

**ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ  
ΟΜΟΓΕΝΕΙΣ 2022**

**ΘΕΜΑ Α**

**A1** → α, **A2** → β, **A3** → γ, **A4** → β, **A5** → δ

**ΘΕΜΑ Β**

**B1:**

1 → Β  
2 → Α  
3 → Γ  
4 → Δ  
5 → Η  
6 → ΣΤ  
7 → Ε

**B2:**

**α)** Πυρηνίσκος: Σελ. 60-61, Κεφ. 2<sup>ο</sup> Τεύχος Α'.

«Ο πυρηνίσκος είναι μία δομή ... (συστατικό των ριβοσωμάτων).».

**β)** Δευτεροταγής δομή πρωτεΐνης: Σελ. 23, Κεφ. 1<sup>ο</sup> Τεύχος Α'.

Στα πρωτεϊνικά μόρια διακρίνουμε τέσσερα επίπεδα οργάνωσης. Στο δεύτερο επίπεδο, που αποτελεί την δευτεροταγή δομή της πρωτεΐνης, η πολυπεπτιδική αλυσίδα αναδιπλώνεται και αποκτά είτε ελικοειδή είτε πτυχωτή μορφή.

**γ)** Πρωτοογκογονίδιο: Σελ. 105, Κεφ. 6<sup>ο</sup> Τεύχος Β'.

«Τα ογκογονίδια ... δημιουργία καρκίνου».

**B3:** Ερώτηση κατανόησης 15 Κεφ. 8<sup>ο</sup> σελ. 412, Νικολέττας Μαργαρίτη Β' τόμος Βιολογία Γ' Λυκείου Εκδόσεις Λιβάνη 2008.

Οι ιοί βρίσκουν εφαρμογή στη Γενετική Μηχανική ως εξής:

- Το γενετικό υλικό κάποιων ιών, όπως του λ-φάγου χρησιμοποιείται ως φορέας κλωνοποίησης στην δημιουργία DNA βιβλιοθηκών.
- Οι ρετροϊοί παρέχουν το ένζυμο αντίστροφη μεταγραφάση, που είναι απαραίτητο για την δημιουργία cDNA βιβλιοθηκών.
- Αποτελούν φορείς των φυσιολογικών γονιδίων κατά τη γονιδιακή θεραπεία.
- Προκειμένου να παράγουμε ιντερφερόνες βιοτεχνολογικά, είναι αναγκαίο να μολυνθούν τα ανθρώπινα κύτταρα κυτταροκαλλιέργειας, από τα οποία θα

απομονωθεί το ώριμο mRNA των ιντερφερονών από κάποιο ιό, προκειμένου να επαχθεί η παραγωγή ιντερφερονών από το κύτταρο.

- Εξασθενημένοι παθογόνοι ιοί χρησιμοποιούνται άμεσα ως εμβόλια ενάντια στην ασθένεια που αυτοί προκαλούν.
- Ένας τύπος νεων εμβολίων, είναι τα εμβόλια από ζωντανούς γενετικά τροποποιημένους ιούς. Στην περίπτωση αυτή γονίδια από επικίνδυνο ιό ή άλλο μικροοργανισμό ενσωματώνονται σε άλλο ιό, που είναι αβλαβής για τον άνθρωπο, όπως ο ιός της δαμαλίτιδας. Ο γενετικά τροποποιημένος ιός που προκύπτει εξακολουθεί να είναι αβλαβής, αλλά επειδή παράγει την αντιγονική πρωτεΐνη του ιού ή του μικροοργανισμού, εισάγεται στο σώμα και προκαλεί έντονη ανοσολογική αντίδραση.

#### B4.

Το μοσχομπίζελο είναι ένας οργανισμός που πληροί όλες τις προϋποθέσεις που πρέπει να έχει ένα φυτό, οργανισμός μοντέλο, για τη μελέτη της κληρονομικότητας. Οι προϋποθέσεις αυτές είναι:

α. Να εμφανίζει φαινοτυπική ποικιλότητα ως προς τους εξεταζόμενους χαρακτήρες του.

β. Να έχει τη δυνατότητα της αυτογονιμοποίησης (για τη δημιουργία καθαρών σειρών).

γ. Να έχει την δυνατότητα της τεχνητής γονιμοποίησης (για να είναι εφικτές οι επιλεκτικές διασταυρώσεις).

δ. Να αναπτύσσεται εύκολα και γρήγορα ώστε να μην υπάρχουν δυσκολίες στην καλλιέργεια του και να μη μεσολαβούν μεγάλα χρονικά διαστήματα μεταξύ των γενεών.

