



Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1^ο

A: 1-Δ, 2-B, 3-A, 4-B, 5-A

ΜΟΝΑΔΕΣ 15 (3Χ5)

B: 1- Λάθος, 2- Σωστή, 3- Λάθος, 4- Σωστή, 5- Λάθος

ΜΟΝΑΔΕΣ 10 (2Χ5)

ΘΕΜΑ 2^ο

1. Καρυότυπος είναι η απεικόνιση των μεταφασικών χρωμοσωμάτων σε ζεύγη κατά ελαττούμενο μέγεθος. Κάθε μεταφασικό χρωμόσωμα αποτελείται από δύο αδελφές χρωματίδες ενωμένες στο κεντρομερίδιο, δηλαδή από δύο μόρια DNA. Ομοίως σε κάθε σωματικό κύτταρο που βρίσκεται μετά την αντιγραφή τα χρωμοσώματα είναι διπλασιασμένα, δηλαδή κάθε ένα αποτελείται από δύο μόρια DNA **(2 ΜΟΝΑΔΕΣ)**.

Ο καρυότυπος του φυσιολογικού ατόμου έχει 46 χρωμοσώματα, άρα στο σωματικό κύτταρο μετά την αντιγραφή θα υπάρχουν 92 μόρια DNA **(1,5 ΜΟΝΑΔΑ)**.

Μονοσωμία ονομάζεται η απουσία ενός χρωμοσώματος και συνεπώς ο καρυότυπος του ατόμου που εμφανίζει μονοσωμία έχει 45 χρωμοσώματα, άρα 90 μόρια DNA υπάρχουν στο σωματικό κύτταρο **(1,5 ΜΟΝΑΔΑ)**.

Τρισωμία ονομάζεται η ύπαρξη ενός επιπλέον χρωμοσώματος και ο καρυότυπος του ατόμου που εμφανίζει τρισωμία έχει 47 χρωμοσώματα, άρα 94 μόρια DNA **(1,5 ΜΟΝΑΔΑ)**.

Η αναστροφή δημιουργείται από θραύσεις σε δύο διαφορετικά σημεία ενός χρωμοσώματος και επανένωση του

τμήματος ύστερα από αναστροφή. Η αναστροφή έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή της διάταξης των γονιδίων στο χρωμόσωμα, ενώ η ποσότητα του γενετικού υλικού παραμένει σταθερή. Συνεπώς, το σωματικό κύτταρο του ατόμου –μετά την αντιγραφή- που εμφανίζει αναστροφή έχει 92 μόρια DNA **(1,5 ΜΟΝΑΔΑ)**.

- 2.** Οι ανιχνευτές είναι μονόκλωνα ιχνηθετημένα μόρια DNA ή RNA που περιέχουν αλληλουχίες συμπληρωματικές προς το κλωνοποιημένο DNA **(3 ΜΟΝΑΔΕΣ)**.

Ο ρόλος τους είναι η επιλογή ενός βακτηριακού κλώνου που περιέχει το επιθυμητό τμήμα DNA **(1,5 ΜΟΝΑΔΕΣ)**. Οι ανιχνευτές αναμειγνύονται με το DNA της γονιδιωματικής ή της cDNA βιβλιοθήκης (το οποίο έχει προηγουμένως αποδιαταχθεί) και υβριδοποιούν μόνο το συμπληρωματικό τους DNA **(1,5 ΜΟΝΑΔΕΣ)**.

- 3.** Τα θρεπτικά συστατικά που είναι απαραίτητα για την καλλιέργεια ενός αυτότροφου μικροοργανισμού σε στερεό θρεπτικό υλικό είναι:

- ο άνθρακας: Πηγή άνθρακα για τους αυτότροφους μικροοργανισμούς είναι το CO₂ της ατμόσφαιρας **(1,25 ΜΟΝΑΔΑ)**.
- το άζωτο: Πηγή αζώτου για τους περισσότερους μικροοργανισμούς είναι τα αμμωνιακά ή τα νιτρικά ιόντα **(1,25 ΜΟΝΑΔΑ)**.
- διάφορα μεταλλικά ιόντα: Τα μεταλλικά ιόντα είναι απαραίτητα για την πραγματοποίηση των χημικών αντιδράσεων στο κύτταρο και ως συστατικά διαφόρων μορίων **(1,25 ΜΟΝΑΔΑ)**.
- το νερό **(1,25 ΜΟΝΑΔΑ)**.

