

Υλη στην οποία αναφέρεται το παρόν κριτήριο: όλο το Α' τεύχος και από το Β' τεύχος τα κεφάλαια 1^ο, 2^ο και 5^ο.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΟ 1^ο ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΘΕΜΑ Α

A1. δ, A2. β, A3. γ, A4. β, A5. γ

ΘΕΜΑ Β

B1. 1-Γ, 2-Δ, 3-Β, 4-Ε, 5-Α

B2. Απάντηση

Γονίδιο	Τμήμα μορίου DNA που περιέχει την απαραίτητη πληροφορία για τη σύνθεση ενός λειτουργικού προϊόντος (πολυπεπτιδίου ή RNA) μαζί με τις ρυθμιστικές του αλληλουχίες.
Πλασμίδιο	Μικρό, κυκλικό, δίκλωνο μόριο DNA που αυτοδιπλασιάζεται ανεξάρτητα από το βακτηριακό χρωμόσωμα και μπορεί να φέρει γονίδια π.χ. ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά.
Σύναψη	Τα ομόλογα χρωμοσώματα εγκαταλείπουν τις τυχαίες θέσεις που κατείχαν στο χώρο του πυρήνα, πλησιάζουν και τοποθετούνται το ένα απέναντι στο άλλο. Το φαινόμενο αυτό, που ονομάζεται σύναψη, γίνεται με εξαιρετική ακρίβεια, γιατί τα ομόλογα χρωμοσώματα στοιχίζονται έτσι, ώστε οι αντίστοιχοι γονιδιακοί τόποι (δηλ. οι θέσεις στις οποίες εδράζονται τα γονίδια που ελέγχουν το ίδιο γνώρισμα) να είναι ο ένας απέναντι στον άλλο.

B3. α. i) Χλωροπλάστης → φωτοσύνθεση, **ii)** Μιτοχόνδριο → κυτταρική αναπνοή / οξειδωτική φωσφορυλίωση

β. Μιτοχόνδριο: 1) Ριβοσώματα: Σε αυτές τις κυτταρικές δομές γίνεται η πρωτεϊνοσύνθεση. 2) Μήτρα: περιέχει ένζυμα, DNA και ριβοσώματα.

Χλωροπλάστης: 1) Grana: περιέχουν μόρια χλωροφύλλης 2) Στρώμα: ρευστή μάζα με ένζυμα, DNA και ριβοσώματα.

γ. Ομοιότητες: (i) διαθέτουν διπλή μεμβράνη (ii) δικό τους κυκλικό DNA/ριβοσώματα.

Διαφορές: (i) λειτουργία: μιτοχόνδριο → οξειδωτική φωσφορυλίωση, χλωροπλάστης → φωτοσύνθεση (ii) εσωτερική μεμβράνη: μιτοχόνδριο → παρουσιάζει αναδιπλώσεις, χλωροπλάστης → δεν παρουσιάζει αναδιπλώσεις.

δ. Δυο χαρακτηριστικά που υποδηλώνουν την προ-προκαρυωτική προέλευση μιτοχονδρίων και χλωροπλάστων είναι: i) Κυκλικό, δίκλωνο DNA χωρίς ιστόνες, που αυτοδιπλασιάζεται ανεξάρτητα από το πυρηνικό DNA - όπως στα βακτήρια, ii) Διαθέτουν ριβοσώματα και αυτόνομη (εν μέρει) πρωτεϊνοσύνθεση.

B4. α.

Φάση	Χρωμοσωμάτων	Χρωματιδίων	Σκεπτικό
Μεταφάση μίτωσης	4	8	διπλοειδές κύτταρο· κάθε χρωμόσωμα έχει αντιγραφεί → $2 \times 4 = 8$ χρωματίδια
Μεταφάση I	4	8	τετράδες ομολόγων ευθυγραμμισμένες - δεν έχει συμβεί διαίρεση ακόμη
Μεταφάση II	2	4	μετά τη μείωση I τα κύτταρα είναι απλοειδή ($n = 2$)· κάθε χρωμόσωμα φέρει δύο αδελφές χρωματίδες

β. Για $n = 2$ (δύο ζεύγη ομολόγων) ο αριθμός συνδυασμών λόγω ανεξάρτητης διάταξης είναι $2^2 = 4$ διαφορετικοί γαμέτες.

