

A background image showing various pieces of laboratory glassware, including an Erlenmeyer flask, a round-bottom flask, a beaker, and a graduated cylinder, all containing a blue liquid. The glassware is arranged on a light-colored surface.

# ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Αναστασία Μπαδέκα  
Αναπλ. Καθηγήτρια  
Τμήμα Χημείας  
Παν/μιο Ιωαννίνων

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Τα προϊόντα απαιτούν ανάλυση ως μέρος του Προγράμματος Διαχείρισης Ποιότητας
- Χημική Σύσταση για ποιοτικούς λόγους και διατροφική επισήμανση.
- Μικροβιολογική ανάλυση για λόγους ασφαλείας.
- Οργανοληπτική εκτίμηση (βαθμός αποδοχής).

Διάφορα στάδια επεξεργασίας:

Πρώτες ύλες

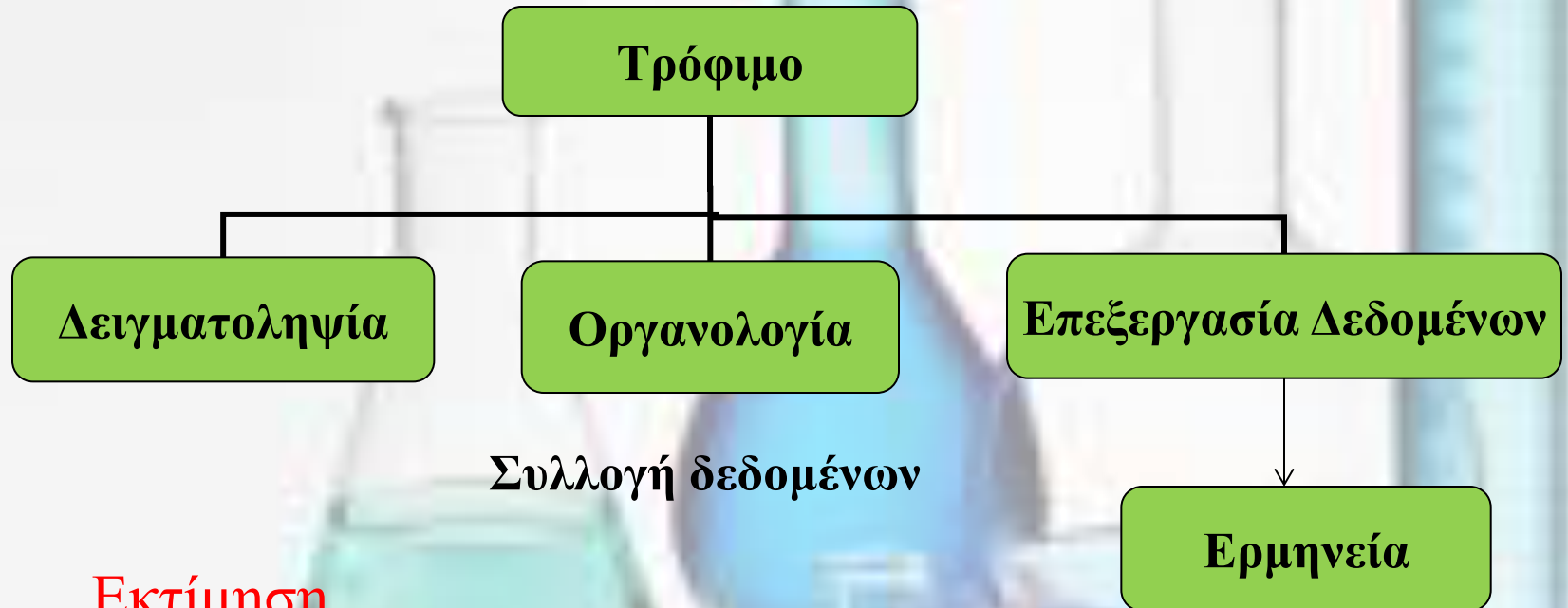
Στάδια παραγωγής

Τελικά προϊόντα

# Χρησιμότητα ανάλυσης τροφίμων

- ΚΤΠ. Ορισμένα προϊόντα πρέπει να τηρούν κάποιες προδιαγραφές που τα χαρακτηρίζουν σύμφωνα με την υπάρχουσα νομοθεσία (π.χ % λίπος και υγρασία σε τυριά)
- Διατροφική αξία και ασφάλεια τροφίμων
- Έλεγχος ποιότητας προϊόντων
- Έρευνα και ανάπτυξη νέων προϊόντων ή βελτίωση των υπαρχόντων

