

**Απαντήσεις**  
**Βιολογία**  
**Γ' Λυκείου**

**ΘΕΜΑ Α**

**A1.α A2.α A3.γ A4.δ A5.δ**

**ΘΕΜΑ Β**

**B1.** Το πρόβατο Dolly δημιουργήθηκε, όταν ο πυρήνας ενός κυττάρου του μαστικού αδένος ενός εξάχρονου προβάτου τοποθετήθηκε στο ωάριο ενός άλλου προβάτου. Από το ωάριο είχε προηγουμένως αφαιρεθεί ο πυρήνας. Το έμβρυο το οποίο δημιουργήθηκε ύστερα από 3-4 διαιρέσεις εμφυτεύτηκε στη μήτρα θετής μητέρας-προβατίνας, η οποία γέννησε τη Dolly.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το πρόβατο Dolly θα έχει το ίδιο πυρηνικό DNA με αυτό του εξάχρονου προβάτου από το οποίο αφαιρέθηκε ο πυρήνας. Επίσης, θα έχει το ίδιο μιτοχονδριακό DNA με το πρόβατο που ήταν δότης του ωαρίου (τα μιτοχόνδρια υπάρχουν φυσιολογικά στο ωάριο). Τέλος, δεν θα έχει ίδιο DNA με το πρόβατο που χρησιμοποιήθηκε ως θετή μητέρα καθώς μέσω της κυοφορίας του εμβρύου που εμφυτεύτηκε δεν πραγματοποιείται μεταφορά DNA σε αυτό.

**B2.** Ενδεικτικά:

Ομοιότητες

- Και στα δύο είδη θεραπείας πραγματοποιείται εισαγωγή του φυσιολογικού αλληλόμορφου γονιδίου στα κύτταρα του ασθενή.
- Και στα δύο είδη θεραπείας η εισαγωγή του φυσιολογικού αλληλόμορφου γονιδίου γίνεται με την βοήθεια ιού-φορέα ο οποίος έχει καταστεί αβλαβής.

Διαφορές

<b>Γονιδιακή Θεραπεία Ανεπάρκειας Ανοσοποιητικού Συστήματος</b>	<b>Γονιδιακή Θεραπεία Κυστικής Ίνωσης</b>
Πραγματοποιείται ex vivo	Πραγματοποιείται in vivo
Το φυσιολογικό αλληλόμορφο ενσωματώνεται στα λεμφοκύτταρα	Το φυσιολογικό αλληλόμορφο ενσωματώνεται στα επιθηλιακά κύτταρα των πνευμόνων
Πρέπει να επαναλαμβάνεται ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα	Δεν χρειάζεται να επαναλαμβάνεται

**B3.** Τελική κατεργασία είναι η διεργασία καθαρισμού του προϊόντος που παραλαμβάνεται από το βιοαντιδραστήρα. Αρχικά, γίνεται διαχωρισμός των υγρών

από τα στερεά συστατικά, στα οποία συμπεριλαμβάνονται και τα κύτταρα. Αυτό γίνεται συνήθως με διήθηση ή με φυγοκέντρηση. Το επιθυμητό προϊόν μπορεί να περιλαμβάνεται στα στερεά ή υγρά συστατικά, από όπου παραλαμβάνεται με τη χρήση κατάλληλων μεθόδων. Τα προϊόντα της ζύμωσης μπορούν να αξιοποιηθούν μόνο όταν είναι απόλυτα καθαρά, δηλαδή όταν δεν έχουν προσμείξεις.

**B4.** Οι περισσότερες από τις μεταλλάξεις θεωρούνται επιβλαβείς, επειδή έχουν σοβαρές επιπτώσεις στον οργανισμό. Πολλές όμως δεν είναι επιβλαβείς και χαρακτηρίζονται ως ουδέτερες. Για παράδειγμα, μεταλλάξεις που οδηγούν σε αλλαγή ενός μόνο αμινοξέος μπορεί να έχουν ελάχιστη επίδραση στη στερεοδιάταξη και στη λειτουργικότητα της πρωτεΐνης. Οι αλλαγές που συμβαίνουν σ' ένα γονίδιο και δεν οδηγούν σε αλλαγή της αλληλουχίας των αμινοξέων της δημιουργούμενης πρωτεΐνης, λόγω εκφυλισμού του γενετικού κώδικα, ονομάζονται σιωπηλές μεταλλάξεις.

