

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΙΣΙΩΝ & ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ
ΤΡΙΤΗ 2 ΙΟΥΝΙΟΥ 2025
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΘΕΜΑ Α

A1. Με το **οπτικό** μικροσκόπιο παρατηρούμε:

α. τα νουκλεοσώματα. → Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο

β. τα χιάσματα.

γ. τις θηλές της αντιγραφής. → Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο

δ. το αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο. → Δύσκολα ορατό στο οπτικό μικροσκόπιο, κατά βάσει ορατό στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο

A2. Σε ένα υβριδικό $5'-ATCGATA-3'$ μόριο περιέχονται:
 $3'-UAGCUAU-5'$

→ 4 δεοξυριβονουκλεοτίδια (δεοξυριβόζη + A/T/G/C)

4 ριβονουκλεοτίδια (ριβόζη + A/U/G/C)

α. 8 είδη νουκλεοτιδίων.

β. 5 είδη νουκλεοτιδίων. → 5 είδη αζωτούχων βάσεων

γ. 4 είδη νουκλεοτιδίων.

δ. 6 είδη νουκλεοτιδίων.

A3. Σε cDNA βιβλιοθήκες, που κατασκευάστηκαν από ηπατικά και από παγκρεατικά κύτταρα του ίδιου ατόμου, εντοπίζονται **κοινά** γονίδια, που κωδικοποιούν:

α. DNA πολυμεράση και α_1 -αντιθρυψίνη.

β. ιστόνες και απαμινάση της αδενοσίνης.

γ. RNA πολυμεράση και πρωτεΐνες ριβοσωμάτων.

δ. ινσουλίνη και DNA δεσμάση.

A4. Κάποιος άνθρωπος υποβλήθηκε σε *in vivo* γονιδιακή θεραπεία για την κυστική ίνωση. Αν συμβολίσουμε με A το φυσιολογικό αλληλόμορφο και με α το αλληλόμορφο που είναι υπεύθυνο για την κυστική ίνωση, ο γονότυπος σε ένα επιθηλιακό κύτταρο του **πνεύμονα** και σε ένα κύτταρο του **παγκρέατος** θα είναι **αντίστοιχα**:

→ Γονότυπος ατόμου αα (ομόζυγος για το υπολειπόμενο αλληλόμορφο – νοσούντας) + Α **μόνο** στον ιστό που εμφανίζει την παθολογία και υποβλήθηκε στη γονιδιακή θεραπεία

α. Ααα και αα.

β. αα και Ααα.

γ. Ααα και Ααα.

δ. Αα και αα.

A5. Κατά τη δημιουργία του κλωνοποιημένου προβάτου Dolly και του διαγονιδιακού προβάτου Tracy χρησιμοποιήθηκαν, αντίστοιχα:

α. γονιμοποιημένο ωάριο και απύρηνω ωάριο.

β. γονιμοποιημένο ωάριο και γονιμοποιημένο ωάριο.

γ. απύρηνω ωάριο και απύρηνω ωάριο.

δ. απύρηνω ωάριο και γονιμοποιημένο ωάριο.

ΘΕΜΑ Β

B1.

ΣΤΗΛΗ Α	ΣΤΗΛΗ Β
1. Πείραμα Griffith → στ	α. Ιός δαμαλίτιδας
2. Εντομοκτόνος τοξίνη → η	β. Αδενοϊός
3. Πείραμα Hersey-Chase → δ	γ. Βακτήριο του γένους <i>Streptomyces</i>
4. Γονιδιωματική βιβλιοθήκη → ε	δ. Βακτηριοφάγος T ₂
5. <i>In vivo</i> γονιδιακή θεραπεία κυστικής ίνωσης → β	ε. Βακτηριοφάγος λ
6. Αντιβιοτικά → γ	στ. Πνευμονιόκοκκος
7. Εμβόλια → α	ζ. Βακτήριο του γένους <i>Lactobacillus</i>
	η. <i>Bacillus thuringiensis</i>

Σημείωση: i) Ιοί που προσβάλλουν ευκαρυωτικά κύτταρα για πρόληψη και θεραπεία ασθενειών

ii) Βακτηριοφάγοι σε *in vitro* πειράματα που απαιτείται η χρήση βακτηρίων ως κύτταρα ξενιστές (π.χ. μεθοδολογία ανασυνδυασμένου DNA)

B2. Να ορίσετε τις παρακάτω έννοιες:

α. κυτταρικός κύκλος.

Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη δημιουργία ενός κυττάρου (προηγούμενη κυτταρική διαίρεση) έως την επόμενη κυτταρική διαίρεση ονομάζεται κυτταρικός κύκλος ή κύκλος ζωής του κυττάρου.