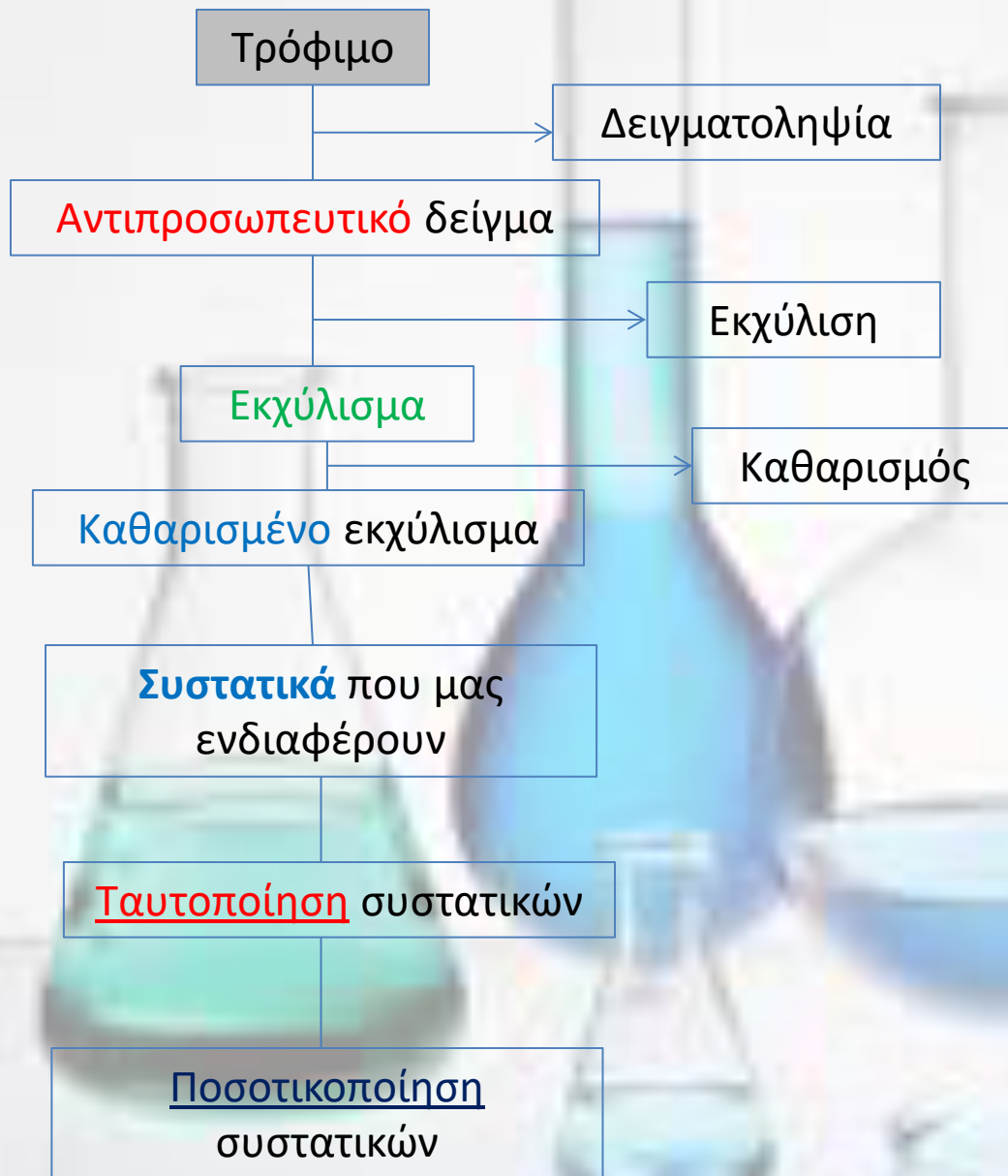
# Η αναλυτική πορεία



## Εκτίμηση

- Μαθηματικώς (χρήση εξισώσεων)
- Στατιστικώς

- Γενικό Χημείο του Κράτους
- Κτηνιατρικές Υπηρεσίες
- ΕΦΕΤ (Εθνικός Φορέας Ελέγχου Τροφίμων)
- Υγεία του καταναλωτή
- Οικονομικό συμφέρον του



# ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

- Η αξία των συμπερασμάτων που εξάγονται από τα αποτελέσματα της ανάλυσης ενός τροφίμου εξαρτάται κατά μεγάλο μέρος από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τη λήψη και τη συντήρηση του δείγματος του τροφίμου.
- Η δειγματοληψία και οι σχετικές διαδικασίες αποτελούν τις συχνότερες πηγές σφαλμάτων κατά την ανάλυση των τροφίμων.
- Τα εργαστήρια ελέγχου τροφίμων αναλύουν διαφορετικά δείγματα.
- Δείγματα πρώτων υλών εξετάζονται ώστε να διαπιστωθεί αν έχουν τα χαρακτηριστικά προηγούμενων παρτίδων αν είναι σύμφωνα με τη νομοθεσία ή αν η πρώτη ύλη που παραδίδεται στο εργοστάσιο είναι αυτή από την οποία έχει δώσει δείγμα ο προμηθευτής.
- Δείγματα αναλύονται και κατά τη ροή της παραγωγής. Πρόκειται συνήθως για γρήγορες δοκιμές (π.χ. μέτρηση της πυκνότητας, του δείκτη διάθλασης) με σκοπό την άμεση διόρθωση ορισμένων παραμέτρων ώστε το παραγόμενο προϊόν να έχει σταθερή και καλή ποιότητα.
- Περιοδικά αναλύονται και δείγματα τελικού προϊόντος για να διαπιστωθεί αν το προϊόν είναι σύμφωνο με τις επίσημες προδιαγραφές, αν έχει τις επιθυμητές ιδιότητες κι αν έχει λογική διατηρησιμότητα.

# ΙΔΑΝΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ

- Το ιδανικό δείγμα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό, δηλαδή να έχει τα χαρακτηριστικά του προϊόντος από το οποίο προέρχεται.
- Στην πράξη ένα δείγμα θεωρείται ικανοποιητικό αν οι ιδιότητες του αντιστοιχούν στις ιδιότητες του συνόλου του προϊόντος μέσα στα όρια του σφάλματος που επιτρέπονται από τις μεθόδους εξέτασής του.



**Χημική Σύσταση**  
*(λίπος, υγρασία, υδατάνθρακες,  
πρωτεΐνη, τέφρα, κλπ)*

**Φυσικές Ιδιότητες**  
*(ρεολογικές, σταθερότητα)*

**Οργανοληπτικές Ιδιότητες**  
*(άρωμα, γεύση, υφή, χρώμα, κλπ)*

**Ιδιότητες που  
αναλύονται**

# ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

## A. Δειγματοληψία

- Σκοπός ανάλυσης (αποδοχή/απόρριψη, ομοιομορφία, ποσότητα κ.α.)
- Φύση της μεθόδου (καταστρεπτική ή μη)
- Φύση του δείγματος (κόστος, μέγεθος, φύση, κ.α.)
- Επαρκής ποσότητα για τις αναλύσεις  
250 g ή 250 ml ομογενοποιημένου δείγματος

# ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

- Πριν από τη λήψη του δείγματος το προϊόν που πρόκειται να εξεταστεί πρέπει να γίνει ομοιογενές.
- Στα υγρά αυτό γίνεται με ανάδευση, στα στερεά με κατάλληλη ανάμειξη. Μερικές φορές είναι προτιμότερη η λήψη μικρών ποσοτήτων από διάφορα σημεία του προϊόντος ώστε να είναι πιο αντιπροσωπευτικό το δείγμα.
- Η ποσότητα του υλικού που αποτελεί το δείγμα πρέπει να είναι αρκετή για όλες τις προβλεπόμενες αναλύσεις. Συνήθως ομοιογενή δείγματα 250 g ή 250 ml θεωρούνται ικανοποιητικά. Τα δείγματα των καρυκευμάτων είναι συχνά μικρότερα (100 g), ενώ των οπωροκηπευτικών μεγαλύτερα (1 kg) .
- Τα δείγματα συσκευάζονται σε καθαρά, ξηρά, βιδωτά δοχεία και σφραγίζονται. Αν πρόκειται να γίνει και μικροβιολογικός έλεγχος, τα δοχεία πρέπει να είναι αποστειρωμένα.
- Τα υλικά συσκευασίας των δοχείων πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην επιδρούν στο δείγμα.
- Η μεταφορά των δειγμάτων πρέπει να γίνεται μέσα στο συντομότερο δυνατό χρονικό διάστημα και με συνθήκες τέτοιες ώστε να διατηρούνται αναλλοίωτα μέχρι να εξεταστούν



# Ασυνεχής δειγματοληψία

- Ετερογενή - γεωμετρικά (κύβος, κύλινδρος – τυριά, φρούτα, λαχανικά).
- Πρέπει να λαμβάνεται αντιπροσωπευτικό δείγμα λόγω της ανομοιογένειας των δειγμάτων.

