

Ζήτημα 1ο

1.δ 2.γ 3.α 4.β 5.α

Ζήτημα 2ο.

A. 1. δομικές 2. υπόστρωμα/αντιδρών 3. τρισδιάστατη/τριτοταγή 4. εσωτερική 5. ριβοσώματα 6. πρόφαση 7. μετάφαση/μετάφαση II 9. διχοτόμηση 10. ζωικά

B. 1-4, 2-3, 3-2, 4-1

Γ. Στην κλειστή καλλιέργεια οι φάσεις ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι η λανθάνουσα, η εκθετική, η στατική και η φάση θανάτου.

Κατά τη λανθάνουσα φάση ο πληθυσμός των μικροοργανισμών που προέρχεται από την αρχική καλλιέργεια παραμένει σχεδόν σταθερός. Αυτό οφείλεται στο ότι οι μικροοργανισμοί χρειάζονται κάποιο χρονικό διάστημα για να προσαρμοστούν στις καινούργιες συνθήκες και να αρχίσουν να αναπτύσσονται. Στη συνέχεια, οι μικροοργανισμοί διαιρούνται με ταχύ ρυθμό, επειδή η καλλιέργεια πραγματοποιείται κάτω από άριστες συνθήκες θερμοκρασίας, pH, συγκέντρωσης O₂ και στο υλικό καλλιέργειας υπάρχουν άφθονα θρεπτικά συστατικά. Αυτή η φάση ανάπτυξης ονομάζεται εκθετική, επειδή ο αριθμός των μικροοργανισμών αυξάνεται εκθετικά. Ακολουθεί η στατική φάση, κατά την οποία ο πληθυσμός των βακτηρίων δεν αυξάνεται, λόγω εξάντλησης κάποιου θρεπτικού συστατικού ή λόγω συσσώρευσης τοξικών προϊόντων από το μεταβολισμό των μικροοργανισμών. Τέλος κατά τη φάση θανάτου ο αριθμός των μικροοργανισμών μειώνεται.

Παρ' ότι η διαδοχή των φάσεων ανάπτυξης σε κάθε κλειστή καλλιέργεια είναι συγκεκριμένη, η διάρκεια κάθε φάσης διαφέρει ανάλογα με το είδος των μικροοργανισμών και με τις συνθήκες καλλιέργειας (pH, O₂, διαθεσιμότητα θρεπτικών).

Δ. Οι σωματικές μεταλλάξεις αποτελούν την πλειονότητα των μεταλλάξεων, δεδομένου ότι ένας ενήλικος οργανισμός αποτελείται από 10¹³ περίπου σωματικά κύτταρα.

Οι γενετιστές κατατάσσουν τις μεταλλάξεις σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Τις γονιδιακές και τις χρωμοσωμικές. Ο τυπικός αυτός διαχωρισμός σχετίζεται με την έκταση της αλλαγής. Αν αυτή αφορά μικρό αριθμό βάσεων, στις οποίες συμβαίνει αντικατάσταση, προσθήκη ή έλλειψη, τότε ονομάζεται γονιδιακή μετάλλαξη. Αν αφορά αλλαγές σε μεγαλύτερο τμήμα του χρωμοσώματος, ονομάζεται χρωμοσωμική ανωμαλία.

Οι μεταλλάξεις που εμφανίζονται αιφνίδια μέσα στον πληθυσμό ονομάζονται αυτόματες και θεωρείται ότι προέρχονται από λάθη που γίνονται κατά την αντιγραφή του DNA ή κατά το διαχωρισμό των χρωμοσωμάτων. Όλες οι μεταλλάξεις δε δημιουργούνται αυτόματα. Πολλοί τύποι μεταλλάξεων μπορεί να προκληθούν από παράγοντες του περιβάλλοντος, που ονομάζονται μεταλλαξογόνοι.

Ζήτημα 3ο

A. 1. 0, το οπερόνιο βρίσκεται σε καταστολή

2. 1, μόνο η πρωτεΐνη καταστολέας παράγεται καθώς το οπερόνιο βρίσκεται σε καταστολή

3. 2, το οπερόνιο βρίσκεται σε επαγωγή, άρα παράγονται mRNA και από το ρυθμιστικό και από τα δομικά γονίδια.