στ. Να δίνει μεγάλο πλήθος απογόνων ώστε να μπορούν να αναλυθούν στατιστικά τα αποτελέσματα των διασταυρώσεων.

#### ΘΕΜΑ Γ

G1: Το ζητούμενο mRNA, είναι το ώριμο mRNA που προκύπτει:

5' CUUA-AUG-CCG-CCA-UCA-GGC-UUU-UGA-C 3'

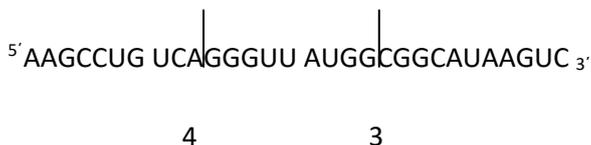
3x

**Το μεταφράσιμο τμήμα είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του τρία (3x) αφού ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας συνεχής και μη-επικαλυπτόμενος, εδώ εμφανίζονται με έντονη γραφή τα κωδικόνια του ώριμου mRNA που είναι και το μόνο τμήμα του, που μεταφράζεται.**

G2: Η μετατόπιση του υποκινητή από τις θέσεις 1-2 μπροστά από την θέση 5, οδηγεί στη δημιουργία ενός νέου γονιδίου (ανεξάρτητα από το αν διαθέτει ΑΛΜ). Τώρα η κωδική αλυσίδα είναι η κάτω και η μη κωδική είναι η πάνω, καθώς η RNA πολυμεράση κινείται από τα δεξιά προς τα αριστερά. Αποτέλεσμα της μεταγραφής αυτού του νέου γονιδίου είναι ένα νέο μόριο πρόδρομου mRNA (και εάν αυτό υφίσταται αφαίρεση του εσωνίου

που υπήρχε και στο προηγούμενο γονίδιο –με τον υποκινητή στη θέση 1,2– τότε παράγεται ένα νέο ώριμο mRNA). Το νέο ώριμο mRNA κωδικοποιεί ένα τριπεπτίδιο, πιο συγκεκριμένα:

Νέο πρόδρομο mRNA:



Πιθανό νέο ώριμο mRNA:



**Σημείωση:** Αν τοποθετηθεί ο υποκινητής | P → T | ή | T ← P |

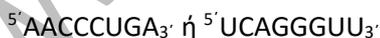
Κάθε υποκινητής έχει προσανατολισμό που καθορίζεται από τις συντηρημένες αλληλουχίες του (για τα βακτήρια Pribnow box και TATAA box). Το γονίδιο ορίζεται από την πλευρά που βρίσκεται το TATAA box του υποκινητή. Έτσι αν ο υποκινητής στη θέση 5 έχει το TATAA box προς τα αριστερά, ισχύουν όσα αναφέρονται παραπάνω. Αν ο υποκινητής έχει τοποθετηθεί έτσι ώστε το TATAA box να βρίσκεται προς τα δεξιά, τότε η μεταγραφή θα έχει κατεύθυνση αριστερά προς δεξιά και κωδική αλυσίδα του γονιδίου που δημιουργήθηκε, θα είναι η πάνω. Για το γονίδιο αυτό δεν δίνονται επαρκή στοιχεία της αλληλουχίας του ώστε να εξαγάγουμε συμπεράσματα για το RNA μόριο που κωδικοποιείται από αυτό.

**Γ3: α)** Ο ζητούμενος ανιχνευτής μπορεί να είναι:

**DNA ανιχνευτής:**



**RNA ανιχνευτής:**



**Γ4:** Έστω γονίδιο A ( $A^{KOK}$ ,  $A^\wedge$ ,  $A^{KIT}$ )  $A^{KOK} = A^\wedge > A^{KIT}$

Αυτοσωμικό γονίδιο με πολλαπλά αλληλόμορφα με τρία αλληλόμορφα, όπου τα δύο έχουν σχέση ατελούς επικράτειας και είναι και τα δύο επικρατή στο τρίτο αλληλόμορφο.

