

Βιολογία Γ' Λυκείου
14 Δεκεμβρίου 2025
Ενδεικτικές Απαντήσεις

Θέμα Α

A1. β

A2. δ

A3. β

A4. β

A5. δ

Θέμα Β

B1. Οποιαδήποτε τρία από τα παρακάτω:

Λόγος A+T/G+C του DNA τους.

Καρυότυπος (πλήθος, μορφολογία, διαζώνωση χρωμοσωμάτων) των συγκρινόμενων ειδών.

PCR ίδιων γονιδίων των συγκρινόμενων ειδών και πέψη τους με ίδιο σύνολο από περιοριστικές ενδονουκλεάσες.

Εντοπισμός ίδιων γονιδίων, σε ίδιους γενετικούς τόπους με ανιχνευτές.

Πρωτεμίωμα (σύνολο των γνωστών πρωτεϊνών) ή ευκολότερα σύγκριση κάποιων συγκεκριμένων πρωτεϊνών (π.χ. τα κυτοχρώματα των μιτοχονδρίων) των συγκρινόμενων ειδών (άγνωστο, σκίουρου του δάσους αυτού και κουνέλι του δάσους αυτού).

Γονιδιωματική βιβλιοθήκη/cDNA βιβλιοθήκη ίδιων κυτταρικών τύπων, στην ίδια φάση (κυττάρου, αναπτυξιακή κατάσταση οργανισμού) ίδιο περιβάλλον, των συγκρινόμενων ειδών.

Βιοχημική σύγκριση - ανίχνευση (ποιοτική ή/και ποσοτική) συγκεκριμένων γονιδιακών προϊόντων χαρακτηριστικών των συγκρινόμενων ειδών.

Ανοσολογική σύγκριση - ανίχνευση (ποιοτική ή/και ποσοτική) συγκεκριμένων γονιδιακών προϊόντων χαρακτηριστικών των συγκρινόμενων ειδών.

Διασταυρώσεις ατόμων αντίθετου φύλου των συγκρινόμενων ειδών και αναμονή για γέννηση γόνιμων απογόνων.

Μορφολογία κυττάρων συγκεκριμένων ιστών, χαρακτηριστικών των συγκρινόμενων ειδών.

Μεταβολίωμα (σύνολο του γνωστού μεταβολισμού) ή ευκολότερα σύγκριση συγκεκριμένων μεταβολικών οδών χαρακτηριστικών των συγκρινόμενων ειδών.

Γονιδίωμα (συγκριτική γονιδιωματική μελέτη) των τριών αυτών ειδών του δάσους και καθορισμός των εξελικτικών τους σχέσεων.

B2.α. Η έκθεση μιας πρωτεΐνης σε ακραίες τιμές θερμοκρασίας ή pH έχει ως αποτέλεσμα η πρωτεΐνη να υφίσταται αυτό που ονομάζουμε **μετουσίωση**. Δηλαδή, σπάζουν οι δεσμοί που έχουν αναπτυχθεί μεταξύ των πλευρικών ομάδων, καταστρέφεται η τρισδιάστατη δομή της και η πρωτεΐνη χάνει τη λειτουργικότητά της.

β. DNA πολυμεράσες επιμηκύνουν τα πρωταρχικά τμήματα, τοποθετώντας συμπληρωματικά δεοξυριβονουκλεοτίδια απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες του DNA. Τα νέα μόρια DNA αρχίζουν να σχηματίζονται καθώς δημιουργούνται δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των συμπληρωματικών αζωτούχων βάσεων των δεοξυριβονουκλεοτιδίων. Οι DNA πολυμεράσες επιδιορθώνουν επίσης λάθη που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της αντιγραφής. Μπορούν, δηλαδή, να «βλέπουν» και να απομακρύνουν νουκλεοτίδιο που οι ίδιες τοποθετούν κατά παράβαση του κανόνα της συμπληρωματικότητας, και να το αντικαθιστούν με το σωστό. Η αντιγραφή του DNA είναι εξαιρετικά ακριβής· μόνο ένα νουκλεοτίδιο στα 100.000 μπορεί να ενσωματωθεί λανθασμένα. Τα λάθη που δεν επιδιορθώνονται από τις DNA πολυμεράσες, επιδιορθώνονται σε μεγάλο ποσοστό από ειδικά επιδιορθωτικά ένζυμα.