4. Με τη λακτόζη και είναι ανενεργός αφού δεν μπορεί να προσδεθεί στο χειριστή

B. Θα χρησιμοποιήσουμε την EcoRI, διότι κόβει στο εσωτερικό του γονιδίου της μπλε χρωστικής μία φορά ενώ κόβει και το τμήμα DNA πριν και μετά από την περιοχή ενδιαφέροντος. Εφόσον διαθέτουμε

ένα γονίδιο ανθεκτικότητας, αυτό θα πρέπει υποχρεωτικά να χρησιμοποιηθεί για την επιλογή μετασηματισμένων βακτηρίων από μη μετασηματισμένα, οπότε δεν θα χρησιμοποιηθεί η HindIII. Μετά την προσθήκη DNA δεσμάσης δημιουργούνται ανασυνδυασμένα πλασμίδια. Μερικά πλασμίδια ξαναγίνονται κυκλικά, χωρίς να προσλάβουν DNA του οργανισμού. Βακτήρια - ξενιστές δέχονται σε μικρό ποσοστό πλασμίδια, μερικά από τα οποία είναι ανασυνδυασμένα. Η επιλογή των βακτηρίων που δέχτηκαν πλασμίδιο στηρίζεται στην ικανότητα ανάπτυξής τους παρουσία στρεπτομυκίνης σε στερεό θρεπτικό υλικό, επειδή το πλασμίδιο περιέχει γονίδιο που τους προσδίδει ανθεκτικότητα στο συγκεκριμένο αντιβιοτικό. Κάθε βακτήριο που προσέλαβε ένα πλασμίδιο πολλαπλασιάζεται και δίνει μία αποικία. Αποικίες που προέρχονται από βακτήριο το οποίο έχει προσλάβει ανασυνδυασμένο πλασμίδιο θα είναι άχρωμες καθώς το γονίδιο παραγωγής της μπλε χρωστικής θα έχει καταστραφεί λόγω της ενσωμάτωσης του ξένου τμήματος DNA. Αποικίες οι οποίες προέρχονται από βακτήριο το οποίο έχει προσλάβει μη ανασυνδυασμένο πλασμίδιο θα είναι μπλε καθώς το γονίδιο παραγωγής της μπλε χρωστικής θα είναι λειτουργικό. Άρα η επιλογή των κλώνων με το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο γίνεται με βάση το χρώμα της αποικίας

Γ. 1) Η μετάφραση του mRNA, δηλαδή η αντιστοίχιση των κωδικονίων σε αμινοξέα και η διαδοχική σύνδεση των αμινοξέων σε πολυπεπτιδική αλυσίδα, πραγματοποιείται στα ριβοσώματα με τη βοήθεια των tRNA και τη συμμετοχή αρκετών πρωτεϊνών και ενέργειας. Κάθε ριβόσωμα αποτελείται από δύο υπομονάδες, μια μικρή και μια μεγάλη, και έχει μία θέση πρόσδεσης του mRNA στη μικρή υπομονάδα και δύο θέσεις εισδοχής των tRNA στη μεγάλη υπομονάδα. Κάθε μόριο tRNA έχει μια ειδική τριπλετα νουκλεοτιδίων, το αντικωδικόνιο, με την οποία προσδέεται, λόγω συμπληρωματικότητας, με το αντίστοιχο κωδικόνιο του mRNA. Η αδενίνη στο συνδέεται μόνο με ουρακίλη και αντίστροφα, ενώ η κυτοσίνη μόνο με γουανίνη και αντίστροφα. Ανάμεσα στην αδενίνη και τη ουρακίλη σχηματίζονται δυο δεσμοί υδρογόνου, ενώ ανάμεσα στη γουανίνη και την κυτοσίνη σχηματίζονται τρεις δεσμοί υδρογόνου. Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μια τριάδα νουκλεοτιδίων, το κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ. Ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής, δηλαδή το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο. Ο γενετικός κώδικας είναι μη επικαλυπτόμενος, δηλαδή κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο. Ο γενετικός κώδικας έχει κωδικόνιο έναρξης και κωδικόνια λήξης. Το κωδικόνιο έναρξης σε όλους τους οργανισμούς είναι το AUG και κωδικοποιεί το αμινοξύ μεθειονίνη. Υπάρχουν τρία κωδικόνια λήξης, τα UAG, UGA και UAA. Η παρουσία των κωδικονίων αυτών στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

