

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

### ΧΗΜΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΑΛΕΥΡΙΟΥ

#### Σκοπός.

Η εξακρίβωση της ποιότητας και καταλληλότητας του προϊόντος.

#### Εισαγωγικές πληροφορίες.

Αλεύρι, με τη συνηθισμένη έννοια, καλείται το προϊόν που παράγεται από το άλεσμα των δημητριακών καρπών, που είναι απαλλαγμένο από φλοιούς και φύτρα.

Αλεύρι, με τη στενότερη έννοια, καλείται το προϊόν που λαμβάνεται από την άλεση σιταριού και σικάλεως και το οποίο χρησιμοποιείται για την παρασκευή ψωμιού.

Αλεύρι, με την ευρύτερη έννοια, θεωρείται όχι μόνο το προϊόν που προέρχεται από τους δημητριακούς καρπούς, αλλά και εκείνο που παράγεται από την άλεση οσπρίων, και χρησιμοποιείται για τη διατροφή του ανθρώπου.

#### Προδιαγραφές διαφόρων τύπων συστατικών αλευριού (%)

Τύπος	Υγρασία	Υγρή γλουτένη	Οξύτητα σε H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Τέφρα	Λιπαρές ουσίες	Υπόλειμμα σε CCl <sub>4</sub>	Πίτουρα
70%	<13,5	>26,0	<0,08	<0,50	<1,10	<0,015	–
85%	<14,0	>25,0	<0,13	0,85–0,90	<1,80	<0,030	4,5–5,0
90%	<14,0	>25,0	<0,15	1,25–1,35	<2,0	<0,030	10–13,5
Ολικής αλέσεως	<14,0	>24,0	<0,15	<1,60	<2,5	<0,030	<18,0

#### Χημική σύσταση.

Τα κυριότερα συστατικά του αλευριού είναι:

1. Το νερό (H<sub>2</sub>O) σε αναλογία 11–15%. Η περιεκτικότητά του αυτή εξαρτάται: α) Από την περιεκτικότητα σε H<sub>2</sub>O του δημητριακού καρπού. β) Από τον τρόπο αλέσεως του και γ) από τις καιρικές συνθήκες κατά την άλεση και διατήρησή του.
2. Το άμυλο και άλλοι υδατάνθρακες σε ποσοστό 74–75%.
3. Τα λευκώματα (πρωτεΐνες) περίπου 20% σε λευκωσίνη, προλαμίνη, γλουτενίνη κ.λ.π.
4. Τα ανόργανα άλατα, όπως K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> και ιχνοστοιχεία Na, Fe, Cl, SO<sub>4</sub> κ.λ.π.
5. Το λίπος σε αναλογία 1%, το οποίο ευρίσκεται κυρίως στο φύτρο και στην κάτω από το φλοιό στοιβάδα του κόκκου, και σε μικρότερη αναλογία, στον αμυλούχο πυρήνα.
6. Τα ένζυμα, κυρίως διασάση, αμυλάση-β τα οποία διευκολύνουν την υδρόλυση του αμύλου σε μαλτόζη κατά την παρασκευή ψωμιού.

7. Οι βιταμίνες Α, Ε και Β.

8. Τα οξέα (όξινα φωσφορικά, παλμιτικό, ελαϊκό κ.λ.π.), σε ποσοστό 0,1% περίπου, στα οποία οφείλεται η ασθενής όξινη αντίδραση του αλευριού ( $H_2SO_4$ ).

## ΑΣΚΗΣΗ ΠΡΩΤΗ

### 5.1 Προσδιορισμός υγρασίας.

#### 5.1.1 Τεχνική.

Ποσότητα 5 g αλευριού φέρονται σε φιαλίδιο ζυγίσεως ή κάψα πορσελάνης, όπου προηγουμένως έχει προστεθεί ποσότητα χαλαζιακής καθαρής άμμου που έχει διαπυρωθεί.

Η ποσότητα του αλευριού αναμειγνύεται με τους κόκκους της άμμου και το φιαλίδιο τοποθετείται στο πυριαντήριο στους  $105^{\circ}C$  και ξηραίνεται μέχρι να αποκτήσει σταθερό βάρος.

