

1.1. Τα μόρια της ζωής

92 χημ. στοιχεία $\rightarrow$ 27 ζωή $\left\{ \begin{array}{l} \text{C, H, O, N (96\%)} \\ \text{K, Na, Mg ... κ.α. (0,01\%)} \end{array} \right.$ $\left. \begin{array}{l} \text{w/w} \\ \text{Ιχθυοστοιχεία} \end{array} \right.$

Εμβία & Αβία • Ιδια χ. ζ.
• Ιδιοί νόμοι φύσης

▶ ΑΝΟΡΓΑΝΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

▶ Νερό $\left\{ \begin{array}{l} \text{Περιβάλλον (70\% επιφ. πλανήτη)} \\ \text{Οργανισμούς (70\%)} \end{array} \right.$

Κύκλος νερού

- Εξάτμιση
- Διαπνοή
- Βροχή
- Χιόνι
- Χαλάζι

Κύτταρο: διαλύτης $\rightarrow$ κίνηση $\rightarrow$ επαφή $\rightarrow$ αντίδραση ουσιών
Οργανισμός: μεταφορά ουσιών

Βροχή - νεφάρια - λίμνες (δλυτό νερό) $\xrightarrow{\text{μεταφέρουν άλατα}}$ θάλασσα (αλμυρό: με άλατα)

Διαφορετικές απαιτήσεις για οργανισμούς (εξέλιξη)

▶ Άλατα

- Χλωριούχο νάτριο (NaCl)
- Άλατα ασβεστίου (οστά)

• ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ (C, H, O, N)

• Υδατάνθρακες (σάκχαρα)

Δομή $\left\{ \begin{array}{l} \text{Απλοί (μονοσακχαρίτες) π.χ. γλυκόζη} \\ \text{Σύνθετοι (πολυσακχαρίτες) π.χ. άμυλο, κυτταρίνη} \end{array} \right.$

Ρόλος $\left\{ \begin{array}{l} \text{Πηγή (άμεσης) ενέργειας.} \\ \text{Δομικά συστατικά (π.χ. κυτταρίνη)} \end{array} \right.$

• Πρωτεΐνες

Δομή: 20 αμινοξέα συνδέονται τυχαία $\rightarrow$ χιλιάδες πρωτεΐνες.

Ρόλος $\left\{ \begin{array}{l} \text{Δομικός π.χ. κολλαγόνο} \\ \text{Λειτουργικός π.χ. ένζυμα, αντιβιοτικά, αιμοσφαιρίνη ...} \end{array} \right.$

1.1 β

- Λιπίδια

Ρόλος $\left\{ \begin{array}{l} \text{Δομικός} \\ \text{Αποθήκη ενέργειας (μαυροχρόνια)} \\ \text{(x2)} \end{array} \right.$

- Νουκλεϊκά οξέα $\left\{ \begin{array}{l} \text{DNA (κύριο)} \\ \text{RNA (βοηθητικό)} \end{array} \right.$

Δομή: 4 νουκλεοτίδια (A, T, G, C) $\rightarrow$ πολυνουκλεοτιδικές αλυσίδες.

Ρόλος: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Ελέγχουν τη λειτουργία του κυτ./οργ.} \\ \text{Κληρονομούνται (μεταβιβάζονται)} \end{array} \right.$

1.2 Κύτταρο: Η μονάδα της ζωής

Κυτταρική θεωρία

- Δομική & λειτουργική μονάδα όλων των οργανισμών είναι το κύτταρο.

- Κάθε κύτταρο προέρχεται από ένα άλλο κύτταρο

► ΠΡΟΚΑΡΥΟΤΙΚΟ (π.χ. βακτήρια)

1. Μονοκύτταροι οργανισμοί

②. Όχι πυρηνική μεμβράνη/πυρήνα Έχουν DNA

3. Όχι μεμβρανώδη οργανίδια (βλ. ευκαρυωτικά)

4. Μικρότερα από ευκαρυωτικά

5. Πλασματική μεμβράνη

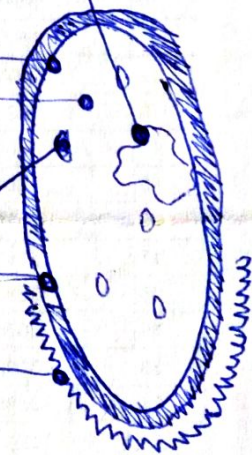
6. Κυτταρόπλασμα

7. Ελεύθερα ριβοσώματα (πρωτεϊνοσύνθεση)

8. Κυτταρικό τοίχωμα ($\neq$ φυτών)

9. Κάψα (ορισμένα)

10. Συχνά έχουν μαστήγια ή βλεφαρίδες



ΕΝΔΟΣΠΟΡΙΑ :

- ανθεκτικές

- αφυδατωμένες μορφές με όλο το DNA

1
↓
1
↓

Βακτήρια

επιβίωση σε αντίξοες συνθήκες.

1.2.β.

► ΕΥΚΑΡΥΩΤΙΚΑ

- Διαφέρουν μεταξύ τους (ανάλογα με τη λειτουργία)
- Κοινά χαρακτηριστικά (κύτταρο - μονάδα ζωής)

1. Πλασματική μεμβράνη

- Δομή : $\left\{ \begin{array}{l} \text{Λιπίδια} \\ \text{Πρωτεΐνες} \end{array} \right.$

- Ρόλος $\left\{ \begin{array}{l} \text{Οριοθετεί} \\ \text{Ελέγχει είσοδο/εξοδο} \\ \text{Επικοινωνεί με περιβαλ.} \end{array} \right.$

2. Πυρήνας

- Δομή $\left\{ \begin{array}{l} \text{εμφαικός/ωκεδής} \\ \text{περιέχει DNA (έχει δομή-λειτουργία κυττάρου)} \\ \text{πυρηνική μεμβρ (διηλεκτρικοί πόροι)} \end{array} \right.$

3. Κυτταρόπλασμα

3.α. Ενδοπλασματικό δίκτυο $\left\{ \begin{array}{l} \text{Αδρό (A)} \\ \text{Λείο (L)} \end{array} \right.$

- Δομή $\left\{ \begin{array}{l} \text{Δίκτυο (μεμβρ.) αγωγών μεταξύ πυρ.-πλασμ. μεμβρ. (A \& L)} \\ \text{Έχει ριβοσώματα (A)} \end{array} \right.$

- Ρόλος $\left\{ \begin{array}{l} \text{Μεταφορά (A \& L)} \\ \text{Σύνδεση πρωτεϊνών (A)} \\ \text{Σύνδεση λιπιδίων (L)} \\ \text{Αποθήκευση πρωτεϊνών (L)} \end{array} \right.$

3.β. Ριβοσώματα $\left\{ \begin{array}{l} \text{Α.Ε.Δ.} \\ \text{Ελεύθερα στο κυτταρόπλασμα} \end{array} \right.$

- Δομή : $\left\{ \begin{array}{l} \text{πρωτεΐνες} \\ \text{RNA} \end{array} \right.$

- Ρόλος : Σύνδεση πρωτεϊνών

3.γ. Σώμαλεγμα Golgi

- Δομή : παράλληλοι πεπλατυσμένοι θάκοι
- Ρόλος : Τροποποίηση πρωτεϊνών & αποστολή.

