

**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ**

ΤΡΙΤΗ 6 ΙΟΥΝΙΟΥ 2023

**ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ:
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. γ

A2. β

A3. β

A4. γ

A5. δ

ΘΕΜΑ Β

B1.

α. $\alpha \rightarrow$ νερό

$\beta \rightarrow$ υπεροξείδιο του υδρογόνου

$\gamma \rightarrow$ καταλάση

β. Τα ένζυμα ανήκουν στις πρωτεΐνες.

γ. Τα μονομερή από τα οποία δομούνται τα ένζυμα ονομάζονται αμινοξέα.

δ. Τα ένζυμα δομούνται από 20 διαφορετικά αμινοξέα. Τα αμινοξέα διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τις πλευρικές τους ομάδες (R).

B2.

α. Αποικία: Ένα σύνολο από μικροοργανισμούς, που έχουν προέλθει από διαδοχικές διαιρέσεις ενός κυττάρου, όταν αυτό αναπτύσσεται σε στερεό θρεπτικό υλικό. (Οι αποικίες είναι ορατές με γυμνό οφθαλμό.)

β. Στατική φάση ανάπτυξης: Φάση της κλειστής καλλιέργειας μικροοργανισμών, κατά την οποία ο πληθυσμός των μικροοργανισμών δεν αυξάνεται, λόγω εξάντλησης κάποιου θρεπτικού συστατικού ή λόγω συσσώρευσης τοξικών προϊόντων από το μεταβολισμό τους.

- γ. Επιχιασμός: Το φαινόμενο, κατά τη πρόφαση Ι της μείωσης, κατά το οποίο οι μη αδελφές χρωματίδες των ομολόγων χρωμοσωμάτων ανταλλάσσουν ομόλογα χρωμοσωμικά τμήματα.

B3.

Τα μειονεκτήματα της παραγωγής εμβολίων από νεκρές ή εξασθενημένες μορφές ενός παθογόνου μικροοργανισμού είναι:

- Δεν μπορούν όλοι οι μολυσματικοί παράγοντες να αναπτυχθούν σε κυτταροκαλλιέργεια και έτσι δεν έχουν αναπτυχθεί εμβόλια για πολλές ασθένειες.
- Ορισμένοι ιοί ζώων αναπτύσσονται με αργό ρυθμό σε κυτταροκαλλιέργειες και συνεπώς η απόδοσή τους είναι πολύ χαμηλή, άρα και τα εμβόλια γίνονται πολύ ακριβά.
- Χρειάζονται μεγάλες προφυλάξεις, για να μην εκτεθεί το προσωπικό που κατασκευάζει τα εμβόλια στον παθογόνο παράγοντα.
- Δεν είναι όλα τα εμβόλια αποτελεσματικά για μια ασθένεια, π.χ. για τον ιό του AIDS γίνονται συνεχείς ανεπιτυχείς προσπάθειες κατασκευής εμβολίου.

B4.

Οι περιοχές/δομές ενός κυττάρου φύλλου λεμονιάς στις οποίες γίνεται η πρωτεϊνοσύνθεση είναι: στα ριβοσώματα που βρίσκονται ελεύθερα στο κυτταρόπλασμα, στα ριβοσώματα των μεμβρανών του αδρού ενδοπλασματικού δικτύου, στα ριβοσώματα μιτοχονδρίων και χλωροπλαστών.

B5.

Τα πλεονεκτήματα της χρησιμοποίησης διαγονιδιακών φυτών και ζώων για την αύξηση της φυτικής και ζωικής παραγωγής έναντι της κλασσικής μεθόδου διασταυρώσεων είναι:

- α. Επιλογή και προσθήκη μόνο επιθυμητών ιδιοτήτων με ταυτόχρονη διατήρηση των παλαιών επιθυμητών χαρακτηριστικών.
- β. Ταχύτατη παραγωγή βελτιωμένων φυτών και ζώων σε σχέση με παραδοσιακές τεχνικές.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

