



2024 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Γ' Γενικού Λυκείου

Σπουδών Υγείας

Σάββατο 27 Απριλίου 2024 | Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. γ.,

A2. δ.,

A3. δ.,

A4. β.,

A5. α.

ΘΕΜΑ Β

B1. Υπάρχουν δύο τύποι αιμορροφιλίας: Η αιμορροφιλία Α που οφείλεται σε έλλειψη του παράγοντα πήξης VIII και η αιμορροφιλία Β που οφείλεται σε έλλειψη του παράγοντα πήξης IX. Και οι δύο τύποι ελέγχονται από υπολειπόμενο φυλοσύνδετο γονίδιο.

Τα βήματα που απαιτούνται για την παραγωγή μιας φαρμακευτικής πρωτεΐνης ανθρώπινης προέλευσης από ένα διαγονιδιακό ζώο είναι τα παρακάτω:

- Απομόνωση του ανθρώπινου γονιδίου που κωδικοποιεί τη φαρμακευτική πρωτεΐνη που μας ενδιαφέρει.
- Μικροέγχυση του γονιδίου στον πυρήνα ενός γονιμοποιημένου ωαρίου του ζώου.



- Τοποθέτηση του γενετικά τροποποιημένου ζυγωτού στη μήτρα ενήλικου ζώου για κυοφορία.
- Γέννηση του διαγονιδιακού ζώου.
- Διασταυρώσεις με σκοπό να περάσει η τροποποιημένη γενετική πληροφορία στους απογόνους.
- Παραγωγή, απομόνωση και καθαρισμός της φαρμακευτικής πρωτεΐνης.

B2. cDNA βιβλιοθήκη είναι το σύνολο των βακτηριακών κλώνων, που περιέχουν στα ανασυνδυασμένα τους πλασμίδια αντίγραφα των ωρίμων mRNAs των γονιδίων, που εκφράζονται σε συγκεκριμένο τύπο κυττάρων ενός οργανισμού.

Διαγονιδιακός οργανισμός είναι φυτικός ή ζωικός οργανισμός που έχει δημιουργηθεί με τεχνικές Γενετικής Μηχανικής και περιέχει γονίδια από άλλο οργανισμό, συνήθως διαφορετικού είδους.

Υβριδοποίηση είναι η σύνδεση δύο μονόκλωνων αλυσίδων DNA (ή DNA-RNA), με δεσμούς υδρογόνου σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων.

B3.

Απόγονος	Προ-πρόγονος	Ελάχιστος αριθ. Χρωμ.	Μέγιστος αριθ. Χρωμ.
Αγόρι	Παππούς από πατέρα	1 (το Y)	23
Αγόρι	Γιαγιά από πατέρα	0	22 (όχι το X)
Αγόρι	Παππούς από μητέρα	0	23 (και το X)
Κορίτσι	Γιαγιά από μητέρα	0	23
Κορίτσι	Παππούς από πατέρα	0	22 (όχι το Y)
Κορίτσι	Γιαγιά από πατέρα	1 (το X)	23



