



Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1^ο

A:

1-A, 2-Δ, 3-Γ, 4-B, 5-B

ΜΟΝΑΔΕΣ 15 (3X5)

B.

1. Σωστή, 2. Λανθασμένη, 3. Λανθασμένη, 4. Λανθασμένη, 5. Σωστή

ΜΟΝΑΔΕΣ 10 (2X5)

ΘΕΜΑ 2^ο

A. Στόχο της γονιδιακής θεραπείας αποτελεί η διόρθωση μίας γενετικής βλάβης με την εισαγωγή στους ασθενείς φυσιολογικών αλληλόμορφων γονιδίων του μεταλλαγμένου γονιδίου, το οποίο ευθύνεται για την ασθένεια.

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

Απαραίτητες προϋποθέσεις για την εφαρμογή της γονιδιακής θεραπείας αποτελούν:

- Η χαρτογράφηση του υπεύθυνου για την ασθένεια γονιδίου και κλωνοποίηση του φυσιολογικού αλληλομόρφου.
- Ο προσδιορισμός των κυττάρων που εμφανίζουν τη βλάβη από την ασθένεια.
- Η ανάπτυξη κατάλληλων ιών - φορέων.

ΜΟΝΑΔΕΣ 3

B.

Ο γονότυπος της γυναίκας ως προς τα εν λόγω γονίδια είναι ΔδΕε.

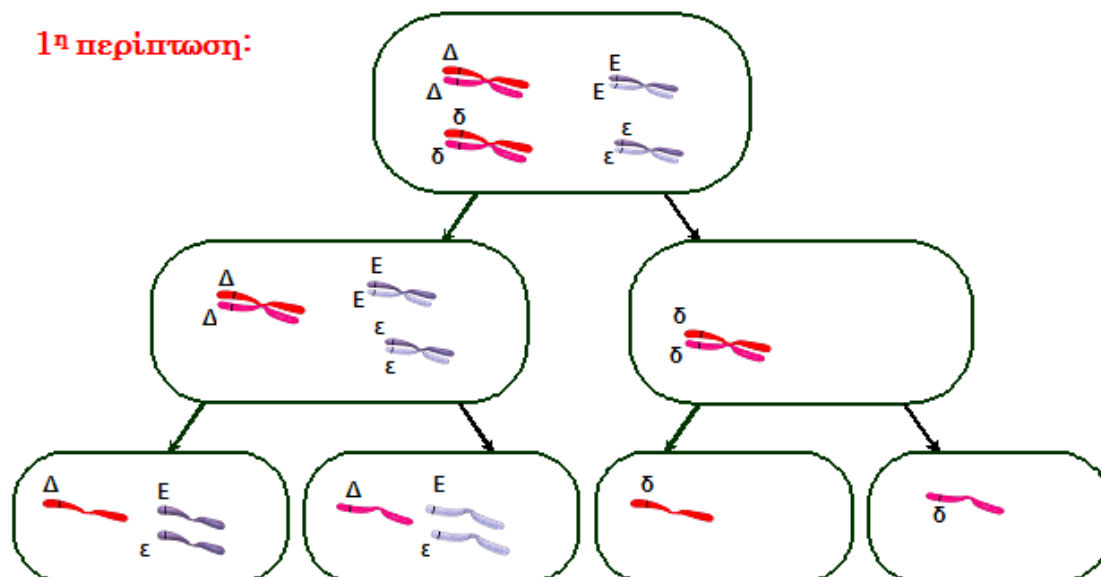
ι) Ο μη-διαχωρισμός των ομόλογων χρωμοσωμάτων ενός ζεύγους συμβαίνει κατά την πρώτη μειωτική διαίρεση. Στην περίπτωση αυτή τα δύο ομόλογα χρωμοσώματα μεταβιβάζονται σε ένα από τα δύο θυγατρικά κύτταρα που προκύπτουν από την 1^η μειωτική διαίρεση, ενώ στο άλλο θυγατρικό δεν μεταβιβάζεται χρωμόσωμα του ζεύγους αυτού.

