

# ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΑΝΑΠΝΟΗ

- Η τροφή αποτελείται και από ουσίες μεγάλου μοριακού βάρους (πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λιπίδια, νουκλεϊνικά οξέα).
- Οι ουσίες αυτές διασπώνται (πέψη) σε απλούστερες (αμινοξέα, απλά σάκχαρα, γλυκερόλη και λιπαρά οξέα, νουκλεοτίδια), που έχουν την δυνατότητα, με τη βοήθεια του κυκλοφορικού ή του λεμφικού συστήματος, να φθάνουν στους ιστούς.
- Η πέψη δεν αποδίδει ενέργεια με τη μορφή ATP για τον οργανισμό.

# Αξιοποίηση των απλών ουσιών

- Οι απλές ουσίες που προέρχονται από την πέψη αξιοποιούνται με δύο τρόπους από τα κύτταρα (ζωικά ή φυτικά).
- ✓ Χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση νέων βιολογικών μακρομορίων, που είναι απαραίτητα δομικά ή λειτουργικά συστατικά του συγκεκριμένου κυττάρου ή
- ✓ Οξειδώνονται, αποδίδοντας σταδιακά χημική ενέργεια με μια διαδικασία που ονομάζεται **κυτταρική αναπνοή**.

# Η τύχη της ενέργειας που παράγεται από τις αντιδράσεις οξειδωσης

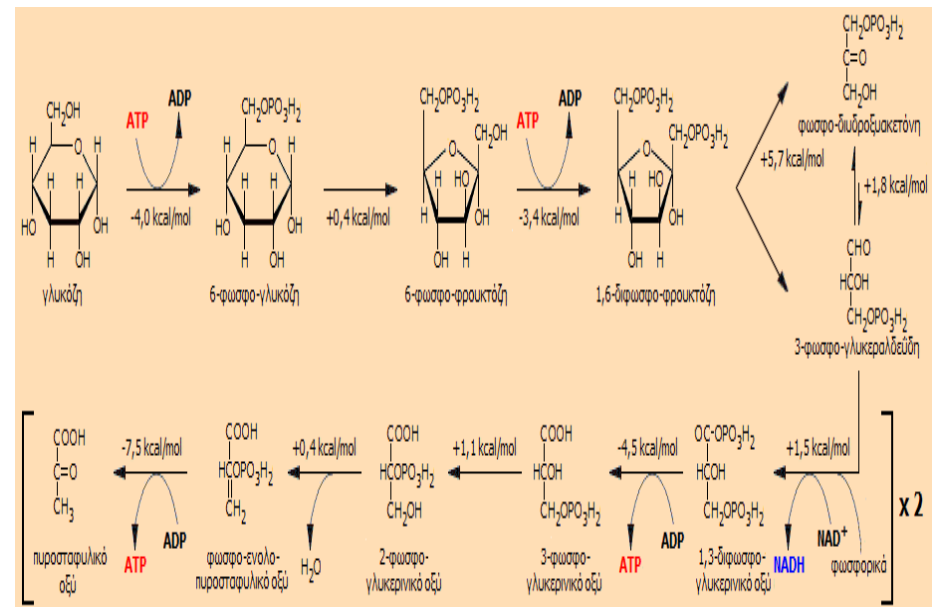
- Ένα μέρος ελευθερώνεται ως **θερμότητα** (μη αξιοποιήσιμη).
- Το υπόλοιπο διατίθεται στα κύτταρα με τη μορφή **ATP** (**κυτταρική αναπνοή**).
- Η κυτταρική αναπνοή μπορεί να γίνει:
  - ✓ **Παρουσία** οξυγόνου (**αερόβια αναπνοή**)
  - ✓ **Απουσία** οξυγόνου (**αναερόβια αναπνοή**)
- Το κύτταρο παράγει ενέργεια διασπώντας **υδατάνθρακες ή λίπη**. Σε μεγάλη ανάγκη παράγει ενέργεια από τη διάσπαση των πρωτεϊνών.

