



# ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2012

Επιμέλεια:  
Ομάδα Βιολόγων της  
Ωθησης



Τετάρτη, 30 Μαΐου 2012  
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ  
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

**ΘΕΜΑ Α**

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμιάς από τις παρακάτω ημιτελείς προτάσεις **A1** έως **A5** και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη λέξη ή φράση, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

**A1.** Η διπλή έλικα του DNA ξετυλίγεται κατά τη μεταγραφή από το ένζυμο

- α. RNA πολυμεράση
- β. DNA πολυμεράση
- γ. DNA ελικάση
- δ. DNA δεσμάση.

Μονάδες 5

**A2.** Οι ιστόνες είναι

- α. DNA
- β. RNA
- γ. πρωτεΐνες
- δ. υδατάνθρακες.

Μονάδες 5

**A3.** Ασθένεια που μπορεί να διαγνωστεί με καρύοτυπο είναι

- α. η φαινυλκετονουρία
- β. η δρεπανοκυτταρική αναιμία
- γ. η β-θαλασαιμία
- δ. το σύνδρομο Cri du chat.

Μονάδες 5

**A4.** Σύνδεση κωδικονίου με αντικωδικόνιο πραγματοποιείται κατά την

- α. αντιγραφή
- β. μετάφραση
- γ. μεταγραφή
- δ. αντίστροφη μεταγραφή.

Μονάδες 5

**A5.** Ο αλφισμός οφείλεται σε γονίδιο

- α. αυτοσωμικό επικρατές
- β. φυλοσύνδετο επικρατές
- γ. αυτοσωμικό υπολειπόμενο
- δ. φυλοσύνδετο υπολειπόμενο.

Μονάδες 5

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- A1. α
- A2. γ
- A3. δ
- A4. β
- A5. γ

## ΘΕΜΑ Β

**B1.** Πώς χρησιμοποιούνται τα μονοκλωνικά αντισώματα για την επιλογή οργάνων συμβατών στις μεταμοσχεύσεις;

**Μονάδες 6**

**B2.** Να περιγράψετε τη διαδικασία κλωνοποίησης με την οποία δημιουργήθηκε το πρόβατο Dolly.

**Μονάδες 7**

**B3.** Πού οφείλεται η αυξημένη συχνότητα των ετερόζυγων ατόμων με δρεπανοκυτταρική αναιμία ή β-θαλασσαιμία σε χώρες όπου εμφανιζόταν ελονοσία;

