

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ - ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΛΕΥΡΩΝ»

- **ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΓΑΛΑΝΗΣ ΚΥΡΙΑΚΟΣ**
- **ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ: ΔΗΜΙΖΑ ΚΑΛΛΙΡΟΗ**



ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
---------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΙΤΑΡΙ

1.1 Μορφολογία σπόρων σιταριού.....	5
1.2 Δειγματοληψία σιταριού.....	6
1.2.1 Λήψη δείγματος.....	6
1.2.2 Όργανα λήψης.....	7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΑΛΕΣΗ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

2.1 Διαδικασία άλεσης.....	9
2.1.1 Καθαρισμός σιταριού.....	9
2.1.2 Κοντισιονάρισμα.....	10
2.1.3 Αποφλοιώση.....	13
2.1.4 Διαλογή κόκκων κατά μέγεθος.....	13
2.1.5 Άλεση.....	13
2.2 Λεπτή άλεση – Αεροδιαχωρισμός αλεύρου.....	15
2.3 Αλεύρι.....	17
2.3.1 Τύποι αλεύρων	18
2.4 Αποθήκευση του αλεύρου.....	21
2.5 Κανόνες αποθήκευσης αλεύρου και απαιτήσεις.....	23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΛΕΥΡΩΝ

3.1 Γενικά για τον ποιοτικό έλεγχο των αλεύρων.....	26
3.2 Χρήση των αλεύρων στην παρασκευή αρτοποιητικών προϊόντων.....	27
3.3 Δύναμη αλεύρων.....	27

3.4 Ξηρή γλουτένη.....	29
3.4.1 Αξιολόγηση της γλουτένης.....	30
3.5 Μέθοδοι παρασκευής ξηρής γλουτένης.....	33
3.5.1 Μέθοδος Martin.....	33
3.5.2 Μέθοδος της άμεσης φυγοκέντρωσης.....	34
3.5.3 Αλκαλική μέθοδος.....	34
3.6 Λεύκανση του αλεύρου.....	35
3.7 Βελτιωτικά αλεύρων.....	35
3.7.1 Ασκορβικό οξύ.....	37
3.7.2 Βρωμικό κάλιο.....	37
3.7.3 Φωσφορικό μονοασβέστιο.....	37
3.7.4 Υπερθειικό κάλιο και αμμώνιο.....	37
3.7.5 Διοξειδίο του χλωρίου.....	38
3.7.6 Υπεροξειδίο της ακετόνης.....	38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΛΕΥΡΩΝ

4.1 Εισαγωγή.....	39
4.2 Υγρασία.....	39
4.3 Προσδιορισμοί υγρασίας.....	41
4.3.1 Μέθοδοι ξήρασης με κλίβανο.....	41
4.3.2 Προσδιορισμός υγρασίας με τη συσκευή Brabender...	42
4.3.3 Μέθοδος Karl- Fisher.....	42
4.4 Τέφρα.....	42
4.4.1 Προσδιορισμός τέφρας.....	44
4.5 Σάκχαρα.....	44
4.6 Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες.....	46
4.7 Περιεκτικότητα σε βιταμίνες και λιπίδια.....	47
4.8 Χρώμα αλεύρου.....	48
4.9 Οσμή-Γεύση-Μέγεθος.....	48
4.10 Ανόργανα συστατικά.....	49
4.11 Ένζυμα.....	50
4.11.1 Αμυλολυτικά ένζυμα ή Αμυλάσες.....	51
4.11.2 Πρωτεολυτικά ένζυμα ή Πρωτεάσες.....	52
4.11.3 Άλλα ένζυμα.....	52
4.12 Πρόσθετες ύλες αρτοποιημάτων.....	53
4.12.1 Βύνη.....	54
4.12.2 Αμυλασικά παρασκευάσματα.....	54

4.12.3 Γαλακτωματοποιητές.....	55
--------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ:
ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ
ΑΛΕΥΡΩΝ

5.1 Εισαγωγή.....	56
5.2 Φαρινογράφος Brabender.....	57
5.3 Εξτενσιογράφος Brabender.....	59
5.4 Αμυλογράφος.....	61
5.5 Ζυμοταχυγράφος.....	62
5.6 Φερμαντογράφος.....	63
5.7 Αξιολόγηση των αλεύρων με απλές μεθόδους.....	63
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	66

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιαστεί η διαδικασία παραγωγής του αλεύρου και ο ποιοτικός του έλεγχος. Γίνεται εκτενής αναφορά για το ρόλο που παίζουν οι φυσικοχημικές ιδιότητες και η χημική σύσταση του αλεύρου στο τελικό προϊόν.

Στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για στην μορφολογία του σπόρου του σιταριού ενώ γίνεται και στη δειγματοληψία του αλεύρου.

Στο 2^ο κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία της άλεσης καθώς και οι τύποι αλεύρου που παίρνουμε. Κλείνοντας αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά για στον ρόλο και στις συνθήκες με τις οποίες πρέπει να γίνεται η αποθήκευση του αλεύρου.

Στο 3^ο κεφάλαιο αρχικά γίνεται αναφορά στον ποιοτικό έλεγχο του αλεύρου γενικά και στη συνέχεια αναλύονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των αλεύρων.

Στο 4^ο κεφάλαιο αναλύεται η χημική σύσταση των αλεύρων, η οποία καθορίζει τις ιδιότητες τους καθώς και την θρεπτική τους αξία.

Στο 5^ο και τελευταίο κεφάλαιο περιγράφονται οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των αλεύρων και ο τρόπος λειτουργίας τους, καθώς και το πως τα αποτελέσματα που βρίσκουμε μας βοηθούν να κατανοήσουμε τις φυσικοχημικές ιδιότητες των αλεύρων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτριά μου, κ. Δήμιζα Καλλιρόη, για την συμβολή της στη παροχή πληροφοριών ως προς την αναζήτηση κατάλληλης βιβλιογραφίας και στη βοήθεια εκπόνησής της, με απαραίτητες και ορθές παρατηρήσεις.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ και στους γονείς μου, για την στήριξη που μου παρείχαν όλο αυτό το χρονικό διάστημα μέχρι να πραγματοποιηθεί η εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΙΤΑΡΙ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΛΕΣΗ

1.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΣΠΟΡΩΝ

Ο σπόρος του σιταριού αποτελείται από τρία κυρίως μέρη:

- 1) Εσωτερικά, το ενδοσπέρμιο που αποτελεί και το μεγαλύτερο τμήμα του κόκκου (83%) και από το οποίο προέρχεται το αλεύρι.
- 2) Εξωτερικά, το πίτυρο που αποτελεί 13-15% του κόκκου και αποτελείται από τα εξής στρώματα: το περικάρπιο, το επισπέρμιο και τη στοιβάδα της αλευρόνης.
- 3) Από το φύτρο από το οποίο θα προέλθει το νέο φυτό και το οποίο αποτελεί το 1,5-2,5% του κόκκου. [3]

Η χημική σύσταση των τριών αυτών τμημάτων του κόκκου έχει ως εξής: Τα συστατικά που βρίσκονται στον κόκκο του σιταριού είναι κυρίως άμυλο, πρωτεΐνες, κυτταρίνη, σάκχαρα, λιπαρά, ανόργανα άλατα και υγρασία. Η κατανομή των διαφόρων συστατικών στον κόκκο δεν είναι ομοιόμορφη (πίνακας 1.1). Έτσι στον κόκκο του σιταριού το άμυλο είναι συγκεντρωμένο στο ενδοσπέρμιο, οι ακατέργαστες ίνες βρίσκονται κυρίως στο πίτυρο, που περιέχει και το 30% των λιπιδίων, ενώ οι πρωτεΐνες βρίσκονται σε όλα τα μέρη του κόκκου. [4]

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1-ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΑ ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΚΟΚΚΟΥ ΤΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ (%)					
Μέρη του κόκκου	Άμυλο	Πρωτεΐνη	Ακατέργαστες ίνες	Λιπίδια	Ανόργανα άλατα
Ενδοσπέρμιο	100	70	18	50	20
Στρώμα Αλευρόνης	0	15	0	0	61
Πίτυρο	0	5	75	30	7
Φύτρο	0	10	7	20	12

Πηγή:[Δημόπουλος Ι.Σ. Τεχνολογία Σιτηρών Ι, Αθήνα 1982]

1.2 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Η δειγματοληψία είναι το αρχικό στάδιο για την εξέταση και αξιολόγηση των σιτηρών και των προϊόντων τους. Ο τρόπος δειγματοληψίας έχει πρωταρχική σημασία για την αξία των αποτελεσμάτων των εξετάσεων. Το εξεταζόμενο δείγμα πρέπει να αντιστοιχεί στη μέση σύσταση του εξεταζόμενου υλικού. Το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό, όταν λαμβάνονται μικρά ποσά από διάφορες θέσεις του εξεταζόμενου σιτηρού, στη συνέχεια αναμειγνύονται καλά και από το μείγμα λαμβάνεται το προς ανάλυση δείγμα. Τέλος μεγάλη σημασία έχει η διατήρηση των δειγμάτων σε κατάλληλα δοχεία. Τέτοια δοχεία είναι οι πλατύστομες φιάλες με γυάλινο ή βιδωτό πώμα. [4,14]

1.2.1 Λήψη δείγματος

Για τη λήψη δείγματος ενός σιτηρού ακολουθείται η εξής διαδικασία:

- 1) Από σακκί: Παίρνουμε το δείγμα από καλά ανακατωμένο μείγμα που σχηματίζεται με λήψεις από το πάνω, το μεσαίο και το κατώτερο μέρος του σακκιού.
- 2) Από μεγάλο αριθμό σακκιών: Το δείγμα λαμβάνεται από καλά ανακατωμένο μείγμα που σχηματίζεται με λήψεις από κάθε πέμπτο σακκί ή από πέντε διαφορετικά σακκιά, αν είναι φορτωμένα σε μεταφορικό μέσο. Η λήψη από κάθε σακκί γίνεται από το πάνω, μεσαίο και κάτω μέρος του.
- 3) Από αποθήκες ή αιμπάρια πλοίων όπου το σιτηρό βρίσκεται χύμα. Το δείγμα λαμβάνεται από καλά ανακατωμένο μείγμα που προήλθε από λήψεις, σε δέκα διαφορετικά σημεία του σιτηρού. [5,14]

Για τη λήψη δείγματος αλεύρου ακολουθούμε την εξής διαδικασία:

- 1) Αναγκαία ποσότητα για κάθε δείγμα είναι 250γρ. τουλάχιστον.
- 2) Το δείγμα τοποθετείται σε δοχεία ευρύχωρα, καθαρά και με μέγεθος ανάλογο του δείγματος.
- 3) Η δειγματοληψία του αλεύρου σε σάκκους διενεργείται ανάλογα με τον αριθμό των δειγμάτων:
 - Μέχρι 5 σάκκους εξετάζονται όλοι

- Μέχρι 20 σάκκους εξετάζονται 7 σάκκοι
- Μέχρι 50 σάκκους εξετάζονται 8 σάκκοι
- Μέχρι 100 σάκκους εξετάζονται 10 σάκκοι
- Μέχρι 500 σάκκους εξετάζονται 20 σάκκοι
- Άνω των 500 σάκκων εξετάζουμε το 5% από αυτούς

4) Από τη δειγματιζόμενη συσκευασία παίρνουμε μικρό ποσό αλεύρου από το πάνω, μέσο και κάτω μέρος αυτής. Τα λαμβανόμενα πόσα τοποθετούνται σε φύλλα καθαρού χαρτιού, αναμιγνύονται καλά και τοποθετούνται σε δοχεία.

5) Για καλύτερη διατήρηση του δείγματος προσθέτουμε 3-4 σταγόνες χλωραζόλ σε κάθε φιάλη. Η προσθήκη αυτή πρέπει να αναγράφεται στο πρωτόκολλο δειγματοληψίας .[14]

1.2.2 Όργανα λήψης

Τα κυριότερα όργανα λήψης σε δειγματοληψίες είναι:

1) Καθετήρες:

Έχουν ευρεία χρήση για τη δειγματοληψία από σακκιά ή από αποθήκες, ή από αποθήκες, ή από φορτίο βαγονιών. Έχουν δύο κινούμενους ομοκεντρικούς σωλήνες. Οι τρύπες του εξωτερικού σωλήνα ανοίγουν και κλείνουν με περιστροφή του εσωτερικού σωλήνα. Συνήθως κατασκευάζονται με κράμα αλουμινίου.

Υπάρχουν τρεις τύποι καθετήρων:

Είναι ο τύπος (α) που χρησιμοποιείται για λήψεις δείγματος από σιλό σε οποιοδήποτε βάθος.

Ο τύπος (β) που χρησιμοποιείται στα σιλό και παίρνει δείγματα από 5 διαφορετικά σημεία ταυτόχρονα.

Και τέλος ο τύπος (γ) ο οποίος είναι ίδιος με τον καθετήρα τύπου (β) αλλά έχει μικρότερο μέγεθος και χρησιμοποιείται για λήψεις από σακκιά ή μικρούς σωρούς σιτηρών.

2) Δειγματιστήρι από γρώμιο:

Χρησιμοποιείται για λήψεις από κλειστά μεταλλικά δοχεία.

3) Μηχανικός δειματολήπτης:

Χρησιμοποιείται για τη συλλογή δείγματος από ρεύμα σιτηρού. Αποτελείται από δύο διάτρητους σωλήνες, που έχουν ακριβώς τις ίδιες τρύπες. Ο εσωτερικός σωλήνας περιστρέφεται με τη βοήθεια ηλεκτρικού μοτέρ. Η συχνότητα περιστροφής του ρυθμίζεται ανάλογα με τον αριθμό δειγμάτων που χρειαζόμαστε.

4) Ειδικά δοχεία για δειματοληψία.

Το δείγμα που παίρνουμε κατά τη δειματοληψία είναι κατά κανόνα περισσότερο από όσο χρειαζόμαστε για τις εργαστηριακές εξετάσεις και χρειάζεται καλή ανάμειξη για να ομογενοποιηθεί. Γι'αυτό το λόγο υπάρχουν οι αναμεικτες και οι διαιρέτες δείγματος.

Τα δείγματα των σιτηρών μπορούν να αναμειχθούν και να διαιρεθούν με τα χέρια, «σταυρωτά». Με αυτόν τον τρόπο το δείγμα αναμιγνύεται και απλώνεται σ' ένα τραπέζι κυκλικά. Χωρίζουμε σταυρωτά το δείγμα. Παίρνουμε δύο εκ διαμέτρου αντίθετα μέρη και απομακρύνουμε τα δύο άλλα. Επαναλαμβάνουμε την ίδια εργασία μέχρι να καταλήξουμε στην επιθυμητή ποσότητα δείγματος. Κάθε δείγμα τοποθετείται σε δύο δοχεία. Το ένα για τις αναλύσεις και το άλλο για «δείγμα αναφοράς». Σε κάθε δείγμα αναγράφεται αύξων αριθμός και διάφορα άλλα στοιχεία.

Αυτός που κάνει τις εξετάσεις πρέπει να διατηρεί βιβλίο αναλύσεων στο οποίο πρέπει να αναγράφει τα στοιχεία του εξεταζόμενου δείγματος (αριθμό, ημερομηνία, οργανοληπτική εξέταση) και τα αποτελέσματα των αναλύσεων. [4]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΑΛΕΣΗ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

2.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΛΕΣΗΣ

Η σύγχρονη διαδικασία άλεσης, η λεγόμενη άλεση πολλαπλών φάσεων δίνει πολλές λύσεις και αυτό γιατί, έχει τη δυνατότητα παραγωγής προϊόντων διαφορετικού βαθμού άλεσης και, κατά συνέπεια, διαφορετικών αρτοποιητικών ιδιοτήτων [3,4,8].

Σκοπός της άλεσης του σιταριού είναι η διάνοιξη και θρυμματισμός του κόκκου, όσο το δυνατόν καλύτερος δια χωρισμός του ενδοσπερμίου από το πίτυρο και το φύτρο, καθώς επίσης και την άλεση του ενδοσπερμίου σε αλεύρι και το κοσκίνισμα των αλεσμένων τεμαχιδίων.

Οι κύριες φάσεις της διαδικασίας άλεσης φάσεων είναι:

- Καθαρισμός σιταριού
- Κοντισιονάρισμα
- Αποφλοίωση
- Διαλογή κόκκων κατά μέγεθος
- Άλεση

2.1.1 Καθαρισμός σιταριού

Στην πρώτη φάση καθαρισμού απομακρύνονται οι ξένες ύλες όπως άχυρα, σκόνη σπόροι άλλων φυτών, μικρές πέτρες και μεταλλικά αντικείμενα, γενικά οτιδήποτε δεν είναι υγιές.

Στην δεύτερη φάση του καθαρισμού απομακρύνονται τα ανεπιθύμητα συστατικά του κόκκου του σιταριού, όπως το πίτυρο, το φύτρο και το γένη.

Ο καθαρισμός του σιταριού γίνεται με διάφορες συσκευές διαφόρων μεγεθών όπως κόσκινα, σαλίγκαρο, λιχνιστήρια, τριέρια, πετροδιαχωριστές και μαγνήτες για τα μεταλλικά αντικείμενα. [10]

2.1.2 Κοντισιονάρισμα

Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, το σιτάρι διαβρέχεται με νερό σε καθορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και χρόνου. Ο σκοπός αυτής της διαδικασίας είναι η ομοιόμορφη κατανομή της υγρασίας στον κόκκο του σιταριού και η υψηλότερη απόδοση του κόκκου σε άλευρο, διότι με την υγρασία μαλακώνει το πίτυρο και διαχωρίζεται ευκολότερα από το ενδοσπέρμιο. Αυτό έχει σαν συνέπεια λευκότερο άλευρο, αφού υπάρχουν ελάχιστα ποσοστά του φλοιού. Επίσης, ο φλοιός γίνεται πιο εύθρυπτος και ελαστικός και έτσι καταναλώνεται λιγότερη ενέργεια κατά την άλεση. Τέλος, ο συνδυασμός θερμοκρασίας, υγρασίας και χρόνου, επιδρά ευνοϊκά στις αρτοποιητικές ιδιότητες του παραγόμενου αλεύρου, βελτιώνοντας την ποιότητα της κυρίας πρωτεΐνης του, της γλουτένης.

Η άριστη υγρασία του σιταριού για την άλεση ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο του σιταριού. Γενικά για τα σκληρά σιτάρια απαιτείται υψηλότερη υγρασία (16-17,5%) από ότι για τα μαλακά (15-16%). Στην πράξη γενικά ρυθμίζουμε την υγρασία γύρω στο 15,5% ώστε η υγρασία των αλεύρων που θα πάρουμε να μην υπερβαίνει τα όρια που προβλέπει ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών η οποία κυμαίνεται στο 14-14,5%. [3,4]

Το κοντισιονάρισμα διακρίνεται σε α) ψυχρό και σε β) θερμό.

A) Ψυχρό κοντισιονάρισμα:

Κατά το ψυχρό κοντισιονάρισμα το σιτάρι αφήνεται πλυμένο μέσα σε κυψέλες μέχρι η υγρασία να απορροφηθεί και να διαχυθεί ομοιόμορφα μέσα στους κόκκους. Ο απαιτούμενος χρόνος για να πραγματοποιηθεί αυτό μπορεί να φτάσει μέχρι και τις 48 ώρες σε θερμοκρασία 20-25⁰ C. Με μια και μόνη πλύση, μόνο μέχρι 3% περίπου νερό μπορεί να απορροφηθεί. Όταν απαιτείται μεγαλύτερη από 3% αύξηση της υγρασίας του σιταριού, τότε θα πρέπει να γίνει και δεύτερη πλύση, αφήνοντας κάθε φορά το σιτάρι σε ανάπαυση για να απορροφήσει το προστιθέμενο νερό. Ο χρόνος πλύσης στο ψυχρό

κοντισιονάρισμα μπορεί να συντομευθεί κατά πολύ αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία μέχρι και στους 45⁰ C (24 ώρες). [1,2,3]

B) Θερμό κοντισιονάρισμα:

Τέτοιο κοντισιονάρισμα γίνεται σε μόνο αδύνατα μαλακά σιτάρια. Με αυτό τον τρόπο εκτός από τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης του καρπού για την άλεση του καταφέρνουμε να βελτιώσουμε και τις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού. Το θερμό κοντισιονάρισμα γίνεται σε ειδική εγκατάσταση συνεχούς λειτουργίας του κυλινδρόμυλου που λέγεται κοντισιονέρ.