# Παραγωγή ενέργειας από τη διάσπαση υδατανθράκων (γλυκόζη)

- Περιλαμβάνει τρεις διαδικασίες:
  - ✓ Γλυκόλυση
  - ✓ Κύκλος του κιτρικού οξέος ή κύκλος του Krebs
  - ✓ Οξειδωτική φωσφορυλίωση

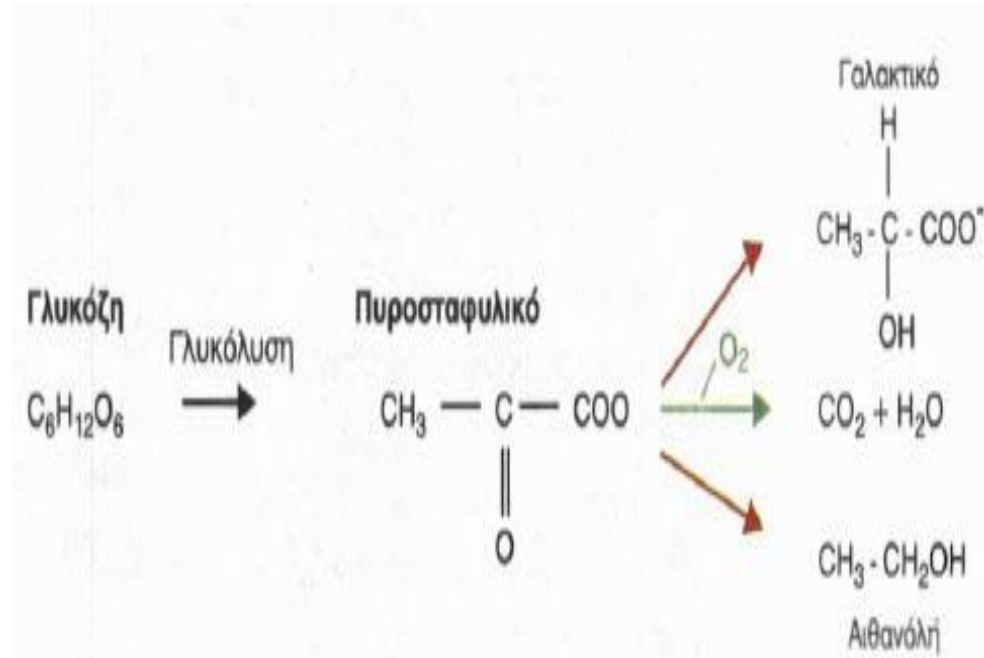
# Γλυκόλυση

- Είναι το πρώτο στάδιο διάσπασης της γλυκόζης.
- Γίνεται στο **κυτταρόπλασμα**.
- **Δεν χρειάζεται** οξυγόνο.
- Στο στάδιο αυτό ένα μόριο **γλυκόζης (6C)** διασπάται σε **δύο μόρια τριοζών (3C)** και αυτές μετατρέπονται σε **δύο μόρια πυροσταφυλικού οξέος (3C)**.
- Το κέρδος του κυττάρου σε ενέργεια είναι **δύο μόρια ATP**.



# Η τύχη του πυροσταφυλικού οξέος

- Εξαρτάται από:
  - ✓ **Παρουσία ή όχι** οξυγόνου
  - ✓ **Δυνατότητα** του κυττάρου να το χρησιμοποιήσει.
- **Παρουσία** οξυγόνου το πυροσταφυλικό μπαίνει στο **μιτοχόνδριο** και **οξειδώνεται** πλήρως (αερόβια) σε **CO<sub>2</sub>** και **H<sub>2</sub>O**.
- **Απουσία** οξυγόνου (αναερόβια) ανάλογα με το είδος του κυττάρου μετατρέπεται σε **αιθυλική αλκοόλη** και **CO<sub>2</sub>** (αλκοολική ζύμωση) ή σε **γαλακτικό οξύ** (γαλακτική ζύμωση).



