

**ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ
ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**



ΘΕΜΑ Α

- A1: γ
A2: β
A3: γ
A4: α
A5: β

ΘΕΜΑ Β

B1 α) «Η οριστική επιβεβαίωση ότι το DNA... να παραχθούν οι νέοι φάγοι.»

β) Το στοιχείο N υπάρχει τόσο στο DNA και συγκεκριμένα στις αζωτούχες βάσεις, όσο και στην αμινική ομάδα των αμινοξέων των πρωτεϊνών. Άρα το ραδιενεργό ^{14}N θα ενσωματώνονταν και στο DNA και στις πρωτεΐνες, μη δίνοντας τη δυνατότητα να διαπιστωθεί ποιο από τα δύο μακρομόρια προσφέρει τις απαραίτητες εντολές για να παραχθούν νέοι φάγοι.

B2 Για την παραγωγή της ανθρώπινης ινσουλίνης από βακτήρια, πραγματοποιείται cDNA βιβλιοθήκη που σημαίνει ότι τα ένζυμα που θα πάρουν μέρος είναι τα εξής:

1^ο **Αντίστροφη μεταγραφάση** για σύνθεση του cDNA με μήτρα το ώριμο mRNA

2^ο **DNA πολυμεράση** για αντιγραφή του μονόκλωνου DNA σε δίκλωνο.

3^ο **Περιοριστική ενδονουκλεάση** για δημιουργία κατάλληλων άκρων στο φορέα κλωνοποίησης και στο γονίδιο

4^ο **DNA δεσμάση** για σύνδεση του γονιδίου στο φορέα κλωνοποίησης και ανασυνδυασμό του τελευταίου

5^ο **Ένζυμο για την απομάκρυνση του ενδιάμεσου πεπτιδίου** από το μόριο της προΐνσουλίνης και μετατροπή του σε ινσουλίνη.

Το βακτήριο *E. coli* αναπτύσσεται άριστα σε θερμοκρασία 37°C και χορηγείται στην καλλιέργεια ως πηγή άνθρακα η γλυκόζη και εναλλακτικά η λακτόζη. Επίσης στα θρεπτικά υλικά προστίθεται πηγή αζώτου με μορφή αμινοξέων (το βακτήριο είναι ετερότροφο), μεταλλικά ιόντα και νερό.

Άλλος τρόπος για την παραγωγή ανθρώπινης ινσουλίνης είναι μέσω γενετικά τροποποιημένων ζώων που τροποποιήθηκαν εισάγοντας το γονίδιο της ινσουλίνης σε γονιμοποιημένο ωάριο με τη διαδικασία της μικροέγχυσης.

B3. «Τα αντισώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως θεραπευτικά ... δυσάρεστων επιπτώσεων της χημειοθεραπείας.»

B4.

- i. φυτά με μεγάλο μέγεθος καρπού
- ii. φυτά με ανθεκτικότητα σε ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες
- iii. φυτά με ανθεκτικότητα σε ασθένειες
- iv. φυτά με ανθεκτικότητα σε έντομα και ζιζάνια
- v. φυτά που παράγουν προϊόντα τα οποία έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από το χωράφι στον καταναλωτή.

Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση, ως φορέα κλωνοποίησης, του πλασμιδίου Ti που απομονώθηκε από το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens* και έχει τη δυνατότητα να μολύνει φυτικά κύτταρα.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η αιμορροφιλία A είναι μια κλασική διαταραχή στην πήξη του αίματος, λόγω έλλειψης του παράγοντα VIII και οφείλεται σε φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τύπο κληρονομησης.