Στο σιτάρι μετά το πλύσιμο, προστίθεται κι άλλη ποσότητα νερού και οδηγείται με ατέρμονα κοχλία, στον οποίο διοχετεύεται ατμός για μια προθέρμανση του σιταριού, στην κορυφή του κοντισιονέρ. Φτάνοντας εκεί το σιτάρι πρέπει να έχει υγρασία γύρω στο 17-18% και θερμαίνεται στο άνω τμήμα αυτού, ερχόμενο σε επαφή με θερμοσώματα. Η θερμοκρασία σε ένα θερμό κοντισιονάρισμα μπορεί να κυμαίνεται από 46⁰ C μέχρι και 82⁰ C και ο χρόνος παραμονής του σιταριού μέσα στο κοντισιονέρ κυμαίνεται από 1-2 ώρες [3].

Οι συνθήκες θερμοκρασία-χρόνος ρυθμίζονται ανάλογα με την αρτοποιητική ποιότητα του σιταριού που κοντισιονάρουμε και την επιθυμητή ποιότητα του τελικού προϊόντος που θέλουμε. Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία, τόσο μικρότερος πρέπει να είναι ο χρόνος κοντισιοναρίσματος. Στις υψηλές θερμοκρασίες πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στον χρόνο γιατί αλλιώς υπάρχει κίνδυνος να “καεί” η γλουτένη, δηλαδή να επέλθουν τέτοιες φυσικοχημικές αλλαγές στην πρωτεΐνη του σιταριού που να μην μπορεί να δώσει γλουτένη. Το σιτάρι πριν βγει από το κοντισιονέρ ψύχεται με ισχυρό ρεύμα αέρα οπότε χάνει λίγη υγρασία. Τελικά το σιτάρι μετά την έξοδο του οδηγείται στις κυψέλες αναπαύσεως όπου μένει επί 2 ώρες και μετά παραλαμβάνεται προς άλεση.

Πριν κάνουμε σε ένα σιτάρι θερμό κοντισιονάρισμα θα πρέπει οπωσδήποτε προηγουμένως να ξέρουμε τις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού του. Αν το εξτενσογράφημα παρουσιάζει μεγάλη σχετικά εκτατότητα και

μικρή αντοχή (μικρό B/C) σε συνδυασμό και με ένα ικανοποιητικό εμβαδόν, τότε το θερμό κοντισιονάρισμα δίνει ιδιαίτερα θεαματικά αποτελέσματα. Σε περίπτωση που ο λόγος B/C είναι σχετικά μεγάλος τότε το θερμό κοντισιονάρισμα θα χειροτερέψει τη γλουτένη. [4,11]

Η αύξηση της ελαστικότητας μιας μαλακής γλουτένης κατά το θερμό κοντισιονάρισμα αποδίδεται στην αύξηση (λόγω οξείδωσης) των δισουλφιδικών δεσμών μέσα στο τρισδιάστατο πλέγμα της πρωτεΐνης του σιταριού. Συνήθως το ποσοστό της υγρής γλουτένης ενός σιταριού μειώνεται με το κοντισιονάρισμα, αυτό βασικά οφείλεται στη μείωση της εφυδάτωσής της. Αυτός είναι ο λόγος της μικρότερης απορρόφησης νερού από τα κοντισιοναρισμένα αλεύρια στον φαρινογράφο. [4]

Κατά το θερμό κοντισιονάρισμα επέρχεται συγχρόνως και μερική αδρανοποίηση των πρωτεολυτικών και αμυλολυτικών ενζύμων, η οποία είναι τόσο εντονότερη όσο εντονότερες είναι οι συνθήκες κοντισιοναρίσματος.

Η μείωση των πρωτεολυτικών ενζύμων αποτελεί επιθυμητό φαινόμενο, γιατί τα πρωτεολυτικά αποικοδομούν την γλουτένη. Ως εκ τούτου, στην περίπτωση σιταριών προσβεβλημένων από πεντατιμίτες τα κοντισιονάρουμε σε υψηλές θερμοκρασίες για τη δραστική μείωση των πρωτεολυτικών ενζύμων. Από την άλλη πλευρά η μείωση των αμυλολυτικών ενζύμων είναι ανεπιθύμητη για τα ελληνικά σιτάρια τα οποία συνήθως υστερούν σε αμυλολυτικά ένζυμα εξαιτίας των ξηροθερμικών συνθηκών που επικρατούν στη χώρα μας κατά την ωρίμανση του καρπού. [3]

Έτσι λοιπόν το αλεύρι ενός κοντισιοναρισμένου σιταριού παρουσιάζει μικρότερες τιμές φαρινογραφικής πτώσεως, μαλτόζης και διοξειδίου του άνθρακα και μεγαλύτερες τιμές πτώσεως κατά Hagberg και αμυλογραφικού μεγίστου ιξώδους από ότι το αντίστοιχο αλεύρι του μη κοντισιοναρισμένου σιταριού.[12]

2.1.3 Αποφλοΐωση

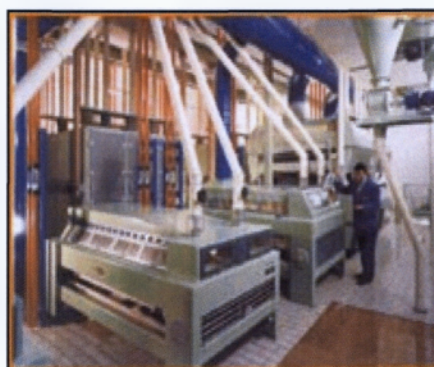
Μετά το κοντισιονάρισμα ακολουθεί η αποφλοΐωση του κόκκου, καθώς και η απομάκρυνση των φύτρων και των σπασμένων κόκκων.[9]

2.1.4 Διαλογή κόκκων κατά μέγεθος

Στο σημείο αυτό γίνεται διαλογή ώστε οι χοντροί κόκκοι να οδηγηθούν σε κυλίνδρους με μικρότερο «πάτημα» (μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ των κυλίνδρων άλεσης) από ότι οι μικροί κόκκοι, ώστε να υπάρξει ομοιόμορφο μέγεθος αλευρόκκοκων στο τελικό προϊόν [4].

2.1.5 Άλεση

Ο σκοπός της άλεσης είναι η παραγωγή αλεύρου όσο το δυνατόν απαλλαγμένου από πίτυρα, που να διαθέτει και τις επιθυμητές υψηλές αρτοποιητικές ιδιότητες. Για να επιτευχθεί αυτό απαιτείται σιτάρι με σταθερή υγρασία και κόκκους της ίδιας σκληρότητας και διαστάσεων. [5]



Εικόνα 2.1.1 : Σπαστήρας κόκκων σιταριού

Το πρώτο στάδιο της άλεσης είναι το σπάσιμο των κόκκων. Αυτό γίνεται σε ζεύγη ατσάλινων κυλίνδρων με λοξά αυλακωτή επιφάνεια, τοποθετημένων οριζόντια και παράλληλα μεταξύ τους. Κινούνται με διαφορετική ταχύτητα ο καθένας και με



Εικόνα 2.1.2 : Σπαστήρας κόκκων αλεύρου

αντίθετη φορά, με αποτέλεσμα να ανοίγει ο κόκκος και να απελευθερώνεται το ενδοσπέρμιο χωρίς να θρυμματίζεται. [3]

Τα προϊόντα των σπαστήρων κυλίνδρων οδηγούνται στα πλανσίχτερ, μηχανήματα με πολλαπλά τελάρα κοσκίνισης, όπου γίνεται ο διαχωρισμός κατά μεγέθη όπως φαίνεται στις Εικόνες 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4.

Τα πιο χοντρά κλάσματα, που αποτελούνται από καθαρό ενδοσπέρμιο ή ενδοσπέρμιο μαζί με πίτυρο ή και φύτρο, ταξινομούνται σε άλλα κόσκινα, τις σιμιγδαλίστρες. Από εκεί οδηγούνται για δεύτερο ή και τρίτο σπάσιμο σε μια σειρά λείων κυλίνδρων όπου και αλευροποιούνται, μια και το «πάτημα» αυτών των κυλίνδρων αυξάνεται προοδευτικά.

Σε όλη τη διάρκεια της αλευροποίησης ειδικά μηχανήματα που λειτουργούν βασιζόμενα στην πίεση ή την κρούση ή την τριβή, τα λεγόμενα τριφτήρια, διασπών τα συχνά σχηματιζόμενα συσσωματώματα αλεύρου. [2]

Πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι το ενδοσπέρμιο αποτελείται κατά κύριο λόγο από άμυλο και πρωτεΐνες. Το άμυλο βρίσκεται σε μορφή αμυλοκόκκων εγκλωβισμένων στο πλέγμα που σχηματίζουν οι πρωτεΐνες. Παράλληλα, τα σωματίδια από τα οποία αποτελείται το άλευρο έχουν μέγεθος από 15 έως 40μ και πάνω, ενώ κάθε ζεύγος κυλίνδρων μας δίνει ορισμένα μεγέθη σωματιδίων το καθένα. Δεν είναι δύσκολο, λοιπόν, να αντιληφθούμε



Εικόνα 2.1.3 : Σπαστήρας κόκκων αλεύρου



Εικόνα 2.1.4 : Σπαστήρας κόκκων αλεύρου

πως κάθε μέγεθος έχει διαφορετική περιεκτικότητα σε άμυλο και πρωτεΐνες. Έτσι, η ταξινόμηση του αλεύρου κατά μέγεθος σωματιδίων, Εικόνα 2.1.5, συνεπάγεται την παραγωγή προϊόντων με διαφορετικές ιδιότητες κάθε φορά και κατά συνέπεια διαφορετικές δυνατότητες χρήσης.

Αν αναμιχθούν τα προϊόντα όλων των κυλίνδρων, θα πάρουμε το συνηθισμένο αλεύρι. Αν όμως αναμιχθούν σε διάφορες αναλογίες το κάθε κλάσμα, τότε θα πάρουμε τα λεγόμενα άλευρα ειδικού τύπου, για συγκεκριμένες χρήσεις. Η διαδικασία αυτή της ανάμειξης λέγεται χαρμάνιασμα [3].



Εικόνα 2.1.5 : Μηχανισμός μεταφοράς του αλεύρου

2.2 ΛΕΠΤΗ ΑΛΕΣΗ- ΑΕΡΟΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΑΛΕΥΡΟΥ

Το περιεχόμενο των κυττάρων του ενδοσπερμίου του σιταριού αποτελείται κυρίως από άμυλο και πρωτεΐνη. Το άμυλο βρίσκεται από τη μορφή αμυλοκόκκων οι οποίοι είναι καθηλωμένοι μέσα σε ένα πρωτεϊνικό πλέγμα. Η μεταξύ των αμυλοκόκκων πρωτεΐνη είναι υπό τη μορφή περίπου τριγωνικών τεμαχιδίων, την οποία ο Hess λόγω του σχήματός της ονόμασε σφηνοειδή πρωτεΐνη. Ο ίδιος ερευνητής το υπόλοιπο κλάσμα της πρωτεΐνης που περιβάλλει τους αμυλοκόκκους το ονόμασε συγκρατημένη πρωτεΐνη [20].

Το αλεύρι όπως κανονικά παράγεται κατά την άλεση περνά από κόσκινο με διαστάσεις βρόχων περίπου 140 μ και αποτελείται από τεμαχίδια που διαφέρουν σε μέγεθος και σύσταση. Ο Jones και οι συνεργάτες του το ταξινόμησαν σε τρία κλάσματα:

- 1) Τεμαχίδια μεγαλύτερα από 40 μ : Περιλαμβάνει ολόκληρα κύτταρα του ενδοσπερμίου, τμήματα κυττάρων, συσσωματώματα αμυλοκόκκων με πρωτεΐνη και μεγάλοι αμυλόκοκκοι.

- 2) Τεμαχίδια από 15 μέχρι 40μ : Περιλαμβάνει αμυλοκόκκους μέσου μεγέθους, μερικοί μαζί με συγκρατούμενη πρωτεΐνη.
- 3) Τεμαχίδια μικρότερα από 15μ: Περιλαμβάνει μικρά τεμαχίδια πρωτεΐνης και μικρούς αμυλόκοκκους.

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του κλάσματος 1 είναι συνήθως παρόμοια με εκείνην του μητρικού αλεύρου, η πρωτεΐνη του κλάσματος 2 είναι περίπου μισή περισσότερη του μητρικού αλεύρου, ενώ του κλάσματος 3 μέχρι και διπλάσια του μητρικού αλεύρου. [3,4]

Έτσι με έναν κοκκομετρικό διαχωρισμό ενός αλεύρου σε κλάσματα κατάλληλου μεγέθους θα μπορούσαμε να πάρουμε αλεύρια με διαφορετική περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και να αυξήσουμε με αυτόν τον τρόπο τις δυνατότητες χρησιμοποίησής τους.

Η αναλογία των μέσων και μικρών τεμαχιδίων στο αλεύρι είναι περίπου 50% κατά βάρος στην περίπτωση που προέρχεται από κοινό μαλακό σιτάρι αλλά μόνο 10% στην περίπτωση των σκληρών. Οι αναλογίες αυτές μπορούν να αυξηθούν με την τεχνική της λεπτής αλέσεως. [1]

Η λεπτή άλεση του αλεύρου γίνεται σήμερα με δυο τύπους μύλων. Ο ένας είναι ο μύλος με βελονωτούς δίσκους. Και οι δυο δίσκοι φέρουν κάθετες χαλύβδινες βελόνες, ο ένας είναι στατικός, ενώ ο άλλος περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα και οι βελόνες του διέρχονται ανάμεσα από τις βελόνες του στατικού. Κατά την τροφοδοσία του αλεύρου στον μύλο τα τεμαχίδια του χτυπιούνται από τις βελόνες και υφίστανται περισσότερη κονιοποίηση. Έτσι δημιουργούνται περισσότερα ελεύθερα σωματίδια πρωτεΐνης που προκύπτουν από το σπάσιμο σωματιδίων αμύλου-πρωτεΐνης. Ο μύλος αυτός είναι αποτελεσματικός, έχει όμως το μειονέκτημα ότι σπάει συγχρόνως και αμυλόκοκκους με συνέπεια τα θραύσματα να μολύνουν το λεπτό κλάσμα και έτσι να μειώνουν την περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνη.

Ο δεύτερος τύπος μύλου λεπτής άλεσης είναι ο στροβιλόμυλος, με τον οποίο αποφεύγεται το παραπάνω μειονέκτημα του προηγούμενου μύλου. Σε αυτόν τον τύπο, το αλεύρι περνάει μέσα σε ισχυρότατες δύνες που δημιουργούνται πίσω από περιστρεφόμενη «φτερωτή». Με την περιδύνηση

αυτήν αναπτύσσονται ισχυρές τριβές μεταξύ των τεμαχιδίων του αλεύρου, με συνέπεια την απόξεση συγκρατούμενης πρωτεΐνης χωρίς θρυμματισμό αμυλοκόκκων. Μειονέκτημα του μύλου αυτού είναι η μικρή σχετικά απόδοση [2].

Με τεχνικές κοσκινίσεως δεν μπορούμε να επιτύχουμε διαχωρισμούς σε σωματίδια μικρότερα από 60μ. Για να επιτύχουμε διαχωρισμούς στα 15 και 40μ του αλεύρου καταφεύγουμε στην τεχνική του αεροδιαχωρισμού, τεχνική η οποία άρχισε να εφαρμόζεται από τα τέλη της δεκαετίας του 50. Ήδη μερικοί κυλινδρόμυλοι έχουν εξοπλισθεί με συστήματα διαδοχικών κυκλώνων με τους οποίους επιτυγχάνεται ο αεροδιαχωρισμός. Τα λαμβανόμενα κλάσματα πλούσια σε πρωτεΐνη μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση ενός αδύνατου αλεύρου αρτοποιίας, ενώ τα φτωχά σε πρωτεΐνη για την παρασκευή κυρίως γλυκών αρτοποιημάτων. [5]

2.3 ΑΛΕΥΡΙ

Το αλεύρι αποτελεί το απαραίτητο συστατικό των διαφόρων προϊόντων της αρτοποιίας. Τόσο η ποιότητα του σιταριού όσο και οι συνθήκες άλεσης στις οποίες αυτό υποβάλλεται, μπορεί να οδηγήσουν σε διαφορές ως προς την καταλληλότητα του αλεύρου για ένα συγκεκριμένο σκοπό. Επειδή τα διάφορα ψημένα προϊόντα απαιτούν συνήθως αλεύρια με διαφορετικά χαρακτηριστικά, είναι πιθανό ένα αλεύρι που είναι απόλυτα ικανοποιητικό για την παρασκευή ψωμιού να είναι εντελώς ακατάλληλο για την παρασκευή γλυκισμάτων[2].

Το αλεύρι έχει ορισμένα χαρακτηριστικά ανάλογα με την προέλευσή του. Έτσι αλεύρι που προέρχεται από το κέντρο του ενδοσπερμίου είναι πιο ανοιχτόχρωμο, περιέχει περισσότερο άμυλο και γλουτένη και έχει μικρότερες ποσότητες από το φλοιό του σιτηρού και μικρότερη τέφρα. Αντίθετα όταν το αλεύρι προέρχεται από το εξωτερικό στρώμα του ενδοσπερμίου το χρώμα του είναι πιο σκούρο, περιέχει περισσότερο πρωτεΐνες, διαλυτά σάκχαρα, βιταμίνες και ένζυμα και έχει τις μεγαλύτερες ποσότητες από το φλοιό του σιτηρού και μεγαλύτερη τέφρα.[6]

2.3.1 Τύποι αλεύρων

Ως βαθμός άλεσης ορίζονται τα μέρη βάρους αλεύρου που παράγονται από την άλεση 100 μερών βάρους καθορισμένου σιταριού. Ανάλογα με το βαθμό άλεσης έχουμε και τον τύπο του αλεύρου, ενώ το ποσοστό των περιεχομένων πρωτεϊνών διαχωρίζει τα άλευρα σε σκληρά και σε μαλακά. Έτσι διακρίνουμε τους εξής τύπους αλεύρων:

1) Άλευρο τύπου 55%: Για ψωμιά και ψωμάκια πολυτελείας και προϊόντα με υψηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο.

