



HMY 370

Εισαγωγή στη Βιοϊατρική Μηχανική

Γενετική



- **Αναπαραγωγική διαδικασία στη φύση**

- Συνέπεια στα μορφολογικά χαρακτηριστικά
→ οι απόγονοι μοιάζουν σε μικρό ή σε μεγαλύτερο βαθμό με τους γονείς τους
- Αλλά και αλλαγές (μεταλλάξεις) → εξέλιξη.

- **Κληρονομικότητα**

- Μεταφορά της πληροφορίας από τους γονείς στους απογόνους
- Κληρονομικές μονάδες: γονίδια

- **Γενετική**

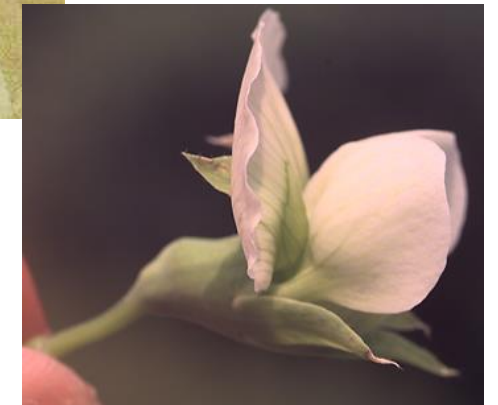
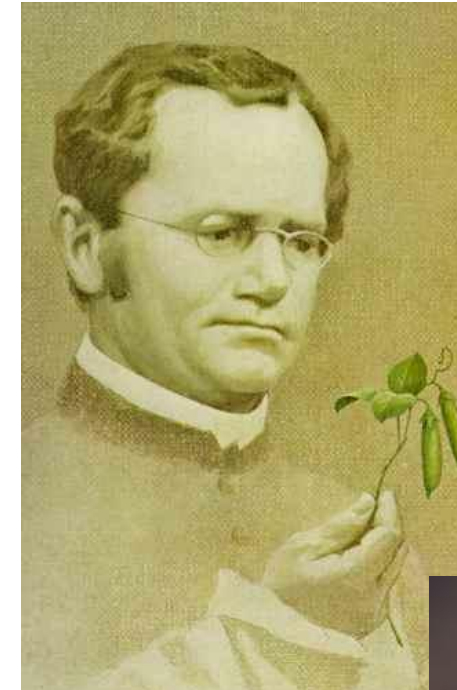
- Μελέτη δομής και έκφρασης κληρονομικότητας
- Μετά από τη δεκαετία του '50 → Μοριακή Γενετική





- **Γρηγόριος Μέντελ (1822-1884)**

- Αυστριακός μοναχός
- Βασικοί μηχανισμοί της κληρονομικότητας
 - Καλλιεργώντας μπιζέλια στον κήπο ενός μοναστηριού του Μπρνο
 - Μηχανισμός με τον οποίο τα χαρακτηριστικά των προγόνων επανεμφανίζονται στους απογόνους υβριδίων





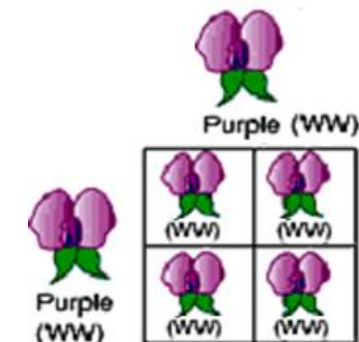
• Μπιζέλι *Pisum sativum*

- Αριθμός πλεονεκτημάτων ως πειραματικό υλικό
 - Καλλιεργείται εύκολα
 - Εμφανίζει πολλές παραλλαγές στα διάφορα χαρακτηριστικά του (ποικιλίες)
 - Εύκολο να υποστεί τεχνητή γονιμοποίηση
- Προκαταρκτικό στάδιο
 - Καθαρές ποικιλίες (αμιγή στελέχη) → Όταν διασταυρώνονται μεταξύ τους, δίνουν επί σειρά γενεών τα ίδια αποτελέσματα

Randy Moore, Dennis Clark, Darrel Vodopich, Botany Visual Resource Library © 1998 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

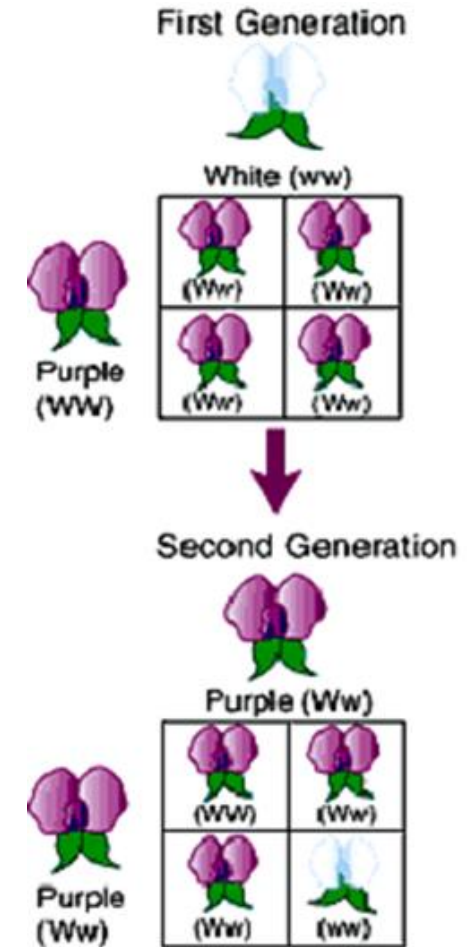
Characteristics of the Garden Pea Studied by Mendel

Seed shape	Seed color	Flower color	Seedling axil color	Seed coat color	Pod shape	Pod color	Flower position	Stem length
Round	Yellow	Purple	Purple	Purple-gray	Inflated	Green	Axial	Tall
								
DOMINANT								
Wrinkled	Green	White	Green	White	Constricted	Yellow	Terminal	Dwarf
								
RECESSIVE								
7	1	1	1	1	4	5	4	4





- **Διασταύρωση φυτών που διέφεραν ως προς μία ιδιότητα**
 - π.χ. φυτά με μωβ και άσπρους ανθούς
- **F1: πρώτη γενιά απογόνων**
 - Όλα όμοια μεταξύ τους (Ww)
 - Έμοιαζαν με έναν από τους γονείς
- **F2: διασταύρωση δύο F1**
 - Συνυπήρχαν και οι δύο ιδιότητες της πατρικής γενιάς (μωβ και άσπρο)
 - Αναλογία περίπου 3:1
 - Ένας κληρονομικός παράγοντας είχε επισκιαστεί από άλλο
- **Αρχή της επικράτειας**
 - Μοβ: επικρατές γονίδιο
 - Άσπρο: υπολειπόμενο γονίδιο
 - Αντίθετη με την επικρατούσα μέχρι τότε άποψη ότι η κληρονομικότητά ακολουθεί τους νόμους της ανάμειξης
- **Πρωτοπόρα συμπεράσματα**
 - Κανένας δεν ενδιαφέρθηκε μέχρι και τις αρχές του αιώνα (1900)