**B5.** Αρχικά ο Mendel δημιούργησε αμιγή στελέχη για τη συγκεκριμένη ιδιότητα που μελετούσε. Αφού απέκτησε τέτοια στελέχη, στη συνέχεια έκανε τεχνητή γονιμοποίηση μεταξύ δύο αμιγών φυτών, που διέφεραν ως προς την ιδιότητα αυτή. Τα φυτά αυτά αποτελούσαν την πατρική γενιά (P). Οι απόγονοί τους ήταν η πρώτη θυγατρική γενιά, που ήταν άτομα υβριδικά (γενιά F1), δηλαδή ήταν απόγονοι αμιγών γονέων που είχαν διαφορετική έκφραση του ίδιου χαρακτήρα, όπως ψηλό και κοντό φυτό. Τα άτομα αυτά τα άφησε να αυτογονιμοποιηθούν και έπαιρνε τους απογόνους τους, που αποτελούσαν τη δεύτερη θυγατρική γενιά (γενιά F2). Από τα αποτελέσματα των πειραμάτων του ο Mendel διατύπωσε τους νόμους της κληρονομικότητας: το νόμο του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων και το νόμο της ανεξάρτητης μεταβίβασης των γονιδίων.

## ΘΕΜΑ Γ

(Ελέγχουμε την αναλογία θηλυκών και αρσενικών απογόνων και βρίσκουμε ότι αρσενικά/θηλυκά = 1:1 → απορρίπτεται η ύπαρξη φυλοσύνδετου θνησιγόνου γονιδίου)

**Γ1.** Εξετάζουμε τους φαινότυπους αρσενικών και θηλυκών απογόνων για τον χαρακτήρα χρώμα τριχώματος:

Θηλυκά: 100%[μαύρο τρίχωμα]

Αρσενικά: 76[λευκό τρίχωμα] : 74[καφέ τρίχωμα] → 1[λευκό τρίχωμα] : 1[καφέ τρίχωμα]

Από την στιγμή που παρατηρούνται διαφορετικοί φαινότυποι μεταξύ θηλυκών και αρσενικών ατόμων συμπεραίνουμε ότι χαρακτήρας κληρονομείται με φυλοσύνδετο τρόπο. Επίσης, παρατηρούμε τρεις διαφορετικούς φαινότυπους για το χρώμα τριχώματος. Άρα, το χρώμα τριχώματος ελέγχεται από τρία φυλοσύνδετα πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια (έστω  $X^{k1}$ : μαύρο χρώμα,  $X^{k2}$ : λευκό χρώμα  $X^{k3}$ : καφέ χρώμα). Το  $X^{k1}$  είναι επικρατές στα  $X^{k2}$  και  $X^{k3}$ , και το  $X^{k2}$  είναι επικρατές στο  $X^{k3}$ .

Οι γονότυποι που αντιστοιχούν σε κάθε φαινότυπο είναι οι εξής:

[μαύρο τρίχωμα]:  $X^{k1}Y$ ,  $X^{k1}X^{k1}$ ,  $X^{k1}X^{k2}$ ,  $X^{k1}X^{k3}$

[λευκό τρίχωμα]:  $X^{k2}Y$ ,  $X^{k2}X^{k2}$ ,  $X^{k2}X^{k3}$

[καφέ τρίχωμα]:  $X^{k3}Y$ ,  $X^{k3}X^{k3}$

Ο αρσενικός γονέας είναι αυτός με το μαύρο χρώμα τριχώματος, έχει γονότυπο  $X^{k1}Y$  και μεταβιβάζει το  $X^{k1}$  αλληλόμορφο σε όλους τους θηλυκούς απογόνους του με αποτέλεσμα να έχουν όλοι μαύρο χρώμα (γονότυποι  $X^{k1}X^{k2}$  ή  $X^{k1}X^{k3}$ ). Ο θηλυκός γονέας είναι αυτός με το λευκό χρώμα τριχώματος, έχει γονότυπο  $X^{k2}X^{k3}$ , και μεταβιβάζει είτε το  $X^{k2}$  είτε το  $X^{k3}$  αλληλόμορφο στους αρσενικούς απογόνους του με την ίδια συχνότητα, με αποτέλεσμα αυτοί να έχουν είτε λευκό (γονότυπος  $X^{k2}Y$ ), είτε καφέ χρώμα (γονότυπος  $X^{k3}Y$ ) με την ίδια αναλογία. Όλα τα παραπάνω επαληθεύονται από την ακόλουθη διασταύρωση:

**P:**  $(\text{♀}) X^{k2}X^{k3} \times X^{k1}Y (\text{♂})$

**Γαμέτες:**  $X^{k2}, X^{k3} \times X^{k1}, Y$

**F1:**

Γαμέτες	$X^{k1}$	$Y$
$X^{k2}$	$X^{k1}X^{k2}$	$X^{k2}Y$
$X^{k3}$	$X^{k1}X^{k3}$	$X^{k3}Y$

**Γονοτυπική Αναλογία:** Θηλυκά:  $1X^{k1}X^{k2} : 1X^{k1}X^{k3}$

Αρσενικά:  $1X^{k2}Y : 1X^{k3}Y$

**Φαινοτυπική αναλογία:** Θηλυκά: 100% [μαύρο τρίχωμα]

Αρσενικά: 1 [λευκό τρίχωμα] : 1 [καφέ τρίχωμα]

[Απορρίπτεται η περίπτωση ατελώς επικρατών φυλοσύνδετων αλληλόμορφων γονιδίων γιατί θα έπρεπε κάποιος από τους τρεις φαινοτύπους να παρατηρείται μόνο στα θηλυκά άτομα και όχι στα αρσενικά. Ομοίως για την περίπτωση συνεπικρατών φυλοσύνδετων γονιδίων (επιπροσθέτως δεν υπάρχει φαινότυπος στον οποίο να εκφράζονται εξ ίσου δύο αλληλόμορφα γονίδια).]

**Γ2.** Από την στιγμή που το χρώμα τριχώματος είναι φυλοσύνδετος χαρακτήρας, σύμφωνα με το προηγούμενο ερώτημα, και δεδομένου ότι τα γονίδια που ελέγχουν τους δύο χαρακτήρες βρίσκονται σε διαφορετικά ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων (ισχύει ο δεύτερος νόμος του Mendel), ο χαρακτήρας σχήμα άκρων είναι αυτοσωμικός.

Εξετάζουμε τους φαινοτύπους των απογόνων για τον συγκεκριμένο χαρακτήρα:

$197[\text{ατροφικά άκρα}] : 103[\text{κανονικά άκρα}] \rightarrow 2[\text{ατροφικά άκρα}] : 1[\text{κανονικά άκρα}]$

Η φαινοτυπική αναλογία 2:1 είναι χαρακτηριστική της διασταύρωσης ετερόζυγων ατόμων για αυτοσωμικό θνησιγόνο γονίδιο. Έστω A το επικρατές αλληλόμορφο για ατροφικά άκρα, το οποίο λειτουργεί ταυτόχρονα ως υπολειπόμενο θνησιγόνο γονίδιο

και  $a$  το υπολειπόμενο αλληλόμορφο για τα κανονικά άκρα. Τα άτομα με γονότυπο  $AA$  πεθαίνουν ενώ αυτά με γονότυπους  $Aa$  και  $aa$  έχουν ατροφικά και κανονικά άκρα αντίστοιχα. Επομένως, οι γονείς που διασταυρώθηκαν είναι και οι δύο ετερόζυγοι (γονότυπος  $Aa$ ) και έχουν ατροφικά άκρα. Όλα τα παραπάνω επαληθεύονται από την ακόλουθη διασταύρωση:

**P:** (♀)  $Aa \times Aa$  (♂)

**Γαμέτες:**  $A, a \times A, a$

**F1:**

Γαμέτες	$A$	$a$
$A$	$AA$	$Aa$
$a$	$Aa$	$aa$

Άτομα  $AA$ : μη βιώσιμα

**Γονοτυπική Αναλογία:**  $2Aa : 1aa$

**Φαινοτυπική αναλογία:** 2 [ατροφικά άκρα] : 1 [κανονικά άκρα]

[Σημείωση: Για το παραπάνω ερώτημα γίνονται δεκτές πολλαπλές απαντήσεις, με την κατάλληλη τεκμηρίωση (π.χ. θνησιγόνο αλληλόμορφο μπορεί να είναι και το  $a$ . Επίσης, τα αλληλόμορφα για ατροφικά και κανονικά άκρα αντίστοιχα μπορεί να είναι και ατελώς επικρατή μεταξύ τους).]

