

ΛΥΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ (ΠΑΛΑΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ)

ΘΕΜΑ Α

- A1 β
- A2 α
- A3 β
- A4 γ
- A5 δ

ΘΕΜΑ Β

B1.α. Τα κύτταρα διακρίνονται σε προκαρυωτικά και ευκαρυωτικά με βάση κυρίως την ύπαρξη ή όχι πυρηνικής μεμβράνης, η οποία περιβάλλει το γενετικό τους υλικό. Τα κύτταρα των οποίων το γενετικό υλικό (DNA) δεν περιβάλλεται από πυρηνική μεμβράνη ονομάζονται προκαρυωτικά. Οι πλέον χαρακτηριστικοί προκαρυωτικοί οργανισμοί είναι τα βακτήρια και τα κυανοβακτήρια. Η δομή των ευκαρυωτικών κυττάρων, δηλαδή ορισμένων μονοκύτταρων και των πολυκύτταρων οργανισμών, είναι συνθετότερη. Η μεμβράνη που περιβάλλει το γενετικό υλικό σχηματίζει μαζί μ' αυτό τον πυρήνα του κυττάρου (κάρυο = πυρήνας, ευ= καλώς → καλά σχηματισμένος πυρήνας)

B. Το πολύσωμα είναι σύμπλεγμα που αποτελείται από ένα μόριο mRNA και πολλά ριβοσώματα που συνδέονται κατά μήκος του mRNA το καθένα σε διαφορετικά σημεία για να μεταφράσουν ταυτόχρονα το mRNA σε πολλές αλυσίδες πρωτεϊνών.

α- ευκαρυωτικό ή προκαρυωτικό. Παρατηρούμε πως τα αναπτυσσόμενα πεπτίδια αυξάνονται σε μήκος από αριστερά προς τα δεξιά. Συνεπώς υπάρχει μία θέση πρόσδεσης ριβοσώματος, η οποία ακολουθείται από ένα κωδικόνιο έναρξης το οποίο καταλήγει στο τέλος του mRNA σε ένα κωδικόνιο λήξης όπου τα ριβοσώματα αποσυνδέονται. Συμπερασματικά, παράγεται ένας είδος πεπτιδικής αλυσίδας από το mRNA, φαινόμενο το οποίο συναντάται και σε προκαρυωτικούς και σε ευκαρυωτικούς οργανισμούς.

β- προκαρυωτικό Παρατηρούμε πως μεταξύ 2ου και 3ου ριβοσώματος, καθώς και 4ου και 5ου, η πεπτιδική αλυσίδα αντί να αυξάνεται σε μήκος μειώνεται. Αυτό σημαίνει πως παρεμβάλλεται κωδικόνιο λήξης όπου τα ριβοσώματα αποσυνδέονται, το οποίο ακολουθείται από επόμενο κωδικόνιο έναρξης που αφορά στην παραγωγή διαφορετικών πεπτιδικών αλυσίδων. Συνεπώς, από ένα mRNA προκύπτουν 3 είδη πεπτιδικών αλυσίδων, οπότε πρόκειται για mRNA δομικών γονιδίων οπερονίου, το οποίο απαντάται μόνο στα προκαρυωτικά κύτταρα.

Γ. Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο ερώτημα, τα ριβοσώματα μετακινούνται από αριστερά προς τα δεξιά, ενώ γενικώς στη μετάφραση τα ριβοσώματα κινούνται με κατεύθυνση 5'→3'. Συνεπώς, τα άκρα έχουν ως εξής.

1,3 → 5'

2,4 → 3'

B2. Α. Στην πρώτη περίπτωση, όπου υπάρχει αλλαγή στο ρυθμιστικό γονίδιο με αποτέλεσμα ο καταστολέας να μην μπορεί να προσδεθεί στον χειριστή, η RNA πολυμεράση προσδένεται κανονικά στον υποκινητή και μεταγράφει τα δομικά γονίδια συνεχώς. Έτσι, τα δομικά γονίδια εκφράζονται συνεχώς, ανεξάρτητα από το αν υπάρχει ή όχι λακτόζη.

