

ΑΣΚΗΣΗ 6

ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΑΛΕΥΡΩΝ

*Εργαστήριο Ανάλυσης και Τεχνολογίας Τροφίμων
Τμήμα Χημείας, Παν/μιο Ιωαννίνων*

Ιωάννινα 2022



Εισαγωγή

- Το αλεύρι είναι το προϊόν της άλεσης των δημητριακών. Δημητριακά ή σιτηρά είναι αποξηραμένοι ώριμοι καρποί φυτών, και είναι από τις πιο σημαντικές πρώτες ύλες τροφίμων.
- Τα κυριότερα δημητριακά είναι το σιτάρι, η σίκαλη (βρίζα), το κριθάρι, η βρώμη, το ρύζι, το κεχρί, το καλαμπόκι (αραβόσιτος). Από αυτά μόνο το σιτάρι και η σίκαλη είναι κατάλληλα για παρασκευή άρτου, ενώ χρησιμοποιείται και του καλαμποκιού.
- Από τον βαθμό άλεσης εξαρτάται το ποσό του αλευριού που θα ληφθεί. Με μεγαλύτερο βαθμό άλεσης λαμβάνονται υψηλότερα επίπεδα τέφρας, βιταμινών, και το χρώμα είναι πιο σκούρο.

- Ο τύπος του αλευριού (βαθμός άλεσης ή τράβηγμα) εκφράζει το ποσοστό του σιταριού που μετατρέπεται σε αλεύρι με την άλεση, και εκφράζεται ως %. Ο τύπος του αλευριού εξαρτάται από το πόσα μέρη κλασμάτων, όπως φαρίνα, πίτυρα, βήττες (αλεύρι με μεγάλο ποσοστό ανόργανων) περιέχει το τελικό προϊόν.
- Το αλεύρι 55 % περιέχει μόνο φαρίνα, το 70 % αλεύρι και βήττες, το 90 % αλεύρι, πίτυρα, βήττες. Το αλεύρι ολικής άλεσης λαμβάνεται με άλεση ολόκληρου του κόκκου του σιταριού, μετά από αφαίρεση του φύτρου.
- Από το μαλακό σιτάρι, που προορίζεται για προϊόντα αρτοποιίας, με άλεση προκύπτει λευκό αλεύρι. Από το σκληρό σιτάρι, που προορίζεται για ζυμαρικά και χωριάτικο ψωμί, με άλεση προκύπτει κίτρινο αλεύρι και σιμιγδάλι.

Χημική σύσταση αλεύρων

- Υγρασία 13-15%.
- Ο κύριος υδατάνθρακας των αλευριών είναι το άμυλο (65-70%). Σε μικρότερα ποσοστά υπάρχουν η κυτταρίνη, οι πεντοζάνες, οι δεξτρίνες και άλλοι.
- Η περιεκτικότητα των αλευριών σε πρωτεΐνες μπορεί να είναι κυμαίνεται μεταξύ 6-18 %. Οι πρωτεΐνες των αλευριών διακρίνονται: Στις αδιάλυτες στο νερό γλοιαδίνη (προλαμίνη) σε ποσοστό περίπου 70% και γλουτενίνη (γλουτελίνη) σε ποσοστό περίπου 30%. Σε μικρές συγκεντρώσεις υπάρχουν και υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες, αλβουμίνες και γλοβουλίνες.
- Το λίπος του σιταριού βρίσκεται κυρίως στο φύτρο. Στο αλεύρι υπάρχει σε μικρές συγκεντρώσεις.
- Τα κύρια ανόργανα συστατικά του αλευριού (περίπου το μισό) είναι φωσφορικά άλατα, όπως καλίου και μαγνησίου. Σε μικρότερες συγκεντρώσεις του νατρίου, του σιδήρου, του ασβεστίου, του πυριτίου και άλλων.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

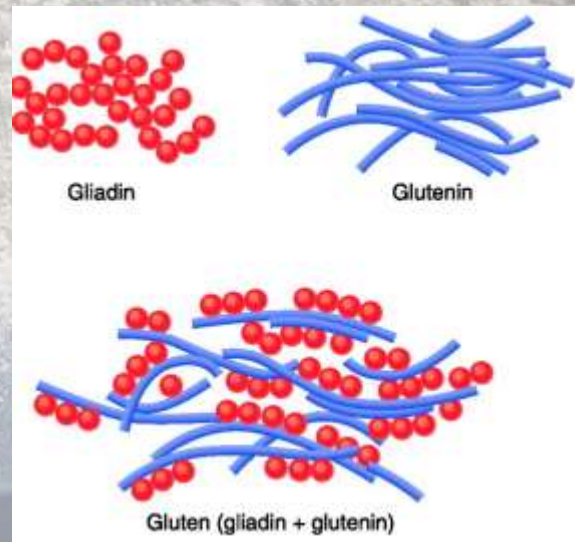
1. Τέφρα (ένα δείγμα)