1.2.8

3.δ. Κενोटόνιο

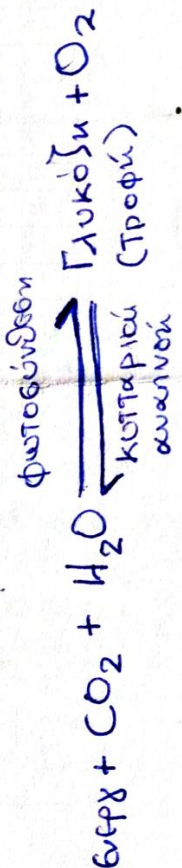
- Δομή: κυττάρια με υδατώδες υγρό.
- Ρόλος: $\left\{ \begin{array}{l} \text{τροφή (πεπτικά - ζώα)} \\ \text{αποθήκη θρεπτικών ουσιών (χυμοτόνια - φυτά)} \end{array} \right.$

3.ε. Μιτοχόνδρια

- Δομή: $\left\{ \begin{array}{l} \text{εχίμα επιθηκ/εφαυρικό/ωσειδές.} \\ \text{διπλή μεμβράνη (εξωτερ. & εσωτερ.)} \\ \text{Ειδικά ένζυμα (σε αναδιπλώσεις εσωτ.)} \\ \text{DNA} \end{array} \right.$
- Ρόλος: Παραγωγή ενέργειας (κυτταρική αναπνοή)

3.ζ. Χλωροπλάστες

- Δομή: $\left\{ \begin{array}{l} \text{εχίμα φαυσειδές} \\ \text{διπλή μεμβράνη (εξ & εσω.)} \\ \text{Ειδικά ένζυμα (στην εσω. μεμβρ.) + χλωροφύλλη.} \\ \text{DNA} \end{array} \right.$
- Ρόλος: Φωτοδύνθεση (παραγωγή οργαν. ύλης - τροφής)
για όλους τους ζωντανούς οργαν.



4. Κυτταρικό τοίχωμα (φυτά)

- Δομή: $\left\{ \begin{array}{l} \text{περιβάλλει πλαστ. μεμβρ.} \\ \text{κυτταρίνη} \end{array} \right.$ * χωρίς μεμβράνη *
- Ρόλος: Στήριξη (βυτηαγές & ανθεκτικό)

5. Κυτταρικός Σκελετός

* χωρίς μεμβράνη *

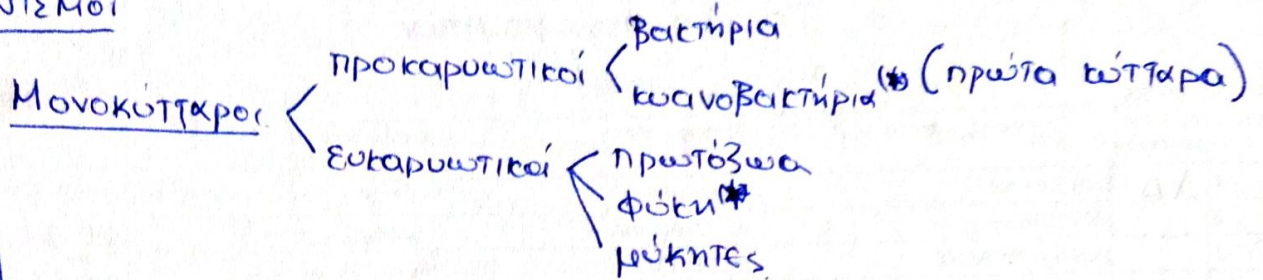
6. Κεντροσωμάτιο (ζώα)

* χωρίς μεμβράνη *

1.2.5.

Διαφορετ. κwt. - Διαφορετ. λειτουργίες

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ



- Επιτελούν όλες τις λειτουργίες της ζωής.
- Ορισμένα κινούνται (μαστήγια, βλεφαρίδες, ψευδοπόδια)
- Ορισμένα φωτοσυνθέτουν (*)

Πολυκύτταροι πολλά διαφορετικά ευκαρυωτικά κύτταρα.

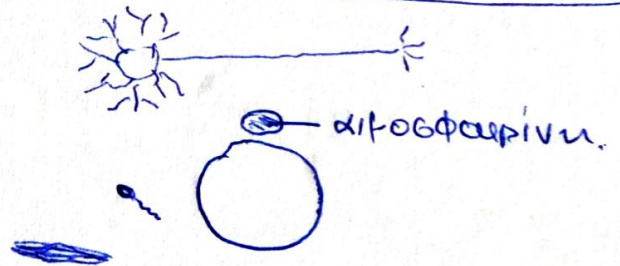
- Κοινές δομές/λειτουργίες (φαινόμενο ζωής - κύτταρο)
- Εξειδικευμένες δομές/λειτουργίες (εξειδίκευση - οργάνισμός)
- Συνεργασία διαφορετ. κwt. - αδυναμία επιβίωσης από μόνοι τους.

π.χ. αδυναμία επιβ. κwt. χωρίς ερυθρά αιμοσφ. που φέρνουν O_2

Παραδείγματα Διαφ. κwt.

Ανθρώπος (1.15)

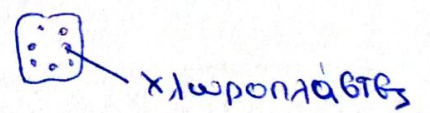
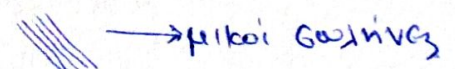
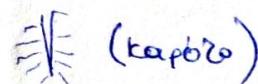
- Νευρικό
- Ερυθρό
- χαμέτες
- μυϊκά



