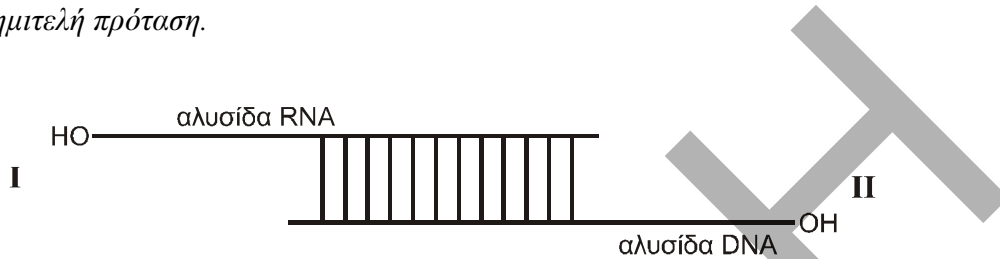


ΒΙΟΛΟΓΙΑ
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
2018
ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμιάς από τις παρακάτω ημιτελείς προτάσεις **A1** έως **A5** και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη λέξη ή στη φράση, η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

A1.



Στο παραπάνω υβριδικό μόριο DNA - RNA η DNA πολυμεράση:

- α. μπορεί να δράσει προς τη θέση I
- β. μπορεί να δράσει προς τη θέση I I
- γ. μπορεί να δράσει προς τις θέσεις I και II
- δ. δεν μπορεί να δράσει.

Μονάδες 5

A2. Σε άτομα που πάσχουν από αιμορροφιλία Β χορηγείται:

- α. αυξητική ορμόνη
- β. παράγοντας IX
- γ. α1 – αντιθρυψίνη
- δ. παράγοντας VIII.

Μονάδες 5

A3. Ραδιενεργός ^{32}P και ραδιενεργό ^{35}S είναι δυνατόν να ενσωματωθούν αντίστοιχα:

- α. σε έναν υποκινητή γονιδίου και ένα μονοκλωνικό αντίσωμα
- β. στην DNA πολυμεράση και σε ένα πλασμίδιο
- γ. στην RNA πολυμεράση και στην προϊνσουλίνη
- δ. στον χειριστή του οπερονίου της λακτόζης και στην λακτόζη.

Μονάδες 5

A4. Η πιθανότητα να προκύψουν άτομα με σύνδρομο Turner κατά τον λάθος σχηματισμό των γαμετών είναι:

- α. αυξημένη όταν ο μη αποχωρισμός συμβεί κατά την πρώτη μειωτική διαίρεση της μητέρας
- β. αυξημένη όταν ο μη αποχωρισμός συμβεί στη δεύτερη μειωτική διαίρεση της μητέρας
- γ. αυξημένη όταν ο μη αποχωρισμός συμβεί στη δεύτερη μειωτική διαίρεση του πατέρα
- δ. ίδια σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις.

Μονάδες 5

- A5.** Την πρωτεΐνη α1-αντιθρυψίνη θα την εντοπίσουμε σε βακτηριακό κλώνο cDNA βιβλιοθήκης που έχει κατασκευαστεί από ώριμο mRNA κυττάρων
- παγκρέατος
 - ήπατος
 - στομάχου
 - μυελού των οστών.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

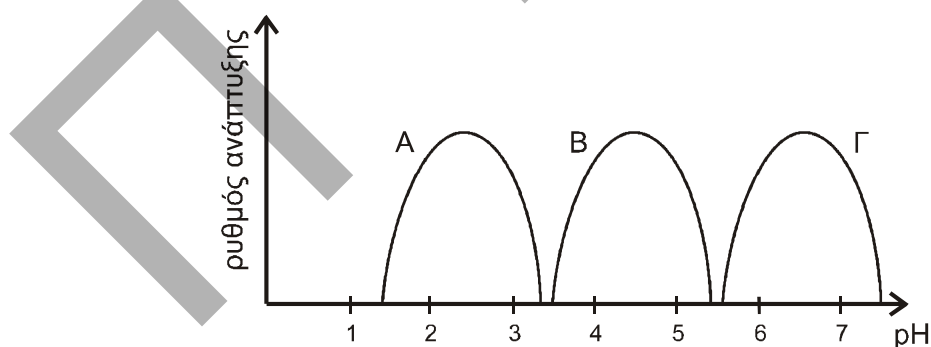
- B1.** Να αντιστοιχίσετε τον κάθε αριθμό της **στήλης I** με ένα μόνο γράμμα της **στήλης II**.