Ορίζω αλληλόμορφα: X^A : υπεύθυνο για σύνθεση του παράγοντα VIII
 X^a : αλληλόμορφο παθολογικό

Γονότυποι	-	Φαινότυποι
$X^A X^A$		Φυσιολογική πήξη
$X^A X^a$		Φυσιολογική πήξη
$X^a X^a$		Αιμορροφιλία A
$X^A Y$		Φυσιολογική πήξη
$X^a Y$		Αιμορροφιλία A

Με βάση τα δεδομένα της άσκησης, για να προκύψει θηλυκό άτομο με αριθμητική χρωμοσωμική ανωμαλία, σημαίνει ότι έχει γίνει λάθος σε κάποια μειωτική διαίρεση κατά την παραγωγή γαμετών των γονέων. Στη φυλοσύνδετη υπολειπόμενη κληρονομηση είναι αναγκαίο, προκειμένου να προκύψει πάσχον θηλυκός απόγονος, να φέρει το παθολογικό αλληλόμορφο X^a ο πατέρας και άρα να πάσχει. Αυτό δεν συμβαίνει στην περίπτωση αυτή άρα προφανώς το λάθος έχει γίνει στον πατέρα. Συγκεκριμένα έχει γίνει λάθος στην 1^η μειωτική διαίρεση κατά το διαχωρισμό των ομολόγων χρωμοσωμάτων με αποτέλεσμα να προκύπτουν γαμέτες χωρίς φυλετικό χρωμόσωμα και οι οποίοι γονιμοποιούν φυσιολογικό γαμέτη όσον αφορά τον αριθμό των χρωμοσωμάτων, της μητέρας που φέρει το X^a . Έτσι προκύπτει ζυγωτό με γονότυπο $X^a O$ και άρα θηλυκό άτομο με σύνδρομο Turner (μονοσωμία) το οποίο πάσχει από αιμορροφιλία A και δεν εμφανίζει τα δευτερογενή χαρακτηριστικά του φύλου.

- * Ο μαθητής θα μπορούσε να γράψει ότι το λάθος γίνεται στη 2^η μειωτική διαίρεση του πατέρα και πάλι να προκύπτει το ίδιο άτομο.

Γ2. α) Σε κάθε κύκλο διπλασιάζεται το γενετικό υλικό. Σε χρονικό διάστημα 8 λεπτών είναι προφανές ότι θα γίνουν 4 κύκλοι και άρα θα δημιουργηθούν $2^4=16$ μόρια DNA.

β) Τα 2 διαφορετικά μόρια ως προς τον αριθμό των ζευγών βάσεων οφείλονται στο ότι κάποια πλασμίδια ανασυνδυάστηκαν (μεγαλύτερο μήκος DNA) ενώ κάποια άλλα έκλεισαν χωρίς να προσλάβουν DNA (μη ανασυνδυασμένα με μικρότερο μήκος DNA).

Τα 3 διαφορετικά μόρια DNA ως προς την αλληλουχία των βάσεων οφείλονται στο ότι κάποια δεν ανασυνδυάστηκαν, ενώ αυτά τα οποία ανασυνδυάστηκαν έχουν 2

διαφορετικές αλληλουχίες λόγω της δυνατότητας ανασυνδυασμού του μορίου με 2 δυνατούς τρόπους δηλαδή, ύστερα από αναστροφή και χωρίς αναστροφή ώστε να προκύπτει κατάλληλος πάντα, προσανατολισμός για τη δημιουργία 3'-5' φωσφοδιεστερικών δεσμών.

Γ3. Πρόκειται για άσκηση διύβριδισμού όπου τα γονίδια που καθορίζουν τους δύο χαρακτήρες βρίσκονται σε διαφορετικά ζεύγη ομολόγων χρωμοσωμάτων (ισχύει ο 2^{ος} νόμος του Mendel). Αυτό δίνει τη δυνατότητα να μελετηθεί η κληρονομηση του κάθε χαρακτήρα ξεχωριστά.

