

# υγρασία



εργαστήριο

**ποιότητα**

αγροτικών προϊόντων και τροφίμων



ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ / ΣΤΕΓ-ΤΤ-Δ / τμήμα ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ  
κατεύθυνση ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

## υγρασία

---

### αλλοίωση των τροφίμων

η προοδευτική μεταβολή  
των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων

η ταχύτητα και το είδος της μεταβολής, εξαρτάται από

- τη σύσταση
- άλλους παράγοντες



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### αλλοίωση των τροφίμων

προχωρημένη αλλοίωση  
προκαλεί αντιληπτές οργανοληπτικές μεταβολές  
(χρώμα, υφή, οσμή, γεύση...)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### παράγοντες αλλοίωσης

μικροοργανισμοί  
ένζυμα  
έντομα και ακάρεα  
τροφικά και άλλα ζώα  
θερμοκρασία  
**υγρασία**  
αέρας (οξυγόνο)  
φως  
χρόνος



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### **υγρασία (% περιεκτικότητα σε νερό)**

από τους σημαντικότερους  
παράγοντες αλλοίωσης των τροφίμων

υψηλή υγρασία  
διευκολύνει τις χημικές και ενζυμικές αντιδράσεις και  
την ανάπτυξη των μικροοργανισμών



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### **υγρασία (% περιεκτικότητα σε νερό)**

- υψηλό ποσοστό υγρασίας:  
ευαλλοίωτα  
(φρούτα, λαχανικά, γαλακτοκομικά κ.α.)
- χαμηλό ποσοστό υγρασίας:  
μεγάλη διατήρηση  
(σιτηρά, ξηροί καρποί κ.α.)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### υγρασία (% περιεκτικότητα σε νερό)

- αποτελεί παράγοντα ποιότητας και σταθερότητας σε αρκετά τρόφιμα:
  - αφυδατωμένα φρούτα και λαχανικά
  - συμπυκνωμένο γάλα
  - αφυδατωμένες πατάτες
  - μαρμελάδες και ζελέ
  - σιρόπια ζάχαρης



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### υγρασία (% περιεκτικότητα σε νερό)

- μειωμένη υγρασία:
  - διευκόλυνση μεταφοράς λόγω του μειωμένου βάρους - όγκου
  - αφυδατωμένα προϊόντα (πουρές πατάτας, σκόνη γάλακτος)
  - συμπυκνωμένα προϊόντα (γάλα, χυμοί)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### μορφές νερού στα τρόφιμα

- ελεύθερο
  - με τις ιδιότητες του νερού σε διάλυμα
  - παγιδευμένο σε πόρους και σε τριχοειδή αγγεία
- δεσμευμένο
  - συγκρατείται με διαφορετικούς βαθμούς συγκράτησης που εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες (φύση των μη υδατοδιαλυτών συστατικών, σύνθεση αλάτων, pH, θερμοκρασία)
  - προσροφημένο στην επιφάνεια μακρομοριακών ενώσεων



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### πίνακες σύνθεσης ελληνικών τροφίμων

<http://nutrition.med.uoc.gr/GreekTables/Main/main.htm>



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### προσδιορισμός υγρασίας στα τρόφιμα

#### είδη μεθόδων

- άμεσες  
(π.χ. απόσταξη)
- έμμεσες  
(π.χ. ξήρανση)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### προσδιορισμός υγρασίας στα τρόφιμα

#### κατηγορίες μεθόδων

1. φυσικές ή φυσικοχημικές
  - α. σταθμικές (ξήρανση και ζύγιση)
    - ξήρανση σε κοινό κλίβανο (θερμοκρασία  $>100^{\circ}\text{C}$ )
    - ξήρανση σε κλίβανο κενού (θερμοκρασία  $<100^{\circ}\text{C}$ )
    - ξήρανση σε φούρνο μικροκυμάτων
    - ξήρανση κάτω από λάμπα υπεριώθρου



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### προσδιορισμός υγρασίας στα τρόφιμα

#### κατηγορίες μεθόδων

1. φυσικές ή φυσικοχημικές
  - α. σταθμικές (ξήρανση και ζύγιση)
    - πλεονεκτήματα
    - ευκολία
    - απλότητα εξοπλισμού



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### προσδιορισμός υγρασίας στα τρόφιμα

#### κατηγορίες μεθόδων

1. φυσικές ή φυσικοχημικές
  - α. σταθμικές (ξήρανση και ζύγιση)
    - μειονεκτήματα
    - διάρκεια ανάλυσης
    - αδυναμία για το δεσμευμένο νερό
    - θερμική αποικοδόμηση ευπαθών τροφίμων (εκτός η ξήρανση υπό κενό)
    - προβλήματα με τις πτητικές ενώσεις (εκτός η ξήρανση υπό κενό)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