- B4.** Παρατηρούμε, πως στο κύτταρο της εικόνας απεικονίζονται 5 χρωμοσώματα από τα οποία τα δύο είναι όμοια, ενώ τα υπόλοιπα είναι διαφορετικά. Η Δροσόφιλα έχει 4 ζεύγη ή $2 \times 4 = 8$ χρωμοσώματα. Στο γαμέτη θα περιέχονται τα μισά χρωμοσώματα, ένα από κάθε ζεύγος, άρα 4 διαφορετικά χρωμοσώματα. Επομένως, το εικονιζόμενο κύτταρο είναι ανώμαλος γαμέτης, που αντί για 4 χρωμοσώματα έχει 5, όπου το ένα χρωμόσωμα αντιπροσωπεύεται δύο φορές. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι το συγκεκριμένο έντομο δεν έχει το κανονικό αριθμό χρωμοσωμάτων που είναι 8, αλλά περιέχει σε κάθε πυρήνα των σωματικών του κυττάρων 9 χρωμοσώματα στη G1 φάση, όπου το ένα δεν αντιπροσωπεύεται 2 φορές αλλά 3, παρουσιάζει δηλαδή τρισωμία ως προς ένα χρωμόσωμά του. Αυτό δικαιολογεί και τον μη φυσιολογικό φαινότυπο που παρουσιάζει γενικά. Επίσης στη G1 φάση θα έχει 9 χρωματίδες (μια για κάθε χρωμόσωμα) και αφού κάθε χρωματίδα περιέχει ένα μόριο DNA, θα υπάρχουν και 9 μόρια DNA.
- Στη μετάφαση της μίτωσης τα χρωμοσώματα είναι όσα και στη μεσόφαση αλλά διπλασιασμένα, (δύο χρωματίδες ανά χρωμόσωμα), οπότε αυτά θα είναι 9, ενώ οι χρωματίδες θα είναι 18 και τα μόρια DNA θα είναι επίσης 18.
- Στο τέλος της μείωσης I τα θυγατρικά κύτταρα έχουν το μισό αριθμό διπλασιασμένων χρωμοσωμάτων. Στο συγκεκριμένο έντομο με τρισωμία στο ένα ζεύγος χρωμοσωμάτων, το ένα θυγατρικό κύτταρο θα πάρει το ένα παραπάνω χρωμόσωμα, οπότε θα έχει 5 χρωμοσώματα και το άλλο θα έχει 4. Έτσι στη μετάφαση II το ένα κύτταρο θα έχει 5 χρωμοσώματα και $2 \times 5 = 10$ χρωματίδες και αντίστοιχα μόρια DNA, ενώ το άλλο θα έχει 4 χρωμοσώματα και $2 \times 4 = 8$ χρωματίδες και αντίστοιχα μόρια DNA.

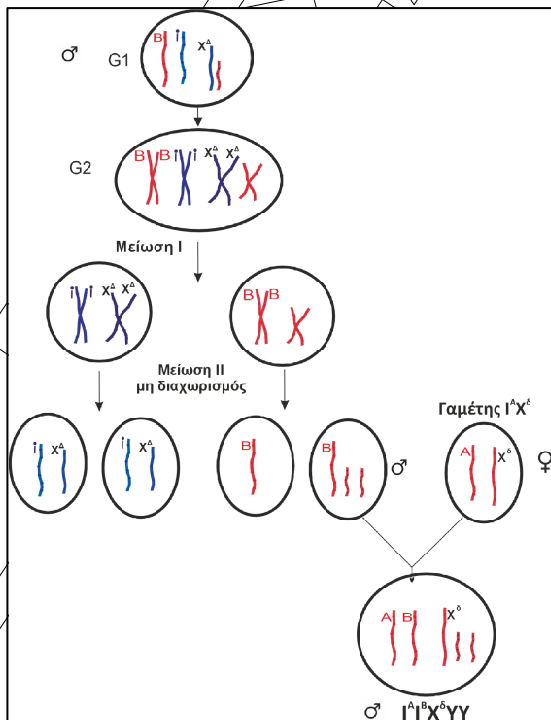
Σημείωση: Σε κάποια βοηθήματα αναφέρεται, ότι δεν υπάρχουν χρωματίδες στη G1 φάση, όπου τα χρωμοσώματα είναι απλά. Το βιβλίο, όμως, αναφέρει στη σελίδα 24: «θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα ινίδια της χρωματίνης, τα χρωμοσώματα και οι χρωματίδες αποτελούν «διαφορετικές όψεις του ίδιου νομίσματος»»

ΘΕΜΑ Γ

- Γ1.** Γνωρίζουμε πως οι ομάδες αίματος του συστήματος ABO, ελέγχονται από ένα ζευγάρι αυτοσωμικών γονιδίων και υπάρχουν τρία αλληλόμορφα. Τα I^A και I^B κωδικοποιούν τα ένζυμα που σχηματίζουν τα A και B αντιγόνα αντίστοιχα, ενώ το i δεν κωδικοποιεί κάποιο ένζυμο. Τα I^A και I^B είναι συνεπικρατή, ενώ το i είναι υπολειπόμενο. Ο πατέρας είναι ομάδας αίματος B οπότε μπορεί να έχει γονότυπο $I^B I^B$ ή $I^B i$. Η μητέρα είναι ομάδα αίματος AB και έχει γονότυπο $I^A I^B$. Το παιδί είναι ομάδα αίματος AB και έχει γονότυπο $I^A I^B$.