Από την 1^η διασταύρωση το γεγονός ότι δεν προκύπτει ούτε για τον χαρακτήρα «μέγεθος πτερυγών» ούτε για τον χαρακτήρα «χρώμα σώματος», φαινότυπος διαφορετικός από αυτόν των γονέων, σημαίνει ότι οι γονείς είναι ομόζυγοι για τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

Από τη 2^η διασταύρωση εξάγονται τα εξής συμπεράσματα:

- i. Η αναλογία του φύλου είναι 2♀: 1♂ γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για φυλοσύνδετο θνησιγόνο γονίδιο.
- ii. Ο φυλοσύνδετος χαρακτήρας θα εμφανίζει διαφορές στις φαινοτυπικές αναλογίες ανάμεσα στα δύο φύλα, οπότε προκύπτει το συμπέρασμα ότι το χαρακτηριστικό που κληροδοτείται με φυλοσύνδετο τύπο κληρονομικότητας είναι το «μέγεθος πτερυγών». Συγκεκριμένα δεν προκύπτουν αρσενικά με ατροφικές πτέρυγες, ενώ προκύπτουν θηλυκά (αναλογία 1 φυσιολ: 1 ατροφικές). Άρα το φυλοσύνδετο θνησιγόνο γονίδιο θα αφορά το μέγεθος των πτερυγών.
- iii. Για το χρώμα του σώματος δεν εμφανίζονται διαφορετικές φαινοτυπικές αναλογίες μεταξύ των δύο φύλων. Άρα είναι αυτοσωμικό.
- iv. Εμφανίζονται τέσσερις διαφορετικοί φαινότυποι που σημαίνει ότι ο κάθε γονότυπος οδηγεί σε διαφορετικό φαινότυπο. Αυτό **δεν** μπορεί να προκύψει με 2 αλληλόμορφα γονίδια, όποια και αν είναι η σχέση μεταξύ τους (επικρατές-υπολειπόμενο, ατελώς επικρατή, συνεπικρατή). Προκύπτει μόνο σε περίπτωση **πολλαπλών αλληλόμορφων** όταν τα δύο άτομα που διασταυρώνονται είναι ετερόζυγα.

Μέγεθος πτερυγών

Ορίζω αλληλόμορφα: X^A: φυσιολογικό αλληλόμορφο
X^a: θνησιγόνο αλληλόμορφο

Γονότυποι	-	Φαινότυποι
X ^A X ^A		Φυσιολογικές πτέρυγες
X ^A X ^a		Ατροφικές πτέρυγες
X ^a X ^a		πεθαίνει
X ^A Y		Φυσιολογικές πτέρυγες
X ^a Y		πεθαίνει

Χρώμα σώματος

Επειδή στη διασταύρωση μαύρου με άσπρο προκύπτει γκρι, σημαίνει ότι τελικά το αλληλόμορφο για το γκρι χρώμα είναι υπολειπόμενο (**μ**).

Επειδή από τη διασταύρωση μαύρου με άσπρο προκύπτει ασπρόμαυρο, σημαίνει ότι εκφράζονται και τα δύο αλληλόμορφα άρα υπάρχει σχέση συνεπικράτειας.

Ορίζω αλληλόμορφα: M¹: μαύρο
M²: άσπρο
μ: γκρι

$$M^1 = M^2 > \mu$$

Γονότυποι	-	Φαινότυποι
M ¹ M ¹	}	Μαύρο
M ¹ μ		
M ² M ²	}	Άσπρο
M ² μ		
M ¹ M ²		Ασπρόμαυρο
μμ		Γκρι

1^η Διασταύρωση

γαμέτες: $\mu X^A Y$ \otimes $\mu X^A X^A$
 $\mu X^A, \mu Y$ / μX^A 1^{ος} νόμος του Mendel
γονότυποι $\mu X^A X^A, \mu X^A Y$ ισχύει

2^η Διασταύρωση

γαμέτες: $M^1 \mu X^A Y$ \otimes $M^2 \mu X^A X^a$
 $M^1 X^A, M^1 Y, \mu X^A, \mu Y$ / $M^2 X^A, M^2 X^a, \mu X^A, \mu X^a$
γονότυποι

