

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. → Β

A2. → Γ

A3. → Α

A4. → Δ

A5. → Γ

ΘΕΜΑ Β

B1.

A (Σωματικά κύτταρα στην αρχή της μεσόφασης):	1, 4, 5, 6
B (Γαμέτες):	2, 3, 7, 8

B2. (Κάθε ριβόσωμα αποτελείται από δύο υπομονάδες, μια μικρή και μια μεγάλη, και έχει μία θέση πρόσδεσης του mRNA στη μικρή υπομονάδα και δύο θέσεις εισδοχής των tRNA στη μεγάλη υπομονάδα. Κάθε μόριο tRNA έχει μια ειδική τριπλετα νουκλεοτιδίων, το αντικωδικόνιο, με την οποία προσδένεται, λόγω συμπληρωματικότητας, με το αντίστοιχο κωδικόνιο του mRNA. Επιπλέον, κάθε μόριο tRNA διαθέτει μια ειδική θέση σύνδεσης με ένα συγκεκριμένο αμινοξύ.)

Κατά την έναρξη της μετάφρασης το mRNA προσδένεται, μέσω μιας αλληλουχίας που υπάρχει στην 5' αμετάφραστη περιοχή του, με το ριβοσωμικό RNA της μικρής υπομονάδας του ριβοσώματος, σύμφωνα με τους κανόνες της συμπληρωματικότητας των βάσεων. Το πρώτο κωδικόνιο του mRNA είναι πάντοτε AUG και σ' αυτό προσδένεται το tRNA που φέρει το αμινοξύ μεθειονίνη. Όμως δεν έχουν όλες οι πρωτεΐνες του οργανισμού ως πρώτο αμινοξύ μεθειονίνη. Αυτό συμβαίνει γιατί, σε πολλές πρωτεΐνες, μετά τη σύνθεσή τους απομακρύνονται ορισμένα αμινοξέα από το αρχικό αμινικό άκρο τους. Το σύμπλοκο που δημιουργείται μετά την πρόσδεση του mRNA στη μικρή υπομονάδα του ριβοσώματος και του tRNA που μεταφέρει τη μεθειονίνη ονομάζεται σύμπλοκο έναρξης της πρωτεΐνοσύνθεσης. Στη συνέχεια η μεγάλη υπομονάδα του ριβοσώματος συνδέεται με τη μικρή.

B3. Σήμερα μπορούμε να κατασκευάζουμε στο δοκιμαστικό σωλήνα ένα «ανασυνδυασμένο» μόριο DNA, δηλαδή ένα τεχνητό μόριο DNA, που περιέχει γονίδια από δύο ή και περισσότερους οργανισμούς. Το DNA αυτό μπορεί να μπει σε ένα βακτήριο ή σε ένα ευκαρυωτικό κύτταρο. Τα γενετικά τροποποιημένα βακτήρια ή ευκαρυωτικά κύτταρα είναι ικανά να ζουν και να αναπαράγονται μεταφέροντας στους απογόνους τους τις καινούργιες ιδιότητες.

B4. Η ινσουλίνη αποτελείται από δύο μικρά πεπτίδια, Α και Β, που συγκρατούνται μεταξύ τους με δισουλφιδικούς δεσμούς. Το γονίδιο της ινσουλίνης παράγει ένα πρόδρομο μόριο, την προϊνσουλίνη, το οποίο μετατρέπεται τελικά σε ινσουλίνη.

Η ινσουλίνη είναι μια ορμόνη που αποτελείται από 51 αμινοξέα και παράγεται από ειδικά κύτταρα του παγκρέατος. Η ορμόνη αυτή ρυθμίζει το μεταβολισμό των υδατανθράκων και ειδικότερα το ποσοστό της γλυκόζης στο αίμα. (Ο διαβήτης είναι μια ασθένεια που χαρακτηρίζεται από έλλειψη ή μείωση ινσουλίνης και υπολογίζεται ότι πάνω από 60.000.000 άτομα στον κόσμο πάσχουν από διαβήτη).