(Στην περίπτωση που οι μαθητές αναφέρουν και το άγαρ στα θρεπτικά συστατικά, προτείνεται να αφαιρεθεί από τη βαθμολογία του ερωτήματος 1 ΜΟΝΑΔΑ.)

4. Πριν την ανάπτυξη της τεχνολογίας του ανασυνδυασμένου DNA, οι κύριες πηγές ινσουλίνης ήταν το πάγκρεας από χοίρους και βοοειδή. Η ινσουλίνη παραγόταν από την εκχύλιση αυτών των ιστών **(3 ΜΟΝΑΔΕΣ)**.

Μειονεκτήματα της μεθόδου αποτελούσαν:

- Η εν λόγω διαδικασία ήταν δαπανηρή και πολύπλοκη **(1 ΜΟΝΑΔΑ)**,
- Η ινσουλίνη των βοοειδών είχε μικρές διαφορές στη σύσταση των αμινοξέων της από την ανθρώπινη, προκαλούσε αλλεργικές αντιδράσεις **(1 ΜΟΝΑΔΑ)**,
- Ήταν διαθέσιμη σε μικρές ποσότητες **(1 ΜΟΝΑΔΑ)**.

ΘΕΜΑ 3^ο

- A. i) Δεδομένου ότι το αλληλόμορφο εντοπίζεται αποκλειστικά στο X χρωμόσωμα πρόκειται για φυλοσύνδετο γονίδιο **(0,5 ΜΟΝΑΔΕΣ)**.

Το αλληλόμορφο κληρονομείται ως υπολειπόμενο διότι οι υγιείς γονείς της Αλεξίας γέννησαν ασθενές παιδί, γεγονός που σημαίνει ότι το αλληλόμορφο υπήρχε στο γονότυπο τουλάχιστον του ενός γονέα και δεν εκφραζόταν, όπως συμβαίνει με τα υπολειπόμενα αλληλόμορφα **(1 ΜΟΝΑΔΑ)**.

Τα φυλοσύνδετα γονίδια συμβολίζονται ως εκθέτες στο X, τα επικρατή αλληλόμορφα με κεφαλαίο γράμμα και τα υπολειπόμενα με μικρό. Ως εκ τούτου, ένας πιθανός συμβολισμός είναι:

X^K για το φυσιολογικό επικρατές αλληλόμορφο και

x^k για το μεταλλαγμένο **(1 ΜΟΝΑΔΑ)**.

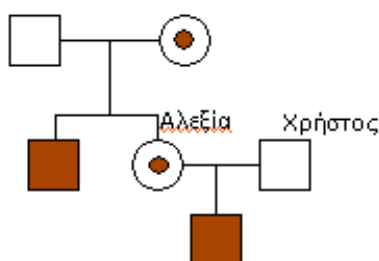
Οι πιθανοί γονότυποι και φαινότυποι των ατόμων ως προς τον κυαμισμό είναι:

Θηλυκά άτομα		Αρσενικά άτομα	
Γονότυποι	Φαινότυποι	Γονότυποι	Φαινότυποι
$X^K X^K$	Υγιής	$X^K Y$	Υγιής
$X^K x^k$	Υγιής	$x^k Y$	Ασθενής
$x^k x^k$	Ασθενής		

Συνεπώς, ο υγιής πατέρας της Αλεξίας έχει γονότυπο X^KY **(0,5 ΜΟΝΑΔΕΣ)** και ο ασθενής αδελφός της X^KY **(0,5 ΜΟΝΑΔΕΣ)**. Εξαιτίας του ασθενούς αυτού γιου συμπεραίνουμε ότι η μητέρα της Αλεξίας είναι απαραίτητα φορέας, δηλαδή έχει γονότυπο X^KX^k , διότι τα άτομα κληρονομούν για κάθε ζεύγος χρωμοσωμάτων ένα χρωμόσωμα από τη μητέρα και ένα από τον πατέρα και ειδικά για τα φυλετικά χρωμοσώματα τα αγόρια κληρονομούν το Y χρωμόσωμα από τον πατέρα και το X από τη μητέρα **(1 ΜΟΝΑΔΑ)**.