Σημείωση: Μπορεί να γίνει σύντομη αναφορά των επιμέρους φάσεων της μεσόφασης (G₁-S-G₂) των ευκαρυωτικών κυττάρων. (Δεν απαιτείται.)

β. σύναψη.

Κατά την πρόφαση της μείωσης I, τα ομόλογα χρωμοσώματα εγκαταλείπουν τις τυχαίες θέσεις τους, πλησιάζουν και τοποθετούνται το ένα απέναντι στο άλλο. Το φαινόμενο αυτό, που ονομάζεται σύναψη. Κατά τη σύναψη, τα ομόλογα χρωμοσώματα στοιχίζονται έτσι, ώστε οι αντίστοιχοι γονιδιακοί τόποι να είναι ο ένας απέναντι στον άλλο.

Σημείωση: Μπορεί να γίνει σύντομη αναφορά στον επερχόμενο επιχiasμό, όπου μη αδελφές χρωματίδες των ομόλογων χρωμοσωμάτων ανταλλάσσουν γενετική πληροφορία. (Δεν απαιτείται.)

B3. Να αναφέρετε ποιες θα είναι οι συνέπειες σε ένα κύτταρο αν αφαιρεθεί τεχνητά ο πυρήνας του.

Τα ευκαρυωτικά κύτταρα που χάνουν τον πυρήνα τους κατά τη διαφοροποίηση (π.χ. ερυθρά αιμοσφαίρια) ή από τα οποία αφαιρείται ο πυρήνας τεχνητά παρουσιάζουν:

- μειωμένες μεταβολικές λειτουργίες,
- μικρή διάρκεια ζωής και
- απουσία αναπαραγωγικής ικανότητας.

Το γεγονός αυτό δηλώνει τη μεγάλη σημασία του πυρήνα στη ζωή του κυττάρου.

Ερευνητές δημιούργησαν στο εργαστήριο έναν συνθετικό φάγο. Ο φάγος αυτός διαθέτει το DNA του φάγου T₂ και πρωτεΐνες του φάγου T₄, οι οποίες είναι σημασμένες με ραδιενεργό ³⁵S. Με τους συνθετικούς φάγους οι επιστήμονες μόλυναν βακτήρια *E. coli*, τα οποία αναπτύχθηκαν σε περιβάλλον με μη ραδιενεργό S (³²S).

B4. Να εξηγήσετε:

α. αν οι πρωτεΐνες των νέων φάγων θα είναι όμοιες με εκείνες του φάγου T₂ ή του φάγου T₄.

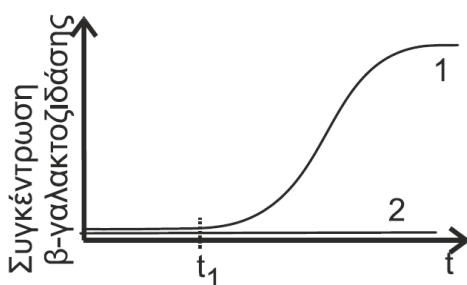
Το DNA αποτελεί το γενετικό υλικό όλων των κυττάρων και των DNA ιών. Η παρουσία του DNA του φάγου T₂ στο συνθετικό ιό, δίνει τη δυνατότητα αναπαραγωγής του συγκεκριμένου φάγου εντός του κυττάρου-ξενιστή (ομοίως με τα πειράματα Hersey-Chase). Επομένως, οι πρωτεΐνες των νέων φάγων θα είναι όμοιες με του φάγου T₂ και όχι του T₄, καθώς τα γονίδια του T₂ εκφράζονται στο κυτταρόπλασμα του βακτηρίου.

β. αν οι νέοι φάγοι που θα παραχθούν θα έχουν πρωτεΐνες με ραδιενεργό ^{35}S ή με μη ραδιενεργό ^{32}S .

Τα βακτήρια *E. coli* αναπτύσσονται σε περιβάλλον απουσία ^{32}S και παρουσία μη ραδιενεργού S. Δεδομένου ότι οι πρωτεΐνες του συνθετικού ιού δεν εισέρχονται στο κύτταρο-ξενιστή και οι νέες πρωτεΐνες συντίθενται με μη ραδιενεργό S, οι νέοι φάγοι θα αποτελούνται από πρωτεΐνες με μη ραδιενεργό S.