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Η διαδικασία που βρίσκεται σε εξέλιξη στην εικόνα 1 είναι η αντιγραφή του DNA.

Η βάση που ενσωματώθηκε κατά παράβαση του κανόνα της συμπληρωματικότητας στη νεοσυντιθέμενη αλυσίδα του DNA είναι η 7^η βάση, που είναι C. Με βάση τον κανόνα της συμπληρωματικότητας απέναντι από C θα έπρεπε να τοποθετηθεί G.

Το τελικό δίκλωνο μόριο DNA, μετά την αντικατάσταση του πρωταρχικού τμήματος και την επιδιόρθωση των λαθών, θα είναι το ακόλουθο:



Γ2. Τα ένζυμα που είναι απαραίτητα για τη δημιουργία του τελικού δίκλωνου μορίου DNA είναι τα ακόλουθα: DNA ελικάσες, πριμόσωμα, DNA πολυμεράσες, DNA δεσμάση, επιδιορθωτικά ένζυμα.

Οι DNA ελικάσες σπάζουν τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των δύο αλυσίδων του DNA, για να ξετυλιχθούν στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής οι δύο αλυσίδες και να αρχίσει η αντιγραφή του DNA.

Το πριμόσωμα συνθέτει στις θέσεις έναρξης της αντιγραφής μικρά τμήματα RNA, συμπληρωματικά προς τις μητρικές αλυσίδες, τα οποία ονομάζονται πρωταρχικά τμήματα.

Οι DNA πολυμεράσες επιμήκυνουν τα πρωταρχικά τμήματα, τοποθετώντας συμπληρωματικά δεοξυριβονουκλεοτίδια απέναντι από τις μητρικές αλυσίδες του DNA και επιδιορθώνουν επίσης λάθη που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της αντιγραφής.

Η DNA δεσμάση συνδέει τα κομμάτια της ασυνεχούς αλυσίδας μεταξύ τους και επίσης συνδέει όλα τα κομμάτια που προκύπτουν από τις διάφορες θέσεις έναρξης αντιγραφής.

Τα επιδιορθωτικά ένζυμα επιδιορθώνουν σε μεγάλο ποσοστό τα λάθη που δεν επιδιορθώνονται από τις DNA πολυμεράσες.

Γ3. Το γονίδιο που δεν παράγει το ένζυμο A κληρονομείται με υπολειπόμενο αυτοσωμικό τρόπο. Το υπολειπόμενο αλληλόμορφο προκαλεί θάνατο και είναι θνησιγόνο.

Το γονίδιο που καθορίζει το ανοιχτό χρώμα σώματος κληρονομείται με επικρατή φυλοσύνδετο τρόπο.

Γ4. Όσον αφορά το χαρακτήρα για την παραγωγή του ενζύμου έχουμε:

Έστω:

Συμβολισμός αλληλομόρφου	Ιδιότητα που ελέγχει το αλληλόμορφο	Πιθανοί γονότυποι
A:	επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για την παραγωγή του ενζύμου A	:AA ή Aa
a:	υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για την έλλειψη παραγωγή του ενζύμου A (θνησιγόνο)	:aa

Διασταύρωση :

P	Aa	(×)	Aa
Γαμέτες	A, a		A, a
F ₁		1AA : 2Aa : 1aa	
Φαινοτυπική αναλογία	3 που παράγουν το ένζυμο A	: 1 πεθαίνει	

Όσον αφορά το χαρακτήρα χρώμα σώματος έχουμε:

Οι θηλυκοί και αρσενικοί απόγονοι είναι ίσοι (1:1) κι έτσι δεν υπάρχει περίπτωση θνησιγόνου φυλοσύνδετου γονιδίου.

Εφόσον προκύπτουν διαφορετικά χαρακτηριστικά σε αρσενικούς και θηλυκούς απογόνους, διαπιστώνουμε ότι το γονίδιο που καθορίζει το χρώμα του σώματος στα έντομα κληρονομείται με φυλοσύνδετο τρόπο. Αυτό γιατί, εάν εδραζόταν σε αυτοσωμικό χρωμόσωμα, ο τρόπος κληρονόμησης του στα δύο φύλα θα ήταν ακριβώς ο ίδιος.