Στη δεύτερη μειωτική διαίρεση που ακολουθεί πραγματοποιείται ο διαχωρισμός των αδελφών χρωματίδων και μία χρωματίδα από κάθε χρωμόσωμα μεταβιβάζεται σε κάθε γαμέτη.

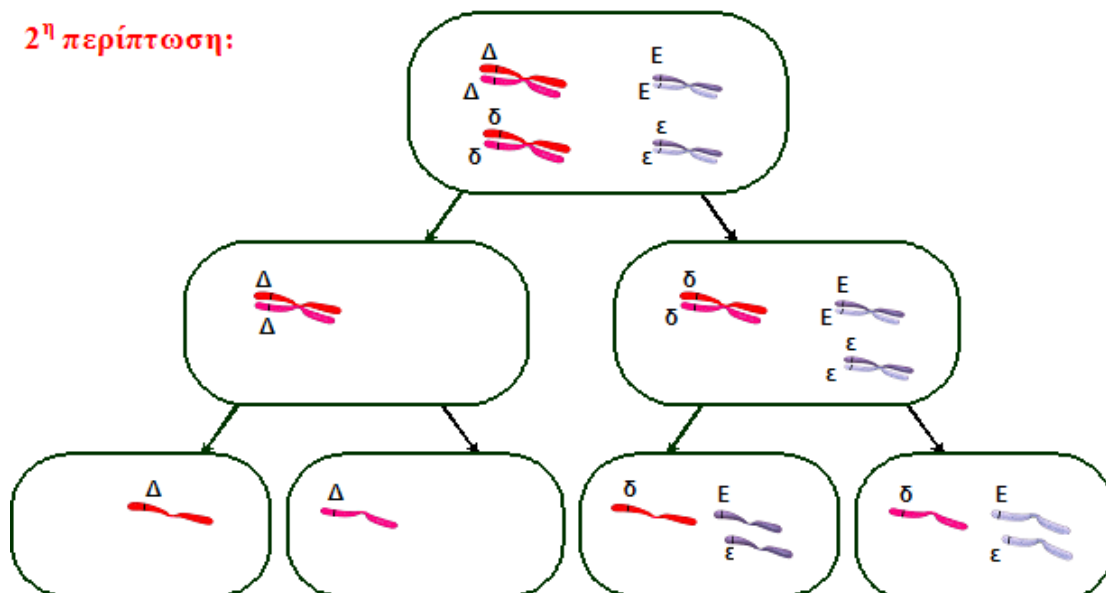
Οι γαμέτες συνεπώς που προκύπτουν κατά αυτόν τον τρόπο έχουν την ακόλουθη γονιδιακή σύσταση:

Γαμέτες από μη-διαχωρισμό ομόλογων χρωμοσωμάτων: ΔΕε, δΕε, Δ_, δ_

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

1^η περίπτωση:

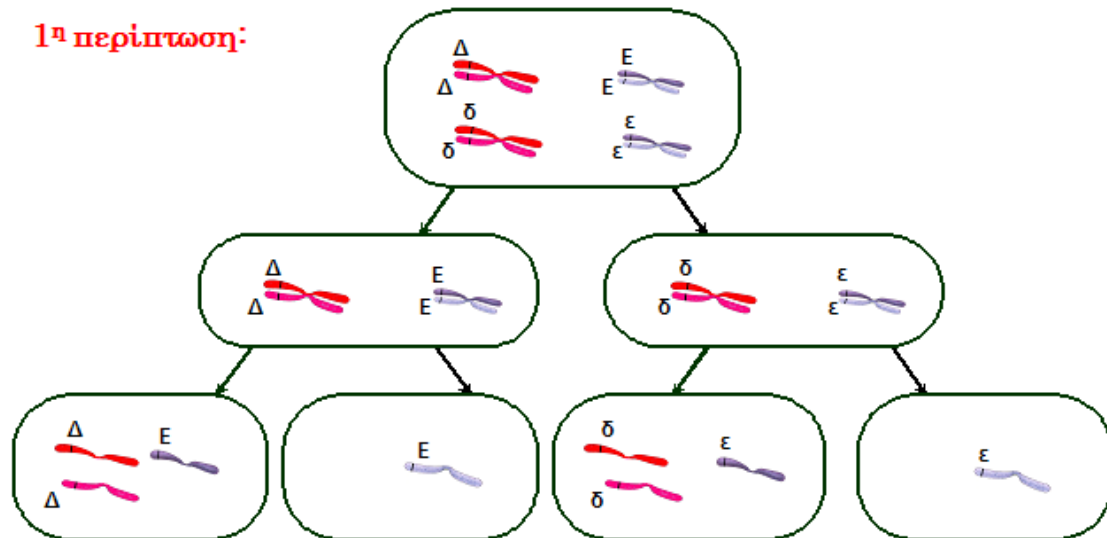
Εικόνα 1: Μη διαχωρισμός ομολόγων χρωμοσωμάτων κατά την πρώτη μειωτική διαίρεση. Οι γαμέτες που προκύπτουν φέρουν γονιδιακή σύσταση: ΔΕε, δ_.

2^η περίπτωση:

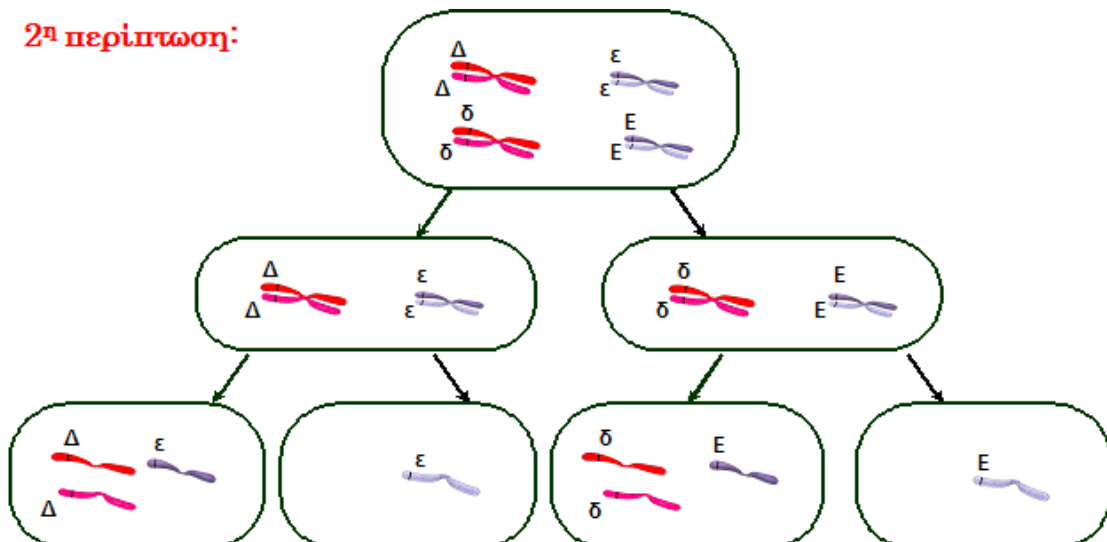
Εικόνα 2: Μη διαχωρισμός ομολόγων χρωμοσωμάτων κατά την πρώτη μειωτική διαίρεση. Οι γαμέτες που προκύπτουν έχουν γονιδιακή σύσταση Δ_, δΕε.

ii) Ο μη-διαχωρισμός των χρωματίδων συμβαίνει κατά τη δεύτερη μειωτική διαίρεση αφού έχουν προκύψει από την πρώτη μειωτική διαίρεση δύο κύτταρα με ένα χρωμόσωμα από κάθε ζεύγος. Δεδομένου ότι τα χρωμοσώματα στην πρώτη μειωτική διαίρεση συνδυάζονται τυχαία, η πιθανή γονιδιακή σύσταση των κυττάρων που προκύπτουν από την πρώτη μειωτική διαίρεση είναι ΔΕ, δε, Δε, δΕ. Ο μη-διαχωρισμός των χρωματίδων είναι δυνατό να συμβεί σε οποιοδήποτε από αυτά τα κύτταρα. Συνεπώς η πιθανή γονιδιακή σύσταση των γαμετών είναι:

Γαμέτες από μη διαχωρισμό αδελφών χρωματίδων: ΔΔΕ, Ε_, δδε, ε_, ΔΔε, δδε.