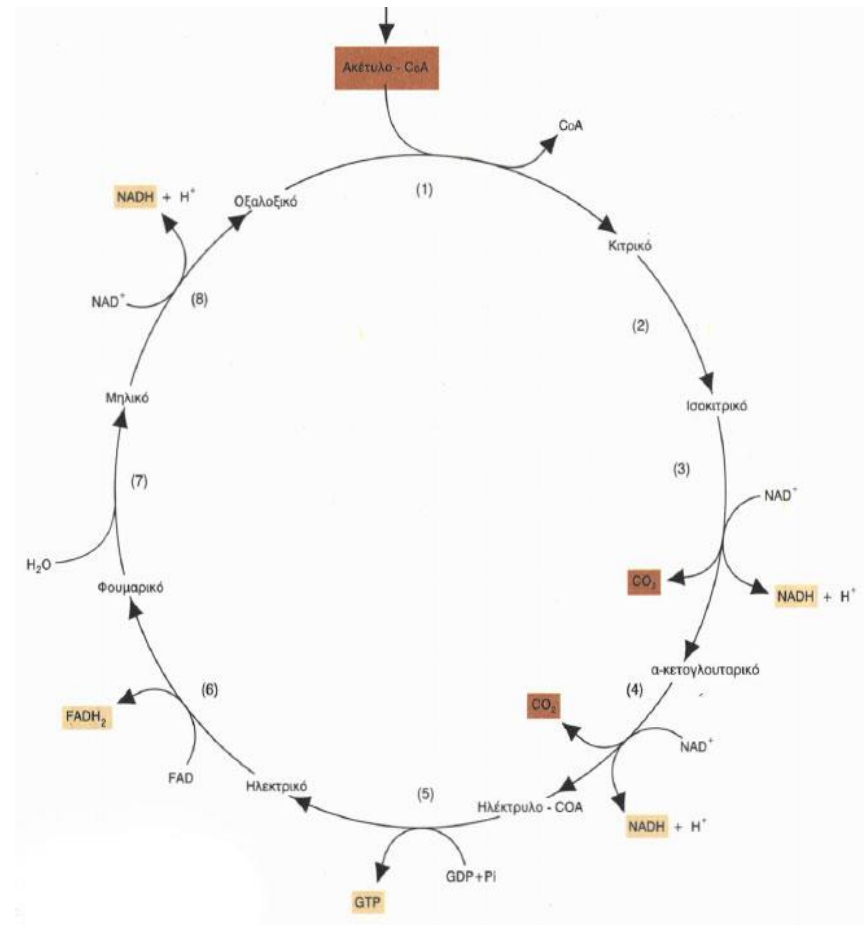
# Αερόβια αναπνοή

- Γίνεται σε δύο στάδια:
- ✓ Τον κύκλο του **Krebs**
- ✓ Την **οξειδωτική φωσφορυλίωση**.