### προσδιορισμός υγρασίας στα τρόφιμα

#### κατηγορίες μεθόδων

#### 1. φυσικές ή φυσικοχημικές

#### β. με απόσταξη

το νερό συναποστάζει με υδρόφοβο διαλύτη με τον οποίο σχηματίζει αζεοτροπικό μείγμα και συλλέγεται σε ειδικά βαθμονομημένο υποδοχέα (επίθεμα απόσταξης Dean Stark)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ



## υγρασία

### προσδιορισμός υγρασίας στα τρόφιμα

#### κατηγορίες μεθόδων

#### 1. φυσικές ή φυσικοχημικές

#### β. με απόσταξη

χρησιμοποιούνται οργανικοί διαλύτες με πυκνότητα < νερού και σημείο ζέσεως > νερού (τολουόλιο, ξυλόλιο) ή σημείο ζέσεως < νερού (βενζόλιο)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ





## υγρασία

### προσδιορισμός υγρασίας στα τρόφιμα

#### κατηγορίες μεθόδων

##### 2. χημικές

##### μέθοδος Karl-Fischer

βασίζεται στο γεγονός πως το  $I_2$  και το  $SO_2$  (άνυδρο)  
αντιδρούν μεταξύ τους ΜΟΝΟ παρουσία νερού (υγρασίας)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

### προσδιορισμός υγρασίας στα τρόφιμα

#### κατηγορίες μεθόδων

##### 2. χημικές

##### μέθοδος Karl-Fischer

- πλεονεκτήματα  
υψηλή ακρίβεια για χαμηλές υγρασίες (<1%), απεριόριστο εύρος  
1 ppm - 100%, επιλεκτική (παρουσία πτητικών ενώσεων), μικρή  
χρονική διάρκεια ανάλυσης, εύκολη αυτοματοποίηση
- μειονεκτήματα  
χρησιμοποιούνται χημικά, απαιτείται ειδικός εξοπλισμός



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

### προσδιορισμός υγρασίας στα τρόφιμα

#### κατηγορίες μεθόδων

- 2. χημικές  
μέθοδος Karl-Fischer

συσκευή →



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

### προσδιορισμός υγρασίας στα τρόφιμα

#### κατηγορίες μεθόδων

- 3. άλλες
  - ηλεκτρικές (διηλεκτρική σταθερά, αγωγιμότητα)
  - υπέρυθρη φασματομετρία (NIR)
  - πυρηνικός μαγνητικός συντονισμός (NMR)
  - φασματομετρία μάζας (MS)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### προσδιορισμός υγρασίας στα τρόφιμα

#### επιλογή μεθόδου

σχετίζεται με

- τον τύπο του νερού που υπάρχει στο υλικό (ελεύθερο, δεσμευμένο)
- την ποσότητά του (ίχνη - >90%)
- τη σύσταση του τροφίμου
- τον διαθέσιμο χρόνο για εξέταση
- τη ζητούμενη ακρίβεια κ.α.



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

---

### προσδιορισμός με ξήρανση



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

## προσδιορισμός με ξήρανση

### βασίζεται

στην απομάκρυνση της υγρασίας (έμμεση μέθοδος)

- υπολογισμός της % απώλειας βάρους του τροφίμου με την ξήρανσή του  
(με την παραδοχή πως όλη η απώλεια βάρους, οφείλεται στην απομάκρυνση της υγρασίας)
- η απομάκρυνση της υγρασίας είναι συνάρτηση χρόνου και θερμοκρασίας



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

## προσδιορισμός με ξήρανση

**παράγοντες** που επιδρούν  
στην απομάκρυνση της υγρασίας

- το είδος του προϊόντος
- το μέγεθος του δείγματος
- η επιφάνεια του δείγματος



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

**σημαντικά προβλήματα**

1. η απομάκρυνση πτητικών συστατικών

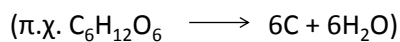
- οξικό , προπιονικό , βουτυρικό οξύ
- αλκοόλες
- εστέρες και αλδεύδες  
(αρωματικά συστατικά του δείγματος)



**σημαντικά προβλήματα**

2. δείγματα που περιέχουν συστατικά που αποσυντίθενται με αποβολή νερού (σε υπέρβαση θερμοκρασίας ή χρόνου ξήρανσης)