1^η περίπτωση:

Εικόνα 3: Μη διαχωρισμός αδελφών χρωματίδων κατά τη δεύτερη μειωτική διαίρεση. Οι γαμέτες που προκύπτουν έχουν πιθανή γονιδιακή σύσταση ΔΔΕ, _Ε, δδε, _ε.

2^η περίπτωση:

Εικόνα 4: Μη διαχωρισμός αδελφών χρωματίδων κατά τη δεύτερη μειωτική διαίρεση. Οι γαμέτες που προκύπτουν έχουν πιθανή γονιδιακή σύσταση ΔΔε, _ε, δδε, _Ε.

Γ.

i) Τα μόρια DNA του πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων είναι γραμμικά και κάθε μόριο από αυτά αποτελείται από δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες. Η πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα σχηματίζεται από τη συνένωση πολλών νουκλεοτιδίων με ομοιοπολικό δεσμό που ονομάζεται 3'-5' φωσφοδιεστερικός δεσμός.

Ένα νουκλεοτίδιο της πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας είναι δυνατό να αποτελεί:

- Το πρώτο νουκλεοτίδιο της αλυσίδας
- Ενδιάμεσο νουκλεοτίδιο
- Το τελευταίο νουκλεοτίδιο της αλυσίδας.

Σε κάθε μία από αυτές τις περιπτώσεις το νουκλεοτίδιο συνδέεται αντίστοιχα με τα υπόλοιπα νουκλεοτίδια της αλυσίδας ως ακολούθως:

- Με το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του με τη φωσφορική ομάδα του 5' άνθρακα της πεντόζης του επόμενου νουκλεοτιδίου.

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

- Μέσω της φωσφορικής ομάδας που είναι συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του με το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του προηγούμενου νουκλεοτιδίου και με το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του με τη φωσφορική ομάδα του 5' άνθρακα της πεντόζης του επόμενου νουκλεοτιδίου.

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

- Μέσω της φωσφορικής ομάδας που είναι συνδεδεμένη στον 5' άνθρακα της πεντόζης του με το υδροξύλιο του 3' άνθρακα της πεντόζης του προηγούμενου νουκλεοτιδίου.

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

Στο μόριο του DNA οι αζωτούχες βάσεις των νουκλεοτιδίων της μίας αλυσίδας συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου με τις αζωτούχες βάσεις των νουκλεοτιδίων της απέναντι αλυσίδας σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας. Συνεπώς,

- Εάν η αζωτούχος βάση του νουκλεοτιδίου είναι αδενίνη ή θυμίνη συνδέεται με δύο δεσμούς υδρογόνου με τη θυμίνη ή την αδενίνη αντίστοιχα της απέναντι αλυσίδας.

ΜΟΝΑΔΕΣ 1

- Εάν η αζωτούχος βάση του νουκλεοτιδίου είναι κυτοσίνη ή γουανίνη συνδέεται με τρεις δεσμούς υδρογόνου με τη γουανίνη ή την κυτοσίνη αντίστοιχα της απέναντι αλυσίδας.

ΜΟΝΑΔΕΣ 1

ii) Ο ρόλος των δεσμών στη διαμόρφωση του μορίου του DNA είναι:

3'-5' φωσφοδιεστερικοί δεσμοί: Συγκρατούν σε γραμμική αλληλουχία τα νουκλεοτίδια κάθε πολυνουκλεοτιδικής αλυσίδας και με αυτόν τον τρόπο η αλυσίδα που δημιουργείται έχει ένα σταθερό σκελετό, ο οποίος αποτελείται από επαναλαμβανόμενα μόρια φωσφορικής ομάδας – δεοξυριβόζης. Ο σκελετός αυτός είναι υδρόφιλος και βρίσκεται στο εξωτερικό του μορίου ενώ προς το εσωτερικό του βρίσκονται οι αζωτούχες βάσεις που είναι υδρόφοβες.