# Συνεχής δειγματοληψία

- Μηχανικός δειγματολήπτης (γραμμή παραγωγής)
- Σταθερή ταχύτητα στο προς δειγματοληψία υλικού
- Καθορισμένα χρονικά διαστήματα-συλλογή



# Σφάλματα στη δειγματοληψία

- Ανθρώπινος παράγοντας.
- Όργανα.
- Φύση της μεθόδου δειγματοληψίας.
- Φύση του υλικού για τη δειγματοληψία.
- Μεταβολή της σύστασης του τροφίμου (υγρασία, εγκλωβισμός αέρα, αλλοίωση λόγω κραδασμών).

# Σφάλματα στη δειγματοληψία

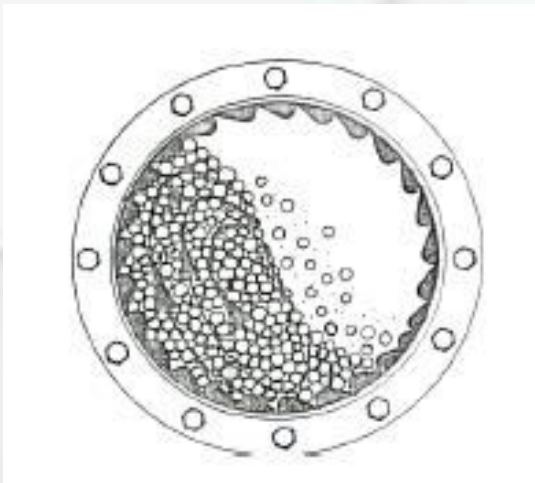
- Η ετερογένεια των τροφίμων (θειαμίνη στη στοιβάδα της αλευρόνης στο κόκκο του σιταριού).
- Άνιση κατανομή λίπους, πρωτεϊνών και υδατανθράκων (π.χ. αλλαντικά) (άλεση, αλλεπάλληλη ανάμειξη).



# ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ & ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

- Ελάττωση μεγέθους (φύση υλικού & επιθυμητό τελικό μέγεθος)

Ξηρά υλικά – γουδί, σφαιρόμυλους (προψυγμένες σφαίρες), σφυρόμυλοι



Υλικά με υγρασία – γουδί, αλεστήρες,  
κρεατομηχανές, μπλέντερ

Ενζυμικά ή χημικά – υδρολάσες, πρωτεάσες,  
ουρία, πυριδίνη κ.α.



# ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ

- Η προετοιμασία του δείγματος για ανάλυση περιλαμβάνει μείωση του μεγέθους των τεμαχιδίων του, μείωση του μεγέθους του και καλή ανάμειξη ώστε το μέρος του που θα χρησιμοποιηθεί για ανάλυση να αντιπροσωπεύει τη μέση σύσταση του συνόλου.
- Τα ξερά τρόφιμα αλέθονται σε μύλο και μερικές φορές κοσκινίζονται σε κόσκινο του οποίου τα ανοίγματα έχουν το επιθυμητό μέγεθος.
- Ημιστερεά τρόφιμα, όπως ψωμί, τυρί, σοκολάτα, τεμαχίζονται με τρίφτη.
- Τρόφιμα με αρκετή υγρασία, όπως κρέας, ψάρια και λαχανικά, αλέθονται σε κρεατομηχανή και αναμιγνύονται σε γουδί. Η εργασία αυτή επαναλαμβάνεται τουλάχιστο μια φορά.
- Τρόφιμα με μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό που προέρχονται από κατεργασία οπωροκηπευτικών, όπως τουρσιά, σάλτσες και κονσέρβες, κατατεμαχίζονται και αναμιγνύονται σε ηλεκτρικό αναμίκτη (blender) μεγάλης ταχύτητας.
- Τα λίπη και έλαια αναμιγνύονται αφού πρώτα θερμανθούν σε θερμοκρασία που δεν ξεπερνά τους 35-40 °C.

# ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ

- Όλες οι εργασίες που αποσκοπούν στη κατάτμηση του τροφίμου πρέπει να γίνονται σε μεταλλικές συσκευές και κράματα, τα οποία δεν επιδρούν πάνω στα συστατικά και είναι αρκετά σκληρά ώστε η συσκευή να τεμαχίζει το προϊόν χωρίς να δίνει μεταλλικά στοιχεία σε αυτό.
- Η μόλυνση του δείγματος με μεταλλικά στοιχεία μπορεί να ελαχιστοποιηθεί αν τα μέρη της συσκευής που έρχονται σε επαφή με το τρόφιμο είναι κατασκευασμένα από αδρανές υλικό (γυαλί, κεραμικά υλικά, αχάτη).
- Γενικά οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την κατάτμηση και ανάμειξη του δείγματος πρέπει να είναι καθαρές και στεγνές ώστε να μη μολύνουν το δείγμα με ξένα στοιχεία.
- Τέλος, αερισμός και θέρμανση κατά την κατεργασία πρέπει να αποφεύγονται γιατί ευνοούν οξειδώσεις και άλλες δράσεις πάνω στα τρόφιμα.

# Συντήρηση δειγμάτων

- Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί ανάμεσα στην προετοιμασία του δείγματος και στην ανάλυση του πρέπει να είναι σύντομο ώστε να αποφεύγονται αλλοιώσεις των συστατικών του τροφίμου.
- Όσο ευκολότερα αλλοιώνεται ένα συστατικό, τόσο ο προσδιορισμός του πρέπει να προηγείται από τους προσδιορισμούς άλλων πιο σταθερών ενώσεων.
- Οι αλλοιώσεις που μπορεί να υποστεί ένα δείγμα μπορούν να καταταγούν σε 2 κατηγορίες:
  - (α) Προσρόφηση ή απώλεια υγρασίας, εξάτμιση πτητικών συστατικών, οξειδώσεις κτλ.
  - (β) Δράση ενζύμων, κυρίως υδρολυτικών, και μικροοργανισμών

# Συντήρηση δειγμάτων

- Το πρώτο πρόβλημα αντιμετωπίζεται με διατήρηση των δειγμάτων σε δοχεία που κλείνουν ερμητικά και είναι κατασκευασμένα από χημικά αδρανές και μη απορροφητικό υλικό (βάζα από γυαλί ή κατάλληλο πλαστικό με βιδωτό ή εσφυρισμένο πώμα κ.α.)
- Αν υπάρχει κίνδυνος οξειδώσεων δημιουργείται ατμόσφαιρα αζώτου και η διατήρηση γίνεται σε χαμηλή θερμοκρασία, επίσης τα δείγματα μπορούν να καταψυχθούν βαθιά σε ανάμειξη υγρού αζώτου.
- Επιστρέφοντας σε θερμοκρασία δωματίου το άζωτο φεύγει ως αέριο αφήνοντας ένα ομοιογενές και αντιπροσωπευτικό δείγμα.