ΘΕΜΑ Γ

Δυο κλώνοι *E.coli*, εκ των οποίων ο ένας είναι φυσιολογικός και ο άλλος μεταλλαγμένος, καλλιεργούνται σε θρεπτικό υλικό που αρχικά περιέχει μόνο γλυκόζη και μετά την κατανάλωσή της (χρονική στιγμή t_1) προστίθεται λακτόζη. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μετράται συνεχώς η συγκέντρωση της β-γαλακτοζιδάσης, οπότε κατασκευάζεται η καμπύλη της **Εικόνας 1**.



Εικόνα 1

Γ1. α. Ποιος κλώνος (1 ή 2) είναι ο φυσιολογικός και ποιος ο μεταλλαγμένος;

Ο φυσιολογικός κλώνος διαθέτει λειτουργικό οπερόνιο της λακτόζης και παράγει το ένζυμο β-γαλακτοζιδάση, επομένως αντιστοιχεί στην καμπύλη 1.

Ο μεταλλαγμένος κλώνος δεν παράγει β-γαλακτοζιδάση, επομένως αντιστοιχεί στην καμπύλη 2.

β. Να εντοπίσετε τρεις διαφορετικές περιοχές του οπερονίου της λακτόζης, που αν υποστούν μετάλλαξη εξηγούν την καμπύλη του μεταλλαγμένου κλώνου.

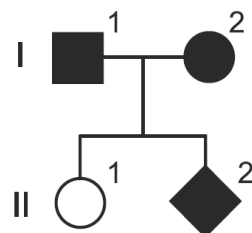
i. Μετάλλαξη στην κωδικοποιούσα περιοχή του ρυθμιστικού γονιδίου, με αποτέλεσμα η παραγόμενη πρωτεΐνη καταστολέας να μην προσδένεται στον επαγωγέα, λακτόζη. → Η πρόσδεση του καταστολέα στο χειριστή διατηρείται και το οπερόνιο παραμένει σε καταστολή παρουσία μόνο λακτόζης.

- ii. Μετάλλαξη στον κοινό υποκινητή των δομικών γονιδίων του οπερονίου → Η RNA πολυμεράση αδυνατεί να προσδεθεί στο οπερόνιο και δεν επέρχεται μεταγραφή.
 - iii. Μετάλλαξη στον χειριστή του οπερονίου → Ο καταστολέας συνδέεται ισχυρότερα στο χειριστή σε σχέση με τη λακτόζη, εμποδίζοντας την RNA πολυμεράση να ξεκινήσει τη μεταγραφή. (Η περίπτωση αυτή είναι ιδιαίτερα σπάνια αλλά γίνεται δεκτή.)
 - iv. Μετάλλαξη εντός του δομικού γονιδίου της β-γαλακτοζιδάσης με αποτέλεσμα να επάγεται το οπερόνιο αλλά να μην παράγεται το συγκεκριμένο ένζυμο.
- γ. Να εξετάσετε αν οι προτεινόμενες μεταλλάξεις επηρεάζουν με τον ίδιο τρόπο τη συγκέντρωση της περμεάσης.

Περιπτώσεις i-iii: επηρεάζεται η έκφραση του οπερονίου στο επίπεδο πριν τη μεταγραφή, άρα και η συγκέντρωση του ενζύμου περμεάση.

Περίπτωση iv: επηρεάζεται μόνο η συγκέντρωση του ενζύμου β-γαλακτοζιδάση και όχι της περμεάσης.

Στο γενεαλογικό δέντρο της **Εικόνας 2** απεικονίζεται ο τρόπος κληρονόμησης ενός μονογονιδιακού χαρακτήρα.



Εικόνα 2

Γ2. Να αναφέρετε τον τύπο κληρονομικότητας και να υπολογίσετε την πιθανότητα το άτομο II₂ να είναι κορίτσι ετερόζυγο.

- Παρατηρούμε ότι από δύο νοσούντες γονείς (I₁ και I₂) προκύπτει υγιής απόγονος.
- ⇒ Απορρίπτεται η περίπτωση της **υπολειπόμενης** κληρονομικότητας (αυτοσωμικής ή φυλοσύνδετης).

Αυτοσωμική υπολειπόμενη	Φυλοσύνδετη υπολειπόμενη
Έστω, A το επικρατές, φυσιολογικό αλληλόμορφο και α το υπολειπόμενο αλληλόμορφο της νόσου.	Έστω, X ^A το επικρατές φυσιολογικό αλληλόμορφο και X ^a το υπολειπόμενο αλληλόμορφο της νόσου.