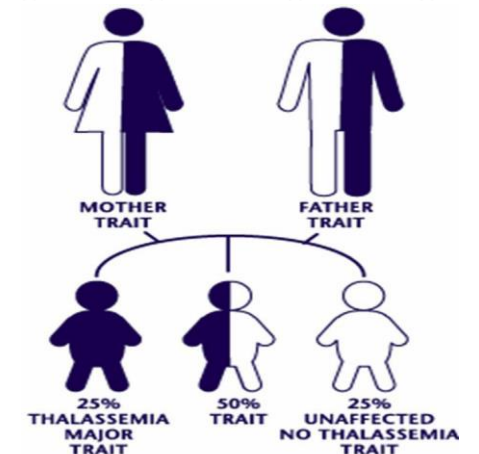
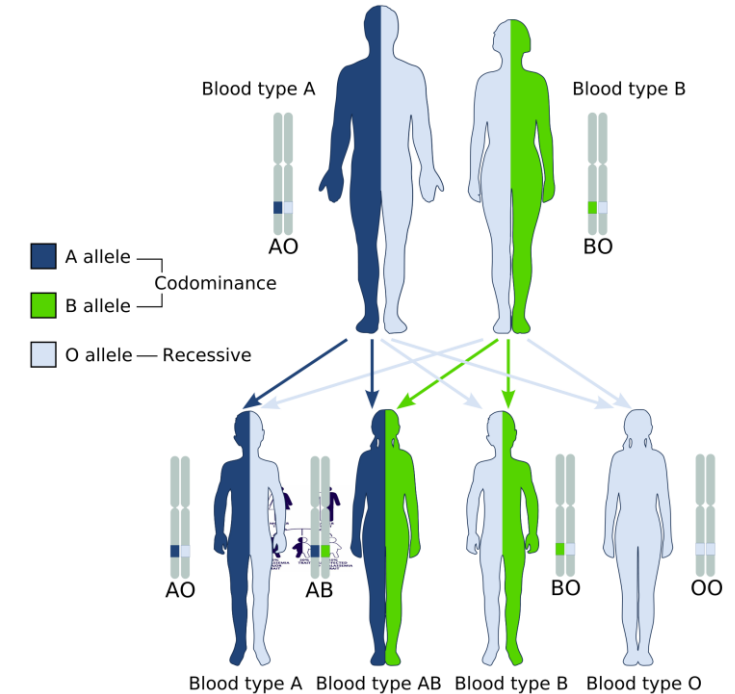


- **Κάθε κληρονομικό χαρακτηριστικό**

- Ελέγχεται από δύο “παράγοντες” (= γονίδια)
- Στα γεννητικά κύτταρα → διαχωρίζονται ώστε κάθε κύτταρο να περιέχει μόνο ένα
- Με την γονιμοποίηση → αναμειγνύονται ξανά σε ζευγάρια
- **Φαινότυπος:** το χαρακτηριστικό που φαίνεται (π.χ. λουλούδια μωβ)
- **Γονότυπος:** τα γονίδια που καθορίζουν τον φαινότυπο (π.χ. WW ή Ww)

- **Για τα περισσότερα χαρακτηριστικά → πολλά γονίδια και πολύ πιο πολύπλοκοι μηχανισμοί**

- Εξαιρέσεις: Ομάδα αίματος, θαλασσαιμία, κλπ.



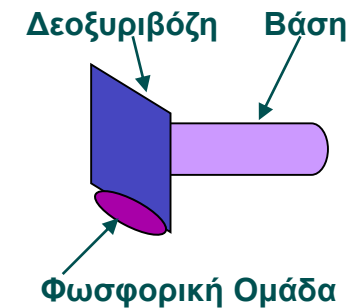


- **Υλικό ικανό να μεταβιβάζει πληροφορία από τη μια γενιά στην επόμενη**
 - Αποθηκεύει πληροφορίες
 - Έλεγχος του μεταβολισμού και της ανάπτυξης
 - Αντιγράφεται χωρίς λάθη κατά την κυτταρική διαίρεση
 - Μεταφέρεται από γενιά σε γενιά
 - Σταθερό
 - Μεταφέρει πληροφορία σε πολλές διαδοχικές γενιές
 - Υφίσταται αλλαγές (γνωστές ως μεταλλάξεις)
 - Δημιουργούνται παραλλαγές
 - Οργανισμοί προσαρμόζονται καλύτερα σε μεταβαλλόμενες συνθήκες



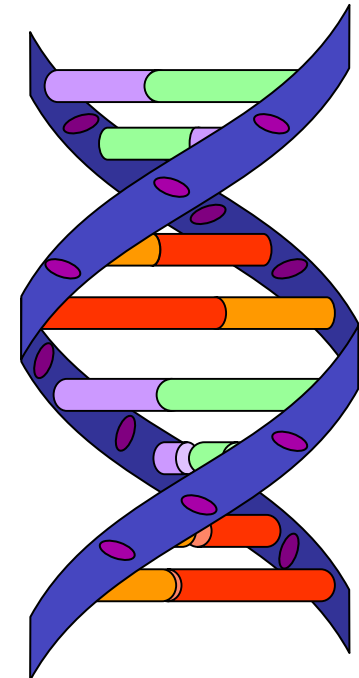
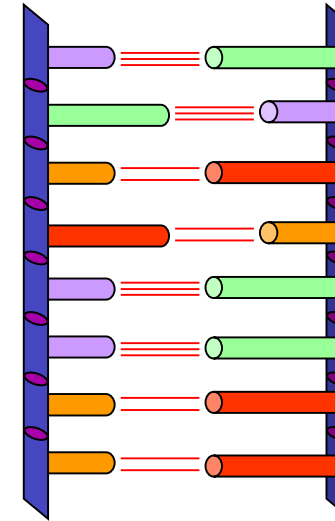


- **Μακρομόριο: Δυοξυριβονουκλεϊκό Οξύ**
(Deoxyribonucleic acid – DNA)
- **Αποτελείται από νουκλεοτίδια**
 - Ζάχαρη (δεοξυριβόζη)
 - Φωσφορική ομάδα
 - Αζωτούχος βάση
 - Αδενίνη (A), γουανίνη (G), κυτοσίνη (C) και θυμίνη (T)
- **Κανόνας της συμπληρωματικότητας**
 - Αδενίνη (A) συνδέεται μόνο με θυμίνη (T)
 - Κυτοσίνη (C) μόνο με γουανίνη (G)
 - και αντίστροφα
 - $A = T$ και $G = C$ σε όλα τα είδη
 - $(A+T / G + C)$ διαφέρει από είδος σε είδος





- **Δύο πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες**
 - Δεξιόστροφη διπλή έλικά
 - Αζωτούχες βάσεις συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου με τις απέναντι
- **Δύο αλυσίδες ενός μορίου DNA είναι συμπληρωματικές**
 - Καθορίζει η μια την άλλη
 - Κάθε αλυσίδα καλούπτι για σύνθεση συμπληρωματικής
- **Διπλή έλικά του DNA**
 - 1953 Watson και Crick → μοντέλο διπλής έλικας DNA
 - απεικόνιση με ακτίνες-X
 - μεγαλύτερη βιολογική ανακάλυψη του 20ού αιών



Χρωμοσώματα

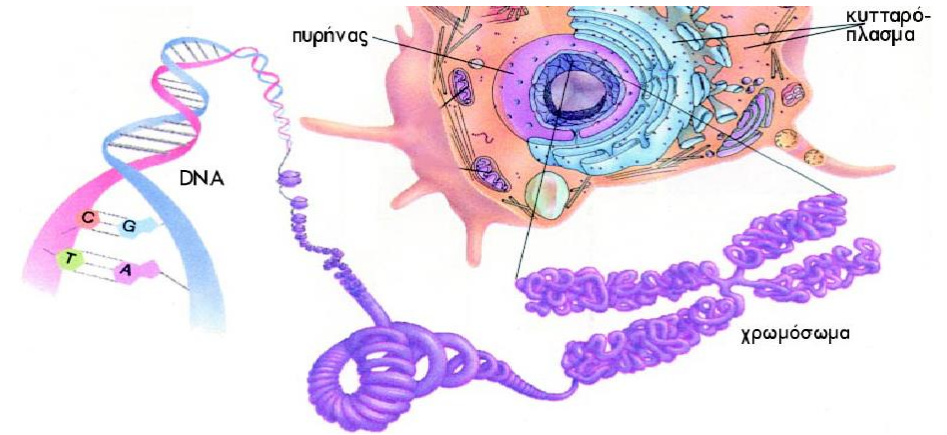


• Χαρακτηριστικά

- Χρωματίζονται έντονα με ειδικές χρωστικές ουσίες
- Βρίσκονται στον πυρήνα του κυττάρου
- Φορείς της γενετικής πληροφορίας
- Αυτοτελείς κληρονομικές μονάδες
- DNA είναι το βασικό συστατικό