**Γ3.**



**Γ4.** Επειδή οι DNA πολυμεράσες δεν μπορούν να αρχίσουν την αντιγραφή του DNA, το πριμόσωμα συνθέτει, εκατέρωθεν της θέσης έναρξης της αντιγραφής, μικρά τμήματα RNA, συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα προς τις μητρικές αλυσίδες που ονομάζονται πρωταρχικά τμήματα.

Η DNA πολυμεράση δρα προς καθορισμένη κατεύθυνση, τοποθετώντας και συνδέοντας τα δεοξυριβονουκλεοτίδια συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα, απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες, με  $3' \rightarrow 5'$  φωσφοδιεστερικό δεσμό. Έτσι, η αντιγραφή έχει προσανατολισμό  $5' \rightarrow 3'$ .

Για να μπορέσει η DNA πολυμεράση να αντιγράψει και τις δύο αλυσίδες σε ένα μόριο DNA, εκατέρωθεν της θέσης έναρξης, το τμήμα της μίας αλυσίδας συντίθεται με συνεχή τρόπο και της άλλης με ασυνεχή τρόπο.

Το τμήμα της αλυσίδας που αντιγράφεται με ασυνεχή τρόπο είναι αυτό που έχει το  $3'$  άκρο προς την μεριά που κατευθύνεται η διχάλα της αντιγραφής και το  $5'$  άκρο στη θέση έναρξης και το πρωταρχικό τμήμα που αντιστοιχεί στην θυγατρική αλυσίδα τοποθετείται σε απόσταση από την θέση έναρξης (με το  $3'$  άκρο του να βρίσκεται προς αυτήν και το  $5'$  άκρο του προς την μεριά που κατευθύνεται η διχάλα).

Αντίστοιχα, το τμήμα της αλυσίδας που αντιγράφεται με συνεχή τρόπο είναι αυτό που έχει το 5' άκρο προς την μεριά που κατευθύνεται η διχάλα της αντιγραφής και το 3' άκρο στη θέση έναρξης και το πρωταρχικό τμήμα που αντιστοιχεί στην θυγατρική αλυσίδα τοποθετείται στην θέση έναρξης (με το 5' άκρο του να βρίσκεται προς αυτήν και το 3' άκρο του προς την μεριά που κατευθύνεται η διχάλα).

Σύμφωνα με τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψιν τα 5' και 3' άκρα από το προηγούμενο ερώτημα συμπεραίνουμε ότι θέσεις έναρξης της αντιγραφής μπορούν να αποτελούν τα σημεία Α και Δ (για τμήματα 1 και 2 της μητρικής αλυσίδας αντίστοιχα).

**Γ5.** Στην περίπτωση που – εναλλακτικά – και τα δύο τμήματα 1 και 2 βρίσκονται στην ίδια διχάλα μίας θηλιάς, λόγω του τρόπου με τον οποίο πραγματοποιείται η αντιγραφή, όπως αναλύθηκε στο προηγούμενο ερώτημα, θα πρέπει το τμήμα της μητρικής αλυσίδας στο οποίο αυτά ανήκουν να αντιγράφεται – όλο – με ασυνεχή τρόπο. Άρα, κάθε πρωταρχικό τμήμα θα βρίσκεται σε απόσταση από την θέση έναρξης (με το 3' άκρο του να βρίσκεται προς αυτήν και το 5' άκρο του προς την μεριά που κατευθύνεται η διχάλα). Επομένως, θέση έναρξης σε αυτή την περίπτωση θα αποτελεί το σημείο Δ.

## ΘΕΜΑ Δ

**Δ1.** Η γενετική ασθένεια από την οποία πάσχει η Ανθή οφείλεται σε έλλειψη τμήματος από το ένα χρωμόσωμα του 11<sup>ο</sup> ζεύγους (αυτό που στην αντίστοιχη εικόνα έχει μικρότερο μέγεθος). Η διάγνωση της γενετικής ασθένειας έγινε με την μελέτη του καρυότυπου και την χρώση των χρωμοσωμάτων με τεχνικές που δημιουργούν ζώνες στο χρωμόσωμα, όπως ζώνες Giemsa.