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

Δεσμοί υδρογόνου: Οι δεσμοί υδρογόνου που αναπτύσσονται μεταξύ των βάσεων σταθεροποιούν τη δευτεροταγή δομή του μορίου (διπλή έλικα).

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

ΘΕΜΑ 3^ο

Α.

Από τη διατύπωση του θέματος δεν καθίσταται σαφές εάν η κληρονομικότητα των ιδιοτήτων είναι αυτοσωμική ή φυλοσύνδετη.

Συνεπώς διακρίνονται περιπτώσεις:

- ι) Η ιδιότητα Α παρουσιάζει αυτοσωμικό επικρατή τύπο κληρονομικότητας και η Β αυτοσωμικό υπολειπόμενο:

Έστω ότι συμβολίζεται Α το επικρατές γονίδιο που ευθύνεται για την εκδήλωσή της ιδιότητας Α και α το αλληλόμορφο που δεν προσδίδει την ιδιότητα, ενώ β το αλληλόμορφο που ευθύνεται για τη Β και Β το αλληλόμορφο του που δεν προσδίδει την ιδιότητα.

Οι πιθανοί γονότυποι και φαινότυποι των διαφόρων ατόμων ως προς τις δύο ιδιότητες είναι:

Ιδιότητα Α		Ιδιότητα Β	
Γονότυπος	Φαινότυπος	Γονότυπος	Φαινότυπος
ΑΑ	Ιδιότητα Α	ΒΒ	-
Αα	Ιδιότητα Α	Ββ	-
αα	-	ββ	Ιδιότητα Β

Ο πατέρας που χαρακτηρίζεται μόνο από την ιδιότητα Α είναι δυνατό να έχει έναν από τους ακόλουθους γονότυπους:

Πατέρας	ΑΑΒΒ	ΑαΒΒ	ΑΑΒβ	ΑαΒβ
---------	------	------	------	------

Η μητέρα που χαρακτηρίζεται μόνο από την ιδιότητα Β έχει γονότυπο:

Μητέρα	ααββ
--------	------

Δεδομένου ότι κάθε γονέας κληροδοτεί στους απογόνους του ένα αλληλόμορφο γονίδιο για κάθε χαρακτήρα που ελέγχεται με αυτοσωμικό τρόπο, η γέννηση του γιου που φέρει την ιδιότητα Β (και συνεπώς έχει γονότυπο ββ) αποκλείει την πιθανότητα ο πατέρας του να είναι ομόζυγος για το επικρατές γονίδιο Β. Για τον ίδιο λόγο, τόσο η κόρη όσο και ο γιος, στους οποίους εκδηλώνεται η ιδιότητα Α, είναι ετερόζυγοι για τα γονίδια Α και α, διότι προέρχονται από μητέρα με γονότυπο αα.

Ο γονότυπος του γιου, στον οποίο εκφράζονται αμφότερες οι ιδιότητες και της κόρης που χαρακτηρίζεται μόνο από την Α είναι αντίστοιχα:

Γιος	Ααββ
Κόρη	ΑαΒβ

ενώ οι πιθανοί γονότυποι του πατέρα είναι:

Πατέρας	ΑΑΒβ	ΑαΒβ
---------	------	------

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

ii) Η ιδιότητα A παρουσιάζει αυτοσωμικό επικρατή τύπο κληρονομικότητας και η ιδιότητα B φυλοσύνδετο υπολειπόμενο.

Έστω ότι συμβολίζεται A το επικρατές γονίδιο που ευθύνεται για την εκδήλωσή της ιδιότητας A και a το αλληλόμορφο που δεν προσδίδει την ιδιότητα, ενώ X^B το αλληλόμορφο που ευθύνεται για τη B και X^b το αλληλόμορφο του που δεν προσδίδει την ιδιότητα.

