

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ 2018

ΘΕΜΑ Α΄ :

A1. → δ

A2. → β

A3. → α

A4. → α διότι: $\left(\frac{1}{2} \text{ ♀ γαμετών } 22 + 0\right) \times \left(\frac{1}{2} \text{ ♂ γαμέτης } 22 + X\right) = \frac{1}{4}$ όμως 1/3 να γεννηθεί άτομο με το σύνδρομο, θεωρώντας ότι όλα τα έμβρυα με Turner μπορούν να γεννηθούν.

γ διότι: $\left(\frac{1}{4} \text{ ♂ γαμετών } 22 + 0\right) \times \left(1 \text{ ♂ γαμέτης } 22 + X\right) = \frac{1}{4}$ όμως 1/4 να γεννηθεί άτομο με το σύνδρομο, θεωρώντας ότι όλα τα έμβρυα με Turner μπορούν να γεννηθούν.

Τα α και γ αφορούν λάθος σε μία μόνο μειωτική διαίρεση της μητέρας ή του πατέρα για το α και γ, αντιστοίχως. Όμως σε κάθε ♀ μείωση παράγεται μόνο ένα λειτουργικό ωάριο,

A5. → β

ενώ σε κάθε ♂ μείωση παράγονται 4 λειτουργικά σπερματοζωάρια και ακόμη οι ♂ μειώσεις είναι συντριπτικά πολύ περισσότερες από τις ♀. Στατιστικά η πιθανότητα γίνεται ίδια σε πολύ μεγάλο πλήθος μειώσεων τόσο ♀, όσο και ♂.

ΘΕΜΑ Β΄ :

B1. 1 → γ, 2 → β, 3 → γ, 4 → α, 5 → γ, 6 → γ, 7 → β

B2. Ο Β μικροοργανισμός είναι δυνατόν να ανήκει στο γένος *Lactobacillus*.

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ:

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι:

- Η διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών
- Η διαθεσιμότητα του O₂
- Η θερμοκρασία
- Το pH.

Σχολικό Βιβλίο (Κεφ. 7). Ειδικότερα για το pH ... Κεφ. 7.

Σύμφωνα, λοιπόν, με όσα αναφέρθηκαν και με βάση το δοθέν διάγραμμα, μόνο το βακτήριο Β εμφανίζει εύρος τιμών pH εντός των οποίων μπορεί να επιβιώσει και να πολλαπλασιάζεται μεταξύ 3,5 έως 5,5 στο θρεπτικό υλικό του, όπου καλλιεργείται και εμφανίζει μέγιστο ρυθμό ανάπτυξης σε pH = 4,5.

B3. Δομική χρωμοσωμική μετάλλαξη ελλείψεως τμήματος Χρωμοσώματος (εδώ του

Απαντήσεις 2018 Βιολογία προσανατολισμού

ακραίου τμήματος του μικρού βραχίονα του ενός από τα δύο Χρωμοσώματα S του ανθρώπου).

Η μετάλλαξη αυτή προκαλεί το σύνδρομο «κλάμα της γάτας» ή αλλιώς το σύνδρομο chi du chat.

Τα άτομα που πάσχουν από αυτό το σύνδρομο εμφανίζουν διανοητική καθυστέρηση.

Σχολικό Βιβλίο, Κεφ. 6, παράγραφος που αφορά το εν λόγω σύνδρομο.

- B4.** α → ΙΔΙΟΥ μήκους τμήματα
 β → ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥ μήκους τμήματα
 γ → ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥ μήκους τμήματα
 δ → ΙΔΙΟΥ μήκους τμήματα

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ:

Σχολικό Βιβλίο Κεφ. 4^ο, τμήμα που αναφέρει την EcoRI.

Βεβαίως, τα παραπάνω α, β, γ, δ που αναφέρθηκαν, ισχύουν εφόσον: Για το α και το δ, δεν έχουν συμβεί μεταλλάξεις κατά την διάρκεια της αντιγραφής του DNA των κυττάρων, ή γενικότερα δεν έχουν συμβεί μεταλλάξεις άλλης αιτιολογίας, τόσο κατά την διάρκεια της μεσόφασης του ευκαρυωτικού κυττάρου, όσο και κατά την δημιουργία του κλώνου των βακτηρίων, σε κάποιο από τα κύτταρα του κλώνου. Και επίσης, θεωρούμε ότι τα βακτήρια δεν έχουν πλασμίδια.

Έχουμε, λοιπόν:

- α. *Σχολικό Κεφ. 1^ο για τις αδελφές χρωμάτιδες*
 + *Σχολικό Κεφ. 2^ο για αντιγραφή (ειδικά για τις επιδιορθωτικές δράσεις της DNA πολυμεράσης και των επιδιορθωτικών ενζύμων)*
 + *Σχολικό Κεφ. 6^ο επιδιορθωτικά ένζυμα.*
- β. *Ορισμός του γονιδίου από το σχολικό βιβλίο + γενετικός κώδικας.*
- $4^3 = 64$
 - *Τριπλέτας, συνεχής, μη επικαλυπτόμενος, εκφυλισμένος, κωδικόνια έναρξης και κωδικόνια λήξης.*
 - *ορισμός αναγνωστικού πλαισίου.*
- γ. *Θεωρία για τα πλασμίδια Κεφ. 1^ο σχολικού βιβλίου.*
- δ. *Ορισμός κλώνου Κεφ. 4^ο*
ορισμός αποικίας Κεφ. 1^ο
αναφορά στο κυρίως DNA των βακτηρίων και αναφορά στα πλασμίδια Κεφ. 1^ο.

ΘΕΜΑ Γ΄:

- Γ1.** Εργαζόμαστε με την γονιδιωματική βιβλιοθήκη του ευκαρυωτικού κυττάρου - οργανισμού.

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ:

Απαντήσεις 2018 Βιολογία προσανατολισμού

- Ορισμός γονιδιωματικής βιβλιοθήκης κεφ. 4
- Ορισμός cDNA βιβλιοθήκης κεφ. 4

Συνεπώς, με βάση τα παραπάνω η cDNA βιβλιοθήκη αφορά μόνο γονίδια που κωδικοποιούν για mRNA, άρα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αυτή την περίπτωση που το γονίδιο κωδικοποιεί για tRNA.

