



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Προσδιορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών και ρεολογικών
παραμέτρων ζυμαριών για τη παρασκευή μακαρονιών »**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ, ΑΜ: 2009009

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2015

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Προσδιορισμός ποιοτικών χαρακτηριστικών και ρεολογικών
παραμέτρων ζυμαριών για τη παρασκευή μακαρονιών»**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ, ΑΜ: 2009009

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΑΡΖΑΚΑΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2015

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου μελέτης συνέβαλλαν κάποιοι άνθρωποι που χωρίς την πολύτιμη βοήθειά τους δεν θα μπορούσα να την ολοκληρώσω. Πρώτο από όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπον της πτυχιακής μου, τον κ. Θεόδωρο Βαρζάκα, γιατί μου πρότεινε το θέμα της πτυχιακής μου εργασίας και με βοήθησε τόσο στην εκτέλεση του πειραματικού της μέρους όσο και στη συγγραφή της. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια κ. Γεωργία Μπάρλα που μου έδωσε τη δυνατότητα να κάνω την πρακτική μου άσκηση καθώς και το μεγαλύτερο πειραματικό μέρος της πτυχιακής μου, στο εργαστήριο Σιτηρών δίνοντας μου την ευκαιρία να αποκτήσω πολύτιμες γνώσεις και εμπειρίες. Για την πολύτιμη βοήθειά της σε όλες τις πειραματικές αναλύσεις αλλά και για την όλη υποστήριξή της, τεχνική και ηθική κατά τη διάρκεια της πτυχιακής μου. Η προθυμία και υπομονή που έδειξαν ήταν ιδιαίτερα σημαντική για μένα.

Τέλος, ευχαριστώ ιδιαίτερα την οικογένεια και τους φίλους μου για την κατανόηση τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το σιτάρι θεωρείται από τα πρώτα φυτά που καλλιέργησε ο άνθρωπος και κατέχει σημαντικό ρόλο στη παγκόσμια γεωργία. Τα κυριότερα σιτηρά που χρησιμοποιούνται είναι: σιτάρι, καλαμπόκι, ρύζι, σίκαλη, βρώμη, κριθάρι, κεχρί και σorghό. Επίσης, τα είδη σιταριού με τη μεγαλύτερη εμπορική σημασία είναι τα εξής: *Triticum vulgare* (μαλακό σιτάρι), *Triticum durum* (σκληρό σιτάρι) και *Triticum compactum*. Η δομή του κόκκου του σιταριού αποτελείται από το περικάλυμμα, το φύτρο και το ενδοσπέρμιο. Ο κόκκος έχει πολλούς εχθρούς που είναι μικροοργανισμοί, έντομα ή τρωκτικά. Γενικά, μία από τις επεξεργασίες που υφίσταται το σιτηρό είναι η άλεση και πιο συγκεκριμένα η ξηρή άλεση, ο καθαρισμός και το κοντισιονάρισμα (θερμό και ψυχρό). Οι κυριότερες αναλύσεις που γίνονται στο αλεύρι (αποτελεί προϊόν του σιταριού) είναι ο προσδιορισμός γλουτένης, τέφρας, οξύτητας, υγρασίας, zeleny και η χρήση αλβεογράφου. Τέλος, τα ζυμαρικά είναι ένα παραδοσιακό προϊόν που λαμβάνεται μετά από διάφορα στάδια επεξεργασίας και είναι γνωστά από τα αρχαία χρόνια. Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για τη παρασκευή τους, είναι το σιμιγδάλι, το νερό, τα αυγά και το σκληρό αλεύρι. Μαγειρεύονται εύκολα και υπάρχουν σε διάφορα σχήματα.

Πίνακας περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
Κεφάλαιο 1. Δομή και σύσταση κόκκων.....	15
1.1 Δομή των κόκκων των σιτηρών.....	15
1.1.1 Περικάλυμμα.....	15
1.1.2 Φύτρο.....	15
1.1.3 Ενδοσπέρμιο.....	16
1.2 Χημική σύσταση των σιτηρών.....	17
1.3 Εχθροί του σιταριού.....	19
1.3.1 Ο δαυλίτης.....	19
1.3.2 Ο άνθρακας.....	19
1.3.3 Η σκωρίαση.....	19
1.3.4 Το έντομο Pentatomidae (κοινός βρωμούσα).....	20
1.3.5 Η νημάτωση.....	20
1.3.6 Η καλάνδρα του σιταριού ή σιταρόψειρα.....	20
1.3.7 Η μούχλα.....	20
1.3.8 Η βλάστηση των κόκκων.....	21
1.3.9 Το άναμμα του σιταριού (αυτοθέρμανση).....	21
Κεφάλαιο 2. Επεξεργασία των σιτηρών.....	21