- σακχαρούχα τρόφιμα
- λαχανικά
- φρούτα



### τύποι κλιβάνων ξήρανσης

- απλοί  
αργή ανάκτηση θερμοκρασίας και ανακύκλωση του θερμού αέρα, μέχρι και 10°C διαφορά θερμοκρασίας στο εσωτερικό
- με ρεύμα αέρα  
ταχύτερη ανάκτηση θερμοκρασίας και ανακύκλωση του θερμού αέρα, ομοιόμορφη θερμοκρασία,  $\leq 1^\circ\text{C}$  διαφορά θερμοκρασίας
- υπό κενό  
συνδυάζουν χαμηλές θερμοκρασίες με μέγιστο ρυθμό απομάκρυνσης της υγρασίας από τα δείγματα



### χρησιμοποιούμενες κάψες

- γυάλινες ή πορσελάνης
- με καπάκι ή χωρίς

χρήση με τη βοήθεια λαβίδας (πυράγγρα) και όχι με τα χέρια



# ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## προσδιορισμός υγρασίας σε αλεύρι



### σκεύη και εξοπλισμός

- κάψες πορσελάνης
- ζυγός
- κλίβανος ξήρανσης
- ξηραντήρας
- λαβίδα (πυράγρα)



**μέθοδος**

- ζύγιση ~5g αλεύρου (με ακρίβεια 3 δεκαδικών)  
σε προξηραμένη και προζυγισμένη κάψα πορσελάνης
- ξήρανση σε κλίβανο στους 105°C **μέχρι σταθερού βάρους**
- ζύγιση, μετά την τοποθέτηση σε ξηραντήρα  
(για την απόκτηση θερμοκρασίας περιβάλλοντος)



**μέχρι σταθερού βάρους...**

ξηρανση μέχρι που, τελικά, 2 διαδοχικές ζυγίσεις  
(μετά από συγκεκριμένες περιόδους ξήρανσης π.χ. 30min)

να μην έχουν διαφορά μεταξύ τους





## υγρασία

## προσδιορισμός με ξήρανση



κάψα  
κενή



κάψα + δείγμα  
ΠΡΙΝ την ξήρανση



κάψα + δείγμα  
ΜΕΤΑ την ξήρανση






εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

## προσδιορισμός με ξήρανση

ποιο από τα 3 βάρη, είναι μεγαλύτερο;

<input type="radio"/>	Βάρος κάψας	
<input checked="" type="radio"/>	Βάρος κάψας + δείγμα (ΠΡΙΝ)	
<input type="radio"/>	Βάρος κάψας + δείγμα (ΜΕΤΑ)	



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

## προσδιορισμός με ξήρανση

ποιο από τα 3 βάρη, είναι μικρότερο;



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

## προσδιορισμός με ξήρανση

### υπολογισμοί

βάρος δείγματος:

$$[\text{βάρος κάψας} + \text{δείγμα (ΠΡΙΝ)}] - [\text{βάρος κάψας}]$$

βάρος “υγρασίας”:

$$[\text{βάρος κάψας} + \text{δείγμα (ΠΡΙΝ)}] - [\text{βάρος κάψας} + \text{δείγμα (ΜΕΤΑ)}]$$



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

## προσδιορισμός με ξήρανση

### υπολογισμοί

σε  $\Delta g$  δείγματος περιέχονται  $Υg$  υγρασίας  
σε 100g ;g

$$;g = \frac{Υg \times 100}{\Delta g}$$

$$\text{υγρασία \%} = \frac{\text{βάρος "υγρασίας"} \times 100}{\text{βάρος δείγματος}}$$



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

## προσδιορισμός με ξήρανση

### παράδειγμα

α. βάρος κ 25g  
β. βάρος κ+δ (ΠΡΙΝ) 28g  
γ. βάρος κ+δ (ΜΕΤΑ) 27g

; % υγρασία



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

## προσδιορισμός με ξήρανση

### παράδειγμα

βάρος δείγματος:

$$[\text{βάρος κ+δ (ΠΡΙΝ)}] - [\text{βάρος κ}] = 28 - 25 = 3\text{g}$$

βάρος “υγρασίας”:

$$[\text{βάρος κ+δ (ΠΡΙΝ)}] - [\text{βάρος κ+δ (ΜΕΤΑ)}] = 28 - 27 = 1\text{g}$$



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## υγρασία

## προσδιορισμός με ξήρανση

### παράδειγμα

σε 3g δείγματος περιέχεται 1g υγρασίας  
σε 100g x;

---

$$x = \frac{1 * 100}{3} = 33,33 \%$$



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