**Μονάδες 6**

**B4.** Να αναφέρετε ποια θρεπτικά συστατικά είναι απαραίτητα για να αναπτυχθεί ένας μικροοργανισμός σε μια καλλιέργεια.

**Μονάδες 6**

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

**B1.** Σχολικό Βιβλίο σελ. 120 «Για την επιλογή οργάνων.....οι μεταμοσχεύσεις να είναι επιτυχείς».

**B2.** Σχολικό Βιβλίο σελ. 136 «Το πρόβατο Dolly...η οποία γέννησε τη Dolly».

**B3.** Σχολικό Βιβλίο σελ. 93 «Η συχνότητα των ετερόζυγων.....δυνατότητα αναπαραγωγής».

**B4.** Σχολικό Βιβλίο σελ. 108 «Όπως όλοι οι μικροοργανισμοί...ως συστατικά διαφόρων μορίων».

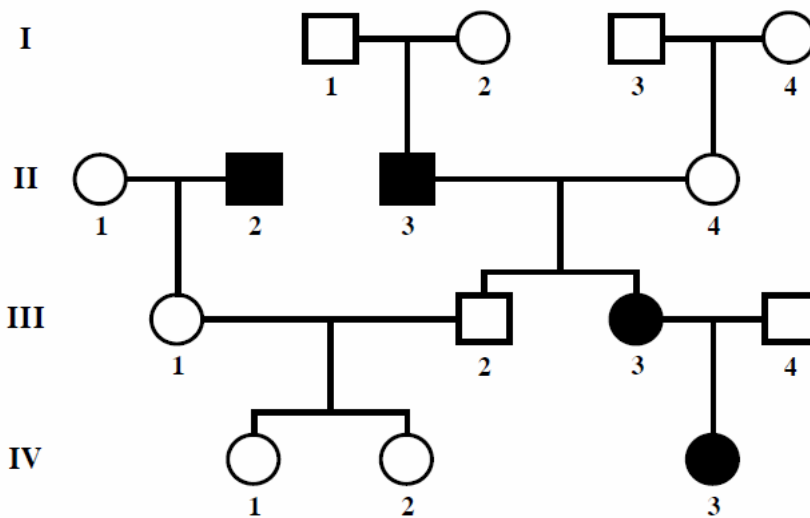
## ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Μια αρσενική μύγα *Drosophila* με λευκά μάτια διασταυρώθηκε με μια θηλυκή με κόκκινα μάτια. Από τη διασταύρωση αυτή πήραμε 280 απογόνους στην F1 γενιά που

είχαν όλοι κόκκινα μάτια. Διασταυρώνοντας δύο άτομα από την F1 γενιά προκύπτουν 319 απόγονοι στην F2 γενιά. Μια ανάλυση των απογόνων της F2 γενιάς έδειξε ότι υπάρχουν: 159 θηλυκά με κόκκινα μάτια, 82 αρσενικά με κόκκινα μάτια και 78 αρσενικά με λευκά μάτια. Με βάση τα δεδομένα να εξηγήσετε τον τρόπο με τον οποίο κληρονομείται το παραπάνω γνώρισμα. Για τα άτομα που διασταυρώθηκαν δίνεται ότι τα θηλυκά έχουν ένα ζευγάρι X χρωμοσωμάτων (XX) και τα αρσενικά έχουν ένα X και ένα Ψ χρωμόσωμα (XΨ). Να μη ληφθεί υπόψη η περίπτωση μετάλλαξης.

Μονάδες 5

Γ2. Δίνεται το παρακάτω γενεαλογικό δέντρο, όπου απεικονίζεται ο τρόπος με τον οποίο κληρονομείται μια μονογονιδιακή ασθένεια. Τα άτομα **II2**, **II3**, **III3**, και **IV3** πάσχουν από την ασθένεια αυτή. Για όλα τα παρακάτω ερωτήματα να μη ληφθεί υπόψη η περίπτωση μετάλλαξης.



Με βάση τα δεδομένα του γενεαλογικού δένδρου να εξηγήσετε τον τρόπο με τον οποίο κληρονομείται η ασθένεια.

Μονάδες 6

Γ3. Να προσδιορίσετε την πιθανότητα το ζευγάρι **III1**, **III2** να αποκτήσει αγόρι που θα πάσχει (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 7).

Μονάδες 8

Γ4. Αν τα άτομα **I1** και **I4** πάσχουν από μια ασθένεια που οφείλεται σε γονίδιο μιτοχονδριακού DNA, να αναφέρετε ποια άτομα του γενεαλογικού δένδρου θα κληρονομήσουν το γονίδιο αυτό (μονάδες 2). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4).

Μονάδες 6

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Γ1.

• Το γεγονός ότι εμφανίζονται διαφοροποιήσεις στους φαινότυπους και τις φαινοτυπικές αναλογίες μεταξύ ♂ και ♀ ατόμων της F2 γενιάς υποδηλώνει ότι το γονίδιο που καθορίζει το χρωματισμό των ματιών είναι φυλοσύνδετο. (Στα αυτοσωμικά γονίδια, η συχνότητα εμφάνισης των χαρακτήρων δεν αλλάξει μεταξύ αρσενικών και θηλυκών απογόνων μιας διασταύρωσης σε ένα στατιστικά επαρκές δείγμα απογόνων).