2.1 Άλεση σιτηρών.....	22
2.1.1 Ξηρή άλεση σιτηρών.....	22
2.1.2 Καθαρισμός.....	22
2.1.3 Κοντισιονάρισμα.....	23
2.1.3.1 Θερμό κοντισιονάρισμα.....	24
2.1.3.2 Ψυχρό κοντισιονάρισμα.....	24
2.2 Άλεση σκληρού (durum) σιταριού.....	25
Κεφάλαιο 3. Αναλύσεις για το σιτάρι και το αλεύρι.....	26
3.1 Ανάλυση για σκληρό σιτάρι και σιμιγδάλι.....	26
3.2 Γλουτένη.....	27
3.2.1 Υγρή γλουτένη.....	27
3.2.2 Ξηρή γλουτένη.....	27
3.3 Τέφρα.....	28
3.4 Οξύτητα.....	29
3.5 Υγρασία.....	30
3.5.1 Υγρασία στα σιτηρά.....	30
3.5.2 Υγρασία στο αλεύρι.....	31
3.6 Zeleny.....	31
3.7 Αλβεογράφος Chopin.....	32
Κεφάλαιο 4. Πειραματικό μέρος.....	33
4.1 Προσδιορισμός υγρής και ξηρής γλουτένης σε σκληρό αλεύρι.....	33

4.2 Προσδιορισμός τέφρας.....	34
4.3 Προσδιορισμός οξύτητας.....	35
4.4 Προσδιορισμός υγρασίας.....	36
4.5 Προσδιορισμός τιμής ιζηματογένεσης zeleny.....	37
4.6 Αλβεογράφος (προσδιορισμός έργου W, λόγου P/L) στο άλευρο.....	39
Κεφάλαιο 5. Αποτελέσματα πειραματικού μέρους.....	44
5.1 Αποτελέσματα υγρής και ξηρής γλουτένης.....	44
5.2 Αποτελέσματα τέφρας.....	44
5.3 Αποτελέσματα οξύτητας.....	45
5.4 Αποτελέσματα υγρασίας.....	45
5.5 Αποτελέσματα τιμής ιζηματογένεσης zeleny.....	45
5.6 Αλβεογράφημα και αποτελέσματα.....	46
Κεφάλαιο 6. Ζυμαρικά.....	47
6.1 Είδη ζυμαρικών.....	48
6.2 Πρώτες ύλες.....	48
6.2.1 Σιμιγδάλι (Semolina).....	48
6.2.2 Χρώμα.....	49
6.2.3 Νερό.....	50
6.2.4 Αυγά.....	50
6.2.5 Άλλες ουσίες.....	51
6.3 Παρασκευή φρέσκων ζυμαρικών.....	52

6.3.1 Ζύμη με σιμιγδάλι.....	52
6.3.2 Στέγνωμα και συντήρηση ζύμης.....	59
6.3.3 Μαγείρεμα ζυμαρικών.....	60
Συμπεράσματα.....	61
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1: Ενδεικτική χημική σύσταση των κόκκων των σιτηρών σε (g / 100 g ξ.β.).....18

Πίνακας 2: Επιτρεπόμενα όρια τέφρας ανάλογα με το βαθμό τραβήγματος.....28

Πίνακας 3: Πειραματικά δείγματα τέφρας σε σκληρό αλεύρι.....45

Πίνακας 4: Πειραματικά δείγματα στον αλβεογράφο.....46

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Δομή κόκκου σιταριού.....	17
Εικόνα 2: Αλβεογράφος Chopin	40
Εικόνα 3: Αντιπροσωπευτικό διάγραμμα αλβεογράφου	41
Εικόνα 4: Αλβεοδιαγράμματα σε πειραματικά δείγματα.....	47
Εικόνα 5: 1 ^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια.....	53
Εικόνα 6: 2 ^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια.....	54
Εικόνα 7: 3 ^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια.....	54
Εικόνα 8: 4 ^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια.....	55
Εικόνα 9: 5 ^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια.....	55
Εικόνα 10: 6 ^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια.....	56
Εικόνα 11: 7 ^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια.....	56
Εικόνα 12: 8 ^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια.....	57
Εικόνα 13: 9 ^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια.....	58
Εικόνα 14: 10 ^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια.....	58
Εικόνα 15: Τελικό στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια.....	59
Εικόνα 16: Διαδικασία ξήρανσης μακαρονιών.....	60