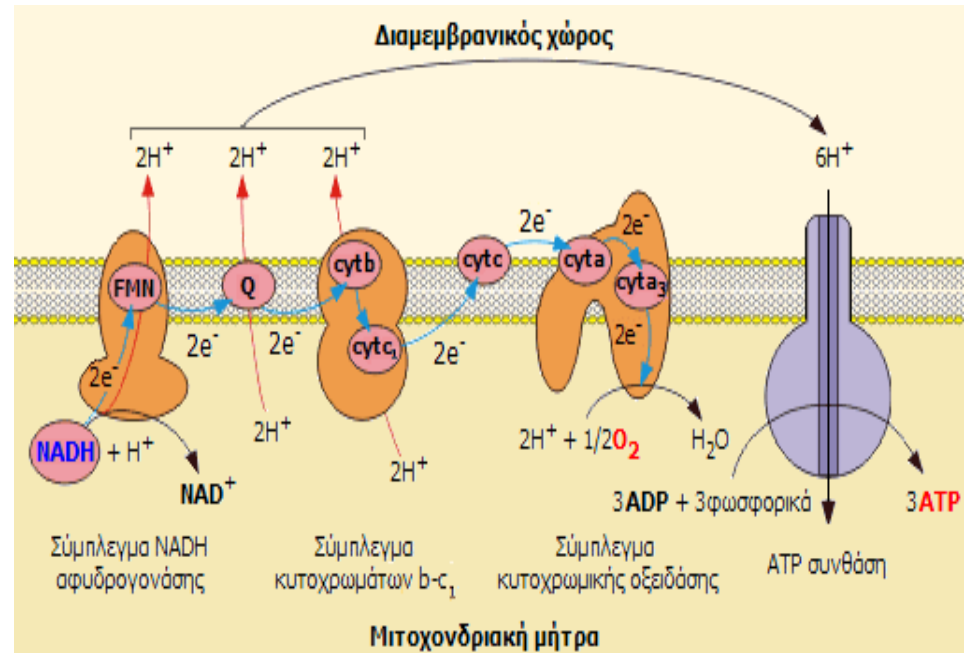
# Κύκλος του Krebs

- Περιλαμβάνει πολλές αντιδράσεις.
- Γίνεται στη **μήτρα του μιτοχονδρίου**.
- **Δεν χρησιμοποιείται οξυγόνο.**
- Το πυροσταφυλικό μετατρέπεται σε **ακέτυλο-συνένζυμο Α** και έτσι μπαίνει στον κύκλο του κιτρικού οξέος. Στη μετατροπή αυτή παράγεται  $\text{CO}_2$ .
- Από το **ακέτυλο-συνένζυμο Α** που μπαίνει στον κύκλο του Krebs μεταξύ άλλων σχηματίζονται ATP και  $\text{CO}_2$ . το κέρδος σε ενέργεια είναι **δύο μόρια ATP για κάθε αρχικό μόριο γλυκόζης**.