2) Άλευρο τύπου 70%: Χωρίς πίτυρα για το σύνηθες λευκό ψωμί. Υπάρχουν δύο κατηγορίες αλεύρου αυτού του τύπου: α) το δυνατό που είναι το πλέον διαδεδομένο και προέρχεται από ελληνικά σιτάρια ή και εισαγόμενα που έχουν υποστεί κοντισιονάρισμα. β) το μαλακό αλεύρι το οποίο όμως δεν είναι κατάλληλο για μηχανική αρτοποιήση, ενώ το μαλακό αλεύρι τύπου 70% που δεν έχει υποστεί κοντισιονάρισμα, χρησιμοποιείται στη ζαχαροπλαστική.[14]

Στα άλευρα τύπου 70% ισχύουν οι εξής προδιαγραφές από τη νομοθεσία:

- α) Ανώτατο όριο υγρασίας 13,5% κ.β
- β) Γλοιίνη υγρά 26% κ.β
- γ) Ανώτατο όριο σε θειϊκό οξύ 0,08% κ.β
- δ) Ανώτατο όριο τέφρας 0,50% κ.β
- ε) Ανώτατο όριο τετραχλωράνθρακα 0,015% κ.β
- στ) Ανώτατο όριο λιπαρών ουσιών 1,10% κ.β [14]

3) Άλευρα τύπου 85%: Για την παρασκευή του κοινού πιτυρούχου ψωμιού. Στα συγκεκριμένα ισχύουν οι εξής προδιαγραφές:

- α) Ανώτατο όριο υγρασίας 14% κ.β
- β) Γλοιίνη υγρά 25% κ.β
- γ) Ανώτατο όριο σε θειϊκό οξύ 0,130% κ.β
- δ) Ανώτατο όριο τέφρας 0,90% κ.β

Κατώτατο όριο τέφρας 0,85% κ.β

- ε) Ανώτατο όριο σε πίτυρα 5% κ.β

- Κατώτατο όριο σε πίτυρα 4% κ.β
στ) Τετραχλωράνθρακας 0,030% κ.β
ζ) Ανώτατο όριο σε λιπαρές ουσίες 1,80% κ.β
η) Ανώτατο όριο λεπτότητας πιτύρων 2% κ.β [14]

4) Άλευρο τύπου 90%: Για το μαύρο, πιτυρούχο ψωμί, με μεγάλη περιεκτικότητα σε πίτυρο και θρεπτικά στοιχεία. Σε αυτά ισχύουν οι εξής προδιαγραφές:

- α) Υγρασία μέγιστη κατά τη θερινή περίοδο 14% κ.β
μέγιστη κατά τη χειμερινή περίοδο 14,5% κ.β
β) Τέφρα 1,25-1,35% κ.β
γ) Γλουτένη υγρή ελάχιστο 25% κ.β
δ) Θεϊκό οξύ μέγιστο 0,15% κ.β
ε) Τετραχλωράνθρακας μέγιστη ποσότητα 0,03% κ.β
στ) Πίτυρο 10- 13,5% κ.β

5) Άλευρο ολικής αλέσεως: Από μαλακό σιτάρι, το οποίο όμως απαιτεί προσοχή στο ζύμωμα, την ανάπαυση και την ωρίμανση του ζυμαριού, ώστε να παραχθεί ψωμί μαύρο, πιτυρούχο, μεγάλης θρεπτικής αξίας.

6) Άλευρο κατηγορίας «Μ»: Προέρχεται από σκληρά σιτάρια και έχει χαρακτηριστικό κίτρινο χρώμα. Από αυτό παρασκευάζεται το σύμμεικτο ή χωριάτικο ψωμί, σε αναλογία 1:1 με άλευρο τύπου 70%. Στο συγκεκριμένο τύπο ισχύουν οι εξής προδιαγραφές:

- α) Τέφρα μέχρι 0,90% κ.β
β) Τετραχλωράνθρακας μέχρι 0,03% κ.β
γ) Υγρασία μέχρι 14% θερινή περίοδο κ.β
μέχρι 14,5% χειμερινή περίοδο κ.β
δ) Θεϊκό οξύ μέχρι 0,15% κ.β
ε) Γλουτένη 25% κ.β [14]

7) Άλευρο κατηγορίας «Π»: Προέρχεται από σιτάρια υψηλής ποιότητας, ενισχυμένα για πιο δυνατό άλευρο. Χαρακτηρίζεται ως «πολυτελείας» και χρησιμοποιείται για την παρασκευή κρουασάν, φύλλου και προϊόντων ζαχαροπλαστικής. Στον τύπο αυτό ισχύουν οι εξής προδιαγραφές:

- α) Τέφρα μέχρι 0,45% κ.β
- β) Τετραχλωράνθρακας μέχρι 0,015% κ.β
- γ) Υγρασία μέχρι 13,5% θερινή περίοδο κ.β
μέχρι 14% χειμερινή περίοδο κ.β
- δ) Θειϊκό οξύ μέχρι 0,15% κ.β
- ε) Γλουτένη 28% κ.β

8) Άλλα άλευρα πολυτελείας:

α) Άλευρο Τύπου Αμερικής, από σιτάρι Αμερικής συνήθως εισαγόμενο, αλεσμένο έτσι ώστε οι ποιοτικές προδιαγραφές του να φτάνουν τις αμερικάνικες, το οποίο χρησιμοποιείται στην αρτοποιία και στη ζαχαροπλαστική.

β) Ειδικό άλευρο για φρυγανιές, αλλά και για ψωμί τοστ, παξιμάδια, από μίγμα σιταριών υψηλής ποιότητας.

γ) Άλευρο ζαχαροπλαστικής και μπισκοτοποιίας, για την παρασκευή προϊόντων ζαχαροπλαστικής, πιο λεπτόκοκκο από το άλευρο αρτοποιίας και πιο δυνατό.

δ) Ειδικό άλευρο για φύλλα, αλλά και κρουασάν, προερχόμενο από μείγμα σιταριών με προσθήκη για βελτίωση της αντοχής του.

ε) Άλευρο τύπου Honis, προερχόμενο από μείγμα σιταριών με προσθήκη επεξεργασμένου φύτρου σιταριού, για τροφές ενισχυμένες σε θρεπτικά συστατικά για παιδιά και αθλητές [5,14].

2.4 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΟΥ ΑΛΕΥΡΟΥ

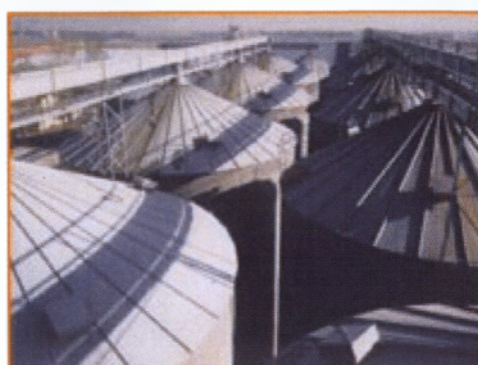
Η αποθήκευση του αλεύρου σε κατάλληλους χώρους και κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες, έχει πολύ μεγάλη σημασία για τη διατήρηση της ποιότητάς του, επειδή είναι πιθανό να μεσολαβήσουν διάφορες αλλαγές, είτε ενζυματικής είτε μικροβιακής φύσης. Το αλεύρι



Εικόνα 2.4.1 :Αποθήκευση σε σακιά

αποθηκεύεται μέσα σε σακιά (Εικόνα 2.4.1) χύμα σε σιλό (Εικόνες 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4).

Αρχικά λαμβάνει χώρα αποσύνθεση του αμύλου σε διαλυτά σάκχαρα, με την πάροδο του χρόνου. Σε πρώτη φάση, είναι επιθυμητή η βελτίωση της ισορροπίας των σακχάρων στο ζυμάρι, για την καλύτερη δράση της μαγιάς και το καφέτιασμα της κόρας. Αποθήκευση όμως πέρα των δύο μηνών, έχει σαν αποτέλεσμα υπερβολικές ποσότητες διαλυτών σακχάρων και αρνητικές επιπτώσεις στο χρώμα της κόρας και την ευθρυπτότητα του τελικού προϊόντος. [4]



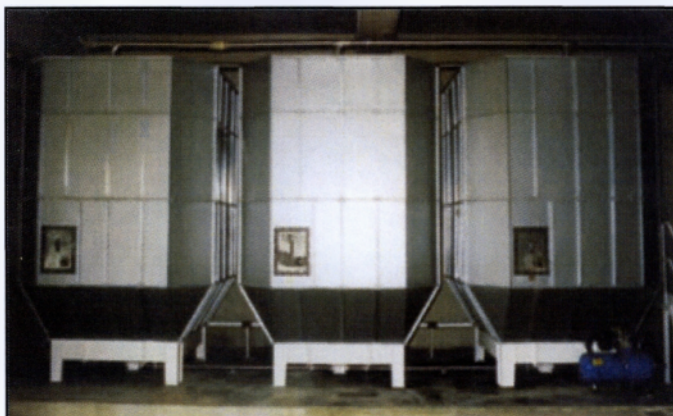
Εικόνα 2.4.2 :Αποθήκευση σε σιλό

Επίσης, λαμβάνει χώρα αποσύνθεση των πρωτεϊνών και των λιπών, ενώ αυξάνεται η οξύτητα του αλεύρου με συνέπεια την ελάττωση της σταθερότητας του ζυμαριού και το τελικό προϊόν να έχει μικρό όγκο, με μεγάλα κενά και συχνά δυσάρεστη γεύση.



Εικόνα 2.4.3 : Αποθήκευση σε σιλό κλειστού χώρου

Η θερμότητα βλάπτει γιατί μεταξύ των άλλων επαυξάνει την αναπνοή και προκαλεί με τον τρόπο αυτό απώλειες. Γι' αυτό επιβάλλεται ο καλός αερισμός των αποθηκών. Δεν πρέπει να



Εικόνα 2.4.4 : Αποθήκευση σε σιλό

τοποθετούνται απανωτά περισσότερα από 3-4 σακιά. Το αλεύρι εξάλλου μπορεί να πάθει αυτοθέρμανση και να σχηματιστούν μέσα στη μάζα του σβώλοι. Κατά την αυτοθέρμανση το αλεύρι αποκτάει δυσάρεστη οσμή και γεύση και ακόμη αναπτύσσονται ευρωτομύκητες. Το σβόλιασμα του αποτελεί συνήθως την πρώτη ένδειξη της αποσύνθεσης που αρχίζει. Υπάρχει όμως πιθανότητα με έγκαιρο αερισμό να αποφευχθεί.

Η αυτοθέρμανση μπορεί να αρχίσει κατά την αποθήκευση υγρού σχετικά αλεύρου. Η καλύτερη υγρασία αποθηκεύσεως του αλεύρου είναι 13% συνήθως.

Εάν η υγρασία είναι κατώτερη από 13% αυξάνεται ο κίνδυνος οξειδώσεως του λίπους και δημιουργίας τάγγισης στο αλεύρι. Στην περίπτωση οξειδωτικής τάγγισης ιόντα βαρέων μετάλλων δρουν καταλυτικά [10].

Κατά την αποθήκευση τόσο το αλεύρι όσο και η αποθήκη πρέπει να είναι απαλλαγμένα από έντομα. Για τη διασφάλιση της προστασίας του παίρνονται ορισμένα μέτρα όπως η διέλευση του αλεύρου από ένα κατάλληλο μηχάνημα που ονομάζεται entoleter.

Μολονότι το κόστος κατασκευής των εγκαταστάσεων αποθηκεύσεως είναι μεγάλο, το κόστος λειτουργίας είναι χαμηλό διότι περιορίζονται οι χειρωνακτικές εργασίες και γίνεται καλύτερη εκμετάλλευση των αποθηκευτικών χώρων. Κατασκευές από σκυρόδεμα είναι καλύτερες από τις ξύλινες που προσβάλλονται από έντομα. Οι εσωτερικές επιφάνειες πρέπει να είναι λείες και οι γωνίες στρογγυλεμένες.

Οποσδήποτε η αποθήκευση του αλεύρου για δυο-τρεις μήνες έχει θετική επίδραση στην ποιότητα του αν και η προσθήκη ασκορβικού οξέος και αλεύρου βύνης συνεισφέρουν στη διαδικασία της ωρίμανσης του. [10]

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1- ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΑΛΕΥΡΟΥ ΣΕ ΣΙΛΟ

• ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Αγορά αλεύρου σε οικονομική τιμή
- Ευκολία χειρισμών
- Οικονομία χρόνου
- Ελαχιστοποίηση ανάπτυξης σκόνης
- Μείωση κινδύνων από την αποθήκευση επί μακρό χρόνο του αλεύρου
- Καλύτερες συνθήκες υγιεινής αποθήκευσης
- Δεν απαιτείται η χρήση σάκων που πρέπει να πεταχτούν μετά τη χρήση τους

• ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Διαχωρισμός του αλεύρου (τα μικρά σωματίδια προσκολλώνται στα τοιχώματα των σιλό κατά το γέμισμα τους, ενώ τα μεγαλύτερα συγκεντρώνονται στο κέντρο)
- Σχηματισμός συμπυκνωμένης υγρασίας (οι δροσερές εσωτερικές επιφάνειες των σιλό προκαλούν συμπύκνωση της ήδη υφιστάμενης υγρασίας, με συνέπεια το σχηματισμό κρούστας και μυκήτων σ' αυτές τις επιφάνειες)
- Προβλήματα εκκένωσης (το αλεύρι συμπυκνώνεται και κολλάει κατά την έξοδο του από το σιλό. Ακόμα, εξαιτίας του βάρους του, συσσωρεύεται στις ενώσεις και τις καμπύλες των εσωτερικών τοιχωμάτων των σιλό)
- Καθίζηση σκόνης αλεύρου (η σκόνη που δημιουργείται κατά το γέμισμα και το άδειασμα του σιλό προσκολλάται πάνω από την επιφάνεια του αλεύρου, στα τοιχώματα)

Πηγή: [ΜΕΡΑΚΟΣ Σ., Αρτοποιία ζαχαροπλαστική αλεύρου, Πάτρα 2000]

2.5 ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΛΕΥΡΟΥ

Σε γενικές γραμμές κατά την αποθήκευση του αλεύρου θα πρέπει να προσέχουμε τα εξής:

1. Να αποφεύγονται οι ακραίες θερμοκρασίες. Μεταξύ 10⁰C και 20⁰C είναι η καλύτερη επιλογή, εφόσον και η ενζυματική αποσύνθεση αποφεύγεται και η αδρανοποίηση της μαγιάς.

2. Να αποθηκεύεται σε στεγνό και ξηρό μέρος. Η υγρασία ευνοεί την ανάπτυξη μυκήτων και μικροοργανισμών καθώς και τη δράση των ενζύμων.
3. Να αερίζεται καλά το αποθηκευμένο αλεύρο. Να τοποθετείται πάντα πάνω σε παλέτες με περιθώρια αναπνοής, αλλιώς λόγω της συμπίεσης, θα αυξηθούν η θερμοκρασία και η υγρασία με τις γνωστές αρνητικές επιπτώσεις στη διατηρησιμότητά του.
4. Να γίνεται συχνή καθαριότητα του χώρου για την αποφυγή προσέλκυσης εντόμων και τρωκτικών.
5. Να προστατεύεται από διάφορες οσμές, που μπορεί να προκληθούν από καθαριστικές ουσίες, απολυμαντικά, εντομοκτόνα, δράση μυκήτων και εντόμων.
6. Οι ποσότητες αλεύρου που αποθηκεύονται στο αρτοποιείο ή στο εργοστάσιο, θα πρέπει να είναι μέσα στα πλαίσια της συνήθους παραγωγής ενός έως έξι μηνών, για την αποφυγή συσσώρευσης ποσοτήτων, ενώ συνιστάται η χρήση συσκευών απώθησης εντόμων και τρωκτικών.
7. Τέλος θα πρέπει να προσέχουμε ώστε να καταναλώνεται πρώτα η παλαιότερη παρτίδα παραλαβής και κατόπιν η νεότερη, για να μην υπάρξει ποτέ κίνδυνος παραμονής κάποιας ποσότητας στην αποθήκη περισσότερο από το κανονικό. [10]

Ανακεφαλαίωση των πιο σημαντικών απαιτήσεων για την αποθήκευση του αλεύρου

<ul style="list-style-type: none"> • Αποθήκευση σε δροσερό μέρος 	<ul style="list-style-type: none"> - Η θερμότητα επιταχύνει την αποσύνθεση του αλεύρου μέσω ενζύμων. Οι ικανότητες ψησίματος του αλεύρου μειώνονται μετά από μικρή περίοδο αποθήκευσης. Η ψυχρή αποθήκευση οδηγεί σε δυσκολίες στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του ζυμαριού. Έτσι, αν είναι απαραίτητο, πρέπει να μονώνονται οι αποθήκες για την αποφυγή ακραίων θερμοκρασιών.
<ul style="list-style-type: none"> • Αποθήκευση σε ξηρό μέρος 	<ul style="list-style-type: none"> - Το άλευρο προσελκύει την υγρασία η οποία υποβοηθά τη δράση των ενζύμων και των μικροοργανισμών, μειώνοντας πολύ γρήγορα τις ικανότητες ψησίματος.
<ul style="list-style-type: none"> • Αποθήκευση σε καλά αεριζόμενο μέρος 	<ul style="list-style-type: none"> - Το άλευρο συμπιέζεται όταν αποθηκεύεται κάθετα σε σακιά και σιλό αυξάνοντας έτσι τη θερμοκρασία του. Γι' αυτό είναι σημαντικός ο καλός αερισμός στις αποθήκες. Τα σακιά με το άλευρο θα πρέπει να ακουμπάνε σε παλέτες τουλάχιστον 15cm από το έδαφος.
<ul style="list-style-type: none"> • Αποθήκευση σε καθαρό μέρος 	<ul style="list-style-type: none"> - Οι σκονισμένες αποθήκες υποβοηθούν την ανάπτυξη εντόμων. Τα σιλό θα πρέπει να αδειάζουν αρκετές φορές το χρόνο και να ελευθερώνονται από τα υπολείμματα αλεύρων στο πάτωμα και στους τοίχους.
<ul style="list-style-type: none"> • Προστασία από ξένες οσμές 	<ul style="list-style-type: none"> - Οι ξένες οσμές μπορεί να προέρχονται από φρέσκες μπογιές, απολυμαντικά, εντομοκτόνα, μύκητες, υλικά καθαριότητας.

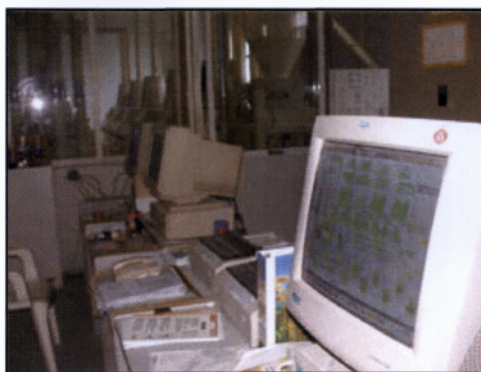
Πηγή: [ΜΕΡΑΚΟΣ Σ., Αρτοποιία ζαχαροπλαστική αλεύρου, Πάτρα 2000]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΛΕΥΡΩΝ

3.1 Γενικά για τον ποιοτικό έλεγχο των αλεύρων

Ο ποιοτικός έλεγχος μιας αλευροβιομηχανίας πρέπει να βρίσκεται σε στενή επαφή με τις βιομηχανίες παραγωγής αρτοσκευασμάτων που χρησιμοποιούν το τελικό προϊόν (αλεύρι) σαν πρώτη ύλη. Ο ποιοτικός, έλεγχος αυτών των βιομηχανιών πρέπει να προσπαθεί να εξακριβώσει τις προτιμήσεις του καταναλωτικού κοινού.

Ο ποιοτικός έλεγχος των αλευροβιομηχανιών περιλαμβάνει εξετάσεις δύο κατηγοριών. Αυτών με τις οποίες ελέγχεται η λειτουργία του μύλου και αυτών που εξετάζουν την καταλληλότητα του παραγόμενου αλεύρου για το τελικό προϊόν με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή όπως φαίνεται στην εικόνα.



Εικόνα 3.1 : Κέντρο ελέγχου αλευροβιομηχανίας

Τα τεστ της δεύτερης κατηγορίας επιλέγονται ανάλογα με το είδος του επιδιωκόμενου αλεύρου. Το αλεύρι αρτοποιίας έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά από το αλεύρι για μπισκότα. Ενώ ένα πολύ καλό αλεύρι για κέικ ίσως είναι ακατάλληλο για μπισκότα. Επίσης ενώ το ποσό της περιεχόμενης α- αμυλάσης σ' ένα αλεύρι αρτοποιίας είναι κρίσιμο συστατικό για τα άλευρα ζαχαροπλαστικής δεν έχει ανάλογη σημασία.

Το αλεύρι βιομηχανικά χρησιμοποιείται στην αρτοποιία, στην μπισκοτοποιία, στη ζαχαροπλαστική και σε ορισμένες κονσερβοποιίες.[15,16]

3.2 ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΛΕΥΡΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΡΤΟΠΟΙΗΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Το σιτάρι είναι ο μόνος δημητριακός καρπός που έχει την ικανότητα να παράγει αλεύρι κατάλληλο για την παρασκευή αρτοποιητικών προϊόντων χαμηλής πυκνότητας με λεπτές ομοιόμορφες κυτταρικές δομές και με μαλακή και ελαστική υφή. Επιπρόσθετα το αλεύρι αυτό είναι σχετικά φτηνό, θρεπτικό και μπορεί να παρασκευάσει ζύμες κατάλληλες για μηχανική επεξεργασία στα αυτόματα αρτοποιητικά μηχανήματα.