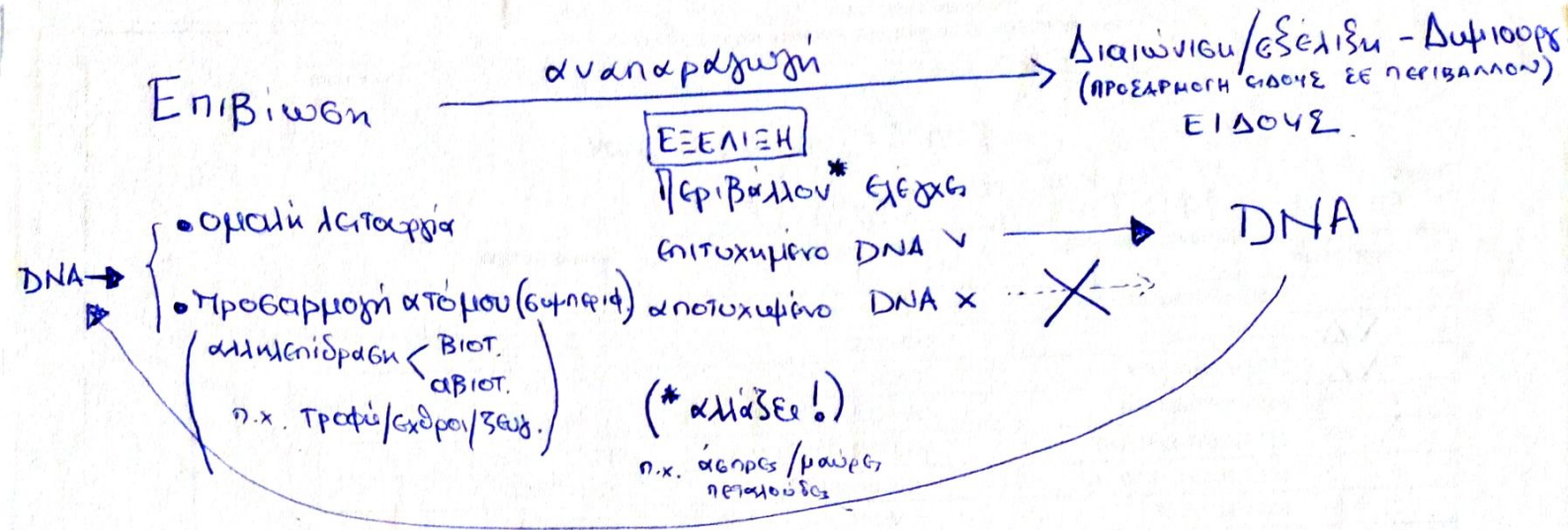
Φυτό (1.16)

(64.25)

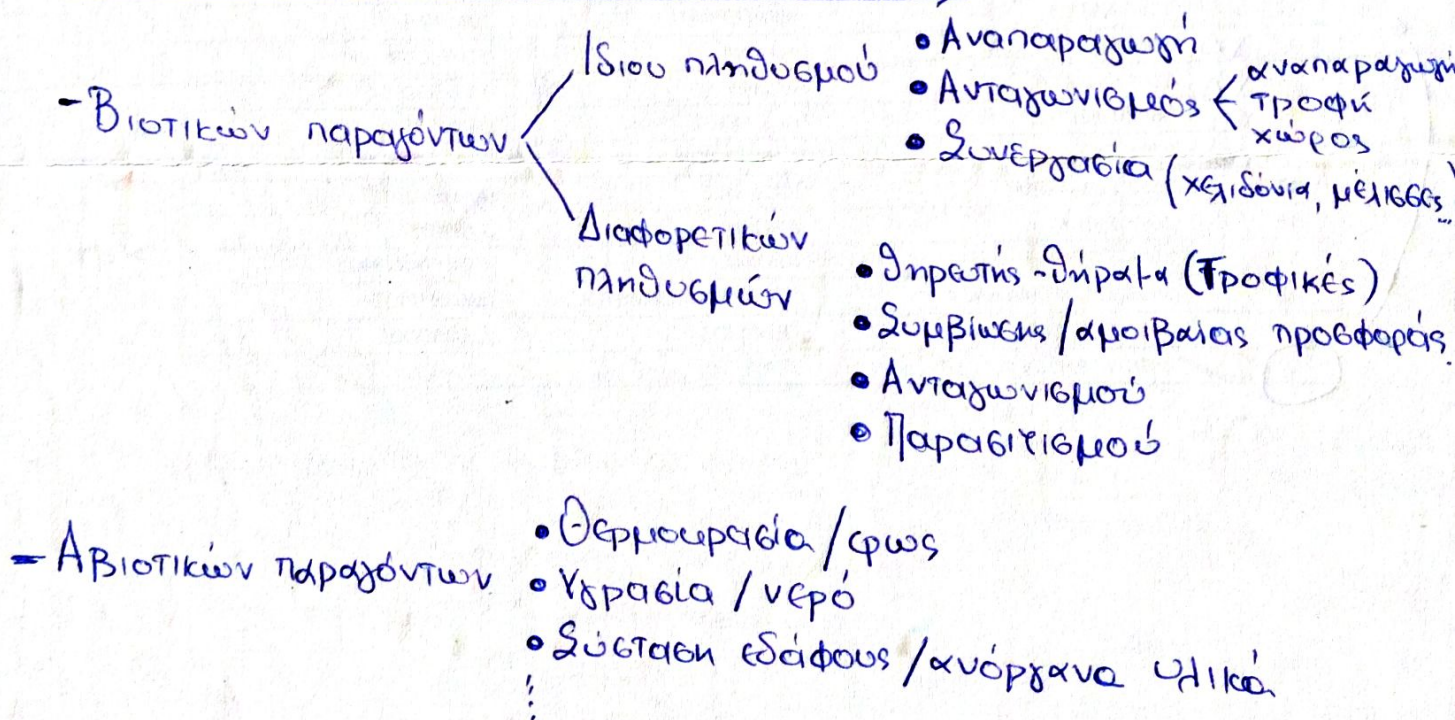
- ριζικά τριχίδια
- κύτταρα ξυλώματος
- κύτταρα φύλλων



2.1. Ισορροπία στα Βιολογικά Συστήματα

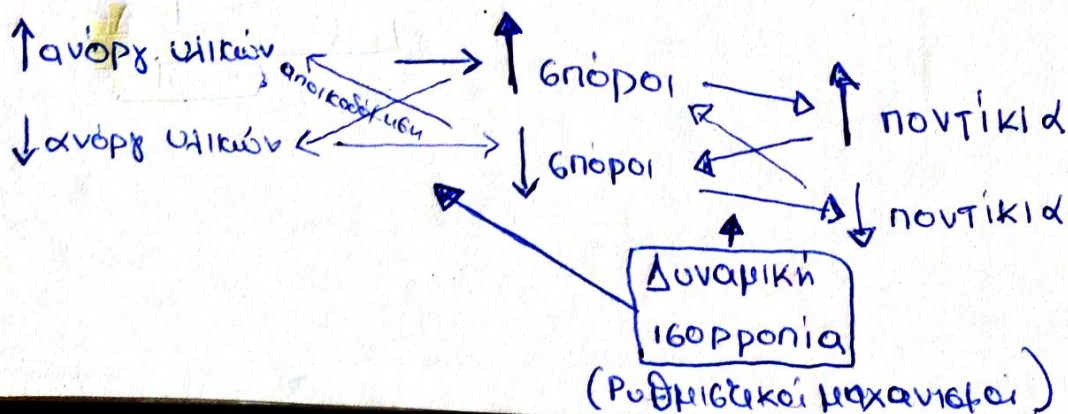


ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΑΤΟΜΟΥ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ (Αλληλεπίδραση)