Ο υγιής Χρήστος έχει γονότυπο X^KY **(0,5 ΜΟΝΑΔΕΣ)** ενώ η Αλεξία είναι φορέας (X^KX^k) της ασθένειας διότι παρότι υγιής, γέννησε παιδί με κυμισμό **(1 ΜΟΝΑΔΑ)**. Το παιδί τους είναι απαραίτητα αγόρι με γονότυπο X^KY διότι από υγιή πατέρα δεν είναι δυνατό να γεννηθεί κορίτσι με φυλοσύνδετη υπολειπόμενη ασθένεια **(2 ΜΟΝΑΔΕΣ)** καθώς τα κορίτσια κληρονομούν από τον πατέρα το X χρωμόσωμά του.

ii) Το γενεαλογικό δένδρο της οικογένειας είναι:



ΜΟΝΑΔΕΣ 4

(Στην περίπτωση που οι μαθητές δεν συμβολίσουν σωστά τα θηλυκά άτομα φορείς, προτείνεται να αφαιρεθεί από τη βαθμολογία του ερωτήματος 1 ΜΟΝΑΔΑ. Επίσης να αφαιρεθεί 1 ΜΟΝΑΔΑ, στην περίπτωση που δεν συμβολίσουν ως αγόρι -ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ- το παιδί που γέννησαν ο Χρήστος και η Αλεξία.)

ι) Η πιθανότητα το επόμενο παιδί της οικογένειας να πάσχει από τη συγκεκριμένη ασθένεια είναι 25% ή 1/4 **(ΜΟΝΑΔΕΣ 2)**, όπως φαίνεται από τη διασταύρωση:

P:	$X^KY \otimes X^KX^K$	
Γαμ:	X^K, Y	X^K, X^K
F:	$X^KX^K, X^KX^K, X^KY, X^KY$	

Η πιθανότητα αυτή προκύπτει από:

- τον 1^ο νόμο του Mendel, σύμφωνα με τον οποίο: κατά το σχηματισμό γαμετών διαχωρίζονται σε ίση αναλογία τα ομόλογα χρωμοσώματα και συνεπώς τα αλληλόμορφα γονίδια και οι απόγονοι προκύπτουν από τον τυχαίο συνδυασμό των γαμετών των γονέων. **(ΜΟΝΑΔΕΣ 3)**.
- το γεγονός ότι κάθε κύηση είναι ένα ανεξάρτητο γεγονός και δεν σχετίζεται με προηγούμενες. **(ΜΟΝΑΔΑ 1)**.

B. ι) Η φαινυλκετονουρία αποτελεί μία ασθένεια που εάν ανιχνευθεί νωρίς κατά τη νεογνική ηλικία, η εμφάνιση των συμπτωμάτων της είναι δυνατό να αποφευχθεί με τη χρησιμοποίηση δια βίου κατάλληλου διαιτολογίου με περιορισμένη ποσότητα φαινυλαλανίνης **(ΜΟΝΑΔΕΣ 2)**.

ii) Η ασθένεια κληρονομείται με αυτοσωμικό υπολειπόμενο τύπο κληρονομικότητας **(ΜΟΝΑΔΕΣ 2)**. Τα άτομα που είναι ομόζυγα για το αυτοσωμικό υπολειπόμενο μεταλλαγμένο γονίδιο στερούνται του ενζύμου που φυσιολογικά μετατρέπει το αμινοξύ φαινυλαλανίνη σε τυροσίνη, με αποτέλεσμα τη συσσώρευση φαινυλαλανίνης. Η συσσώρευση της φαινυλαλανίνης παρεμποδίζει τη φυσιολογική ανάπτυξη και λειτουργία των κυττάρων του εγκεφάλου, με συνέπεια διανοητική καθυστέρηση. **(ΜΟΝΑΔΕΣ 3)**.