Η πρωτεϊνοσύνθεση έχει τρία στάδια: την έναρξη την επιμήκυνση και τη λήξη. Κατά την έναρξη το mRNA συνδέεται με το ριβόσωμα και το πρώτο tRNA που μεταφέρει το αμινοξύ μεθειονίνη προσδέεται με το αντικωδικόνιό του στο κωδικόνιο έναρξης. Επιμήκυνση ένα δεύτερο μόριο tRNA με αντικωδικόνιο συμπληρωματικό του δεύτερου κωδικονίου του mRNA τοποθετείται στην κατάλληλη εισδοχή του ριβοσώματος, μεταφέροντας το δεύτερο αμινοξύ. Μεταξύ της μεθειονίνης και του δεύτερου αμινοξέος σχηματίζεται πεπτιδικός δεσμός και αμέσως μετά, το πρώτο tRNA αποσυνδέεται από το ριβόσωμα και απελευθερώνεται στο κυτταρόπλασμα όπου συνδέεται πάλι με μεθειονίνη, έτοιμο για επόμενη χρήση. Το ριβόσωμα και το mRNA έχουν τώρα ένα tRNA, πάνω στο οποίο είναι προσδεμένα δύο αμινοξέα. Έτσι αρχίζει η επιμήκυνση της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.

Στη συνέχεια το ριβόσωμα κινείται κατά μήκος του mRNA κατά ένα κωδικόνιο. Ένα τρίτο tRNA έρχεται να προσδεθεί μεταφέροντας το αμινοξύ του. Ανάμεσα στο δεύτερο και στο τρίτο αμινοξύ σχηματίζεται πεπτιδικός δεσμός. Η πολυπεπτιδική αλυσίδα συνεχίζει να αναπτύσσεται καθώς νέα tRNA μεταφέρουν αμινοξέα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους. Στο κωδικόνιο λήξης σταματά η πρωτεϊνοσύνθεση και το ριβόσωμα περιλαμβάνει το τελευταίο tRNA με το αναπτυσσόμενο πεπτίδιο.

Συνεπώς, θα υπολογίσουμε τους δεσμούς υδρογόνου που διασπώνται χωρίς να συμπεριλάβουμε το προτελευταίο κωδικόνιο 5'-UUU-3'

5'...AUGAGGAGAGCGUUUUGA...3'

$\Delta Y = 31$

Μετά την πρόσδεση του παράγοντα απελευθέρωσης απελευθερώνεται και το τελευταίο tRNA, οπότε προστίθενται άλλοι 6 δεσμοί υδρογόνου, οπότε έχουμε 37 δεσμούς υδρογόνου.

2) Για να παραχθεί διπεπτίδιο, θα πρέπει του κωδικόνιο 5'AGA3' να μετατραπεί σε κωδικόνιο λήξης.

Ο πιο απλός τρόπος να γίνει το παραπάνω είναι με μετάλλαξη αντικατάστασης βάσης του πρώτου A από T στο γονίδιο.

Ζήτημα 4ο

A. Χαρακτήρας 1: Ασθένεια

Εφόσον η ασθένεια εμφανίζεται πιο συχνά σε αρσενικά άτομα, αυτό σημαίνει ότι ακολουθεί φυλοσύνδετο τύπο κληρονομικότητας. Τα γονίδια που βρίσκονται στο X χρωμόσωμα και δεν έχουν αλληλόμορφα στο Y ονομάζονται φυλοσύνδετα και ο τρόπος με τον οποίο κληρονομούνται αναφέρεται ως φυλοσύνδετη κληρονομικότητα. Η εκφώνηση αναφέρει ότι η ασθένεια είναι υπολειπόμενη.