- α. Το φαινόμενο που οδήγησε στην παραγωγή των κυττάρων Α και Β ονομάζεται μη διαχωρισμός.
- β. Ο φυσιολογικός διπλοειδής αριθμός χρωμοσωμάτων του οργανισμού είναι 38. (Το καταλαβαίνουμε από το κύτταρο Β, το οποίο έχει χάσει ένα χρωμόσωμα, πήγε στο κύτταρο Α, και έχει 18 χρωμοσώματα. Άρα το κύτταρο Β θα έπρεπε να έχει 19 χρωμοσώματα. Επειδή είναι κύτταρο που έχει προκύψει από τη πρώτη μειωτική διαίρεση, είναι απλοειδές και έχει τον μισό αριθμό χρωμοσωμάτων από το άωρο γεννητικό κύτταρο, που είναι διπλοειδές και θα έχει 38 χρωμοσώματα).
- γ. Το κύτταρο Α θα έχει 20 χρωμοσώματα, καθένα με δύο αδελφές χρωματίδες, δηλαδή δύο μόρια DNA. Άρα το κύτταρο Α θα έχει 40 μόρια DNA. Το κύτταρο Β, αντίστοιχα, θα έχει 36 μόρια DNA.
- δ. Οι γαμέτες που θα προκύψουν από το κύτταρο Α θα έχουν 20 χρωμοσώματα, ενώ οι γαμέτες που θα προκύψουν από το κύτταρο Β θα έχουν 18 χρωμοσώματα.

Γ2.

Γνωρίζουμε πως κατά την κατασκευή cDNA βιβλιοθήκης απομονώνεται το ολικό ώριμο mRNA από το αντίστοιχο κύτταρο. Η cDNA βιβλιοθήκη περιέχει αντίγραφα των mRNA των γονιδίων που εκφράζονται, και δίνουν πρωτεΐνες, σε συγκεκριμένο κύτταρο.

Τα κύτταρα σε έναν πολυκύτταρο οργανισμό έχουν το ίδιο DNA, άρα και τα ίδια γονίδια. Ανάμεσα σε διαφορετικά κύτταρα όμως, όπως είναι το παγκρεατικό και το ηπατικό, εκφράζονται διαφορετικά γονίδια, λόγω της κυτταρικής διαφοροποίησης που λαμβάνει χώρα, στους πολυκύτταρους οργανισμούς, κατά τα πρώτα στάδια της εμβρυογένεσης. Υπάρχουν όμως και γονίδια που εκφράζονται σε όλα τα κύτταρα, ανεξαιρέτως, γιατί κωδικοποιούν πρωτεΐνες που συμμετέχουν σε βασικές λειτουργίες των κυττάρων (π.χ. γονίδια για τα ένζυμα της αντιγραφής).

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω, καταλαβαίνουμε πως ο ερευνητής παρατήρησε ίδιους κλώνους μεταξύ των δύο βιβλιοθηκών, γιατί αυτοί περιέχουν γονίδια που εκφράζονται σε όλα τα κύτταρα και δίνουν πρωτεΐνες που συμμετέχουν σε βασικές λειτουργίες των κυττάρων και

διαφορετικούς κλώνους, γιατί αυτοί περιέχουν γονίδια που εκφράζονται μόνο στο εκάστοτε κύτταρο.

Γ3.

Οι δύο γονιδιωματικές βιβλιοθήκες που κατασκευάστηκαν από δύο σπερματοζωάρια ενός συγκεκριμένου ανθρώπου θα είναι διαφορετικές.

Για τη δημιουργία της γονιδιωματικής βιβλιοθήκης απομονώνεται το γονιδίωμα του κυττάρου.

Κατά τη δημιουργία των σπερματοζωαρίων με τη διαδικασία της μείωσης, γνωρίζουμε πως υπάρχουν μηχανισμοί που συμμετέχουν στη γενετική ποικιλομορφία, όπως είναι ο επιχiasμός και ο ανεξάρτητος συνδυασμός των χρωμοσωμάτων. Χάρη στους δύο αυτούς μηχανισμούς σε κάθε σπερματοζωάριο αντιπροσωπεύεται ένα μοναδικό «μείγμα» γονιδίων που βρίσκονται σε διαφορετικά χρωμοσώματα και ένα μοναδικό «μείγμα» γονιδίων που βρίσκονται στο ίδιο χρωμόσωμα.