Γ2.

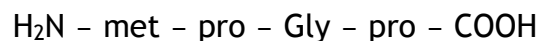
Στην ερώτηση εάν θα παραχθούν πεπτίδια από την έκφραση και των δύο γονιδίων, η απάντηση είναι:

Πιθανόν να παραχθούν πεπτίδια από την έκφραση και των δύο γονιδίων α και β, αναλόγως με την ερμηνεία των δεδομένων της ερώτησης κάθε φορά!

Αναλόγως την ερμηνεία των δεδομένων της ερώτησης, όλα τα πιθανά πεπτίδια που θα δημιουργηθούν ή και θα παραχθούν κατά την έκφραση των γονιδίων α και β είναι:

Για το γονίδιο α:

Μπορεί να παραχθεί το φυσιολογικό πεπτίδιο:



(όταν το βακτήριο δεν διαθέτει το φυσιολογικό γονίδιο tRNA^{trp})

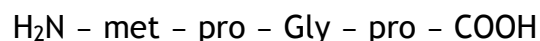
ή το μεταλλαγμένο

H₂N – met – pro – COOH, το οποίο όμως δεν μπορεί να ελευθερωθεί στο κυτταρόπλασμα.

(όταν το βακτήριο δεν διαθέτει το φυσιολογικό γονίδιο tRNA^{Gly})

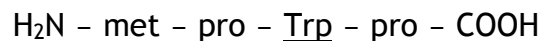
Για το γονίδιο β:

Μπορεί να παραχθεί το φυσιολογικό πεπτίδιο:

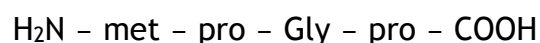


(όταν το βακτήριο δεν διαθέτει το φυσιολογικό γονίδιο tRNA^{trp})

ή το φυσιολογικό και το μεταλλαγμένο



και



(όταν το βακτήριο δεν διαθέτει το φυσιολογικό γονίδιο tRNA^{Gly})

Σχόλιο: θεωρώντας ότι ένα βακτήριο έχει μόνο ένα γενετικό τόπο για κάθε διαφορετικό γονίδιο tRNA, και υποθέτοντας ότι μπορεί να επιβιώσει όταν δεν διαθέτει κάποιο από αυτά.

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Πρώτον, στην παράθεση των απαιτούμενων γνώσεων από το σχολικό βιβλίο, τις οποίες πρέπει να διαθέτει ο μαθητής, θα επιχειρήσουμε να ερμηνεύσουμε τα δεδομένα της ερώτησης, όπως αυτή έχει διατυπωθεί!

«Το αντικωδικόνιο του tRNA που μελετάμε είναι το 3' CCC 5'».

Το ευκαρυωτικό γονίδιο για tRNA^{Gly} που θέλουμε να μελετήσουμε είναι αυτό με αντικωδικόνιο 3' CCC 5' που αναγνωρίζει το κωδικόνιο 5' GGG 3' σε οποιοδήποτε μόριο mRNA οποιουδήποτε οργανισμού, εξαιτίας της καθολικότητας του γενετικού κώδικα και καθώς τα ριβοσώματα αποτελούν θέσεις μετάφρασης για οποιοδήποτε mRNA, ο μαθητής κατανοεί ότι το ευκαρυωτικό (λειτουργικό) μόριο του tRNA^{Gly} με αντικωδικόνιο 3' CCC 5' μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το βακτήριο κατά την μετάφραση οποιουδήποτε mRNA του βακτηρίου, άρα και αυτών που προκύπτουν από την μεταγραφή των γονιδίων του α και β που δίνονται στην άσκηση.

«Το γονίδιο αυτού του tRNA υφίσταται μετάλλαξη, ώστε το αντικωδικόνιο του τώρα να μετατραπεί σε 3' ACC 5' χωρίς περαιτέρω επιπτώσεις στην λειτουργικότητα του tRNA».

Έγινε κάποια μετάλλαξη στο γονίδιο του tRNA^{Gly} που μας ενδιαφέρει, αλλά δεν μπορούμε να εξάγουμε αν η μετάλλαξη αυτή έγινε στον ευκαρυωτικό οργανισμό ή στην γονιδιωματική βιβλιοθήκη αυτού!

Και επίσης, αντιλαμβανόμαστε πως η μετάλλαξη είναι τέτοια (πιθανόν αντικατάσταση βάσης) που το φυσιολογικό αντικωδικόνιο 3' CCC 5' γίνεται τώρα 3' ACC 5'. Το μεταλλαγμένο μόριο tRNA τώρα αναγνωρίζει το κωδικόνιο σε κάθε mRNA 5' UGG 3', το οποίο κωδικοποιεί για Trp έναντι του κωδικονίου 5' GGG 3', το οποίο κωδικοποιεί για Gly, το οποίο κωδικόνιο αναγνωρίζει το μη-μεταλλαγμένο μόριο tRNA που είχαμε πριν.

«χωρίς περαιτέρω επιπτώσεις στη λειτουργικότητα του tRNA»

Είναι γνωστό, ότι τα tRNA μόρια φέρουν δύο σημαντικές αλληλουχίες, το αντικωδικόνιό τους, μέσω του οποίου αναγνωρίζουν και συνδέονται με το κωδικόνιο, με το οποίο είναι συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα και μία αλληλουχία στην οποία συνδέεται το αμινοξύ που μεταφέρουν (η αλληλουχία αυτή είναι για κάθε tRNA η 3' ACC 5' στο 3' άκρο του μορίου τους).

Γνωρίζουμε ακόμη ότι το αμινοξύ που μεταφέρει κάθε μόριο tRNA είναι αυτό που σύμφωνα με τον γενετικό κώδικα κωδικοποιείται από το κωδικόνιο του mRNA, με το οποίο είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο το αντικωδικόνιο που φέρει το εκάστοτε μόριο tRNA.

Δηλαδή, το μόριο tRNA με αντικωδικόνιο 3' CCC 5' αναγνωρίζει το κωδικόνιο 5' GGG 3', το οποίο σύμφωνα με τον γενετικό κώδικα κωδικοποιεί το αμινοξύ Gly, δηλαδή το μόριο tRNA με αντικωδικόνιο 3' CCC 5' μεταφέρει το αμινοξύ Gly.