P	$I_1 \text{ aa} \times I_2 \text{ aa}$	$I_1 \text{ X}^a\text{Y} \times I_2 \text{ X}^a\text{X}^a$
Γαμέτες	$a \quad a$	$\text{X}^a / \text{Y} \quad \text{X}^a$
F ₁	aa	X^aX^a, X^aY

⇒ Απορρίπτεται η περίπτωση της **μιτοχονδριακής** κληρονομικότητας, η οποία είναι αποκλειστικά μητρικής προελεύσεως. Η νοσούσα μητέρα θα κληροδοτούσε τη νόσο στο 100% των απογόνων.

- Ο υγιής απόγονος είναι θηλυκό άτομο.

Το φύλο στον άνθρωπο καθορίζεται από την παρουσία (XY: αρσενικό) ή την απουσία (XX: θηλυκό) του Y χρωμοσώματος.

⇒ Απορρίπτεται η περίπτωση της **φυλοσύνδετης** επικρατούς κληρονομικότητας, δεδομένου ότι ο ασθενής πατέρας κληροδοτεί στο σύνολο των θηλυκών απογόνων το μεταλλαγμένο αλληλόμορφο (X^A) με αποτέλεσμα να νοσούν, ανεξαρτήτου γονοτύπου της μητέρας.

	Περίπτωση 1 ^η	Περίπτωση 2 ^η
P	$I_1 \text{ X}^A\text{Y} \times I_2 \text{ X}^A\text{X}^A$	$I_1 \text{ X}^A\text{Y} \times I_2 \text{ X}^A\text{X}^a$
Γαμέτες	$\text{X}^A / \text{Y} \quad \text{X}^A$	$\text{X}^A / \text{Y} \quad \text{X}^A / \text{X}^a$
F ₁	X^AX^A, X^AY	X^AX^A, X^AX^a, X^AY, X^aY,

Επομένως, η νόσος κληρονομείται με **αυτοσωμικό επικρατή** τρόπο, με τα άτομα I₁ και I₂ να είναι ετερόζυγα.

Αυτοσωμική επικρατής

Έστω A το επικρατές αλληλόμορφο για τη νόσο και α το υπολειπόμενο, φυσιολογικό αλληλόμορφο.

P	$I_1 \text{ Aa} \times I_2 \text{ Aa}$
Γαμέτες	$A / a \quad A / a$
F ₁	AA, Aa, Aa, aa

Βάσει του 1^{ου} Νόμου του Mendel ή νόμο του ανεξάρτητου διαχωρισμού των αλληλομόρφων και δεδομένου ότι κάθε κύηση είναι ένα ανεξάρτητο γεγονός, υπάρχει 1/2 πιθανότητα να προκύψει θηλυκός απόγονος (XX) και 1/2 να προκύψει ετερόζυγος απόγονος. Ωστόσο, βλέπουμε ότι το άτομο I₂ νοσεί, άρα 2/3 να είναι ετερόζυγο. Άρα, 1/2 θηλυκό · 2/3 ετερόζυγο = 1/3.

Στον άνθρωπο υπάρχει ένα είδος τύφλωσης που οφείλεται σε μιτοχονδριακό γονίδιο. Ένα άλλο είδος τύφλωσης οφείλεται σε υπολειπόμενο φυλοσύνδετο γονίδιο.

Άνδρας και γυναίκα που πάσχουν από τύφλωση, απευθύνονται σε ειδικό επιστήμονα για γενετική καθοδήγηση. Ο γενετιστής, μετά από έλεγχο των γονοτύπων τους, τους ενημερώνει ότι αν αποκτήσουν κορίτσι δεν υπάρχει πιθανότητα να πάσχει από τη συγκεκριμένη ασθένεια, ενώ αν αποκτήσουν αγόρι θα πάσχει οπωσδήποτε.

Γ3. Αν θεωρήσουμε ότι η ασθένεια σε κάθε γονέα προκαλείται από έναν τύπο μετάλλαξης και ότι οι δύο γονείς έχουν διαφορετικό τύπο μετάλλαξης

α. να εξετάσετε τι είδους παθολογικό γονίδιο μπορεί να είναι η αιτία που πάσχει ο κάθε γονέας.

Γνωρίζουμε ότι το σύνολο των απογόνων κληρονομούν το μιτοχονδριακό DNA της μητέρας, καθώς μόνο το ωάριο και όχι το σπερματοζωάριο δίνει μιτοχόνδρια στο ζυγωτό. Δεδομένου ότι προκύπτουν υγιείς απόγονοι (100% των θηλυκών), από νοσούσα *μητέρα*, αυτή **δεν** μπορεί να φέρει το **μιτοχονδριακό** γονίδιο της νόσου. Επομένως, είναι ομόζυγη για το **φυλοσύνδετο**, υπολειπόμενο (X^a), το οποίο κληρονομεί στο σύνολο των απογόνων. Αντίθετα, ο *πατέρας* φέρει το επικρατές, φυσιολογικό, φυλοσύνδετο αλληλόμορφο (X^A) και έχει γονότυπο X^AY , προκειμένου να κληροδοτεί το X^A στο σύνολο των θηλυκών απογόνων που δε νοσούν (και το Y στους αρσενικούς), ενώ επιπλέον νοσεί λόγω του **μιτοχονδριακού** γονιδίου.