• Αριθμός χρωμοσωμάτων

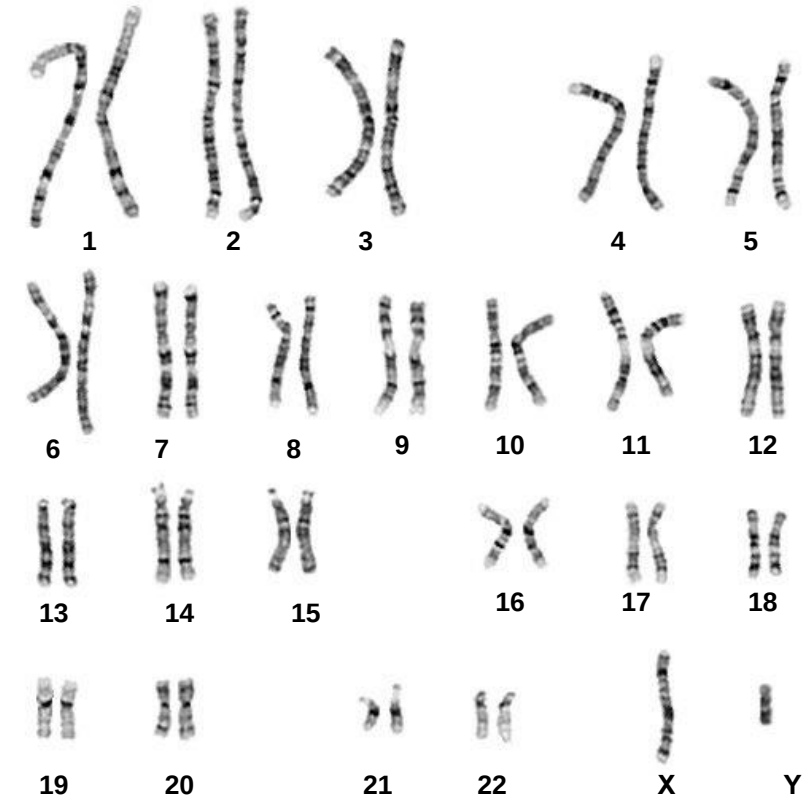
- Χαρακτηριστικός για κάθε είδος
 - Άνθρωπος → 46
 - Ελιά → 46
 - Σκουλήκια → 1
 - Καβούρια → 200 και πλέον
 - Γενικά από 10 ως 50
- Διαφοροποιούν ένα είδος από ένα άλλο
 - Όχι τόσο ο αριθμός των χρωμοσωμάτων
 - Κυρίως η γενετική πληροφορία που υπάρχει σ' αυτά



Χρωμοσώματα



- Σε ζευγάρια στα σωματικά κύτταρα
 - Δύο από κάθε είδος
 - 46 χρωμοσώματα → 23 ζευγάρια
 - Σε κάθε ζευγάρι
 - Ομόλογα χρωμοσώματα (= Όμοια ως προς το μέγεθος και τη μορφή τους)
 - Εξαίρεση: φυλετικά χρωμοσώματα
- Μόνο ένα στους γαμέτες (ωάριο και σπερματοζωάριο)
 - Ένα από κάθε είδος





- **Χρωμόσωμα**

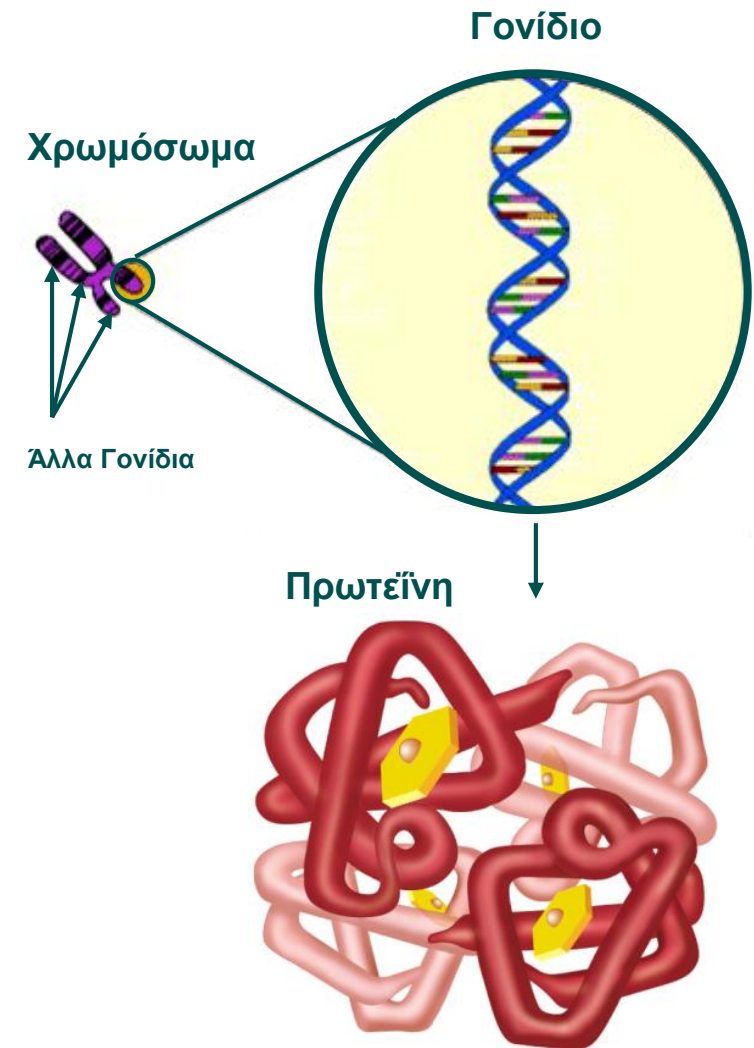
- Εκατοντάδες ή και χιλιάδες διαφορετικά γονίδια
- Σε γραμμική διάταξη

- **Γονίδιο**

- Πληροφοριακή μονάδα
 - Κάποιο χαρακτηριστικό του οργανισμού
 - Χρώμα των ματιών στον άνθρωπο
 - Μήκος των φτερών στις μύγες
 - Χρώμα των σπερμάτων στα μπιζέλια κ.ά.
- Μια καθορισμένη σειρά από νουκλεοτίδια
- Ελέγχουν τη δομή όλων των πρωτεϊνών ενός οργανισμού
 - Λειτουργία της πρωτεΐνης σχετίζεται άμεσα (αν είναι δομικό συστατικό) ή έμμεσα (αν είναι ένζυμο) με κάποιο κληρονομικό γνώρισμα

- **Αριθμός διαφορετικών γονιδίων**

- Ιοί ~ 5-15
- Θηλαστικά ~ 50.000
- Άνθρωπος > 100.000 (;)