Η μερική αχρωματοψία στο κόκκινο και πράσινο (δαλτονισμός) ελέγχεται από φυλοσύνδετο υπολειπόμενο γονίδιο (συμβολίζω X^d) και το αλληλόμορφο επικρατές ελέγχει τη φυσιολογική όραση (συμβολίζω X^D). Ο πατέρας έχει φυσιολογική όραση και έχει γονότυπο $X^D Y$. Η μητέρα έχει και αυτή φυσιολογική όραση και θα έχει το αλληλόμορφο X^D . Επειδή αποκτά δαλτονικό γιο, ο οποίος έχει το αλληλόμορφο X^d , το οποίο μπορεί να κληρονομήσει μόνο από τη μητέρα του, αφού ο πατέρας δεν το έχει, συμπεραίνουμε ότι η μητέρα έχει γονότυπο $X^D X^d$.

Το παιδί πάσχει από σύνδρομο Jacobs και για να είναι δαλτονικό και ομάδας αίματος AB, θα έχει συνολικό γονότυπο $I^A I^B X^d Y Y$. Για να προκύψει απόγονος με δύο Y χρωμοσώματα θα πρέπει να έγινε άτυπη μειωτική διαίρεση στον πατέρα, κατά την οποία δεν έγινε διαχωρισμός των αδελφών χρωματίδων του Y χρωμοσώματος κατά την μείωση II, με αποτέλεσμα να προκύψει γαμέτης με δύο Y χρωμοσώματα. Κατά των διαχωρισμό δε, των αυτοσωμικών ομολόγων χρωμοσωμάτων που φέρουν τα γονίδια των ομάδων αίματος, το χρωμόσωμα που είχε το αλληλόμορφο I^B διαχωρίστηκε στη μείωση I μαζί με το Y χρωμόσωμα. Οπότε στο τέλος της μείωσης II ο ανώμαλος γαμέτης, που προέκυψε, έφερε συνολικά τα $I^B Y Y$. Αυτός ο γαμέτης-σπερματοζωάριο





2024 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

γονιμοποίησε φυσιολογικό ωάριο της μητέρας, που έφερε τα γονίδια $I^A X^0$ και έτσι προέκυψε αγόρι με γονότυπο $I^A I^B X^0 Y$, το οποίο έπασχε από σύνδρομο Jacobs (XYY), μερική αχρωματοψία στο πράσινο και κόκκινο (δαλτονισμός) και ήταν ομάδας αίματος AB.

Γ2. Από τα δεδομένα της άσκησης έχουμε:

♂. Μπάρες – Κίτρινο Κεφ $\times$ ♀ Μπάρες – Φαιό Κεφ.



♂ 15 ή 3 Μπάρες – κίτρινο κεφάλι
6 ή 1 Χωρίς μπάρες – κίτρινο κεφάλι
14 ή 3 Μπάρες – φαιό κεφάλι
5 ή 1 Χωρίς μπάρες – φαιό κεφάλι,
♀ 16 ή 3 Μπάρες – φαιό κεφάλι
5 ή 1 Χωρίς μπάρες – φαιό κεφάλι.

Παρατηρούμε ότι στη δεδομένη διασταύρωση εξετάζονται δύο ιδιότητες, η ύπαρξη σχήματος στο πτέρωμα και το χρώμα κεφαλής. Θα εξετάσουμε κάθε ιδιότητα ξεχωριστά.