Έτσι, χάρη στη μείωση, είναι στατιστικά απίθανο να υπάρξουν σπερματοζωάρια με την ίδια συλλογή χρωμοσωμάτων και γονιδίων άρα και το ίδιο γονιδίωμα. Οπότε, καταλαβαίνουμε, πως οι δύο γονιδιωματικές βιβλιοθήκες θα είναι διαφορετικές.

Γ4.

Αρχικά, παρατηρούμε πως τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα είναι αριθμητικά ίσα (150 θηλυκά : 150 αρσενικά, αναλογία 1 θηλυκό : 1 αρσενικό) άρα δεν υπάρχει φυλοσύνδετο θνησιγόνο γονίδιο.

Παρατηρούμε πως το χρώμα ματιών δεν κληρονομείται με τον ίδιο τρόπο ανάμεσα σε αρσενικά και θηλυκά άτομα. Όλα οι αρσενικοί απόγονοι έχουν λευκά μάτια, όλοι οι θηλυκοί απόγονοι έχουν κόκκινα μάτια. Καταλαβαίνουμε λοιπόν πως το χρώμα ματιών ελέγχεται από φυλοσύνδετο γονίδιο. Φυλοσύνδετα είναι τα γονίδια που εδράζονται στο X χρωμόσωμα και δεν έχουν αλληλόμορφο στο Y.

Γνωρίζουμε πως ένα υπολειπόμενο φυλοσύνδετο γονίδιο εκφράζεται φαινοτυπικά σε όλα τα αρσενικά που έχουν το γονίδιο αυτό αλλά μόνο σε εκείνα τα θηλυκά που είναι ομόζυγα γι' αυτό. Έτσι, επειδή από τη διασταύρωση αρσενικού εντόμου με κόκκινα μάτια με θηλυκό έντομο με λευκά μάτια προκύπτουν όλοι οι αρσενικοί απόγονοι με τον φαινότυπο της μητέρας (λευκά μάτια) και όλοι οι θηλυκοί απόγονοι με τον φαινότυπο του πατέρα (κόκκινα μάτια) καταλαβαίνουμε πως το λευκό χρώμα ματιών ελέγχεται από φυλοσύνδετο υπολειπόμενο αλληλόμορφο

γονίδιο, ενώ το κόκκινο χρώμα ματιών ελέγχεται από φυλοσύνδετο επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο.

Έστω X^K το αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για το κόκκινο χρώμα ματιών και X^k το αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για το λευκό χρώμα ματιών.

Επειδή τα γονίδια που ελέγχουν τις δύο ιδιότητες εδράζονται σε διαφορετικά ζεύγη χρωμοσωμάτων και επειδή δείξαμε πως το γονίδιο για το χρώμα ματιών είναι φυλοσύνδετο, καταλαβαίνουμε πως το γονίδιο για το μήκος των κεραιών θα είναι, υποχρεωτικά, αυτοσωμικό.

Από τη διασταύρωση εντόμου με μεγάλες κεραίες με έντομο με μικρές κεραίες παίρνουμε στους απογόνους 200 άτομα με μεγάλες κεραίες και 100 άτομα με μικρές, αναλογία 2 : 1. Η αναλογία αυτή μπορεί να εξηγηθεί με την ύπαρξη θνησιγόνου αλληλομόρφου γονιδίου.

Παρατηρούμε την ύπαρξη τριών φαινοτύπων, μεγάλες κεραίες, μικρές κεραίες και ένας φαινότυπος που χάνεται λόγω του θνησιγόνου. Αν δεχθούμε, λοιπόν, πως υπάρχουν τρία αλληλόμορφα γονίδια μπορούμε να εξηγήσουμε την άσκηση.

Έστω M^1 , το αλληλόμορφο για τις μεγάλες κεραίες, M^2 , το αλληλόμορφο για τις μικρές κεραίες και μ , το θνησιγόνο αλληλόμορφο.

Από τη διασταύρωση καταλαβαίνουμε πως το αλληλόμορφο για τις μεγάλες κεραίες είναι επικρατές στα αλληλόμορφα για τις μικρές και το θνησιγόνο. Το αλληλόμορφο για τις μικρές κεραίες είναι επικρατές στο θνησιγόνο. Δηλαδή ισχύει $M^1 > M^2 > \mu$.