B3. Στα ευκαρυωτικά κύτταρα η γονιδιακή έκφραση ρυθμίζεται σε τέσσερα επίπεδα:

- Στο επίπεδο της μεταγραφής. Ένας αριθμός μηχανισμών ελέγχουν ποια γονίδια θα μεταγραφούν ή/και με ποια ταχύτητα θα γίνει η μεταγραφή. Το DNA των ευκαρυωτικών κυττάρων δεν οργανώνεται σε οπερόνια αλλά κάθε γονίδιο έχει το δικό του υποκινητή και μεταγράφεται αυτόνομα. Η RNA πολυμεράση λειτουργεί (όπως και στους προκαρυωτικούς οργανισμούς) με τη βοήθεια πρωτεϊνών, που ονομάζονται μεταγραφικοί παράγοντες. Μόνο που στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς οι μεταγραφικοί παράγοντες παρουσιάζουν τεράστια ποικιλία. Κάθε κυτταρικός τύπος περιέχει διαφορετικά είδη μεταγραφικών παραγόντων. Διαφορετικός συνδυασμός μεταγραφικών παραγόντων ρυθμίζει τη μεταγραφή κάθε γονιδίου. Μόνο όταν ο σωστός συνδυασμός των μεταγραφικών παραγόντων προσδεθεί στον υποκινητή ενός γονιδίου, αρχίζει η RNA πολυμεράση τη μεταγραφή ενός γονιδίου.
- Στο επίπεδο μετά τη μεταγραφή. Περιλαμβάνονται οι μηχανισμοί με τους οποίους γίνεται η ωρίμανση του πρόδρομου mRNA και καθορίζεται η ταχύτητα με την οποία το ώριμο mRNA αφήνει τον πυρήνα και εισέρχεται στο κυτταρόπλασμα.
- Στο επίπεδο της μετάφρασης. Ο χρόνος που «ζουν» τα μόρια mRNA στο κυτταρόπλασμα δεν είναι ο ίδιος για όλα τα είδη RNA, επειδή μετά από κάποιο χρονικό διάστημα αποικοδομούνται. Επίσης, ποικίλλει και η ικανότητα πρόσδεσης του mRNA στα ριβοσώματα.
- Στο επίπεδο μετά τη μετάφραση. Ακόμη και όταν γίνει η πρωτεϊνοσύνθεση και παραχθεί η κατάλληλη πρωτεΐνη, μπορεί να πρέπει να υποστεί τροποποιήσεις, για να γίνει βιολογικά λειτουργική.

B4. Τα 20 διαφορετικά αμινοξέα που δομούν τις πρωτεΐνες των ζωντανών οργανισμών, τοποθετούμενα σε διαφορετικούς συνδυασμούς, μπορούν να σχηματίσουν έναν τεράστιο αριθμό διαφορετικών πρωτεϊνικών μορίων ίδιου μήκους. Ένα πολυπεπτίδιο, αμέσως μετά τη σύνθεσή του, δεν είναι συνήθως ικανό να εκδηλώσει το βιολογικό του ρόλο. Η ικανότητα αυτή αποκτάται όταν η πολυπεπτιδική αλυσίδα πάρει την τελική διαμόρφωσή της στον χώρο. Η διαμόρφωση του πρωτεϊνικού μορίου στον χώρο καθορίζεται από την αλληλουχία των αμινοξέων στην πεπτιδική αλυσίδα και σταθεροποιείται από τους δεσμούς που σχηματίζονται ανάμεσα στις πλευρικές ομάδες R των αμινοξέων.