ΑΒΙΟΤΙΚΟΙ

ΒΙΟΤΙΚΟΙ $\leftrightarrow$ ΒΙΟΤΙΚΟΙ



2.2

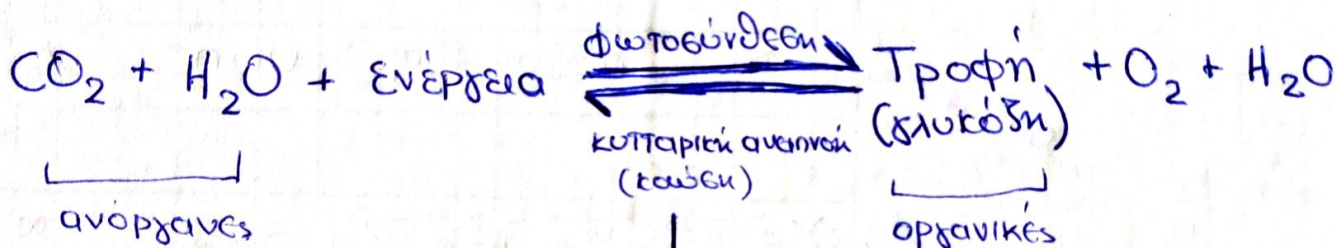
Τροφικές σχέσεις - Ροή ενέργειας

Τροφή $\longrightarrow$ Ενέργεια $\longrightarrow$ Διατήρηση Οργάνωσης

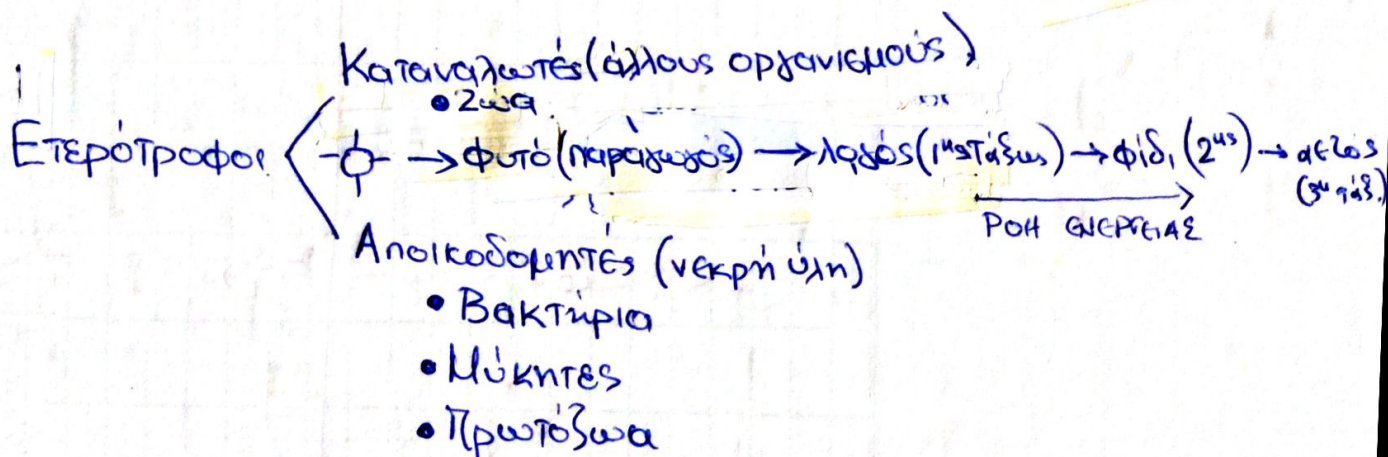
Οργανισμοί

Αυτοτροφοί/Παραγωγοί

- Χερσαίοι - Υδροβία φυτά
- Φυτοπλαγκτόν

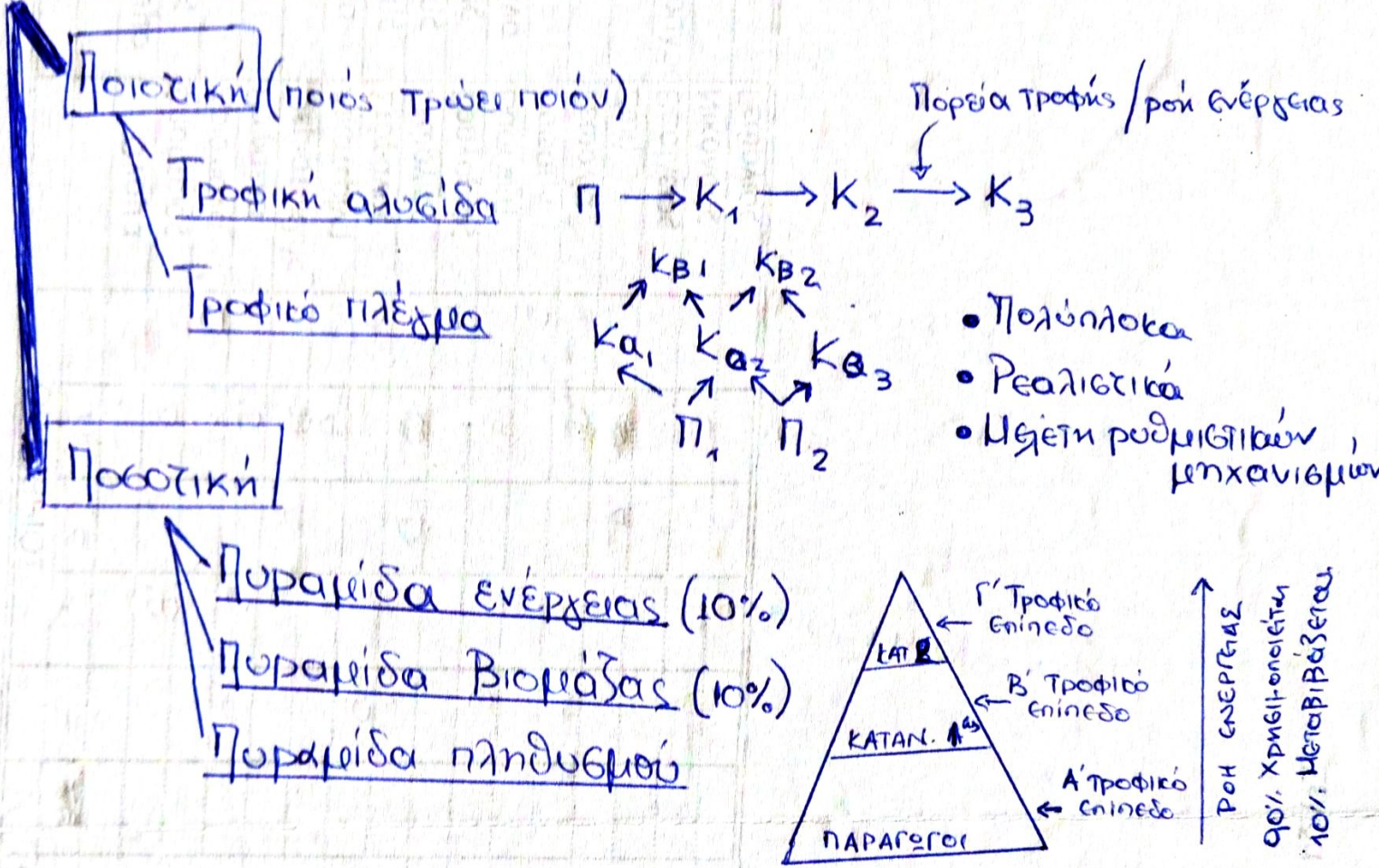


↓
ΠΛΕΟΝΑΣΜΑ
ΑΥΞΗΣΗ
↓
ΕΤΕΡΟΤΡΟΦΟΙ



2.2 B

Μελέτη ροής ενέργειας.