Στήλη I	Στήλη II
1. Περιοριστική ενδονουκλεάση	α. Πολυσακχαρίτης
2. Πρωταρχικό τμήμα	β. Νουκλεϊκό οξύ
3. Πριμόσωμα	γ. Πρωτεΐνη
4. Άγαρ	
5. Αντίσωμα	
6. Απαμινάση της αδενοσίνης	
7. Πλασμίδιο	

Μονάδες 7

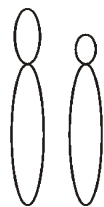
- B2.** Στο ακόλουθο σχήμα 1 απεικονίζεται ο ρυθμός ανάπτυξης των μικροοργανισμών Α, Β, Γ. Ποιος από αυτούς μπορεί να ανήκει στο γένος *Lactobacillus* (μονάδες 2). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 2).

Μονάδες 4



σχήμα 1

- B3.** Στο ακόλουθο σχήμα 2 απεικονίζεται το πέμπτο ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων ενός ανθρώπου. Να προσδιορίσετε το είδος της μετάλλαξης (μονάδες 2), την ασθένεια που προκαλεί η μετάλλαξη αυτή (μονάδες 2), καθώς και τον φαινότυπο του ανθρώπου που τη φέρει (μονάδες 2).



σχήμα 2

- B4.** Να προσδιορίσετε σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις θα προκύψουν θραύσματα ίσου μήκους και σε ποιες διαφορετικού μήκους, μετά τη δράση της EcoRI σε:
- α.** Δύο αδελφές χρωματίδες.
 - β.** Δύο γονίδια, που κωδικοποιούν δύο διαφορετικές πολυπεπτιδικές αλυσίδες.
 - γ.** Δύο διαφορετικά πλασμίδια από δύο διαφορετικά βακτήρια.
 - δ.** Δύο μορίων κύριου DNA από δύο βακτήρια ενός βακτηριακού κλώνου.

(μονάδες 4)

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας (μονάδες 4).

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Προκειμένου να εντοπισθεί ένα από τα γονίδια του tRNA της γλυκίνης (Gly), εργαζόμαστε με τη βοήθεια βιβλιοθήκης που έχει προκύψει από ευκαρυωτικό γενετικό υλικό.

- Γ1.** Με ποιο είδος βιβλιοθήκης πρέπει να εργαστούμε; (μονάδες 2) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 5).

Μονάδες 7

- Γ2.** Το αντικωδικόνιο του tRNA που μελετάμε είναι το 3'CCC5'. Το γονίδιο αυτού του tRNA υφίσταται μετάλλαξη ώστε το αντικωδικόνιό του τώρα να μετατραπεί σε 3'ACC5' χωρίς περαιτέρω επιπτώσεις στην λειτουργικότητα του tRNA.

Το μεταλλαγμένο γονίδιο χρησιμοποιείται για τον μετασχηματισμό ενός βακτηρίου. Το βακτήριο δεν διαθέτει το αντίστοιχο φυσιολογικό γονίδιο και εκφράζει το μεταλλαγμένο γονίδιο του tRNA που του έχει εισαχθεί. Δίνονται οι κωδικές αλυσίδες δύο γονιδίων (α και β) του βακτηρίου που κωδικοποιούν δύο ολιγοπεπτίδια.

Γονίδιο α **A T A A G T A C C G G G G C C G T A T A A**
Γονίδιο β **A T A A G T A C C G G T G C C G T A T A A**

Θα παραχθούν πεπτίδια από την έκφραση και των δύο γονιδίων; (μονάδες 2)

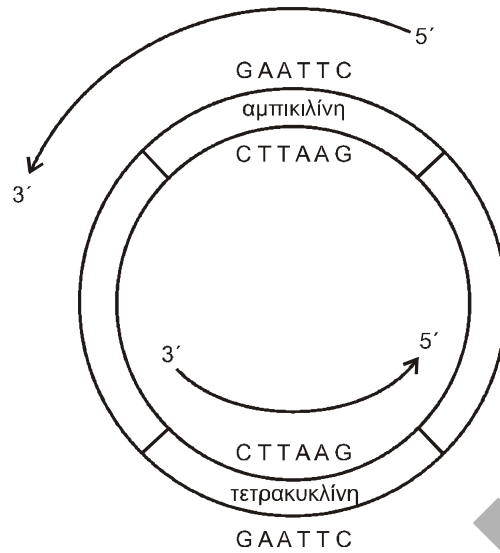
Να γράψετε την αλληλουχία όσων πεπτιδίων θα παραχθούν (μονάδες 4). Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας (μονάδες 7).