Επομένως, οι γονότυποι των γονέων είναι:

Αρσενικό: $X^K Y M^1 \mu$

Θηλυκό: $X^k X^k M^2 \mu$

Η διασταύρωση διυβριδισμού είναι:

P: $X^K Y M^1 \mu$ (x) $X^k X^k M^2 \mu$

Γαμέτες: $X^K M^1$, $X^K \mu$, $Y M^1$, $Y \mu$ / $X^k M^2$, $X^k \mu$

F1:

Γαμέτες	$X^K M^1$	$X^K \mu$	$Y M^1$	$Y \mu$
$X^k M^2$	$X^K X^k M^1 M^2$	$X^K X^k M^2 \mu$	$X^k Y M^1 M^2$	$X^k Y M^2 \mu$
$X^k \mu$	$X^K X^k M^1 \mu$	$X^K X^k \mu \mu$	$X^k Y M^1 \mu$	$X^k Y \mu \mu$

Γονοτυπική Αναλογία: $1 X^K X^k M^1 M^2 : 1 X^K X^k M^2 \mu : 1 X^K X^k M^1 \mu : 1 X^K X^k \mu \mu : 1 X^k Y M^1 M^2 : 1 X^k Y M^2 \mu : 1 X^k Y M^1 \mu : 1 X^k Y \mu \mu$

Φαινοτυπική Αναλογία: 2 θηλυκά με κόκκινα μάτια και μεγάλες πτέρυγες

1 θηλυκό με κόκκινα μάτια και μικρές πτέρυγες

2 αρσενικά με λευκά μάτια και μεγάλες πτέρυγες

1 αρσενικό με λευκά μάτια και μικρές πτέρυγες

Παρατηρούμε πως οι φαινοτυπικές αναλογίες που έχουμε βρει συμφωνούν με αυτές των δεδομένων.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

α.

Πρόδρομο mRNA:

5' – UUCAUGGAAUCCAUGAAAGGGUAGGGGAAUUCUAGCCC – 3'

Ωριμο mRNA:

5' – UUCAUGGAAUCCAUGUAGGGGAAUUCUAGCCC – 3'

β. Το ολιγοπεπτίδιο αποτελείται από 8 αμινοξέα.

Δ2.

α. Η αλληλουχία βάσεων που ενσωματώνεται στα πλασμίδια είναι:

5' – A A T T C C A T G A A A G G G T A G G G G – 3'

3' – G G T A C T T T C C C A T C C C C T T A A – 5'

β. Τα κωδικόνια του γονιδίου που θα μεταφραστούν σε αμινοξέα στα βακτήρια είναι: 5' – ATG – 3', 5' – AAA – 3', 5' – GGG – 3'.

Τοποθετώντας το κομμάτι που προέκυψε από τη δράση της EcoRI μέσα στο πλασμίδιο παρατηρούμε πως το αρχικό γονίδιο έχει καταστραφεί. Πάνω σε αυτό το κομμάτι υπάρχει κωδικόνιο έναρξης ATG, από το οποίο με βήμα τριπλέτας, συνεχόμενα και μη επικαλυπτόμενα καταλήγει σε κωδικόνιο λήξης TAG.

Γνωρίζουμε πως το mRNA είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με τη μη κωδική αλυσίδα, τη μεταγραφόμενη. Αυτή με τη σειρά της είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη με την άλλη αλυσίδα του γονιδίου, που ονομάζεται κωδική. Συμπεραίνουμε πως η κωδική με το mRNA έχει τον ίδιο προσανατολισμό και την ίδια αλληλουχία, με μόνη διαφορά όπου υπάρχει νουκλεοτίδιο με ουρακίλη στο mRNA, στην κωδική υπάρχει νουκλεοτίδιο με θυμίνη.

Στο mRNA υπάρχει το κωδικόνιο έναρξης AUG και ένα από τα λήξης UGA, UAG, UAA. Ο όρος κωδικόνιο δεν αναφέρεται μόνο στο mRNA αλλά και στο γονίδιο από το οποίο έχει παραχθεί. Οπότε, αντίστοιχα, στην κωδική αλυσίδα το κωδικόνιο έναρξης θα είναι ATG και το λήξης ένα από τα TGA, TAG, TAA.