Θέμα Γ

Γ1. Η αναλογία $2♀ : 1♂$ τους απογόνους οδηγεί στο συμπέρασμα πως υπάρχει φυλοσύνδετο υπολειπόμενο θνησιγόνο γονίδιο. Οι αρσενικοί απόγονοι που πεθαίνουν έχουν κληρονομήσει το θνησιγόνο αλληλόμορφο από τη μητέρα τους. Οι επιβιώσαντες αρσενικοί απόγονοι κληρονομούν το αλληλόμορφο για το λευκό χρώμα από τη μητέρα τους. Οι θηλυκοί απόγονοι κληρονομούν το αλληλόμορφο του μαύρου χρώματος από τον πατέρα τους. Οι θηλυκοί απόγονοι είναι μαύροι ενώ διαθέτουν και το αλληλόμορφο του λευκού από τη μητέρα τους, οπότε το αλληλ. Για το μαύρο είναι επικρατές.

Συνεπώς υπάρχουν τρία αλληλόμορφα γονίδια με συμβολισμούς και ακολουθία επικράτησης:

X a1: αλληλόμορφο μαύρου χρώματος

X a2: αλληλόμορφο λευκού χρώματος

X a3: θνησιγόνο αλληλόμορφο

Xa1>Xa2>Xa3

Η διασταύρωση είναι: P: Xa2 Xa3 x Xa1Y

Γαμ: Xa2,Xa3 / Xa1, Y

F1: Xa1 Xa2, Xa1 Xa3, Xa2Y, Xa3Y(μη βιώσιμο)

Φ.Α. : 2♀μαύρο : 1♂ λευκό

Γ2. Γονότυπος διαγονιδιακών φυτών με γονίδιο A στο 2ο χρωμόσωμα: 2A255

Γονότυπος διαγονιδιακών φυτών με γονίδιο B στο 5ο χρωμόσωμα: 225B5

Η διασταύρωση είναι: P: 2A255 x 225B5

Γαμ: 2A5, 25 / 25B, 25

F1: 2A255B, 225B5, 2A255,2255

Φ.Α. : 1 μωβ : 1 γαλάζιο : 2 άσπρα

Γ3. Τα φυτά της F1 γενιάς με άσπρο χρώμα έχουν γονότυπους:

225B5 & 2255

Τα φυτά της F1 γενιάς με γαλάζιο χρώμα έχουν γονότυπο: 22A55

Υπάρχουν δυο πιθανές διασταυρώσεις:

1 η περίπτωση

F1: 225B5 x 22A55

Γαμ: 25B, 25 / 25, 2A5

F2: 2255B, 2255, 22A55B, 22A55

Φ.Α. : 2 άσπρα: 1 γαλάζιο: 1 μωβ ΑΠΟΡΡΙΠΤΕΤΑΙ

2 η περίπτωση

F1: 2255 x 22A55

Γαμ: 25 / 25, 2A5

F2: 2255, 22A55

Φ.Α.: 1 άσπρα : 1 γαλάζιο ΑΠΟΔΕΚΤΟ

Συνεπώς ο γονότυπος του άσπρου φυτού θα είναι 2255.

Γ4.α. Τα ένζυμα διασπούν τη λακτόζη αφού παράγονται συνεχώς από το οπερόνιο της λακτόζης του κύριου μορίου DNA. Το βακτήριο επιβιώνει