Όπως είναι γνωστό, τα διάφορα σιτάρια διαφέρουν ποιοτικά ανάλογα με τα γενετικά τους χαρακτηριστικά τις εδαφοκλιματολογικές συνθήκες καλλιέργειας τους και τις συνθήκες επεξεργασίας τους κατά τη διάρκεια της συγκομιδής και μετά τη συγκομιδή. Είναι επίσης γνωστό ότι το σιτάρι μετατρέπεται σε αλεύρι με ένα συνδυασμό διεργασιών αλέσεως και διαχωρισμών.

Το αλεύρι αντιπροσωπεύει συνήθως ποσοστό 70-80% του συνολικού βάρους του καθαρού σιταριού από το οποίο προέρχεται. Το ακριβές ποσοστό εξαρτάται από τον τύπο του σιταριού τις συνθήκες αλέσεως.

Η δύναμη είναι ένας μάλλον ασαφής όρος, με τον οποίο καθορίζεται γενικά η ικανότητα ενός αλεύρου να παρασκευάζει μια ανθεκτική ελαστική ζύμη και ένα αρτοσκεύασμα χαμηλής πυκνότητας με λεπτή ομοιόμορφη δομή. Εξαρτάται κυρίως από την ποσότητα και τον τύπο των πρωτεϊνών που υπάρχουν στο αλεύρι. Διαφορετική είναι η δύναμη της γλουτένης από σιτάρι σε σιτάρι. Η δύναμη δεν είναι πάντοτε ένα προσόν. Το δυνατό αλεύρι δεν συνιστάται για όλες τις χρήσεις [17].

3.3 ΔΥΝΑΜΗ ΑΛΕΥΡΩΝ

Ο όρος δύναμη αλεύρου καθορίζεται δύσκολα. Αναφέρεται στην ικανότητα του αλεύρου να σχηματίζει ζυμάρι και στη συνέχεια ψωμί. Αν το παραγόμενο ψωμί έχει μεγάλο ποσοστό υγρασίας, μεγάλη διόγκωση και ικανοποιητική εμφάνιση και δομή, το αλεύρι έχει καλές αρτοποιητικές

ικανότητες και χαρακτηρίζεται δυνατό, ενώ αν έχει μικρή απόδοση, μικρή διόγκωση και κακή δομή και εμφάνιση, χαρακτηρίζεται αδύνατο και είναι ακατάλληλο για αρτοποιήση. [4,7]

Ένα αλεύρι θα μας δώσει καλό ψωμί αν έχει τις εξής προϋποθέσεις:

- 1) Να έχει από την αρχή αρκετά απλά ζάχαρα και διαστατική ικανότητα για σχηματισμό νέων ζαχάρων κατά την ωρίμανση του ζυμαριού, για να είναι επαρκής η ποσότητα των αρτοποιητικών αερίων που σχηματίζονται.
- 2) Να έχει καλή ποιότητα και ποσότητα γλουτένης για να κατακρατήσει αρκετά αέρια. Το δε ζυμάρι να τοποθετηθεί στον κλίβανο, τη στιγμή που είναι ώριμο, ο κλίβανος να έχει τις σωστές συνθήκες και η διάρκεια κλιβανισμού να είναι η ενδεδειγμένη.

Η δύναμη σχετίζεται άμεσα με την ποιότητα και την ποσότητα της γλουτένης. Ο Osborne από το τέλος του περασμένου αιώνα βρήκε ότι η γλουτένη αποτελείται από δυο πρωτεΐνες. Τη γλοιαδίνη και τη γλουτενίνη. Για το σχηματισμό γλουτένης, είναι απαραίτητη η συμμετοχή και των δυο. Η μεν γλουτενίνη προσδίδει στερεότητα στη γλουτένη, η δε γλοιαδίνη που είναι μαλακιά και κολλώδης έχει μεγάλη τάση για δεσμούς. Η γλοιαδίνη κατά την έκπλυση του ζυμαριού με νερό συγκρατεί τη γλουτενίνη και δεν απομακρύνεται. Τα μισά περίπου αμινοξέα της γλοιαδίνης έχουν στην πλευρική αλυσίδα αμιδιομάδες οι οποίες δημιουργούν δεσμούς υδρογόνου μεταξύ τους και συνδέουν τα μόρια των πρωτεϊνών δίνοντας τη χαρακτηριστική κολλώδη υφή της γλοιαδίνης. Η παρουσία λιπών στο ζυμάρι διευκολύνει την καλύτερη ανάπτυξη της γλουτένης, γιατί δρουν σαν λιπαντικά. [11]

Οι πρωτεΐνες του αλεύρου είναι κολλοειδείς ενώσεις και αυτό έχει πρωταρχική σημασία στις αρτοποιητικές ιδιότητες του. Η ποιότητα της γλουτένης έχει άμεση σχέση με τη δύναμη ενυδάτωσης των πρωτεϊνών και το σχηματισμό κολλοειδούς συστήματος. Η ικανότητα ενυδάτωσης επηρεάζεται έντονα και ευνοϊκά με σωστή υγροθερμική κατεργασία του σιταριού.

Η γλουτένη σχηματίζει ένα τρισδιάστατο πλέγμα στο ζυμάρι που συγκρατεί και τους αμυλόκοκκους. Η δύναμη του αλεύρου εξαρτάται από το ποσοστό γλουτένης ανά μονάδα ζυμαριού και από τη δύναμη ενυδάτωσής της. Αν το ποσοστό γλουτένης είναι μικρό και η ενυδάτωση μικρή τότε και η αρτοποιητική ικανότητα του ζυμαριού θα είναι χαμηλή και αντίθετα. Πάντως η μεγάλη δύναμη ενυδάτωσης, αναπληρώνει το τυχόν μικρό ποσοστό γλουτένης στο ζυμάρι.

Κατά την έκπλυση του ζυμαριού με νερό οι αμυλόκοκκοι απομακρύνονται και σχηματίζεται η γνωστή φαιά και ελαστική μάζα: η γλουτένη. Γλουτένη είναι τα αδιάλυτα στο νερό λευκώματα του αλεύρου που πήζουν. Το πήξιμο των λευκωμάτων προς σχηματισμό γλουτένης οφείλεται σ'ένα μύκητα της στοιβάδας της αλευρόνης που κατά την ανάμειξη νερού με αλεύρι, εκκρίνει ένα ένζυμο τη γλουτενάση που προκαλεί το πήξιμο. Η γλουτενάση εκκρίνεται σε θερμοκρασία μεταξύ 15-20⁰ C. Οι πρωτεΐνες της γλουτένης αποτελούν περίπου το 80% του πρωτεϊνικού περιεχομένου του αλεύρου. [4]

3.4 ΞΗΡΗ ΓΛΟΥΤΕΝΗ

Το 70% της γλουτένης είναι νερό. Με ξήρανση στους 105⁰C μέχρι σταθερού βάρους παίρνουμε την ξηρή γλουτένη. Η χημική σύσταση της είναι συνήθως:

- 1) Πρωτεΐνες: Περίπου 80%, κυρίως γλουτενίνη και γλοιαδίνη σε αναλογία 1:3
- 2) Άμυλο: Περίπου 10%, μικροί αμυλόκοκκοι προσροφημένοι από τις πρωτεΐνες.
- 3) Λίπη: 5-10%. Ενωμένα φυσικοχημικά με τις πρωτεΐνες.
- 4) Ανόργανα άλατα :1-2%

Η ξηρή γλουτένη προστίθεται πολλές φορές στους μύλους ή και στα αρτοποιεία για την ενίσχυση αδυνάτων αλεύρων ή συνηθέστερα για τη δημιουργία ιδιαίτερα δυνατών αλεύρων.[7]

3.4.1 Αξιολόγηση της γλουτένης

Για τον έλεγχο της ποιότητας της γλουτένης χρησιμοποιούνται τα εξής κριτήρια:

- 1) Το χρώμα. Καλύτερης ποιότητας είναι οι ανοιχτόχρωμες γλουτένες.
- 2) Η όψη. Η καλή γλουτένη είναι γυαλιστερή ενώ η κακής ποιότητας δεν είναι.
- 3) Η ελαστικότητα. Αυτή εξαρτάται από την αντοχή και την εκτατότητα. Αντοχή του ζυμαριού είναι η αντίσταση που προβάλλει, για να διατηρήσει το σχήμα του, ενώ εκτατότητα είναι η ικανότητα του να επιμηκυνθεί.

Το ζυμάρι που έχει γλουτένη με μεγάλη αντοχή και εκτατότητα έχει μεγάλη ελαστικότητα και δίνει καλής ποιότητας ψωμί. Το ζυμάρι που έχει γλουτένη με μικρή αντοχή και εκτατότητα δίνει ψωμί συμπαγές. Ζυμάρι με μεγάλη εκτατότητα και μηδενική αντοχή είναι ακατάλληλο για αρτοποιήση, ενώ με μεγάλη εκτατότητα και μικρή αντοχή ή αντίθετα, δίνει ψωμί λίγο φουσκωμένο. [4,8]

Κατά τη διάρκεια του ψησίματος η γλουτένη έχει κάποιες ιδιότητες όπως:

- 1) Ότι είναι αδιάλυτη στο νερό.
- 2) Ότι διογκώνεται με αποτέλεσμα να αποκτά συνδεδετικές ιδιότητες, να γίνεται ελαστική και να μπορεί να συγκρατεί αέρια.
- 3) Ότι όταν θερμανθεί πήζει.

Επίσης η γλουτένη έχει και κάποιες επιδράσεις κατά τη διαδικασία του ψησίματος όπως:

- 1) Απορροφά νερό διπλάσιο του βάρους της.
- 2) Δίνει στο ζυμάρι συνεκτικότητα.
- 3) Κάνει το ζυμάρι ελαστικό και σφιχτό.
- 4) Κάνει το ζυμάρι πιο ελαφρύ, συγκρατώντας τα αέρια της ζύμωσης.
- 5) Στερεοποιεί τη δομή με το ψήσιμο. [9]

Έχει βρεθεί ότι η δύναμη ενυδάτωσης του ζυμαριού και κατ' επέκταση οι φυσικές του ιδιότητες, επηρεάζεται από το pH του ζυμαριού και από την παρουσία και δράση των πρωτεολυτικών ενζύμων.

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει τις ιδιότητες του ζυμαριού είναι το δυναμικό οξειδοαναγωγής (rh). Αυτό κυμαίνεται από 0 μέχρι 42. Οι τιμές από 0-15 αντιστοιχούν σε πολύ αναγωγικά ζυμάρια, ενώ από 25-42 αντιστοιχούν σε πολύ οξειδωτικές ιδιότητες. Συνήθως η μέτρηση του rh γίνεται με τη βοήθεια κατάλληλης σειράς δεικτών. Το εξεταζόμενο ζυμάρι διαλυτοποιείται και στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε ρυθμιστικό διάλυμα. Η εξέταση γίνεται σε ατμόσφαιρα αζώτου ή σε κενό. Συνήθως οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 15-20. Στην αρχή το rh είναι 18-20, ενώ πέφτει γύρω στο 15 μετά από ωρίμανση 3-4 ωρών. Η παρουσία βελτιωτικών ουσιών αυξάνει την τιμή του rh. Έχει ότι ένας σημαντικός παράγοντας για το rh, είναι το σουλφυδρυλικό σύστημα. Το σύστημα αυτό επηρεάζει την έκταση της δραστηριότητας των πρωτεολυτικών ενζύμων.[14]

Οι μεταβολές στις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού και ειδικότερα στην ωρίμανση και την αύξηση της δύναμης συνδέονται με το είδος και τον αριθμό των σουλφυδρυλικών ομάδων. Έχει διαπιστωθεί ότι έχουμε τα καλύτερα αποτελέσματα όταν ενώνονται μεταξύ τους τα μισά σουλφιδρύλια και σχηματίζουν δισουλφιδικές ομάδες. Οι μισές περίπου σουλφιδρυλομάδες βρίσκονται στις υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες του ζυμαριού (Π_1) και οι άλλες μισές στη γλουτένη (Π_2). Οι δισουλφιδικές ομάδες της γλουτένης (Π_2 -S-S- Π_2) επηρεάζουν καθοριστικά τη δύναμη του ζυμαριού. Αντίθετα οι δισουλφιδικές ομάδες Π_1 -S-S- Π_1 ή Π_1 -S-S- Π_2 δεν ασκούν καμία επίδραση.

Από έρευνες βρέθηκε ότι όταν το pH του ζυμαριού έχει τιμή ανάμεσα στις τιμές των ισοηλεκτρικών σημείων της γλοιαδίνης και της γλουτένης, η γλοιαδίνη έχει θετικό ηλεκτρικό φορτίο, ενώ η γλουτενίνη αρνητικό. Αντίθετα σε pH, έξω από τις τιμές των ισοηλεκτρικών σημείων, έχουν ομώνυμα φορτία. Η συνοχή της γλουτένης ποικίλλει και εξαρτάται από την έκταση των εσωτερικών δυνάμεων, που επηρεάζεται από το μέγεθος των φορτίων των δύο κύριων συστατικών της. Ακόμα βρέθηκε ότι σε pH 6,1 αναπτύσσονται οι

ισχυρότεροι εσωτερικοί δεσμοί και ότι οι φυσικές ιδιότητες της γλουτένης επηρεάζονται και από την αναλογία γλοιαδίνης προς γλουτενίνη [4,19].

Οι ιδιότητες της γλουτένης επηρεάζονται από κάποιους παράγοντες όπως:

- 1) Την προσθήκη αλατιού. Συνήθεις ποσότητες κάνουν την γλουτένη πιο στερεή και το ζυμάρι ελαστικό, ενώ μεγαλύτερες ποσότητες αλατιού επηρεάζουν αρνητικά τη διόγκωσή της.
- 2) Την προσθήκη λίπους: Μικρή αύξηση του λίπους κάνει την γλουτένη πιο ελαστική και το ζυμάρι απαλό, ενώ μεγαλύτερες ποσότητες το 'καθίζουν'.
- 3) Την χρήση πρόσθετων αρτοποιίας. Από αυτά τα πρόσθετα το ασκορβικό οξύ σταθεροποιεί τη γλουτένη των αδύναμων αλεύρων, οι πρωτεάσες και τα αμινοξέα ταιριάζουν σε δυνατά άλευρα και τα πρόσθετα με γαλακτωματοποιητές βελτιώνουν τη γλουτένη.

Το ζυμάρι έχει τις ιδιότητες των υγρών και τείνει βαθμιαία να αποκτήσει το σχήμα του δοχείου που θα τοποθετηθεί και τις ιδιότητες των στερεών και τείνει να επανέλθει στην αρχική θέση, αν τεντωθεί και ύστερα αφηθεί. Για αυτό αν επιμηκυνθεί ένα ζυμάρι για μερικά δευτερόλεπτα και αφηθεί, δεν επανέρχεται στην αρχική του θέση γιατί το ιξώδες του δρα ανταγωνιστικά προς την ελαστικότητα και την παρεμποδίζει.

Ο συντελεστής ελαστικότητας και το ιξώδες έχουν πολύ μεγάλη σημασία στις αρτοποιητικές ικανότητες. Δεν είναι σταθερά αλλά επηρεάζονται από το βαθμό καταπόνησης του ζυμαριού, τη θερμοκρασία του και την περιεκτικότητα του σε νερό.

Ακόμα βρέθηκε ότι όλα τα ζυμάρια, όταν έχουν την κανονική απορρόφηση νερού δείχνουν όμοιες τιμές συντελεστή ελαστικότητας, ενώ τα ιξώδη διαφέρουν αρκετά.

Τα παραπάνω πειράματα οδήγησαν τους Halton και Scott-Blair στο συμπέρασμα ότι ο λόγος του ιξώδους (h) προς τον συντελεστή ελαστικότητας (N) που χαρακτηρίζεται ως χρόνος ανάπαυσης, είναι πρωταρχικής σημασίας για την αρτοποιητική αξία του αλεύρου και είναι ανάλογη προς την τιμή του

λόγου. Συνεπώς ο συντελεστής ιξώδους πρέπει να έχει μεγάλη τιμή. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης αμφότερα (H και N) ελαττώνονται, όμως το ιξώδες φθίνει γρηγορότερα με αποτέλεσμα να φθίνει και ο χρόνος ανάπαυσης. [15,5]

Ο χρόνος ανάπαυσης αξιολογείται καλύτερα στην εξέταση των αλεύρων σε συνδυασμό με την ευθραυστότητα που ορίζεται σαν την τάση του ζυμαριού να σχίζεται και η οποία επηρεάζεται από το δομικό ιξώδες, που χαρακτηρίζεται σαν ο λόγος πτώσης του ιξώδους κάτω από την επίδραση της αυξανόμενης τάσης.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι, για να πάρουμε καλό ψωμί πρέπει να προσθέσουμε νερό για να προκύψει κατάλληλος συντελεστής ελαστικότητας και ακόμα το ζυμάρι να έχει μεγάλο ιξώδες για να δίνει μεγάλο χρόνο ανάπαυσης και το δομικό ιξώδες να μην είναι πολύ μεγάλο.[2]

3.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΞΗΡΗΣ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι παρασκευής ξηρής γλουτένης. Σ' όλες τις μεθόδους μέγιστη σημασία έχει η φάση της ξήρανσης της λαμβανόμενης γλουτένης. Έτσι λοιπόν θα πρέπει να ελέγχονται αυστηρά οι παράγοντες θερμοκρασίας και χρόνος ξηράνσεως, ώστε η γλουτένη να παραμείνει ζωντανή, δηλαδή να μη χάσει την ικανότητα απορροφήσεως νερού και σχηματισμού της γνώσης ελαστικής και πλαστικής μάζας. [5]

Συγκεκριμένα υπάρχουν 3 μέθοδοι παρασκευής ξηρής γλουτένης:

- 1) Μέθοδος Martin
- 2) Μέθοδος της άμεσης φυγοκέντρισης
- 3) Αλκαλική μέθοδος

3.5.1 Μέθοδος MARTIN

Με τη μέθοδο αυτή η παραλαβή της γλουτένης γίνεται, όπως και στη μέθοδο προσδιορισμού της. Στο αλεύρι προστίθεται υπό συνεχή ανάμιξη και μάλαξη, νερό, περίπου 40 μέχρι 60% του βάρους του αλεύρου. Το ζυμάρι παραμένει σε ηρεμία για λίγα λεπτά, και μετά εκπλένεται με συνεχή μάλαξη σε

μηχανικό ζυμωτήριο. Η ξήρανση της υγρής γλουτένης που λαμβάνεται μπορεί να γίνει με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- Αναμιγνύεται με ξηρή γλουτένη για να σφίξει, κόβεται σε μικρά κομματάκια και ξηραίνεται με την τεχνική του θερμού ρεύματος αέρα.
- Διασπείρεται σε υδατικό διάλυμα 10% οξικού οξέος ή αμμωνίας και ακολούθως ξηραίνεται με την τεχνική της εκνεφώσεως.
- Ξήρανση με την τεχνική του τυμπάνου.[4]

3.5.2 Μέθοδος της άμεσης φυγοκέντρωσης

Σύμφωνα με αυτή γίνεται καλή διασπορά του αλεύρου σε νερό χωρίς σχηματισμό γλουτένης. Έτσι με φυγοκέντρωση απομακρύνεται το άμυλο από το αιώρημα, ενώ η πρωτεΐνη παραμένει σε αιώρηση. Η σχέση νερού-αλεύρου έχει μεγάλη σημασία για την επιτυχή εφαρμογή αυτής της τεχνικής. Αναφέρεται ότι για τα πλούσια σε πρωτεΐνη ημίσκληρα αλεύρια, η σχέση μπορεί να φτάσει στο 1:8:1 (κατά βάρος), ενώ για τα φτωχά σε πρωτεΐνη στο 1:1. Η θερμοκρασία του αιωρήματος διατηρείται μικρότερη από 35⁰ C, για να παρεμποδιστεί ο σχηματισμός θρόμβων γλουτένης.