#### 5.1.2 Υπολογισμός.

1. Πριν τη θέρμανση-ξηήρανση:

$$\text{Βάρος κάψας} + \text{άμμου} + \text{αλευριού} = \alpha \text{ g}$$

2. Μετά τη θέρμανση-ξηήρανση.

$$\text{Βάρος κάψας} + \text{άμμου} + \text{αλευριού} = \beta \text{ g}$$

Η διαφορά  $\alpha - \beta = \gamma \text{ g}$  είναι η απώλεια που οφείλεται στο ποσό της υγρασίας, άρα:

Τα 5 g δείγματος απέδωσαν  $\gamma \text{ g}$  υγρασία

$$\frac{100}{x};$$

$$x = \frac{\gamma \cdot 100}{5} = 20 \text{ \% σε } H_2O$$

#### 5.1.3 Τεχνικές πληροφορίες.

Η χαλαζιακή άμμος χρησιμεύει ως μέσο αυξήσεως της επιφάνειας του αλευριού. Στην περίπτωση αυτή, αποφεύγεται η παρατεταμένη παραμονή του δείγματος στον ξηραντήρα.

Για να αποφεύγεται η αποσύνθεση των υδατανθράκων του αλευριού, θα πρέπει να ελέγχεται η θερμοκρασία του πυριαντηρίου, ώστε να είναι  $105-110^{\circ}C$ .

Το φιαλίδιο και η άμμος πρέπει να είναι απαλλαγμένα από υγρασία.

Υγρασία υψηλότερη από την κανονική (13–15%) ευνοεί την ανάπτυξη μικροοργανισμών, εντόμων και ζωοφίων. Υγρασία μικρότερη της κανονικής επιταχύνει την τάγγιση του λίπους.

## ΑΣΚΗΣΗ ΔΕΥΤΕΡΗ

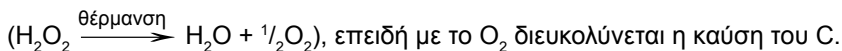
### 5.2 Προσδιορισμός τέφρας.

Η τέφρα αποτελείται κυρίως από όξινα φωσφορικά άλατα του Κ και του Μg και σε μικρό ποσό από φωσφορικά και χλωριούχα άλατα των Να και Ca.

### 5.2.1 Τεχνική.

Σε προζυγισμένη κάψα φέρονται 2–5 g αλεύρι, θερμαίνονται ήπια μέχρι να απανθρακωθούν και στη συνέχεια θερμαίνονται στους 950°C.

Η πύρωση διαρκεί μέχρι την πλήρη αποτέφρωσή τους. Η ερυθροπυρωμένη συνογκούμενη μάζα περικλείει άνθρακα. Γι' αυτό προσθέτομε σταγόνες  $H_2O_2$ ,



Η προσθήκη των  $H_2O_2$  γίνεται μετά την απανθράκωση και αφού η κάψα έχει κρυώσει.

Το στερεό υπόλειμμα έχει χρώμα λευκό ή υπότεφρο.

Το αποτέλεσμα ανάγεται επί τοις % όπως και στους υπολογισμούς της υγρασίας.

### 5.2.2 Τεχνικές πληροφορίες.

1. Το χρησιμοποιούμενο  $H_2O_2$  πρέπει να είναι καθαρό και απαλλαγμένο από  $H_2SO_4$ .
2. Το ποσοστό της τέφρας δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,5%.

## ΑΣΚΗΣΗ ΤΡΙΤΗ

### 5.3 Προσδιορισμός υγρής γλουτένης.

#### 5.3.1 Τεχνική.

1. 33,3 g αλεύρι φέρεται σε κάψα πορσελάνης, όπου αναμειγνύεται με 17 ml ψυχρού  $H_2O$ .
2. Μετά 30 min, το ζυμάρι που σχηματίστηκε μαλάσσεται με την παλάμη κάτω από ελαφρά ροή νερού, θερμοκρασίας 15–20°C.
3. Η μάλαξη της ζύμης (σχ. 5.3) διαρκεί μέχρι να αποχωρισθεί το άμυλο και να συσσωματωθεί η γλουτένη.
4. Η πλύση συνεχίζεται μέχρι να παύσει το νερό από τη μάλαξη της ζύμης να έχει χρώμα γάλακτος.
5. Τέλος συμπιέζεται με τα δάκτυλα για να απομακρυνθεί το νερό που πλεονάζει, και ζυγίζεται (διάρκεια κατεργασίας 10–15 min).



Σχ. 5.3.

Μάλαξη – Έκλυση.

#### 5.3.2 Υπολογισμός.

Το βάρος της γλουτένης, αν πολλαπλασιασθεί επί 3, παρέχει την επί τοις % ποσότητα της υγρής γλουτένης στο αλεύρι.