β. να γράψετε τους γονότυπους των γονέων και των πιθανών αρσενικών και θηλυκών απογόνων.

Περίπτωση 1^η

P	Πατέρας X^AY × Μητέρα X^aX^a
Γαμέτες	X^A / Y X^a
F ₁	X^AX^a , X^aY

ΘΕΜΑ Δ

Στην **Εικόνα 3** παρουσιάζεται τμήμα της αλληλουχίας του 2^{ου} εξωνίου ενός γονιδίου. Α. Κατά τη μετάφραση του mRNA, που παράγεται από τη μεταγραφή του τμήματος της **Εικόνας 3**, χρησιμοποιείται το tRNA που μεταφέρει το αμινοξύ τρυπτοφάνη.

...CAATTGAATGGCCGTTTTGGATTAATTA... αλυσίδα I

...GTTAACCTTACCGGC AAAACCTAATTAAT... αλυσίδα II

Εικόνα 3

Δ1. Να εντοπίσετε την κωδική αλυσίδα του τμήματος του εξωνίου της **Εικόνας 3**. Να γράψετε τους προσανατολισμούς του DNA. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

- Κατά τη μετάφραση χρησιμοποιείται το tRNA που μεταφέρει το αμινοξύ τρυπτοφάνη. Επομένως, το μεταγραφόμενο mRNA διαθέτει τουλάχιστον μία φορά το κωδικόνιο της τρυπτοφάνης **5' UGG 3'**.
- Η μεταγραφή γίνεται από την RNA πολυμεράση με προσανατολισμό **5' → 3'**.
- Το mRNA είναι συμπληρωματικό και αντιπαράλληλο με τη μεταγραφόμενη, μη κωδική αλυσίδα και φέρει την ίδια γενετική πληροφορία με την κωδική αλυσίδα του γονιδίου.
- Οι δύο αλυσίδες στο γονίδιο είναι συμπληρωματικές και αντιπαράλληλες.

Επομένως αναμένεται να εντοπιστούν οι τριπλέτες:

Κωδική αλυσίδα 5' TGG 3'

Μη κωδική αλυσίδα 3' ACC 5'

Η αλληλουχία 5' TGG 3' εντοπίζεται στην αλυσίδα I επομένως αυτή είναι η κωδική:

5' ... CA ATT GAA TGG CCG TTT TGG ATT AAT TA ... 3' I: κωδική

3' ... GT TAA CTT ACC GGC AAA ACC TAA TTA AT ... 5' II: μη κωδική

Δ2. Να γράψετε την αλληλουχία του mRNA που προκύπτει. Να γράψετε την αλληλουχία των αμινοξέων που προκύπτει από τη μετάφραση του τμήματος mRNA.

Αλληλουχία mRNA:

5' ... CA AUU GAA UGG CCG UUU UGG AUU AAU TA ... 3'

Ο γενετικός κώδικας είναι κώδικας τριπλέτας, συνεχής και μη επικαλυπτόμενος.

Αλληλουχία αμινοξέων:

NH₂ ... Ile – Glu – Trp – Pro – Phe – Trp – Ile – Asn ... COOH

Μετάλλαξη στο τμήμα της αλληλουχίας του εξωνίου της **Εικόνας 3** οδηγεί στη δημιουργία του τμήματος πεπτιδίου που απεικονίζεται στην **Εικόνα 4**.

NH₂ ... Ile – Glu – Lys – Arg – Pro – Trp – Ile – Asn ... COOH

Εικόνα 4

Δ3. Να προσδιορίσετε τη μετάλλαξη. Να γράψετε την αλληλουχία του DNA του μεταλλαγμένου εξωνίου της **Εικόνας 3**.