Μετά τον φυγοκεντρικό διαχωρισμό του αμύλου, ακολουθεί ανάδευση του αιωρήματος για λίγα λεπτά σε δεξαμενή για την κοκκίδωση των σωματιδίων της γλουτένης προς μεγαλύτερα. Ακολουθεί διήθηση από δονούμενο κόσκινο. Η παραλαμβανόμενη από το επάνω μέρος του κοσκίνου γλουτένη προκαλεί την απομάκρυνση της περίσσειας νερού. Στη συνέχεια αναμιγνύεται με ίση περίπου ποσότητα ξηρής γλουτένης. Το προϊόν βγαίνει με τη μορφή «τραχανά», οπότε, μετά είναι εύκολη η ξήρανση του σε ρεύμα θερμού αέρα. [5]

3.5.3 Αλκαλική μέθοδος

Με τη μέθοδο αυτή ένα μέρος του αλεύρου διασπείρεται σε 4.5 μέχρι 5 μέρη υδροξειδίου του αμμωνίου 0,2M και κατεργάζεται έντονα σε μαχαιρωτό μίξερ. Ακολουθεί φυγοκέντρωση του αμύλου ενώ η πρωτεΐνη που παραμένει

διαλυμένη στο αλκαλικό διάλυμα, παραλαμβάνεται από αυτό με την τεχνική ξήρανσης της εκνεφώσεως. Η αμμωνία με την τεχνική αυτή απομακρύνεται από το τελικό προϊόν του οποίου η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη φτάνει στο 70-80%. [4]

3.6 ΛΕΥΚΑΝΣΗ ΤΟΥ ΑΛΕΥΡΟΥ

Είναι γνωστό ότι τα αλεύρια που αρτοποιούνται 1-2 μήνες μετά την άλεση τους, έχουν καλύτερες αρτοποιητικές ιδιότητες από τα φρεσκοαλεσμένα. Ακόμα το κιτρινωπό χρώμα των φρεσκοαλεσμένων αλεύρων, που οφείλεται στις χρωστικές ουσίες του ενδοσπερμίου ξεθωριάζει όσο παλιώνουν και οι καταναλωτές προτιμούν το ψωμί με άσπρη ψίχα, παρά με κιτρινωπή. Το χρώμα των αλεύρων αποτελεί κριτήριο ποιότητας, φρεσκότητας και βαθμού άλεσης. Όσο μεγαλύτερο είναι το τράβηγμα τόσο πιο μουντό είναι το αλεύρι και στη συνέχεια τα παραγόμενα αρτοσκευάσματα. Όσο πιο λεπτοαλεσμένο είναι το αλεύρι και με μικρότερο ποσοστό υγρασίας, τόσο πιο φωτεινό γίνεται. Σε όλες τις αλευροβιομηχανίες καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια για να παράγονται λευκά αλεύρια, χωρίς στίγματα πίτουρων που προσδίδουν μουντό χρώμα.[7,8,5]

Τεχνητή λεύκανση μπορεί να γίνει με χρήση λευκαντικών ουσιών. Οι ουσίες αυτές πρέπει να είναι εντελώς αβλαβείς. Στην Ελλάδα επιτρέπεται, μόνο η χρήση όζοντος.

Το χρώμα και η μουντότητα των αλεύρων μπορούν να μετρηθούν με μεγάλη ταχύτητα και ακρίβεια χρησιμοποιώντας ειδικές συσκευές, όπως το χρωματόμετρο Kent-Jones και Martin, που προσδιορίζουν την αντανάκλαση του φωτός που προσπίπτει σε μείγμα αλεύρου-νερού[5].

3.7 ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΛΕΥΡΟΥ

Η αρτοποιητική ικανότητα των φρεσκοαλεσμένων αλεύρων βελτιώνεται, επίσης, κατά την παραμονή τους για 1-2 μήνες γιατί καλύτερεύει

η γλουτένη. Η βελτίωση επιταχύνεται, όταν το αλεύρι είναι εκτεθειμένο στον αέρα. Έχουμε μεγαλύτερη βελτίωση αν προσθέσουμε πολύ μικρή ποσότητα αντιοξειδωτικών ουσιών που είναι γνωστά σαν βελτιωτικά αλεύρων. Στη χώρα μας επιτρέπεται η χρήση μόνο του ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C). Ο τρόπος δράσης των βελτιωτικών παραμένει αδιευκρίνιστος. Μάλλον οφείλεται στην οξείδωση των πρωτεϊνών της γλουτένης και τον σχηματισμό δεσμών μεταξύ διαφορετικών πρωτεϊνικών μορίων ή ενδομοριακά. Για τη βελτίωση των ρεολογικών ιδιοτήτων των αλεύρων επιτρέπεται και η προσθήκη κιτρικού ή τρυγικού οξέος μαζί με το ασκορβικό. Η προσθήκη αναγωγικών ουσιών στο αλεύρι προκαλεί στη γλουτένη αντίθετη μεταβολή. Αυτές σπάνε τους δισουλφιδικούς δεσμούς και σχηματίζουν σουλφυδρυλομάδες. Τέτοιες ουσίες είναι το NaHSO_3 και η κυστεΐνη.

Οι αναγωγικές ουσίες χρησιμοποιούνται όταν θέλουμε να αδυνατίσουμε ένα πολύ δυνατό αλεύρι για να γίνει κατάλληλο για αρτοποιήση ή ένα κοινό για να ταιριάζει στην παραγωγή μπισκότων. [4]

Τα βελτιωτικά λόγω της οξειδωτικής τους δράσης στα καροτινοειδή, λειτουργούν και σαν λευκαντικά και το αντίθετο. Η άριστη ποσότητα που πρέπει να προστεθεί το βελτιωτικό στο αλεύρι, βρίσκονται με τη λήψη εξτενσιογραφημάτων ή φαρινογραφημάτων ή τεστ αρτοποιήσης σε διάφορες δόσεις.

Μεταξύ των πιθανών μηχανισμών που δρουν τα βελτιωτικά είναι:

- 1) Η κατευθείαν δράση τους στη γλουτένη.
- 2) Η οξείδωση των αναγωγικών ουσιών, που περιέχονται στο ζυμάρι.
- 3) Η παρεμπόδιση της πρωτεολυτικής δράσης με επίδραση στα πρωτεολυτικά ένζυμα ή στα υποστρώματά τους.

Τα διάφορα λευκαντικά και βελτιωτικά που χρησιμοποιούνται σε άλλες χώρες είναι με μορφή σκόνης ή αέρια. Συνήθως υπάρχουν νομοθετημένα ανώτατα όρια, τα οποία είναι διαφορετικά για το ψωμί και τα άλλα αρτοσκευάσματα.

Μερικά από τα βελτιωτικά που χρησιμοποιούνται είναι: 1. ασκορβικό οξύ, 2. βρωμικό κάλιο, 3. φωσφορικό μονοασβέστιο, 4. υπερθειϊκό κάλιο και αμμώνιο, 5. διοξειδίο του χλωρίου, 6. υπεροξειδίο της ακετόνης. [5,7]

3.7.1 Ασκορβικό οξύ

Είναι λευκή σκόνη και αναγωγική ουσία. Είναι το μοναδικό αναγνωρισμένο βελτιωτικό που δεν είναι οξειδωτική ουσία. Στις κλασσικές μεθόδους αρτοποιίας προστίθεται σε αναλογία 10-20ppm, ενώ στις μεθόδους ατροποίησης Chorleywood και Do-Maker χρειάζεται πολύ περισσότερο 60-150ppm. [4]

3.7.2 Βρωμικό κάλιο

Είναι σκόνη και μολονότι είναι ύποπτο καρκινογένεσης, είναι το περισσότερο χρησιμοποιούμενο βελτιωτικό. Προστίθεται συνήθως σε μορφή μείγματος με ανθρακικό ασβέστιο και μαγνήσιο και θειικό ασβέστιο. Μερικά άλευρα έχουν καλύτερη βελτίωση ανάλογα με τη φυσική κατάσταση της γλουτένης τους. [4]

3.7.3. Φωσφορικό μονοασβέστιο

Η ουσία αυτή ήταν από τις πρώτες που χρησιμοποιήθηκαν, για τη βελτίωση των αλεύρων, σε αναλογία μισό κιλό ανά σακί αλεύρου. Η παρουσία της κάνει το ζυμάρι σφιχτότερο, αυξάνει την απορρόφηση νερού και βελτιώνει τη δομή της ψίχας. [4]

3.7.4. Υπερθειϊκό κάλιο

Τα υπερθειϊκά άλατα άρχισαν να χρησιμοποιούνται στην αρτοποιία από το 1910. Προστίθενται σε δόσεις γύρω στα 50ppm. Βελτιώνουν την ελαστικότητα και την σταθερότητα του ζυμαριού και προσδίδουν στην ψίχα ευχάριστη και μεταξένια δομή. Μέσα στο ζυμάρι διασπώνται γρήγορα και ελευθερώνουν οξυγόνο, ενώ δεν εμφανίζουν λευκαντικές ιδιότητες. [4,5]

3.7.5 Διοξείδιο του χλωρίου

Είναι αέριο και εμφανίζει βελτιωτικές και λευκαντικές ιδιότητες. Θεωρήθηκε επικίνδυνο για την υγεία, όμως οι πολυάριθμες έρευνες που ακολούθησαν, δεν έδειξαν καμία αρνητική επίπτωση. Ο περισσότερος διαδεδομένος τρόπος λήψης είναι με τη μέθοδο Dyox. Διαβιβάζουμε ορισμένη ποσότητα χλωρίου, δια μέσου διαλύματος χλωριώδους νατρίου. Το διοξείδιο του χλωρίου χρησιμοποιείται και με την ένυδρη μορφή, που μετακινείται και φυλάσσεται σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Δίνει καλύτερα αποτελέσματα, όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με υπερθειικά ή με βρωμικά, ενώ όταν χρειάζεται πρόσθετη προσθήκη λευκαντικών συνδυάζεται με σκόνη βενζοϋλοϋπεροξειδίου. [4]

3.7.6 Υπεροξείδιο της ακετόνης

Λειτουργεί σαν βελτιωτικό και λευκαντικό. Σχηματίζεται κατά την αντίδραση ακετόνης και υπεροξειδίου του υδρογόνου χρησιμοποιείται με μορφή σκόνης, σε μείγμα με άμυλο καλαμποκιού και ίχνη φωσφορικού ασβεστίου που παρεμποδίζει την τάση του για ρευστοποίηση. Εμπορικά είναι γνωστό σαν Keetox. Είναι ιδιαίτερα κατάλληλο στις τεχνικές Chorleywood, όπου αυξάνει την ανοχή στην κρίσιμη καταπόνηση. [4]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΛΕΥΡΩΝ

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χημική σύσταση του αλεύρου καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τις τεχνολογικές ιδιότητες του και τη θρεπτική του αξία. Η αναλογία των συστατικών εξαρτάται κυρίως από τη χημική σύσταση του καρπού και το βαθμό αλέσεως. Η χημική σύσταση διαφόρων κατηγοριών αλεύρου που προέρχονται από ένα σιτάρι με γνωστή σύσταση διαφέρει. Αυτό συμβαίνει διότι διάφορα τμήματα του καρπού, τα οποία διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη χημική τους σύσταση, εισέρχονται στα άλευρα κατά τη διάρκεια της αλέσεως [5].

4.2 ΥΓΡΑΣΙΑ

Υγρασία καλείται η ποσότητα του νερού που περιέχεται στον κόκκο του σιτηρού και εκφράζεται επί τοις εκατό του συνολικού βάρους ή επί τοις εκατό της χωρίς υγρασίας μάζας του κόκκου.

Η σημασία της υγρασίας των σιτηρών είναι μεγάλη:

- 1- Από οικονομική άποψη. Αν αγοράσουμε μια παρτίδα 100 τόννων σιτηρού με υγρασία 15%, αντί για 11% σημαίνει ότι θα πληρώσουμε 4 τόννους νερό με τιμή σιταριού.
- 2- Χρειάζεται μεγαλύτερος χώρος για τη μεταφορά και αποθήκευση υγρού σιταριού.
- 3- Είναι δυσκολότερη η ροή του υγρού σιταριού κατά τις μετακινήσεις.
- 4- Αν η υγρασία υπερβαίνει ένα ορισμένο όριο για κάθε είδος σιταριού, διατρέχει πολλούς κινδύνους αλλοιώσεων τόσο από μικροβιολογικές και εντομολογικές προσβολές όσο και από φυσικοχημικές μεταβολές των συστατικών του.
- 5- Αν η υγρασία είναι πολύ χαμηλή οι κόκκοι σπάζουν πολύ εύκολα κατά τις μετακινήσεις και έχουμε πολλές απώλειες κατά τις διεργασίες της άλεσης [5].

Το νερό που εμπεριέχεται στα σιτηρά μπορεί να ταξινομηθεί σε τρεις κατηγορίες:

- 1) Απορροφημένο νερό. Αυτό βρίσκεται στους πόρους και τα διάκενα του κόκκου και συγκρατείται με τριχοειδείς δυνάμεις. Διατηρεί τις ιδιότητες του ελεύθερου νερού, χωρίς να δημιουργεί δεσμούς με τα συστατικά του κόκκου.
- 2) Χημικά ενωμένο νερό. Αυτό είναι δομικό συστατικό των χημικών ενώσεων του κόκκου. Είναι ενωμένο με πολύ ισχυρούς δεσμούς και αποσπάται με χημική δράση ή με έντονη θέρμανση, οπότε μεταβάλλεται και η χημική σύσταση του κόκκου.
- 3) Φυσικοχημικά ενωμένο νερό. Αυτό συγκρατείται με δυνάμεις συνάφειας που δημιουργεί με τα μόρια των άλλων συστατικών του κόκκου.

Η παρουσία υψηλού ποσοστού στο αλεύρι έχει αρνητικές επιδράσεις όπως:

- 1) Την τάση δημιουργίας συσσωματωμάτων.
- 2) Την ανάπτυξη μυκήτων με αποτέλεσμα την μεταφορά χαρακτηριστικής οσμής και γεύσης στο τελικό προϊόν.
- 3) Την προσέλκυση εντόμων οπότε επιμολύνετε το άλευρο.
- 4) Την υποβοήθηση της δράσης των ήδη υφισταμένων ενζύμων με αποτέλεσμα την αποσύνθεση του αλεύρου.

Έτσι λοιπόν από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι αλεύρι με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία υποβαθμίζεται γρήγορα. Αυτό συμβαίνει γιατί το ελεύθερο νερό που περιέχει ενεργοποιεί τα ένζυμα του αλεύρου και επιπρόσθετα διευκολύνει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.

Αντίθετα αποθήκευση πολύ ξηρού αλεύρου επιταχύνει την τάγγιση του λίπους. Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε υγρασία εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε υγρασία του σιταριού κατά την άφιξη στο μύλο, από την έκπλυση και διύγρανσή του, από εξάτμιση κατά τη διάρκεια της αλέσεως και από τις συνθήκες αποθηκεύσεως (μεγάλη σχετική υγρασία της αποθήκης αυξάνει την υγρασία του αλεύρου).[4,6]

4.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Υπάρχουν πολλοί τρόποι προσδιορισμού της υγρασίας. Οι διάφοροι μέθοδοι συνήθως δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα για το ίδιο δείγμα. Συνήθως ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

- 1- **Βασικές μέθοδοι.** Αυτές είναι σχετικά ακριβείς και έχουν επαναληψιμότητα, αλλά έχουν το μειονέκτημα ότι διαρκούν πολύ. Σε αυτές έχουμε τη μέθοδο ξήρανσης με κλίβανο, με τη συσκευή Brabender και τη μέθοδο Karl Fischer.
- 2- **Ηλεκτρικές μέθοδοι.** Βασίζονται στις ηλεκτρικές και διηλεκτρικές μεθόδους. Είναι πολύ γρήγορες και απλές, αλλά έχουν μικρή ακρίβεια και επαναληψιμότητα. Σε αυτές περιλαμβάνονται οι μετρητές αγωγιμότητας και οι μετρητές διαπερατότητας.
- 3- **Πρακτικές μέθοδοι.** Η βαθμονόμηση τους γίνεται σε σχέση με τις βασικές μεθόδους. Είναι πολύ γρήγορες αλλά με μικρή ακρίβεια και επαναληψιμότητα[2,5].

4.3.1 Μέθοδοι ξήρανσης με κλίβανο

Είναι οι πλέον αναγνωρισμένες μέθοδοι. Βασίζονται στην ξήρανση με θέρμανση γνωστού βάρους αλέσματος του εξεταζόμενου σιτηρού. Η υγρασία υπολογίζεται από το χαμένο βάρος με απλή μέθοδο των τριών και είναι επί υγρής βάσης. Τα αποτελέσματα εξαρτώνται από το βαθμό άλεσης του δείγματος, το χρόνο ξήρανσης, τη θερμοκρασία και την ατμοσφαιρική πίεση.

Η ξήρανση γίνεται σε θερμοκρασία 100-105⁰C για αρκετές ώρες (6 περίπου) μέχρι να αποκτήσει σταθερό βάρος ή στους 130⁰C για 1-2 ώρες. Οι νέοι τύποι κλιβάνων έχουν ενσωματωμένο ζυγό για αυτόματη ζύγιση και δίνουν αυτόματα τα αποτελέσματα σε υγρασία επί τοις %. Η ξήρανση γίνεται στους 130⁰C. [4]

4.3.2 Προσδιορισμός υγρασίας με τη συσκευή BRABENDER

Πρόκειται για ταχεία μέθοδο κλιβάνου. Η συσκευή έχει ενσωματωμένο ζυγό για την αυτόματη ζύγιση του δείγματος μετά την ξήρανση, χωρίς να μετακινηθεί το δείγμα. Κατά τη ζύγιση η επί τοις % περιεκτικότητα σε υγρασία διαβάζεται στη φωτεινή κλίμακα που έχει υποδιαιρέσεις 0,1%. Η συσκευή έχει δυνατότητα για ταυτόχρονη εξέταση δέκα δειγμάτων. Τα εξεταζόμενα δείγματα θερμαίνονται στους 130⁰C για μια ώρα. Η υγρασία που εξατμίζεται απομακρύνεται με εξαερισμό. [1,4]

4.3.3 Μέθοδος KARL FISCHER

Το δείγμα του εξεταζόμενου σιτηρού υποβάλλεται σε πολύ λεπτή άλεση και η υγρασία παραλαμβάνεται με άνυδρη μεθυλική αλκοόλη. Κατόπιν προσδιορίζουμε την υγρασία ογκομετρώντας το εκχύλισμα με το αντιδραστήριο Karl Fischer όπου το νερό αντιδρά με I₂ παρουσία SO₂ και πυριδίνης και σχηματίζεται HI και H₂SO₄. το τελικό σημείο φαίνεται από την αλλαγή του καφέ χρώματος σε κόκκινο-πορτοκαλί που μεταπίπτει σε φωτεινό κίτρινο. Επίσης μπορεί να προσδιοριστεί ποτενσιομετρικά ή αμπερομετρικά.

Επειδή η μέθοδος είναι στοιχειομετρική αποτελεί μία από τις πιο ακριβείς μεθόδους για τον προσδιορισμό της υγρασίας και χρησιμοποιείται και για τον έλεγχο της ακρίβειας των άλλων μεθόδων. [1,5]

4.4 ΤΕΦΡΑ

Τέφρα μιας ουσίας ονομάζουμε το υπόλευκο υπόλειμμα που απομένει ύστερα από την τέλεια καύση των οργανικών συστατικών της. Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε τέφρα αποτελεί δείκτη του τύπου του και του βαθμού αλέσεως. Η περιεκτικότητά του πάλι σε πίτουρα κρίνεται από την περιεκτικότητά του σε τέφρα και αυτό γιατί η περιεκτικότητα του ενδοσπερμίου σε τέφρα είναι 25-30 φορές μικρότερη από την περιεκτικότητα σε τέφρα των εξωτερικών περιβλημάτων.