Β. Στη δεύτερη περίπτωση, όταν η μετάλλαξη συμβαίνει στον υποκινητή και η RNA πολυμεράση δεν μπορεί να προσδεθεί, η μεταγραφή δεν μπορεί να ξεκινήσει. Κατά συνέπεια, τα δομικά γονίδια δεν εκφράζονται ποτέ, είτε υπάρχει λακτόζη είτε όχι.

Γ. Στην τρίτη περίπτωση, αν το ρυθμιστικό γονίδιο μεταλλαχθεί ώστε ο καταστολέας να μην μπορεί να συνδεθεί με τον επαγωγέα (δηλαδή την λακτόζη), τότε ο καταστολέας παραμένει πάντα ενεργός και δεσμευμένος στον χειριστή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα δομικά γονίδια να μην μεταγράφονται ποτέ, ακόμη και όταν υπάρχει λακτόζη.

Δ. Αν το κωδικόνιο έναρξης του ρυθμιστικού γονιδίου μεταλλαχθεί και δεν μπορεί να ξεκινήσει η μετάφραση του mRNA, τότε το ρυθμιστικό γονίδιο δεν θα εκφραστεί και δεν θα παραχθεί καθόλου καταστολέας. Χωρίς τον καταστολέα, ο χειριστής μένει πάντα ελεύθερος και η RNA πολυμεράση μπορεί να προσδεθεί στον υποκινητή και να μεταγράψει τα δομικά γονίδια. Έτσι, το αποτέλεσμα είναι ότι τα δομικά γονίδια θα εκφράζονται συνεχώς, ανεξάρτητα από την παρουσία ή απουσία λακτόζης.

B3. α.

A ένζυμο

B υπόστρωμα

Γ,Δ προϊόντα

β. Δύο ιδιότητες των ενζύμων που φαίνονται από το σχήμα:

1. Δε συμμετέχουν στην αντίδραση που καταλύουν, με την έννοια ότι παραμένουν αναλλοίωτα και μετά το τέλος της αντίδρασης μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν πολλές φορές, ώσπου να καταστραφούν.
2. Εμφανίζουν υψηλό βαθμό εξειδίκευσης, που οφείλεται στη διάταξή τους στο χώρο και στη δυνατότητα σύνδεσης του ενεργού τους κέντρου με το υπόστρωμα. Αυτό σημαίνει ότι δρουν συνήθως σε ένα μόνο συγκεκριμένο υπόστρωμα. Ένα ένζυμο δηλαδή καταλύει συνήθως μία μόνο χημική αντίδραση ή, το πολύ, μια σειρά από πολύ συγγενικές αντιδράσεις. Η καταλάση, για παράδειγμα, καταλύει μόνο την αντίδραση διάσπασης του υπεροξειδίου του υδρογόνου. Αντίθετα η παγκρεατική λιπάση, ένζυμο που εκκρίνεται από το πάγκρεας, καταλύει τις αντιδράσεις διάσπασης μιας σειράς διαφορετικών λιπιδίων.

γ. Τα ένζυμα είναι πρωτεΐνες και σχηματίζονται από μονομερή που ονομάζονται αμινοξέα.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Στα γονίδια των ευκαρυωτικών οργανισμών η αλληλουχία που μεταφράζεται σε αμινοξέα (εξώνια) διακόπτεται από ενδιάμεσες αλληλουχίες οι οποίες δε μεταφράζονται σε αμινοξέα (εσώνια). Όταν ένα γονίδιο που περιέχει εσώνια μεταγράφεται, δημιουργείται το πρόδρομο mRNA που περιέχει και εξώνια και εσώνια. Το πρόδρομο mRNA μετατρέπεται σε ώριμο mRNA με τη διαδικασία της ωρίμανσης, κατά την οποία τα εσώνια κόβονται και απομακρύνονται. Στην κατασκευή cDNA βιβλιοθήκης, κατασκευάζεται μια συμπληρωματική αλυσίδα DNA (cDNA) με καλούπι το ώριμο mRNA με τη βοήθεια του ενζύμου αντίστροφη μεταγραφάση. Η αλυσίδα DNA που γονιδίου θα έχει εσώνια, ενώ το cDNA δεν θα έχει εσώνια. Παρατηρούμε πως η αλυσίδα Α είναι μερικώς συμπληρωματική με την αλυσίδα Β, συνεπώς η Α θα αποτελεί την κωδική αλυσίδα του DNA του γονιδίου και τα τμήματα που δεν παρουσιάζουν συμπληρωματικότητα με το cDNA είναι τα εσώνια. Ευπλέον, η αλυσίδα Α

είναι μεγαλύτερη σε μήκος από τη Β, καθώς η πρώτη διαθέτει εσώνια. Η Β αλυσίδα θα αποτελεί το cDNA, το οποίο, δεδομένου πως είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με το mRNA, θα είναι επίσης συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο τμηματικά με την κωδική αλυσίδα του γονιδίου.

