

# τέφρα



εργαστήριο  
**ποιότητα**  
αγροτικών προϊόντων και τροφίμων



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

## τέφρα

---

### τέφρα

το ανόργανο υπόλειμμα που απομένει  
μετά την αποτέφρωση ή την πλήρη οξείδωση  
της οργανικής ύλης των τροφίμων

η περιεκτικότητα σε τέφρα αντιπροσωπεύει  
τη συνολική περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα στα τρόφιμα



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

ο **προσδιορισμός** της περιεκτικότητας σε τέφρα είναι **σημαντικός** για διάφορους λόγους:

- είναι μέρος της βασικής ανάλυσης για την αξιολόγηση της θρεπτικής αξίας των τροφίμων (μαζί με τον προσδιορισμό υγρασίας, πρωτεϊνών, λίπους και υδατανθράκων)

πίνακες σύνθεσης ελληνικών τροφίμων

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



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

ο **προσδιορισμός** της περιεκτικότητας σε τέφρα είναι **σημαντικός** για διάφορους λόγους:

- υψηλή περιεκτικότητα ορισμένων τροφίμων σε διάφορα μέταλλα (μέταλλα όπως Ca, Mg, P κ.α. αποτελούν απαραίτητα συστατικά της ανθρώπινης διατροφής, ενώ μεταλλικά στοιχεία όπως Pb και Hg είναι τοξικά)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

ο **προσδιορισμός** της περιεκτικότητας σε τέφρα είναι **σημαντικός** για διάφορους λόγους:

- αποτελεί το πρώτο βήμα της προετοιμασίας ενός δείγματος τροφίμου, για ειδική στοιχειακή ανάλυση



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

στην τέφρα των τροφίμων ζωικής προέλευσης αναμένεται σταθερή περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά

ενώ

στην τέφρα των τροφίμων φυτικής προέλευσης, η περιεκτικότητα μπορεί να μεταβάλλεται



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

### περιεκτικότητα ορισμένων τροφίμων σε τέφρα

ΤΡΟΦΙΜΟ	ΤΕΦΡΑ %
<u>Δημητριακά:</u>	
Ρύζι	1,5
Καλαμπόκι ξεφλουδισμένο	0,9
Σιτάλευρο άσπρο	1,6
Μακαρόνια	0,7
<u>Ημερήσια προϊόντα :</u>	
Γάλα	0,7
Βούτυρο	2,1
Γιαούρτι	1,0
<u>Φρούτα και λαχανικά :</u>	
Μήλα	0,3
Μπανάνες	0,8
Κεράσια	0,5
Σταφίδες	1,8
Πατάτες	1,6
<u>Κρέας και ψάρια:</u>	
Φιλέτο ψαριού	2,5
Αυγά	0,9
Χοιρινό	0,9
Κοτόπουλο	1,0
Βοδινό	0,9



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

### κύριοι τύποι αποτέφρωσης

- **ξηρή**  
κυρίως για ανάλυση της βασικής σύνθεσης των τροφίμων και για ορισμένους τύπους ειδικών αναλύσεων μετάλλων
- **υγρή**  
(οξειδωση) κυρίως ως προετοιμασία για την ανάλυση ορισμένων μετάλλων
- **χαμηλής θερμοκρασίας αποτέφρωση πλάσματος**  
υπό κενό



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### ξηρή αποτέφρωση

χρήση κλιβάνου αποτέφρωσης 500-600 °C  
(η περισσότερο χρησιμοποιούμενη)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### ξηρή αποτέφρωση

χρήση κλιβάνου αποτέφρωσης 500-600 °C  
(η περισσότερο χρησιμοποιούμενη)

- εξάτμιση νερού και πτητικών συστατικών
- καύση της οργανικής ουσίας παρουσία  $O_2$  του αέρα, προς  $CO_2$  και οξείδια του  $N_2$