Η τέφρα του αλεύρου αποτελείται από:

- Οξείδιο του καλίου 37,04% κ.β
- Οξείδιο του μαγνησίου 6,12% κ.β
- Οξείδιο του ασβεστίου 5,53% κ.β
- Οξείδια του αργιλίου και σιδήρου 0,36% κ.β
- Οξείδιο φωσφόρου 49,11% κ.β
- Τριοξείδιο του θείου 0,40% κ.β

Η τέφρα είναι πολύτιμη για τη διατροφή του ανθρώπου. Προσδίδει πολύ ευχάριστη γεύση στα αρτοσκευάσματα. Ο λόγος που δεν επιτρέπεται για κάθε τύπο αλεύρου, να έχει τέφρα πάνω από ορισμένη τιμή, είναι για να μη κερδοσκοπούν οι μύλοι με αύξηση του τραβήγματος ή με ανάμειξη με αλεύρια κακής ποιότητας.

Η τέφρα αποτελεί δείκτη και μέτρο του τύπου του αλεύρου, της αποδοτικότητας του συστήματος αλέσεως που εφαρμόζεται και της φωτεινότητας του χρώματος του αλεύρου. Η τέφρα όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν κριτήριο μόνο αν δεν προστεθούν στο αλεύρι ανόργανα άλατα. Πρέπει να σημειωθεί ότι η περιεκτικότητα σε τέφρα των διαφόρων μερών του καρπού έχει πολλές φορές μεγάλες διακυμάνσεις, με αποτέλεσμα διάφορα άλευρα με την ίδια περιεκτικότητα σε τέφρα, να έχουν διαφορετική περιεκτικότητα σε πίτουρα.

Ακόμη αν στο αλεύρι μπει μεγάλο ποσοστό από το στρώμα της αλευρόνης και λιγότερα πίτουρα, η μεν τέφρα του αλεύρου θα είναι υψηλή, ενώ το χρώμα του αλεύρου θα είναι φωτεινό, γιατί το χρώμα της αλευρόνης είναι λευκό-γκριζωπό. Όταν όμως το αλεύρι περιέχει αναλογικά περισσότερο περικάρπιο και περισπέρμιο και λιγότερη αλευρόνη, η μεν περιεκτικότητα σε τέφρα θα είναι μικρότερη, ενώ το χρώμα θα είναι σκοτεινό.

Η τέφρα του αλεύρου επηρεάζεται:

1. Από την ποικιλία του σιταριού
2. Από το καθάρισμα και το πλύσιμο
3. Από το κοντισιονάρισμα και τη σωστή χρήση του εκνεφωτήρα. Έτσι θα πετύχουμε καλό διαχωρισμό και απομάκρυνση του φλοιού και της

στοιβάδας της αλευρόνης και θα είναι πολύ λίγα τα στίγματα των πίτουρων στο αλεύρι.

4. Από τον τρόπο μείωσης των πατημάτων των κυλίνδρων.
5. Από τη σωστή χρήση των πλανσίχτερ.

Επίσης η τέφρα των λευκών αλεύρων βρίσκεται σε άμεση σχέση με την αρτοποιητική ικανότητα, όσο αυξάνεται η τέφρα τόσο ελαττώνεται η αρτοποιητική ικανότητα [4.5].

4.4.1 Προσδιορισμός τέφρας

Σε προζυγισμένο χωνευτήριο πορσελάνης τοποθετούνται 4-5 γρ. Δείγματος αλεύρου η αρτοσκευάσματος που ζυγίστηκαν με ακρίβεια. Εισάγουμε το χωνευτήριο σε ηλεκτρικό κλίβανο και το θερμαίνουμε ήπια μέχρι να απανθρακωθεί και στη συνέχεια ανεβάζουμε τη θερμοκρασία στους 500⁰-600⁰C για να αποτεφρωθεί. Η θερμοκρασία του κλιβάνου δεν πρέπει τελικά να ξεπερνά τους 950⁰C. Η πύρωση συνεχίζεται μέχρι να αποτεφρωθεί εντελώς το δείγμα. Το μείγμα συνήθως προσλαμβάνει χρώμα λευκό ή ανοιχτό σταχτί ή υπέρυθρο. Αν η τέφρα πάρει βαθύ χρώμα με μελανά στίγματα προσθέτουμε μερικές σταγόνες HNO₃ 5%. Ακολουθεί ξήρανση και νέα πύρωση για πλήρη καύση του άνθρακα, που δεν κάηκε. Το χωνευτήριο ψύχεται σε ξηραντήρια και ζυγίζεται. Το αποτέλεσμα ανάγεται επί τοις %.

Το αποτέλεσμα επηρεάζεται από το χρόνο που διαρκεί η καύση και τη θερμοκρασία που γίνεται, γι' αυτό, το αποτέλεσμα πρέπει να συνοδεύεται και από τις συνθήκες. [4.11]

4.5 ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

Το άμυλο είναι το κύριο σάκχαρο του σιταριού και αλεύρου. Βρίσκεται υπό μορφή αμυλόκοκκων δυο διακριτών μεγεθών: μικροί σφαιρικοί, διαμέτρου περίπου 5-15μ. και φακοειδείς, διαμέτρου περίπου 20-39μ. Η δομή των αμυλόκοκκων είναι σφαιροκρυσταλλική. Η περιεκτικότητα σε αμυλόζη είναι κατά μέσον όρο 25% και το υπόλοιπο είναι αμυλοπηκτίνη. Οι αμυλόκοκκοι

είναι αδιάλυτοι στο νερό. Όταν ένα υδατικό αιώρημα αυτών θερμαίνεται τότε απορροφούν νερό διογκώνονται και διαρρηγνύονται, δηλαδή τα άπειρα μόρια αμυλόζης και αμυλοπηκτίνης που περιέχονται στον κάθε αμυλόκοκκο διασκορπίζονται στο νερό. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως ζελατινοποίηση και αποτέλεσμα αυτού είναι η απότομη αύξηση του ιξώδους του αιωρήματος μέσα σε πολύ στενά όρια θερμοκρασίας. Ο προσδιορισμός της θερμοκρασίας ζελατινοποίησης μπορεί να γίνει με τον αμυλογράφο. Άλλη τεχνική προσδιορισμού της θερμοκρασίας ζελατινοποίησης του αμύλου είναι εκείνη με τη βοήθεια του πολωτικού μικροσκοπίου.

Το άμυλο παρόλο που αποτελεί το κυριότερο συστατικό των αλεύρων, θεωρείται γενικά ότι δεν παίζει αποφασιστικό ρόλο στην ποιότητα του αλεύρου. Πάντως είναι γνωστό ότι η συμπεριφορά ενός αλεύρου κατά την αρτοποιία επηρεάζεται από το ποσοστό του σπασμένου αμύλου, που εξαρτάται άμεσα από το ποσοστό και το μέγεθος των αμυλόκοκκων που σπάζουν κατά την άλεση. Αυτό συμβαίνει γιατί έχει διαπιστωθεί ότι οι αμυλάσες στην πράξη μπορούν να προσβάλλουν μόνο τους σπασμένους αμυλόκοκκους και να δώσουν τελικά ζυμώσιμα σάκχαρα. Ως εκ τούτου είναι βασικό ένα αλεύρι να περιέχει επαρκές διαθέσιμο άμυλο για να δώσει ζυμώσιμα ζάχαρα κατά τη αρτική ζύμωση. Πάντως υψηλό ποσοστό σπασμένου αμύλου έχει δυσμενή επίδραση στην ποιότητα του ψωμιού: ο όγκος του μειώνεται και η εμφάνιση του είναι λιγότερο ελκυστική.

Το ποσοστό σπασμένου αμύλου εξαρτάται βασικά από τις συνθήκες άλεσης και από τη σκληρότητα του ενδοσπερμίου και είναι κατά μέσο όρο περίπου 9% στα αλεύρια αρτοποιίας. Έτσι τα αλεύρια των ημίσκληρων σιταριών έχουν υψηλότερο ποσοστό σπασμένου αμύλου από ότι των σιταριών που έχουν αλευρώδη δομή γιατί οι συνθήκες αλέσεως των πρώτων είναι πιο δραστικές. [4.7].

4.6 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

Οι πρωτεΐνες είναι πολυμερείς ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους αποτελούμενες από αμινοξέα ενωμένα μεταξύ τους με πεπτιδικούς δεσμούς και με απόλυτα ορισμένη τη διαδοχική σειρά τους. Η πρωτεΐνη στα σιτάρια κυμαίνεται σε όρια 6-21% και επηρεάζεται λιγότερο από την κληρονομικότητα και περισσότερο από τους εδαφικούς παράγοντες που επικρατούν στον τόπο καλλιέργειας.

Οι πρωτεΐνες των αλεύρων χωρίζονται στις διαλυτές αλβουμίνες και γλοβουλίνες και στις αδιάλυτες γλιαδίνες και γλουτενίνες, που αποτελούν τις πρωτεΐνες τις γλουτένης.

Αλβουμίνες: Η ομάδα αυτή των πρωτεϊνών αποτελείται από 11 πρωτεΐνες. Η περιεκτικότητά τους κυμαίνεται από 6-12% της συνολικής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε θρυπτοφάνη και επιδρούν ιδιαίτερα θετικά στην αρτοποιητική ικανότητα του αλεύρου.

Γλοβουλίνες: Αντιπροσωπεύουν το 5-12% των πρωτεϊνών του αλεύρου. Χαρακτηρίζονται από χαμηλή περιεκτικότητα σε θρυπτοφάνη και υψηλή σε αργινίνη. Δεν συνεισφέρουν στην αρτοποιητική ικανότητα του αλεύρου.

Πρωτεΐνες της γλουτένης: Οι γλιαδίνες και οι γλουτενίνες αποτελούν το αδιάλυτο κλάσμα των πρωτεϊνών του αλεύρου και χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις σε γλουταμίνη, προλίνη και ασπαραγίνη. Διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ως προς το μοριακό βάρος. Οι γλιαδίνες έχουν M.B. που κυμαίνεται από 20000-25000, ενώ το M.B. των γλουτενινών ξεκινάει από 50000 έως και μερικά εκατομμύρια, πράγμα που οφείλεται στην διαφορά που έχουν στον σχηματισμό των δισουλφιδικών δεσμών. Οι πρωτεΐνες της γλουτένης έχουν πρωταρχικό ρόλο στην Παρασκευή των αρτοσκευασμάτων, αφού αυτές θα σχηματίσουν το κυρίως πλέγμα που θα συγκρατήσει όλα τα συστατικά του αρτοσκευάσματος. Βασικό ρόλο επίσης παίζουν και στην διόγκωση της αρτομάζας αφού μέσα στο πλέγμα που θα σχηματίσουν θα συγκροτηθεί το CO₂ που θα παραχθεί από τα διογκωτικά.

Οι πρωτεΐνες του αλεύρου συμβάλλουν και στην διατηρησιμότητα του εν λόγω της ιδιότητας που έχουν να σχηματίζουν υδρίδια με τα μόρια του νερού και να κρατάνε την υγρασία μέσα στην αρτομάζα.

Αλεύρι που προέρχεται από το εσωτερικό του ενδοσπερμίου έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, ενώ όσο μεγαλύτερο ποσοστό εξωτερικών στρωμάτων ενσωματώνεται τόσο το πρωτεϊνικό περιεχόμενο αυξάνεται. [3]

4.7 ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ ΚΑΙ ΛΙΠΙΔΙΑ

Οι βιταμίνες είναι οργανικές ουσίες απαραίτητες για τον οργανισμό μας σε μικρές ποσότητες, για την καλή σωματική, πνευματική και ψυχική υγεία. Στο σιτάρι όπως και σε όλα τα δημητριακά, περιέχονται ικανοποιητικά ποσοστά βιταμινών, κυρίως όμως στο φύτρο και το πίτυρο του καρπού. Γι' αυτό και όσο πιο λευκό είναι ένα άλευρο, τόσο πιο φτωχό είναι σε βιταμίνες.

Αναλυτικότερα, το σιτάρι είναι πλούσιο σε βιταμίνη E, μια λιποδιαλυτή βιταμίνη, απαραίτητη για την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή του ανθρώπου. Σημαντικές επίσης ποσότητες βιταμινών της ομάδας B (B1-θειαμίνη, B2-ριβοφλαβίνη, νικοτινικό οξύ, παντοθενικό οξύ, B6-πυροδοξίνη) περιέχονται στο σιτάρι. Πρέπει να σημειωθεί η πλήρης απουσία βιταμίνης C, καθώς και της βιταμίνης D. Τέλος τα καροτενοειδή του σιταριού που δίνουν το κίτρινο χρώμα είναι μόνον ξανθοφύλλες και όχι προβιταμίνες A. [17]

Με τον όρο λιπίδια εννοούμε γενικά τις οργανικές ουσίες των φυτικών και ζωικών προϊόντων που διαλύονται στους οργανικούς διαλύτες των λιπών και ελαίων, είναι αδιάλυτες στο νερό και έχουν λιπαρή υφή. Τέτοιες ουσίες είναι τα διάφορα γλυκερίδια, οι στερόλες, τα φωσφατίδια, βιταμίνες A και E και κήροι .

Το άλευρο του σιταριού περιέχει λιπαρές ουσίες σε ποσοστό 1-2%. Τα λιπίδια αυτά αποτελούνται από γλυκερίδια και λεκιθίνες, ενώ στο υπόλοιπο λιπιδικό κλάσμα κυριαρχεί η σιτοστερόλη. Τα συναντούμε κυρίως στο φύτρο του σιταριού σε ποσοστό 12% περίπου, αλλά και στο ενδοσπέρμιο, σε ποσοστό

1,5% και στη στοιβάδα της αλευρόνης σε ποσοστό 8%. Γι' αυτό και τα σκουρότερα άλευρα περιέχουν μεγαλύτερα ποσοστά λιπαρών από ότι τα λευκά.

Γενικά οι διακυμάνσεις της περιεκτικότητας του αλεύρου σε λιπαρά δεν έχουν καμία επίδραση στις αρτοποιητικές ιδιότητές του, ενώ εμφανίζουν μια θετική επίδραση πάνω στη γλουτένη ως προς την ελαστικότητά της. [6]

4.8 ΧΡΩΜΑ ΑΛΕΥΡΟΥ

Το χρώμα του αλεύρου είναι χαρακτηριστικό της νωπότητας και της κατηγορίας του. Κάθε τύπος αλεύρου πρέπει να έχει ένα καθορισμένο χρώμα, βάσει προδιαγραφών. Ένα καλό αλεύρι πρέπει να παρουσιάζει ελαφρά υποκίτρινο και γυαλιστερό χρώμα. Εξαρτάται βασικά από το χρώμα του κόκκου, το ποσοστό των πίτουρων και το μέγεθος των κόκκων. Άλευρα με μεγαλύτερο τράβηγμα έχουν σκοτεινότερο χρώμα γιατί περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα πίτουρα.

Ως προς το μέγεθος των κόκκων, τα λεπτότερα άλευρα είναι φωτεινότερα. Επιπρόσθετα, η αποθήκευση των αλεύρων κάτω από ορισμένες συνθήκες κάνει το χρώμα του αλεύρου φωτεινότερο.

Τέλος, η περιεκτικότητα σε υγρασία επηρεάζει ως ένα βαθμό το χρώμα. Ξηρότερα άλευρα παρουσιάζουν φωτεινότερο χρώμα. [2,12,13]

4.9 ΟΣΜΗ - ΓΕΥΣΗ - ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΟΚΚΩΝ

Ένα νωπό κανονικό αλεύρι έχει μια ασθενή χαρακτηριστική ευχάριστη οσμή νωπότητας. Πρέπει να σημειωθεί ότι το αλεύρι μερικές φορές αποκτά άλλες ανεπιθύμητες οσμές, τούτο βασικά συμβαίνει όταν:

1. Προέρχεται από σιτάρι χαμηλής ποιότητας .
2. Το σιτάρι περιέχει προσμίξεις ζιζανίων.
3. Το αλεύρι δεν αποθηκεύτηκε στις κατάλληλες συνθήκες.
4. Συναποθηκεύτηκε με ουσίες ή προϊόντα που έχουν έντονη δυσσομία.

Όσον αφορά τη γεύση ένα νωπό αλεύρι έχει ευχάριστη ουδέτερη γεύση που γίνεται ελαφρά υπόγλυκη μετά το μάσημα. Η γεύση επηρεάζεται από την ποιότητα του σιταριού και τις συνθήκες αποθηκεύσεως του αλεύρου. Αν οι συνθήκες αποθηκεύσεως δεν είναι κατάλληλες, το αλεύρι αποκτά γεύση ταγγή, υπόξινη ή γεύση μούχλας.

Το μέγεθος των κόκκων έχει μεγάλη σημασία για την αξιολόγηση της ποιότητας του αλεύρου, γιατί χαρακτηρίζει την κατηγορία ή τον τύπο και επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα των προϊόντων που παράγονται από αυτό.

Το μέγεθος και η φύση των κόκκων επηρεάζει:

- Την ικανότητα προσροφήσεως νερού
- Το βαθμό διογκώσεως της ζύμης
- Το βαθμό ζαχαροποιήσεως του αμύλου

Από τα παραπάνω εξαρτάται:

- ✓ Η συνεκτικότητα της ζύμης
- ✓ Η διεργασία της ωριμάσεως
- ✓ Το πορώδες και ο όγκος των αρτοσκευασμάτων

Μεγάλοι κόκκοι χαρακτηρίζονται από μικρή ικανότητα προσροφήσεως νερού και μειωμένο βαθμό ζαχαροποιήσεως.

Κονιοποιημένοι κόκκοι έχουν τα αντίθετα χαρακτηριστικά από την προηγούμενη κατηγορία. Έχουν δηλαδή μεγάλη ικανότητα προσροφήσεως νερού και μεγάλο βαθμό ζαχαροποιήσεως του αλεύρου.

Τις καλύτερες αρτοποιητικές ιδιότητες έχει αλεύρι με μέγεθος κόκκων μεταξύ 60-100μ. Το αλεύρι αυτό έχει ικανοποιητική προσρόφηση νερού και ικανοποιητικό βαθμό ζαχαροποιήσεως. Η ζύμη που παρασκευάζεται από αλεύρι της κατηγορίας αυτής είναι ελαστική, τα αρτοσκευάσματα του είναι πορώδη και έχουν μεγάλο όγκο.[5]

4.10 ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Πρόκειται κυρίως για όξινα φωσφορικά άλατα καλίου (K) και μαγνησίου (Mg), φωσφορικά και χλωριούχα άλατα νατρίου και ασβεστίου

(Ca), οξειδία μετάλλων (K_2O , MgO , CaO), καθώς και διάφορα ιχνοστοιχεία, όπως μόλυβδο (Pb), κασσίτερο (Zn) και άργυρο (Ag). Τα συναντούμε κυρίως στο πίτυρο, σε ποσοστό 7% και στη στοιβάδα της αλευρόνης 10% καθώς και στο φύτρο 5%. Αυτός είναι ο λόγος που τα άλευρα ολικής άλεσης είναι πλούσια και σε ανόργανα άλατα. Έχει παρατηρηθεί ότι, όσο πιο υψηλό ποσοστό ανόργανων συστατικών έχει η στοιβάδα της αλευρόνης τόσο πιο λεπτό είναι το πίτυρο.

Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε ανόργανα συστατικά διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία του σιταριού, την κάθε σοδειά και τις συνθήκες αποθήκευσης. Παράλληλα μεγάλο ρόλο παίζει και το λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε. Η παρουσία τους έχει θετική επίδραση πάνω στη γλουτένη κατά τη διάρκεια του ψησίματος.

Σε πολλές χώρες του κόσμου, η περιεκτικότητα του αλεύρου σε ανόργανα συστατικά, αποτελεί κριτήριο καθορισμού του τύπου που ανήκει. Σε άλλες χώρες όμως δεν ισχύει αυτό, διότι προστίθενται ασβέστιο και σίδηρος με σκοπό τον εμπλουτισμό της διατροφής σε ανόργανα συστατικά.[3,8]

4.11 ENZYMA

Τα ένζυμα είναι ουσίες πρωτεϊνικής φύσης που δρουν σαν καταλύτες, υποβοηθώντας έτσι τη διεξαγωγή ορισμένων χημικών αντιδράσεων. Έτσι παίζουν σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό ζώων και φυτών, ενώ επηρεάζουν τη σύνθεση ή την αποσύνθεση της οργανικής ύλης. Τα ένζυμα ενεργοποιούνται και δρουν σε συγκεκριμένες συνθήκες και πλαίσια σε ότι αφορά τη θερμοκρασία, την οξύτητα του περιβάλλοντος και την υγρασία, ενώ παρουσιάζουν εξειδικευμένη καταλυτική δράση ως προς συγκεκριμένες αντιδράσεις.