Απαντήσεις 2018 Βιολογία προσανατολισμού

Όμως δεν γνωρίζουμε με ποιον τρόπο το κάθε μόριο tRNA φορτίζεται με το κατάλληλο αμινοξύ που μεταφέρει.

Δηλαδή δεν γνωρίζουμε (από το σχολικό) την ύπαρξη των αμινο - ακυλο - tRNA συνθετασών του κυττάρου, ούτε φυσικά και την λειτουργία τους.

Επίσης, γνωρίζουμε (από την εικόνα του σχολικού βιβλίου) πως το κάθε μόριο tRNA έχει ένα τέτοιο σχήμα (στερεοδιάταξη) – όλα τα μόρια tRNA έχουν το ίδιο τέτοιο σχήμα – που τους επιτρέπει να εισέρχονται στις υπομονάδες του ριβοσώματος κατά την διαδικασία τα μετάφρασης.

Συνεπώς, από την έκφραση της εκφώνησης «χωρίς επιπτώσεις στην λειτουργικότητα του tRNA» καταλαβαίνουμε ότι το μεταλλαγμένο μόριο tRNA με αντικωδικόνιο 3' ACC 5' :

- διατηρεί την στερεοδιάταξη των μορίων tRNA και συνεπώς μπορεί να εισέρχεται κανονικά στις θέσεις εισδοχής των ριβοσωμάτων.
- Τώρα που το μόριο tRNA που προκύπτει από το μεταλλαγμένο γονίδιο, αφού το αμινοξύ που φέρει κάθε μόριο tRNA προσδιορίζεται από το κωδικόνιο με το οποίο είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο το αντικωδικόνιό του, θα είναι φορτισμένο το μόριο tRNA που προκύπτει από το μεταλλαγμένο γονίδιο, με το αμινοξύ Trp, που είναι αυτό που κωδικοποιεί το κωδικόνιο 5' UGG 3', με το οποίο είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο το αντικωδικόνιο του 3' ACC 5'.

Από την άλλη πλευρά μπορούμε να υποθέσουμε ότι το μεταλλαγμένο tRNA ενώ έχει αντικωδικόνιο 3' ACC 5' εξακολουθεί να φέρει το αμινοξύ Gly που έφερε το tRNA που προέκυπτε από το φυσιολογικό γονίδιο πριν αυτό μεταλλαχθεί!

Άλλωστε γνωρίζουμε ότι το γονίδιο κατά την μεταγραφή παράγει ένα μόριο RNA σε κάθε περίπτωση! Η απόκτηση του αμινοξέος, λοιπόν, από κάθε μόριο tRNA γίνεται κατόπιν με μία διαδικασία άγνωστη.

Συνεπώς, μπορούμε να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα, ότι το tRNA μόριο που προέκυψε από το μεταλλαγμένο γονίδιο tRNA, εφόσον έχει διαφορετικό αντικωδικόνιο από το φυσιολογικό και την ίδια στερεοδιάταξη, κατά τα άλλα θα αποκτήσει - με μία άγνωστη διαδικασία - το αμινοξύ που προσδιορίζεται από το κωδικόνιο με το οποίο συνδέεται κατά την διαδικασία της μετάφρασης.

Εναλλακτικά, μπορούμε να πούμε ότι το μεταλλαγμένο μόριο tRNA ενώ έχει διαφορετικό αντικωδικόνιο από το φυσιολογικό μόριο tRNA θα φορτίζεται με το ίδιο αμινοξύ (Gly) που φορτιζόταν το μόριο tRNA που προέκυπτε από το φυσιολογικό γονίδιο πριν αυτό υποστεί την μετάλλαξη.

Καταλήγουμε, λοιπόν, στο ότι θα θεωρήσουμε:

- κατά πάσα πιθανότητα ότι το νέο μόριο tRNA με αντικωδικόνιο 3' ACC 5' φορτίζεται με Trp ως αμινοξύ που μεταφέρει, και όχι με Gly.
- κατά πάσα πιθανότητα ότι το νέο μόριο tRNA με αντικωδικόνιο 3' ACC 5' φορτίζεται με Gly ως αμινοξύ που μεταφέρει, και όχι με Trp όπως θα

υπαγορεύει το αντικωδικόνιο που διαθέτει.

«Το μεταλλαγμένο γονίδιο χρησιμοποιείται για τον μετασχηματισμό ενός βακτηρίου».

Κατανοούμε ότι το μεταλλαγμένο γονίδιο tRNA με αντικωδικόνιο 3' ACC 5', το οποίο είτε απομονώθηκε από τη γονιδιωματική βιβλιοθήκη που έχουμε δημιουργήσει, είτε απομονώνουμε από τον ευκαρυωτικό οργανισμό απ'ευθείας (π.χ. με PCR), το ανασυνδύασαμε με ένα πλασμίδιο φορέα κλωνοποίησης. Και με αυτό το πλασμίδιο (θεωρούμε βεβαίως ότι έγινε σε μεγάλο πλήθος φορέων κλωνοποίησης, με πολλά γονίδια αυτού του tRNA) μετασχηματίσαμε ένα βακτήριο (θεωρούμε βέβαια έναν κλώνο τέτοιων βακτηρίων για να έχει οποιαδήποτε επιστημονική και πειραματική υπόσταση το εγχείρημα του μετασχηματισμού).

Σύμφωνα με όσα γνωρίζουμε για τον μετασχηματισμό βακτηρίων από το 1^ο και 4^ο κεφάλαιο τους σχολικού βιβλίου, αντιλαμβανόμαστε ότι τα βακτήρια που μετασχηματίστηκαν φέρουν τώρα το μεταλλαγμένο tRNA γονίδιο του ευκαρυωτικού οργανισμού, το οποίο θεωρούμε ότι δεν φέρει εσώνια.

«Το βακτήριο δεν διαθέτει το αντίστοιχο φυσιολογικό γονίδιο».

Ποίο είναι άραγε το αντίστοιχο φυσιολογικό γονίδιο;

Να είναι μήπως το γονίδιο tRNA με αντικωδικόνιο 3' ACC 5' ή εκείνο με αντικωδικόνιο 3' CCC 5'.