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### ξηρή αποτέφρωση

χρήση κλιβάνου αποτέφρωσης 500-600 °C  
(η περισσότερο χρησιμοποιούμενη)

- μετατροπή των περισσότερων μετάλλων σε οξειδία και σε θειικά, φωσφορικά, χλωριούχα και πυριτικά άλατα
- πιθανή εν μέρει εξαέρωση στοιχείων όπως As, Cd, Cr, Fe, Pb, Hg κ.α.  
(αν η αποτέφρωση αποτελεί προκαταρκτικό βήμα για την ανάλυση αυτών των στοιχείων, τότε χρησιμοποιείται άλλη μέθοδος)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### ξηρή αποτέφρωση

χρήση κλιβάνου αποτέφρωσης 500-600 °C  
(η περισσότερο χρησιμοποιούμενη)

- στο τέλος του προσδιορισμού,  
η τέφρα παρατηρείται  
ως μία λευκή - φαιά σκόνη (πούδρα)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### ξηρή αποτέφρωση

χρήση κλιβάνου αποτέφρωσης 500-600 °C  
(η περισσότερο χρησιμοποιούμενη)

- το δείγμα τοποθετείται σε κατάλληλα χωνευτήρια πορσελάνης (άλλοι τύποι χωνευτηρίων είναι χαλαζία, πυρέξ, πλατίνες)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### ξηρή αποτέφρωση

χρήση κλιβάνου αποτέφρωσης 500-600 °C  
(η περισσότερο χρησιμοποιούμενη)

- το δείγμα τοποθετείται σε κατάλληλα χωνευτήρια πορσελάνης (άλλοι τύποι χωνευτηρίων είναι χαλαζία, πυρέξ, πλατίνες)
  - \* ΠΡΟΣΟΧΗ στη σήμανση  
(οι κοινοί μαρκαδόροι δεν αντέχουν στις θερμοκρασίες αποτέφρωσης και συνήθως χρησιμοποιείται μολύβι στο κάτω μέρος της βάσης)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### ξηρή αποτέφρωση

πλεονεκτήματα:

- ασφάλεια
- ευκολία
- χωρίς χρήση αντιδραστηρίων
- χωρίς λευκό προσδιορισμό
- ταυτόχρονος προσδιορισμός σε πολλά δείγματα (ανάλογα με τις διαστάσεις του κλιβάνου)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### ξηρή αποτέφρωση

μειονεκτήματα:

- χρόνος προσδιορισμού (μέχρι 12-18h ή και περισσότερο)
- πιθανή απώλεια στοιχείων (εν μέρει εξαέρωση)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ



## τέφρα

---

### **υγρή** αποτέφρωση

οξειδωση της οργανικής ουσίας  
με τη χρήση  
οξέων ή οξειδωτικών μέσων ή με συνδυασμό τους  
(π.χ. νιτρικό οξύ –  $\text{HNO}_3$ , υπερχλωρικό οξύ –  $\text{HClO}_4$ )

αποφυγή εξαέρωσης των μετάλλων



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### **υγρή** αποτέφρωση

προτιμάται από την ξηρή αποτέφρωση  
για χρήση ως προετοιμασία για στοιχειακές αναλύσεις



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### χαμηλής θερμοκρασίας αποτέφρωση πλάσματος

ειδικός τύπος ξηρής αποτέφρωσης με τον οποίο τα τρόφιμα οξειδώνονται υπό χαμηλή πίεση (κενό) από οξυγόνο που δημιουργείται από ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο

- θερμοκρασία χαμηλότερη του κλιβάνου αποτέφρωσης εμποδίζοντας την εξάτμιση των πτητικών ουσιών