- Το ποσοστό της τέφρας του αλεύρου εξαρτάται από την ποικιλία του αλευριού (σκληρό ή μαλακό), από την καθαρότητά του (ύπαρξη ξένων υλών), από την υγροθερμική κατεργασία (κοντισιονάρισμα), από τον τρόπο άλεσης, και από την πυκνότητα του κόσκινου (αντιστρόφως ανάλογο).
- Η τέφρα του αλευριού είναι ανάλογη του βαθμού άλεσης (δηλαδή από το πόσο πίτυρο περιέχει), δηλαδή εξαρτάται από το πίτυρο που περιέχει.
- Η τέφρα του σιτάλευρου αποτελείται κυρίως από φωσφορικά άλατα του καλίου, και λιγότερα του μαγνησίου και του ασβεστίου. Σε μικρότερα ποσοστά υπάρχουν νάτριο, μαγγάνιο, σίδηρος και ανθρακικά, θειικά, φωσφορικά, πυριτικά άλατα.

- Σε **προζυγισμένο** χωνευτήριο ζυγίζονται 2-3 g αλευριού (αναλυτικός ζυγός), και γίνεται καύση μέχρι απανθράκωσης με λύχνο σε απαγωγό. (τέλεια καύση οργανικών συστατικών του).
- Στη συνέχεια γίνεται πύρωση σε φούρνο αποτέφρωσης 600-650°C (χρειάζονται 3-4 h).
- Το υπόλειμμα αποκτά λευκό, υπόλευκο χρώμα. Εάν το υπόλειμμα είναι σκούρο-μελανό προστίθενται σταγόνες 5% HNO_3 και ακολουθεί πύρωση ξανά για λίγη ώρα.
- Ακολουθεί ζύγιση, μετά από ψύξη σε ξηραντήρα, και το αποτέλεσμα εκφράζεται ως %.

2. Γλουτένη

- Με την προσθήκη νερού σε σιτάλευρο προκύπτει με μάλαξη μια συνεκτική μάζα, η αρτόμαζα (ζυμάρι, ζύμη).
- Οι πρωτεΐνες γλοιαδίνη και γλουτενίνη ενυδατώνονται. Το νερό που προσροφάται είναι περίπου διπλάσιο του βάρους τους. Συμβαίνουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πρωτεϊνών με αποτέλεσμα τη δημιουργία δικτύου γλουτένης. Το δίκτυο είναι ελαστικό και συνεκτικό. Με την προσθήκη νερού η γλοιαδίνη της γλουτένης γίνεται κολλώδης και η γλουτενίνη συνεκτική. Η γλουτένη είναι αδιάλυτη στο νερό.
- Τα δυνατά αλεύρια έχουν ισχυρή γλουτένη, μεγάλη περιεκτικότητα γλουτένης, μεγάλη προσρόφηση νερού και δίνουν αφράτο ψωμί. Τα αδύνατα αλεύρια έχουν μικρή ποσότητα γλουτένης, μικρή προσρόφηση νερού.



- Σε κάψα πορσελάνης μεταφέρονται 20 g αλευριού και γίνεται ανάμιξη με περίπου 10 mL ψυχρού νερού. Με τα χέρια σχηματίζεται σφαιρικό σφιχτό ζυμάρι.
- Το ζυμάρι μαλάσσεται-ξεπλένεται με τα χέρια με ελαφρά ροή νερού βρύσης για απομάκρυνση του αμύλου. Η έκπλυση διακόπτεται όταν το νερό έπλυσης δεν είναι πλέον γαλακτόχρωμο (δείκτης ότι δεν απομακρύνεται πλέον άμυλο).
- Σημειώνεται ότι το νερό που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι θερμοκρασίας 15-20°C. Αυτό καθόσον νερό χαμηλότερης θερμοκρασίας διαλύει μερικώς τη γλουτένη, ενώ η γλουτένη απορροφά περισσότερο νερό σε υψηλότερες θερμοκρασίες.
- Ακολουθεί ζύγιση, και το αποτέλεσμα εκφράζεται ως % υγρή γλουτένη.
- Στη συνέχεια η υγρή γλουτένη μορφοποιείται σε ένα λεπτό στρώμα είτε τεμαχίζεται σε μικρά κομμάτια με υγρό μαχαίρι, και ξηραίνεται στους 105°C μέχρι σταθερού βάρους (περίπου 1 h) είτε στους 155°C για 30 min.
- Ακολουθεί ζύγιση. Το αποτέλεσμα εκφράζεται ως % ξηρή γλουτένη.