5.1 α

ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ

DN A

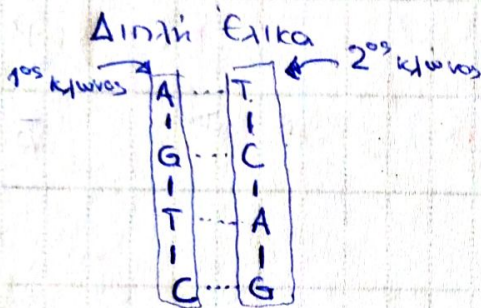
ΠΡΩΤΕΪΝΗ

ΜΟΝΟΜΕΡΗ

Νουκλεοτίδιο -
Αζωτούχες Βάσεις -
A, T, G, C

Αμινοξέα (A₁, A₂, A₃ ... A₂₀)

ΔΟΜΗ



Πρωτοταγή

A₃ - A₇ - A₈ - A₁₃ - A₁ - A₂₀ ...

Δευτεροταγή

Σπείρα ή α ή β πτυχωτή

Τριτοταγή



Αναδίπλωση στο χώρο

Τεταρτοταγή



- ή δύο ή περισσότερων αλυσίδων μαζί

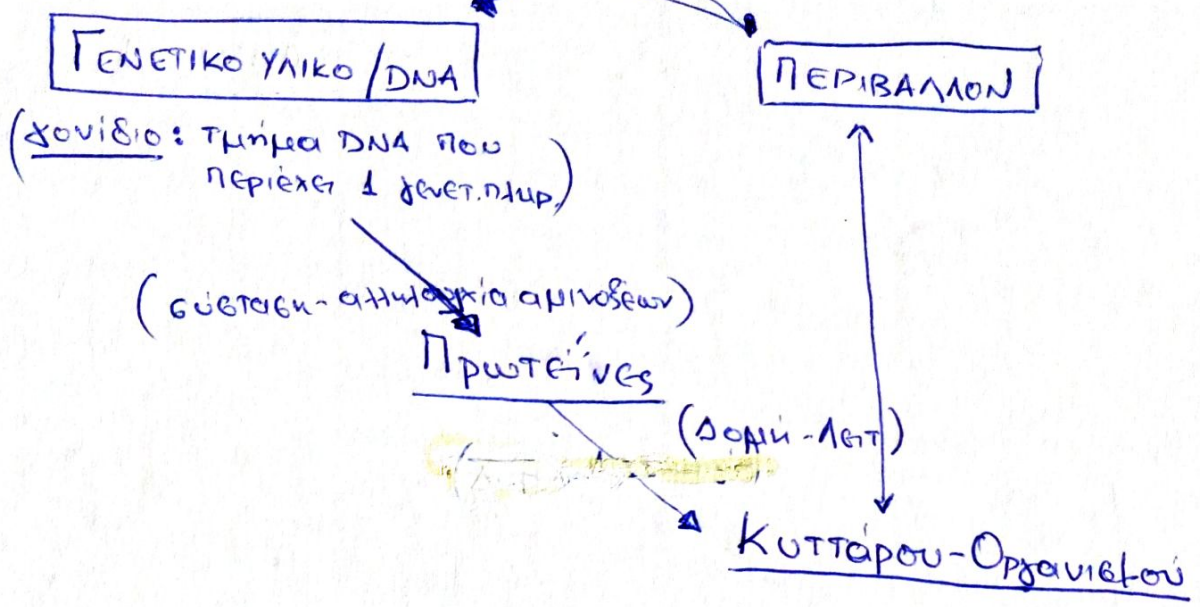
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

1. "Αποθήκευση" πληροφορ.
2. Πληροφορία για σύνθεση πρωτεϊνών (έλεγχος κυτ.)
3. Πίστη "διαιώνισι" πληροφορ.
4. "Αλλοίωση" πληροφορίας (παράλλαξι ζωής - εξέλιξι)

1. Συμμετέχει στη δομή του κυτ./οργαν. (π.χ. ριβοσώματα, μεμβράνες / κολλαγόνο, κ.α.)
2. "Έλεγχουν" τη λειτουργία του κυτ./οργαν. (π.χ. ένζυμα / αντιβιοτικά, ορμόνες κ.α.)

5.1.

Εξελίξη



ΓΕΝΕΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Καρύοτυπος

Απεικόνιση χρωμοσώμ.
• κατά ζεύγη
• κατά ελαττωμα. μέγεθος

• Δομή: DNA (χονίδια)
επιπεδώνεται με τη βοήθεια πρωτεϊνών

⇒ Χρωμοσώματα
(ορατά με Ο.Μ. σε ορισμ. φάσεις)

Αυτοσωμικά ζεύγη

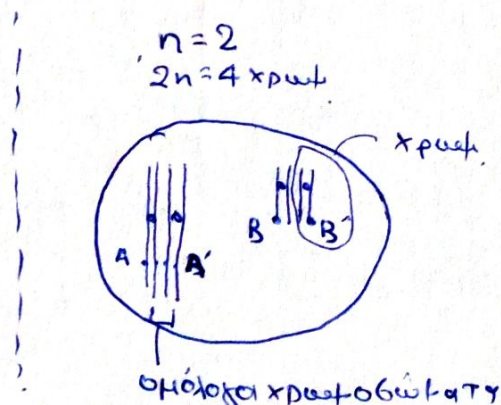
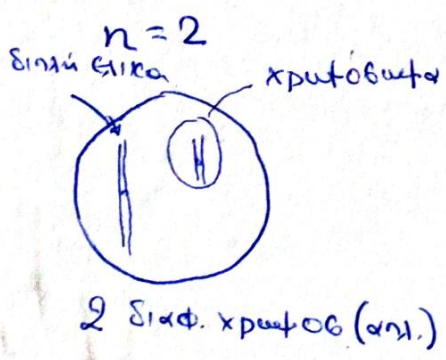
Φυλετικά
XX (♀)
XY (♂)

• Αριθμός: Χαρακτηριστικός για κάθε είδος

- Απλοειδής οργ. (n)
(προκαρ, & μονοκύτ.) 1 φορά κάθε χρωμόσωμα

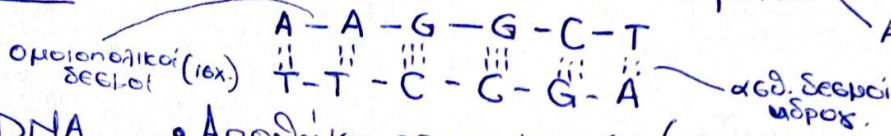
- Διπλοειδής οργ. (2n)
(ανωτ. οργ.) 2 φορές → Ομόλογα χρ. (ζεύγη)

(περιέχουν σε αντίστοιχ θέσεις γεν. πληρ. που αφορούν τις ίδιες ιδιότητες)
1 πατρικός
1 μητρικός προέλευσης



Νουκλεϊκά οξέα < DNA (κύριο)
 5.2 RNA. (Βοηθητικό)