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα σιτηρά είναι από τα πρώτα φυτά τα οποία καλλιέργησε ο άνθρωπος και τα ίχνη των περισσότερων απ' αυτά χάνονται στο βάθος της ιστορίας. Από τις αρχές της ανθρώπινης ιστορίας η σπουδαιότητα των σιτηρών για το ανθρώπινο γένος υπήρξε σημαντική. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι οι αρχαίοι πολιτισμοί ήκμασαν σε περιοχές όπου καλλιεργούνταν κάποιο σιτηρό. Έτσι, οι πολιτισμοί των Βαβυλωνίων και Αιγύπτιων βασίστηκαν στο σιτάρι, των Κινέζων στο ρύζι, των Ίνκας, Μάγια και Αζτέκων στον αραβόσιτο. Σήμερα, τα σιτηρά εξακολουθούν να διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια γεωργία και τα προϊόντα τους αποτελούν τη βάση της διατροφής του πληθυσμού του πλανήτη μας. Πλήθος προϊόντων διατροφής έχουν ως βάση κάποιο σιτηρό. Και δεν είναι μόνο εκείνα τα φαγητά και εν γένει σκευάσματα όπως ο άρτος, το ρύζι, τα ζυμαρικά ή πολλά άλλα προϊόντα που είναι γνωστά στο ευρύ κοινό ότι προέρχονται από τα φυτά αυτά, αλλά και πλήθος άλλων προϊόντων όπως η μύρα, το ούισκι και άλλα έχουν ως πρώτη ύλη κάποιο σιτηρό. Η μεγάλη σημασία των σιτηρών παγκόσμια οφείλεται στο ότι σε εκτατικές συνθήκες καλλιέργειας παράγουν περισσότερο από όλες τις άλλες κατηγορίες φυτών, παρουσιάζουν μεγάλη προσαρμοστικότητα σε διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος, αποτελούν την κυριότερη πηγή τροφίμων, αποθηκεύονται εύκολα γιατί περιέχουν μικρό ποσοστό υγρασίας, δεν απαιτούν μεγάλο χώρο αποθήκευσης γιατί είναι υψηλής συμπύκνωσης.

Σιτηρά ή δημητριακά ή δημητριακοί καρποί (*cereals*) χαρακτηρίζονται οι ώριμοι, ξηροί και καθαροί καρποί ορισμένων καλλιεργούμενων φυτών, μελών της οικογένειας των αγρωστωδών. Υπάρχουν περισσότερα από 350 γένη σιτηρών, που περιλαμβάνουν γύρω στα 4.500 είδη. Κάθε είδος έχει ένα μεγάλο αριθμό ποικιλιών, που μπορεί να είναι πολλές χιλιάδες. Τα κυριότερα σιτηρά (γένη) είναι οχτώ: σιτάρι, καλαμπόκι, ρύζι, σίκαλη, βρώμη, κριθάρι, κεχρί και σόργο. Τα σιτηρά αποτελούν μέχρι και σήμερα τη βάση της διατροφής της ανθρωπότητας και καλύπτουν το ήμισυ των θερμιδικών αναγκών της, ενώ είναι πλούσια σε πρωτεΐνες, βιταμίνες και ανόργανα άλατα. Η μεγάλη χρήση τους εξηγείται από το γεγονός ότι ευδοκιμούν παντού, καλλιεργούνται εύκολα, έχουν μεγάλη διατηρησιμότητα και δίνουν πολύ μεγάλη ποικιλία φθηνών, γευστικών και εύπεπτων τροφίμων (Τσιάρας, 2002).

Το σιτάρι έχει περισσότερα από 15 είδη και αρκετές χιλιάδες ποικιλίες, από αυτά όμως μόνο τα τρία έχουν εμπορική σημασία. Αυτά είναι:

α) Το είδος *Triticum Vulgare* (ή *Triticum Aestivum*) γνωστό σαν μαλακό σιτάρι (*common wheat*). Από τις διάφορες ποικιλίες του δίνονται τα αλεύρια αρτοποιίας, (κυρίως από ημίσκληρες ποικιλίες) μπισκοτοποιίας και ζαχαροπλαστικής. Έχουν δομή μαλακή και η τομή των κόκκων τους είναι συνήθως αλευρώδης. Είναι το περισσότερο καλλιεργούμενο είδος σιταριού – πλέον του 90% της παγκόσμιας παραγωγής. Έχει κόκκους με κόκκινο ή άσπρο χρώμα.