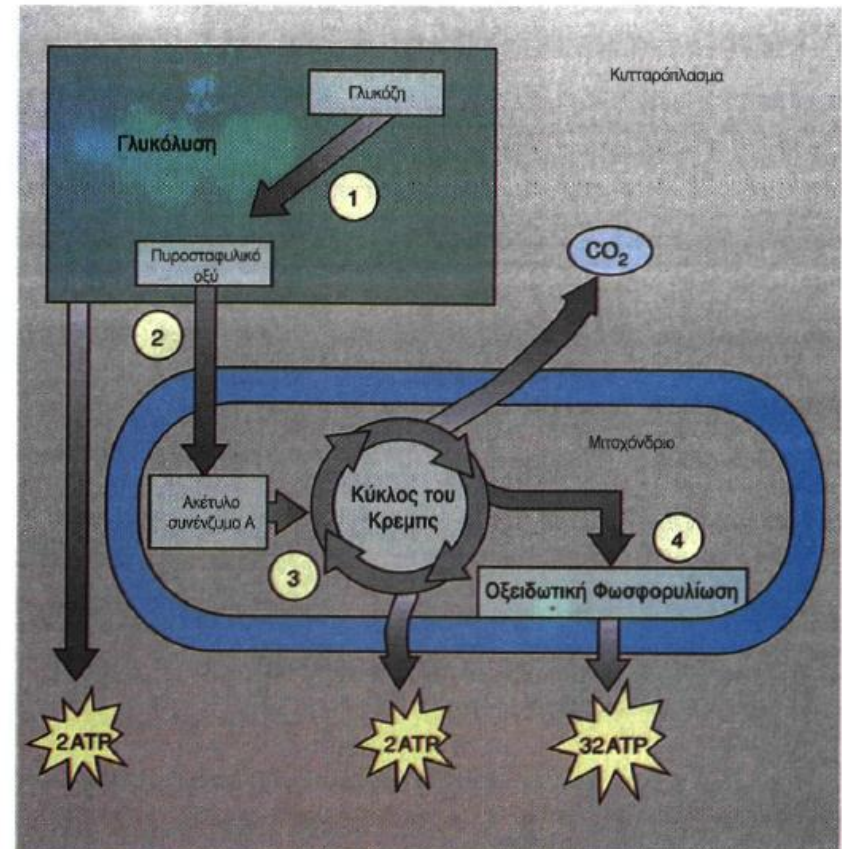
# Οξειδωτική φωσφορυλίωση

- Οι αντιδράσεις αυτές γίνονται στις **αναδιπλώσεις της εσωτερικής μεμβράνης του μιτοχονδρίου**.
- Χρησιμοποιούν **οξυγόνο**.
- Γίνεται απελευθέρωση ενέργειας μέρος της οποίας χρησιμοποιείται για τη σύνθεση **32 ATP**.
- Στα τελικά προϊόντα περιλαμβάνεται και **H<sub>2</sub>O**.



# Γενική εξίσωση κυτταρικής αναπνοής

- Από την πλήρη οξείδωση **ενός μορίου γλυκόζης** σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό παράγονται **36 μόρια ATP**.



# Έλεγχος της αερόβιας κυτταρικής αναπνοής

- Οι αντιδράσεις της κυτταρικής αναπνοής θα μπορούσαν να επαναλαμβάνονται συνεχώς μέχρι να εξαντληθούν οι αποθήκες ενέργειας για τον οργανισμό. Όμως:
- Όταν έχουν παραχθεί πολλά μόρια ATP, χωρίς να χρειάζεται όλη αυτή η ενέργεια, τότε αναστέλλεται η δράση ενός από τα ένζυμα που εξυπηρετούν τη γλυκόλυση. Έτσι διακόπτεται η διάσπαση των σακχάρων.
- Οι αντιδράσεις του κύκλου του κιτρικού οξέος, παρά το ότι δεν χρησιμοποιούν οξυγόνο, δεν γίνονται σε αναερόβιες συνθήκες γιατί τα προϊόντα τους μπορούν να καταναλωθούν μόνο μέσα από τις αντιδράσεις της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης για τις οποίες είναι απαραίτητο το οξυγόνο.

# Αναερόβια αναπνοή

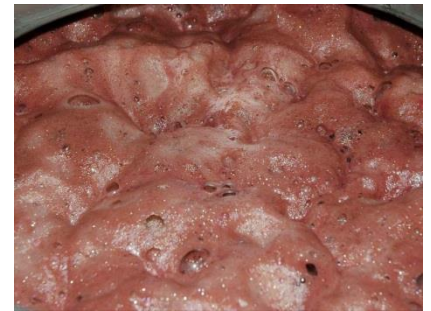
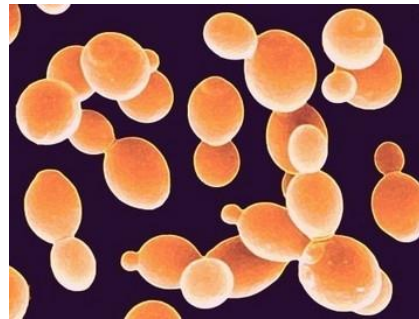
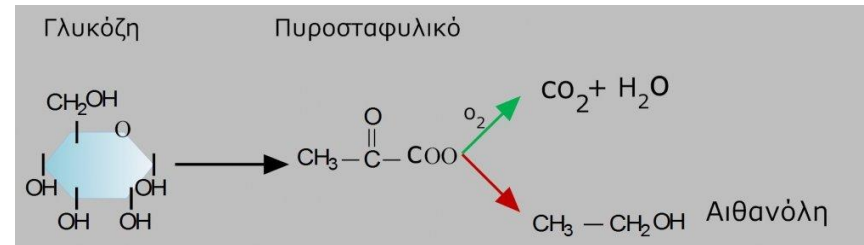
- Γίνεται **χωρίς** την παρουσία οξυγόνου.
- Γίνεται από **μικροοργανισμούς**.
- Περιστασιακά γίνεται από **κύτταρα πολυκύτταρων** οργανισμών όταν δεν υπάρχει αρκετό οξυγόνο ( μυϊκά κύτταρα).