Στο αλεύρι περιέχονται πολλά ένζυμα. Από αυτά εκείνα που ενδιαφέρουν περισσότερο στην αρτοποιία είναι τα αμυλολύτικα ένζυμα ή αμυλάσες και τα πρωτεολυτικά ένζυμα ή πρωτεάσες. [1,4]

4.11.1 Αμυλολυτικά ένζυμα ή αμυλάσες

Αυτά τα ένζυμα υδρολύουν τους γλυκοζιτικούς δεσμούς στους πολυζαχαρίτες και για αυτόν τον λόγο κατατάσσονται στις υδρολάσες. Από τις αμυλάσες εκείνες που παίζουν ιδιαίτερο ρόλο στην αρτοποιία είναι η β-αμυλάση και η α-αμυλάση, που υδρολύουν τα δύο συστατικά του αμύλου.

Για να μπορέσουν οι αμυλάσες να προσβάλλουν τους αμυλόκοκκους θα πρέπει είτε αυτοί να είναι σπασμένοι, είτε να είναι ζελατινοποιημένοι.

Η β-αμυλάση υδρολύει το άμυλο μέχρι σχηματισμού μαλτόζης. Η μείωση του ιξώδους της αμυλόκολλας είναι σχετικά βραδεία. Η δράση του ενζύμου σταματά όταν σχηματισθεί περίπου το 60% της θεωρητικής ποσότητας μαλτόζης. Για αυτό λέγεται και ζαχαροποιητική αμυλάση. [5]

Το ένζυμο προσβάλλει μόνο τους α-1,4-γλυκοζιτικούς δεσμούς στο άμυλο και υδρολύει τα μόρια της αμυλόζης υπό ευνοϊκές συνθήκες, αρχίζοντας από τα άκρα, προς μόρια μαλτόζης. Έτσι τα μεν μόρια αμυλόζης με άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα θα δώσουν αποκλειστικά μαλτόζη, ενώ από κάθε μόριο αυτής με περιττό αριθμό ατόμων άνθρακα, εκτός από το πλήθος των μορίων μαλτόζης, θα ληφθεί και ένα μόριο μαλτοτριόζης.

Στην αμυλοπηκτίνη, η υδρόλυση περιορίζεται στις διακλαδώσεις του μορίου της, που υδρολύεται σε ποσοστό περίπου 52%.

Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της δράσεως της α-αμυλάσης είναι η ικανότητά της να υγροποιεί το άμυλο. Για αυτό το λόγο η α-αμυλάση ονομάζεται και δεξτρινογόνα αμυλάση. Αυτή προσβάλλει τις μακρές αλυσίδες του αμύλου σε τυχαίες θέσεις α-1,4 γλυκοζιτικών δεσμών. Έτσι η α-αμυλάση σε αντίθεση προς τη β-αμυλάση προσβάλλει και τις μεταξύ δύο διακλαδώσεων αλυσίδες, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα τον σχηματισμό δεξτρινών.

Το άριστο pH δράσεως της α-αμυλάσης σε συνήθη θερμοκρασία είναι περίπου 4,5 ενώ της β-αμυλάσης από 5,2 μέχρι 5,3. Η α-αμυλάση απενεργοποιείται σε pH από 3,3 μέχρι 4. Η β-αμυλάση παρουσιάζει άριστη σταθερότητα στην περιοχή pH από 4,5 μέχρι 9,2. Από την άλλη μεριά η α-αμυλάση είναι σχετικά θερμοανθεκτική αφού αντέχει σε έκθεση στους 70⁰ C. Αυτές οι διαφορές στις ιδιότητες των δύο αμυλασών δείχνουν και τους

τρόπους με τους οποίους μπορούμε να επιτύχουμε εκλεκτικό διαχωρισμό των δύο.[6]

4.11.2 Πρωτεολυτικά ένζυμα ή πρωτεάσες

Τα ένζυμα που αποικοδομούν τις πρωτεΐνες και τα προϊόντα αποικομήσεως αυτών ονομάζονται πρωτεολυτικά ένζυμα ή πρωτεάσες. Οι πρωτεάσες υδρολύουν τις πρωτεΐνες στις θέσεις των πεπτιδικών δεσμών.

Τα αλεύρια που προέρχονται από υγιή σιτάρια περιέχουν πολύ μικρά ποσά πρωτεασών. Ακόμη και κατά το φύτρωμα δεν λαμβάνει χώρα σημαντική αύξηση των πρωτεασών.

Οι πρωτεάσες του αλεύρου θεωρείται ότι παίζουν κάποιον ρόλο στην ωρίμανση του ζυμαριού. Οι πρωτεάσες επίσης απελευθερώνουν σημαντικές ποσότητες της α- και β-αμυλάσης οι οποίες βρίσκονται ενωμένες με πρωτεΐνες, που αλλιώς δεν θα ήταν διαθέσιμες.[7]

Το άριστο pH δράσης αυτών επί της γλουτένης βρίσκεται στην περιοχή μεταξύ 3 και 4. Βρέθηκε δε ότι πάνω από pH 4 η πρωτεολυτική δράση τους πέφτει απότομα. Σχετικά με την επίδραση της θερμοκρασίας έχουμε ήδη αναφέρει ότι κατά το θερμό κοντισιονάρισμα επέρχεται και μερική αδρανοποίηση των πρωτεολυτικών ενζύμων, η οποία είναι τόσο εντονότερη όσο εντονότερες είναι και οι συνθήκες κοντισιοναρίσματος.

Τα πρωτεολυτικά ένζυμα είναι πιο ευαίσθητα στη θερμοκρασία από ότι τα αμυλολυτικά. Τα πρωτεολυτικά ένζυμα των πεντατομιτών έχουν άριστο pH δράσεως 8,5. Κατά συνέπεια η αρτοποιητική αξία πεντατομιμένων αλεύρων μπορεί να βελτιωθεί με αύξηση της οξύτητας των ζυμαριών. [5]

4.11.3 Άλλα ένζυμα

Εκτός από τα ένζυμα που ήδη έχουμε αναφέρει, στο αλεύρι υπάρχουν και άλλα ένζυμα, όπως λιπάσες, λιποξειδάσες και φυτάση. Οι λιπάσες καταλύουν την υδρόλυση των γλυκεριδίων του αλεύρου προς γλυκερίνη και λιπαρά οξέα, ιδίως κατά τη μακρά συντήρηση αυτού ενώ οι λιποξειδάσες

καταλύουν την οξειδωση των γλυκεριδίων. Έτσι λοιπόν οι λιποξειδάσες είναι ιδιαίτερα ανεπιθύμητες στα σιμιγδάλια γιατί κατά τη μάλαξη προς παρασκευή ζυμαρικών προκαλούν αποχρωματισμό των προϊόντων πράγμα που συνεπάγεται την αισθητική κατωτερότητα αυτών. Η φυτάση είναι ένα άλλο σπουδαίο ένζυμο του αλεύρου. Αυτό υδρολύει το φυτικό οξύ και τα άλατα του προς ινοσιτόλη και φωσφορικό οξύ κατά διάρκεια της αρτικής ζυμώσεως και στα πρώτα στάδια του ψησίματος. Αυτό έχει σημαντική διαιτητική σημασία, γιατί αλλιώς το φυτικό οξύ σχηματίζει σύμπλοκα άλατα με το ασβέστιο και τον σίδηρο.

Έχει διαπιστωθεί ότι κατά την αρτοποιήση αλεύρου τύπου 70% περίπου το 85% του φυτικού οξέος διασπάται σε σύγκριση με μόνο 30% σε ψωμί που γίνεται από αλεύρι τύπου 95%. Έτσι σε μερικές χώρες για να αντιμετωπίσουν την ενδεχόμενη έλλειψη ασβεστίου, επιβάλλουν την προσθήκη στα αλεύρια, μεταξύ άλλων ουσιών και ασβεστίου. [3,8]

4.12 ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΥΛΕΣ

Πρόκειται για σάκχαρα, ένζυμα, λίπη και γαλακτωματοποιητικές ουσίες, που προστίθενται στα άλλα υλικά του ζυμαριού με σκοπό τη βελτίωση των ιδιοτήτων της ζύμης και κυρίως την ανάπτυξη της, τη σταθερότητα της ζύμωσης και τη βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος. Η προσθήκη επίσης αυτών των υλών προλαμβάνει την προσβολή των αρτοσκευασμάτων από μούχλα και την ασθένεια της σχοινίασης. [4,5]

Ανάλογα με τα αποτελέσματα τους, οι πρόσθετες ύλες χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες:

- 1) Α κατηγορία: Περιλαμβάνει το μαλτοσάκχαρο, άλλα σάκχαρα και την α- και β-αμυλάση οι οποίες έχουν σαν αποτέλεσμα την καλύτερη ζύμωση του ζυμαριού, το καλύτερο καφέτιασμα της κρούστας και την καλύτερη ευθριπτότητα.
- 2) Β κατηγορία: Περιλαμβάνει τα λίπη, τους γαλακτωματοποιητές, τα συστατικά γάλακτος, το ασκορβικό οξύ και την κυστίνη και L-κυστείνη. Αυτές έχουν σαν αποτέλεσμα την καλύτερη ποιότητα του

ζυμαριού, δίνουν μεγαλύτερο όγκο στο τελικό προϊόν και το κάνουν πιο τραγανό και τέλος δίνουν στο προϊόν μεγαλύτερη διατηρησιμότητα.[10]

4.12.1 Βύνη

Στο παρελθόν η κυριότερη πρόσθετη ύλη αρτοποιημάτων ήταν η βύνη. Προέρχεται από κόκκους σιτηρών αφημένους σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας να φυτρώσουν. Χρησιμοποιείται είτε με τη μορφή του αλεύρου βύνης, είτε του συμπυκνωμένου εκχυλίσματός της.

Τα προϊόντα βύνης χωρίζονται ανάλογα με την ενζυμική τους δραστηριότητα σε διαστατικά και μη διαστατικά προϊόντα.

Διαστατική βύνη: Τα ενεργά συστατικά της είναι το μαλτοσάκχαρο και αμυλοδιαστατικά ένζυμα, ιδίως α-αμυλάση. Η μαλτόζη καταναλώνεται από τη μαγιά, με συνέπεια η βύνη να υποβοηθά έτσι τη ζύμωση δίνοντας στο τελικό προϊόν μεγαλύτερο όγκο, ωραιότερη κόρα και καλύτερη ευθριπτότητα.

Παράλληλα, οι αμυλάσες διασπούν το άμυλο σε μαλτόζη και πέρα από τη διαδικασία της ζύμωσης, κατά το ψήσιμο, αφενός προσφέροντας στη μαγιά σάκχαρα και αφετέρου συνεισφέροντας στη γεύση του προϊόντος και το καφέτιασμα της κόρας.

Αδιαστατική βύνη: Τα προϊόντα αυτά έχουν υποβληθεί σε θερμοκρασίες που έχουν αδρανοποιήσει τα ένζυμα. Χρησιμοποιούνται κυρίως για να δώσουν γεύση, οσμή και χρώμα [4].

4.12.2 Αμυλασικά παρασκευάσματα

Τα αμυλασικά παρασκευάσματα που προστίθενται στα αλεύρια ή στα ζυμάρια είναι το βυνάλευρο, εκχυλίσματα βύνης κριθαριού και παρασκευάσματα μυκητιακής ή βακτηριακής προελεύσεως. Προέρχονται είτε από φυτρωμένους σπόρους κριθαριού ή σιταριού, είτε από καλλιέργειες μικροοργανισμών. Τα ενεργοποιημένα αυτά ένζυμα μετατρέπουν το άμυλο σε ζυμώσιμα σάκχαρα, βελτιώνοντας, όπως η βύνη, τη ζύμωση και την εξωτερική εμφάνιση των αρτοποιημάτων. Επίσης, αυξάνουν τη διατηρησιμότητα του προϊόντος.[1]

Όσα ενζυμικά παρασκευάσματα προέρχονται από φυτρωμένους κόκκους σιτηρών, περιέχουν και κάποιες ποσότητες πρωτεασών που αποικοδομούν μέρος της γλουτένης μειώνοντας το πρωτεϊνικό περιεχόμενο των αλεύρων. Για αυτό και δεν συνιστάται η χρήση τέτοιων παρασκευασμάτων στα μαλακά άλευρα. Για αυτά τα άλευρα συνήθως χρησιμοποιούνται παρασκευάσματα από καλλιέργειες μυκήτων και βακτηρίων.

Πρέπει να σημειωθεί μια διαφορά της βακτηριακής αμύλασης από τη μυκητιακή: χάνει τη δραστικότητα της στους 75⁰ C και καταστρέφεται στους 95⁰C. Για αυτό και δεν χρησιμοποιείται στο λευκό ψωμί εφόσον υπάρχει περίπτωση να παραμείνουν κάποιες ποσότητες στο τελικό προϊόν αποσυνθέτοντας το άμυλο και συγκεντρώνοντας υγρασία.[5]

4.12.3 Γαλακτωματοποιητές

Πρόκειται για ουσίες με ιδιότητα να σχηματίζουν ή να βελτιώσουν τη σταθερότητα κάποιων γαλακτωμάτων, εξαιτίας της παρουσίας στο μόριό τους μιας υδρόφιλης και μιας λιπόφιλης ομάδας. Η πρώτη ομάδα προσκολλάται στα υδαρά συστατικά του ζυμαριού και η δεύτερη στα λιπαρά, με αποτέλεσμα ένα ομοιογενές μείγμα. Αλληλεπιδρούν, επίσης με τη γλουτένη, συνεισφέροντας στην ελαστικότητα και την εκτατότητά της, δράση που ενισχύεται από την έντονη ανάδευση. Οι συνήθεις γαλακτωματοποιητές είναι η λεκιθίνη, τα μονο- και δι-γλυκερίδια λιπαρών οξέων ή και σε συνδυασμό με οξεϊκό οξύ ή εστέρες του ταρταρικού οξέος. Η παρουσία τους προσδίδει καλύτερη ποιότητα στο ζυμάρι, μεγαλύτερη σταθερότητα στη ζύμωση, μεγαλύτερο όγκο στο τελικό προϊόν, βελτιωμένη κρούστα και υφή, ενώ αυξάνει τη διατηρησιμότητά του.[2]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΛΕΥΡΩΝ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Εικόνα 5.1.1 : Εργαστήριο Ποιοτικού ελέγχου αλεύρου

Οι πληροφορίες που παρέχονται από τις συσκευές είναι πιο χρήσιμες από αυτές των αρτοποιητικών τεστ, γιατί βασίζονται σε μεθόδους τυποποιημένες και οι μετρήσεις είναι ακριβείς και με επαναληψιμότητα [3].



Εικόνα 5.1.3 : Συσκευές Ποιοτικού Ελέγχου όπως αμυλογράφος, φαρινογραφο, κλίβανο και ζυμοταχυγράφο

Τα τελευταία πενήντα χρόνια χρησιμοποιούνται διάφορες συσκευές για τη μέτρηση των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων του ζυμαριού, οι οποίες συνδέονται στενά με την ποιότητα των αρτοπαρασκευασμάτων. Υπάρχουν αρκετές συσκευές (Εικόνες 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3) που δίνουν χρήσιμες πληροφορίες για τις φυσικές ιδιότητες των ζυμαριών που σχετίζονται άμεσα με την ποιότητα των τελικών προϊόντων.



Εικόνα 5.1.2 : Εξέταση δειγμάτων αλεύρου

Οι πρώτες συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν εκείνες που μετρούσαν την ικανότητα απορρόφησης νερού των αλεύρων. Στη συνέχεια οι προσπάθειες συγκεντρώθηκαν στη μέτρηση των χαρακτηριστικών της γλουτένης. Έτσι ο Boland επινόησε μια συσκευή με την οποία

μετρούσε τη διαστολή της γλουτένης σε θερμοκρασία 150⁰ C, αλλά γρήγορα εγκαταλείφθηκε γιατί τα πειραματικά λάθη ήταν μεγάλα.[5,13]

Αργότερα ο Σκοτσέζος Hogarth επινόησε μια πετυχημένη συσκευή, προάγγελο του φαρινογράφου με την οποία μετρούσε την ικανότητα απορρόφησης νερού καθώς και την υποβάθμιση της γλουτένης ύστερα από παρατεταμένη ανάμιξη.

Κατόπιν ο Hankoczy σχεδίασε μια συσκευή (Εικόνα 5.1.4) με την οποία μετρούσε την απαιτούμενη δύναμη για να διασταλεί μια γλουτένη. Την αρχή λειτουργίας αυτής της συσκευής χρησιμοποίησε αργότερα ο Chorin προσαρμόζοντας την στο ζυμάρι. Ο Rejto σχεδίασε μια συσκευή με την οποία τέντωνε ένα τετράγωνο κομμάτι ζυμαριού και ταυτόχρονα κατέγραφε τις δυνάμεις που εφαρμόζονταν για τη δημιουργία των επιμηκύνσεων.



Εικόνα 5.1.4 : Γλουτονογράφος

Ο Brabender υπήρξε ο σπουδαιότερος ερευνητής. Ακόμα και σήμερα ο φαρινογράφος, ο εξτενσιογράφος και ο αμυλογράφος που σχεδίασε είναι ευρύτατα χρησιμοποιούμενα όργανα [4,10].

5.2 ΦΑΡΙΝΟΓΡΑΦΟΣ BRABENDER

Ο φαρινογράφος είναι όργανο με παγκοσμίως αναγνωρισμένη χρησιμότητα στην εξέταση των ρεολογικών χαρακτηριστικών των αλεύρων. Ειδικότερα μας πληροφορεί για την ικανότητα του αλεύρου στην απορρόφηση νερού, την αντοχή του ζυμαριού στην μηχανική καταπόνηση κατά την κατεργασία και την υγιεινή του αλεύρου.

Η αρχή λειτουργίας του οργάνου βασίζεται στη δύναμη που χρειάζονται οι δύο σιγμοειδείς βραχίονες του ζυμωτηρίου για να περιστραφούν με σταθερή

ταχύτητα μέσα στη μάζα του ζυμαριού που έχει καθορισμένη αρχική σύσταση. Όσο προχωρά η εξέταση, η δύναμη που απαιτείται μεταβάλλεται ανάλογα, με τη φύση του εξεταζόμενου αλεύρου. Η απαιτούμενη δύναμη μετριέται με δυναμόμετρο που συνδέεται με ζυγό και καταγραφικό μηχανισμό. Το δημιουργούμενο διάγραμμα ονομάζεται φαρινογράφημα.

Ο φαρινογράφος απαρτίζεται από δύο κύρια μέρη (Εικόνα 5.2). Τη φαρινογραφική μονάδα και το θερμοστάτη. Ο θερμοστάτης θερμαίνει απεσταγμένο νερό και το διατηρεί σε θερμοκρασία 30⁰C. Το νερό με τη βοήθεια αντλίας πίεσης διοχετεύεται από το θερμοστάτη



Εικόνα 5.2 : Φαρινογράφος

στο υδροχιτώνιο του ζυμωτηρίου και διατηρεί τις παρειές του σε σταθερή θερμοκρασία 30⁰C. Από το θερμοστάτη με τη βοήθεια άλλου σωλήνα μπορούμε να πάρουμε νερό για τη θέρμανση άλλων οργάνων. Το νερό θερμαίνεται με ηλεκτρικά στοιχεία που βρίσκονται μέσα στο θερμοστάτη και ελέγχονται με ένα θερμοστατικό μηχανισμό ακριβείας. Υπάρχει επίσης ένα θερμόμετρο.