Ενυδάτωση (εφυδάτωση) της γλουτένης (ΕΓ) γίνεται από τον τύπο:

$$ΕΓ = \frac{(\% \text{ υγρή γλουτένη} - \% \text{ ξηρή γλουτένη})}{\% \text{ υγρή γλουτένη}} \times 100$$

3. Οξύτητα

Η οξύτητα του αλεύρου αποτελεί κριτήριο ποιότητας και αλλοίωσής του. Κατά την αποθήκευση των αλευριών (όπως και των σιτηρών), ανάλογα με τις συνθήκες αποθήκευσης, συμβαίνουν διάφορες αλλαγές, και πιθανόν αλλοιώσεις.

Στα αρχικά στάδια της αλλοίωσης συμβαίνει υδρόλυση των λιπών με δράση λιπασών και παράγονται ελεύθερα λιπαρά οξέα. Η οξύτητα αυξάνει κατά την αποθήκευση των αλευριών.

- Η οξύτητα του αλευριού προσδιορίζεται σε υδατικό είτε σε αλκοολικό εκχύλισμα.
- Με ογκομέτρηση του υδατικού εκχυλίσματος προσδιορίζονται τα όξινα υδατοδιαλυτά συστατικά του αλεύρου, κυρίως τα όξινα φωσφορικά άλατα και τα οργανικά οξέα.
- Ο βαθμός οξύτητας των λευκών αλευριών είναι μικρότερος από 3,5, και των αλευριών ολικής άλεσης μικρότερος από 8,0. Στα αλλοιωμένα αλεύρια ο βαθμός οξύτητας είναι μεγαλύτερος από 10,0.
- Με ογκομέτρηση του αλκοολικού εκχυλίσματος προσδιορίζονται τα αλκοοδιαλυτά λιπαρά οξέα. Αποτελεί κριτήριο αλλοίωσης των αλευριών. Πρόσφατα αλεσμένο αλεύρι έχει οξύτητα 0,03-0,04 σε H_2SO_4 .

- Υδατικό εκχύλισμα

- Σε κωνική φιάλη αναμιγνύονται 10 g αλευριού με 100 mL νερό που βράζει. Γίνεται καλή ανάδευση.
- Ακολουθεί ογκομέτρηση με 0,1 N ΚΟΗ και δείκτη φαινολοφθαλεΐνη μέχρι η ρόδινη χροιά που εμφανίζεται να παραμένει τουλάχιστον 15 sec μετά την ανακίνηση.
- Τα mL 0,1 N ΚΟΗ ή NaOH που καταναλώθηκαν αντιστοιχούν στον βαθμό οξύτητας.
- Από τον βαθμό οξύτητας με πολλαπλασιασμό $\times 0,09$ προκύπτει η οξύτητα σε % γαλακτικό οξύ (1mL 0,1 N ΚΟΗ ή NaOH ισοδυναμεί με 0,009 g γαλακτικού οξέος (όταν χρησιμοποιήθηκαν 10 g αλευριού)).
- Η οξύτητα στα άλευρα δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 10 βαθμούς ή το 0,9% σε γαλακτικό οξύ.

Αλκοολικό εκχύλισμα

- Σε κωνική φιάλη με εσφυρισμένο πώμα που περιέχει 25 mL εξουδετερωμένης αλκοόλης 85 % μεταφέρονται 5 g αλευριού. Το μίγμα αφήνεται σε ηρεμία επί 1-2 ώρες.
- Στη συνέχεια, λαμβάνονται 10 mL από το διαυγές υγρό που είναι στο επάνω μέρος και ογκομετρούνται με αλκοολικό διάλυμα 0,02 N KOH και δείκτη φαινολοφθαλεΐνη.
- Η οξύτητα του αλευριού ως H_2SO_4 % προκύπτει με πολλαπλασιασμό του αριθμού των mL του 0,02 N KOH που καταναλώθηκαν με τον συντελεστή 0,049.

6. Δοκιμή τιμής καθίζησης Zeleny (ένα δείγμα)

Με τη δοκιμή Zeleny γίνεται αποτίμηση της αρτοποιητικής ικανότητας του αλευριού, που εξαρτάται από την ποιότητα και ποσότητα της γλουτένης.

Η αρχή της μέτρησης βασίζεται στην ικανότητα της πρωτεΐνης του αλευριού να διογκώνεται σε όξινο περιβάλλον. Η μέθοδος βασίζεται στον όγκο και στην ταχύτητα διαχωρισμού της στερεάς ύλης η οποία καθιζάνει σε όξινο αιώρημα αλευριού-νερού.