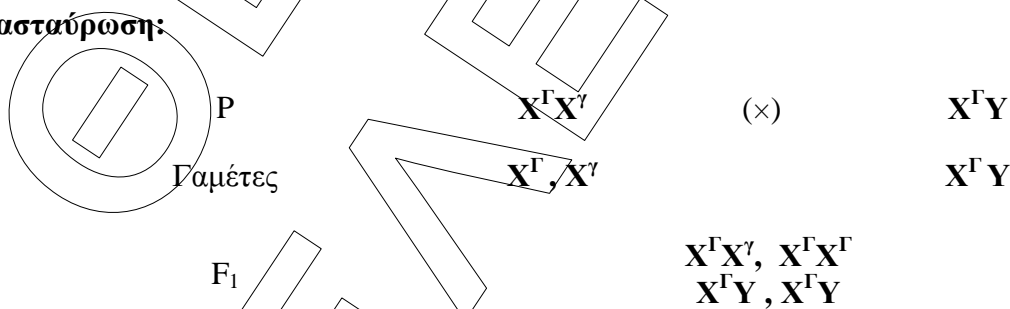
Επικρατές θα είναι το αλληλόμορφο για το ανοιχτό χρώμα σώματος.

Έστω:

Συμβολισμός αλληλομόρφου	Ιδιότητα που ελέγχει το αλληλόμορφο	Πιθανοί γονότυποι
X^I :	επικρατές αλληλόμορφο γονίδιο, υπεύθυνο για την έκφραση του ανοιχτού χρώματος σώματος	: $X^I X^I$ ή $X^I X^i$, $X^I X^i$
X^i :	υπολειπόμενο αλληλόμορφο γονίδιο υπεύθυνο για την έκφραση του σκούρου χρώματος σώματος	: $X^i Y$, $X^i Y$

Γνωρίζουμε ότι αρσενικά άτομα παίρνουν το X φυλετικό χρωμόσωμα από τη μητέρα τους και το Y από τον πατέρα τους. Έτσι, αφού προκύπτουν αρσενικοί απόγονοι μόνο με ανοιχτό χρώμα σώματος και γονότυπο $X^I Y$, όπως και αρσενικοί απόγονοι με σκούρο χρώμα σώματος και γονότυπο $X^i Y$ διαπιστώνουμε ότι η μητέρα τους, το θηλυκό άτομο της πατρικής γενιάς θα έχει γονότυπο $X^I X^i$ και φαινότυπο ανοιχτό χρώμα σώματος. Επίσης, γνωρίζουμε ότι τα θηλυκά άτομα παίρνουν από ένα X φυλετικό χρωμόσωμα από τους δύο γονείς τους. Έτσι, αφού όλοι οι θηλυκοί απόγονοι έχουν ανοιχτό χρώμα σώματος, διαπιστώνουμε ότι ο πατέρας τους, το αρσενικό άτομο της πατρικής γενιάς, θα έχει γονότυπο $X^I Y$ και ανοιχτό χρώμα σώματος. Αυτό γιατί, από τη στιγμή που η μητέρα είναι ετερόζυγη, εάν ο πατέρας είχε σκούρο χρώμα σώματος και γονότυπο $X^i Y$, θα προέκυπταν και θηλυκοί απόγονοι με σκούρο χρώμα σώματος.

Διασταύρωση:



Φαινοτυπική αναλογία:

Θηλυκοί απόγονοι: όλοι με ανοιχτό χρώμα σώματος

Αρσενικοί απόγονοι: 1 με ανοιχτό χρώμα σώματος: 1 με σκούρο χρώμα σώματος

Συνολική Διασταύρωση:

Γονείς: $X^I X^Y Aa$ (×) $X^I Y Aa$
 Γαμέτες: $X^I A, X^I a, X^Y$ $X^I A, X^Y a, YA, Y a$
 Απόγονοι:

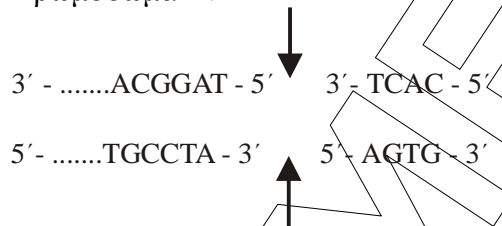
Απόγονοι:	$X^I A$	$X^I a$	$X^Y A$	$X^Y a$
$X^I A$	$X^I X^I AA$	$X^I X^I Aa$	$X^I X^Y Aa$	$X^I X^Y Aa$
$X^Y a$	$X^I X^Y Aa$	$X^I X^Y aa$	$X^Y X^Y Aa$	$X^Y X^Y aa$
YA	$X^I Y AA$	$X^I Y Aa$	$X^Y Y AA$	$X^Y Y Aa$
Y a	$X^I Y Aa$	$X^I Y aa$	$X^Y Y Aa$	$X^Y Y aa$

Φαινοτυπική αναλογία:

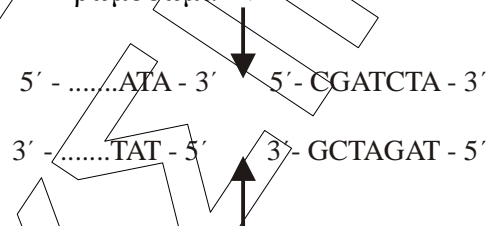
6 θηλυκοί απόγονοι που παράγουν το ένζυμο A και έχουν ανοιχτό χρώμα σώματος
 3 αρσενικοί απόγονοι που παράγουν το ένζυμο A και έχουν σκούρο χρώμα σώματος
 3 αρσενικοί απόγονοι που παράγουν το ένζυμο A και έχουν ανοιχτό χρώμα σώματος

Δ1. Όσον

Χρωμόσωμα A:

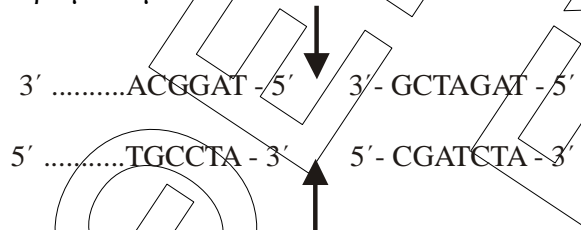


Χρωμόσωμα B:

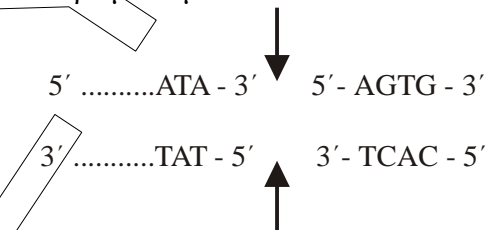


Περίπτωση 1^η:

Χρωμόσωμα A:

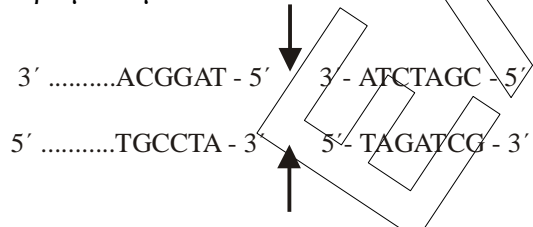


Χρωμόσωμα B:

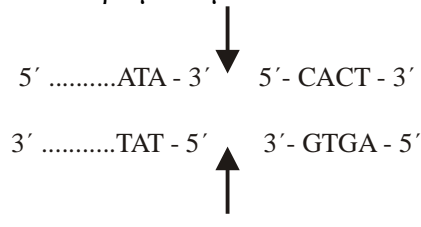


Περίπτωση 2^η:

Χρωμόσωμα A:



Χρωμόσωμα B:



Δ2. Το άτομο αυτό θα έχει την παρακάτω χρωμοσωμική σύσταση σε ότι αφορά τα επίμαχα χρωμοσώματα. ΑαΒβ.