ΘΕΜΑ 4^ο

- A.** Οι υποκινητές βρίσκονται πάντα πριν από την αρχή κάθε γονιδίου. Η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή με την βοήθεια των μεταγραφικών παραγόντων **(1 ΜΟΝΑΔΑ)**. Αφού προκαλέσει τοπικό ξετύλιγμα των δύο αλυσίδων του γονιδίου, η RNA πολυμεράση συνθέτει το mRNA με προσανατολισμό 5'→3' **(0,5 ΜΟΝΑΔΕΣ)** διότι καταλύει τη σύνδεση ριβονουκλεοτιδίων με 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό **(0,5 ΜΟΝΑΔΕΣ)**. Το mRNA που προκύπτει είναι συμπληρωματικό **(0,5 ΜΟΝΑΔΕΣ)** και αντιπαράλληλο με τη μεταγραφόμενη αλυσίδα **(0,5 ΜΟΝΑΔΕΣ)**.

Ο υποκινητής του εν λόγω γονιδίου βρίσκεται στο δεξιό άκρο της αλληλουχίας, όπως αυτή δίνεται, συνεπώς η RNA πολυμεράση θα μεταγράψει την αλληλουχία από τα δεξιά προς τα αριστερά. Από τη μεταγραφή του γονιδίου θα προκύψει μία εκ των δύο αλληλουχιών mRNA:

1) 5' AUCGAUGUGUCCACUUCGACAUUGAAGUG 3'

ή

2) 5' UAGCUACACAGGUGAAGCUGUAACUUCAC 3'

Δεδομένου ότι πρόκειται για RNA το οποίο μεταφράζεται σε πεπτίδιο, η εύρεση της αλληλουχίας γίνεται μέσω:

- του εντοπισμού του κωδικονίου AUG στο RNA,
- τον διαχωρισμό της αλληλουχίας σε τριπλέτες χωρίς επικαλύψεις ή να παραλείπεται κάποια βάση,
- του εντοπισμού ενός εκ των κωδικονίων λήξης UGA, UAG, UAA.

(1,5 ΜΟΝΑΔΑ)

Αυτό συμβαίνει διότι το προϊόν της μεταγραφής είναι mRNA που διαθέτει κωδικόνιο έναρξης AUG και ένα από τα κωδικόνια λήξης UAA, UGA, UAG **(0,5 ΜΟΝΑΔΑ)**, ενώ ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας **(0,5 ΜΟΝΑΔΑ)**, μη επικαλυπτόμενος **(0,5 ΜΟΝΑΔΑ)**, συνεχής **(0,5 ΜΟΝΑΔΑ)**.

Τις προϋποθέσεις αυτές πληροί η 1^η αλληλουχία RNA. Η αλληλουχία αυτή προέκυψε από τη μεταγραφή της αλυσίδας I του DNA, που είναι και η μη κωδική **(0,5 ΜΟΝΑΔΑ)**. Τα άκρα του τμήματος DNA είναι:

Αλυσίδα I:	5' CACTTCAATGTCGAAGTGGACACATCGATTAAGTG 3'
Αλυσίδα II:	3' GTGAAGTTACAGCTTCACCTGTGTAGCTAATTCAC 5'

(1 ΜΟΝΑΔΑ)

(Σημειώνεται ότι το ερώτημα θα μπορούσε να απαντηθεί επίσης με αναζήτηση των κωδικονίων έναρξης και λήξης στις αλυσίδες του DNA, λύση ομοίως ορθή και πλήρως αποδεκτή.)