Κωδικός DNA



- **Πρωτεΐνες**

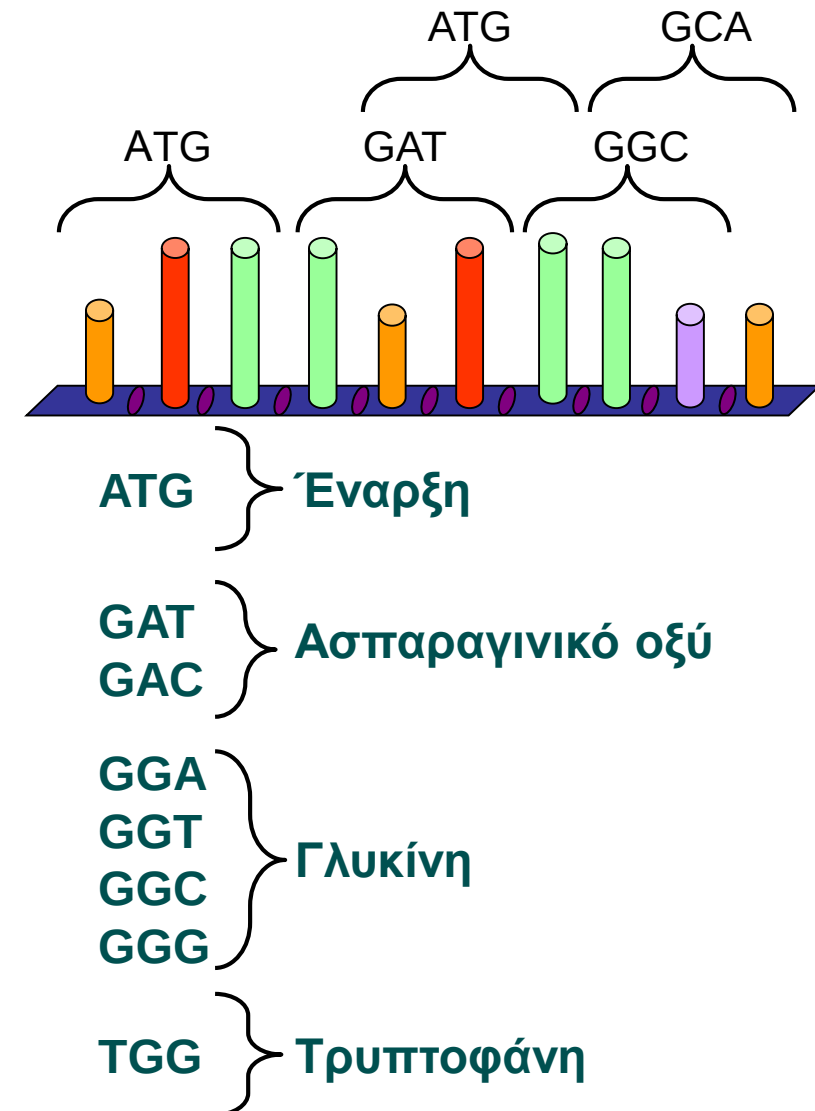
- Συνδυασμός 20 αμινοξέων

- **Πώς μπορούν να κωδικοποιηθούν με 4 είδη βάσεων (γράμματα);**

- Μια βάση
 - A, T, G, C
 - 4 κωδικοί
- Δυο βάσεις
 - AA, AT, AG, AC, TA, TT, κλπ
 - 16 (4²) κωδικοί
- Τρεις βάσεις
 - AAA, AAT, ..., GCT, GTT, κλπ
 - 64 (4³) κωδικοί
 - Τριπλέτες βάσεων → κωδικόνια

- **Κωδικός DNA**

- Τριαδικός
- Κωδικόνια έναρξης και λήξης
- Εκφυλισμένος
- Επικαλυπτόμενος



Σύνθεση Πρωτεϊνών



- **Μεταγραφή**

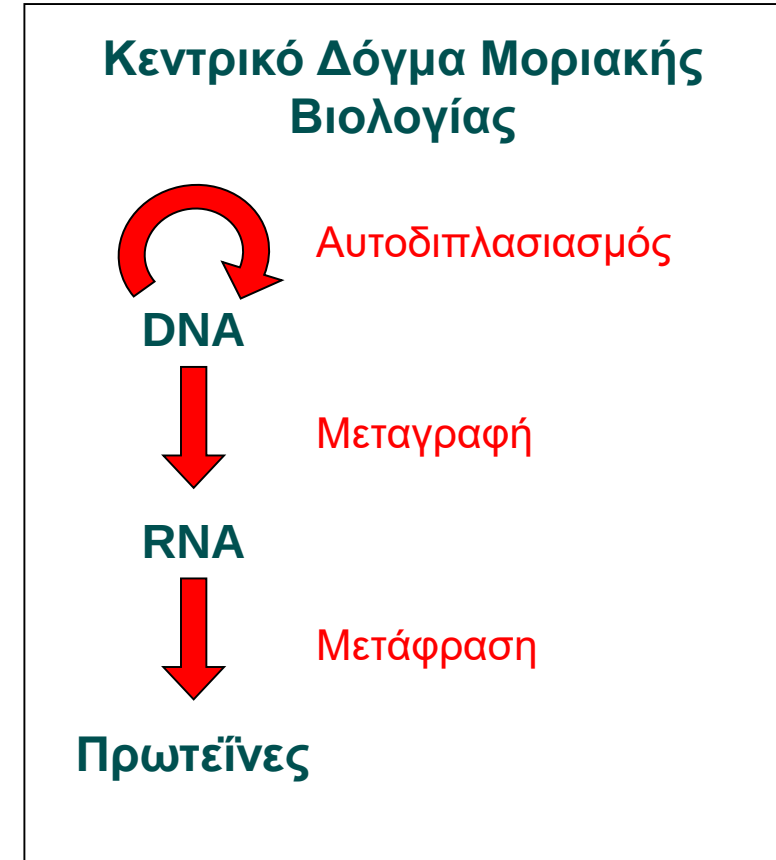
- Μεταφορά πληροφορίας από το DNA
- Σύνθεση RNA (mRNA)

- **RNA**

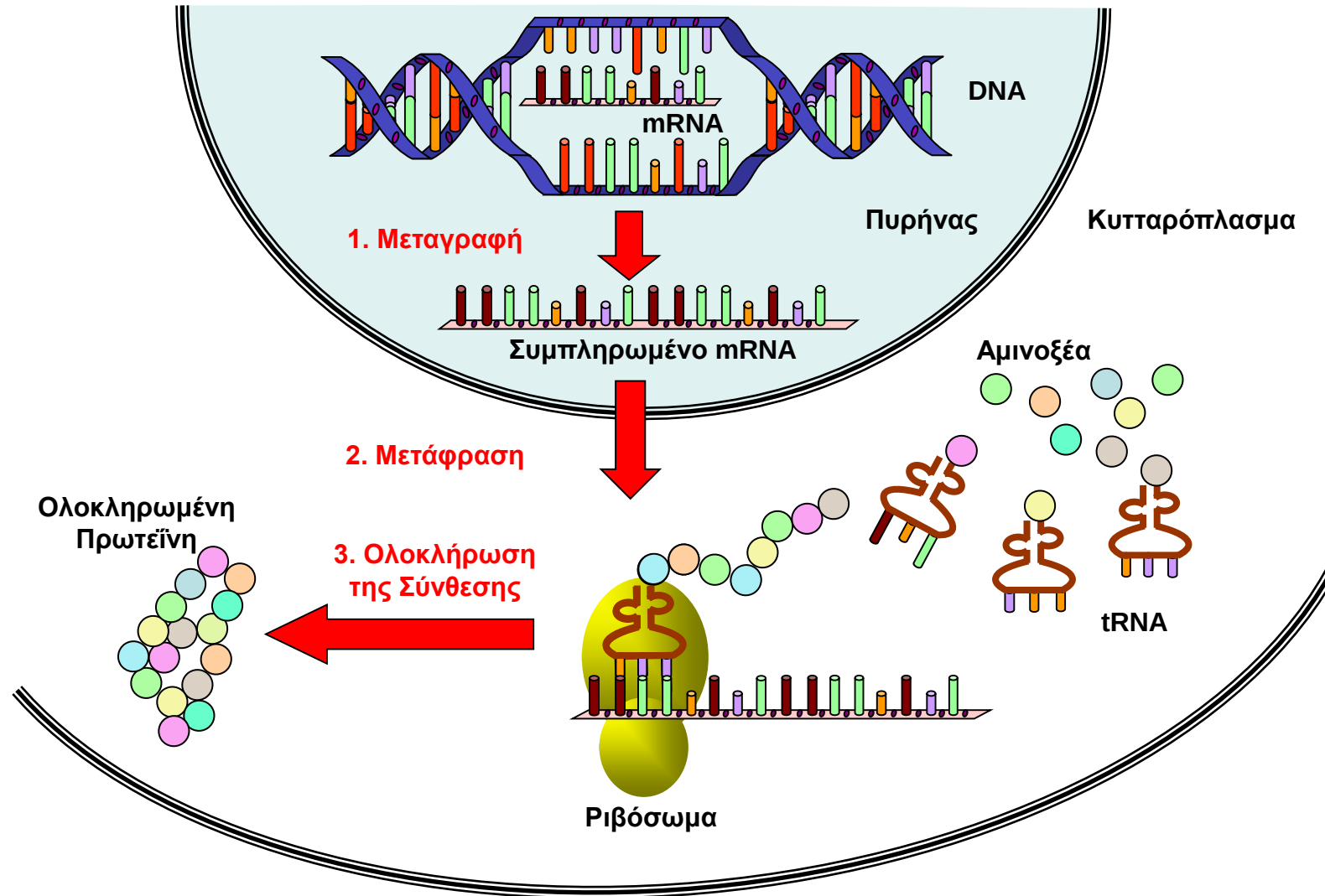
- Αντίγραφο ενός γονιδίου
- Ίδιος κωδικός
 - Ουρακίλη (U) αντί θυμίνη (T)