• Το γεγονός ότι από τη διασταύρωση των ατόμων της πατρικής γενιάς προκύπτουν απόγονοι που εμφανίζουν όλοι κόκκινο χρώμα ματιών φανερώνει ότι το αλληλόμορφο που καθορίζει το κόκκινο χρώμα ματιών επικρατεί έναντι του αλληλομόρφου που καθορίζει το λευκό χρώμα ματιών. (Τα αλληλόμορφα γονίδια δεν μπορεί να εμφανίζουν σχέση ατελούς επικράτειας ή συνεπικράτειας διότι τότε θα εμφανιζόταν είτε ενδιάμεσος φαινότυπος είτε φαινότυπος που είναι το αποτέλεσμα της έκφρασης και των δυο αλληλομόρφων στα ετερόζυγα άτομα). Επίσης το θηλυκό άτομο της πατρικής γενιάς είναι ομόζυγο στο επικρατές διότι αν ήταν ετερόζυγο θα εμφανίζονταν και ♂ απόγονοι με άσπρο χρώμα ματιών.

Έστω  $X^A$ : επικρατές αλληλόμορφο υπεύθυνο για το φαινότυπο «κόκκινο χρώμα ματιών».

$X^a$ : υπολειπόμενο αλληλόμορφο υπεύθυνο για το φαινότυπο «Λευκό χρώμα ματιών».

**1<sup>η</sup> Διασταύρωση**

Αρσενική μύγα με λευκά μάτια (x) Θηλυκή μύγα με κόκκινα μάτια

P<sub>1</sub>:  $X^A X^A$  (x)  $X^a Y$

Γαμ:  $X^A / X^a, Y$

F<sub>1</sub>:  $X^A X^a, X^A Y$

Φ. Α. F<sub>1</sub> στα ♂: 100% με κόκκινα μάτια

Φ. Α. F<sub>1</sub> στα ♀: 100% με κόκκινα μάτια

**2<sup>η</sup> Διασταύρωση**

P<sub>2</sub>:  $X^A X^a$  (x)  $X^A Y$

Γαμ:  $X^A, X^a / X^A, Y$

F<sub>2</sub>:  $X^A X^a, X^A X^A, X^A Y, X^a Y$

Φ. Α. F<sub>2</sub> στα ♂: 1 με κόκκινα μάτια : 1 με λευκά μάτια

Φ. Α. F<sub>2</sub> στα ♀: 100% με κόκκινα μάτια

Οι παραπάνω διασταυρώσεις πραγματοποιήθηκαν με βάση τον 1<sup>ο</sup> νόμο του Mendel.

1<sup>ος</sup> Νόμος – Νόμος διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων: «Κατά τη μείωση διαχωρίζονται τα ομόλογα χρωμοσώματα και τα αλληλόμορφα που βρίσκονται σε αυτά και σχηματίζονται οι γαμέτες. Κατά τη γονιμοποίηση πραγματοποιείται ελεύθερος συνδυασμός των αλληλόμορφων γονιδίων.»

**Γ2.** Από τη διασταύρωση των ατόμων  $I_1$  και  $I_2$  μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι η ασθένεια ακολουθεί **υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας**. Εάν ήταν επικρατής ο τύπος κληρονομικότητας τότε ένας τουλάχιστον γονέας θα έπασχε.

Εάν  $A$ : παθολογικό αλληλόμορφο.

$a$ : φυσιολογικό αλληλόμορφο.

Τότε η διασταύρωση  $I_1$  ( $x$ )  $I_2$  θα ήταν  $αα$  ( $x$ )  $αα$  και δε θα μπορούσε να αποκτηθεί ασθενής απόγονος.

Από τη διασταύρωση  $III_3$  ( $x$ )  $III_4$  διαπιστώνεται ότι η ασθένεια δεν ακολουθεί φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας καθώς στη περίπτωση αυτή ασθενής  $\text{♀}$  απόγονος θα είχε αναγκαστικά  $\text{♂}$  ασθενή γονέα.