Γ2. α. Ο πεπτιδικός δεσμός σχηματίζεται μεταξύ του OH της καρβοξυλομάδας του πρώτου αμινοξέος και του H της αμινομάδας του δεύτερου. Αυτό σημαίνει πως ανεξάρτητα με τον αριθμό των αμινοξέων μιας πολυπεπτιδικής αλυσίδας, το πρώτο θα έχει μια ελεύθερη αμινομάδα και το τελευταίο μια ελεύθερη καρβοξυλομάδα.

Διακρίνουμε περιπτώσεις για τον προσανατολισμό του πεπτιδίου:

1^η περίπτωση: H_2N -Μεθειονίνη-Λευκίνη-Τρυπτοφάνη-Λευκίνη- COOH , όπου η μεθειονίνη εμφανίζει ελεύθερη αμινομάδα και η λευκίνη ελεύθερο καρβοξύλιο.

2^η περίπτωση: HOOC -Μεθειονίνη-Λευκίνη-Τρυπτοφάνη-Λευκίνη- NH_2
Όπου η λευκίνη εμφανίζει ελεύθερη αμινομάδα και η μεθειονίνη ελεύθερο καρβοξύλιο. Σε αυτή την περίπτωση έχει γίνει μετα-μεταφραστική τροποποίηση αφαίρεσης αμινοξέων από το αρχικό αμινικό άκρο.

β. Η λευκίνη έχει 6 κωδικόνια. Η μεθειονίνη και η τρυπτοφάνη έχουν από ένα κωδικόνιο η κάθε μία. Επιπλέον, υπάρχουν 3 πιθανά κωδικόνια λήξης. Στη θέση της κάθε λευκίνης μπορεί να βρίσκεται οποιοδήποτε από τα 6 κωδικόνια, όπως επίσης και στη θέση του κωδικονίου λήξης μπορεί να βρίσκεται οποιοδήποτε από τα τρία κωδικόνια, άρα:
Μεθειονίνη-Λευκίνη-Τρυπτοφάνη-Λευκίνη: $1 \times 6 \times 1 \times 6 \times 3 = 108$ πιθανοί συνδυασμοί κωδικονίων στο mRNA. Στην περίπτωση που έχει γίνει μετα-μεταφραστική τροποποίηση αφαίρεσης της πρώτης μεθειονίνης οι πιθανοί συνδυασμοί κωδικονίων δεν αλλάζουν, καθώς η μεθειονίνη κωδικοποιείται από ένα κωδικόνιο.

γ. Κάθε κωδικόνιο είναι μια τριάδα νουκλεοτιδίων του mRNA, η οποία κωδικοποιεί ένα αμινοξύ. Το κωδικόνιο λήξης δεν κωδικοποιεί αμινοξύ.

1^η περίπτωση: H_2N -Μεθειονίνη-Λευκίνη-Τρυπτοφάνη-Λευκίνη- COOH

4 κωδικόνια + 1(λήξης) = 5 κωδικόνια.

$5 \times 3 = 15$ κωδικόνια στο mRNA.

Το γονίδιο είναι δίκλωνο, άρα θα περιέχει $15 \times 2 = 30$ νουκλεοτίδια.

2^η περίπτωση: HOOC -Μεθειονίνη-Λευκίνη-Τρυπτοφάνη-Λευκίνη- NH_2

Σε αυτή την περίπτωση έχει αφαιρεθεί τουλάχιστον 1 αμινοξύ από το αρχικό αμινικό άκρο, άρα ο αριθμός των κωδικονίων θα είναι $5 + 1(\text{λήξης}) = 6$ κωδικόνια, δηλαδή $6 \times 3 = 18$ νουκλεοτίδια στο mRNA. Το δίκλωνο DNA θα έχει $18 \times 2 = 36$ νουκλεοτίδια.