Μονάδες 13

Δίνεται ο γενετικός κώδικας:

		Δεύτερο γράμμα							
		U	C	A	G				
Πρώτο γράμμα	U	UUU } Φαινυλα- λανίνη (phe)	UCU } UCC } UCA } UCG }	UAU } Τυροσίνη (tyr) UAC } UAA } λήξη UAG } λήξη	UGU } κυστεΐνη (cys) UGC } UGA } λήξη UGG } Τρυπτο- φάνη (trp)	U C A G	Τρίτο γράμμα		
		C	CUU } CUC } CUA } CUG }	CCU } CCC } CCA } CCG }	CAU } Ιστιδίνη (his) CAC } CAA } Γλουταμίνη (gln) CAG }			CGU } CGC } CGA } CGG }	U C A G
		A	AUU } AUC } AUA }	ACU } ACC } ACA } ACG }	AAU } Ασπαραγίνη (asn) AAC } AAA } Λυσίνη (lys) AAG }			AGU } Σερίνη (ser) AGC } AGA } Αργινίνη (arg) AGG }	U C A G
		G	GUU } GUC } GUA } GUG }	GCU } GCC } GCA } GCG }	GAU } Ασπαρτικό οξύ (asp) GAC } GAA } γλουταμινικό οξύ (glu) GAG }			GGU } GGC } GGA } GGG }	U C A G

Γ3. Στο σχήμα 3 απεικονίζεται πλασμίδιο που διαθέτει γονίδια ανθεκτικότητας σε δύο αντιβιοτικά, την αμπικιλίνη και τετρακυκλίνη και αναγράφονται εσωτερικές αλληλουχίες των δύο γονιδίων ανθεκτικότητας. Αφού το πλασμίδιο κοπεί με την EcoRI και εισαχθεί ένα γονίδιο ξένου οργανισμού σε αυτό να εξηγήσετε ποιο από τα δύο αντιβιοτικά θα χρησιμοποιούσατε για τη διάκριση των μετασχηματισμένων βακτηριακών κλώνων με ανασυνδυασμένο πλασμίδιο.



σχήμα 3

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Σε ένα είδος ποντικών, το γονίδιο που προσδίδει το μαύρο χρώμα τριχώματος επικρατεί του λευκού και το γονίδιο που ευθύνεται για την μακριά ουρά επικρατεί του γονιδίου που ευθύνεται για την κοντή ουρά. Το φύλο στους ποντικούς καθορίζεται όπως στον άνθρωπο και τα γονίδια που ελέγχουν τα δύο χαρακτηριστικά βρίσκονται σε διαφορετικά ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων. Από αλληπάλληλες διασταυρώσεις του ίδιου μαύρου θηλυκού ποντικού με μακριά ουρά με τον ίδιο άσπρο αρσενικό με κοντή ουρά προέκυψαν:

- 31 αρσενικά μαύρα με μακριά ουρά
- 32 αρσενικά άσπρα με κοντή ουρά
- 31 αρσενικά μαύρα με κοντή ουρά
- 29 αρσενικά άσπρα με μακριά ουρά
- 30 θηλυκά μαύρα με μακριά ουρά
- 31 θηλυκά άσπρα με μακριά ουρά
- 29 θηλυκά μαύρα με κοντή ουρά
- 30 θηλυκά άσπρα με κοντή ουρά

α. Να διερευνηθεί και να προσδιοριστεί ο τρόπος κληρονομής των γονιδίων.

Μονάδες 6

β. Να γράψετε τους πιθανούς γονότυπους του θηλυκού γονέα.

Μονάδες 3

γ. Να δώσετε τις αντίστοιχες διασταυρώσεις.

Μονάδες 6

Δεν απαιτείται η διατύπωση των νόμων του Mendel.

- Δ2.** Ένας άνδρας με τρία γονίδια που κωδικοποιούν την α-πολυπεπτιδική αλυσίδα της αιμοσφαιρίνης αποκτά δύο παιδιά με μία γυναίκα που φέρει δύο γονίδια που κωδικοποιούν την α-πολυπεπτιδική αλυσίδα της αιμοσφαιρίνης. Εάν το πρώτο παιδί που γεννήθηκε φέρει μόνο ένα γονίδιο που κωδικοποιεί την α-πολυπεπτιδική αλυσίδα της αιμοσφαιρίνης, ποια η πιθανότητα το δεύτερο παιδί να έχει φυσιολογικό γονότυπο και φαινότυπο;

Μονάδες 5

Δεν απαιτείται η διατύπωση των νόμων του Mendel.

- Δ3.** Ένα είδος διπλοειδούς φυτού έχει δέκα χρωμοσώματα. Ένας ερευνητής έχει στη διάθεσή του δύο Bt διαγονιδιακά φυτά αυτού του είδους. Στο πρώτο, το γονίδιο της τοξίνης έχει ενσωματωθεί σε ένα από τα δύο ομόλογα χρωμοσώματα του πρώτου ζεύγους ενώ το δεύτερο σε ένα από τα δύο ομόλογα χρωμοσώματα του τέταρτου ζεύγους. Εάν τα δύο αυτά φυτά διασταυρωθούν μεταξύ τους, να γράψετε το ποσοστό των απογόνων της F1 γενιάς που θα είναι ανθεκτικά στα έντομα (μονάδες 2). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 3).