Ψάχνουμε και στις δύο αλυσίδες με κατεύθυνση 5' προς 3', γιατί η κατεύθυνση της μεταγραφής είναι 5' → 3' και το πρώτο κωδικόνιο είναι πάντα το 5' – AUG – 3', για κωδικόνιο έναρξης ATG. Εντοπίζουμε στην επάνω αλυσίδα κωδικόνιο έναρξης και ξεκινώντας από αυτό και προχωρώντας με βήμα τριπλέτας, γιατί ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, χωρίς να παραλείπουμε κανένα νουκλεοτίδιο, γιατί ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής και εντάσσοντας ένα νουκλεοτίδιο σε ένα κωδικόνιο, γιατί ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, καταλήγουμε σε κωδικόνιο λήξης TAG, άρα η επάνω αλυσίδα είναι η κωδική και η κάτω η μη κωδική.

Τα ριβοσώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως θέσεις μετάφρασης οποιουδήποτε mRNA. Ο γενετικός κώδικας είναι σχεδόν καθολικός, δηλαδή όλοι σχεδόν οι οργανισμοί έχουν τον ίδιο γενετικό κώδικα. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι το mRNA από οποιονδήποτε οργανισμό μπορεί να μεταφραστεί σε εκχυλίσματα φυτικών, ζωικών ή βακτηριακών κυττάρων *in vitro* και να παραγάγει την ίδια πρωτεΐνη. Επειδή το βακτήριο δεν διαθέτει μηχανισμούς ωρίμανσης, ως προκαρυωτικός οργανισμός, θα μεταφραστεί και το εσώνιο.

Το κωδικόνιο λήξης (UAG) δεν μεταφράζεται.

Δ3.

α.

Προσανατολισμοί: αλυσίδα I 3' - - 5'

αλυσίδα II 5' - - 3'

β. Η αλληλουχία του rRNA θα είναι:

5' AUGAAUAGACUGAUGGCAUAUAGAGAGACAU - 3'

Δ4.

Το mRNA μέσω μίας αλληλουχίας της 5' αμετάφραστης περιοχής θα συνδεθεί με το rRNA της μικρής ριβοσωμικής υπομονάδας, με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας. Πρέπει, λοιπόν, να βρούμε την 5' αμετάφραστη περιοχή του mRNA, οπότε πρέπει να βρούμε την αλληλουχία του mRNA που θα παραχθεί από το γονίδιο της εικόνας 4.

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν στο υποερώτημα Δ2 β, βρίσκουμε στο γονίδιο της εικόνας 4 δύο κωδικόνια έναρξης που, με βάση τα χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα, καταλήγουν σε δύο κωδικόνια λήξης, αντίστοιχα.

Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξετύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια, τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια της μίας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από αδερίνη τοποθετείται το ριβονουκλεοτίδιο με ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια με 3' - 5' φωσφοδιεστερικό δεσμό, άρα η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5' → 3'. Η σύνθεση του RNA σταματά στο τέλος

του γονιδίου όπου ειδικές αλληλουχίες που ονομάζονται αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής επιτρέπουν την απελευθέρωσή του.

Αν δεχθούμε πως η κωδική αλυσίδα είναι η κάτω και η μη κωδική η επάνω, το mRNA που θα προκύψει από αυτό το γονίδιο θα είναι:

5' – GGUCUCUCUGCAUACGAUGUUGUCUAUAUUCUAGGG – 3'

Η 5' αμετάφραστη περιοχή είναι η περιοχή πριν το κωδικόνιο έναρξης, δηλαδή η περιοχή:

5' – GGUCUCUCUGCAUACG...

Επομένως η αλληλουχία των 8 βάσεων του rRNA που θα συνδεθεί με το mRNA του γονιδίου της εικόνας 4 είναι: 3' – CAGAGAGA – 5'.

Σημείωση: Αν δεχθούμε πως η επάνω αλυσίδα είναι η κωδική, η 5' αμετάφραστη περιοχή του mRNA που παράγεται, δεν έχει κάποια αλληλουχία 8 βάσεων που να είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη με το rRNA που μας δίνεται, οπότε δεν μπορεί να συνδεθεί μαζί του.