β) Το είδος *Triticum Durum* γνωστό σαν σκληρό σιτάρι. Από τις διάφορες ποικιλίες του δίνονται τα σιμιγδάλια για τη παρασκευή ζυμαρικών. Οι κόκκοι του είναι συνήθως πολύ σκληροί και η τομή τους είναι υαλώδης, ενώ το πρωτεϊνικό τους περιεχόμενο είναι υψηλότερο. Οι ποικιλίες με κόκκινο χρώμα καλλιεργούνται πολύ λίγο και προορίζονται κυρίως για ζωοτροφές, ενώ οι λευκές ποικιλίες αντιπροσωπεύουν την κύρια παραγωγή. Αντιπροσωπεύει περίπου το 6% της παγκόσμιας παραγωγής. Χρησιμοποιείται κυρίως με τη μορφή σιμιγδαλιού στις βιομηχανίες ζυμαρικών, επειδή η γλουτένη του είναι πλέον ενδεδειγμένη. Ενώ για την αρτοποιία είναι μάλλον ακατάλληλο.

γ) Το είδος *Triticum Compactum* (*club wheat*). Οι κόκκοι του είναι κόκκινοι ή άσπροι. Όμως, κατά κανόνα καλλιεργούνται οι άσπρες ποικιλίες. Η δομή των κόκκων είναι μαλακή και με χαμηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο. Είναι ακατάλληλο για την αρτοποιία, αλλά άριστο για ορισμένα είδη κέικ και στη ζαχαροπλαστική, που χρειάζεται αδύνατη γλουτένη και χαμηλό ποσοστό πρωτεϊνών.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ειδών είναι διαφορετικά και μπορούν να αναγνωριστούν από την εμφάνιση. Έτσι οι άκρες των κόκκων του *Triticum Vulgare* είναι στρογγυλές, ενώ του *Triticum Durum* είναι μυτερές. Το μήκος των κόκκων του πρώτου, κυμαίνεται από 5-8,5mm ενώ του δεύτερου από 7-12mm. Η αξιολόγησή τους γίνεται με βάση την παραγωγική απόδοση, την αντίσταση στις αρρώστιες και στις εντομολογικές προβολές και ακόμα την αλευροποιητική και αρτοποιητική ή μακαρονοποιητική ποιότητα που εμφανίζουν. Η εμπορική ταξινόμηση των σιτηρών γίνεται με βάση ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά και την καταλληλότητα για χρήση στην παραγωγή όμοιων προϊόντων και όχι κατά ποικιλίες.

Ένα σιτάρι θεωρείται σκληρό αν προέρχεται από ποικιλία που ανήκει στο είδος *Triticum Durum*. Τα χαρακτηριστικά των σκληρών εμφανίζουν μεγάλες διαφορές ανάλογα με την ποικιλία και το περιβάλλον στο οποίο καλλιεργήθηκαν. Οι περισσότερες ποικιλίες *Durum* σιταριών έχουν κεχριμπαρένιο χρώμα και το μεγάλο πρωτεϊνικό περιεχόμενο οφείλεται σε

γενετικές αιτίες, αλλά είναι αποτέλεσμα των κλιματολογικών συνθηκών των περιοχών που καλλιεργούνται παραδοσιακά (θερμό, ξηρό, παρατεταμένο καλοκαίρι). Τα σκληρά σιτάρια έχουν πρωτεΐνες και άμυλο διαφορετικά από τα κοινά σιτάρια. Το ποσοστό των ελεύθερων ζαχάρων είναι μεγαλύτερο από αυτό των κοινών σιταριών. Επίσης, είναι μεγαλύτερες οι τιμές της διαστατικής δραστηριότητας και της παραγωγής αρτοποιητικών αερίων (Τσιάρας, 1996).