Οι πιθανοί γονότυποι και φαινότυποι των διαφόρων ατόμων ως προς τις δύο ιδιότητες είναι:

Ιδιότητα A		Ιδιότητα B	
Γονότυπος	Φαινότυπος	Γονότυπος	Φαινότυπος
AA	Ιδιότητα A	$X^B X^B$	-
Aa	Ιδιότητα A	$X^B X^b$	-
aa	-	$X^b X^b$	Ιδιότητα B
		$X^B Y$	-
		$X^b Y$	Ιδιότητα B

Ο πατέρας που χαρακτηρίζεται από την επικρατή ιδιότητα A είναι πιθανό να έχει γονότυπο:

Πατέρας

AA $X^B Y$	Aa $X^B Y$
------------	------------

Η μητέρα που χαρακτηρίζεται μόνο από την υπολειπόμενη ιδιότητα B έχει γονότυπο:

Μητέρα

aa $X^b X^b$

Τα αρσενικά άτομα κληρονομούν το X φυλετικό χρωμόσωμα από τη μητέρα και το Y από τον πατέρα, ενώ τα θηλυκά κληρονομούν ένα X χρωμόσωμα από τη μητέρα και ένα από τον πατέρα. Συνεπώς η κόρη του ζεύγους αυτού θα είναι ετερόζυγη για την ιδιότητα B, καθώς θα φέρει ένα X^b αλληλόμορφο γονίδιο από τη μητέρα.

Ο γονότυπος του γιου, στον οποίο εκφράζονται αμφότερες οι ιδιότητες και της κόρης που χαρακτηρίζεται μόνο από την A είναι αντίστοιχα:

Γιος

Aa $X^b Y$

Κόρη

Aa $X^B X^b$

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

iii) Η ιδιότητα A παρουσιάζει φυλοσύνδετο επικρατή τύπο κληρονομικότητας και η B αυτοσωμικό υπολειπόμενο:

Έστω ότι συμβολίζεται X^A το επικρατές γονίδιο που ευθύνεται για την εκδήλωσή της ιδιότητας A και X^a το αλληλόμορφο που δεν προσδίδει την ιδιότητα, ενώ b το αλληλόμορφο που ευθύνεται για τη B και B το αλληλόμορφο του που δεν προσδίδει την ιδιότητα.

Οι πιθανοί γονότυποι και φαινότυποι των διαφόρων ατόμων ως προς τις δύο ιδιότητες είναι:

Ιδιότητα A		Ιδιότητα B	
Γονότυπος	Φαινότυπος	Γονότυπος	Φαινότυπος
$X^A X^A$	Ιδιότητα A	BB	-
$X^A X^a$	Ιδιότητα A	Bb	-
$X^a X^a$	-	bb	Ιδιότητα B
$X^A Y$	Ιδιότητα A		
$X^a Y$	-		

Ο πατέρας που εκφράζει την επικρατή ιδιότητα A είναι πιθανό να έχει γονότυπο:

Πατέρας $X^A Y B B$ $X^A Y B b$

Η μητέρα στην οποία εκδηλώνεται μόνο η υπολειπόμενη ιδιότητα B έχει γονότυπο:

Μητέρα $X^a X^a b b$

Από το γάμο των ατόμων αυτών γεννήθηκε ο γιος που χαρακτηρίζεται και από τις δύο ιδιότητες, οπότε εάν τα γονίδια κληρονομούνται με τον προαναφερθέντα τρόπο, θα έχει γονότυπο $X^A Y b b$. Δεδομένου ότι τα αρσενικά άτομα κληρονομούν το X χρωμόσωμα από τη μητέρα, η περίπτωση η ιδιότητα A να κληρονομείται με φυλοσύνδετο τρόπο απορρίπτεται.