Η λέξη φυσιολογικό αναφέρεται στο αρχικό φυσιολογικό tRNA με αντικωδικόνιο 3' CCC 5' και συνεπώς αντιλαμβανόμαστε, ότι το βακτήριο δεν διαθέτει το αντίστοιχο φυσιολογικό tRNA γονίδιο του ευκαρυώτη; Δηλαδή δεν διαθέτει ένα ευκαρυωτικό γονίδιο;

Μήπως δεν διαθέτει το βακτηριακό γονίδιο tRNA που αντιστοιχεί στο φυσιολογικό ευκαρυωτικό γονίδιο tRNA με αντικωδικόνιο 3' CCC 5' ;

Ή εναλλακτικά καταλαβαίνουμε ότι δεν διαθέτει το βακτήριο, το αντίστοιχο φυσιολογικό βακτηριακό γονίδιο tRNA που κωδικοποιεί για μόριο tRNA με αντικωδικόνιο 3' ACC 5' και εμείς το μετασχηματίζουμε με το tRNA γονίδιο (προϊόν μετάλλαξης, αλλά καθ' όλα λειτουργικό γονίδιο) που κωδικοποιεί για το tRNA μόριο με αντικωδικόνιο 3' ACC 5' που το ίδιο δεν μπορεί να συνθέσει;

Στην πρώτη περίπτωση, αν δεχθούμε ότι το βακτήριο δεν διαθέτει tRNA γονίδιο που κωδικοποιεί μόριο tRNA με αντικωδικόνιο 3' CCC 5', αλλά διαθέτει φυσιολογικά το γονίδιο που κωδικοποιεί για tRNA μόριο με αντικωδικόνιο 3' ACC 5' το οποίο φυσιολογικά μεταφέρει Trp, εμείς με τον μετασχηματισμό που θα πραγματοποιήσουμε, του εισάγουμε ένα ίδιο τέτοιο (ευκαρυωτικό, έστω χωρίς εσώνια) γονίδιο το οποίο όπως εξηγήσαμε παραπάνω κατά πάσα πιθανότητα μεταφέρει και αυτό Trp ή έστω μεταφέρει με αντικωδικόνιο 3' ACC 5'

Απαντήσεις 2018 Βιολογία προσανατολισμού

Gly, όπως το μόριο που κωδικοποιούνται από το φυσιολογικό ευκαρυωτικό γονίδιο.

Εφόσον, λοιπόν, το βακτήριο έχει ήδη αυτό το γονίδιο tRNA με αντικωδικόνιο 3' ACC 5' και μεταφέρει Trp, γιατί να το μετασχηματίσουμε με το ίδιο ευκαρυωτικό γονίδιο;

Στην περίπτωση, όμως, που το βακτήριο δεν διαθέτει το φυσιολογικό tRNA γονίδιο που κωδικοποιεί μόριο tRNA με 3' ACC 5' αντικωδικόνιο και δεν μπορεί να τοποθετεί Trp στις πρωτεΐνες του, έχει νόημα ο μετασχηματισμός του με ένα γονίδιο που του λείπει έστω και ευκαρυωτικό, αν αυτό μπορεί να εκφραστεί σωστά εντός του βακτηρίου ώστε το βακτήριο να συνθέσει τα tRNA μόρια που του λείπουν.

Σε κάθε περίπτωση, βέβαια, γνωρίζουμε ότι όλοι οι οργανισμοί ως προϊόντα φυσικής επιλογής φέρουν πολλά γονίδια για τα ίδια μόρια tRNA, ώστε να μην κινδυνεύουν από θνησιγόνες μεταλλάξεις σε αυτά τα γονίδια που είναι θεμελιώδη για την ζωή, οπότε μπορούμε να θεωρήσουμε ότι όταν λείπει ή δεν λειτουργεί ένα γονίδιο tRNA, τότε το βακτήριο αυτό θα πεθάνει καθώς δεν θα μπορεί να συνθέσει τις πρωτεΐνες του. Επομένως, τι νόημα έχει ο μετασχηματισμός σε ένα νεκρό βακτήριο;

Όστος χωρίς να λάβουμε υπόψη τα αμέσως παραπάνω, μπορούμε να δεχθούμε ότι πρόκειται για ένα υποθετικό βακτήριο που σε μια τέτοια έλλειψη γονιδίου επιβιώνει τουλάχιστον μέχρι να μετασχηματιστεί.

Οπότε δεχόμενοι ότι:

- α) Δεν υπάρχουν πολλαπλά γονίδια tRNA στους οργανισμούς.
- β) Τα βακτήρια που στερούνται μόρια tRNA ενός συγκεκριμένου αμινοξέος μπορούν να επιζήσουν!
- γ) Ότι όλα τα διαφορετικά μόρια λειτουργικού tRNA είναι συνολικά 61, όσα και τα κωδικόνια με νόημα που υπάρχουν στον γενετικό κώδικα. Δηλαδή, σε κάθε φυσιολογικό βακτήριο υπάρχουν 61 διαφορετικά γονίδια που κωδικοποιούν για tRNA μόρια. Θεωρούμε επίσης, ότι το καθένα από αυτά υπάρχει μόνο μία φορά.

Σύμφωνα, λοιπόν, με όσα αναφέραμε για την ερμηνεία της εκφώνησης του ερωτήματος Γ2, μπορούμε τώρα να προχωρήσουμε στην λύση του, θεωρώντας ότι:

- Τα ευκαρυωτικά tRNA γονίδια δεν έχουν ποτέ εσώνια!
- Το μεταλλαγμένο tRNA γονίδιο με αντικωδικόνιο στο μόριο tRNA που κωδικοποιεί 3' ACC 5' μπορεί να φορτίζεται είτε με Trp, είτε με Gly.
- Το βακτήριο που μετασχηματίζουμε δεν έχει πολλαπλά γονίδια για κάθε γονίδιο του tRNA και δεν έχει πεθάνει, παρόλο που φέρει μία θνησιγόνο μετάλλαξη όπως είναι η έλλειψη ή η μη λειτουργία ενός (μοναδικού στο γονιδίωμά του) tRNA γονιδίου.
- Το βακτήριο το μετασχηματίζουμε είτε

Απαντήσεις 2018 Βιολογία προσανατολισμού

απελευθερώνεται στο κυτταρόπλασμα, καθώς για το κωδικόνιο 5' GGG 3' το κύτταρο δεν διαθέτει tRNA μόριο που μπορεί να συνδεθεί μαζί του. Όμως το 5' GGG 3' δεν είναι κωδικόνιο λήξη και δεν αναγνωρίζεται ούτε από τους παράγοντες απελευθέρωσης του κυττάρου (πρωτεΐνες). Ο παράγοντας απελευθέρωσης καταλύει την απομάκρυνση του πεπτιδίου από το τελευταίο tRNA μόριο που μετέχει σε μία συγκεκριμένη διαδικασία μετάφρασης στα κύτταρα.