- **Σύνθεση RNA**

- Εκτελείται με ακρίβεια
- Δεν αποκλείονται λάθη
- Λάθη δεν κληροδοτούνται



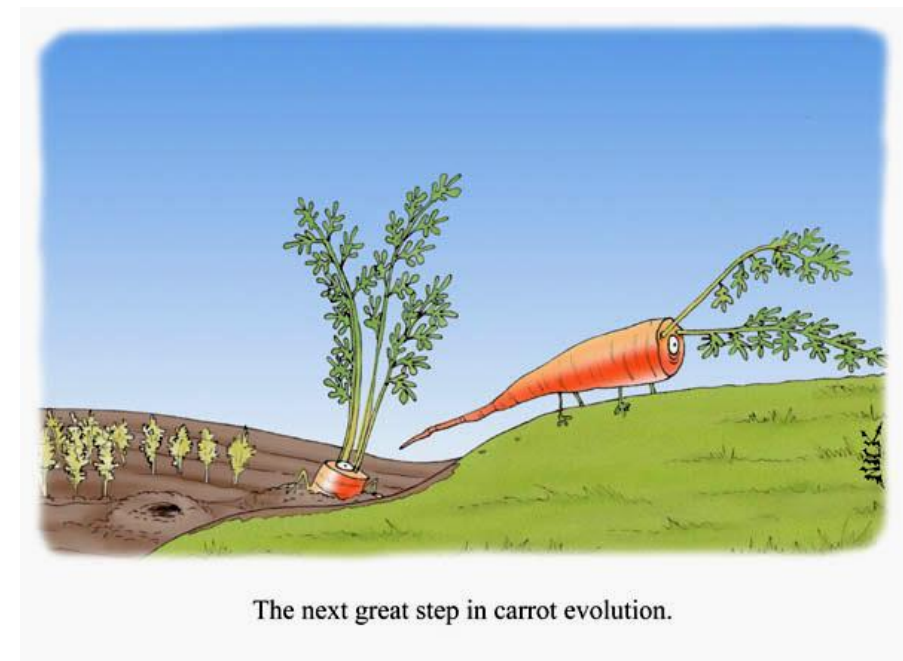
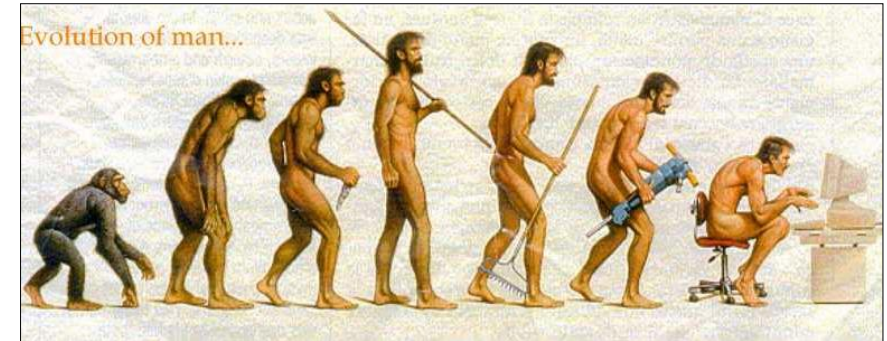
Σύνθεση Πρωτεϊνών



Μεταλλάξεις



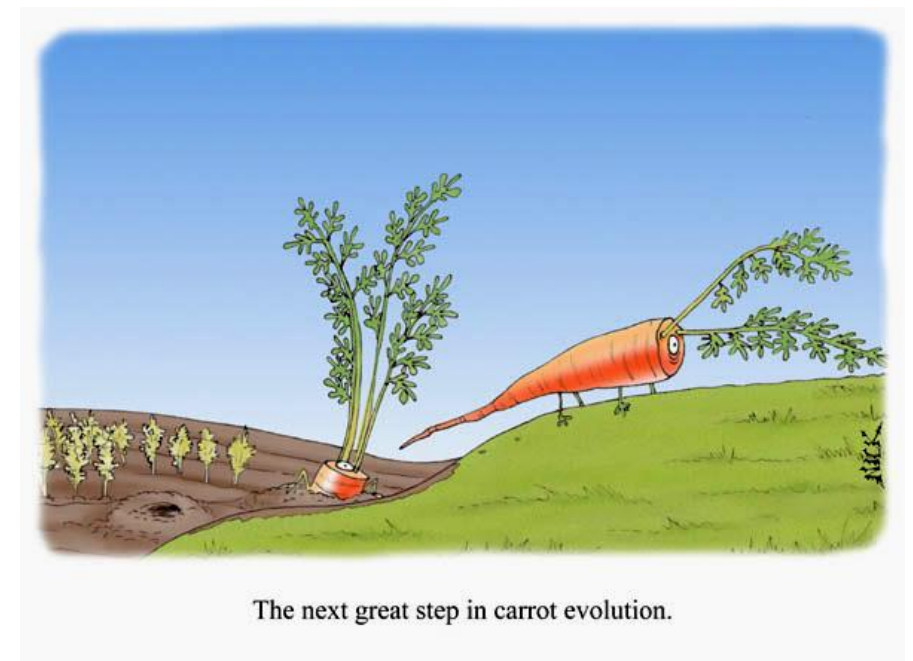
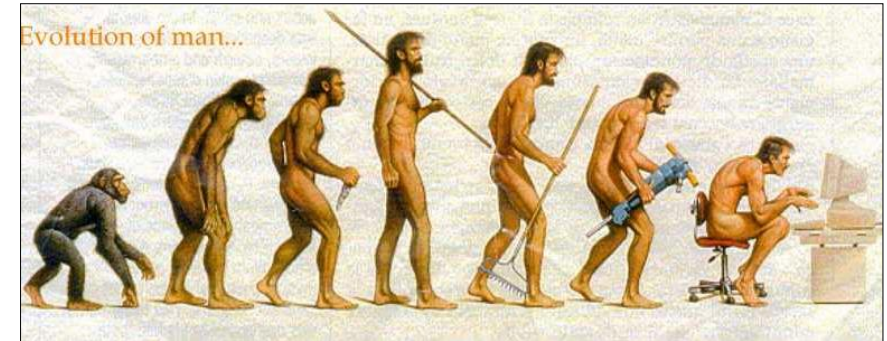
- **Γενετική σταθερότητα**
 - Μεταβίβαση γενετικών πληροφοριών
 - Αναλλοίωτες από γενιά σε γενιά
- **Σημαντική είναι και η ανάγκη για γενετική ποικιλότητα**
 - Αναγκαία για την εξέλιξη
 - Καινούριο μεταλλαγμένο γονίδιο → νέο κληρονομούμενο γνώρισμα
 - Ανακρίβεια των μηχανισμών
 - Αυτοδιπλασιασμού του DNA
 - Κυτταρικής διαίρεσης
- **Μεταλλάξεις και ανάμειξη γονιδίων κατά την αναπαραγωγή**
 - Νέοι τύποι οργανισμών
 - Καλύτερα προσαρμοσμένοι στο υπάρχον περιβάλλον
 - Μπορούν να προσαρμοστούν καλύτερα σε ενδεχόμενη μεταβολή