Μονάδες 5

Δεν απαιτείται η διατύπωση των νόμων του Mendel.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

- A1 δ
A2: β
A3: α
A4: α
A5: β

ΘΕΜΑ Β

B1. 1 – γ, 2 – β, 3 – γ, 4 – α, 5 – γ, 6 – γ, 7 - β

B2. Το pH επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Οι περισσότεροι αναπτύσσονται σε pH 6-9. Υπάρχουν όμως μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται σε διαφορετικό pH, όπως είναι τα βακτήρια του γένους *Lactobacillus*, που αναπτύσσονται σε pH 4-5. Έτσι ο ρυθμός ανάπτυξης Β ανήκει στο γένος *Lactobacillus*.

B3. Το είδος της μετάλλαξης είναι έλλειψη χρωμοσωμικού τμήματος από το μικρό βραχίονα του 5^{ου} χρωμοσώματος.
Η έλλειψη είναι η απώλεια γενετικού υλικού. Το σύνδρομο φωνή της γάτας (cri-du-chat) οφείλεται στην έλλειψη ενός τμήματος από το χρωμόσωμα 5. Το σύνδρομο ονομάζεται έτσι, γιατί το κλάμα των νεογέννητων που πάσχουν μοιάζει με το κλάμα της γάτας (cri-du-chat). Τα άτομα που πάσχουν από το συγκεκριμένο σύνδρομο εμφανίζουν διανοητική καθυστέρηση.

B4. Θραύσματα ίσου μήκους θα προκύψουν στις περιπτώσεις α και δ και διαφορετικού μήκους στις περιπτώσεις β και γ.

Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες παράγονται από βακτήρια και ο φυσιολογικός τους ρόλος είναι να τα προστατεύουν από την εισβολή «ξένου» DNA. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες αναγνωρίζουν ειδικές αλληλουχίες 4-8 νουκλεοτιδίων στο δίκλωνο DNA. Μία από τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες που χρησιμοποιείται ευρέως είναι η EcoRI που απομονώθηκε από το βακτήριο *Escherichia coli*. Το ένζυμο αυτό όποτε συναντά την αλληλουχία: 5'-G A A T T C-3'



στο γονιδίωμα, κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ του G και του A (με κατεύθυνση 5'→3') αφήνοντας μονόκλινα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα.

Με το τέλος της αντιγραφής κάθε ινίδιο χρωματίνης έχει διπλασιαστεί. Τα δύο αντίγραφα κάθε ινιδίου συνδέονται μεταξύ τους με μία δομή που ονομάζεται κεντρομερίδιο. Ο όρος αδελφές χρωματίδες χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα διπλασιασμένα χρωμοσώματα κατά το χρονικό διάστημα που είναι συνδεδεμένα στο κεντρομερίδιο. Επομένως οι αδελφές χρωματίδες είναι δύο πανομοιότυπα μόρια DNA κι έτσι θα διαθέτουν ίσες φορές την αλληλουχία 5'-G A A T T C-3'



Ο όρος κλώνος αναφέρεται σε μια ομάδα πανομοιότυπων μορίων, κυττάρων ή οργανισμών. Έτσι οι δύο βακτηριακοί κλώνοι θα έχουν το ίδιο ακριβώς DNA και όπως και παραπάνω θα διαθέτουν ίσες φορές την αλληλουχία 5'-G A A T T C-3'
3'-C T T A A G-5'

Τα δύο γονίδια που κωδικοποιούν διαφορετικές πολυπεπτιδικές αλυσίδες αποτελούν διαφορετικά τμήματα DNA. Επίσης τα διαφορετικά πλασμίδια αποτελούν διαφορετικά μόρια DNA κι έτσι θα διαθέτουν διαφορετικές φορές την αλληλουχία 5'-G A A T T C-3'
3'-C T T A A G-5'

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Το είδος του βιβλιοθήκης με το οποίο θα εργαστούμε είναι η γονιδιωματική βιβλιοθήκη. Αυτό γιατί η γονιδιωματική βιβλιοθήκη περιέχει το συνολικό DNA του οργανισμού δότη. Αντίθετα οι cDNA βιβλιοθήκες περιέχουν αντίγραφα των mRNA όλων των γονιδίων που εκφράζονται στα κύτταρα αυτά και έχουν το πλεονέκτημα απομόνωσης μόνο των αλληλουχιών των γονιδίων που μεταφράζονται σε αμινοξέα, δηλαδή των εξονίων.