# Συντήρηση δειγμάτων

- Επειδή οι φυτικοί ιστοί αποτελούν άριστο υπόστρωμα για τα ένζυμα, η δράση των τελευταίων πρέπει να διακόπτεται ώστε να μην αλλοιώνει τα συστατικά των τροφίμων και κυρίως τις πρωτεΐνες, τα λίπη και τους υδατάνθρακες.
- Η ενζυμική δράση δεν έχει τόση σημασία αν πρόκειται να προσδιοριστούν μόνο τα ολικά ποσά αναγόντων σακχάρων, οργανικού αζώτου κτλ.
- Αν όμως πρόκειται να γίνει λεπτομερής έλεγχος των διάφορων μορφών υδατανθράκων ή πρωτεϊνών, η απενεργοποίηση των ενζύμων είναι απαραίτητη.

# Συντήρηση δειγμάτων

- **Αδρανοποίηση των ενζύμων**

(πρωτεΐνες, σάκχαρα, λιπίδια)

Π.χ. αμυλάσες από μύκητες – ευαίσθητες

αμυλάσες από βακτήρια – θερμοάντοχες

- Ξήρανση δείγματος στους 70-80°C ή στους 60°C υπό κενό

- «Δηλητηρίαση» με ανόργανα μέσα ( $(\text{NH})_2\text{SO}_4$ ), μεταβολή του pH, σύστημα διαλυτών



# Συντήρηση δειγμάτων

- Η αφυδάτωση (drying) χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα για τη μείωση των ενζυμικών δράσεων.
- Γίνεται συνήθως στους 60 °C με ελαττωμένη πίεση διότι οι υψηλές θερμοκρασίες αλλοιώνουν το τρόφιμο.
- Προτιμότερη είναι η λυοφιλίωση (freeze drying) που είναι αφυδάτωση υπό κενό σε θερμοκρασία κάτω από 0 °C.
- Ακόμη όμως και με αυτή την τεχνική δεν αποφεύγονται αλλοιώσεις, όπως η οξειδωτική τάγγιση των λιπών ή η αλλαγή της δομής των πρωτεϊνών.
- Μερικά ένζυμα μπορούν να αδρανοποιηθούν είτε με μεταβολή του pH είτε με την επίδραση διάφορων ανόργανων ενώσεων, αιθανόλης, μεθανόλης, τριχλωροξικού οξέος κτλ, οπότε χρησιμοποιείται κάθε φορά το κατάλληλο για κάθε τρόφιμο και για κάθε είδος ανάλυσης μέσο.

## • Μεταβολή στα λιπίδια

- Γρήγορη ψύξη ή κατάψυξη ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) (1/16)  
(θερμοκρασία αυξάνει δραματικά την ταχύτητα οξείδωσης)

Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα οξειδώνονται ταχύτερα (π.χ. λινελαϊκό > ελαϊκό κατά 20 φορές)

- Αδρανή ατμόσφαιρα  $\text{N}_2$ , είτε μετά από διάλυση σε π.χ. πετρελαϊκό αιθέρα.

## • Μικροοργανισμοί

Βακτήρια, μύκητες και ζυμομύκητες

- Ερμητικό κλείσιμο – γυαλί, ψύξη 4°C ή πλαστικό, κατάψυξη -20°C.
- Ξήρανση με κατάψυξη (freeze drying)
- Χημικά συντηρητικά (σορβικό, βενζοϊκό κ.α.)
- Τα υγρά διηθούνται
- Τρόφιμα 2 φάσεων – διαχωρισμός τους και εξετάζονται χωριστά.