Εάν  $X^A$ : φυσιολογικό αλληλόμορφο.

$X^a$ : παθολογικό αλληλόμορφο.

Τότε η διασταύρωση  $III_3$  ( $x$ )  $III_4$  θα ήταν  $X^A X^a$  ( $x$ )  $X^A Y$  οπότε όλοι οι  $\text{♀}$  απόγονοι θα ήταν υγιείς.

Επομένως η ασθένεια ακολουθεί **αυτοσωμικό υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας** και συμβολίζουμε

$A$ : φυσιολογικό αλληλόμορφο.

$a$ : παθολογικό αλληλόμορφο.

Με πιθανούς γονότυπους και φαινότυπους όπως φαίνεται παρακάτω.

Γονότυπος      Φαινότυπος

$AA$ ή $Aa$	υγής
$αα$	ασθενής

Τα παραπάνω ισχύουν με βάση τον 1<sup>ο</sup> νόμο του Mendel.

1<sup>ος</sup> Νόμος – Νόμος διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων: «Κατά τη μείωση διαχωρίζονται τα ομόλογα χρωμοσώματα και τα αλληλόμορφα που βρίσκονται σε αυτά και σχηματίζονται οι γαμέτες. Κατά τη γονιμοποίηση πραγματοποιείται ελεύθερος συνδυασμός των αλληλόμορφων γονιδίων.»

**Γ3.** Το άτομο  $III_1$  είναι υγιές με γονότυπο  $Aa$  καθώς το παθολογικό αλληλόμορφο  $a$  το έχει κληρονομήσει από τον αρσενικό του γονέα. Ομοίως το άτομο  $III_2$  έχει γονότυπο  $Aa$  καθώς το παθολογικό αλληλόμορφο  $a$  το έχει κληρονομήσει από τον αρσενικό του γονέα. Και στις δύο περιπτώσεις οι αρσενικοί γονείς έχουν γονότυπο  $αα$ .

Γνωρίζουμε ότι για μία αυτοσωμική γονιδιακή θέση υπάρχει ζεύγος αλληλόμορφων γονιδίων, το ένα πατρικής και το άλλο μητρικής προέλευσης, αφού στους διπλοειδείς οργανισμούς υπάρχουν ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων με το ένα χρωμόσωμα πατρικής και το άλλο χρωμόσωμα μητρικής προέλευσης.

Με βάση τον 1<sup>ο</sup> νόμο του Mendel η διασταύρωση των ατόμων III1 και III2 είναι:

P:	♂Aa (x) Aa ♀
Γαμέτες:	A,a // A,a
F:	AA, Aa, Aa, aa
Γονοτυπική αναλογία F:	1 AA : 2Aa : 1aa
Φαινοτυπική αναλογία F:	3 υγιείς: 1 ασθενές

Γνωρίζουμε ότι στον άνθρωπο το φύλο καθορίζεται από τα φυλετικά χρωμοσώματα X και Y, και συγκεκριμένα από την παρουσία ή απουσία του Y χρωμοσώματος. Ο πατέρας διαθέτει το ζεύγος φυλετικών χρωμοσωμάτων XY, ενώ η μητέρα το ζεύγος φυλετικών χρωμοσωμάτων XX. Για τον καθορισμό του φύλου του παιδιού θα ισχύει:

P:	XX (x) XY
Γαμέτες:	X // X, Y
F1:	XX, XY
Φ.Α.:	1 ♀: 1 ♂

Επειδή κάθε κύηση είναι ανεξάρτητο γεγονός η πιθανότητα να γεννηθεί απόγονος που να πάσχει είναι 1/4 ενώ η πιθανότητα ο απόγονος να είναι αγόρι είναι 1/2.

Άρα, η συνολική πιθανότητα να γεννηθεί αγόρι που να πάσχει είναι:  $1/2 \cdot 1/4 = 1/8$ .