A → φυσιολογικό αλληλόμορφο

a → μεταλλαγμένο αλληλόμορφο

Ο θηλυκός γονέας είναι φορέας, άρα έχει γονότυπο $X^A X^a$

Ο αρσενικός γονέας πάσχει, άρα έχει γονότυπο $X^a Y$

Χαρακτήρας 2: Μήκος κεραίας

Παρατηρούμε ότι υπάρχουν άτομα με μικρό, κανονικό και μεγάλο μήκος κεραίας. Συνεπώς, τα αλληλόμορφα είναι ή ατελώς επικρατή ή πολλαπλά αλληλόμορφα.

Παρατηρούμε ότι διασταυρώνοντας μικρό X μικρό προκύπτει φαινοτυπική αναλογία (Φ.Α.) 3 μικρά : 1 μεγάλο. Αυτό σημαίνει ότι πρόκειται για διασταύρωση μονοϋβριδισμού και ο χαρακτήρας είναι αυτοσωμικός, τα γονίδια έχουν σχέση επικρατούς υπολειπόμενου, το γονίδιο για το μικρό μήκος είναι το επικρατές και τα άτομα που διασταυρώθηκαν είναι ετερόζυγα και συνεπώς το γονίδιο για το μεγάλο μήκος είναι το υπολειπόμενο.

Συνεπώς έχουμε πολλαπλά αλληλόμορφα γονίδια. Εάν στον πληθυσμό υπάρχουν τρία ή περισσότερα αλληλόμορφα για μία γενετική θέση, τότε αυτά ονομάζονται **πολλαπλά αλληλόμορφα**.

Με τον ίδιο τρόπο, από το δεδομένο 3. παρατηρούμε ότι το γονίδιο για το μεγάλο μήκος είναι επικρατές του γονιδίου για το κανονικό μήκος.

Διασταυρώνοντας κανονικά X κανονικά, έχουμε απογόνους με κανονικό μήκος κεραίας.

Συνεπώς, επαληθεύεται η υπόθεση ότι το αλληλόμορφο για το κανονικό μήκος κεραίας είναι υπολειπόμενων των γονιδίων για μεγάλο και κανονικό μήκος,

(Εάν ήταν ατελώς επικρατή, θα έπρεπε να έχουμε φαινοτυπική αναλογία (Φ.Α.) στην F1 1 μικρό: 2 κανονικά (ενδιάμεσος φαινότυπος): 1 μεγάλο.)

$K^1 \rightarrow$ μικρό μήκος κεραίας

$K^2 \rightarrow$ μεγάλο μήκος κεραίας

$K^3 \rightarrow$ κανονικό μήκος κεραίας

Το θηλυκό άτομο του ζητούμενου ερωτήματος έχει κανονικό μήκος κεραίας, άρα έχει γονότυπο K^3K^3

Το αρσενικό άτομο έχει μεγάλο μήκος κεραίας άρα διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

K^2K^2 και K^2K^3

Συνολικά έχουμε

P: $K^3K^3X^AX^a \times K^2K^2 X^aY$ ή $K^3K^3X^AX^a \times K^2K^3 X^aY$

P: $K^3K^3X^AX^a \times K^2K^2 X^aY$

Γαμέτες: $K^3X^A, K^3X^a \quad K^2X^a, K^2Y$

F1: $1 K^2K^3X^AX^a : 1 K^2K^3X^aY : 1 K^2K^3X^aX^a : 1 K^2K^3X^aY$

θηλυκοί απόγονοι: 1 μεγάλο μήκος κεραίων υγιής : 1 μεγάλο μήκος κεραίων ασθενής

αρσενικοί απόγονοι: 1 μεγάλο μήκος κεραίων υγιής : 1 μεγάλο μήκος κεραίων ασθενής