γ. (i) Μείωση του αριθμού χρωμοσωμάτων στο μισό ($2n \rightarrow n$)·(ii) Γενετική ποικιλότητα από (α) ανεξάρτητη διάταξη ομολόγων και (β) επιχiasμό κανένα από τα δύο δεν συμβαίνει στη μίτωση.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

- i. Η μελέτη των χρωμοσωμάτων είναι δυνατή μόνο σε κύτταρα τα οποία διαιρούνται. Τα κύτταρα αυτά μπορεί να προέρχονται είτε από ιστούς που διαιρούνται φυσιολογικά είτε από κυτταροκαλλιέργειες, όπου γίνεται in vitro επαγωγή της διαίρεσης με ουσίες που έχουν μιτογόνο δράση. Τα χρωμοσώματα μελετώνται στο στάδιο της μετάφασης, όπου

εμφανίζουν το μεγαλύτερο βαθμό συσπείρωσης και είναι ευδιάκριτα. Επειδή σε ένα πληθυσμό διαιρούμενων κυττάρων το ποσοστό αυτών που βρίσκονται στη μετάφαση είναι μικρό, χρησιμοποιούνται ουσίες οι οποίες σταματούν την κυτταρική διαίρεση στη φάση αυτή. Στη συνέχεια τα κύτταρα επωάζονται σε υποτονικό διάλυμα, ώστε να σπάσει η κυτταρική τους μεμβράνη, και τα χρωμοσώματά τους απλώνονται σε αντικειμενοφόρο πλάκα. Τέλος, χρωματίζονται με ειδικές χρωστικές ουσίες και παρατηρούνται στο μικροσκόπιο. Τα χρωμοσώματα ταξινομούνται σε ζεύγη κατά ελαττούμενο μέγεθος. Η απεικόνιση αυτή αποτελεί τον καρυότυπο.

- ii. Κάθε φυσιολογικό μεταφασικό χρωμόσωμα αποτελείται από δύο μόρια DNA. Τα χρωμοσώματα είναι $39 \times 2 = 78$ ενώ τα μόρια είναι $78 \times 2 = 156$.
- iii. Στη μείωση I διαχωρίζονται τα ομόλογα χρωμοσώματα επομένως κάθε θυγατρικό κύτταρο που προκύπτει θα έχει $78/2 = 39$ διπλασιασμένα χρωμοσώματα. Κατά την ανάφαση II διαχωρίζονται οι αδελφές χρωματίδες και κάθε μία αποτελεί αυτοτελές χρωμόσωμα, έτσι στιγμιαία ο αριθμός των χρωμοσωμάτων θα είναι $39 \times 2 = 78$.
- iv. Το 39ο ζεύγος στα θηλυκά άτομα αποτελείται από δύο X χρωμοσώματα, ενώ στα αρσενικά από ένα X και ένα Y χρωμόσωμα. Το Y χρωμόσωμα είναι μικρότερο σε μέγεθος από το X. Τα χρωμοσώματα αυτά ονομάζονται φυλετικά και σε πολλούς οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου, καθορίζουν το φύλο. Αφού το ζευγάρι αυτό διαφέρει σε μέγεθος ο σκύλος είναι αρσενικός.
- v. Στη μείωση I διαχωρίζονται τα ομόλογα χρωμοσώματα άρα και τα αλληλόμορφα γονίδια. Επομένως θα έχει είτε 2 α είτε κανένα.

Γ2.

- i. Στα μωσχομπίζελα το κίτρινο χρώμα είναι επικρατές (K) και το πράσινο είναι υπολειπόμενο(k).

Η διασταύρωση $Kk \times Kk$ δίνει απογόνους με γονότυπους KK, Kk και kk.

Ένα φυτό με κίτρινο σπέρμα μπορεί να έχει γονότυπο KK ή Kk.

Η αυτογονιμοποίηση του φυτού με γονότυπο KK οδηγεί σε απογόνους με γονότυπο KK και φαινότυπο κίτρινο, ενώ η αυτογονιμοποίηση του φυτού με γονότυπο Kk δίνει απογόνους: $\frac{1}{4}$ KK με φαινότυπο κίτρινο, $\frac{2}{4}$ Kk με φαινότυπο κίτρινο και $\frac{1}{4}$ kk με φαινότυπο πράσινο.

Ο τρόπος με τον οποίο κληρονομούνται οι χαρακτήρες τους οποίους μελέτησε ο Mendel είναι αποτέλεσμα των γεγονότων που συμβαίνουν στη μείωση. Κατά την παραγωγή των γαμετών διαχωρίζονται τα δύο ομόλογα χρωμοσώματα και συνεπώς και τα δύο αλληλόμορφα γονίδια. Οι απόγονοι προκύπτουν από τον τυχαίο συνδυασμό των γαμετών.

Η κατανομή των αλληλόμορφων στους γαμέτες και ο τυχαίος συνδυασμός τους αποτελεί τον πρώτο νόμο του Mendel ή νόμο του διαχωρισμού των αλληλόμορφων γονιδίων.