Στη συνέχεια ξηραίνεται στους 105°C και υπολογίζεται το ποσό της ξηρής γλουτένης.

Υγρή γλουτένη % – Ξηρή γλουτένη % = Εφυδάτωση %.

#### 5.3.3 Τεχνικές πληροφορίες.

1. Η γλουτένη, πρέπει να έχει τις εξής ιδιότητες, για να έχει επίσης και μεγάλο βαθμό αρτοποιητικής ικανότητας:

- α) Να είναι συνεκτική.  
 β) Να παρουσιάζει στερεότητα και ελαστικότητα.  
 γ) Να αντέχει σε εξωτερικές και εσωτερικές επιδράσεις (ποιοτική).  
 2. Το ποσοστό της υγρής γλουτένης πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 18–25%.

## ΑΣΚΗΣΗ ΤΕΤΑΡΤΗ

### 5.4 Πολωσιμετρικός προσδιορισμός αμύλου.

#### 5.4.1 Εισαγωγικές πληροφορίες.

Για τον προσδιορισμό αυτό χρησιμοποιείται η συσκευή **πολωσίμετρο** (σχ. 5.4), με το οποίο υπολογίζεται η **ειδική στροφική ικανότητα μιας** ουσίας (αμύλου), αφού μετρηθεί η γωνία στροφής σε μοίρες (στροφή πολωμένου φωτός).

Η στροφική ικανότητα αποτελεί ιδιότητα των οπτικά ενεργών ουσιών (υδατάνθρακες). Οπτικά ενεργές ουσίες (στροφή του επιπέδου του πολωμένου φωτός προς τα δεξιά ή αριστερά) είναι αυτές που διαθέτουν στο μόριό τους ασύμμετρο άτομο άνθρακα.

Η στροφική ικανότητα επομένως των σακχάρων χρησιμεύει για τον ποσοτικό προσδιορισμό τους, αφού μετρηθεί η γωνία στροφής και η διεύθυνσή τους.

Η ειδική στροφή διαλυμάτων διάφορης περιεκτικότητας επί τοις % σε σάκχαρα είναι:

<u>Είδος σακχάρου</u> $[\alpha]_D^{20}$	<u>Σε συγκεντρώσεις</u>	
10%	20%	
Γλυκόζη	+ 52,7°	+ 53,1°
Φρουκτόζη	- 90,7°	- 93,3°
Λακτόζη	+ 52,5°	+ 52,5°
Μαλτόζη	+ 138,3°	+ 138,1°
Σακχαρόζη	+ 66,5°	+ 66,5°



**Σχ. 5.4.**  
Τύποι πολωσιμέτρων.

#### 5.4.2 Τεχνική.

1. Ποσότητα 5 g δείγματος φέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml.
2. Προσθέτομε 50 ml HCl 1% και θερμαίνουμε σε υδρόλουτρο ή με μανδύα για 15 min. Κατά τα 3 πρώτα min ανακινούμε τη φιάλη συχνά.
3. Με προσθήκη 10 ml νερού, το δείγμα ψύχεται στους 20°C. Προσθέτομε 10 ml διαλύματος φωσφοροβόλφραμικού νατρίου (12 g Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> και 20 g βολφραμικού νατρίου/100 ml H<sub>2</sub>O).

Συμπληρώνουμε με νερό μέχρι τη χαραγή, αναδεύουμε και διηθούμε από σκληρό ηθμό.

Το διήθημα πολωσιμετρούμε σε σωλήνα 2 dm (20 cm) στους 20°C.

Η στροφή σε μοίρες που βρήκαμε, αν πολλαπλασιασθεί επί 5,444, μας παρέχει την επί τοις % περιεκτικότητα σε άμυλο του αλευριού.

### ΑΣΚΗΣΗ ΠΕΜΠΤΗ

#### 5.5 Ανίχνευση βελτιωτικών ουσιών σε αλεύρι.

Τα βελτιωτικά δρουν στις πρωτεΐνες και αυτές γίνονται πιο σταθερές και ανθεκτικές, η δε γλουτένη ελαστικότερη.

1. Ποσότητα δείγματος 10 g πιέζεται με τη βοήθεια μεταλλικής σπαθίδας σε επίπεδη επιφάνεια.
2. Στη διαμορφωμένη επιφάνεια προσθέτομε σταγόνες προσφάτου διαλύματος KJ 10% και HCl 10%.