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### προετοιμασία δείγματος

- ξήρανση προϊόντων αυξημένης υγρασίας (π.χ. λαχανικά) δεν απαιτείται για ξηρά προϊόντα  $Y < 15\%$  (π.χ. προϊόντα ολικής άλεσης, δημητριακά, όσπρια, αποξηραμένα λαχανικά)
- ξήρανση σε προϊόντα ζωικής προέλευσης, σιρόπια και μπαχαρικά  
πιθανότητα απωλειών λόγω αυξημένης υγρασίας, λιποπεριεκτικότητας ή συγκέντρωσης σακχάρων



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### προετοιμασία δείγματος

- πιθανή ξήρανση και εκχύλιση του λίπους σε προϊόντα υψηλής λιποπεριεκτικότητας (π.χ. κρέατα)
- καύση σε ήπια φλόγα σε ορισμένα προϊόντα (π.χ. τυριά, θαλασσινά, μπαχαρικά)
- ιδιαίτερη προσοχή στην χρήση μύλων άλεσης, για την αποφυγή επιμολύνσεων (στις περιπτώσεις που αποτελεί προετοιμασία για στοιχειακή ανάλυση)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### έκφραση αποτελεσμάτων

η περιεκτικότητα σε τέφρα, μπορεί να εκφραστεί:

- % κατά βάρος τροφίμου ως έχει (g τέφρας / 100g τροφίμου)
- % επί ξηρού βάρους τροφίμου (g τέφρας / 100g ξηρού τροφίμου)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

τέφρα

---

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

προσδιορισμός τέφρας  
σε αλεύρι



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

τέφρα

---

### σκεύη και εξοπλισμός

- χωνευτήρια πορσελάνης
- ζυγός
- κλίβανος αποτέφρωσης
- ξηραντήρας
- λαβίδα (πυράγρα)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### μέθοδος

- ζύγιση ~3g αλεύρου (με ακρίβεια 3 δεκαδικών) σε προξηραμένο και προζυγισμένο χωνευτήριο
- αποτέφρωση σε κλίβανο αποτέφρωσης στους 550°C μέχρι σταθερού βάρους (~4,5h) (ο κλίβανος πρέπει να ανοιχθεί αφού η θερμοκρασία πέσει < 250°C)
- ζύγιση, μετά την τοποθέτηση σε ξηραντήρα (για την απόκτηση θερμοκρασίας περιβάλλοντος)



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---



βάρος: χωνευτήριο  
ΚΕΝΟ



βάρος: χωνευτήριο + δείγμα  
ΠΡΙΝ την αποτέφρωση



βάρος: χωνευτήριο + δείγμα  
ΜΕΤΑ την αποτέφρωση



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### υπολογισμοί

σε  $\Delta g$  δείγματος περιέχονται  $Tg$  τέφρας  
σε 100g  $g$

$$g = \frac{Tg \times 100}{\Delta g}$$

$$\text{τέφρα \%} = \frac{\text{βάρος "τέφρας"} \times 100}{\text{βάρος δείγματος}}$$



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### υπολογισμοί

βάρος δείγματος:

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

βάρος "τέφρας":

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



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### παράδειγμα

α. βάρος χ	10,200g
β. βάρος χ+δ (ΠΡΙΝ)	12,300g
γ. βάρος χ+δ (ΜΕΤΑ)	10,250g

; % τέφρα



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### παράδειγμα

βάρος δείγματος:  
 $(\text{βάρος } \chi+\delta \text{ (ΠΡΙΝ)}) - (\text{βάρος } \chi) = 12,300 - 10,200 = 2,100\text{g}$

βάρος “τέφρας”:  
 $(\text{βάρος } \chi+\delta \text{ (ΜΕΤΑ)}) - (\text{βάρος } \chi) = 10,250 - 10,200 = 0,050\text{g}$



εργαστήριο | ποιότητα ΑΠ-Τ

## τέφρα

---

### παράδειγμα

σε 2,100g δείγματος περιέχονται 0,050g τέφρας  
σε 100g x;

$$x = \frac{0,050 * 100}{2,100} = 2,38 \%$$