εναλλακτική αναλυτική απάντηση: Παρουσία λακτόζης , τότε ο συγκεκριμένος διασκαρής προσδέεται στον καταστολέα που παράγεται από το ρυθμιστικό γονίδιο του οπερονίου της λακτόζης που περιέχεται στο κύριο μόριο του βακτηρίου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο καταστολέας να μην μπορεί να προσδεθεί στον χειριστή. Έπειτα η RNA πολυμεράση ξεκινά την μεταγραφή , τόσο των δομικών γονιδίων όσο και του γονιδίου ανθεκτικότητας στην στρεπτομυκίνη. Τα τρία ένζυμα που είναι απαραίτητα για την αποικοδόμηση της λακτόζης και την αξιοποίηση της ως πηγή άνθρακα, παράγονται από την έκφραση των δομικών γονιδίων του οπερονίου και ταυτόχρονα το βακτήριο είναι ανθεκτικό σε στρεπτομυκίνη λόγω έκφρασης του γονιδίου ανθεκτικότητας στη στρεπτομυκίνη το οποίο εντοπίζεται στο πλασμίδιο που έχει μετασχηματίσει το βακτήριο. Όλα τα παραπάνω συμβάλουν στην επιβίωση του βακτηρίου παρουσία λακτόζης.

β. Απουσία λακτόζης ο καταστολέας του οπερονίου της λακτόζης συνδέεται στο χειριστή του πλασμιδίου εμποδίζοντας την RNA πολυμεράση να συνδεθεί και να μεταγράψει το γονίδιο ανθεκτικότητας στην στρεπτομυκίνη. Το βακτήριο παρουσία στρεπτομυκίνης δεν επιβιώνει.

Εναλλακτική αναλυτική απάντηση: Παρουσία γλυκόζης ο καταστολέας που παράγεται από το ρυθμιστικό γονίδιο, προσδέεται στον χειριστή του πλασμιδίου που έχει φυσιολογική

αλληλουχία βάσεων και αποτρέπει την μεταγραφή του γονιδίου ανθεκτικότητας στο αντιβιοτικό στρεπτομυκίνη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το βακτήριο να είναι ευαίσθητο στο συγκεκριμένο αντιβιοτικό. Από την άλλη δεν παρατηρείται πρόσδεση του καταστολέα στον χειριστή του οπερονίου, καθώς ο χειριστής δεν έχει φυσιολογική αλληλουχία βάσεων. Κατ' επέκταση η καταστολή της έκφρασης των δομικών γονιδίων δεν είναι εφικτή και αναμένεται η παραγωγή των τριών ενζύμων που μεταβολίζουν τη λακτόζη. Συμπερασματικά το βακτήριο στο περιβάλλον με γλυκόζη και στρεπτομυκίνη δεν επιβιώνει λόγω της έλλειψης ανθεκτικότητας στο αντιβιοτικό αυτό.

γ. Η λακτόζη συνδέεται στον καταστολέα και τον απενεργοποιεί. Το οπερόνιο του κύριου DNA είναι ενεργό ούτως ή άλλως λόγω μεταλλαγμένου χειριστή. Το γονίδιο της στρεπτομυκίνης εκφράζεται εφόσον ο χειριστής είναι ελεύθερος. Το βακτήριο επιβιώνει.

Εναλλακτική αναλυτική απάντηση: Παρουσία λακτόζης, τότε ο διασχαρίτης προσδένεται στον καταστολέα που παράγεται από το ρυθμιστικό γονίδιο του οπερονίου της λακτόζης που περιέχεται στο κύριο μόριο αλλά και στο πλασμίδιο. Έτσι η RNA πολυμεράση ξεκινά την μεταγραφή, τόσο των δομικών γονιδίων όσο και του γονιδίου ανθεκτικότητας στην στρεπτομυκίνη. Τα τρία ένζυμα που είναι απαραίτητα για την αποικοδόμηση της λακτόζης και την αξιοποίηση της ως πηγή άνθρακα, παράγονται από την έκφραση των δομικών γονιδίων του οπερονίου και ταυτόχρονα το βακτήριο είναι ανθεκτικό σε στρεπτομυκίνη λόγω έκφρασης του γονιδίου ανθεκτικότητας στη στρεπτομυκίνη το οποίο εντοπίζεται στο πλασμίδιο που έχει μετασηματίσει το βακτήριο. Επομένως παρουσία λακτόζης και στρεπτομυκίνης το βακτήριο επιβιώνει.