Γονίδιο Β: 3' ΑΤΑΑΓΤΑССGGTGCСGTΑΤΑΑ 5' Κωδική
5' ΤΑΤΤCΑΤGGCCACGGCΑΤΑΤΤ 3' μη-Κωδική

↓ ΜΕΤΑΓΡΑΦΗ

mRNA: 5' ΑΑΥΑΥG CCG UGG CCA UGA ΑΥΑ 3'

ΕΝΑΡΞΗ

ΛΗΞΗ

tRNA
μόρια

3' ΥΑС 5'
3' GGC 5'
3' ACC 5'
3' GGU 5'

ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ

www.nikimargariti.com

H₂N - met - pro - Trp - pro - COOH

H₂N - met - pro - Gly - pro - COOH

A] ii) Σε αυτή την περίπτωση το ευκαρυωτικού tRNA μόριο που παράγεται εντός του βακτηρίου φορτίζεται με το αμινοξύ της Trp, σύμφωνα με το αντικωδικόνιο του 3' ACC5'.

Τώρα:

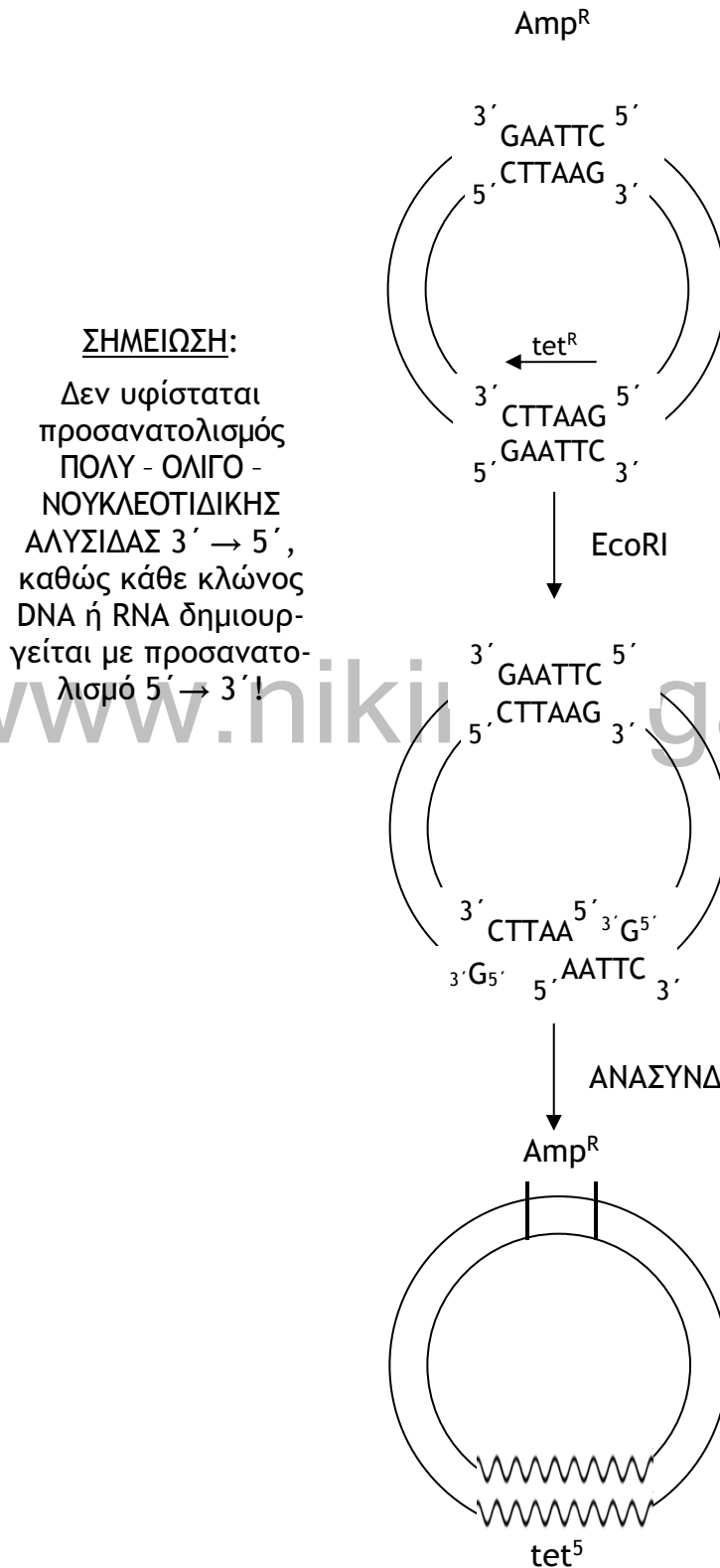
Το γονίδιο α συμπεριφέρεται όπως και στην περίπτωση Αi), αλλά το γονίδιο β παράγει μόνο

H₂N - met - pro - Trp - pro - COOH

είτε χρησιμοποιεί βακτηριακό tRNA μόριο, είτε το ευκαρυωτικό tRNA.

B] i) Το γονίδιο που στερείται το βακτήριο είναι εκείνο του tRNA με αντικωδικόνιο 3' ACC 5', το οποίο φυσιολογικά φορτίζεται με Trp ως αμινοξύ. Ωστόσο, το βακτήριο διαθέτει φυσιολογικά γονίδια tRNA που κωδικοποιεί το μόριο tRNA με αντικωδικόνιο 3' CCC 5' και φυσιολογικά φορτίζεται με Gly ως αμινοξύ. Ενώ το ετερόλογο tRNA μόριο φορτίζεται και αυτό με Gly.