- **Μεταλλάξεις**

- Κατά το σχηματισμό των γαμετών
 - Μεταφέρονται στις μελλοντικές γενιές
- Στα σωματικά τους κύτταρα
 - Δεν κληροδοτούνται στους απογόνους
 - Μόνο στα θυγατρικά κύτταρα που προκύπτουν από κυτταρική διαίρεση
 - Εκδήλωση κάποιας μορφής καρκίνου
- Αίτια
 - Τυχαίες
 - Επίδραση μεταλλαξογόνων παραγόντων
 - Διάφορες ακτινοβολίες (π.χ. ραδιενέργεια, υπεριώδεις ακτίνες, ακτίνες Χ, κ.ά.)
 - Χημικές ουσίες (π.χ. διάφορα φυτοφάρμακα, ο καπνός των τσιγάρων κ.ά.)
- Γονιδιακές μεταλλάξεις και χρωσωμικές ανωμαλίες





• Γονιδιακές μεταλλάξεις

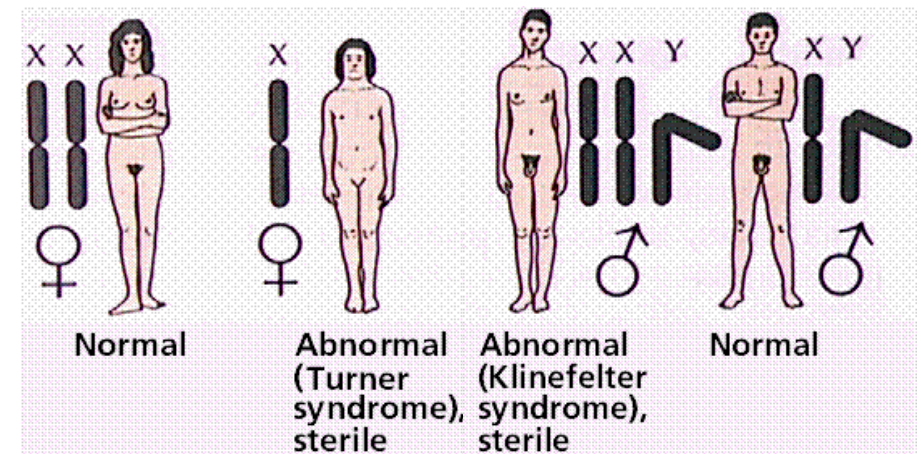
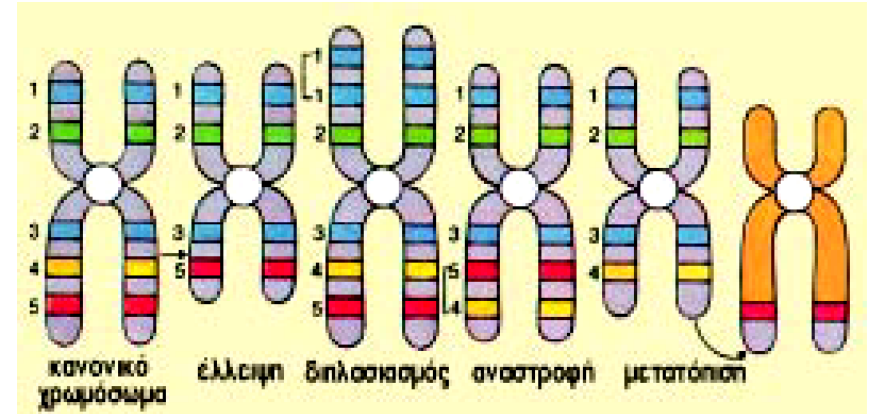
- Αλλαγές στην αλληλουχία ή στον αριθμό των νουκλεοτιδίων ενός γονιδίου
 - Αντικατάσταση, προσθήκη ή αφαίρεση ενός νουκλεοτιδίου
- Νέα αλληλόμορφα γονίδια
 - Μεταβολικές διαταραχές
 - Ενζυμικές δυσλειτουργίες
 - Φαινυλκετονουρία, αλφισμός, μεσογειακή και δρεπανοκυτταρική αναιμία





• Χρωμοσωμικές ανωμαλίες

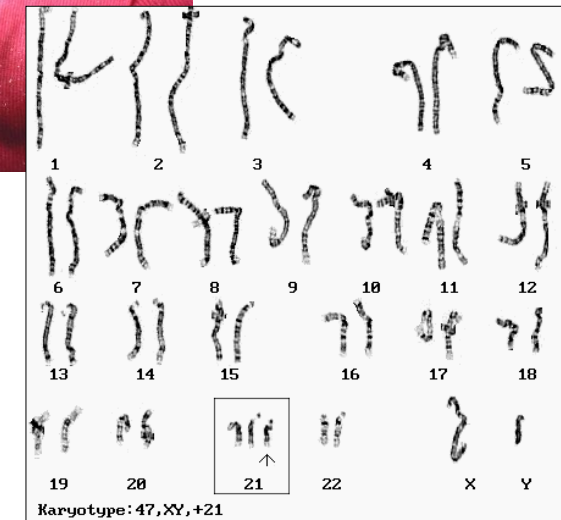
- Στην κατασκευή των χρωμοσωμάτων (δομικές)
 - Ένα χρωμόσωμα σπάει και το θραύσμα προσκολλάται αλλού
- Στον αριθμό τους (αριθμητικές)
 - Μη σωστός διαχωρισμό των χρωμοσωμάτων κατά την κυτταρική διαίρεση
 - Μικρότερος ή μεγαλύτερος αριθμός χρωμοσωμάτων από τον κανονικό
 - 1% στο σύνολο των παιδιών που γεννιούνται ζωντανά
 - Το ποσοστό κατά τη σύλληψη είναι πολύ υψηλότερο
 - 17-20% των κυήσεων καταλήγει σε αποβολή
 - Σχεδόν τα μισά έμβρυα εμφανίζουν μεγάλες χρωμοσωμικές ανωμαλίες





• Σύνδρομο Down

- Από τις πιο συχνές χρωμοσωμικές ανωμαλίες στον άνθρωπο
 - Χαρακτηριστικός φαινότυπος
 - Διανοητική και σωματική καθυστέρηση
- Συνήθως 47 χρωμοσώματα
 - Τρισωμία 21
- Κύριος παράγοντας κινδύνου
 - Άνοδος της μέσης ηλικίας στην οποία μια γυναίκα τεκνοποιεί → αύξηση κρουσμάτων
 - > 45 χρόνων 100X υψηλότερη πιθανότητα από < 19 χρόνων
 - Συσχέτιση με την ηλικία του πατέρα είναι μηδαμινή