α. Σχήμα στο πτέρωμα: Παρατηρούμε ότι διασταυρώνονται περιστέρια με μπάρες στο πτέρωμά τους και προκύπτουν στους απογόνους 3 με μπάρες: 1 χωρίς μπάρες. Η αναλογία αυτή διατηρείται τόσο στα αρσενικά όσο και στα θηλυκά. Από αυτά συμπεραίνουμε με βάση τον 1^ο Νόμο του Μέντελ, ότι η ιδιότητα αυτή στα περιστέρια ελέγχεται από 1 ζευγάρι αυτοσωμικών γονιδίων, για το οποίο υπάρχουν 2 αλληλόμορφα με σχέση επικράτειας. Το επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο (συμβολίζω A) δίνει πτέρωμα με μπάρες, διότι ο φαινότυπος αυτός είναι στην αναλογία 3, ενώ το υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο (συμβολίζω α) δίνει πτέρωμα χωρίς μπάρες αφού ο φαινότυπος αυτός είναι στην αναλογία 1. Για να προκύψει φαινοτυπική αναλογία απογόνων 3:1 πρέπει να διασταυρώθηκαν ετερόζυγα άτομα με γονότυπο Aα.

β. Χρώμα κεφαλής: Παρατηρούμε ότι οι θηλυκοί απόγονοι έχουν όλοι φαιό κεφάλι ενώ οι αρσενικοί οι μισοί κίτρινο κεφάλι ενώ οι άλλοι μισοί περίπου φαιό κεφάλι. Από το γεγονός ότι παρατηρείται διαφορά στις φαινοτυπικές αναλογίες μεταξύ αρσενικών και θηλυκών, συμπεραίνουμε ότι το γνώρισμα



2024 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

ελέγχεται από ζευγάρι φυλοσυνδέτων γονιδίων. Παρατηρούμε επίσης ότι η αναλογία φύλου είναι 2♂: 1♀. Αυτό σημαίνει πως λείπουν τα μισά θηλυκά γεγονός που υποδηλώνει την ύπαρξη θνησιγόνου υπολειπόμενου φυλοσυνδέτου γονιδίου, που σχετίζεται επίσης με την κληρονομικότητα της ιδιότητας του χρώματος της κεφαλής. Αυτό δεν μπορεί να είναι το αλληλόμορφο που ελέγχει το φαιό κεφάλι διότι τα θηλυκά (αντίστροφος φυλοκαθορισμός) που ζουν με φαιό κεφάλι είναι XY και φέρουν μια φορά το γονίδιο (ημίζυγα).

Συμβολίζω με X^{Φ} το γονίδιο που ελέγχει το φαιό κεφάλι. Αυτό το φέρει το πατρικό αρσενικό περιστέρι με κίτρινο κεφάλι, αφού στους απογόνους προκύπτουν θηλυκά περιστέρια με φαιό κεφάλι που είναι ημίζυγα με γονότυπο $X^{\Phi}Y$, τα οποία κληρονομούν το X^{Φ} από αρσενικό πατρικό περιστέρι. Το αρσενικό πατρικό περιστέρι θα φέρει επίσης και το θνησιγόνο υπολειπόμενο γονίδιο (συμβολίζω X^K), αφού αυτό εκδηλώνεται στους απογόνους, το οποίο σε ετερόζυγη κατάσταση με το X^{Φ} δίνει κίτρινο κεφάλι. Την σχέση των δύο αλληλομόρφων γονιδίων, ως προς τον έλεγχο του χρώματος της κεφαλής, δεν την γνωρίζουμε, αφού δεν βλέπουμε τον φαινότυπο των ατόμων X^KY μιας και αυτά έχουν πεθάνει. Ο γονότυπος λοιπόν των διασταυρούμενων περιστεριών θα είναι τελικά: ♂ X^KX^{Φ} και ♀ $X^{\Phi}Y$.

Από όλα τα ανωτέρω συμπεραίνουμε πως ο γονότυπος των διασταυρούμενων ατόμων και για τις δύο ιδιότητες θα είναι ♂ AaX^KX^{Φ} και ♀ $AaX^{\Phi}Y$.



2024 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

Διασταύρωση:

Φαινότυποι: ♂ Μπάρες - Κίτρινο κεφ. × ♀ Μπάρες - Φαιό κεφ.