Γ3. Δίνεται το πλασμίδιο:




ΣΗΜΕΙΩΣΗ:

Δεν υφίσταται προσανατολισμός ΠΟΛΥ - ΟΛΙΓΟ - ΝΟΥΚΛΕΟΤΙΔΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ 3' → 5', καθώς κάθε κλώνος DNA ή RNA δημιουργείται με προσανατολισμό 5' → 3'!

ΥΠΟΜΝΗΜΑ:

tet^R = γονίδιο ανθεκτικότητας στο αντιβιοτικό τετρακυκλίνη

ΣΧΗΜΑ 3 *tet^S* κατάργηση του γονιδίου ανθεκτικότητας στην τετρακυκλίνη

όπου  είναι το ετερόλογο γονίδιο

ΥΠΟΜΝΗΜΑ:

Amp^R = γονίδιο ανθεκτικότητας στο αντιβιοτικό Αμπικικλίνη

Απαντήσεις 2018 Βιολογία προσανατολισμού

Τα αντιβιοτικά που θα χρησιμοποιήσουμε είναι με τη σειρά αμπικιλίνη και τετρακυκλίνη.

Γνωρίζουμε ότι:

Σχολικό Κεφ. 4^ο θεωρία από EcoRI μέχρι ορισμό γονιδιωματικής βιβλιοθήκης.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τα παραπάνω και με βάση τα δεδομένα της άσκησης θα δημιουργηθούν 3 κατηγορίες βακτηρίων μετά το μετασχηματισμό:

- α) τα μη - μετασχηματισμένα
- β) τα μετασχηματισμένα
 - i) χωρίς το ανασυνδυσμένο πλασμίδιο
 - ii) με το ανασυνδυσμένο πλασμίδιο

Από αυτά εμείς θέλουμε να διακρίνουμε τα βii από τα α και βi. Αυτό θα γίνει χάρη στους φαινότυπους που έχουν οι 3 κατηγορίες βακτηρίων ως προς την ανθεκτικότητά τους στα αντιβιοτικά Amp και tet.

Τα α δεν εμφανίζουν ανθεκτικότητα σε κανένα από τα δύο αντιβιοτικά.

Τα βi εμφανίζουν ανθεκτικότητα και στα δύο αντιβιοτικά, αφού δέχθηκαν το ακέραιο πλασμίδιο.

Και τα βii είναι ανθεκτικά μόνο στην Amp αλλά όχι στην tet, καθώς το γονίδιο της tet^R έχει πλέον καταστραφεί μετά τον ανασυνδυασμό του πλασμιδίου, αφού η μοναδική θέση αναγνώρισης της EcoRI στο πλασμίδιο ήταν εντός του γονιδίου tet^R.

Επομένως, η διάκριση των ζητούμενων αποικιών των βακτηρίων που ζητάμε θα γίνει ως εξής: Αρχικά σε τρυβλίο με κατάλληλο στερεό θρεπτικό υλικό για την ανάπτυξη του βακτηρίου, το οποίο όμως περιέχει και Amp θα επιστρωθεί η υγρή καλλιέργεια που δέχθηκε το μετασχηματισμό.

Έτσι θα υπάρξουν μόνο αποικίες βi και βii που διαθέτουν γονίδιο Amp^R. Στη συνέχεια, γίνεται μεταφορά μικρού δείγματος από κάθε αποικία (αποτύπωμα) σε ένα δεύτερο θρεπτικό υλικό (στερεό) που τώρα περιέχει εκτός από τα κατάλληλα θρεπτικά συστατικά και άγαρ και tet. Εδώ θα αναπτυχθούν μόνο τα βακτήρια των αποικιών του πρώτου τρυβλίου που είναι τα βi. Επειδή όμως στο δεύτερο τρυβλίο, έχει γίνει η μεταφορά του δείγματος των αποικιών στις ίδιες θέσεις που ήταν στο πρώτο τρυβλίο, τώρα μπορούμε να γυρίσουμε στο πρώτο τρυβλίο και με οπτική παρατήρηση να εντοπίσουμε μεταξύ των αποικιών βii και βi που υπάρχουν σε αυτό, ποιες είναι οι βii, που δεν αντιπροσωπεύονται στο δεύτερο τρυβλίο με το αντιβιοτικό tet.

ΘΕΜΑ Δ' :

Δ1. Αναλύουμε τα δεδομένα της άσκησης και έχουμε: Είναι ο γενετικός τύπος του γονιδίου B με αλληλόμορφα B και b που ελέγχει το χρώμα του τριχώματος. Το B είναι επικρατές του b και ευθύνεται για το μαύρο χρώμα, ενώ το b ευθύνεται για το λευκό. Δηλαδή, άτομα με γονότυπο BB ή Bb είναι μαύρα, ενώ άτομα με γονότυπο bb είναι λευκά.

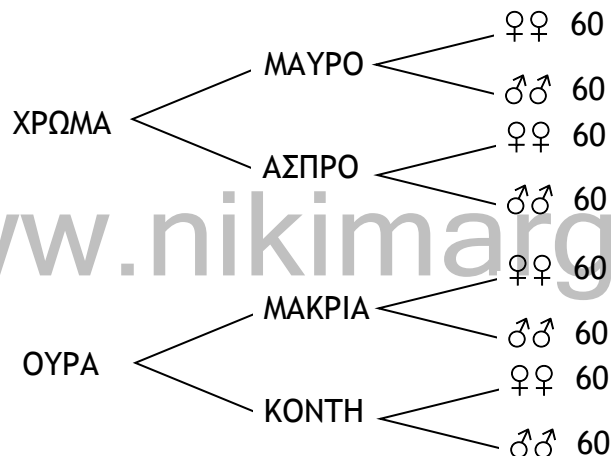
Είναι, επίσης, ο διαφορετικός και ανεξάρτητος του B, γενετικός τύπος του γονιδίου M με αλληλόμορφα M (μακριά ουρά) και m (κοντή ουρά), που ελέγχει το μήκος της ουράς.