Τεχνητές Μεταλλάξεις → Βιοτεχνολογία

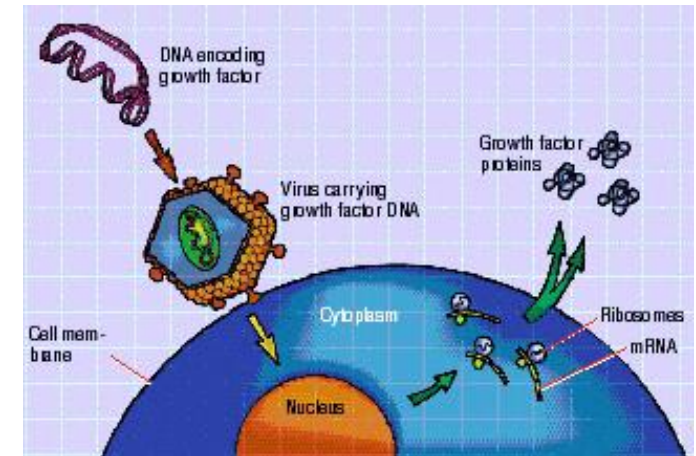


- **Φυσικές βιολογικές διαδικασίες**

- Παλιές όσο ο πολιτισμός
- Π.χ. ζώα ή φυτά διασταυρώνονταν τεχνητά → Βελτίωση των ποικιλιών τους

- **Γενετική Μηχανική ή Βιοτεχνολογία**

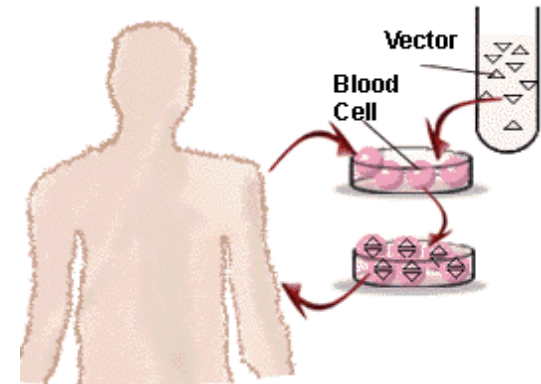
- Παγωγή διαφοροποιημένων κυττάρων (περιέχουν ένα ξένο γονίδιο)
- Τροποποίηση του γενετικού κώδικα
 - Μεταφορά γονιδίων (π.χ. με τεχνητό ιό) → Ενσωμάτωση στο DNA → έκφραση
- Δημιουργία διαγονιδιακών οργανισμών





Γονιδιακή Θεραπεία

- **Διόρθωση γενετικών ανωμαλιών στον άνθρωπο**
 - Βαριές κληρονομικές ασθένειες, π.χ.
 - Λευχαιμίες → Κύτταρα του μυελού των οστών και λεμφοκύτταρα με “διορθωμένα” γονίδια
 - Διαβήτης → Κύτταρα παγκρέατος με γονίδιο ινσουλίνης
- **Δυστυχώς δεν υπάρχουν ακόμα κλινικές εφαρμογές**
 - Πειραματικό στάδιο
- **Χρειάζεται βελτίωση της τεχνολογίας**
 - Βελτίωση των τεχνικών
 - Επιβίωσης των κυττάρων
 - Έλεγχου της θέσης που θα τοποθετηθεί το DNA
 - Βαθμού ελέγχου που έχουμε πάνω στην έκφραση κάθε νεοεισαχθέντος γονιδίου





Διαγονιδιακοί Οργανισμοί

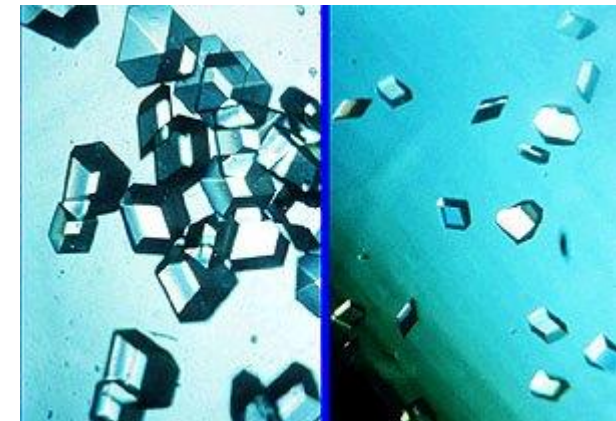
- Οργανισμοί με “ξένα γονίδια”
- Βελτιωμένα ή νέα χαρακτηριστικά ή δυνατότητες
 - Π.χ.
 - Παράγουν πρωτεΐνες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εμβόλια ή φάρμακα
 - Εκτελούν διαδικασίες που δεν είναι σε θέση να επιτελέσουν υπό φυσιολογικές συνθήκες
 - Βακτήρια που απορρυπαίνουν περιοχές
 - Φυτά που αυξάνουν τη γονιμότητα του εδάφους ή που επιλεκτικά καταστρέφουν έντομα
- Νέα δυνατότητες στη γεωργία στην ιατρική και σε πολλούς άλλους τομείς
- Σήμερα στο εμπόριο
 - Ορμόνες και συναφείς πρωτεΐνες (από τροποποιημένα βακτήρια)
 - Εμβόλια (από συνθετικό DNA)
 - Γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί
 - Και πολλά άλλα!





Εφαρμογές: Πρωτεΐνες

- **Δύσκολο να παραχθούν με διαφορετικό τρόπο**
 - Μία μόνο δόση της αυξητικής ορμόνης για τον άνθρωπο
 - Υπόφυση πενήντα τουλάχιστον νεαρών μοσχαριών
 - Ινσουλίνη
 - Από το πάγκρεας μοσχαριών και γουρουνιών
 - Πολύ δαπανηρές διαδικασίες
 - Δημιουργούσαν συχνά αλλεργικές αντιδράσεις
- **Παράγονται σε μεγάλες ποσότητες και με μικρό κόστος από βακτήρια**
 - Ορμόνες για ζώα
 - Παραγωγή μεγαλύτερης ποσότητας κρέατος





Εφαρμογές: Γενετικά Τροποποιημένα προϊόντα

• Επιλογή των γονιδίων

- Ιδιαίτερα και επιθυμητά χαρακτηριστικά
- Γονίδια οργανισμών που μπορεί να ανήκουν και σε διαφορετικά βιολογικά είδη
- π.χ.
 - ανθεκτικότητα σε βλαβερά έντομα από ένα είδος σε άλλο φυτό
 - φυτό να παράγει καρπούς με επιλεγμένα θρεπτικά συστατικά

• Ασφάλεια

- Μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν δεδομένα που να υποστηρίζουν ότι τα ΓΤΠ έχουν προκαλέσει κάποια ασθένεια ή βλάβες σε ανθρώπους
- Το κάθε ΓΤΤ θα πρέπει αξιολογείται ανεξάρτητα και σχολαστικά



Ο Κώδικας Του Ανθρώπου



- **Πρόγραμμα Ανθρώπινου Γονιδιώματος**
 - Μακροπρόθεσμο διεθνές πρόγραμμα
 - Κόστισε περίπου 3 δισεκατομμύρια δολάρια
 - Διήρκεσε 12 χρόνια (1991-2003).
- **Αποκρυπτογράφηση της αλληλουχίας του ανθρώπινου γενετικού κώδικα**
 - Τεμαχίζεται το ανθρώπινο DNA σε μικρά κομμάτια
 - Καθορίζεται ο βιοχημικός χάρτης όλου του DNA
 - Συσχετίζονται οι ακολουθίες με γονίδια
 - Καθορίζεται η λειτουργία των γονιδίων
- **Δυνατές εφαρμογές**
 - Διάγνωση ασθενειών ή πιθανότητας ασθένειας
 - Προφύλαξη ή θεραπεία από ασθένειες
 - Γονιδιακή θεραπεία (Αντικατάσταση γονιδίων)
 - Αναγνώριση ατόμων από τα γενετικά τους αποτυπώματα
 - Αναγνώριση εγκληματιών
 - Καθορισμός του πατέρα ενός παιδιού
- **Περισσότερα στην επόμενη διάλεξη**