P: $K^3K^3X^AX^a \times K^3K^2 X^aY$

Γαμέτες: $K^3X^A, K^3X^a \quad K^3X^a, K^3Y, K^2X^a, K^2Y$

F1: $1 K^3K^3X^AX^a : 1 K^3K^3X^aY : 1 K^2K^3X^AX^a : 1 K^2K^3X^aY : 1 K^3K^3X^aX^a : 1 K^3K^3X^aY : 1 K^2K^3X^aX^a : 1 K^2K^3X^aY$

θηλυκοί απόγονοι: 1 μεγάλο μήκος κεραίων υγιής : 1 μεγάλο μήκος κεραίων ασθενής : 1 κανονικό μήκος κεραίων υγιής : 1 κανονικό μήκος κεραίων ασθενής

αρσενικοί απόγονοι: 1 μεγάλο μήκος κεραίων υγιής : 1 μεγάλο μήκος κεραίων ασθενής : 1 κανονικό μήκος κεραίων υγιής : 1 κανονικό μήκος κεραίων ασθενής

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.

Ο δεύτερος νόμος της ανεξάρτητης μεταβίβασης των γονιδίων αναφέρει ότι το γονίδιο που ελέγχει ένα χαρακτήρα δεν επηρεάζει τη μεταβίβαση του γονιδίου που ελέγχει έναν άλλο χαρακτήρα. Σήμερα είναι γνωστό ότι αυτό ισχύει μόνο για γονίδια που βρίσκονται σε διαφορετικά ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων. Ο ανεξάρτητος διαχωρισμός των γονιδίων γίνεται, επειδή τα χρωμοσώματα κάθε γονέα συνδυάζονται με τυχαίο τρόπο κατά τη δημιουργία των γαμετών.

B1) αντίστροφη μεταγραφή και DNA πολυμεράση

2) Το cDNA είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με την αλυσίδα του ώριμου mRNA. Το mRNA είναι αντίγραφο της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου χωρίς τα εσόνια, οπότε το cDNA είναι αντίγραφο της μη κωδικής αλυσίδας του γονιδίου χωρίς τα εσόνια.

Επομένως, πρέπει να βρούμε το mRNA από το cDNA.

Απέναντι από το A προστίθεται U, απέναντι από T προστίθεται A, απέναντι από G προστίθεται το C και αντίστροφα.

cDNA : CGCAATACCCTTTTGTGTC

mRNA: GCGUUAUGGGAAAACAACAG

Εφόσον έχουμε τα 20 τελευταία νουκλεοτίδια του cDNA, λόγω αντιπαράλληλίας θα έχουμε τα 20 πρώτα νουκλεοτίδια του mRNA. Συνεπώς, εξετάζουμε με τους δύο πιθανούς προσανατολισμούς εάν βρίσκουμε κωδικόνιο έναρξης (βλ. δικαιολόγηση από Ζήτημα Γ-Γ)

Τελική λύση:

cDNA : 3' CGCAATACCCTTTTGTGTC...

mRNA: 5' GCGUUAUGGGAAAACAACAG...

Συνεπώς κωδικοποιούνται 5 αμινοξέα.

Σημείωση: Μπορεί να συζητηθεί και η λύση να βρίσκεται το 5' από τα δεξιά του mRNA, οπότε σε αυτήν την περίπτωση δεν κωδικοποιείται κανένα αμινοξύ αφού θα υπάρχει μόνο η 5' αμετάφραστη περιοχή. Βέβαια, με αυτή τη λύση δεν μπορεί να λυθεί το ερώτημα 3.

3) Το μήκος του mRNA είναι 150 βάσεις.

Από αυτές αφαιρούνται οι 10 της 3' αμετάφραστης περιοχής και η 5 της 5' αμετάφραστης περιοχής (αυτό βρέθηκε το προηγούμενο ερώτημα)

Συνεπώς μένουν 135 βάσεις.

Κάθε κωδικόνιο έχει 3 βάσεις, επομένως υπάρχουν $135/3 = 45$ κωδικόνια.

Το κωδικόνιο λήξης δεν αντιστοιχεί σε αμινοξύ, επομένως κωδικοποιούνται 44 αμινοξέα.