Γνωρίζουμε ότι τα γονίδια που μεταγράφονται σε tRNA μεταγράφονται αλλά δε μεταφράζονται. Συνεπώς τα ευκαρυωτικά γονίδια που μεταγράφονται σε tRNA μπορούν να εντοπιστούν μόνο στη γονιδιωματική βιβλιοθήκη και όχι στη cDNA.

Γ2. Γνωρίζουμε ότι τα αντικωδικόνια των tRNA είναι συμπληρωματικά και αντιπαράλληλα των κωδικονίων του mRNA. Το κωδικόνιο λήξης δεν κωδικοποιεί κανένα αμινοξύ και δεν έχει αντίστοιχο αντικωδικόνιο.

Επομένως το αντικωδικόνιο 3' CCC 5' θα προσδεθεί στο κωδικόνιο του mRNA 5' GGG 3' που κωδικοποιεί τη γλυκίνη, ενώ το τροποποιημένο αντικωδικόνιο 3' ACC 5' θα προσδεθεί στο κωδικόνιο του mRNA 5' UGG 3'. Το τροποποιημένο tRNA εξακολουθεί να μεταφέρει το αμινοξύ γλυκίνη, εφόσον το μόνο που άλλαξε είναι η περιοχή του αντικωδικονίου.

Γνωρίζουμε ότι τόσο η κωδική αλυσίδα του DNA όσο και το mRNA, είναι συμπληρωματικά προς τη μεταγραφόμενη αλυσίδα του DNA. Έτσι, η μόνη τους διαφορά είναι ότι όπου στην κωδική αλυσίδα υπάρχει T στο mRNA υπάρχει U. Εφόσον το κωδικόνιο έναρξης του mRNA είναι το AUG με κατεύθυνση 5' AUG 3', το αντίστοιχο κωδικόνιο στην κωδική αλυσίδα του DNA θα είναι το ATG και θα έχει κατεύθυνση 5' ATG 3'. Επίσης, εφόσον τα κωδικόνια λήξης του mRNA είναι τα 5' UAG 3' ή 5' UGA 3' ή 5' UAA 3', τα αντίστοιχα κωδικόνια στην κωδική αλυσίδα του DNA θα είναι τα 5' TAG 3' ή 5' TGA 3' ή 5' TAA 3'. Τέλος, οι βάσεις ανάμεσα στο κωδικόνιο έναρξης και το κωδικόνιο λήξης θα πρέπει να διαβάζονται ανά τριάδες (κώδικας τριπλέτας), συνεχόμενα χωρίς να παραλείπεται κάποιο νουκλεοτίδιο (συνεχής), καθώς κάθε νουκλεοτίδιο ανήκει σε μία μόνο τριπλέτα (μη επικαλυπτόμενος). Συνεπώς τόσο στο γονίδιο α όσο και στο γονίδιο β, η κωδική αλυσίδα θα έχει κατεύθυνση 5' → 3' από δεξιά προς τα αριστερά.

Η RNA πολυμεράση προσδένεται στον υποκινητή με τη βοήθεια μεταγραφικών παραγόντων και προσθέτει συμπληρωματικά ριβονουκλεοτίδια έναντι των δεοξυριβονουκλεοτιδίων της μη κωδικής αλυσίδας ενώνοντάς τα με 3' – 5' φωσφοδιεστερικό δεσμό. Απέναντι από A προσθέτει U, απέναντι από T προσθέτει A και απέναντι από G προσθέτει C και αντίστροφα.

Το mRNA συντίθεται με κατεύθυνση 5' → 3' με μεταγραφή της μη κωδικής αλυσίδας με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας και της αντιπαράλληλης. Το mRNA που θα προκύψει από το γονίδιο α είναι το ακόλουθο:

5' AAUAUGCCCGGGCCAUGAAUA 3'

Το mRNA που θα προκύψει από το γονίδιο α είναι το ακόλουθο:

5' AAUAUGCCCGUGGCCAUGAAUA 3'

Συνεπώς από την έκφραση του γονιδίου β μπορούν να παραχθούν δύο πεπτίδια.

Το πρώτο πεπτίδιο που θα παραχθεί θα έχει την αλληλουχία:

NH₂ - μεθειονίνη – προλίνη – γλυκίνη – προλίνη - COOH

Βέβαια εάν θεωρήσουμε ότι στο κωδικόνιο 5' UGG 3' εκτός από το τροποποιημένο tRNA μπορεί να προσδεθεί και κάποιο φυσιολογικό tRNA που διαθέτει το βακτήριο και μεταφέρει το αμινοξύ τρυπτοφάνη, τότε το 2^ο πεπτίδιο θα είναι το: NH₂ - μεθειονίνη – προλίνη – τρυπτοφάνη – προλίνη - COOH)

Από την έκφραση του γονιδίου α θα παραχθούν 2 αμινοξέα η μεθειονίνη και η προλίνη.