# Περιπτώσεις αναερόβιας αναπνοής

- Αλκοολική ζύμωση
- Γαλακτική ζύμωση
- Ένα μόριο γλυκόζης μετατρέπεται σε **δύο μόρια πυροσταφυλικού οξέος** ( **γλυκόλυση** με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν **δύο μόρια ATP**) και στη συνέχεια αυτά τα μόρια μετατρέπονται είτε:
  - ✓ Σε **δύο μόρια αιθυλικής αλκοόλης** και **δύο μόρια διοξειδίου του άνθρακα** (αλκοολική ζύμωση)
  - ✓ Σε **δύο μόρια γαλακτικού οξέος** (γαλακτική ζύμωση).

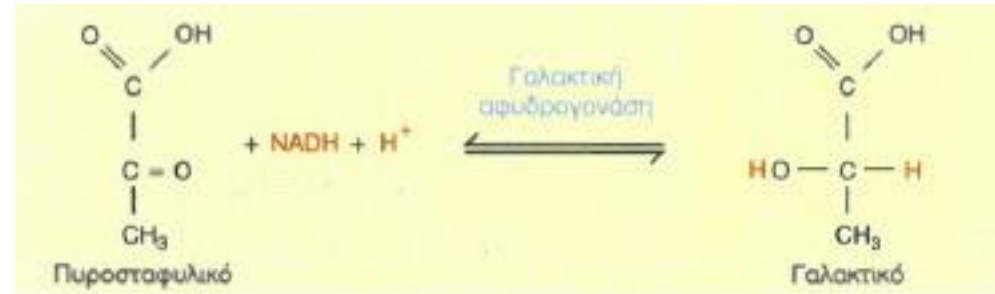
# Αλκοολική ζύμωση

- Γίνεται:
- ✓ Κυρίως στις **ζύμες** αλλά και
- ✓ Σε **τμήματα φυτών** (π.χ. εσωτερικό κονδύλων πατάτας).
- Εφαρμογές:
- ✓ Παραγωγή **μπίρας**
- ✓ Παραγωγή **κρασιού**
- ✓ Παραγωγή **άρτου**