- ii. Η διασταύρωση ενός ατόμου άγνωστου γονότυπου με ένα άτομο ομόζυγο για το υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο ονομάζεται διασταύρωση ελέγχου. Το ομόζυγο υπολειπόμενο άτομο έχει πάντοτε ένα μόνο γονότυπο που καθορίζει και το φαινότυπο.

Γ3.

- i. Ανεξάρτητα από τον αριθμό των νουκλεοτιδίων από τα οποία αποτελείται η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, το πρώτο της νουκλεοτίδιο έχει πάντα μία ελεύθερη φωσφορική ομάδα συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του και το τελευταίο νουκλεοτίδιό της έχει ελεύθερο το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του. Για το λόγο αυτό αναφέρεται ότι ο προσανατολισμός της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι 5'→3'. Υπάρχει ελεύθερη φωσφορική ομάδα άρα πάνω αριστερά 5', κάτω αριστερά 3', πάνω δεξιά 3' και κάτω δεξιά 5'.
- ii. 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. Συνεχή η I και ασυνεχής η II.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

- α. Η διαδικασία που παριστάνεται στο σχήμα είναι η πρωτεϊνοσύνθεση (μετάφραση). Αυτή πραγματοποιείται σε περιοχές του κυττάρου που υπάρχουν ριβοσώματα (**0,5 μον**). Στα προκαρυωτικά κύτταρα, στο κυτταρόπλασμα (**0,5 μον**) και στα ευκαρυωτικά γίνεται στο κυτταρόπλασμα, στα ελεύθερα ριβοσώματα (**0,5 μον**) ή στα ριβοσώματα του αδρού ενδοπλασματικού δικτύου (**0,5 μον**), στα μιτοχόνδρια (**0,5 μον**) και αν το κύτταρο είναι φυτικό και διαθέτει χλωροπλάστες, γίνεται και στους χλωροπλάστες (**0,5 μον**).

- β. I → 5' άκρο II → 3' άκρο.

Κατεύθυνση μετάφρασης



- γ. I 5'...AGUC.....GCUG... 3' II. Το ριβόσωμα κινείται από το άκρο I (5') προς το άκρο II (3') του mRNA.

- δ. Το ριβόσωμα αποτελείται από rRNA το οποίο παράγεται με τη διαδικασία της μεταγραφής και από πρωτεΐνες οι οποίες παράγονται με τη μεταγραφή, την ωρίμανση (αν το γονίδιο είναι ασυνεχές) και τη μετάφραση. Μπορεί να γίνονται και μετα-μεταφραστικές τροποποιήσεις.
- ε. Το επόμενο κωδικόνιο που θα μεταφραστεί είναι το 5'CUA 3'.

Δ2. Μετάφραση είναι η διαδικασία αντιστοίχισης των κωδικονίων του mRNA σε αμινοξέα και η διαδικασία σύνδεσης των αμινοξέων με πεπτιδικό δεσμό για το σχηματισμό μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

α. Λόγω του πεπτιδικού δεσμού που σχηματίζεται από την αντίδραση συμπύκνωσης μεταξύ της καρβοξυλομάδας του ενός αμινοξέος με την αμινομάδα του επόμενου, γνωρίζω ότι στην αρχή κάθε πεπτιδίου υπάρχει ελεύθερη αμινομάδα και στο τέλος ελεύθερη καρβοξυλομάδα. Το πεπτίδιο αποτελείται από 5 αμινοξέα, επομένως η περιοχή του mRNA που το κωδικοποιεί αποτελείται από 6 κωδικόνια, πέντε που κωδικοποιούν αμινοξέα και ένα που σηματοδοτεί τη λήξη της μετάφρασης (κωδικόνιο λήξης). Η σειρά των αμινοξέων στο πεπτίδιο που συντίθεται δηλώνει και τη σειρά των κωδικονίων που μεταφράζονται στο mRNA. Το 1^ο και το 5^ο αμινοξύ είναι η μεθειονίνη. Επομένως, το 1^ο και το 5^ο κωδικόνιο θα είναι το AUG στο mRNA των δύο γονιδίων, ενώ το 6^ο κωδικόνιο θα είναι ένα από τα κωδικόνια λήξης UAG, UAA, UGA. Αντίστοιχα, για την κωδική αλυσίδα των δύο γονιδίων το 1^ο και το 5^ο κωδικόνιο θα είναι το ATG, ενώ αντίστοιχα το 6^ο κωδικόνιο θα είναι ένα από τα κωδικόνια λήξης TAG, TAA, TGA. Αυτό ισχύει διότι ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA αλλά και την κωδική αλυσίδα του γονιδίου που το κωδικοποιεί (**2 μον**). Η αλυσίδα του γονιδίου που μεταγράφεται είναι η μη κωδική και είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη με το mRNA που παράγεται. Η μεταγραφή γίνεται με προσανατολισμό 5' → 3' (**2 μον**).