- Γ3.** Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες παράγονται από βακτήρια και ο φυσιολογικός τους ρόλος είναι να τα προστατεύουν από την εισβολή «ξένου» DNA. Οι περιοριστικές ενδονουκλεάσες αναγνωρίζουν ειδικές αλληλουχίες 4-8 νουκλεοτιδίων στο δίκλωνο DNA. Μία από τις περιοριστικές ενδονουκλεάσες που χρησιμοποιείται ευρέως είναι η EcoRI που απομονώθηκε από το βακτήριο *Escherichia coli*. Το ένζυμο αυτό όποτε συναντά την αλληλουχία: 5'-G A A T T C-3'

3'-C T T A A G-5'

στο γονιδίωμα, κόβει κάθε αλυσίδα μεταξύ του G και του A (με κατεύθυνση 5'→3') αφήνοντας μονόκλωνα άκρα από αζευγάρωτες βάσεις στα κομμένα άκρα.

Συνεπώς η EcoRI θα κόψει μέσα στο γονίδιο ανθεκτικότητας στην τετρακυκλίνη κι έτσι θα καταστραφεί η ιδιότητα της ανθεκτικότητας στο αντιβιοτικό αυτό. Επομένως τα βακτήρια που θα δεχθούν το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο θα έχουν ανθεκτικότητα στο αντιβιοτικό αμικικίνη, τα βακτήρια που θα δεχθούν το μη ανασυνδυασμένο πλασμίδιο θα έχουν ανθεκτικότητα και στα δύο αντιβιοτικά και τα βακτήρια που δε θα έχουν δεχθεί κανένα πλασμίδιο δε θα έχουν καμία ανθεκτικότητα. Έτσι τα βακτήρια που δε θα δεχθούν κανένα πλασμίδιο θα καταστραφούν με οποιοδήποτε από τα δύο αντιβιοτικά. Επομένως για να μπορέσουμε να διακρίνουμε τα βακτήρια που δέχθηκαν το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο από αυτά που δέχθηκαν το μη ανασυνδυασμένο πλασμίδιο θα χρησιμοποιήσουμε το αντιβιοτικό τετρακυκλίνη. Αυτό γιατί εφόσον καλλιεργηθούν σε στέρεο θρεπτικό υλικό και σχηματίσουν αποικίες, τα βακτήρια που καταστρέφονται θα προέρχονται μόνο από τις αποικίες βακτηρίων που έχουν μετασχηματισθεί με το ανασυνδυασμένο πλασμίδιο.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1α. Εφόσον οι θηλυκοί και οι αρσενικοί απόγονοι είναι περίπου ίσοι αποκλείουμε την περίπτωση θνησιγόνου φυλοσύνδετου γονιδίου.

Με βάση τη φαινοτυπική αναλογία των απογόνων διαπιστώνουμε ότι τόσο γονίδιο που καθορίζει το χρώμα του σώματος όσο και το γονίδιο που καθορίζει το μήκος της ουράς μπορεί να κληρονομείται τόσο με αυτοσωμικό όσο και με φυλοσύνδετο τρόπο.

Δίνονται παρακάτω οι σχέσεις των αλληλομόρφων γονιδίων

Τα γονίδια μπορούν να εδράζονται σε

- i)** δύο διαφορετικά ζεύγη αυτοσωμικών χρωμοσωμάτων,
 - ii)** ένα ζευγάρι αυτοσωμικών και ένα φυλετικών (διακρίνονται δύο περιπτώσεις):
- α)** τα γονίδια που ελέγχουν το χρώμα τριχώματος σε αυτοσωμικό χρωμόσωμα και αυτά που ελέγχουν το μήκος ουράς σε φυλετικό
- β)** τα γονίδια που ελέγχουν το χρώμα τριχώματος σε φυλετικό χρωμόσωμα και αυτά που ελέγχουν το μήκος ουράς σε αυτοσωμικό.