Πεπτίδιο: **NH₂ ... Ile – Glu – Lys – Arg – Pro – Trp – Ile – Asn ... COOH**

mRNA: 5' ... AUU GAA AAA AGG CCA UGG AUU AAU TA ... 3'
 AAG AGA CCU
 CCG
 CCC

Η μετάλλαξη στα κωδικόνια 3-5 μπορεί να οφείλεται σε αναστροφή του τμήματος του γονιδίου που περιλαμβάνει τα αντίστοιχα κωδικόνια:

5' ... TGG CCG TTT ... 3'
 3' ... ACC GGC AAA ... 5'

Η αλληλουχία του μεταλλαγμένου τμήματος DNA του εξωνίου θα είναι:

5' ... CA ATT GAA AAA CGG CCA TGG ATT AAT TA ... 3' I: κωδική
 3' ... GT TAA CTT TTT GCC GGT ACC TAA TTA AT ... 5' II: μη κωδική

Επιθυμούμε να κλωνοποιήσουμε το τμήμα του εξωνίου της **Εικόνας 3** χρησιμοποιώντας ως φορέα κλωνοποίησης το πλασμίδιο της **Εικόνας 5**.

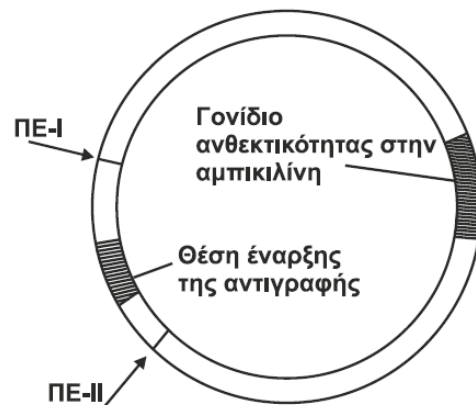
Διαθέτουμε δύο διαφορετικές περιοριστικές ενδονουκλεάσες τις ΠΕ-I και ΠΕ-II.

Το πλασμίδιο φέρει γονίδιο ανθεκτικότητας στην αμπικιλίνη, μία θέση έναρξης αντιγραφής και δύο θέσεις αναγνώρισης από τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες ΠΕ-I και ΠΕ-II.

Παρακάτω δίνονται οι αλληλουχίες έξι ζευγών βάσεων που αναγνωρίζονται από τις ΠΕ-I και ΠΕ-II.

ΠΕ-I 5' - C AATTG - 3'
 3' - GTTAA C - 5'

ΠΕ-II 5' - T AATTA - 3'
 3' - ATTAA T - 5'



Εικόνα 5

Δ4. Ποια ή ποιες περιοριστική/ές ενδονουκλεάση/ες θα χρησιμοποιηθούν για να κόψουν το τμήμα του γονιδίου και ποια ή ποιες για να κόψουν το πλασμίδιο; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Κατά την κατασκευή του ανασυνδυασμένου DNA απαιτείται:

- η περιοριστική ενδονουκλεάση να πέττει **μία** φορά το πλασμίδιο,
- το πλασμίδιο να μπορεί να αντιγραφεί εντός των κυττάρων ξενιστών, επομένως να υπάρχει λειτουργική θέση έναρξης της αντιγραφής (Θ.Ε.Α.).

Παρατηρούμε ότι τόσο η ΠΕ-I όσο και η ΠΕ-2, τέμνουν το πλασμίδιο μία φορά η καθεμία, μακριά από τη Θ.Ε.Α. Επομένως, στο πλασμίδιο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί **είτε η ΠΕ-I είτε η ΠΕ-2**.

Για να ενταχθεί το τμήμα του εξωνίου εντός του πλασμιδίου, απαιτούνται μονόκλωνα άκρα εκατέρωθεν αυτού, συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα με τα μονόκλωνα άκρα που έχουν δημιουργηθεί στον πλασμιδιακό φορέα κλωνοποίησης.

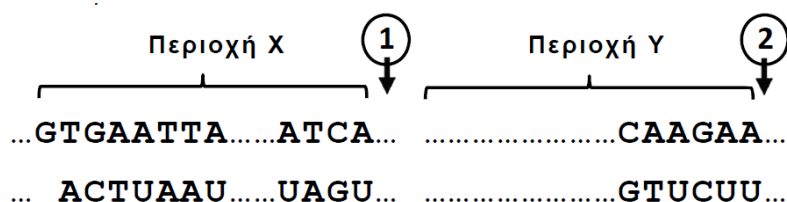
Παρατηρούμε ότι στην αλληλουχία του εξωνίου εντοπίζεται μία φορά η θέση αναγνώρισης της ΠΕ-I στα αριστερά και μία φορά η θέση αναγνώρισης της ΠΕ-II στα δεξιά.

5' ... C | AATTGAATGGCCGTTTGGATT | AATTA ... 3'
 3' ... GTTAA | CTTACCGGCAAAACCTAATTAA | T ... 5'

Επιπλέον οι δύο περιοριστικές ενδονουκλεάσες δημιουργούν συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα, μονόκλωνα άκρα.