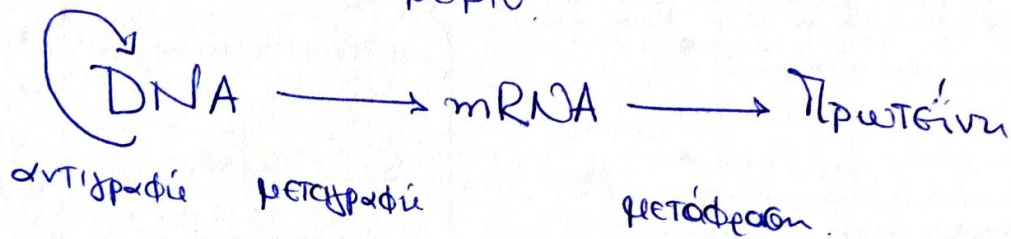
Δομή: Νουκλεοτίδια - Αζωτούχα Βάση < A, T, G, C / δίκλωνο / A=T
 G=C
 A, U, G, C / μονόκλωνο



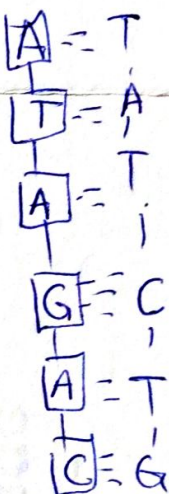
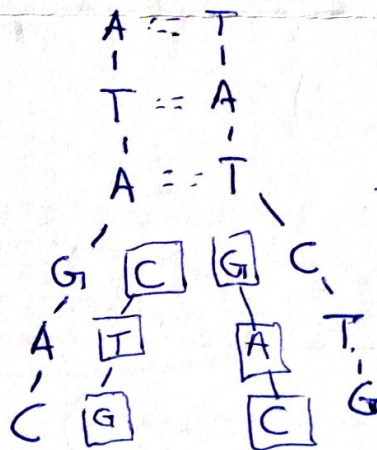
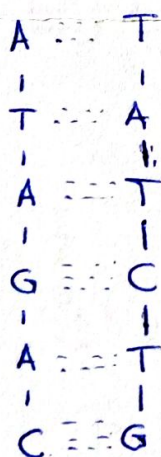
Ρόλος DNA

- Αποθήκη πληροφοριών (αλληλουχία Νουκλ. (Α.Β.))
 - Έλεγχος κυτ. λειτουργιών (μεταγραφή → μετάφραση)
 - Διατήρηση αναπαραγωγής γενετ. πληρ. (αντιγραφή)
 - Δημιουργία γενετ. ποικιλίας. (εξέλιξη)
- Βοηθητικό μόριο.

Ρόλος RNA

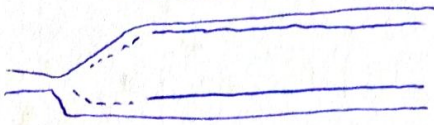


ΑΝΤΙΓΡΑΦΗ



5.2β

Αντιγραφή



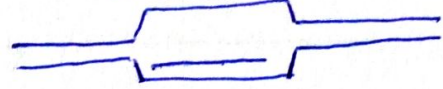
- Όλο το DNA αντιγράφεται 5 οι δύο κλώνοι.
- 1 φορά πριν το διπλασιασμό του κυττάρου
- Δίνει DNA (ημιδουπληκτικός)
- Γίνεται βάση του κανόνα συμπληρωματικότητας



DNA → DNA

A → T
T → A
G → C
C → G

Μεταγραφή



- Τμήμα του DNA μεταγράφ. (Γονίδιο)
ο ένas κλώνος μόνο
- Συνέχεια κατά τη διάρκεια ζωής του κυττάρου.
- Δίνει mRNA, rRNA, tRNA.
- Κανόνας συμπληρωματικότητας

DNA → RNA

A → U
T → A
G → C
C → G

Μετάφραση

- Γίνεται στα ριβοσώματα (rRNA + πρωτεΐνες) στο κυτταρόπλασμα.
- Το mRNA μεταφέρει την πληροφορία από το DNA (πυρήνα) στα ριβοσώματα (κυτταρόπλασμα)
- Στα ριβοσώματα ^{μεταφράζεται} η πληροφορία από τη γλώσσα των νουκλ. οξέων (A, T, G, C) ^{νουκλ. - Α.Β.} στην γλώσσα των πρωτεϊνών ^{αμινοξέων} (20 αμινοξέα)
- Τρία νουκλεοτίδια (A.B) κωδικοποιούν 1 αμινοξύ.

5.3. ΑΛΛΗΛΟΜΟΡΦΑ

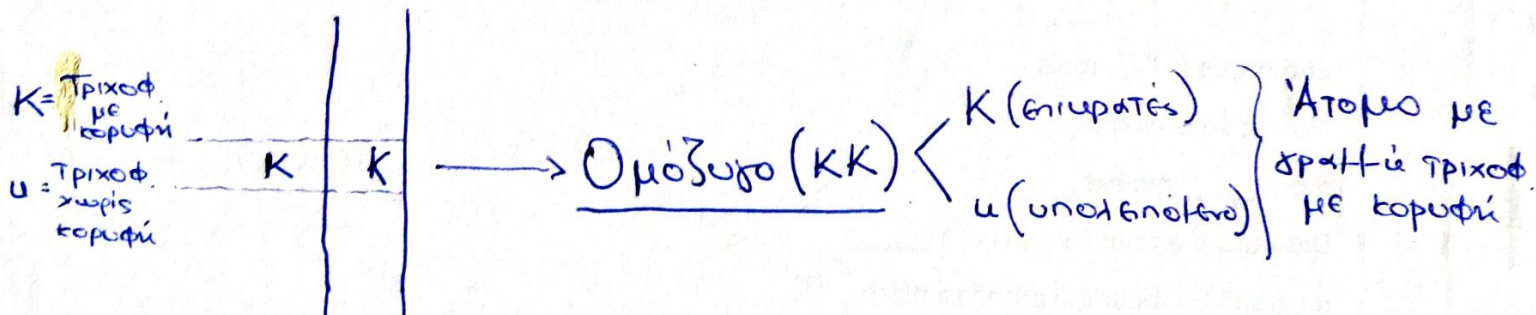
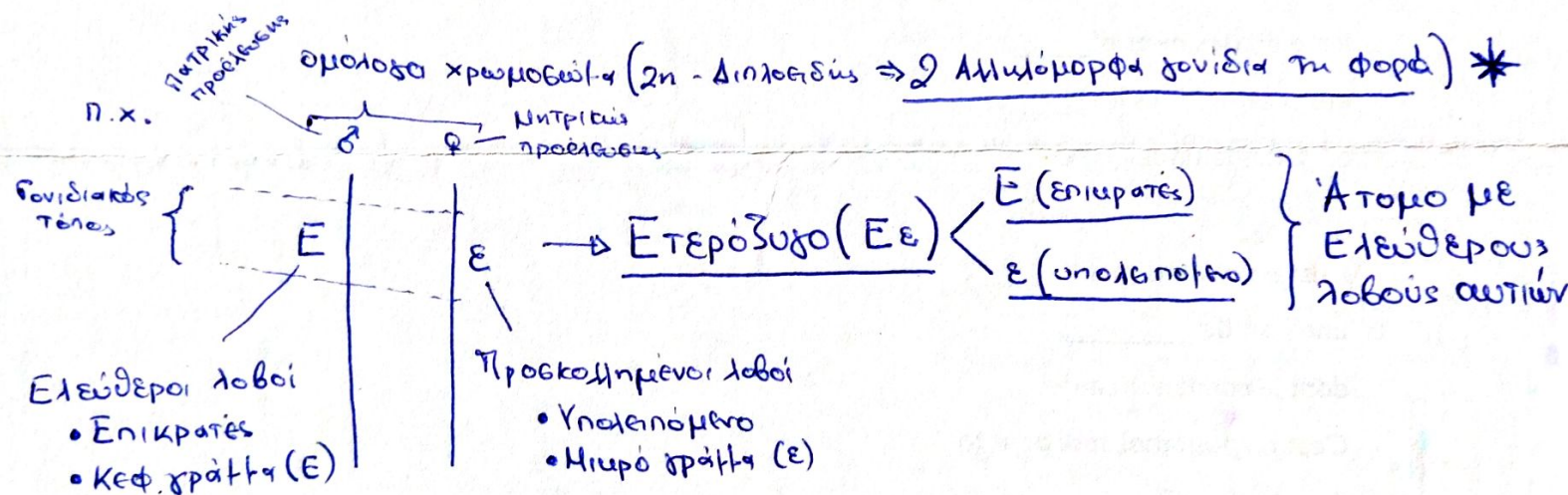
Διπλοειδής (2n) : Έχουν το γενετικό τους υλικό σε δύο αντίγραφα (ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων) ένα από τον πατέρα και ένα από την μητέρα.