Γονότυποι : ♂ ΑαΧ^ΚΧ^Φ × ♀ ΑαΧ^ΦΥ

Γαμέτες : ♂ Α Χ^Κ, Α Χ^Φ, αΧ^Κ, αΧ^Φ × ♀ ΑΧ^Φ, αΧ^Φ, ΑΥ, αΥ

Απόγονοι:

	ΑΧ ^Φ	αχ ^Φ	ΑΥ	αΥ
ΑΧ ^Κ	ΑΑΧ ^Κ Χ ^Φ ♂ Μπάρες-Κίτρινο	ΑαΧ ^Κ Χ ^Φ ♂ Μπάρες-Κίτρινο	ΑΑΧ ^Κ Υ ♀ Πεθαίνει	ΑαΧ ^Κ Υ ♀ Πεθαίνει
ΑΧ ^Φ	ΑΑΧ ^Φ Χ ^Φ ♂ Μπάρες-Φαιό	ΑαΧ ^Φ Χ ^Φ ♂ Μπάρες- Φαιό	ΑΑΧ ^Φ Υ ♀ Μπάρες- Φαιό	ΑαΧ ^Φ Υ ♀ Μπάρες- Φαιό
αΧ ^Κ	ΑαΧ ^Κ Χ ^Φ ♂ Μπάρες-Κίτρινο	ααΧ ^Κ Χ ^Φ ♂ Χωρίς Μπάρες-Κίτρινο	ΑαΧ ^Κ Υ ♀ Πεθαίνει	ααΧ ^Κ Υ ♀ Πεθαίνει
αΧ ^Φ	Αα Χ ^Φ Χ ^Φ ♂ Μπάρες-Φαιό	ααΧ ^Φ Χ ^Φ ♂ Χωρίς Μπάρες-Φαιό	ΑαΧ ^Φ Υ ♀ Μπάρες- Φαιό	ααΧ ^Φ Υ ♀ Χωρίς Μπάρες - Φαιό

Φαινότυποι:

♂ 3 Μπάρες - κίτρινο κεφάλι
 1 Χωρίς μπάρες - κίτρινο κεφάλι
 3 Μπάρες - φαιό κεφάλι
 1 Χωρίς μπάρες - φαιό κεφάλι,

♀ 3 Μπάρες - φαιό κεφάλι
 1 Χωρίς μπάρες - φαιό κεφάλι.
 4 έχουν πεθάνει

Συνοψίζοντας, στα περισσότερα η ιδιότητα σχήμα στο πτέρωμα ελέγχεται από ένα ζευγάρι αυτοσωμικών γονιδίων, για το οποίο υπάρχουν δύο αλληλόμορφα, από το οποία αυτό που δίνει μπάρες στο πτέρωμα είναι το επικρατές, ενώ το αλληλόμορφό του, που δεν δίνει μπάρες, είναι υπολειπόμενο. Η ιδιότητα χρώμα κεφαλής ελέγχεται από ένα ζευγάρι φυλοσυνδέτων γονιδίων, για οποίο υπάρχουν δύο αλληλόμορφα, όπου το ένα ελέγχει το φαιό κεφάλι, ενώ το αλληλόμορφό του, που σε ετερόζυγη κατάσταση δίνει κίτρινο κεφάλι, είναι υπολειπόμενο θνησιγόνο γονίδιο.



2024 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

Γ3.