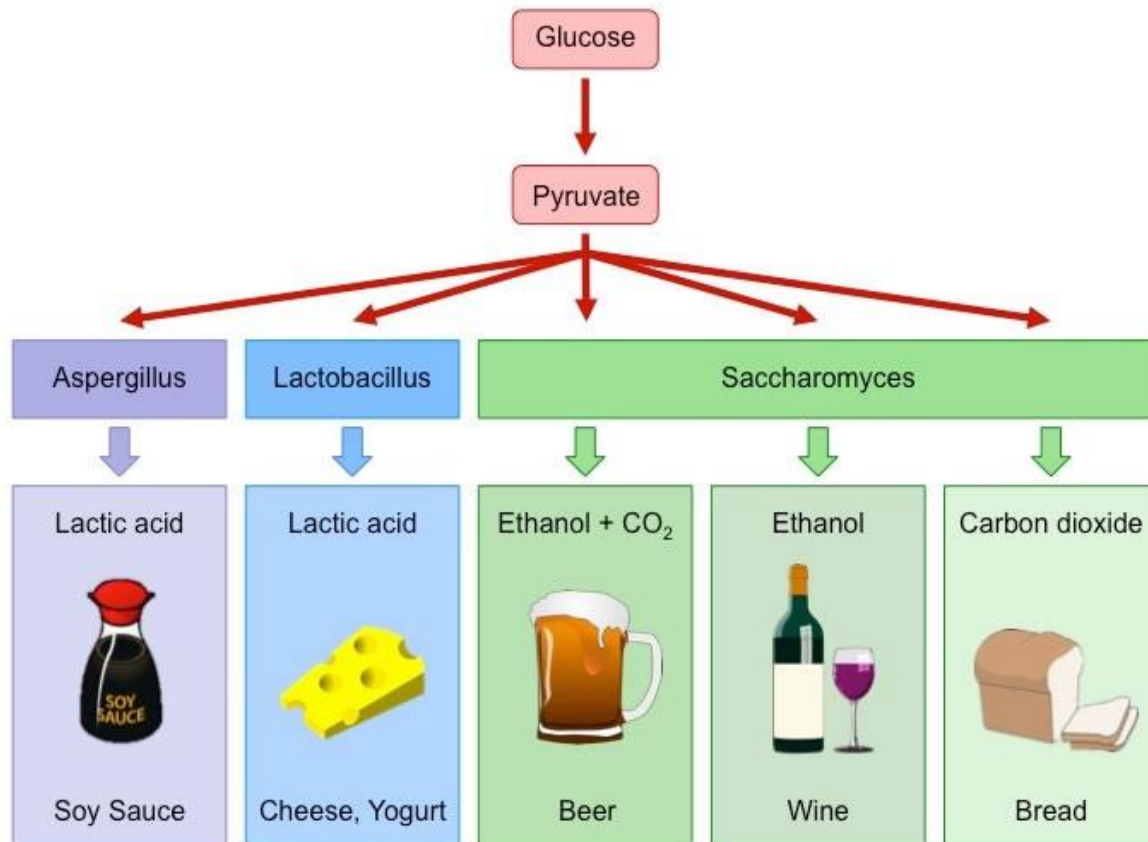


# Γαλακτική ζύμωση

- Γίνεται:
- ✓ Σε **μικροοργανισμούς** (βακτήρια)
- ✓ Σε **κύτταρα** **πολυκύτταρων οργανισμών** (σε περιορισμένη διαθεσιμότητα οξυγόνου).
- Εφαρμογές:
- ✓ Παρασκευή **γιαουρτιού**
- ✓ Παρασκευή **τυριών**

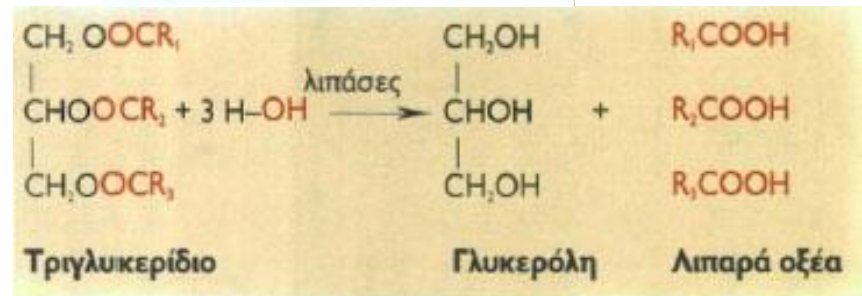
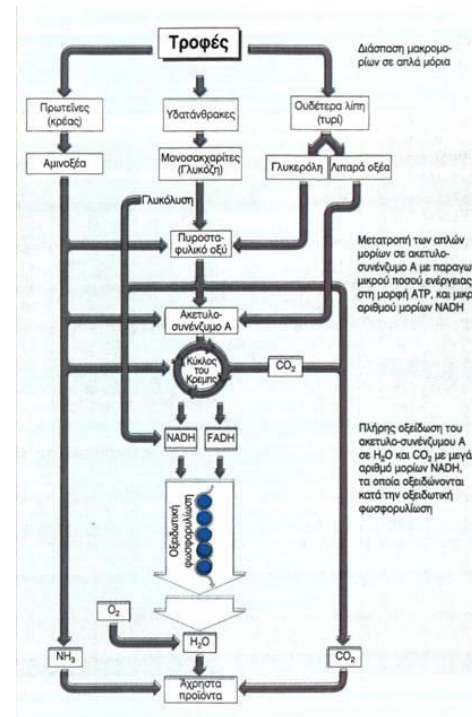