Ομόλογα χρωμο. : Ζεύγος χρωμοσωμάτων με :

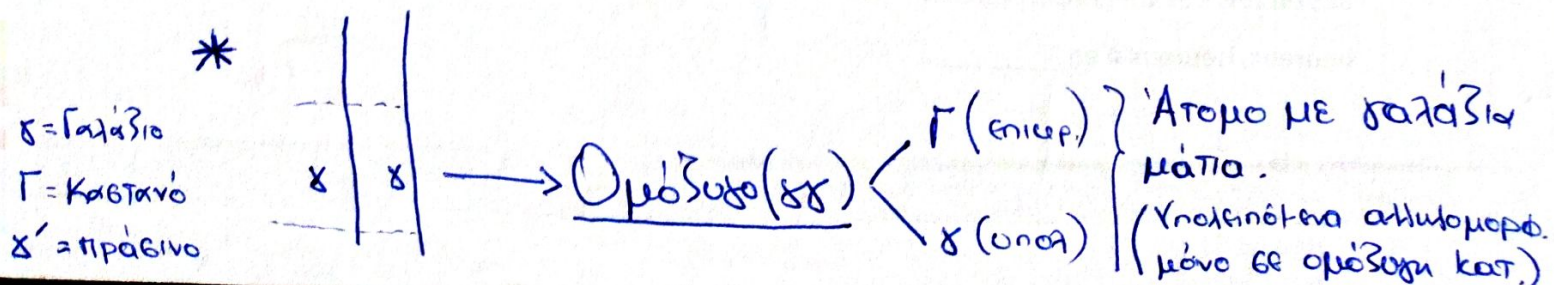
α) ίδιο σχήμα & μέγεθος.

β) ίδιες ή διαφορετικές γενετικές πληροφορίες για την ίδια ιδιότητα (αλληλόμορφα γονίδια) σε αντίστοιχες θέσεις (γονιδιακός τόπος).

Αλληλόμορφα γονίδια : Διαφορετικές "εκδόχές" ίδιου χαρακτηριστικού.



*



5.4. ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ

ΜΕΣΟΦΑΣΗ

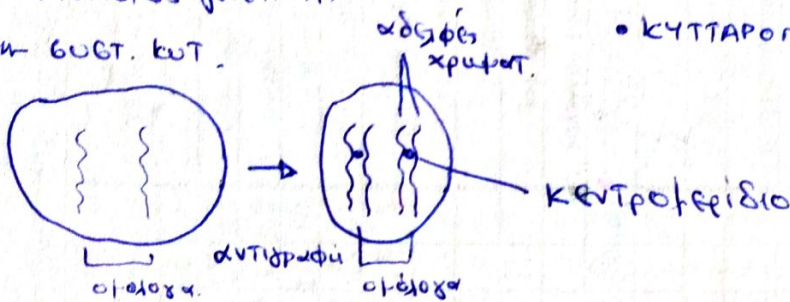
ΔΙΑΙΡΕΣΗ

• Διπλασιασμός γενετ. υλ.

• n βυστ. κυτ.

• ΠΥΡΗΝΙΚΗ (Μοίραγιά γενετ. υλικού)

• ΚΥΤΤΑΡΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΗ (Μοίραγιά κυτ. οργάνων)

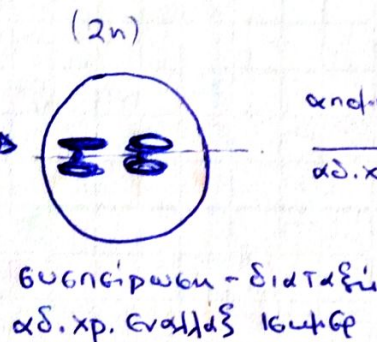


ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ

- Μίτωση**
- Ανάπτυξη
 - Αναπνοή - Επούλωση
 - Πολλαπλή μονοκ.

Μείωση

• Γαμέτες (αυκν. υλ.)



αδελφ. αδ. χρ.



αποβυστ. κύρωσι (2 ίδια κυτ.)

2 πυρήνες - κυτ.

(2n)



βυστ. κύρωσι διατάξι ομοι. χρ. εναλλάξ κυττ.

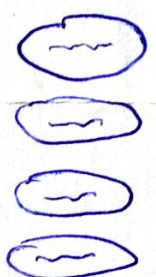
1^η Μειωτική Διαίρεση

(n)



Διατάξι αδελφ. χρ. εναλλάξ κυττ.

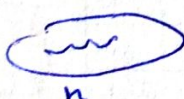
2^η Μειωτική Διαίρεση



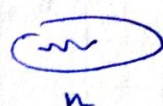
Αποβυστ. 4 n. - κυτ. (ΓΑΜΕΤΕΣ) (n)

ΓΑΜΕΤΕΣ

♂

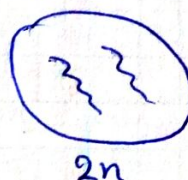


♀



Γονιμοποίηση

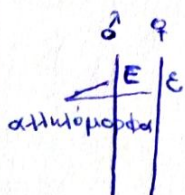
ΖΥΓΟΤΟ



5.5 ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑ

Χαρακτηριστικά < Κληρονομικά : Μεταβιβάζονται μέσω DNA από γονιό σε γονιό
Επίκτητα : Αποκτώνται από το άτομο

Ομόλογα χρωμ.