Σε κάθε πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα, το πρώτο νουκλεοτίδιο έχει ελεύθερη φωσφορική ομάδα στο 5' άτομο άνθρακα της πεντόζης του, ενώ το τελευταίο νουκλεοτίδιο έχει ελεύθερο υδροξύλιο που είναι συνδεδεμένο στο 3' άτομο άνθρακα της πεντόζης του. Οι δύο αλυσίδες του γονιδίου είναι μεταξύ τους συμπληρωματικές και αντιπαράλληλες, δηλαδή απέναντι από το 5' άκρο της μιας βρίσκεται το 3' άκρο της άλλης και αντίστροφα (**1 μον**).

Διαβάζοντας και τις δύο αλυσίδες και προς τις δύο κατευθύνσεις και στα 2 γονίδια και με δεδομένο ότι το ένα προέρχεται από ευκαρυωτικό γονίδιο άρα θα περιέχει εσώνιο, διαπιστώνουμε ότι στην αλυσίδα Ia του γονιδίου I υπάρχει η εξής αλληλουχία κωδικονίων: 5'ATG3', 5'TGG3', 5'CTT3', 5'GCT3', 5'ATG3', ενώ στην αλυσίδα IIb υπάρχει η ίδια

αλληλουχία, η οποία όμως διαβαζόμενη με βήμα τριπλέτας, συνεχή και μη επικαλυπτόμενο τρόπο, διακόπτεται από την αλληλουχία 5'CGCAT3' του εσωνίου.

Με βάση τα παραπάνω, κωδική αλυσίδα για το γονίδιο I είναι η Ια ενώ για το γονίδιο II είναι η ΙΙβ. Επομένως, τα 5' και 3' άκρα στα δύο γονίδια είναι:

Αλληλουχία I:

5' ACGAG ATG TGG CTT GCT ATG TGA CGAAC 3' Αλυσίδα Ια / κωδική

3' TGCTC TAC ACC GAA CGA TAC ACT GCTTG 5' Αλυσίδα Ιβ / μη κωδική

Αλληλουχία II:

3' CGAGC TAC ACC GAA GCGTA CGA TAC ATT CTGAT 5' Αλυσίδα ΙΙα / μη κωδική

5' GCTCG ATG TGG CTT **CGC AT** GCT ATG TAA GACTA 3' Αλυσίδα ΙΙβ / κωδική

Εσώνιο

β. Το γονίδιο I που είναι συνεχές μπορεί να βρίσκεται στο γονιδίωμα είτε προκαρυωτικού (0,5 μον) είτε ευκαρυωτικού κυττάρου (0,5 μον), είτε DNA ιού (0,5 μον), είτε ανθρώπινου μιτοχονδρίου (0,5 μον). Το γονίδιο II που είναι ασυνεχές μπορεί να βρίσκεται σε γονιδίωμα είτε ευκαρυωτικού κυττάρου (0,5 μον) είτε ιού (DNA) που προσβάλλει ευκαρυωτικά κύτταρα (0,5 μον).

γ.

5' ACGAG AUG UGG CUU GCU AUG UGA CGAAC 3' / mRNA (1 μον)

5' GCUCG AUG UGG CUU **CGCAU** GCU AUG UAA GACUA 3' / πρόδρομο mRNA

Εσώνιο

(1 μον)

δ. Το τμήμα του mRNA που μεταφράζεται είναι ίδιο και για τα δύο mRNA και περιλαμβάνει με τη σειρά τα κωδικόνια που κωδικοποιούν αμινοξέα. Επομένως είναι:

5' AUG UGG CUU GCU AUG 3' (1 μον)

Τα αντικωδικόνια που παίρνουν μέρος στη μετάφραση είναι με τη σειρά:

3' UAC 5', 3' ACC 5', 3' GAA 5', 3' CGA 5', 3' UAC 5' (1 μον).

(*) Οι απαντήσεις συντάχθηκαν από την ομάδα διδασκόντων του Τομέα Βιολογίας του Φροντιστηρίου αξία και αποτελούν πνευματική τους ιδιοκτησία.

Η χρήση τους εκτός Φροντιστηρίου, επιτρέπεται μόνο για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Οποιαδήποτε άλλη χρήση ή αναπαραγωγή χωρίς άδεια, μπορεί να επιφέρει τις προβλεπόμενες από το Νόμο κυρώσεις.