- **Φορείς γονιδίων που ευθύνονται για ορισμένες ασθένειες**
 - να εντοπίζονται αυτοί οι φορείς με την καθιέρωση υποχρεωτικού γενετικού ελέγχου όλων των πολιτών μιας χώρας;
- **Προδιάθεση για μια σοβαρή χρόνια ή θανατηφόρα ασθένεια**
 - πρέπει ένα άτομο να ενημερώνεται για τη γενετική του προδιάθεση;
 - τι γίνεται εάν ο κίνδυνος είναι αναπόφευκτος και η ασθένεια ανίατη;
 - υπό ποιες συνθήκες επιτρέπεται σε τέτοιο άτομο να έχει πρόσβαση στις πληροφορίες αυτές;
- **Τελευταία πολλοί εργοδότες είναι απρόθυμοι να προσλάβουν καπνιστές και παχύσαρκα άτομα**
 - πρέπει ένας εργοδότης να έχει πρόσβαση στα γενετικά δεδομένα αυτών που ζητούν εργασία;
- **Η προγεννητική διάγνωση γενετικών ανωμαλιών μπορεί να γίνει μία διαδικασία ρουτίνας.**
 - πρέπει να διακόπτεται η εγκυμοσύνη εφόσον αποκαλυφθεί κάποια γενετική ασθένεια;
- **Γνώσεις σχετικά με τη γενετική κατασκευή των ανθρώπων θα έχουν σημαντική επίδραση στον πολιτισμό.**
 - Θα προωθήσουν την καθαρά βιοχημική θεώρηση του ανθρώπου;
- **Με την συμπλήρωση του γενετικού χάρτη**
 - θα είναι επιτρεπτή η συνειδητή σχεδίαση ανθρώπων;

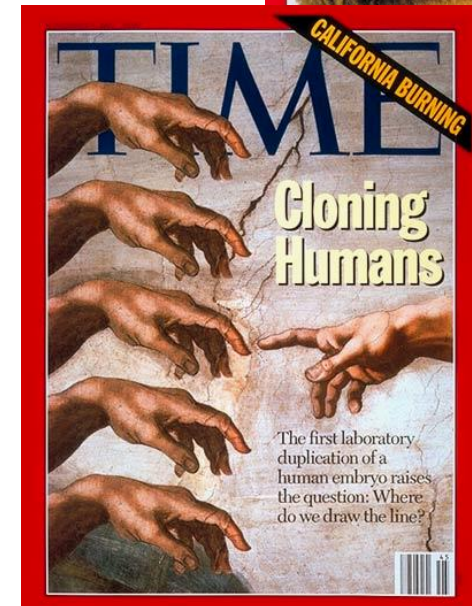
Κλωνοποίηση



- **Ντόλι: πρώτος κλώνος ενήλικου θηλαστικού**
 - Θύελλα αντιδράσεων
 - Δυνατόν να κλωνοποιηθεί ο Ιησούς, από DNA που έχει -υποτίθεται- απομείνει στην Ιερά Σινδώνη;;;!!!
 - Homo Sapiens → Homo Xerox;
- **Εφαρμόζεται με αυξανόμενη συχνότητα σε εκτρεφόμενα ζώα και πειραματόζωα**
- **Κλώνος**
 - Πληθυσμός γενετικά ταυτόσημων οργανισμών ή κυττάρων
 - Έχει προκύψει από ένα μοναδικό αρχικό οργανισμό ή κύτταρο
- **Δεν είναι καινούργιο φαινόμενο**
 - Μονοζυγωτικά δίδυμα
 - Τυχαίο φαινόμενο φυσικού κλωνισμού εμβρύων
 - 4.000 φορές την ημέρα σε ολόκληρο τον κόσμο
 - Κομμένο κλαδί τριανταφυλλιάς
 - Μεταφυτεύεται και αναπτύσσεται σε έναν κλώνο του αρχικού φυτού
 - Μονοκύτταροι και πολυκύτταροι οργανισμοί
 - Αναπαράγονται ασεξουαλικά



10/3/1997



8/11/1993



- **Μέθοδοι Κλωνοποίησης**

- Διάφοροι τρόποι (ομοιότητες με τεχνικές στην υποβοηθούμενη αναπαραγωγή)
- DNA του “πρωτότυπου” οργανισμού → “άδειο” ωάριο → έμβρυο
- Δεν είναι ιδιαίτερα δύσκολες τεχνικές αλλά έχουν μικρή αποτελεσματικότητα
 - Απαιτούν πολλές προσπάθειες
 - Καταλήγουν, ως επί το πλείστο, σε αποτυχία

- **Το τέλος της Ντόλι**

- Η Ντόλι γέννησε 4 προβατάκια
- Πέθανε στις 14/2/2003
 - Σε ηλικία 7 χρονών
 - Σοβαρά πνευμονικά προβλήματα
 - Τα πιο πολλά πρόβατα ζουν 11-12 χρόνια
 - Ο πρόωρος θάνατος φαίνεται να σχετίζεται με το γεγονός ότι η Ντόλι ήταν κλώνος



19/2/2001



Μύθοι και Υπερβολές



- **Λίγες εβδομάδες μετά την παρουσίαση της Ντόλι**

- Der Spiegel → πολυάριθμα αντίγραφα του Χίτλερ

- **Ερωτήματα**

- Κλώνος του Χίτλερ
 - Θα επιχειρούσε να καταλάβει εκ νέου την Ευρώπη;
- Κλώνοι του Μότσαρτ
 - Θα γίνονταν σπουδαίοι συνθέτες, ή έστω άριστοι DJ;

- **Επίδραση περιβάλλοντος στη συμπεριφορά**

- Αποδεδειγμένο πέραν πάσης αμφιβολίας
- Εξίσου σημαντική στον καθορισμό
- Μονοζυγωτικοί δίδυμοι διαφορετικοί στο χαρακτήρα
 - Παρ' όλο που μεγαλώνουν ταυτόχρονα και σε παρόμοιο περιβάλλον



Μύθοι και Υπερβολές



- Το όραμα του Στήβεν Σπίλμπεργκ για ένα “Ιουράσιο Πάρκο”
- Απομόνωση DNA από κύτταρα ενός νεκρού οργανισμού
 - Πρέπει διατηρηθούν στις κατάλληλες συνθήκες
 - Βυθισμένα σε υγρό άζωτο ή μέσα σε μπλοκ παραφίνης
 - Με την πάροδο του χρόνου, το DNA τους κατακερματίζεται και τελικά αποσυντίθεται
 - Επιτυχής απομόνωση DNA παγιδευμένου εντόμου σε κεχριμπάρι
 - Αμφισβητήθηκε έντονα, εξαιτίας της μεγάλης πιθανότητας μόλυνσης του δείγματος από εξωγενές DNA.



Το Νομικό Πλαίσιο



- **Πρωτόκολλο για την Απαγόρευση της Κλωνοποίησης Ανθρώπινων Όντων του Συμβουλίου της Ευρώπης**
 - Ελλάδα μία από τις πρώτες πέντε χώρες που το επικύρωσαν
 - 29 από 43 χώρες το έχουν υπογράψει
- **Νόμοι ή ελεγκτικοί θεσμοί**
 - Εμποδίζουν έμμεσα την εφαρμογή κλωνοποίησης στον άνθρωπο
 - Απαγορεύεται η διεξαγωγή ερευνών σε ανθρώπινα έμβρυα για οποιοδήποτε σκοπό
 - Απαγορεύεται η αγοραπωλησία σπέρματος και ωαρίων και η “μίσθωση” γυναικών για την κυοφορία εμβρύων
- **Επιτροπές βιοηθικής**
 - Έγκριση πριν οι επιστήμονες ξεκινήσουν ερευνητικά προγράμματα σε έμβρυα ή αναπαραγωγικές τεχνικές