Αν εμφανισθούν μελανά στίγματα, επιβεβαιώνεται η παρουσία οξειδωτικών ουσιών.

### ΑΣΚΗΣΗ ΕΚΤΗ

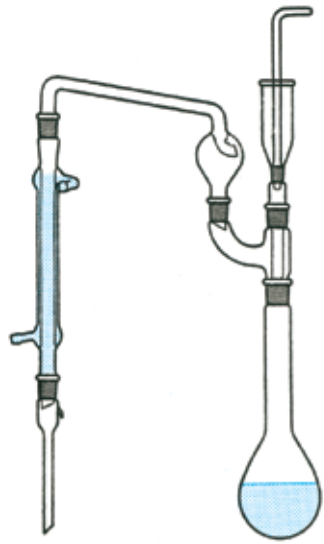
#### 5.6 Προσδιορισμός αζώτου κατά Kjeldahl.

##### 5.6.1 Σκοπός.

Ο έμμεσος υπολογισμός των λευκωμάτων στο αλεύρι.

##### 5.6.2 Τεχνική.

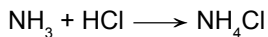
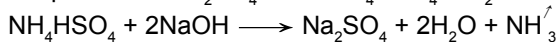
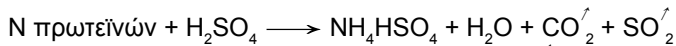
1. Δείγμα βάρους 1 g φέρεται σε φιάλη Kjeldahl και προστίθενται (αυξάνει το Σ.Β. του συστήματος) 10 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (δρα οξειδοαναγωγικά σχηματίζοντας O<sub>2</sub>), 1 g CuSO<sub>4</sub> και 25 ml π. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
2. Η φιάλη θερμαίνεται ήπια και με κλίση μέχρι να σταματήσει ο αφρισμός. Ακολουθεί ισχυρή θέρμανση, η οποία διατηρείται επί 30 min μετά τη διαύγαση του μείγματος.
3. Ακολουθεί ψύξη της φιάλης και το διάλυμα με τα υγρά εκπλύσεως (300–400 ml) μεταφέρεται στη σφαιρική φιάλη της συσκευής (σχ. 5.6).
4. Προσθέτομε ψήγματα Zn και 80 ml διαλύματος NaOH 30% και το μείγμα αποστάζεται (Zn + NaOH → Na<sub>2</sub>ZnO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>). Το H<sub>2</sub> δεσμεύει τις φυσαλίδες και έτσι αποφεύγεται η υψηλή θερμοκρασία.
5. Το απόσταγμα (NH<sub>3</sub>) συλλέγεται σε υποδοχέα που περιέχει 25 ml 0,5 NHCl. Το ακροφύσιο του ψυκτήρα πρέπει να είναι βυθισμένο στο διάλυμα (NH<sub>3</sub> + HCl → NH<sub>4</sub>Cl), για τη δέσμευση της NH<sub>3</sub> και το σχηματισμό NH<sub>4</sub>Cl.
6. Αφού αποσταχθούν τα <sup>2</sup>/<sub>3</sub> του όγκου του μείγματος, η απόσταξη διακόπτεται και



**Σχ. 5.6.**  
Μικροσυσκευή Kjeldahl.

ογκομετρούμε την περίσσεια του 0,5 N HCl, με 0,5 N NaOH παρουσία ερυθρού του μεθυλίου (κόκκινο-κίτρινο).

7. Οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι:



### 5.6.3 Υπολογισμός.

Το ποσοστό του N% δίνεται από τη σχέση:

$$N\% = \frac{(25 - \alpha) 0,7}{\beta}$$

όπου: α τα ml του 0,5 N NaOH που καταναλώθηκαν,

25 τα ml του HCl 0,5 N (τα αρχικά),

β το βάρος του αλευριού και

0,7 συντελεστής μετατροπής της  $NH_3$  σε N.

Το ποσοστό των λευκωμάτων υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\Lambda\% = N\% 5,7$$

όπου: Λ το λεύκωμα, N το άζωτο και 5,7 ο συντελεστής μετατροπής του αζώτου σε πρωτεΐνες για το αλεύρι.

### 5.6.4 Παρατήρηση.

Ο συντελεστής μετατροπής του αζώτου σε πρωτεΐνες είναι διαφορετικός για κάθε τρόφιμο (γάλα = 6,38, κρέας = 6,25, ζελατίνη = 5,55).