γαμέτες	M ² X ^A	M ² X ^a	μX ^A	μX ^a
M ¹ X ^A	M ¹ M ² X ^A X ^A	M ¹ M ² X ^A X ^a	M ¹ μX ^A X ^A	M ¹ μX ^A X ^a
M ¹ Y	M ¹ M ² X ^A Y	M ¹ M ² X ^a Y	M ¹ μX ^A Y	M ¹ μX ^a Y
μX ^A	M ² μX ^A X ^A	M ² μX ^A X ^a	μμX ^A X ^A	μμX ^A X ^a
μY	M ² μX ^A Y	M ² μX ^a Y	μμX ^A Y	μμX ^a Y

Ισχύει

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Η έλλειψη του παράγοντα VIII (αντιαιμορροφιλική πρωτεΐνη) σχετίζεται με την αιμορροφιλία A και προκαλεί διαταραχή στην πήξη του αίματος. Κληροδοτείται με φυλοσύνδετο υπολειπόμενο τύπο και οι δύο αλληλουχίες αποτελούν τα αλληλόμορφα γονίδια (φυσιολογικό και παθολογικό). Το χρωμόσωμα στο οποίο εντοπίζονται αυτές οι αλληλουχίες είναι το χρωμόσωμα X.

Δ2. Με βάση την αλληλουχία του ολιγοπεπτιδίου, υπεύθυνο για τον παράγοντα VIII διαπιστώνεται ότι η κωδική αλυσίδα θα πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 11 κωδικόνια περιλαμβανομένου και του κωδικονίου λήξης, ώστε να μπορεί να εκφράζεται το εννιαπεπτίδιο μετά τη μετα-μεταφραστική τροποποίηση. Το γονίδιο είναι συνεχές οπότε δεν περιέχει εσώνια. Κατά συνέπεια ισχύουν τα χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα (κώδικας τριπλέτας, συνεχής, μη επικαλυπτόμενος, με κωδικόνιο έναρξης το 5'ATG3' και κωδικόνια λήξης ένα εκ των 5'TGA3', 5'TAG3', 5'TAA3').

Μέσω της αντιστοίχισης κωδικονίων – αμινοξέων, χαρακτηρίζεται ως φυσιολογική αλληλουχία, η αλληλουχία 1 και συγκεκριμένα η κωδική αλυσίδα είναι η (α) με κατεύθυνση από δεξιά προς αριστερά. Στην αλληλουχία 2 παρατηρείται προσθήκη βάσης που οδηγεί σε πρόωρο τερματισμό και άρα δεν κωδικοποιεί τον παράγοντα VIII. Η αλληλουχία 2, ως αλληλόμορφο γονίδιο της αλληλουχίας 1, θα φέρει τον ίδιο προσανατολισμό. Οι δύο αλυσίδες τέλος, σύμφωνα με το μοντέλο της διπλής έλικας των Watson & Crick είναι αντιπαράλληλες.

Επιμέλεια απαντήσεων
Χατζόπουλος Χρήστος MSc Βιολόγος

Για να μπορέσει να εισέλθει με το σωστό προσανατολισμό η αλληλουχία 1 στο πλασμίδιο ώστε να εκφράζεται ο παράγοντας VIII θα πρέπει να συνδεθεί μετά από αναστροφή, ούτως ώστε το κωδικόνιο έναρξης 5'ATG3' να βρίσκεται προς την πλευρά του υποκινητή. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να χρησιμοποιήσω την HindIII και την EcoRI ώστε να ανασυνδυαστεί σωστά.

Εκτιμώμενος χρόνος απαντήσεων

Θέμα Α	10 λεπτά
Θέμα Β	40 λεπτά
Θέμα Γ	Γ1: 10 λεπτά Γ2: 10 λεπτά Γ3: 40 λεπτά
Θέμα Δ	Δ1: 5 λεπτά Δ2: 15 λεπτά Δ3: 5 λεπτά Δ4: 15 λεπτά Δ5: 15 λεπτά

Συνολικός εκτιμώμενος Χρόνος 2 ώρες και 45 λεπτά
15 λεπτά έλεγχος απαντήσεων από το μαθητή