**α)** Έχουμε τη διασταύρωση:



[ΡΟΖ] : [ΚΟΚ] : [ΛΕΥΚΟ] : [ΚΙΤΡΙΝΟ]

Τα φυτά με [ΡΟΖ ΑΝΘΗ] έχουν γονότυπο  $A^{ΚΟΚ}A^Λ$

**β)** Πιθανοί γονότυποι φυτού με φαινότυπο [ΚΟΚΚΙΝΑ ΑΝΘΗ]

i)  $A^{ΚΟΚ}A^{ΚΟΚ}$  ii)  $A^{ΚΟΚ}A^{ΚΙΤ}$

Έχουμε λοιπόν:

$P_1: A^{ΚΟΚ}A^{ΚΟΚ} \times A^{ΚΟΚ}A^Λ$

$F_1: A^{ΚΟΚ}A^{ΚΟΚ} : A^{ΚΟΚ}A^Λ$

[ΚΟΚ] : [ΡΟΖ]

$P_2: A^{ΚΟΚ}A^{ΚΙΤ} \times A^{ΚΟΚ}A^Λ$

$F_1: A^{ΚΟΚ}A^{ΚΟΚ} : A^{ΚΟΚ}A^Λ : A^{ΚΟΚ}A^{ΚΙΤ} : A^ΛA^{ΚΙΤ}$

[ΚΟΚ] : [ΡΟΖ] : [ΚΟΚ] : [ΛΕΥΚΟ]

#### ΘΕΜΑ Δ

**Δ1:** Η N ως περιοριστική ενδονουκλεάση δεν χρησιμοποιήθηκε διότι:

**α.** Πέπτει τον υποκινητή του γονιδίου L στον φορέα κλωνοποίησης, ο οποίος αναγνωρίζεται από τη μεταγραφική συσκευή του βακτηρίου ξενιστή, το οποίο θέλουμε να εκφράσουμε το ευκαρυωτικό γονίδιο α.

**β.** Η N κόβει το γονίδιο α κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να λαμβάνεται ολόκληρο μαζί με τον υποκινητή του. Ωστόσο ο ευκαρυωτικός υποκινητής δεν αναγνωρίζεται από την μεταγραφική συσκευή του βακτηρίου ξενιστή.

Με βάση λοιπόν τα α και β η επιλογή της περιοριστικής ενδονουκλεάσης N για τον ανασυνδυασμό του φορέα κλωνοποίησης β με το ευκαρυωτικό γονίδιο α, οδηγεί σε έναν ανασυνδυασμένο φορέα κλωνοποίησης που αδυνατεί να μεταγράψει το γονίδιο α, εντός του βακτηρίου ξενιστή.

**Δ2:** Κατά την διαδικασία ανασυνδυασμού με τον παραπάνω τρόπο και δεδομένου ότι τα πλασμίδια ήταν τουλάχιστον 10 φορές περισσότερα από τα γονίδια α, ώστε να αυξηθούν οι πιθανότητες ανασυνδυασμού, προκύπτουν δύο κατηγορίες φορέων κλωνοποίησης β.

i) Οι μη-ανασυνδυασμένοι φορείς κλωνοποίησης β, με λειτουργικό γονίδιο L.

ii) Οι ανασυνδυασμένοι φορείς κλωνοποίησης β, με μη-λειτουργικό γονίδιο L.

Οι τελευταίοι φορείς κλωνοποίησης διακρίνονται σε αυτούς με το γονίδιο α να έχει τοποθετηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να εκφράζεται φυσιολογικά, κωδικοποιώντας το φυσιολογικό mRNA. Επίσης διακρίνονται σε εκείνους που ενώ έχουν ανασυνδυαστεί έχουν δεχθεί το γονίδιο α με τέτοιο προσανατολισμό ώστε να μην εκφράζεται σωστά, δηλαδή να παράγει mRNA εντελώς διάφορο του φυσιολογικού, επειδή μεταγράφεται τώρα η αλυσίδα που φυσιολογικά αποτελεί την κωδική αλυσίδα του γονιδίου α, αλλά ωστόσο τώρα λειτουργεί ως μη κωδική.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι **λευκές αποικίες δημιουργούν τα βακτήρια ξενιστές που μετασηματίστηκαν με τους ανασυνδυασμένους φορείς κλωνοποίησης και γαλάζιες οι ξενιστές που μετασηματίστηκαν με τους μη ανασυνδυασμένους φορείς κλωνοποίησης.**

Εμείς θέλουμε βακτήρια μετασηματισμένα με τον ανασυνδυασμένο φορέα κλωνοποίησης, αυτά όμως δεν μπορούν να εκφράσουν το γονίδιο L, οπότε σχηματίζουν λευκές αποικίες.