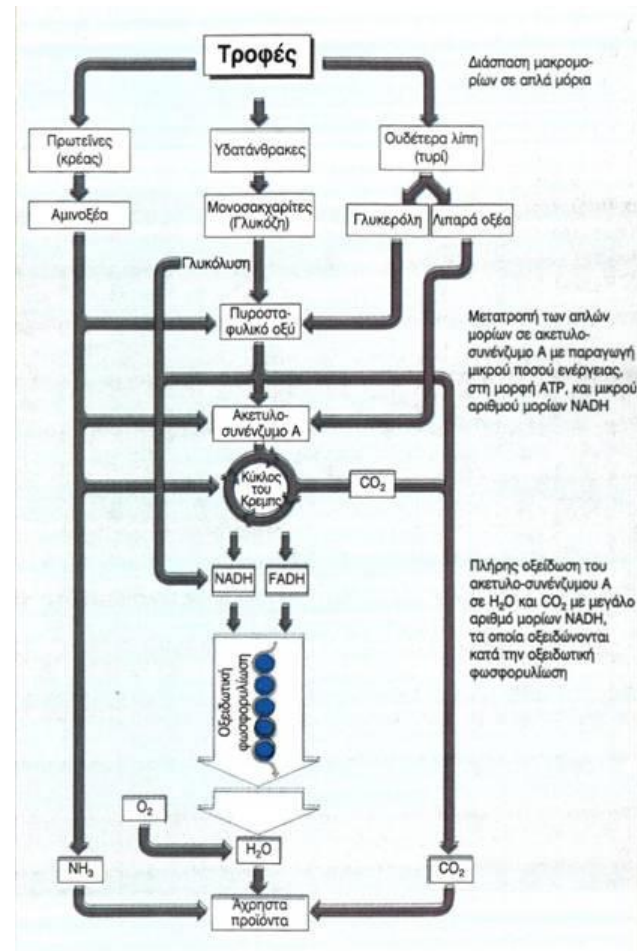
# Παραγωγή ενέργειας από τη διάσπαση λιπιδίων

- **Δεύτερα** σε σειρά προτίμησης μετά τους υδατάνθρακες.
- Διασπώνται αρχικά σε **γλυκερόλη** και **λιπαρά οξέα**.
- Τα **λιπαρά οξέα** είναι πλούσια σε **ενέργεια** ( τα κύτταρα των σκελετικών μυών εξασφαλίζουν μέρος της ενέργειας που χρειάζονται από την οξείδωσή τους).



# Παραγωγή ενέργειας από τη διάσπαση των πρωτεϊνών

- Έχουν πολύ σημαντικό ρόλο τόσο **δομικό** όσο και **λειτουργικό** και ως εκ τούτου:
- Χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας **μόνο σε περιόδους αστίας** (έλλειψη υδατανθράκων και λιπών)
- Υδρολύονται αρχικά σε **αμινοξέα**.
- Στη συνέχεια αποσπώνται οι **αμινομάδες**.
- Το υπόλοιπο του μορίου εισέρχεται στον **κύκλο του Krebs** ή πρώτα μετατρέπεται σε λιπαρό οξύ ή σε πυροσταφυλικό ή σε ακετυλο-συνένζυμο A και στη συνέχεια οξειδώνεται.



# Σχέση φωτοσύνθεσης και κυτταρικής αναπνοής