Γονίδιο για χρώμα του τριχώματος B (B, b) B>b

Γονίδιο για μήκος της ουράς M (M, m) M>m

P: ♀ [B, M] x ♂ [b, m]

F₁:



Δηλαδή για το χρώμα, έχουμε:

α) Αυτοσωμικό: P: Bb x Bb

F₁: Bb : Bb

β) Φυλοσύνδετο: P: X^BX^b x X^bY

F₁: X^BX^b : X^bX^b : X^BY : X^bY

Για το μήκος της ουράς, έχουμε:

α) Αυτοσωμικό: P: Mm x mm

F₁: Mm : mm

β) Φυλοσύνδετο: P: X^MX^m x X^mY

F₁: X^MX^m : X^mX^m : X^MY : X^mY

Στην άσκηση μελετώνται δύο χαρακτήρες του ποντικού, το χρώμα του τριχώματος και το μήκος της ουράς. Επομένως, πρόκειται για διυβριδισμό.

Απαντήσεις 2018 Βιολογία προσανατολισμού

Από τις αλληπάλληλες διασταυρώσεις του ίδιου ζεύγους ποντικών μίας θηλυκής με μαύρο χρώμα και μακριά ουρά και ενός αρσενικού με λευκό χρώμα και κοντή ουρά, προκύπτουν ποντικάκια με φαινοτυπική αναλογία

1 [Μαύρα με μακριά ουρά]:

1 [Μαύρα με κοντή ουρά]:

1 [Λευκά με μακριά ουρά]:

1 [Λευκά με κοντή ουρά].

Που είναι είτε αρσενικά, είτε θηλυκά με τον ίδιο φαινότυπο σε ίση αναλογία τα δύο φύλα.

Με δεδομένο ότι το φύλο στα ποντικάκια καθορίζεται όπως και στον άνθρωπο, δηλαδή τα θηλυκά έχουν ένα ζεύγος ΧΧ φυλετικών χρωμοσωμάτων εκτός των αυτοσωμικών ζευγών ομόλογων χρωμοσωμάτων τους και τα αρσενικά έχουν ένα ζεύγος φυλετικών χρωμοσωμάτων ΧΥ εκτός των αυτοσωμικών ζευγών χρωμοσωμάτων τους και με δεδομένο ότι τα δύο γονίδια που συνεξετάζονται είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και ισχύει για αυτά ο 2^{ος} νόμος του Mendel και λαμβάνοντας υπόψη τις φαινοτυπικές αναλογίες των F₁ απογόνων που μας δίνονται, καθώς και τις σχέσεις επικράτειας μεταξύ των αλληλόμορφων του κάθε γονιδίου, που επίσης δίνονται, μπορούμε να εξαγάγουμε τα αποτελέσματα, σύμφωνα με τις πιθανές υποθέσεις:

A) Και τα δύο γονίδια είναι αυτοσωμικά και εδράζονται σε διαφορετικά ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων.

Το Μ είναι επικρατές του μ και έτσι άτομα με γονότυπο ΜΜ ή Μμ είναι με μακριά ουρά, ενώ άτομα με γονότυπο μμ έχουν κοντή ουρά.

Έχουμε, λοιπόν, τις εξής πιθανές διασταυρώσεις, σύμφωνα με τις υποθέσεις που διατυπώθηκαν παραπάνω:

α) Και τα δύο γονίδια είναι ανεξάρτητα και αυτοσωμικά.

Έχουμε: P: ♀ ΒΒ Μμ x ♂ Ββ μμ

γαμέτες: ΒΜ, Βμ, βΜ, βμ / 100% βμ

F₁: ΒΒΜμ : ΒβΜμ : ΒΒμμ : Ββμμ

Φαινοτυπική αναλογία:

F₁: ♀♀ και ♂♂ [ΒΜ] : ♀♀ και ♂♂ [Βμ] : ♀♀ και ♂♂ [βΜ] : ♀♀ και ♂♂ [βμ]

Τα ♀♀ και τα ♂♂ είναι ίσες αναλογίες. Συνεπώς, η υπόθεσή μας α είναι ορθή, αφού επαληθεύεται.

β) Το γονίδιο για το χρώμα του τριχώματος είναι αυτοσωμικό και το γονίδιο για το μήκος της ουράς είναι φυλοσύνδετο.

Το γονίδιο Β είναι αυτοσωμικό και το γονίδιο Μ είναι φυλοσύνδετο.

Πράγματι: P: ♀ ΒΒ Χ^ΜΧ^μ x ♂ Ββ Χ^μΥ

γαμέτες: ΒΧ^Μ, ΒΧ^μ, βΧ^Μ, βΧ^μ / ΒΧ^μ, ΒΥ

F₁: ΒΒ Χ^ΜΧ^μ : Ββ Χ^ΜΥ : ΒΒ Χ^μΧ^μ : Ββ Χ^μΥ

Απαντήσεις 2018 Βιολογία προσανατολισμού

Φαινοτυπική αναλογία:

$$F_1: \text{♀♀ και } \text{♂♂ } [B\chi^M] : \text{♂♂ } [B\chi^M] : \text{♀♀ } [B\chi^M] : \text{♂♂ } [B\chi^M]$$

Και αυτή η υπόθεση επαληθεύεται.

- γ) Το γονίδιο για το μήκος της ουράς είναι αυτοσωμικό και το γονίδιο για το χρώμα του τριχώματος είναι φυλοσύνδετο.

Το γονίδιο M είναι αυτοσωμικό και το γονίδιο B είναι φυλοσύνδετο.

Πράγματι έχουμε: P: ♀ Mμ X^BX^B x ♂ μμ X^BY

γαμέτες: MX^B, MX^B, μx^B, μX^B / μX^B, μY

$$F_1: M\mu X^B X^B : M\mu X^B Y : \mu\mu X^B X^B : \mu\mu X^B Y$$

Φαινοτυπική αναλογία

$$F_1: \text{♀♀ } [MX^B] : \text{♂♂ } [MX^B] : \text{♀♀ } [\mu X^B] : \text{♂♂ } [\mu X^B]$$

Και αυτή η υπόθεση επαληθεύεται.