### Δ3.

Γνωρίζουμε ότι:

Κατά την έναρξη της μεταγραφής ενός γονιδίου η RNA πολυ-μεράση προσδένεται στον υποκινητή και προκαλεί τοπικό ξε-τύλιγμα της διπλής έλικας του DNA. Στη συνέχεια, τοποθετεί τα ριβονουκλεοτίδια απέναντι από τα δεοξυριβονουκλεοτίδια μίας αλυσίδας του DNA σύμφωνα με τον κανόνα της συμπληρωματικότητας των βάσεων, όπως και στην αντιγραφή, με τη διαφορά ότι εδώ απέναντι από την αδενίνη τοποθετείται το ριβονουκλεοτίδιο που περιέχει ουρακίλη. Η RNA πολυμεράση συνδέει τα ριβονουκλεοτίδια που προστίθενται το ένα μετά το άλλο, με 3'-5' φωσφοδιεστερικό δεσμό. Η μεταγραφή έχει προσανατολισμό 5'→3' όπως και η αντιγραφή (Εικόνα 2.4). Η σύνθεση του RNA σταματά στο τέλος του γονιδίου, όπου ειδικές αλληλουχίες οι οποίες ονομάζονται **αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής**, επιτρέπουν την απελευθέρωσή του.

Το μόριο RNA που συντίθεται είναι συμπληρωματικό προς τη μία αλυσίδα της διπλής έλικας του DNA του γονιδίου. Η αλυσίδα αυτή είναι η μεταγραφόμενη και ονομάζεται **μη κωδική**. Η συμπληρωματική αλυσίδα του DNA του γονιδίου ονομάζεται **κωδική**. Το RNA είναι το κινητό αντίγραφο της πληροφορίας ενός γονιδίου.

Τα δύο είδη DNA, του πλασμιδίου και του οργανισμού, αναμιγνύονται και, επειδή έχουν συμπληρωματικά άκρα, ενώνονται μεταξύ τους με τη μεσολάβηση ενός ενζύμου, της DNA δεσμάσης. Έτσι δημιουργούνται ανασυνδυασμένα πλασμίδια. Κάποια από αυτά δέχθηκαν το ένθεμα με τον σωστό προσανατολισμό: **Υποκινητής- γονίδιο- ΑΛΜ**. Κάποια άλλα όμως, δέχθηκαν το ένθεμα με αντίστροφο προσανατολισμό: **Υποκινητής γονίδιο ανεστραμμένο κατά 180° – ΑΛΜ**.

Μια πιθανή εξήγηση λοιπόν γιατί κάποιες από τις λευκές αποικίες δεν παράγουν καθόλου το ετερόλογο γονίδιο είναι ότι, κατά την ένθεση τους, κάποια αντίγραφα της αλληλουχίας του γονιδίου, στην θέση κοπής του φορέα κλωνοποίησης η ενσωμάτωση

τους στο πλασμίδιο έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε ο υποκινητής του φορέα κλωνοποίησης να βρίσκεται τώρα απομακρυσμένος από το φυσιολογικό κωδικόνιο έναρξης του γονιδίου και μάλιστα αυτό τώρα να μην βρίσκεται πλέον στην αλυσίδα του γονιδίου που έχει τοποθετηθεί με φορά 5' προς 3' από τον υποκινητή προς τις αλληλουχίες λήξης της μεταγραφής. Έτσι το ένθεμα αυτό δεν διαθέτει πλέον το μεταφράσιμο τμήμα, που αν μεταφραζόταν θα οδηγούσε στο ζητούμενο πεπτιδικό προϊόν.

#### Δ4.

Γνωρίζουμε ότι:

Είναι δυνατή η παραγωγή ευκαρυωτικών πρωτεϊνών, όπως η ινσουλίνη και η ανθρώπινη αυξητική ορμόνη, από βακτήρια. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις οι πρωτεΐνες αυτές δεν είναι ακριβώς ίδιες με τις πρωτεΐνες του ανθρώπου, επειδή τα βακτήρια δεν διαθέτουν τους μηχανισμούς τροποποίησης των πρωτεϊνών που διαθέτουν οι ευκαρυωτικοί οργανισμοί.

Επομένως μπορούμε να συνάγουμε ότι, οι λευκές αποικίες που διαθέτουν ανασυνδυασμένο φορέα κλωνοποίησης με το ένθεμα να έχει ενσωματωθεί με τον σωστό προσανατολισμό ως προς τον υποκινητή του φορέα κλωνοποίησης, αν και παράγουν το γονιδιακό προϊόν του εντεθειμένου ευκαρυωτικού γονιδίου, εντούτοις τα βακτηριακά κύτταρα αυτών των αποικιών, αδυνατούν να εκτελέσουν το σύνολο των απαιτούμενων μετα – μεταφραστικών τροποποιήσεων, που απαιτούνται ώστε το παραγόμενο πεπτίδιο να είναι βιολογικά λειτουργικό, όπως όταν παράγεται φυσικά στο ευκαρυωτικό κύτταρο που το παράγει με φυσιολογικό τρόπο.