Επομένως, στο τμήμα του εξωνίου θα χρησιμοποιηθεί **συνδυασμός** των ΠΕ-I και ΠΕ-II.

Στην **Εικόνα 6** απεικονίζεται στιγμιότυπο της αντιγραφής της μίας αλυσίδας του 5^{ου} εξωνίου του γονιδίου A.



Εικόνα 6

Δ5. Να γράψετε ποια περιοχή αντιγράφεται με συνεχή και ποια με ασυνεχή τρόπο. Να εξηγήσετε ποια από τις δύο θέσεις (1 ή 2) μπορεί να αποτελεί θέση έναρξης αντιγραφής.

Γνωρίζουμε ότι:

- Η αντιγραφή είναι ένας ημισυντηρητικός μηχανισμός που πραγματοποιείται από την *DNA* πολυμεράση με προσανατολισμό **5' → 3'**.
- Για να ξεκινήσει η *DNA* πολυμεράση την αντιγραφή, απαιτείται προηγουμένως:
 - η *DNA* ελίκωση να κάνει το ξετύλιγμα της δίκλωνης έλικας, ξεκινώντας από τη θέση έναρξης της αντιγραφής (Θ.Ε.Α.),

- ii. το *πριμόσωμα* να τοποθετήσει μικρά τμήματα RNA, συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα προς το 3' άκρο της μητρικής αλυσίδας.
- Για να επιτευχθεί η σύνθεση των θυγατρικών αλυσίδων με το σωστό προσανατολισμό, σε κάθε διχάλα μίας θηλιάς, η DNA πολυμεράση δρα στη μία αλυσίδα με την κατεύθυνση της DNA ελίκας, με αποτέλεσμα η αντιγραφή να είναι **συνεχής**, ενώ στην άλλη αλυσίδα δρα αντίθετα από την κατεύθυνση της DNA ελίκας, με αποτέλεσμα η αντιγραφή να είναι **ασυνεχής**.

Στην **εικόνα 6** παρατηρούμε ότι:

- η πάνω αλυσίδα αποτελείται από τις αζωτούχες βάσεις A, T, G και C
⇒ πρόκειται για δεοξυριβονουκλεοτίδια,
- στην κάτω αλυσίδα παρατηρούμε τις αζωτούχες βάσεις A, U, T, G και C
⇒ πρόκειται για ριβονουκλεοτίδια και δεοξυριβονουκλεοτίδια.

Επομένως η *πάνω* αλυσίδα είναι η **μητρική** και η *κάτω* η **νεοσυντιθέμενη**.

Η τελευταία δομείται από τα ριβονουκλεοτίδια των πρωταρχικών τμημάτων (δεξιά κάθε τμήματος) και τα δεοξυριβονουκλεοτίδια που τοποθετεί η DNA πολυμεράση κατά την επιμήκυνση της αντιγραφής. Επομένως, η αλυσίδα αντιγράφεται από τα δεξιά προς τα αριστερά.

1^η περίπτωση

Ισομεγέθη πρωταρχικά τμήματα

Περιοχή X

Σχηματίζονται 2 πρωταρχικά τμήματα κατά την αντιγραφή της.

⇒ Ασυνεχής αντιγραφή

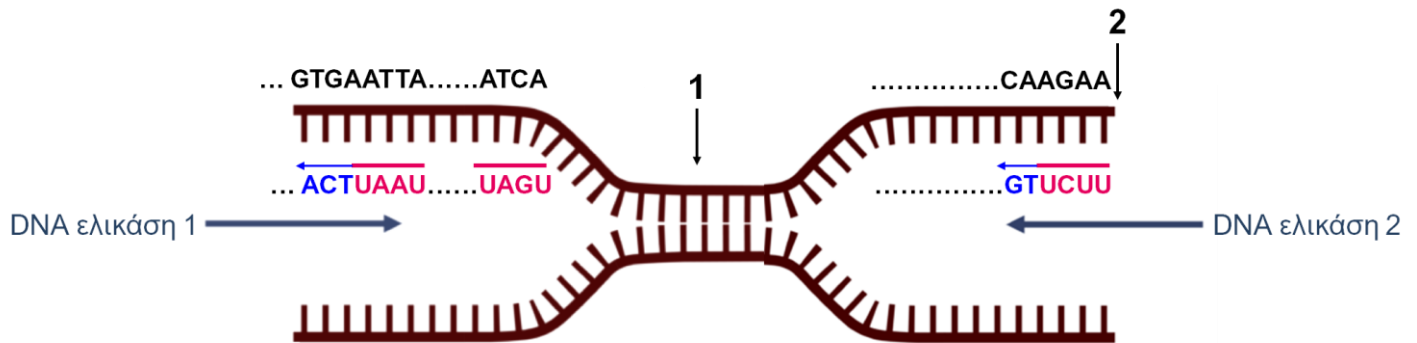
Περιοχή Y

Παρατηρείται 1 πρωταρχικό τμήμα κατά την αντιγραφή της.