# Συντήρηση δειγμάτων

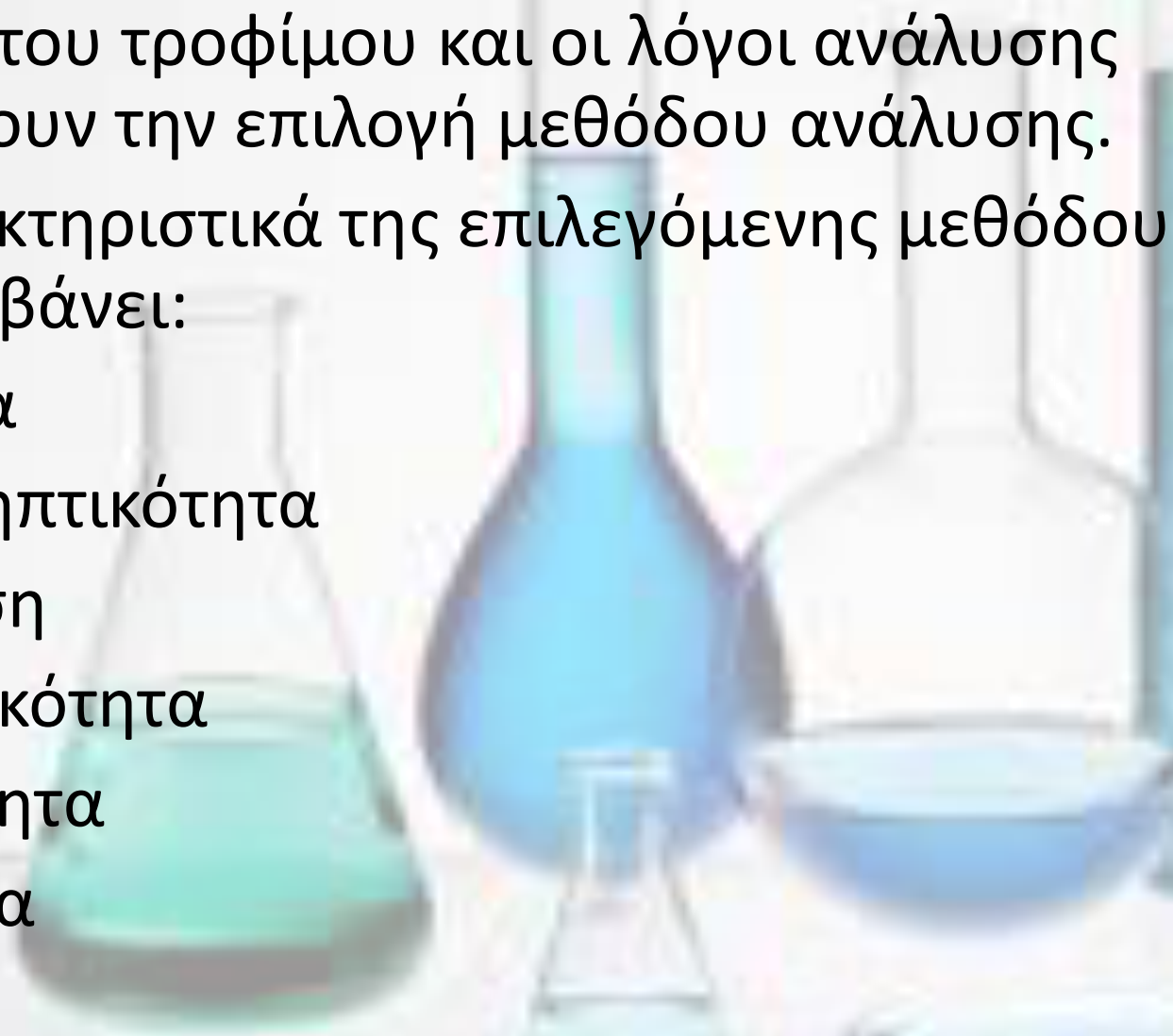
- Η δράση των μικροοργανισμών αποφεύγεται με κατάψυξη, προσθήκη συντηρητικών ή με συνδυασμό αυτών.
- Αν το δείγμα έχει συντηρηθεί με κατάψυξη, θα πρέπει να αφεθεί να αποψυχθεί σε  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  και μετά να πάρει τη θερμοκρασία δωματίου σε σκοτεινό χώρο πριν την ανάλυση.
- Τα πιο συνηθισμένα συντηρητικά είναι το σορβικό οξύ, και τα άλατά του, το βενζοϊκό νάτριο, το σαλικυλικό νάτριο, η φορμαλδεΰδη, ο χλωριούχος υδράργυρος, το τολουόλιο και η θυμόλη.
- Η επιλογή της μεθόδου ή του συντηρητικού εξαρτάται
  - α) από τη φύση του τροφίμου
  - β) από το είδος της μόλυνσης (φυσικής ή επίκτητης), τη διάρκεια και τις συνθήκες συντήρησης και
  - γ) από τις αναλύσεις που πρόκειται να γίνουν.

# Συντήρηση δειγμάτων

- Η διατήρηση σε θερμοκρασία 0-10 °C είναι κατάλληλη για ξηρά ή αφυδατωμένα προϊόντα.
- Σ' αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να γίνεται άνοιγμα των δοχείων με προσοχή ώστε να μη συμπυκνωθεί πάνω στο ψυχρό δείγμα ατμοσφαιρική υγρασία την οποία θα προσροφήσει το δείγμα στην επιφάνεια του.
- Είναι προτιμότερο σ' αυτές τις περιπτώσεις να αφήνεται το δοχείο με το τρόφιμο σφραγισμένο έξω από το ψυγείο μέχρι να πάρει τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και να ανοίγεται μετά.

# Συντήρηση δειγμάτων

- Η διατήρηση σε χαμηλές θερμοκρασίες έχει περιορισμένη αποτελεσματικότητα και γι αυτό πρέπει να διαρκεί όσο το δυνατό λιγότερο.
- Πάντως είναι γενική αρχή ότι όσο περισσότερο πρέπει να διατηρηθεί ένα τρόφιμο, τόσο χαμηλότερη πρέπει να είναι η θερμοκρασία διατήρησης αν είναι όμοιες οι υπόλοιπες συνθήκες.
- Ορισμένα τρόφιμα μπορούν να διατηρηθούν ικανοποιητικά σε θερμοκρασίες  $-20$  έως  $-30$  °C.
- Αν όμως δεν έχουν καταστραφεί τα ένζυμά τους πριν από την κατάψυξη, τα τρόφιμα υπόκεινται σε έντονη ενζυμική δράση τόσο κατά τη διάρκεια της κατάψυξης όσο και μετά την απόψυξη.
- Ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών περιλαμβάνει ότι αφορά τη δειγματοληψία των τροφίμων και τις σχετικές διατάξεις (συσκευασία, συντήρηση δειγμάτων, πρωτόκολλο, κτλ).

- Η φύση του τροφίμου και οι λόγοι ανάλυσης καθορίζουν την επιλογή μεθόδου ανάλυσης.
  - Τα χαρακτηριστικά της επιλεγόμενης μεθόδου περιλαμβάνει:
    - Ακρίβεια
    - Επαναληπτικότητα
    - Ανάκτηση
    - Επιλεκτικότητα
    - Εγκυρότητα
    - Ταχύτητα
    - Κόστος
- 

# ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ





# Κριτήρια επιλογής αναλυτικής μεθόδου



## ΓΗΓΕΝΕΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

- **Εξειδίκευση/εκλεκτικότητα** → Είναι η παράμετρος/ιδιότητα που ισχυριζόμαστε ότι μετρείται; Είναι η μόνη; Υπάρχουν αλληλεπιδράσεις; Τι βήματα έχουν γίνει για να επιβεβαιωθεί ο βαθμός εκλεκτικότητας;
- **Επαναληψιμότητα** → Υπάρχει διακύμανση στη μέτρηση μέσα στην ίδια batch, από batch σε batch ή από ημέρα σε ημέρα; Ποιο ή ποια στάδια έχει μεγαλύτερη διακύμανση;
- **Ακρίβεια** → Πώς μία νέα μέθοδος συγκρίνεται στην ακρίβεια με μία παλαιά ή πρότυπη μέθοδο;

# ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

- Η αξιοπιστία των αναλυτικών μεθόδων εξαρτάται από την **εξειδίκευση**, την **ευαισθησία**, την **ακρίβεια** και την **επαναληψιμότητά** της.
- Η **εξειδίκευση** αφορά την ικανότητα διάκρισης μεταξύ των ενώσεων με παρόμοιο χημικό τύπο ή παραπλήσιες ιδιότητες.
- Η **ευαισθησία** εκφράζεται ως η μικρότερη διαφορά στη σύσταση μεταξύ 2 δειγμάτων που μπορεί να μετρηθεί.
- Η **ακρίβεια** αναφέρεται στις διαφορές ανάμεσα στις τιμές που δίνει ο προσδιορισμός και στις πραγματικές τιμές.
- Η **επαναληψιμότητα** αφορά τη συμφωνία των αποτελεσμάτων που λαμβάνονται κατά την επανάληψη της ανάλυσης με άλλη ποσότητα από το ίδιο δείγμα.

# ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

- Η αξιοπιστία των αναλυτικών μεθόδων εξαρτάται από την **εξειδίκευση**, την **ευαισθησία**, την **ακρίβεια** και την **επαναληψιμότητά** της.
- Η **εξειδίκευση** αφορά την ικανότητα διάκρισης μεταξύ των ενώσεων με παρόμοιο χημικό τύπο ή παραπλήσιες ιδιότητες.
- Η **ευαισθησία** εκφράζεται ως η μικρότερη διαφορά στη σύσταση μεταξύ 2 δειγμάτων που μπορεί να μετρηθεί.
- Η **ακρίβεια** αναφέρεται στις διαφορές ανάμεσα στις τιμές που δίνει ο προσδιορισμός και στις πραγματικές τιμές.
- Η **επαναληψιμότητα** αφορά τη συμφωνία των αποτελεσμάτων που λαμβάνονται κατά την επανάληψη της ανάλυσης με άλλη ποσότητα από το ίδιο δείγμα.

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

- **Μέγεθος δείγματος** → Πόσο απαιτείται, είναι μεγάλο ή μικρό για τις ανάγκες του εργαστηρίου, είναι σε συμφωνία με τον εξοπλισμό/γυαλικά του εργαστηρίου;
- **Αντιδραστήρια** → Μπορούμε να τα παρασκευάσουμε εύκολα; Τι εξοπλισμός χρειάζεται; Είναι σταθερά; Για πόσο χρόνο και υπό ποιες συνθήκες;
- **Εξοπλισμός** → Υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός; Υπάρχει προσωπικό που μπορεί να τον χειριστεί; Είναι ευαίσθητη η μέθοδος στις μεταβολές των αντιδραστηρίων;
- **Κόστος** → Ποιο το κόστος των αντιδραστηρίων, του εξοπλισμού και του προσωπικού;

# ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ

- Απαιτούμενος χρόνος → πόσο γρήγορη είναι;
- Αξιοπιστία → Πόσο αξιόπιστη όσον αφορά στην ακρίβεια και σταθερότητα;
- Ανάγκες → Ανταποκρίνεται στις ανάγκες της ανάλυσης; Χρειάζεται κάποια αλλαγή, αξίζει το κόπο αυτή η αλλαγή;

## ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ

- **Ασφάλεια** → είναι απαραίτητες κάποιες προφυλάξεις;
- **Διαδικασίες** → Ποιος θα καταγράψει την περιγραφή των πορειών και της παρασκευής των αντιδραστηρίων; Ποιος θα κάνει τους απαραίτητους υπολογισμούς;

- Η ανάλυση τροφίμων επιβεβαιώνει την ακριβή σύσταση των τροφίμων.
- Οι καταναλωτές απαιτούν πλέον τρόφιμα υψηλής ποιότητας και θρεπτικής αξίας.
- Επίσης υπάρχουν κατηγορίες καταναλωτών που έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις (π.χ. δυσανεξία στη λακτόζη, κοιλιοκάκη, αλλεργίες σε ξηρούς καρπούς κ.α.).
- Από τη σύσταση και θρεπτική αξία καθορίζεται και η τιμή πώλησης του προϊόντος.



- Στη συσκευασία πρέπει να αναγράφονται **υποχρεωτικά** οι θερμίδες, ολικό λίπος (κορεσμένα λιπαρά), χοληστερόλη, νάτριο, ολικοί υδατάνθρακες (ίνες, σάκχαρα), πρωτεΐνη, βιταμίνη Α, βιταμίνη C, ασβέστιο, σίδηρος.
- **Μη υποχρεωτικά** → μονοακόρεστα, πολυακόρεστα λιπαρά, κάλιο, διαλυτές, αδιάλυτες ίνες, αλκοόλες σακχάρων (σορβιτόλη,μανιτόλη, ξυλιτόλη), άλλοι υδατάνθρακες, διάφορα (βιταμίνες και μέταλλα).

- Η ανάλυση τροφίμων επιβεβαιώνει τον ισχυρισμό μίας βιομηχανίας τροφίμων για ένα τρόφιμο.
- **Ενισχυμένο** → προσθήκη βιταμινών και μετάλλων λόγω της απώλειας κατά την επεξεργασία.
- **Εμπλουτισμένο** → προσθήκη ενός συστατικού που δεν υπήρχε στο αρχικό προϊόν.
- **Χαμηλών λιπαρών** → περιέχει < 30% θερμίδες από το λίπος.
- **Ελαττωμένου λίπους** → περιέχει < 25% του λίπους του αρχικού προϊόντος.
- **Light** → περιέχει λιγότερες θερμίδες κατά 33% του αρχικού ή ελαττωμένου λίπους κατά 50%.

# ΣΦΑΛΜΑΤΑ

- **Συστηματικό σφάλμα** → απόκλιση από την πραγματική τιμή. Θα πρέπει να προσδιοριστεί το σφάλμα και να διορθωθεί. Π.χ. Πιπέτα με σφάλμα και μεταφέρει λάθος όγκο.
- **Τυχαίο σφάλμα** → διακύμανση τιμών με τυχαίο τρόπο. Μπορεί να ελαχιστοποιηθεί και να εξαλειφθεί (με τυποποίηση και αυτοματοποίηση).

- **Σφάλματα οργάνων** → μη βαθμονομημένα όργανα ή γυαλικά.
- **Σφάλματα μεθόδου** → άγνωστα παραπροϊόντα, ακάθαρτα αντιδραστήρια
- **Σφάλματα αναλυτή** → λάθος μέτρηση, λάθος υπολογισμός κ.α.

# Αξιοπιστία

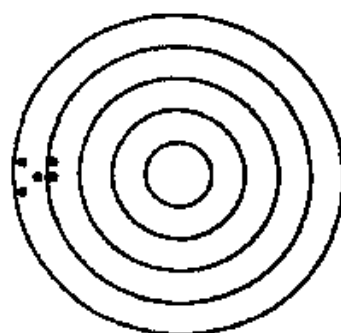
- Επαναληψιμότητα μεθόδου →
- μέτρηση γνωστού δείγματος είτε την ίδια ημέρα είτε διαφορετικές ημέρες με την ίδια οργανολογία.
- Άγνωστο δείγμα και μέτρηση από διαφορετικούς αναλυτές (γνωστό στον ελεγκτή).
- Ανάλυση δείγματος από διαφορετικά εργαστήρια και έλεγχος ακρίβειας και επαναληψιμότητας.