Σε κάθε περίπτωση από τις παραπάνω διασταυρώσεις, οι γαμέτες προκύπτουν σύμφωνα με τους νόμους του Mendel και οι γονοτυπικές αναλογίες της F₁ γενεάς προκύπτουν από το αβάκιο του Punnett που αποτελεί την διαγραμματική απεικόνιση των γαμετών και του τρόπου συνδυασμού τους σε μια διασταύρωση.

Θεωρούμε ότι δεν υπάρχουν καινοφανείς μεταλλάξεις.

Σύμφωνα, λοιπόν, με όσα αναφέραμε παραπάνω, έχουμε:

- α. Οι πιθανοί τρόποι: α) και τα δύο γονίδια είναι ανεξάρτητα αυτοσωμικά
β) το γονίδιο για το χρώμα αυτοσωμικό και το γονίδιο για το μήκος της ουράς φυλοσύνδετο
γ) το γονίδιο για το χρώμα φυλοσύνδετο και το έτερο γονίδιο αυτοσωμικό

β. Οι πιθανοί γονότυποι του θηλυκού γονέα είναι:

- α) BB Mμ ή
β) BB X^MX^μ ή
γ) Mμ X^BX^B

για καθεμία από τους διαφορετικούς πιθανούς τρόπους κληρονόμησης των χαρακτήρων που αναφέρθηκαν στο ερώτημα α.

γ. Οι αντίστοιχες διασταυρώσεις είναι:

- α) P: ♀ BB Mμ x ♂ BB μμ
β) P: ♀ BB X^MX^μ x ♂ BB X^μY
γ) P: ♀ Mμ X^BX^B x ♂ μμ X^BY

Απαντήσεις 2018 Βιολογία προσανατολισμού

Δ2. Θεωρία για την αιμοσφαιρινοπάθεια α από το Κεφ. 6°.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τα παραπάνω και με βάση τα δεδομένα της άσκησης, έχουμε:

Γονότυπος του άνδρα: $44 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$ ή $44 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$

όπου $\begin{array}{c} | \\ | \end{array}$ το ζεύγος των ομόλογων αυτοσωμικών χρωμοσωμάτων όπου εδράζονται οι δύο διαδοχικοί γενετικοί τόποι του γονιδίου α που κωδικοποιεί για την αλυσίδα α στις αιμοσφαιρίνες του ανθρώπου. 44 τα υπόλοιπα από τα 46 χρωμοσώματα του ανθρώπου. Τα χρωμοσώματα παρουσιάζονται με τη μορφή ινιδίων χρωματίνης κατά την φάση G₁ του κυτταρικού κύκλου.

Γονότυπος της γυναίκας: $44 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$ ή $44 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$ ή $44 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$

Με δεδομένο ότι το πρώτο παιδί του ζεύγους αυτού νοσεί από πολύ βαριάς μορφής α-θαλασσαιμία, καθώς φέρει μόνο ένα γονίδιο α στον γονότυπό του, αυτό

μπορεί να συμβεί μόνο εάν ο γονότυπος της μητέρας είναι $44 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$

Πράγματι έχουμε την διασταύρωση:

P: ♂ $44 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$ x ♀ $44 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$

οι γαμέτες προκύπτουν από τον 1° νόμο του Mendel

γαμέτες: $22 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$, $22 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$ / $22 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$, $22 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$

οι απόγονοι προκύπτουν εύκολα από το αβάκιο του Punnett

F₁: $44 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$: $44 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$:

$44 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$: $44 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$

το παιδί που
γεννήθηκε

Σημείωση: Στο ίδιο αποτέλεσμα θα καταλήγαμε και αν ο πατέρας είχε ως γονότυπο τον δεύτερο από τους παραπάνω αναφερομένους.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει

ότι το δεύτερο παιδί έχει πιθανότητα $\frac{1}{4}$ να

γεννηθεί φυσιολογικό γονοτυπικά και

φαινοτυπικά, δηλαδή να έχει γονότυπο:

$44 + \begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \\ \text{---} \\ \text{---} \\ | \end{array}$

Δ3. Ανθεκτικό στα έντομα θα είναι το 75% των ατόμων της F₁ γενεάς. Από αυτά το $\frac{1}{3}$ είναι διπλά ανθεκτικό σε σχέση με τα υπόλοιπα $\frac{2}{3}$.

Απαντήσεις 2018 Βιολογία προσανατολισμού

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ:

Θεωρία κεφ. 9^ο Bt φυτά + δημιουργία διαγονιδιακών φυτών.

Με βάση τα δεδομένα της άσκησης, έχουμε τα εξής δύο διαγονιδιακά φυτά:

$$\text{διαγονιδιακό φυτό 1 : } 6 + \begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array}$$

$$\text{διαγονιδιακό φυτό 4 : } 6 + \begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array}$$

όπου 6 τα υπόλοιπα από τα 10 χρωμοσώματα του διπλοειδούς αυτού φυτικού είδους και όπου $\begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array}$ ή $\begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array}$ το χρωμόσωμα (με μορφή ινιδίου χρωματίνης) 1 και 4

για τα διαγονιδιακά φυτά 1 και 4 αντίστοιχα που φέρουν το γονίδιο Bt της τοξίνης. Έχουμε, λοιπόν, την διασταύρωση:

$$P : 6 + \begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \times 6 + \begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array}$$

$$\text{γαμέτες: } 3 + \begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array}, 3 + \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} / 3 + \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array}, 3 + \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array}$$

προκύπτουν σύμφωνα με τους νόμους του Mendel.

$$F_1 : 6 + \begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} : 6 + \begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} : 6 + \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} : 6 + \begin{array}{|c|} \hline 1 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline B^+ \\ \hline \end{array}$$

οι απόγονοι προκύπτουν εύκολα από το αβάκιο του Punnett

Φαινοτυπική αναλογία

F₁ : 1 (Διπλά διαγονιδιακό φυτό) : 2 (Απλά διαγονιδιακό φυτό): 1 (Μη διαγονιδιακό φυτό)

Άρα το 75% των απογόνων που συνιστούν την F₁ γενεά είναι ανθεκτικά στα έντομα από αυτά το 1/3 εμφανίζει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα, καθώς αναμένεται να παράγει διπλάσια ποσότητα της εντομοτοξίνης από τα υπόλοιπα 2/3.