Οι πιθανοί γαμέτες που προκύπτουν από το διαχωρισμό των «ομόλογων» χρωμοσωμάτων και αδελφών χρωματίδων μετά τη μειωτική διαίρεση θα είναι:

ΑΒ, (φυσιολογικός) και
Αβ, αΒ, αβ, (ανώμαλοι γαμέτες)

Δ3. Οι γαμέτες του προηγούμενου ερωτήματος αφού γονιμοποιηθούν με φυσιολογικό γαμέτη θα προκύψουν οι εξής πιθανοί γονότυποι και φαινότυποι.

Γαμέτης Ατόμου		Φυσιολογικός Γαμέτης	Πιθανός Καρυότυπος		Πιθανός Φαινότυπος
ΑΒ	x	ΑΒ	ΑΑΒΒ	Φυσιολογικός	Φυσιολογικό Άτομο
Αβ			ΑΑΒβ	Ανώμαλος	Ανώμαλος φαινότυπος
αΒ			ΑαΒΒ	Ανώμαλος	Ανώμαλος φαινότυπος
αβ			ΑαΒβ	Ανώμαλος	Φυσιολογικός φαινότυπος

Με δεδομένο ότι από τον διαχωρισμό των ομόλογων χρωμοσωμάτων προκύπτουν γαμέτες φυσιολογικοί και μη με την ίδια πιθανότητα, όπως φαίνεται παραπάνω, τότε

- το ποσοστό των απογόνων με φυσιολογικό φαινότυπο θα είναι 50% (άρα και 50% πιθανότητα ανώμαλων φαινοτύπων)
- το ποσοστό των απογόνων με φυσιολογικό καρυότυπο θα είναι 25% (άρα και 75% πιθανότητα ανώμαλων καρυοτύπων).

Δ4. Στα άτομα με τους ανώμαλους καρυοτύπους παρουσιάζονται δύο είδη δομικών χρωμοσωμικών μεταλλάξεων. Μετάλλαξη αμοιβαίας μετατόπισης και αναστροφής τμήματος χρωμοσώματος.

Στις **αμοιβαίες μετατοπίσεις** έχουμε «ανταλλαγή» χρωμοσωμικών τμημάτων ανάμεσα σε μη ομόλογα χρωμοσώματα, σ' αυτή την περίπτωση μεταξύ του Α και Β μη ομόλογων χρωμοσωμάτων. Στις αμοιβαίες μετατοπίσεις δε χάνεται γενετικό υλικό και τα άτομα που τις φέρουν εμφανίζουν συνήθως φυσιολογικό φαινότυπο. Ταυτόχρονα όμως εμφανίζουν κίνδυνο απόκτησης απογόνων με χρωμοσωμικές ανωμαλίες, επειδή κατά το ζευγάρωμα των χρωμοσωμάτων στη μειωτική διαίρεση προκύπτουν και μη-φυσιολογικοί γαμέτες, όπως συνέβη και στη συγκεκριμένη περίπτωση.

Κατά τη μετατόπιση του τμήματος χρωμοσώματος Α στο Β, ώστε να προκύψει το ανώμαλο χρωμόσωμα β, όσο και κατά τη μετατόπιση τμήματος του χρωμοσώματος Β στο Α, ώστε να προκύψει το α, συνέβη και αναστροφή του τμήματος αυτού ώστε να μπορέσει να γίνει κατάλληλη σύνδεση με τη δημιουργία 3'-5' φωσφοδιεστερικού δεσμού. Η **αναστροφή** δημιουργήθηκε από θραύση σε ένα σημείο σημείο του χρωμοσώματος και επανένωση του τμήματος ύστερα από αναστροφή. Η αναστροφή έχει ως συνέπεια την αλλαγή της διάταξης των γονιδίων στο χρωμόσωμα.

Η έλλειψη είναι η απώλεια γενετικού υλικού καθώς σε απογόνους με σύσταση χρωμοσωμάτων πχ ΑΑΒβ θα απουσιάζει ποσότητα του Β χρωμοσώματος και θα παρουσιάζει επιπλέον ποσότητα του Α χρωμοσώματος, διπλασιασμός.