**Ακρίβεια**– Πόσο κοντά είναι στην «πραγματική» τιμή.  
**Αξιοπιστία**– Επαναληψιμότητα, σφάλμα ή επικύρωση.



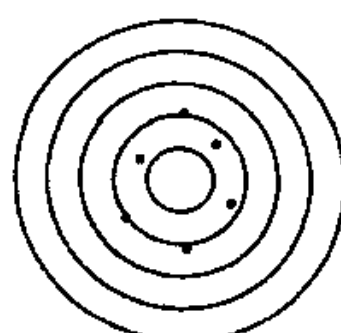
a

Ακρίβεια &  
αξιοπιστία



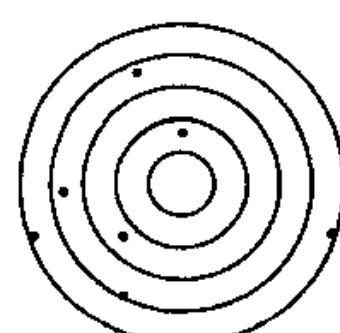
b

**Όχι** Ακρίβεια,  
**καλή** αξιοπιστία



c

**Καλή** Ακρίβεια,  
**όχι** αξιοπιστία



d

**Όχι** Ακρίβεια, **όχι**  
αξιοπιστία

# Βασικές στατιστικές εξισώσεις

- **Εύρος** → η διαφορά μέγιστης και ελάχιστης μέτρησης
- **Μέσος όρος** → είναι το άθροισμα διαιρημένου με τον αριθμό των μετρήσεων

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

- **Τυπική απόκλιση (SD)** → διασπορά των μετρήσεων

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

- **Συντελεστής διακύμανσης** → την τυπική απόκλιση σε σχέση με τον μέσο όρο (<5%)

$$CV = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100$$

- **Τυπικό σφάλμα (SE)** → καθορίζει την εμπιστοσύνη του μέσου όρου. Υποδηλώνει τη σχετική εξάπλωση σε ένα σύνολο δεδομένων (σχετίζεται με την SD)

$$SE = \frac{SD}{\sqrt{n}}$$



## Περιεχόμενη πρωτεΐνη σε φιστίκια(% w/w)

Επανάληψη	A	B	C
1	22.6	30.3	26.3
2	23.4	29.6	25.9
3	32.8	29.4	25.2
4	26.6	29.1	26.2
5	32.4	29.0	26.7
<b>M.O.</b>			
<b>Τυπ. Απόκλ.</b>			
<b>Συντελεστής Διακύμανσης</b>			
<b>Τυπ. Σφάλμα</b>			

<b>Επανάληψη</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
1	22.6	30.3	26.3
2	23.4	29.6	25.9
3	32.8	29.4	25.2
4	26.6	29.1	26.2
5	32.4	29.0	26.7
<b>Μ.Ο.</b>	<b>27.6</b>	<b>29.5</b>	<b>26.1</b>
<b>Τυπ. Απόκλ.</b>	<b>4.8</b>	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>
<b>Συντελεστής Διακύμανσης</b>	<b>17.6%</b>	<b>1.8%</b>	<b>2.1%</b>
<b>Τυπ. Σφάλμα</b>	<b>2.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>

# Εκτίμηση

Το δείγμα είναι δείγμα αναφοράς NIST (Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας) με πιστοποιημένη τιμή = 26.0% (w/w)

	A	B	C
Μέσος όρος	27.6	29.5	26.1
Τυπική απόκλιση	4.8	0.5	0.6
Συντ. διακύμ.	17.6%	1.8%	2.1%
<u>Σχετικό σφάλμα</u>	6.2%	13.5%	0.4%
Ακρίβεια	low	low	OK
Αξιοπιστία	low	OK	OK

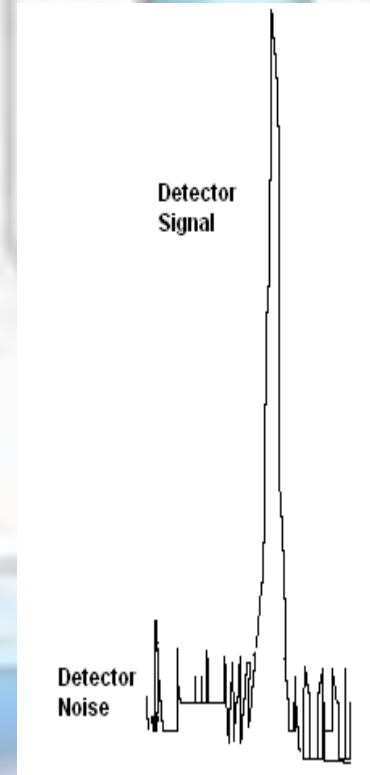
Σχετικό σφάλμα =  $(\text{Απόλυτο σφάλμα}/T) \times 100$

Απόλυτο σφάλμα =  $x - T$   
 $x$  = προσδιορισθείσα τιμή  
 $T$  = πραγματική τιμή

- Οι παράγοντες που θα επηρεάσουν την ακρίβεια και αξιοπιστία της μέτρησης είναι:
  1. Η μέθοδος → πρότυπη AOAC (Association of Official Agricultural Chemists), AACC (America Association for Clinical Chemistry), AOCS (American Oil Chemists' Society)etc., μέθοδος από βιβλιογραφία, αναπτυσσομένη μέθοδος πρέπει να επικυρωθεί.
  2. Ποιότητα αντιδραστηρίων και οργανολογίας
  3. Ικανότητα του αναλυτή

# Γνωρίζοντας την απόδοση της μεθόδου

- Όριο ανίχνευσης (LOD- limit of detection) → η μικρότερη ποσότητα που μπορεί να ανιχνευτεί σε ένα δείγμα με ασφάλεια.
- Όριο ποσοτικοποίησης (LOQ-limit of quantitation) → η μικρότερη ποσότητα που μπορεί να ποσοτικοποιηθεί.
- Συνήθως λαμβάνεται ο λόγος σήματος (S)/θόρυβος (N).
- $S/N = 3$  ως LOD και  $S/N = 10$  ως LOQ



# ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ

- Απάντηση στα ερωτήματα που έθεσε η ανάλυση.
- Λαμβάνονται υπ' όψιν οι σχετικές διατάξεις (ΕΚΤΠ-Ελληνικός Εθνικός Κώδικας Τροφίμων & Ποτών, οδηγίες ευρωπαϊκής ένωσης, FDA-Food and Drug Administration).
- Δεν γίνονται αυθαίρετα γνωματεύσεις.
- Περιοριζόμαστε στους προσδιορισμούς που έχουν γίνει στο εργαστήριο.