♂ Μαύρα × ♀ Λευκά



1 ♀ Γκρι : 1 ♂ Λευκό

♂ Λευκό × ♀ Μαύρο



1 ♀ Γκρι : 1 ♀ Κίτρινο : 1 ♂ Μαύρο : 1 ♂ Κίτρινο

Παρατηρούμε από την 1^η διασταύρωση, ότι η φαινοτυπική αναλογία διαφέρει μεταξύ αρσενικών και θηλυκών απογόνων, οπότε συμπεραίνουμε ότι το γνώρισμα ελέγχεται από φυλοσύνδετο γονίδιο. Το ένα αλληλόμορφο ελέγχει το λευκό και το άλλο το μαύρο, αφού αυτοί οι φαινότυποι παρατηρούνται στα ημίζυγα αρσενικά. Οι θηλυκοί απόγονοι κληρονομούν το ένα X χρωμόσωμα από το αρσενικό πατρικό άτομο και το άλλο από το θηλυκό. Επομένως, φέρουν και το αλληλόμορφο που ελέγχει το λευκό, αλλά και αυτό που ελέγχει το μαύρο και έχουν γκρι χρώμα σώματος. Επομένως, η σχέση των δύο αλληλομόρφων είναι ατελώς επικράτεια, με ενδιάμεσο φαινότυπο το γκρι χρώμα. Συμβολίζω X^M το γονίδιο που ελέγχει το μαύρο και X^L το γονίδιο που ελέγχει το λευκό.

Από την 2^η διασταύρωση παρατηρούμε ότι προκύπτουν στους απογόνους και κίτρινα έντομα αρσενικά και θηλυκά, άρα πρόκειται για 3^ο αλληλόμορφο, συμβολίζω X^K (πολλαπλά αλληλόμορφα). Αυτό θα το φέρει το θηλυκό πατρικό άτομο σε ετερόζυγη κατάσταση και αφού αυτό έχει μαύρο χρώμα, συμπεραίνουμε ότι το X^M , που ελέγχει το μαύρο, επικρατεί του X^K , που ελέγχει το κίτρινο. Οι κίτρινοι θηλυκοί απόγονοι κληρονομούν το ένα X από το αρσενικό πατρικό άτομο και συγκεκριμένα το X^L και το άλλο από το θηλυκό και επομένως έχουν γονότυπο X^KX^L . Από αυτό συμπεραίνουμε ότι X^K , που ελέγχει το κίτρινο, επικρατεί του X^L , που ελέγχει το λευκό.

Βάσει των παραπάνω, τα πατρικά άτομα της 1^{ης} διασταύρωσης θα έχουν γονότυπο: ♀ X^LX^L , ♂ X^MY . Τα πατρικά άτομα της 2^{ης} διασταύρωσης θα έχουν γονότυπο: ♀ X^MX^K , ♂ X^LY .



2024 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

Διασταύρωση 1:

Φαινότυποι: ♂ Μαύρα × ♀ Λευκά

Γονότυποι: ♂ X^MY × ♀ X^AX^A

Γαμέτες: ♂ X^M, Y × ♀ X^A, X^A

Απόγονοι:

Γονότυποι: 1 ♀ X^MX^A : 1 ♂ X^AY : 1 ♀ X^MX^A : 1 ♀ X^KX^A : 1 ♂ X^MY : 1 ♂ X^KY

Φαινότυποι: 1 ♀ Γκρι : 1 ♂ Λευκό : 1 ♀ Γκρι : 1 ♀ Κίτρινο : 1 ♂ Μαύρο : 1 ♂ Κίτρινο

Διασταύρωση 2:

♂ Λευκό × ♀ Μαύρο

♂ X^AY × ♀ X^MX^K

♂ X^A, Y × ♀ X^M, X^K

ΘΕΜΑ Δ

- Δ1.** Το τμήμα DNA που δίδεται, βάσει το πως κόβεται από τις Π.Ε., έχει προσανατολισμό στην πάνω αλυσίδα $5' \rightarrow 3'$ από δεξιά προς τα αριστερά και $5' \rightarrow 3'$ από αριστερά προς τα δεξιά, στην κάτω αλυσίδα:

3'...ACTTAGGCCTAG - GCAATGTTACATGCAA-TAC-AGA-CAG-AAA-CCG-TAG-AAG-ATT-ATACACTTAA - GAGAC....5'

5'...TGAATCCG - GATCCGTTACAATGTACGTT-ATG-TCT-GTC-TTT-GGC-ATC-TTC-TAA-TATGTG - AATTCTCTG....3'

Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA, αλλά και τη κωδική αλυσίδα του γονιδίου, από το οποίο παράγεται. Επομένως, αφού πρόκειται για συνεχές γονίδιο, που περιέχει την πληροφορία για την σύνθεση ενός πεπτιδίου, στη κωδική αλυσίδα του γονιδίου θα υπάρχει κωδικόνιο έναρξης $5'-ATG-3'$, από το οποίο με βήμα τριπλέτας, συνεχώς μη επικαλυπτόμενα, θα καταλήγουμε σε κωδικόνιο λήξης. Πράγματι αυτό συμβαίνει στη κάτω αλυσίδα, επομένως αυτή είναι η κωδική αλυσίδα του γονιδίου. Το πεπτίδιο, που θα προκύψει βάσει του γενετικού κώδικα, θα έχει την παρακάτω αλληλουχία αμινοξέων:

H_2N -Μεθειονίνη-σερίνη-βαλίνη-φαινυλαλανίνη-γλυκίνη-ισολευκίνη-φαινυλαλανίνη- $COOH$

- Δ2.** Οι διαφορετικοί εκκινητές για την PCR είναι δύο και θα πρέπει να είναι συμπληρωματικοί στα 3' άκρα των δύο αλυσίδων του τμήματος, που θέλουμε να πολλαπλασιάσουμε, έτσι ώστε η DNA πολυμεράση που θα κάνει την αντιγραφή να τους επιμηκύνει από το 3' άκρο τους, έχοντας ως καλούπι τις μητρικές αλυσίδες. Για να πολλαπλασιαστεί τελικά μόνο το τμήμα μεταξύ των



2024 | Απρίλιος | Φάση 3 | Διαγωνίσματα Επανάληψης

αλληλουχιών των Π.Ε., περιέχοντας και τις αλληλουχίες αυτών, οι εκκινητές θα πρέπει να έχουν τις αλληλουχίες:

Ο ένας 5'-GGATCCGT-3', που θα υβριδοποιείται στην πάνω αλυσίδα και ο άλλος 3'-CACTTAAG-5', που θα υβριδοποιείται στην κάτω αλυσίδα.

- Δ3.** Παρατηρούμε ότι το γονίδιο κόβεται πριν από την κωδικοποιούσα περιοχή με την BamHI ενώ μετά, από την EcoRI. Γνωρίζουμε επίσης, ότι η RNA πολυμεράση συνδέεται στον υποκινητή και αρχίζει τη μεταγραφή με προσανατολισμό 5'→3', βάσει το κανόνα συμπληρωματικότητας και αντιπαράλληλίας. Οπότε η μεταγραφόμενη αλυσίδα μεταγράφεται από το 3' άκρο της προς το 5' άκρο της, δηλαδή η μεταγραφόμενη αλυσίδα έχει το 3' άκρο της στον υποκινητή, ενώ η κωδική το 5' άκρο. Για να ισχύει λοιπόν αυτό, θα πρέπει, για τη σωστή σύνδεση του γονιδίου στο πλασμίδιο, ώστε αυτό να εκφραστεί, να προηγείται η αλληλουχία που αναγνωρίζει η BamHI εκείνης της EcoRI. Οπότε αυτό είναι το πλασμίδιο B.

- Δ4.** 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 αντιγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5' προς 3'. Κάθε νεοσυντιθέμενη αλυσίδα θα έχει προσανατολισμό 5'→3'. 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. Εφόσον η εσωτερική αλυσίδα του πλασμιδίου έχει προσανατολισμό 5'→3' αριστερόστροφα, τότε, με βάση την Θ.Ε.Α. αυτή θα αντιγράφεται ασυνεχώς αριστερά της Θ.Ε.Α., ενώ η εξωτερική, αφού έχει το 3' άκρο της αριστερά της Θ.Ε.Α., θα αντιγράφεται συνεχώς. Με βάση το προσανατολισμό του γονιδίου και τον τρόπο κλωνοποίησής του, η κωδική του αλυσίδα θα βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά του πλασμιδίου, αφού, όπως αναφέρθηκε στο Δ3, έχει το 5' άκρο της στον υποκινητή και είναι επίσης αριστερά της Θ.Ε.Α. Άρα, βάσει των παραπάνω, θα αντιγράφεται συνεχώς.