(Η πιθανότητα μπορεί να υπολογιστεί μέσω του τετραγώνου του Punnett με τη διασταύρωση AaXX (x) AaXY).

Οι παραπάνω διασταυρώσεις πραγματοποιήθηκαν με βάση τον 1<sup>ο</sup> νόμο του Mendel.

1<sup>ος</sup> Νόμος – Νόμος διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων: «Κατά τη μείωση διαχωρίζονται τα ομόλογα χρωμοσώματα και τα αλληλόμορφα που βρίσκονται σε αυτά και σχηματίζονται οι γαμέτες. Κατά τη γονιμοποίηση πραγματοποιείται ελεύθερος συνδυασμός των αλληλόμορφων γονιδίων.»

**Γ4.** Γνωρίζουμε ότι το μιτοχονδριακό DNA μεταβιβάζεται από το ♀ γονέα σε όλους τους απογόνους διότι τα μιτοχόνδρια που διαθέτουμε (άρα και το DNA που περιέχουν) είναι μητρικής προέλευσης. Οπότε τα άτομα που πάσχουν θα είναι αυτά που διαθέτουν θηλυκό γονέα που πάσχει, δηλαδή τα άτομα II4, III2, III3 και IV3.

## ΘΕΜΑ Δ

Δίνεται το παρακάτω τμήμα βακτηριακού DNA, το οποίο κωδικοποιεί ένα ολιγοπεπτίδιο.

Αλυσίδα 1: GTTGAATTCTTAGCTTAAGTCGGGCATGAATTCTC

Αλυσίδα 2: CAACTTAAGAATCGAATTCAGCCCGTACTTAAGAG

Δ1. Να προσδιορίσετε την κωδική και τη μη κωδική αλυσίδα του παραπάνω τμήματος DNA, επισημαίνοντας τα 5' και 3' άκρα των αλυσίδων του (μονάδες 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 5).

**Μονάδες 6**

Δ2. Το παραπάνω τμήμα DNA αντιγράφεται, και κατά τη διαδικασία της αντιγραφής δημιουργούνται τα παρακάτω πρωταρχικά τμήματα:

- i) 5'-GAGAAUUC-3'
- ii) 5'-UUAAGCUA-3'
- iii) 5'-GUUGAAUU-3'

Να προσδιορίσετε ποια αλυσίδα αντιγράφεται, με συνεχή και ποια με ασυνεχή τρόπο (μονάδες 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 5).

**Μονάδες 6**

Δ3. Το παραπάνω τμήμα DNA κόβεται με το ένζυμο EcoRI, προκειμένου να ενσωματωθεί σε ένα από τα δύο πλασμίδια A και B που δίνονται παρακάτω.



Ποιο από τα δύο πλασμίδια θα επιλέξετε για τη δημιουργία ανασυνδυασμένου πλασμιδίου (μονάδα 1); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 4). Πόσοι φωσφοδιεστερικοί δεσμοί θα διασπαστούν στο πλασμίδιο που επιλέξατε και πόσοι θα δημιουργηθούν κατά το σχηματισμό του ανασυνδυασμένου πλασμιδίου (μονάδες 2);

**Μονάδες 7**

Δ4. Από τη μύγα *Drosophila* απομονώθηκαν τρία διαφορετικά φυσιολογικά κύτταρα στα οποία προσδιορίστηκε το μέγεθος του γονιδιώματος σε ζεύγη βάσεων. Στο πρώτο κύτταρο το μέγεθος του γονιδιώματος υπολογίστηκε σε  $3,2 \cdot 10^8$  ζεύγη βάσεων, στο δεύτερο κύτταρο σε  $1,6 \cdot 10^8$  ζεύγη βάσεων και στο τρίτο κύτταρο σε  $6,4 \cdot 10^8$  ζεύγη



βάσεων. Να δικαιολογήσετε γιατί υπάρχουν οι διαφορές αυτές στο μέγεθος του γονιδιώματος των τριών κυττάρων.