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

iv) Η ιδιότητα A παρουσιάζει φυλοσύνδετο επικρατή τύπο κληρονομικότητας και η B φυλοσύνδετο υπολειπόμενο:

Στην περίπτωση που αμφότερες οι ιδιότητες κληρονομούνται με φυλοσύνδετο τρόπο, τα γονίδια θα βρίσκονταν συνδεδεμένα πάνω στο ίδιο χρωμόσωμα (το X), που από τα δεδομένα του θέματος αποκλείεται.

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

B.

Μία αποικία είναι ένα σύνολο από μικροοργανισμούς που έχουν προέλθει από διαδοχικές διαιρέσεις ενός κυττάρου, όταν αυτό αναπτύσσεται σε στερεό θρεπτικό υλικό.

Τα βακτήρια του γένους *Mycobacterium* αποτελούν υποχρεωτικά αερόβιους μικροοργανισμούς, διότι απαιτούν για την ανάπτυξή τους υψηλή συγκέντρωση O_2 .

Η δημιουργία αποικίας βακτηρίων *Mycobacterium* στο εργαστήριο πραγματοποιείται με τις ακόλουθες διαδοχικές διεργασίες:

- Απομόνωση βακτηρίου του γένους *Mycobacterium*.
- Προετοιμασία θρεπτικού υλικού. Στο θρεπτικό υλικό περιέχονται τα θρεπτικά συστατικά που εξασφαλίζουν πηγή άνθρακα, πηγή αζώτου και διάφορα μεταλλικά ιόντα. Ως πηγή άνθρακα είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν διάφορες οργανικές ενώσεις, όπως οι υδατάνθρακες, δεδομένου ότι το μικρόβιο που πρόκειται να καλλιεργηθεί είναι ετερότροφος οργανισμός. Ως πηγή αζώτου χρησιμοποιούνται τα αμμωνιακά ή νιτρικά ιόντα ενώ τα μεταλλικά ιόντα είναι απαραίτητα για την πραγματοποίηση των χημικών αντιδράσεων και ως συστατικά διαφόρων μορίων. Το θρεπτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία αποικίας πρέπει να είναι στερεό. Προς το σκοπό αυτό παρασκευάζεται υγρό θρεπτικό υλικό από τη διάλυση των θρεπτικών συστατικών στο νερό, το οποίο αναμιγνύεται στη συνέχεια με έναν πολυσακχαρίτη που προέρχεται από φύκη και ονομάζεται άγαρ. Το άγαρ είναι υγρό σε θερμοκρασίες πάνω από $45^\circ C$ αλλά στερεοποιείται σε μικρότερες θερμοκρασίες.
- Αποστείρωση του θρεπτικού υλικού και των σκευών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την αποφυγή της ανάπτυξης άλλων μικροοργανισμών στην καλλιέργεια.
- Διαμόρφωση των κατάλληλων συνθηκών ανάπτυξης για το μικρόβιο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι απαραίτητη η παρουσία οξυγόνου και η διαμόρφωση κατάλληλου pH.
- Εμβολιασμός, με τον οποίο ξεκινά η καλλιέργεια και αποτελεί την προσθήκη στο θρεπτικό υλικό του μικροοργανισμού που έχει απομονωθεί.
- Παραμονή των μικροοργανισμών σε κλίβανο, ο οποίος εξασφαλίζει σταθερή θερμοκρασία κατάλληλη για την ανάπτυξή τους. Με αυτόν τον τρόπο σε μικρό χρονικό διάστημα, 12-76 ωρών παράγεται μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών οπότε και προκύπτει η αποικία.

ΜΟΝΑΔΕΣ 9

ΘΕΜΑ 4^ο

ι) Η μετάφραση του μορίου του mRNA πραγματοποιείται από το 5' προς το 3' άκρο του.

Συνεπώς η αλληλουχία βάσεων “διαβάζεται” ως:

5'UUA AUUGAU UGCGUA... 3'

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, δηλαδή μία τριάδα νουκλεοτιδίων, που ονομάζεται κωδικόνιο, κωδικοποιεί ένα αμινοξύ.