Εε = Γονότυπος : Το γόνολο των αλληλόμορφων που βρίσκονται σε κάθε κύτταρο του οργανισμού

Ελεύθεροι λοβοί (Ε) Φαινότυπος : Το γόνολο των χαρακτηριστικών (μορφολογικών, ανατομικών, φυσιολογικών κτλ) ενός κυττάρου/οργάνου.

ΝΟΜΟΙ ΜΕΝDEL (για διπλοειδείς οργανισμούς)

- Διασταύρωση ομόζυγων (ίδιο αλληλόμορφο) ατόμων με ίδιο ή διαφορετικό φαινότυπο δίνουν απογόνους με υινό φαινότυπο. (π.χ. Γαλάζιο + Καστανό $\rightarrow$ Καστανό
(μμ) (ΚΚ) (Κμ)
- Διασταύρωση ετερόζυγων ατόμων (ίδιου φαινότυπου) δίνουν τους φαινότυπους των γονέων τους. (π.χ. 2 Καστανό + Καστανό $\rightarrow$ Καστ. + Γαλ.
(Κμ) (Κμ) (ΚΚ) (Κμ)
σε καθορισμένη αναλογία.

π.χ. 1

Κ : Καστανό μάτι (επικρατές)
 μ : Γαλάζιο - μ (υπολειπόμενο)

1 Φαινότυπος Καστανό x Γαλάζιο
 Γονότυπος ΚΚ μμ
 γατέτες Κ, Κ μ, μ
ΠΑΙΔΙΑ (F₁) Κμ, Κμ, Κμ, Κμ Όλα Καστανά (Κμ)
 Ετερόζυγα

2 Φαινότυπος (F₁) Καστανό x Καστανό
 Γονότυπος Κμ Κμ
 γατέτες Κ, μ Κ, μ
ΠΑΙΔΙΑ (F₂) ΚΚ, Κμ, μΚ, μμ.
 ομοζ. ετερ. ετερ. ομοζ.
 Καστανό Γαλάζιο

Φ.Α.
 3 : Καστανά (επικρ)
 1 : Γαλάζιο (υποε)
Γ.Α. 1:2:1

5.6 ΜΕΤΑΛΛΑΞΕΙΣ

ΑΙΤΙΑ

ΕΙΔΗ

- Γονιδιακές (αλφισμός)
- Χρωμοσωμικές (Down)
47 χρωσ.

Τυχαίες

Μεταλλαξογόνοι παράγοντες (περιβάλλον)

- χημικές ουσίες
- ακτινοβολίες (υπεριώδης, x, γ ...)

Μεταλλάξεις : αλλαγές στο DNA $\Rightarrow$ Νέα χαρακτηριστικά

Σωματικά κυτ.

Γεννητικά κυτ. (γαμέτες)

αδένειες (π.χ. καρκίνος)

Νέα αλληλομορφή

ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΜΟΡΦΙΑ

ΠΕΡΙΒΑΛΟΝΤΙΑΥ ΕΠΙΛΟΓΗ

ΕΞΕΛΙΞΗ

7.1. ΕΞΕΛΙΞΗ & ΜΑΡΤΗΡΙΕΣ

Ποικιλομορφία οργανισμών $\left\{ \begin{array}{l} \text{κοινά χαρακτηριστικά (κοινή καταγωγή)} \\ \text{διαφορετικά χαρακ. (προσαρμοχές στο περιβάλλον)} \end{array} \right.$

ΚΑΡΟΛΟΣ ΔΑΡΒΙΝΟΣ: ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ / ΕΞΕΛΙΞΗ

► Αιώνες

► Αλλαγή περιβάλλοντος

► Εξέλιξη

• Ποικιλομορφία ατόμων (ποικιλομορφία γονιδίων-μεταλλάξεις)
π.χ. άσπρες/μαύρες πεταλούδες.

• Περιβάλλον (επιλέγει επιβίωση/πλήθος απογόνων)
π.χ. άσπρα δέντρα → άσπρες πεταλ.
(ρύπανση) μαύρες → μαύρες

• Επιβίωση "καλύτερων" (σε σχέση με το περιβάλλον)
χαρακτηριστικών (γονιδίων)

↙ ΕΞΕΛΙΞΗ (προσαρμογή σε αλλαγές περιβ.)
↘ ΝΕΟ ΕΙΔΟΣ (νέο περιβάλλον)
↘ ΕΞΑΦΑΝΙΣΗ (αδυναμία προσαρμογής σε πολύ
γρήγορη/εκτεταμένη αλλαγή περιβ.)

ΑΠΟΔΕΙΞΕΙΣ: 1. Απολιθώματα (1. Επιμέλυση οργάν. με λάσπη/γάληνι - διακοπή αποσύνθεσης)
2. Αντικατάσταση οργανικών με ανόργανα υλικά - χρονοβ.
2. Βιοχημικές αποδείξεις (ομοιότητα πρωτεϊνών με ίδια χρώα)

⊕ Α. ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΑ • Απολιθώματα / οργανισμοί σε ρητίνη (φύσιμα - οικολογία)
• Ηλικία (πρωτότατα / ραδιοχρονολόγηση)
• πληροφορίες (όσθα - δόντια → στάδιο ζωής, τροφή, νοσήματα)
χέρη → βλατίδα, εργαλεία, ίχνη φωτιάς...

Β. ΑΝΑΤΟΜΙΑ ► Ομόλογα όργανα (ίδια προέλευση/κατασκευή διαφορετική λειτουργία)
π.χ. άνω άκρα → φτερά, πτερύγια, πόδι

► Ανάλογα όργανα (όμοια λειτουργία διαφορετική εμβρυϊκή προέλευση)
π.χ. πτερύγια πουλιών - νυχτερίδων (φτερά - δέρμα - αέρας)

Γ. ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ (ξενονδυλικά: βραχυίκες δελφίνι) πεταλούδα

Δ. ΜΟΡΙΑΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ DNA → Πρωτεΐνες (κοινός μηχανισμός/ομοιότητα DNA/πρωτ.)

7.2. ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

Ζούγκλα - Πιθήκοι

4.000.000
Ανατολική Αφρική

• Αυστρολοπίθηκοι (Δόση/λιβάδια)

- ▶ Όρδιος (ταχύτητα - ορατότητα)
- ▶ Οράδες (κυνήγι)

2.000.000

• Homo habilis

• Homo erectus

Μετανάστευση
Ασία / Ευρώπη

- + ▶ Φωτιά
- ▶ Εργασία
- ▶ Ομιλία

130.000

• Homo sapiens sapiens (Αφρική)

Homo sapiens neanderthalensis (Ευρώπη)

- ▶ Αφηρημένη σκέψη
- ▶ Τέχνη
- ▶ Ταφή νεκρών

40.000

Μετανάστευση Homo sapiens s. στην Ευρώπη & εξαφάνιση Homo s. neanderthalensis.

10.000

Μόνιμη εγκατάσταση (χωρρία - κτηνοτροφία)

3.000

Πρώτες πόλεις - γραφή - ΙΣΤΟΡΙΑ