- Σε ογκομετρικό κύλινδρο των 100 mL με εσφυρισμένο πώμα μεταφέρονται 3,2 g αλευριού και προστίθενται 50 mL διαλύματος κυανού της βρωμοφαινόλης (αντιδραστήριο ενυδάτωσης).
- Γίνεται πλήρης ανάμιξη του αλευριού με το διάλυμα της βρωμοφαινόλης με διατήρηση του πωματισμένου κυλίνδρου σε οριζόντια θέση [ο κύλινδρος κινείται (γίνεται ανατάραξη) δεξιά-αριστερά περίπου 18 cm, 12 φορές προς κάθε κατεύθυνση σε διάστημα 5 sec. Το αλεύρι πρέπει να διασπαστεί πλήρως. Γίνεται ανάμιξη με το χέρι για ακριβώς 5 min].

- Στη συνέχεια προστίθενται στον κύλινδρο 25 mL διαλύματος γαλακτικού οξέος (με ισοπροπυλική αλκοόλη).
- Ακολουθεί ανάμιξη με το χέρι για 10 min. Το μίγμα αφήνεται σε ηρεμία για 5 min.
- Γίνεται ανάγνωση του όγκου του ιζήματος σε mL, που είναι η τιμή καθίζησης.
- Αλεύρια με χαμηλή πρωτεΐνη και αδύνατη γλουτένη μπορεί να έχουν τιμή καθίζησης από 8, και αλεύρια με υψηλή πρωτεΐνη και δυνατή γλουτένη μέχρι 78.
- Η τιμή καθίζησης μπορεί να είναι δείκτης πρωτεόλυσης των πρωτεϊνών, και μπορεί να παρατηρηθεί σημαντική μείωση της αρχικής τιμής καθίζησης.

5. Βελτιωτικά

A) Ανίχνευση ασκορβικού οξέος

- Η ανίχνευση του ασκορβικού οξέος στηρίζεται στις αναγωγικές του ιδιότητες.
- Στο δείγμα (peckar) προστίθενται λίγες σταγόνες υδατικού διαλύματος 2,6-διχλωροφαινολινδοφαινόλης. Η αναγωγή και ο αποχρωματισμός της μπλε χρωστικής δηλώνει παρουσία ασκορβικού οξέος.
- Σχηματισμός κόκκινων κηλίδων δηλώνει συνύπαρξη κιτρικού ή τρυγικού οξέος.
- Εναλλακτικά, στο δείγμα προστίθενται λίγες σταγόνες διαλύματος ιωδίου. Η εμφάνιση άσπρων κηλίδων σημαίνει παρουσία ασκορβικού οξέος.

B) Ανίχνευση βρωμικού καλίου

- Η ανίχνευση του βρωμικού καλίου στηρίζεται στην οξείδωση του ιωδιούχου ανιόντος σε όξινο περιβάλλον.
- Στο δείγμα (peckar) προστίθενται λίγες σταγόνες διαλύματος 10 % KI και λίγες σταγόνες 10 % HCl. Εμφάνιση σκούρων-μελανών κηλίδων δηλώνει την παρουσία βρωμικού καλίου (βρωμικών αλάτων).
- Για την ανίχνευση βελτιωτικών παρασκευάζεται ένα peckar. Δηλαδή 5 g αλευριού τοποθετούνται σε στιλβωμένο κομμάτι ξύλου ή σε γυάλινη πλάκα, και το αλεύρι απλώνεται και πιέζεται ομοιόμορφα σε στιβάδα 2-3 mm.
- Στο εργαστήριο μικρή ποσότητα με σπάτουλα τοποθετείται σε μικρή ύαλο ωρολογίου και προστίθενται τα αντιδραστήρια όπου παρατηρούνται τα ανωτέρω.

6. Παρατήρηση αμυλόκοκκων στο μικροσκόπιο

- Με μικροσκοπική παρατήρηση γίνεται αναγνώριση του αμύλου διαφόρων προελεύσεων.
- Μικρή ποσότητα δείγματος τοποθετείται στο κέντρο μιας αντικειμενοφόρου πλάκας και, αφού διαβραχεί με μία σταγόνα νερού, σκεπάζεται με την καλυπτρίδα.
- Στη συνέχεια τοποθετείται στο μικροσκόπιο και παρατηρούνται οι αμυλόκοκκοι. Η ταυτοποίηση των αμυλόκοκκων του δείγματος γίνεται σε σύγκριση με πρότυπα δείγματα αμυλόκοκκων είτε με εικόνες διαφόρων αμυλόκοκκων στο μικροσκόπιο.



ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ

για την προσοχή σας