Η φαρινογραφική μονάδα αποτελείται από μια βάση χυτοσιδήρου με τέσσερις κοχλίες οριζοντίωσης και περιλαμβάνει ένα ζυμωτήριο μέσα στο οποίο γίνεται το μηχανικό ζύμωμα του εξεταζόμενου αλεύρου, έχει δύο σιγμοειδείς βραχίονες, παράλληλα τοποθετημένους στη βάση του ζυμωτηρίου που κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες σε αναλογία 3:2. Υπάρχουν δύο τύποι ζυμωτηρίων, ο μεγάλος για 300gr αλεύρου και ο μικρός για 50gr. Ακόμα έχει ένα καταγραφικό μηχανισμό ο οποίος ενεργοποιείται μέσω ενός συστήματος μοχλών, από τη ροπή αντίδρασης του μοτέρ, που κινεί τους σιγμοειδείς βραχίονες και φέρεται σαν δυναμόμετρο. Παράλληλα δίνει ένδειξη σε συνδεδεμένο ζυγό. Τέλος υπάρχει ένας κύλινδρος πάνω στον οποίο καταγράφεται το φαρινογράφημα.

Το φαρινογράφημα μας βοηθάει να καθορίσουμε την ποιότητα του αλεύρου από την άποψη:

- Ικανότητας απορρόφησης νερού.
- Σταθερότητας του ζυμαριού. Δηλαδή του χρόνου που διατηρείται σε ικανοποιητικά επίπεδα, η σύσταση του ζυμαριού.
- Αντοχή του ζυμαριού. Δηλαδή η ανεύρεση του χρόνου που χρειάζεται για να μεταβληθεί η σύσταση του.
- Βαθμό εξασθένησης του ζυμαριού. Δηλαδή πόσες φαρινογραφικές μονάδες αδυνατίζει το ζυμάρι, όταν η ανάμειξη του συνεχιστεί πέρα από το κανονικό.
- Προσδιορισμός της ενζυματικής δράσης στο σιτάρι ή στο αλεύρι και κατ' επέκταση της υγιεινότητας τους [1,4].

5.3 ΕΞΤΕΝΣΙΟΓΡΑΦΟΣ BRABENDER

Αυτό το όργανο επινοήθηκε το 1936 και συμπληρώνει τις πληροφορίες που παίρνουμε από το φαρινογράφο. Με τον εξτενσιογράφο ελέγχουμε τις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού και την επίδραση που έχουν σ' αυτό οι οξειδωτικές και βελτιωτικές ουσίες. Οι ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού καθορίζονται από την ποσότητα και κυρίως την ποιότητα της γλουτένης που χαρακτηρίζεται από την εκτατότητα και την αντοχή της. Αυτά ελέγχονται με τη χρήση εξτενσιογράφου και μάλιστα χωρίς να διαχωρίζεται η γλουτένη από το ζυμάρι αλλά μένοντας ενσωματωμένη σ' αυτό. Ειδικότερα με τον εξτενσιογράφο



Εικόνα 5.3 : Εξτενσιογράφος

μετράμε τη δύναμη που χρειάζεται να εφαρμοστεί για να ξεπεράσει η αντίσταση την οποία εμφανίζει ένα κομμάτι ζυμαριού μέχρι να κοπεί σε δύο κομμάτια, σε σχέση με το χρόνο.

Τα βασικά μέρη του οργάνου είναι:

1. Το σκαφίδιο, όπου τοποθετείται το ζυμάρι μετά την κυλινδρική μορφοποίησή του. Το σκαφίδιο συνδέεται με το άκρο του βραχίονα του ζυγού.
2. Το άγκιστρο, με το οποίο πραγματοποιείται η επιμήκυνση του ζυμαριού. Αυτό κινείται προς τα κάτω, έχοντας σταθερή ταχύτητα με τη βοήθεια μοτέρ.
3. Το σύστημα μοχλών, στο οποίο μεταβιβάζεται η αντίσταση την οποία προβάλλει το ζυμάρι στην προσπάθειά του να διατηρήσει τις αρχικές του διαστάσεις, κατά την έλξη του από το άγκιστρο.
4. Το μηχανισμό καταγραφής, ο οποίος συνδέεται με το σύστημα μοχλών και είναι παραπλήσιος με αυτόν του φαρινογράφου.
5. Το σύστημα απόσβεσης, το οποίο αποτελείται από ένα κύλινδρο γεμάτο με ειδικό λάδι μέσα στον οποίο κινείται ένα έμβολο που συνδέεται με το σύστημα των μοχλών. Όταν κινούνται οι μοχλοί το έμβολο συμπιέζει το λάδι και ελαχιστοποιεί τις ταλαντώσεις τους και ρυθμίζει το πλάτος της καμπύλης του εξτενσιογράφου (Εικόνα 5.3).

Ακόμα περιλαμβάνονται στον εξτενσιογράφο ένας στρογγυλοποιητής όπου γίνεται σφαιρικό το ζυμάρι, μια διάταξη για την κυλινδροποίηση του σφαιρικού ζυμαριού, τρεις θάλαμοι ωρίμανσης που έχουν θερμοκρασία 30°C και την κατάλληλη υγρασία όπου αφήνονται τα σκαφίδια με τα κυλινδρικά ζυμάρια προ της επιμήκυνσης και τέλος τρεις χρονοδιακόπτες. Ειδικότερα ο εξτενσιογράφος μας δίνει πληροφορίες για τις μεταβολές της γλουτένης:

- Στις διάφορες θερμοκρασίες που συντελείται η αρτοποιητική ζύμωση.
- Από την προσθήκη στο αλεύρι πρόσθετων ουσιών, βύνης, κ.α.
- Κατά τη χρονική παλαίωση των αλεύρων

Το εξτενσιογράφημα έχει μεγάλη σημασία για τις αλευροβιομηχανίες. Οι αλευρόμυλοι αναζητούν το αλεύρι που προτιμούν οι αρτοποιοί και στη

συνέχεια προσδιορίζουν το εξτενσιογράφημα. Ύστερα με συνάλεση σε καθορισμένα ποσοστά των διαφόρων ποικιλιών σιταριού που έχουν στις αποθήκες τους και γνωρίζουν τα εξτενσιογραφικά τους δεδομένα παράγουν αλεύρι με εξτενσιογράφημα παρόμοιο με εκείνο του επιθυμητού αλεύρου.[1,5]

5.4 ΑΜΥΛΟΓΡΑΦΟΣ

Με τον αμυλογράφο μπορούμε να προβλέψουμε το άμυλο στα πρώτα στάδια του κλιβανισμού. Ο αμυλογράφος (Εικόνα 5.4) επινοήθηκε από τους Brabender και Mueller και μας δίνει πληροφορίες για το ιξώδες αιωρήματος αλεύρου σε νερό, καθώς ανέρχεται ομοιόμορφα η θερμοκρασία του. Η αύξηση του ιξώδους οφείλεται στη ζελατινοποίηση του αμύλου. Το ιξώδες επηρεάζεται αρνητικά από τις αμυλάσες που ρευστοποιούν το ζελατινοποιημένο άμυλο.

Ουσιαστικά είναι ιξωδόμετρο στρέψης και η αντίσταση που προβάλλει το αιώρημα καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία κατά $1,5^{\circ}\text{C}$ ανά πρώτο λεπτό καταγράφεται αυτόματα και σχηματίζεται μια καμπύλη που ονομάζεται αμυλογράφημα. Ο αμυλογράφος



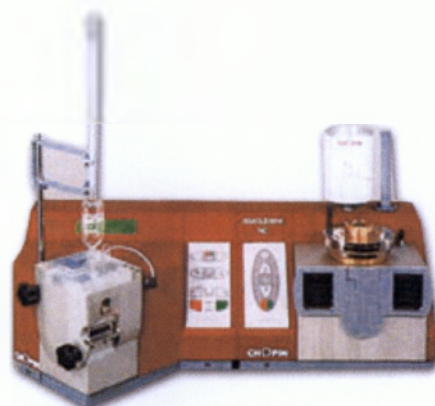
Εικόνα 5.4 : Αμυλογράφος

αποτελείται από ένα κυλινδρικό δοχείο από ανοξείδωτο χάλυβα, χωρητικότητας 500 cm^3 , στο οποίο τοποθετούμε το αιώρημα και από ένα βραχίονα από ανοξείδωτο χάλυβα που στο κάτω του άκρο έχει 7 περόνες που περιστρέφονται. Το αμυλογράφημα μας δίνει πληροφορίες για τη συμπεριφορά του ζυμαριού στα αρχικά στάδια του κλιβανισμού. Όταν τοποθετήσουμε ώριμο ζυμάρι στον κλίβανο, διεισδύει θερμότητα στη μάζα του και προκαλεί άνοδο της θερμοκρασίας του. Η απότομη άνοδος της θερμοκρασίας προκαλεί τα εξής φαινόμενα:

- Αύξηση του όγκου του ζυμαριού, λόγω θερμικής διαστολής του CO₂ που προήλθε από την ωρίμανση.
- Επιτάχυνση της παραγωγής CO₂ από τους ζυμομύκητες.
- Διόγκωση του αμύλου στους 50-60⁰C και ζελατινοποίησή του σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες.
- Συνεχή μείωση της εκτατότητας της γλουτένης σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 50⁰C, ενώ στους 80⁰C οι πρωτεΐνες πήζουν. [1,4]

5.5 ΖΥΜΟΤΑΧΥΓΡΑΦΟΣ

Με τον ζυμοταχυγράφο (Εικόνα 5.5) μετράμε τα αρτοποιητικά αέρια που παράγονται στο ζυμάρι, καθώς και τα αέρια που δεν συγκρατούνται και διαφεύγουν. Η συσκευή αποτελείται από δύο κύρια μέρη. Το θάλαμο ωρίμανσης του ζυμαριού που διατηρείται με σχολαστικότητα σε θερμοκρασία 27⁰C και τον καταγραφικό μηχανισμό, ακόμα συνδέεται με το μηχανισμό διαφυγής του αέρα. Η συσκευή μετράει την πίεση στο θάλαμο ωρίμανσης ανά 2,5 min και οι τιμές απεικονίζονται αυτόματα στο καταγραφικό χαρτί. Η συσκευή λειτουργεί εντελώς αυτόματα κατά την διάρκεια της δοκιμής.

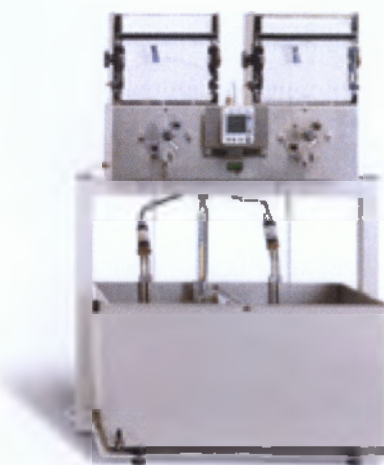


Εικόνα 5.5 : Ζυμοταχυγράφος

Η ποσότητα νερού που χρειάζεται να προσθέσουμε στο εξεταζόμενο αλεύρι, προσδιορίζεται με προκαταρκτικό τεστ στον αλβεογράφο. Ο κατασκευαστής του οργάνου δίνει πίνακα για τον καθορισμό της ποσότητας νερού για το τεστ του ζυμοταχυγράφου, σε σχέση με την ποσότητα νερού που χρησιμοποιήθηκε για να γίνει το ζυμάρι στο τεστ του αλβεογράφου και από την αντίστοιχη καμπύλη του αλβεογραφήματος. [5]

5.6 ΦΕΡΜΑΝΤΟΓΡΑΦΟΣ

Είναι όργανο το οποίο επινόησε ο Brabender και καταγράφει το παραγόμενο αέριο, κατά την ωρίμανση του ζυμαριού (Εικόνα 5.6). Έχει ένα λαστιχένιο μπαλόνι, που είναι αναρτημένο μέσα σε δοχείο με νερό, που η θερμοκρασία του ρυθμίζεται με θερμοστάτη. Το πάνω μέρος της αλυσίδας συνδέεται με ένα περιστρεφόμενο βραχίονα, που έχει ένα ισορροπιστικό βάρος και καταγραφικό μηχανισμό. Το εξεταζόμενο ζυμάρι μπαίνει



Εικόνα 5.6 : Φερμαντογράφος

μέσα στο μπαλόνι σε ποσότητα 400g. Το ζυμάρι παράγει αρτοποιητικά αέρια και το μπαλόνι διαστέλλεται, ελαφραίνει και ανέρχεται στο νερό. Αυτή η κίνηση καταγράφεται και σχηματίζεται μια καμπύλη που ονομάζεται φερμαντογράφημα. Η συσκευή εμφανίζει τα μικρότερα πειραματικά λάθη και έχει τη μεγαλύτερη επαναληψιμότητα. [4]

5.7 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΛΕΥΡΩΝ ΜΕ ΑΠΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ

Για την αξιολόγηση των αλεύρων χρησιμοποιούνται και μέθοδοι απλές και γρήγορες, που δεν προϋποθέτουν ακριβά μηχανήματα και βασίζονται σε φυσικοχημικές μεταβολές του εξεταζόμενου δείγματος. Οι πιο διαδεδομένες είναι:

1- Η δοκιμή ZELNY (τεστ καταβύθισης)

Αυτή χρησιμοποιείται κυρίως στην Αμερική και στηρίζεται στη διόγκωση της γλουτένης του εξεταζόμενου αλεύρου, που βρίσκεται με μορφή υδατικού αιωρήματος. Η διόγκωση προκαλείται από οξύ. Η διογκωμένη γλουτένη καθιζάνει συμπαρασύροντας εγκλωβισμένο άμυλο. Η ποσότητα

ιζήματος που σχηματίζεται μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα αποτελεί την τιμή καθίζησης .[1.4]

2- Η δοκιμή PELSHEENKE (Τεστ χρόνου ζύμωσης)

Αυτή χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές χώρες της Ευρώπης και της Αμερικής, για την εκτίμηση των αρτοποιητικών ιδιοτήτων του σιταριού. Μετράμε το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να αποσπαστεί ένα αξιόλογο κομμάτι από το ζυμάρι που βρίσκεται βυθισμένο σε νερό σταθερής θερμοκρασίας (30⁰C). Ο χρόνος υπολογίζεται από τη στιγμή που θα βυθιστεί το ζυμάρι που έχει σφαιρικό σχήμα και περιέχει μαγιά. Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ βύθισης και διάσπασης ονομάζεται τιμή δείκτη Pelshenke και εξαρτάται από την ποιότητα και την ποσότητα της γλουτένης .[5]

3- Αριθμός πτώσης

Η μέθοδος του αριθμού πτώσης επινοήθηκε από τους Perten-Hagberg και είναι πολύ γρήγορη, απλή, φτηνή και αξιόπιστη δοκιμή για την αξιολόγηση της δραστηριότητας του ενζύμου α-αμυλάση, στο αλεύρι του σιταριού και των άλλων δημητριακών. Η συσκευή για την εύρεση του αριθμού πτώσης χρησιμοποιεί την αρχή της γρήγορης ζελατινοποίησης ενός υδατικού αιωρήματος αλεύρου.[5]

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το αλεύρι είναι το κύριο προϊόν για την παρασκευή μεγάλης ποικιλίας εύπεπτων, γευστικών και φτηνών τροφίμων. Βασικό συστατικό για την παρασκευή του ψωμιού καθώς και άλλων απλών αρτοσκευασμάτων όπως φρυγανιές, παξιμάδια, φύλλα κρούστας και άλλα. Παράλληλα χρησιμοποιείται και στην ζαχαροπλαστική, στην μακαρονοποιία, την μπισκοτοποιία, δίνοντας προϊόντα πλούσια σε βιταμίνες και πρωτεΐνες.

Η ποιοτική αξιολόγηση των αλεύρων γίνεται με βάση τον σκοπό για τον οποίο προορίζονται. Αναφέρεται στην εξέταση των πρώτων υλών, στην επιλογή της κατάλληλης πορείας για την μετατροπή σε προϊόντα με καθορισμένες τροφές, στην εξέταση των μεταβολών που υφίστανται οι πρώτες ύλες και τα τελικά προϊόντα. Αυτό επιτυγχάνεται με φυσικοχημικές μεθόδους, με χημικά τεστ, με οργανοληπτικό έλεγχο και με τα κατάλληλα μηχανήματα.

Η καλλιέργεια του σιταριού είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα. Τα τελευταία 20 χρόνια έχουν αναπτυχθεί μεγάλες αλευροβιομηχανίες προσφέροντας στον καταναλωτή προϊόντα υψηλού επιπέδου.

Σε αυτή την πτυχιακή γίνεται εκτενής αναφορά στον ποιοτικό έλεγχο του αλεύρου, από τον σπόρο του σιταριού μέχρι το τελικό προϊόν που είναι το αλεύρι. Μια διαδικασία που από την αρχή μέχρι το τέλος πρέπει να γίνεται με τις πιο κατάλληλες συνθήκες ώστε το αποτέλεσμα να είναι το καλύτερο.

Σε κάθε στάδιο της παραγωγής του αλεύρου πρέπει να τηρούνται και να εφαρμόζονται οι πιο σύγχρονες μέθοδοι. Από την δειγματοληψία, την άλεση μέχρι και τον ποιοτικό έλεγχο του αλεύρου που αποτελεί το πιο σημαντικό κομμάτι της όλης παραγωγικής διαδικασίας.

Σε αυτή την κατεύθυνση πρέπει να συνεχιστεί η προσπάθεια όσων ασχολούνται με τον κλάδο της αλευροποιίας και σαν στόχο να έχουν την διασφάλιση της ποιότητας, για την παρασκευή τυποποιημένων προϊόντων με τα καλύτερα οργανοληπτικά και θρεπτικά συστατικά και πάνω απ' όλα αβλαβή για τη δημόσια υγεία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΓΡΕΒΕΝΙΩΤΗ-ΜΠΑΜΠΑΤΖΙΜΟΠΟΥΛΟΥ Μ. Σημειώσεις Ποιοτικού Ελέγχου Σιτηρών, Θεσσαλονίκη 1982
2. ΔΕΛΗΓΚΑΡΗ Ν. , Μικροβιολογία Τροφίμων, Αθήνα 1981
3. ΔΗΜΙΖΑ Κ. ,Αλευροποιία-Αρτοποιία-Βυνοποιία, Καλαμάτα 2006
4. ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Ι.Σ. , Τεχνολογία σιτηρών Ι, Αθήνα 1982
5. ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Ι.Σ. , Τεχνολογία σιτηρών ΙΙ Αθήνα 1982
6. ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΥ Γ. , Χημεία Τροφίμων, Αθήνα 1984
7. ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΥ Γ. , Βιοχημεία, Αθήνα 1983
8. ΚΟΥΤΙΝΑΣ ΑΘ. – ΠΕΦΑΝΗΣ ΣΤ. , Τεχνολογία και Ποτών, Πάτρα 2000
9. ΜΑΣΟΥΡΑΣ Θ. Δρ. , Σημειώσεις Τεχνολογίας Προϊόντων Αλεύρου – Αρτοποιίας- Ζαχαροπλαστικής- Μακαρονοποιίας, Αθήνα 2000
10. ΜΕΡΑΚΟΣ Σ. Αρτοποιία Ζαχαροπλαστική Αλεύρου, Πάτρα 2000
11. ΠΙΚΟΥΛΑΣ Ε. , Σημειώσεις Πρόσθετων Υλών, Αθήνα 1992
12. ΤΣΙΑΡΑΣ Ν. , Σημειώσεις αλευρουργίας, Αθήνα 1981
13. ΤΣΙΑΡΑΣ Ν. , Ποιοτικός έλεγχος τροφίμων Ι (σιτηρών), Αθήνα 1984
14. ΚΩΔΙΚΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ
15. BECKET S.T., Food Marketing And Technology, 1998
16. A.GARNIER, Paints et viennoiseries recettes et techniques, Dormonval Lucerne 1992

- 17. A.GARNIER, Levure et Panification, Edition Nathan communication, Paris 1988**
- 18. PJ FELLOWS, Encyclopedia of food science and food technology aid nutrition, Academy Press 1993**
- 19. SHAFIUR RAHMAN M. , Beaker Handbuch, Bad Godesberg 1992**