Δεδομένου ότι η διάγνωση έγινε την 16<sup>η</sup> εβδομάδα της κύησης συμπεραίνουμε ότι εφαρμόστηκε η αμνιοπαρακέντηση, η οποία αποτελεί μέθοδο προγεννητικού ελέγχου. Συγκεκριμένα λαμβάνεται από τον αμνιακό σάκο με τη βοήθεια μικρής βελόνας, μικρή ποσότητα αμνιακού υγρού. Μέσα σε αυτό βρίσκονται εμβρυϊκά κύτταρα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση της αλληλουχίας του DNA, τη βιοχημική ανάλυση πρωτεϊνών και ενζύμων καθώς και, μετά από καλλιέργειά τους, τη μελέτη του καρυότυπου (όπως στην συγκεκριμένη περίπτωση). Με την αμνιοπαρακέντηση μπορεί να ελεγχθεί η ύπαρξη περισσότερων από 100 διαφορετικών γενετικών ανωμαλιών.

**Δ2.** Πατέρας Ανθής: φυσιολογικός  
Μητέρα Ανθής: φορέας δρεπανοκυτταρικής αναιμίας  
Ανθή: πάσχει από δρεπανοκυτταρική αναιμία

**Δ3.** Παρατηρώντας τα χρωμοσώματα του πατέρα της Ανθής συμπεραίνουμε ότι είναι φορέας απλής μετατόπισης. Συγκεκριμένα έχει πραγματοποιηθεί μετατόπιση χρωμοσωμικού τμήματος ενός χρωμοσώματος του 11<sup>ου</sup> σε ένα χρωμόσωμα του 13<sup>ου</sup> ζεύγους. Συνήθως τα άτομα που είναι φορείς απλών μετατοπίσεων παρουσιάζουν φυσιολογικό φαινότυπο καθώς δεν χάνεται ποσότητα γενετικού υλικού.

**Δ4.** Από την εικόνα των χρωμοσωμάτων και των τριών ατόμων της οικογένειας συμπεραίνουμε ότι τα αλληλόμορφα γονίδια που κωδικοποιούν για την β αλυσίδα της αιμοσφαιρίνης βρίσκονται φυσιολογικά στα χρωμοσώματα του 11<sup>ου</sup> ζεύγους και συγκεκριμένα περιοχή του χρωμοσώματος που βρίσκεται το τμήμα που συμμετέχει στην μετατόπιση στον πατέρα της Ανθής.

Έστω β: φυσιολογικό αλληλόμορφο για την β αλυσίδα, β<sup>s</sup>: παθολογικό αλληλόμορφο για την δρεπανοκυτταρική αναιμία. Η μητέρα και ο πατέρας της Ανθής έχουν γονότυπους ββ<sup>s</sup> και ββ αντίστοιχα, σύμφωνα με τους φαινότυπους στο προηγούμενο ερώτημα.

Η Ανθή έχει κληρονομήσει ένα φυσιολογικό χρωμόσωμα 13 από κάθε γονέα της, ένα φυσιολογικό χρωμόσωμα 11 από την μητέρα της που φέρει το παθολογικό β<sup>s</sup> αλληλόμορφο και ένα μη φυσιολογικό χρωμόσωμα 11 με έλλειψη του χρωμοσωμικού τμήματος που φέρει φυσιολογικά το αντίστοιχο αλληλόμορφο για την β αλυσίδα (λόγω της μετατόπισης στον πατέρα της). Έτσι, ο γονότυπος της Ανθής σχετικά με τα αλληλόμορφα γονίδια της β αλυσίδας είναι β<sup>s</sup>- . Εάν τα αλληλόμορφα για την β αλυσίδα βρισκότουσαν στο 13<sup>ο</sup> ζεύγος χρωμοσωμάτων, η Ανθή θα είχε κληρονομήσει τουλάχιστον ένα φυσιολογικό β αλληλόμορφο από τον πατέρα της και δεν θα ήταν δυνατόν να έχει δρεπανοκυτταρική αναιμία. Ακριβώς το ίδιο θα ίσχυε και αν τα γονίδια βρισκότουσαν στο 11<sup>ο</sup> ζεύγος αλλά στην περιοχή που δεν βρίσκεται το τμήμα που συμμετέχει στην μετατόπιση.