# Κατηγορίες αναλυτικών μεθόδων

## Κατηγορίες Μεθόδων

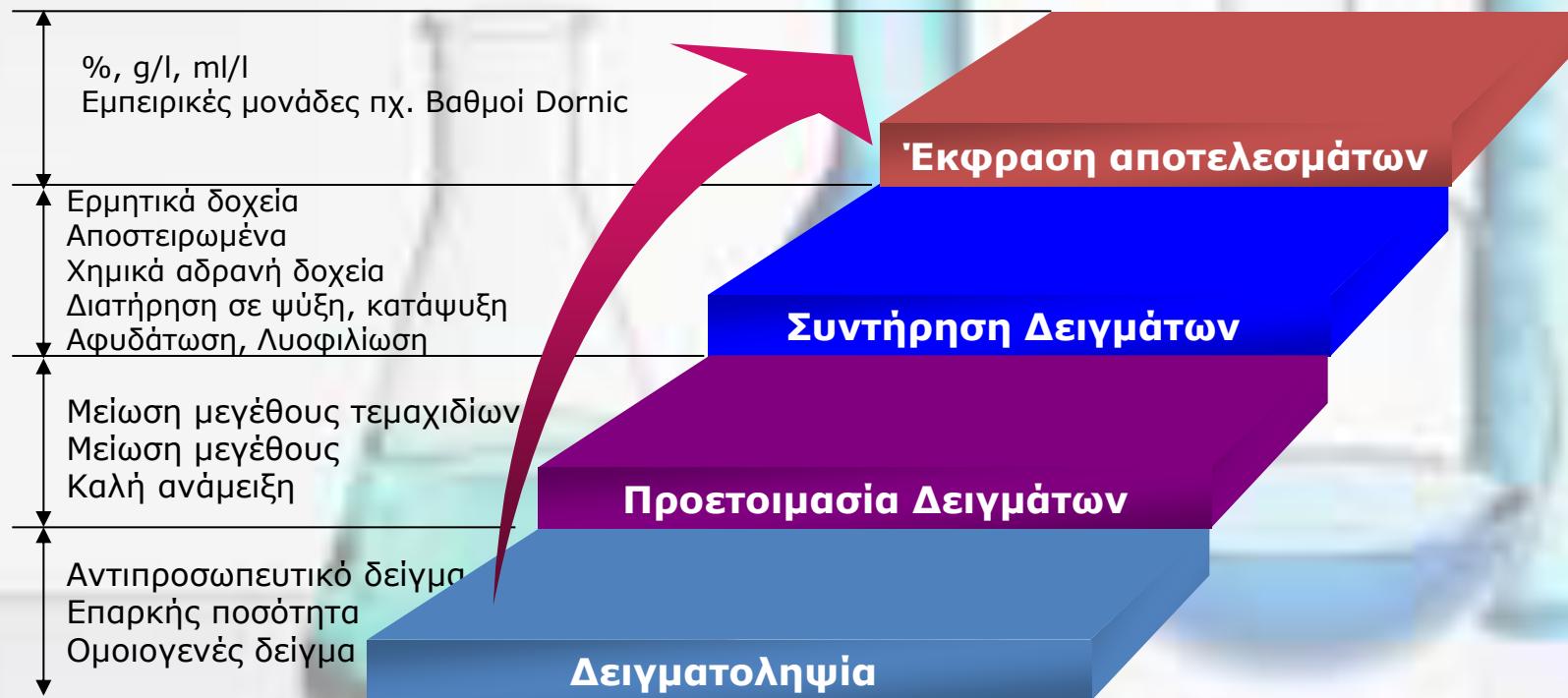
### Κλασσικές

- Κλασσικές χημικές μέθοδοι
- Διαχωρισμός των συστατικών προς ανάλυση με διήθηση, καταβύθιση, εκχύλιση ή απόσταξη
- Ακολουθεί ποσοτικός προσδιορισμός με ογκομέτρηση ή βαρομετρική μέθοδο

### Ενόργανες

- Φασματομετρικές
- ποτενσιομετρικές
- Χρωματογραφικές

# Δειγματοληψία, προετοιμασία, συντήρηση και έκφραση αποτελεσμάτων





# Συστατικά τροφίμων



# Σύσταση τροφίμων

	<b>% Υγρασία</b>	<b>% Υδατάνθρακες</b>	<b>% Πρωτεΐνη</b>	<b>% Λίπος</b>	<b>% Ανόργανα</b>
<b>Γάλα</b>	<b>87,3</b>	<b>5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>0,7</b>
<b>Ψάρι</b>	<b>81,8</b>	<b>0</b>	<b>16,4</b>	<b>0,5</b>	<b>1,3</b>
<b>Σιτηρά</b>	<b>10-14</b>	<b>58-72</b>	<b>8-13</b>	<b>2-5</b>	<b>0,5-3</b>
<b>Πατάτες</b>	<b>78</b>	<b>18,9</b>	<b>2</b>	<b>0,1</b>	<b>1,0</b>
<b>Καρότα</b>	<b>88,6</b>	<b>9,1</b>	<b>1,1</b>	<b>0,2</b>	<b>1,0</b>
<b>Μήλα</b>	<b>84,0</b>	<b>15,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>

pH

Είναι ο  $-\log[H^+]$   
Κυμαίνεται από 0  
έως 14 όπου 7 είναι  
το ουδέτερο.  
Συνήθως  
προσδιορίζεται με  
πεχάμετρο ή  
πεχαμετρικό χαρτί.

Υγρασία

Ολική υγρασία  
Ενεργότητα  
νερού

Πρωτεΐνη

**Kjeldahl**  
*προσδιορίζει το  
άζωτο στο δείγμα*

**Lowry**  
*μετράει το ποσοστό  
τυροσίνη/  
τρυποφάνης στο  
δείγμα*

Λίπος

Μέθοδοι εκχύλισης  
•Συνεχής – Goldfinch  
•Ημισυνεχής- Soxhlet  
•Ασυνεχής- Mojonnier

Ενόργανες μέθοδοι  
•Διηλεκτρικές  
•Υπέρυθρες  
•Υπέρηχοι