Θέμα Δ

Δ1.α. Μπορούμε να διερευνήσουμε όλες τις παρακάτω περιπτώσεις κληρονομικότητας.

Έστω, αυτοσωμικό επικρατές, αυτοσωμικό υπολειπόμενο – απορρίπτεται

φυλοσύνδετο υπολειπόμενο είναι δεκτό

β. I1: XBΧβ I2: ΧβΥ,

II1: ΧβΥ, II2: XBΧβ, II3: ΧβΥ

γ. Σύμφωνα με τη διασταύρωση η πιθανότητα είναι $\frac{1}{4}$ ή 25%.

δ. Σύμφωνα με τις διασταυρώσεις απόγονοι που να έχουν μόνο φυσιολογικά αλληλόμορφα μπορούν να προκύψουν μόνο αν το χαρακτηριστικό κληρονομείται ως αυτοσωμικός επικρατής χαρακτήρας.

Δ2.α. Ο αριθμός των θραυσμάτων που θα προκύψουν από την ταυτόχρονη πέψη των δύο περιοριστικών ενδονουκλεασών θα είναι το άθροισμα των θέσεων αναγνώρισης της κάθε μίας: $7+4 = 11$ θραύσματα.

Όταν ένα κυκλικό μόριο DNA πέπτεται μία φορά από δράση περιοριστικής ενδονουκλεάσης, γίνεται γραμμικό. Άρα ο αριθμός των θραυσμάτων που θα δημιουργηθούν σε ένα δίκλωνο κυκλικό μόριο DNA είναι ίσος με τον αριθμό των θέσεων αναγνώρισης των περιοριστικών ενδονουκλεασών που θα δράσουν σε αυτό. Οι δύο συγκεκριμένες περιοριστικές ενδονουκλεάσες αναγνωρίζουν διαφορετικές αλληλουχίες (η αλληλουχία της A δεν υπάρχει εντός της αλληλουχίας που αναγνωρίζει η B λόγω διαφορετικού προσανατολισμού), με αποτέλεσμα να δρουν αναγκαστικά σε διαφορετικά σημεία.

β. 5'CTAG ATCTACCTA GG ATCCATAG ATCAATTCCTAGACCTA GGAT3'
3'GATCTA GATGG ATCCTA GGTATCTA GTTAAGGATCTGG ATCCTA5'
 θρ. 1 θρ. 2 θρ. 3 θρ. 4 θρ. 5 θρ. 6

Προκύπτουν 6 θραύσματα

Η DNA πολυμεράση επιμηκύνει μία νουκλεοτιδική αλυσίδα τοποθετώντας δεοξυριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια της μητρικής με κατεύθυνση 5'→3'. Με βάση τη συμπληρωματικότητα των βάσεων, απέναντι από A τοποθετεί T, ενώ απέναντι από C τοποθετεί G και αντίστροφα. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας της in vitro αντιγραφής, τα θραύσματα θα έχουν τη συγκεκριμένη μορφή.

Θραύσμα 1: 5'CTAGAT 3'
 3'GATCTA 5'

Θραύσμα 2: 5'ATCTACCTA 3'
 3'TAGATGG 5'

Θραύσμα 3: 5' GGAT 3'
 3'ATCCTA 5'

Θραύσμα 4: 5'ATCCATAGAT 3'
 3'TAGGTATCTA 5'

Θραύσμα 5: 5'ATCAATTCCTAGACCTA 3'
 3'TAGTTAAGGATCTGG 5'

Θραύσμα 6: 5' GGAT 3'
 3'ATCCTA 5'

**Τις απαντήσεις επιμελήθηκε ο καθηγητής
Γεωργούδης Θεμιστοκλής**