- B.** Το mRNA που προκύπτει από τη μεταγραφή του γονιδίου έχει αλληλουχία:

5'-AUCG AUG UGU CCA CUU CGA CAU UGA AGUG-3'

↑
κωδικόνιο έναρξης

↑
κωδικόνιο λήξης

(ΜΟΝΑΔΕΣ 3)

(Στην περίπτωση που οι μαθητές μεταγράψουν τον υποκινητή, προτείνεται να αφαιρεθεί 1 ΜΟΝΑΔΑ από τη βαθμολογία του ερωτήματος. Επίσης, εάν οι μαθητές δεν μεταγράψουν τα 5' και 3' αμετάφραστα άκρα, προτείνεται να αφαιρεθεί επίσης 1 ΜΟΝΑΔΑ.)

- Γ.** Κάθε μόριο tRNA μεταφέρει ένα αμινοξύ και χαρακτηρίζεται από μία ειδική τριπλέτα, το αντικωδικόνιο, που είναι συμπληρωματική προς ένα κωδικόνιο **(ΜΟΝΑΔΕΣ 2)**. Συνεπώς τα tRNA που θα συνδεθούν με το mRNA είναι:

mRNA: 5'-AUCG AUG UGU CCA CUU CGA CAU UGA AGUG-3'

tRNA: **UAC,ACA, GGU,GAA, GCU, GUA**

(ΜΟΝΑΔΕΣ 2)

Τη στιγμή που το ριβόσωμα συναντά το κωδικόνιο λήξης, στην πρώτη θέση εισδοχής υπάρχει ακόμη συνδεδεμένο το

τελευταίο tRNA, ενώ η δεύτερη θέση δεν καταλαμβάνεται από κάποιο tRNA δεδομένου ότι δεν υπάρχει tRNA με αντικωδικόνιο συμπληρωματικό προς το κωδικόνιο λήξης. Συνεπώς, για τον προσδιορισμό των δεσμών υδρογόνου που έχουν σπάσει μέχρι αυτή τη στιγμή, λαμβάνουμε υπόψη τους δεσμούς υδρογόνου που έχουν σπάσει μόνο μεταξύ των βάσεων των 5 πρώτων κωδικονίων με τις βάσεις των αντικωδικονίων των αντίστοιχων tRNA. **(ΜΟΝΑΔΕΣ 3)**

Δεδομένου ότι μεταξύ μίας A (αδενίνης) και μίας U (ουρακίλης) αναπτύσσονται 2 δεσμοί υδρογόνου, ενώ μίας G (γουανίνης) και μίας C (κυτοσίνης) αναπτύσσονται 3, οι δεσμοί που ζητείται να υπολογιστούν είναι:

1^ο κωδικόνιο AUG → αριθμός δεσμών υδρογόνου με αντικωδικόνιο του 1^{ου} tRNA: 7

2^ο κωδικόνιο UGU → αριθμός δεσμών υδρογόνου με αντικωδικόνιο του 2^{ου} tRNA: 7

3^ο κωδικόνιο CCA → αριθμός δεσμών υδρογόνου με αντικωδικόνιο του 3^{ου} tRNA: 8

4^ο κωδικόνιο CUU → αριθμός δεσμών υδρογόνου με αντικωδικόνιο του 4^{ου} tRNA: 7

5^ο κωδικόνιο CGA → αριθμός δεσμών υδρογόνου με αντικωδικόνιο του 5^{ου} tRNA: 8

Σύνολο = **37** δεσμοί υδρογόνου

(ΜΟΝΑΔΕΣ 2)

- Δ.** Το βακτήριο *Bacillus thuringiensis* ζει στο έδαφος και παράγει μια ισχυρή τοξίνη, πολύ πιο ισχυρή από διάφορα εντομοκτόνα, η οποία καταστρέφει πολλά είδη εντόμων και σκωλήκων.

Κατά το παρελθόν βακτήρια του είδους πολλαπλασιάζονταν σε καλλιέργειες και στη συνέχεια ψεκάζονταν στους αγρούς. Η μέθοδος όμως αυτή είναι δαπανηρή και χρονοβόρα διότι απαιτούνται συνεχείς εργαστηριακές καλλιέργειες και ψεκασμοί, καθώς το βακτήριο δεν ζει για μεγάλο χρονικό διάστημα. **(ΜΟΝΑΔΕΣ 5)**