Περίπτωση i) δύο διαφορετικά ζεύγη αυτοσωμικών χρωμοσωμάτων

Συμβολισμός Αλληλομόρφου	Ιδιότητα που ελέγχει το αλληλόμορφο	Πιθανοί γονότυποι
M:	Επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για το μαύρο χρώμα	MM, Mμ
μ:	Υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για το λευκό	μμ
K:	Επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για την μακριά ουρά	KK, Kκ
κ:	Υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για την κοντή ουρά	κκ

Εφόσον προκύπτουν απόγονοι με το υπολειπόμενο χαρακτηριστικό και για τις δύο ιδιότητες συμπεραίνουμε ότι κληρονόμησαν από ένα υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο από τους δύο γονείς τους. Επίσης από τη φαινοτυπική αναλογία των απογόνων (1:1), διαπιστώνουμε ότι το ένα άτομο της πατρικής γενιάς, το θηλυκό, θα είναι ετερόζυγο ενώ το άλλο, το αρσενικό, θα είναι ομόζυγο για το υπολειπόμενο.

Περίπτωση ii α) τα γονίδια που ελέγχουν το χρώμα τριχώματος σε αυτοσωμικό χρωμόσωμα και αυτά που ελέγχουν το μήκος ουράς σε φυλετικό

Συμβολισμός Αλληλομόρφου	Ιδιότητα που ελέγχει το αλληλόμορφο	Πιθανοί γονότυποι
M:	Επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για το μαύρο χρώμα	MM, Mμ
μ:	Υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για το λευκό	μμ
X^K:	Επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για την μακριά ουρά	X^KX^K, X^KX^k, X^KY
X^k:	Υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για την κοντή ουρά	X^kX^k, X^kY

Αφού το φύλο στο έντομο καθορίζεται όπως και στον άνθρωπο, συνεπώς η παρουσία του Y φυλετικού χρωμοσώματος καθορίζει το αρσενικό άτομο και η απουσία του το θηλυκό. Επομένως τα αρσενικά άτομα θα έχουν XY φυλετικά χρωμοσώματα και τα θηλυκά XX.

Όπως γνωρίζουμε τα αρσενικά άτομα κληρονομούν το X φυλετικό χρωμόσωμα από τη μητέρα τους και το Y από τον πατέρα τους.

Σ' αυτή την περίπτωση προκύπτουν απόγονοι αρσενικοί τόσο με μακριά όσο και κοντή ουρά, άρα ο θηλυκός γονέας θα είναι ετερόζυγος, ενώ από το γεγονός ότι προκύπτουν και απόγονοι (και των δύο φύλων) με λευκό χρώμα τριχώματος, ο θηλυκός γονέας θα είναι επίσης ετερόζυγος γι αυτό το ζεύγος αλληλόμορφων.

Περίπτωση ii β) τα γονίδια που ελέγχουν το χρώμα τριχώματος σε φυλετικό χρωμόσωμα και αυτά που ελέγχουν το μήκος ουράς σε αυτοσωμικό.

Συμβολισμός Αλληλομόρφου	Ιδιότητα που ελέγχει το αλληλόμορφο	Πιθανοί γονότυποι
X^M:	Επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για το μαύρο χρώμα	X^MX^M, X^MX^m, X^MY
X^m:	Υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για το λευκό	X^mX^m, X^mY
K:	Επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για την μακριά ουρά	KK, Kk
k:	Υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για την κοντή ουρά	kk

Σ' αυτή την περίπτωση προκύπτουν απόγονοι αρσενικοί τόσο με μαύρο όσο και με άσπρο χρώμα τριχώματος, άρα ο θηλυκός γονέας θα είναι ετερόζυγος, ενώ από το γεγονός ότι προκύπτουν και απόγονοι (και των δύο φύλων) με κοντή ουρά, ο θηλυκός γονέας θα είναι επίσης ετερόζυγος γι' αυτό το ζεύγος αλληλόμορφων.

Δ1β. Με βάση τα παραπάνω ο θηλυκός γονέας με φαινότυπο μαύρο χρώμα και μακριά ουρά μπορεί να έχει τους εξής γονότυπους:

i) περίπτωση αυτοσωμικών: **MμKκ**, ετερόζυγο και για τις δύο ιδιότητες.

iiα) περίπτωση που τα γονίδια που ελέγχουν το χρώμα τριχώματος σε αυτοσωμικό χρωμόσωμα και αυτά που ελέγχουν το μήκος ουράς σε φυλετικό, ο θηλυκός γονέας θα είναι ετερόζυγος και για τα δύο ζεύγη αλληλομόρφων αφού προκύπτουν αρσενικοί με κοντή ουρά και απόγονοι (ανεξαρτήτως φύλου) με λευκό χρώμα. Άρα:

Mμ X^KX^k

iiβ) τα γονίδια που ελέγχουν το χρώμα τριχώματος σε φυλετικό χρωμόσωμα και αυτά που ελέγχουν το μήκος ουράς σε αυτοσωμικό, ο θηλυκός γονέας θα είναι ετερόζυγος και για τα δύο ζεύγη αλληλομόρφων αφού προκύπτουν αρσενικοί με μαύρο χρώμα και απόγονοι (ανεξαρτήτως φύλου) με κοντή ουρά. Άρα:

Kκ X^MX^m

Δ1γ) Οι αντίστοιχες διασταυρώσεις είναι:

i) **MμKκ x μμκκ**

Γονείς: *θηλυκός:* MμKκ (×) *Αρσενικός:* MμKκ
 Γαμέτες: MK, Mκ, μK, μκ MK, Mκ, μK, μκ

	MK	Mκ	μK	μκ
MK	MMKK	MMKκ	MμKK	MμKκ
Mκ	MMKκ	MMκκ	MμKκ	Mμκκ
μK	MμKK	MμKκ	μμKK	μμKκ
μκ	MμKκ	Mμκκ	μμKκ	μμκκ

iiα) **Mμ X^KX^k x μμX^kY**

Γονείς: *θηλυκός:* MμX^KX^k (×) *Αρσενικός:* μμX^kY
 Γαμέτες: MX^K, MX^k, μX^K, μX^k μX^k, μY

	MX ^K	MX ^k	μX ^K	μX ^k
μX ^K	MMX ^K X ^K	MμX ^K X ^k	μμX ^K X ^K	μμX ^K X ^k
μY	MμX ^K Y	MμX ^k Y	μμX ^K Y	μμX ^k Y

iiβ) $Kk X^M X^m \times kk X^M Y$

Γονείς: *θηλυκός*: $Kk X^M X^m$ (×) *Αρσενικός*: $kk X^M Y$
 Γαμέτες: KX^M, KX^m, kX^M, kX^m kX^M, kY

	$K X^M$	$K X^m$	$k X^M$	$k X^m$
$k X^m$	$K k X^M X^m$	$K k X^m X^m$	$kk X^M X^m$	$kk X^m X^m$
$k Y$	$Kk X^M Y$	$Kk X^m Y$	$kk X^M Y$	$kk X^m Y$

Δ2. Γνωρίζουμε ότι τα γονίδια που κωδικοποιούν την πολυπεπτιδική αλυσίδα *a* είναι διπλά, δηλαδή υπάρχουν δύο γονίδια *a* σε κάθε ομόλογο χρωμόσωμα.

Ο άνδρας θα έχει γονότυπο $aa/a-$.

Η γυναίκα μπορεί να έχει γονότυπο $aa/-$ ή $a-/a-$.

Ωστόσο από το πρώτο παιδί το οποίο έχει μόνο ένα γονίδιο για την *a* – πολυπεπτιδική αλυσίδα, διαπιστώνουμε ότι η μητέρα του δε θα του έδωσε κανένα *a* γονίδιο.

Επομένως ο γονότυπος της μητέρας θα είναι $aa/-$.

Διασταύρωση: P: $aa/a- \times aa/-$

Γαμ.: $aa, a- \quad aa, --$

F1: $aa/aa, aa/-, aa/a-, a/--$

Η πιθανότητα να έχει φυσιολογικό γονότυπο είναι 1/4 ή 25%.

Η πιθανότητα να έχει φυσιολογικό φαινότυπο είναι 1/4 ή 25%.

Δ3. Τα φυτά και τα ζώα που έχουν υποστεί γενετική αλλαγή με τη χρήση των τεχνικών Γενετικής Μηχανικής ονομάζονται διαγονιδιακά ή γενετικά τροποποιημένα.

Εάν συμβολίσουμε το γονίδιο που κωδικοποιεί την τοξίνη ως *A* τότε το πρώτο φυτό που φέρει το γονίδιο *s'* ένα από τα δύο ομόλογα χρωμοσώματα του 1^{ου} ζεύγους θα έχει γονότυπο $1^A 1^- 4^- 4^-$. Το δεύτερο φυτό που φέρει το γονίδιο *s'* ένα από τα δύο ομόλογα χρωμοσώματα του 4^{ου} ζεύγους θα έχει γονότυπο $1^- 1^- 4^A 4^-$.

Διασταύρωση: P: $1^A 1^- 4^- 4^- \times 1^- 1^- 4^A 4^-$

Γαμ.: $1^A 4^-, 1^- 4^- \quad 1^- 4^A, 1^- 4^-$

F1: $1^A 1^- 4^A 4^-, 1^A 1^- 4^- 4^-, 1^- 1^- 4^A 4^-, 1^- 1^- 4^- 4^-$

Το ποσοστό των απογόνων που θα είναι ανθεκτικά στα έντομα θα είναι 3/4 ή 75%.

Αυτό γιατί αρκεί να υπάρχει 1 φορά το γονίδιο που κωδικοποιεί την τοξίνη ούτως ώστε το φυτό να έχει ανθεκτικότητα στα έντομα.