Μονάδες 6

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

**Δ1.** Με δεδομένο ότι το βακτηριακό DNA που δίνεται κωδικοποιεί ένα ολιγοπεπτίδιο, εξάγεται το συμπέρασμα ότι πρόκειται για συνεχές γονίδιο που περιέχει ολόκληρη την κωδικοποιούσα περιοχή αυτού. (Εξάλλου στα βακτήρια δεν υπάρχουν ασυνεχή γονίδια, οπότε δεν αναμένεται η παρουσία εσωνίων). Το παραπάνω υποδηλώνει ότι στην κωδική αλυσίδα του γονιδίου αυτού θα πρέπει να εντοπιστεί με προσανατολισμό  $5' \rightarrow 3'$  το κωδικόνιο έναρξης  $5' \text{ ATG } 3'$  και με βήμα τριπλέτας, συνεχόμενα και μη επικαλυπτόμενα ένα από τα κωδικόνια λήξης  $5' \text{ TAA } 3'$ ,  $5' \text{ TAG } 3'$ ,  $5' \text{ TGA } 3'$ . Παρατηρούμε ότι η παραπάνω συνθήκη ικανοποιείται στην αλυσίδα 2 επομένως αυτή είναι η κωδική με το ελεύθερο  $5'$  άκρο της δεξιά και το ελεύθερο  $3'$  άκρο της αριστερά. Με βάση τα παραπάνω, η μη κωδική αλυσίδα είναι η αλυσίδα 1, με το ελεύθερο  $5'$  άκρο της αριστερά και το ελεύθερο  $3'$  άκρο της δεξιά, λόγω αντιπαράλληλίας με την αλυσίδα 2.

**Δ2.** Η αλυσίδα 1 αντιγράφεται με ασυνεχή τρόπο ενώ η αλυσίδα 2 με συνεχή.

Παρατηρούμε πως το πρωταρχικό τμήμα (i) είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο προς το  $3'$  άκρο της αλυσίδας 1 ενώ το (ii) είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο προς μία αλληλουχία βάσεων της αλυσίδας 1 που βρίσκεται στο μέσον περίπου αυτής. Επίσης, το πρωταρχικό τμήμα (iii) είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο προς το  $3'$  άκρο της αλυσίδας 2. Τα παραπάνω φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα.



Αλυσίδα 1:  $5' \text{ GTTGAATTCCTTAGCTTAAGTCGGGCATGAATTC } 3'$

Αλυσίδα 2:  $3' \text{ CAACTTAAGAATCGAATTCAGCCCGTACTTAAGAG } 5'$

$5' \text{ GUUGAAU } 3'$

Η αντιγραφή του παραπάνω τμήματος πραγματοποιείται από το ένζυμο DNA πολυμεράση. Η DNA πολυμεράση λειτουργεί προς μία μόνο κατεύθυνση, προσθέτοντας δεοξυριβονουκλεοτίδια στο ελεύθερο  $3'$  άκρο του κάθε πρωταρχικού τμήματος επιμηκύνοντας την πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα από το ελεύθερο  $3'$  άκρο της. Έτσι, ο προσανατολισμός της αντιγραφής είναι  $5' \rightarrow 3'$ . Με βάση τα παραπάνω, εξάγεται το παρακάτω συμπέρασμα:

Αλυσίδα 2: Η DNA πολυμεράση θα επιμηκύνει με προσθήκη δεοξυριβονουκλεοτιδίων το πρωταρχικό τμήμα (iii) προς το  $5'$  άκρο της μητρικής αλυσίδας, ολοκληρώνοντας την αντιγραφή με συνεχή τρόπο.