Γ3. Μετασχηματισμός είναι η εισαγωγή ξένου DNA σε ένα βακτηριακό κύτταρο.

Στο πείραμα του Griffith, από τους λείους πνευμονιόκοκκους, μεταφέρθηκε γενετικό υλικό DNA στους αδρούς, δίνοντάς τους τις πληροφορίες που χρειαζόνταν για τη σύνθεση του καλύμματος και μετατρέποντάς τους σε λείους.

Τα ένζυμα παίρνουν το όνομά τους με την κατάληξη -άση και το πρόθεμα συνήθως είναι είτε η αντίδραση που καταλύουν είτε το υπόστρωμά τους. Στον σωλήνα Α η πρωτεάση θα διασπάσει τις πρωτεΐνες των λείων βακτηρίων. Στον Β η λιπάση θα διασπάσει τα λίπη και

στον Γ η νουκλεάση τα νουκλεϊκά οξέα. Αυτό σημαίνει πως στον σωλήνα Γ θα διασπαστεί το DNA των λείων βακτηρίων και δε θα μπορέσει να γίνει ο μετασχηματισμός. Αντίθετα, στους σωλήνες Α και Β το DNA των λείων βακτηρίων έχει μείνει ανέπαφο, οπότε γίνεται μετασχηματισμός.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. α. Τελευταίο προσδέθηκε το ριβόσωμα που έχει συνθέσει τη μικρότερη πεπτιδική αλυσίδα, οπότε το ριβόσωμα Α.

β. Από το ριβόσωμα Α απομακρύνεται το 9^ο tRNA, συνεπώς μέσα στο ριβόσωμα βρίσκεται το 10^ο, το οποίο θα έχει συνδεδεμένη πάνω του μια αλυσίδα 10 αμινοξέων.

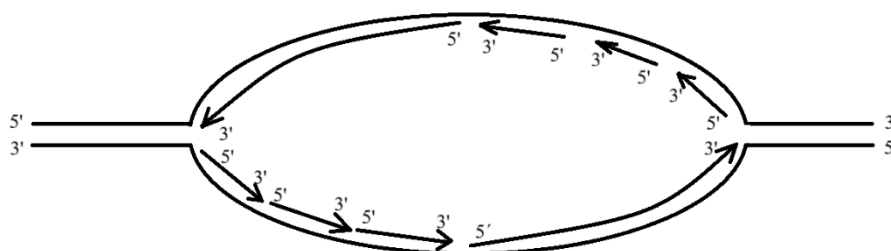
Στο ριβόσωμα Β καταφθάνει το 26^ο, άρα μέσα στο ριβόσωμα υπάρχει το 25^ο tRNA με 25 αμινοξέα.

Στο ριβόσωμα Γ απομακρύνεται το 49^ο tRNA και στην πρώτη θέση βρίσκεται το 50^ο tRNA. Δεδομένου ότι δε φτάνει επόμενο, αυτό σημαίνει πως το ριβόσωμα θα φτάσει στο κωδικόνιο λήξης στην επόμενη μετακίνησή του κατά τρία νουκλεοτίδια, άρα η αλυσίδα έχει 50 αμινοξέα.

$10+25+50=85$ αμινοξέα έχει το πολύσωμα τη συγκεκριμένη στιγμή.

Δ2. 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.

Δεδομένου πως πάνω αριστερά η αντιγραφή γίνεται συνεχώς, οι προσανατολισμοί του μορίου είναι όπως στο ακόλουθο σχήμα:



Στην μεταγραφή, η αλυσίδα DNA που μεταγράφεται ονομάζεται μη κωδική και είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη με το RNA που παράγεται. Η άλλη αλυσίδα του γονιδίου ονομάζεται κωδική, είναι συμπληρωματική και αντιπαράλληλη με τη μη κωδική, άρα έχει ίδια αλληλουχία και προσανατολισμό με το RNA, μόνο που έχει Τ αντί για U. Ο όρος κωδικόνιο δεν αφορά μόνο το mRNA, αλλά και την κωδική αλυσίδα του γονιδίου από το οποίο παράγεται.