Επιπλέον ο γενετικός κώδικας είναι συνεχής και μη επικαλυπτόμενος. Ο κώδικας είναι συνεχής διότι το mRNA διαβάζεται συνεχώς ανά τρία νουκλεοτίδια χωρίς να παραλείπεται κάποιο από αυτά και μη επικαλυπτόμενος διότι κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε ένα μόνο κωδικόνιο.

ΜΟΝΑΔΕΣ 6(2X3)

Σύμφωνα με αυτά τα χαρακτηριστικά του κώδικα τα πιθανά κωδικόνια στο τμήμα mRNA που περιέχει τη συγκεκριμένη αλληλουχία είναι:

α) 5'... [UUA] [AUU] [GAU] [UGC] [GUA] ... 3'

β) 5' ...[- -U] [UAA] [UUG] [AUU] [GCG] [UA -]... 3'

γ) 5' ...[- UU] [AAU] [UGA] [UUG] [CGU] [A - -]... 3'

ΜΟΝΑΔΕΣ 6(2X3)

Ο γενετικός κώδικας έχει τρία κωδικόνια λήξης, τα UAG, UGA και UAA, η παρουσία των οποίων στο μόριο του mRNA οδηγεί στον τερματισμό της σύνθεσης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας. Δεδομένου ότι η συγκεκριμένη αλληλουχία μεταφράζεται πλήρως για τη σύνδεση αμινοξέων σε πρωτεΐνη, κανένα από τα κωδικόνια του τμήματος δεν μπορεί να αποτελεί κωδικόνιο λήξης. Συνεπώς απορρίπτονται οι β) και γ) περιπτώσεις διότι σε κάθε μία από αυτές παρουσιάζονται κωδικόνια λήξης.

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

Από τη μετάφραση της αλληλουχίας:

5'... [UUA] [AUU] [GAU] [UGC] [GUA] ... 3'

προκύπτουν τα αμινοξέα:

leu – ile – asp – cys – val

ΜΟΝΑΔΕΣ 1

ii) Κατά τη μεταγραφή του γονιδίου το RNA συντίθεται συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου, η οποία ονομάζεται μη κωδική. Η σύνθεση του RNA γίνεται αντιπαράλληλα με τη μη κωδική αλυσίδα. Η συμπληρωματική αλυσίδα του γονιδίου, η κωδική, φέρει συνεπώς την ίδια αλληλουχία με το RNA, εκτός από τις θέσεις όπου η κωδική έχει ως βάση την T, όπου στο RNA υπάρχει U. Αντικατάσταση της C από T στο αντίστοιχο τμήμα της κωδικής αλυσίδας του γονιδίου, σημαίνει ότι η μοναδική C του τμήματος αντικαθίσταται από U. Η νέα αλληλουχία του mRNA που προκύπτει από τη μετάλλαξη είναι:

5'... [UUA] [AUU] [GAU] [UGU] [GUA] ... 3'

ΜΟΝΑΔΕΣ 4

Η μετάλλαξη που συνέβη είναι σιωπηλή διότι το κωδικόνιο που προέκυψε (UGU) κωδικοποιεί το ίδιο αμινοξύ με το αρχικό (UGC), τη ser. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι ο γενετικός κώδικας είναι εκφυλισμένος,

καθώς με εξαίρεση δύο αμινοξέα (μεθειονίνη και τρυπτοφάνη) τα υπόλοιπα 18 κωδικοποιούνται από δύο μέχρι και έξι διαφορετικά κωδικόνια. Τα κωδικόνια που κωδικοποιούν το ίδιο αμινοξύ ονομάζονται συνώνυμα.

ΜΟΝΑΔΕΣ 2

Επιπλέον το mRNA μεταφέρεται από το βακτήριο σε εκχυλίσματα φυτικών κυττάρων και παράγεται η ίδια πρωτεΐνη διότι ο γενετικός κώδικας είναι σχεδόν καθολικός. Όλοι 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.

ΜΟΝΑΔΕΣ 2