Αλυσίδα 1: Η DNA πολυμεράση θα επιμηκύνει αρχικά το πρωταρχικό τμήμα (ii) προς το  $5'$  άκρο της μητρικής αλυσίδας και κατόπιν θα πραγματοποιήσει επιμήκυνση του

πρωταρχικού τμήματος (i) από το ελεύθερο 3' άκρο αυτού. Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί αντικατάσταση των ριβονουκλεοτιδίων του πρωταρχικού τμήματος (ii) από τα αντίστοιχα δεοξυριβονουκλεοτίδια με αποτέλεσμα τελικά να δημιουργηθούν δύο ασυνεχή τμήματα στη νεοσυντιθέμενη αλυσίδα. Έτσι τηρούνται οι δυο βασικές προϋποθέσεις της αντιγραφής, δηλαδή, κάθε νεοσυντιθέμενη αλυσίδα δημιουργείται με προσανατολισμό 5' → 3' ενώ συγχρόνως η νεοσυντιθέμενη και η μητρική αλυσίδα είναι συμπληρωματικές και αντιπαράλληλες.

**Δ3.** Θα επιλεχθεί το πλασμίδιο A.

Το ένζυμο EcoRI είναι μια περιοριστική ενδονουκλεάση που αναγνωρίζει στο δίκλωνο DNA την αλληλουχία

...5' GAATTC 3'...

...3' CTTAAG 5'...

την οποία και «κόβει», υδρολύοντας τους φωσφοδιεστερικούς δεσμούς μεταξύ του G και A και στις δυο αλυσίδες. Έτσι προκύπτουν στο μόριο μονόκλωνες περιοχές με αζευγάρωτες βάσεις (5' AATT 3') , δίνοντας τη δυνατότητα σύνδεσης του μορίου με άλλα τμήματα DNA που έχουν κοπεί με την ίδια περιοριστική ενδονουκλεάση.

Παρατηρούμε ότι η προαναφερθείσα αλληλουχία βρίσκεται στο πλασμίδιο A με τον κατάλληλο προσανατολισμό, όπου και θα διασπαστούν 2 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί και κατά την ενσωμάτωση του επιθυμητού τμήματος DNA στο πλασμίδιο θα δημιουργηθούν εκ νέου 4 φωσφοδιεστερικοί δεσμοί ( 2 σε κάθε πλευρά της δοθείσας αλληλουχίας).

**Δ4.** Το κύτταρο που έχει  $1,6 \times 10^8$  ζεύγη βάσεων διαθέτει τη μισή ποσότητα DNA έναντι των σωματικών κυττάρων (πριν την αντιγραφή του DNA), άρα είναι απλοειδές (γαμέτης) αφού διαθέτει ένα αντίγραφο του γονιδιώματος.

Το κύτταρο που έχει  $3,2 \times 10^8$  ζεύγη βάσεων είναι διπλοειδές (σωματικό) και συγκεκριμένα βρίσκεται στην αρχή της μεσόφασης (πριν διπλασιασθεί το DNA). (θα μπορούσε να είναι και κύτταρο που προκύπτει μετά το τέλος της πρώτης μειωτικής διαίρεσης).

Το κύτταρο που έχει  $6,4 \times 10^8$  ζεύγη βάσεων είναι επίσης διπλοειδές (σωματικό) αλλά βρίσκεται στο τέλος της μεσόφασης (έχει δηλαδή προηγηθεί ο διπλασιασμός του γενετικού υλικού) ή να βρίσκεται σε κάποια φάση της μίτωσης πριν την ολοκλήρωση της.

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα σημερινά θέματα βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο δυσκολίας σε σχέση με τα περσινά θέματα με εξαίρεση την (μεγαλύτερη) έκτασή τους. Οι υποψήφιοι ίσως πιεστούν χρονικά λόγω της αιτιολόγησης που απαιτείται σε αρκετά θέματα. Για την αντιμετώπιση των θεμάτων χρειάζεται αρκετή τριβή πάνω σε ποικίλα είδη ασκήσεων. Συνέπεια των παραπάνω είναι πως η επίτευξη του «άριστα» είναι εφικτή μόνο από τους πολύ καλά προετοιμασμένους.