Αναζητούμε σε κάθε αλυσίδα με κατεύθυνση 5' → 3' ένα κωδικόνιο έναρξης 5'ATG3' και προχωρώντας με βήμα τριπλέτας, συνεχώς και μη επικαλυπτόμενα, πρέπει να καταλήξουμε σε ένα κωδικόνιο λήξης: 5'TAA3', 5'TAG3' ή 5'TGA3'. Η συγκεκριμένη αλυσίδα θα είναι η κωδική.

Εντοπίζεται κωδικόνιο έναρξης και λήξης στην κάτω αλυσίδα, οπότε η κάτω αλυσίδα είναι η κωδική.

5' ACGAATTCACCTGGATCCCGTTA-CCG-TCG-AGG CATCACGAATTCACATGGATCCAG 3'
3' TGCTTAAGTGACCTAGGGCAAT-GGC-AGC-TCC-GTAGTGCTTAAGTGTACCTAGGTC 5'

β. Η EcoRI απορρίπτεται, διότι κόβει το πλασμίδιο σε δύο σημεία και το καταστρέφει. Η TaqI απορρίπτεται διότι κόβει μέσα στο γονίδιο που θέλουμε να ενσωματώσουμε στο πλασμίδιο. Επιπλέον, προκειμένου να εκφραστεί το γονίδιο, πρέπει να ενσωματωθεί δίπλα σε έναν υποκινητή του πλασμιδίου, άρα η πιο κατάλληλη είναι η BamHI, που κόβει το πλασμίδιο μετά τον υποκινητή και το γονίδιο πριν το κωδικόνιο έναρξης και μετά το κωδικόνιο λήξης.

5' ACGAATTCACCTG3' 5'GATCCCGTTA-CCG-TCG-AGG-CATCACG3' 5'AATTCACATGGATCCAG 3'
3' TGCTTAAGTGACCTAG5' GGCAAT-GGC-AGC-TCC-GTAGTGCTTAAS' 3'GTGTACCTAGGTC 5'

γ. Τα βακτήρια που έχουν λάβει πλασμίδιο έχουν ανθεκτικότητα στα αντιβιοτικά στρεπτομυκίνη και αμπικιλίνη, άρα για την επιλογή των μετασχηματισμένων βακτηρίων θα χρησιμοποιηθεί στερεό θρεπτικό υλικό με οποιοδήποτε από τα δύο αντιβιοτικά (ή και τα δύο ταυτόχρονα), οπότε θα επιβιώσουν μόνο τα μετασχηματισμένα.

δ. Δεδομένου πως χρησιμοποιήθηκε μία περιοριστική ενδονουκλεάση στο γονίδιο και η ίδια χρησιμοποιήθηκε στο πλασμίδιο, το γονίδιο μπορεί να ενσωματωθεί στο πλασμίδιο με δύο τρόπους:

1ος τρόπος: Να ενσωματωθεί έτσι ώστε το 5' της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου να βρίσκεται στον υποκινητή. Με αυτόν τον τρόπο θα παραχθεί mRNA αντίγραφο της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου το οποίο θα μεταφραστεί.

2ος τρόπος: Να ενσωματωθεί έτσι ώστε το 5' της μη κωδικής αλυσίδας του γονιδίου να βρίσκεται στον υποκινητή. Με αυτόν τον τρόπο, η μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου λειτουργεί ως κωδική για το πλασμίδιο, ενώ η κωδική του γονιδίου ως μεταγραφόμενη. Επομένως, το mRNA θα είναι ίδιο με τη μη κωδική αλυσίδα του γονιδίου και δεν θα μεταφράζεται.

Επιπλέον, ορισμένες αποικίες που έχουν μετασχηματιστεί έχουν λάβει μη ανασυνδυασμένο πλασμίδιο, το οποίο δεν περιέχει το ξένο DNA, άρα δεν παράγουν το ολιγοπεπτίδιο.

Για να παραχθεί το ολιγοπεπτίδιο πρέπει οι αποικίες να έχουν ανασυνδυασμένο πλασμίδιο, στο οποίο το γονίδιο να έχει ενσωματωθεί με τον κατάλληλο προσανατολισμό.