⇒ Συνεχής αντιγραφή



Η **Θ.Ε.Α.** βρίσκεται στη **θέση 2** και η θέση 1 αντιστοιχεί στο σημείο «συνάντησης» δύο διαδοχικών θηλιών (2 διχάλες της αντιγραφής, όπου η DNA ελικάσες δρουν αντίθετα).



2^η περίπτωση

Όχι τόσο πιθανή αλλά δεκτή

Πρωταρχικά τμήματα διαφορετικού μεγέθους

Περιοχή X

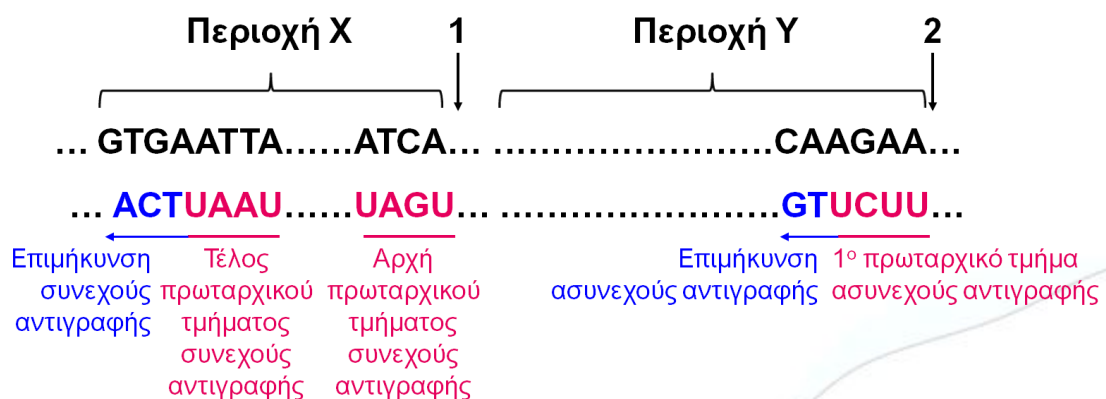
Σχηματίζεται 1 πρωταρχικό τμήμα μεγάλου μήκους κατά την αντιγραφή της.

⇒ Συνεχής αντιγραφή

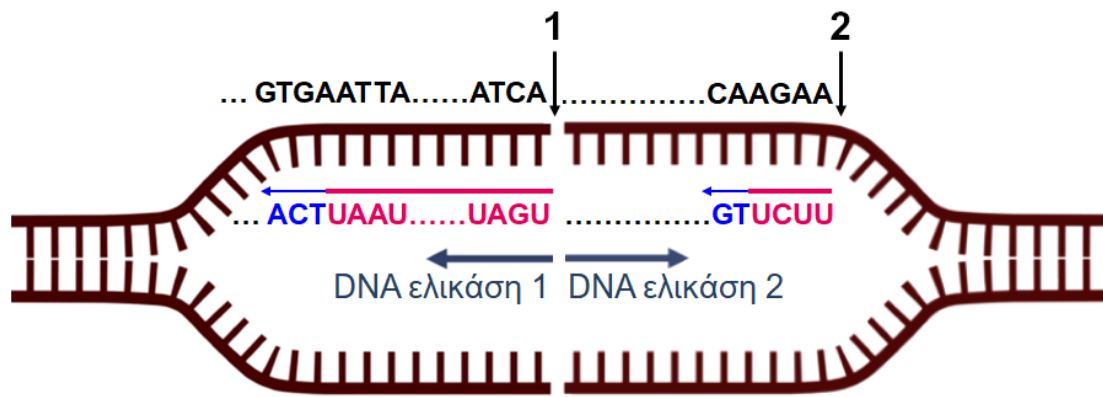
Περιοχή Y

Σχηματίζονται >1 πρωταρχικά τμήματα κατά την αντιγραφή της (παρατηρούμε ένα από αυτά).

⇒ Ασυνεχής αντιγραφή



Η **Θ.Ε.Α.** βρίσκεται στη **θέση 1** και η θέση 2 αντιστοιχεί στο σημείο όπου συντίθεται ένα από τα πρωταρχικά τμήματα της ασυνεχούς αντιγραφής (1 θηλιά της αντιγραφής).



Επιμέλεια: Μπαλούρη Χριστίνα