Έτσι, λόγω της παρουσίας του μη φυσιολογικού χρωμοσώματος 11 η Ανθή έχει την γενετική ασθένεια που οφείλεται στην έλλειψη του αντίστοιχου τμήματος και εμφανίζει επίσης δρεπανοκυτταρική αναιμία.

**Δ5.** Η περιοριστική ενδονουκλεάση που θα χρησιμοποιήσουμε τόσο για το πλασμίδιο, όσο και για το τμήμα DNA είναι η E<sub>2</sub> καθώς με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται στα δύο μόρια συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα μονόκλιωνα άκρα και το γονίδιο μπορεί να ενσωματωθεί στον βακτηριακό υποκινητή Y<sub>b</sub> και να εκφραστεί (δεδομένου ότι ενσωματώνεται με τον σωστό προσανατολισμό ως προς τον αντίστοιχο υποκινητή) προκειμένου να παραχθεί η αντίστοιχη πρωτεΐνη που αυτό κωδικοποιεί. Απορρίπτουμε την E<sub>3</sub> καθώς κόβει το πλασμίδιο στο γονίδιο ανθεκτικότητας στο αντιβιοτικό στρεπτομυκίνη και αυτό δεν μας επιτρέπει να επιλέξουμε τους μετασχηματισμένους βακτηριακούς κλώνους. Απορρίπτουμε την E<sub>1</sub> καθώς κόβει το πλασμίδιο σε άγνωστη αλληλουχία που δεν περιλαμβάνει κάποιον βακτηριακό υποκινητή και το γονίδιο δεν θα μπορεί να εκφραστεί.

**Δ6.** Ο υποκινητής είναι μία αλληλουχία που βρίσκεται στην αρχή κάθε γονιδίου, στην οποία προσδένεται η RNA πολυμεράση με την βοήθεια των μεταγραφικών παραγόντων προκειμένου να αρχίσει την μεταγραφή. Η κατεύθυνση της μεταγραφής είναι  $5' \rightarrow 3'$ , καθώς η RNA πολυμεράση τοποθετεί, αντιπαράλληλα και συμπληρωματικά προς την μεταγραφόμενη αλυσίδα του γονιδίου που μεταγράφεται, ριβονουκλεοτίδια με  $3' \rightarrow 5'$  φωσφοδιεστερικό δεσμό. Αυτό σημαίνει ότι στην θέση του υποκινητή βρίσκεται το  $3'$  άκρο της μεταγραφόμενης (μη κωδικής) αλυσίδας του γονιδίου και το  $5'$  άκρο της κωδικής αλυσίδας (μη μεταγραφόμενης), καθώς οι δύο αλυσίδες είναι αντιπαράλληλες και συμπληρωματικές μεταξύ τους.

Ενδεικτικά, δύο τρόποι με τους οποίους μπορούμε να εντοπίσουμε τους βακτηριακούς κλώνους που έχουν προσλάβει το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο με το γονίδιο ενσωματωμένο με τον σωστό προσανατολισμό είναι οι εξής:

1<sup>ος</sup> τρόπος: χρήση κατάλληλου ιχνηθετημένου ανιχνευτή, ο οποίος είναι αντιπαράλληλος και συμπληρωματικός, ταυτόχρονα, τόσο με ένα τμήμα του πλασμιδίου όσο και με ένα τμήμα της μίας αλυσίδας του γονιδίου. Μπορεί να είναι είτε DNA είτε RNA ανιχνευτής και να υβριδοποιεί είτε τμήμα της κωδικής είτε της μη κωδικής αλυσίδας του γονιδίου. Σε κάθε περίπτωση θα υβριδοποιηθεί με το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο μόνο στην περίπτωση που το γονίδιο έχει ενσωματωθεί σωστά.

2<sup>ος</sup> τρόπος: χρήση μονοκλωνικού αντισώματος ειδικού για την πρωτεΐνη που κωδικοποιείται από το γονίδιο. Το μονοκλωνικό αντίσωμα θα εντοπίσει κάποιον αντιγονικό καθοριστή της πρωτεΐνης και θα συνδεθεί σε αυτόν μόνο στην περίπτωση που το γονίδιο έχει ενσωματωθεί με σωστό προσανατολισμό και μπορεί να παραχθεί η πρωτεΐνη.

**Ζαφειριάδης Γιώργος**