Τα σκληρά σιτάρια έχουν μεγαλύτερους κόκκους και επιμήκεις. Οι κόκκοι που δεν είναι 100% κατάλληλοι για σιμιγδάλι κατατάσσονται σε κατηγορίες. Οι τέλειοι κόκκοι έχουν πλήρως υαλώδεις και σκληρότερο ενδοσπέρμιο και δεν έχουν στίγματα (λευκά ή μαύρα). Όταν οι κόκκοι δεν είναι παντού υαλώδεις κατατάσσονται σε μία κατηγορία που ονομάζεται αλευρώδεις κόκκοι και δίνουν λευκούς κόκκους σιμιγδαλιού. Γι' αυτούς καθορίζεται ένα ανώτατο όριο ώστε να μη βγουν από το σιμιγδάλι μακαρόνια με άσπρα στίγματα (Κεφαλάς, 2009).

Οι φυσικές ιδιότητες των ζυμαριών τους κυμαίνεται από αδύνατες μέχρι μέτριες. Ακόμα και ποικιλίες με πολύ υψηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενο ποτέ δε φτάνουν τη δύναμη των καλών σιταριών αρτοποιίας. Επίσης, εμφανίζουν μικρή απορρόφηση νερού (αυτό αποτελεί πλεονέκτημα γιατί η ξήρανση των μακαρονιών γίνεται ευκολότερα) και περιέχουν περισσότερα ανόργανα άλατα. Τα σιμιγδάλια ή τα αλεύρια των σκληρών σιταριών έχουν 25-50% περισσότερη τέφρα, από τα σιμιγδάλια ή τα αλεύρια των κοινών σιταριών με το ίδιο τράβηγμα. Τέλος, το ενδοσπέρμιό τους έχει υπερδιπλάσια ποσότητα από την αντίστοιχη των κοινών σιταριών (Τσιάρας, 1996).

Ζυμαρικά χαρακτηρίζονται τα προϊόντα που παρασκευάζονται με σιμιγδάλι πλούσιο σε γλουτένη και νερό, χωρίς μαγιά. Τα ζυμαρικά μορφοποιούνται με μεγάλη πίεση (εξώθηση) και ξηραίνονται σε ειδικούς θαλάμους με χαμηλή θερμοκρασία ή στον αέρα. Το σιμιγδάλι προέρχεται αποκλειστικά από σκληρό αλεύρι (*Triticum Durum*) και απαγορεύεται να χρησιμοποιηθεί άλλος τύπος σιταριού. Επίσης, απαγορεύεται η προσθήκη τεχνητής χρωστικής ουσίας, όπως και η προσθήκη συντηρητικών μέσων. Επιτρέπεται ο χρωματισμός των ζυμαρικών μόνο με τη προσθήκη λαχανικών, αυγών ή άλλων παρόμοιων υλών.

Σαν ζυμαρικά με αυγά χαρακτηρίζονται τα ζυμαρικά που παρασκευάστηκαν με τρία τουλάχιστον πλήρη αυγά ανά κιλό σιμιγδάλι. Ενώ σαν ζυμαρικά με γάλα χαρακτηρίζονται τα ζυμαρικά που παρασκευάστηκαν με νωπό πλήρες γάλα ή σκόνη πλήρους γάλακτος σε

ποσότητα 20 γραμμάρια ξηρής μάζας γάλακτος ανά κιλό έτοιμου ζυμαρικού. Σαν ζυμαρικά με λαχανικά χαρακτηρίζονται τα ζυμαρικά που παρασκευάστηκαν με προσθήκη καρότων ή ντομάτας ή σπανακιού. Ανάλογα με το σχήμα που έχουν παίρνουν διάφορες ονομασίες, όπως: μακαρόνια, κοφτό μακαρονάκι, φιδές, λαζάνια, κριθαράκι, κανελόνια, κοχύλια κ.α. Ακόμα, παρασκευάζονται ειδικά ζυμαρικά για διαβητικά άτομα. Συνήθως, προστίθεται ξηρή γλουτένη σιταριού για να μικρύνει η αναλογία του αμύλου που είναι βλαπτικό για τους διαβητικούς (Τσιάρας, 2002).

Κεφάλαιο 1. Δομή και σύσταση κόκκων

1.1 Δομή των κόκκων των σιτηρών

Ο σκοπός των κόκκων των σιτηρών είναι να δώσουν νέα φυτά όταν βρεθούν στις κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας (Κεφαλάς, 2009) . Τα σιτηρά στο εμπόριο και τη βιομηχανία μετακινούνται και αποθηκεύονται με τη μορφή κόκκων. Η δομή όλων των σιτηρών είναι παρόμοια. Οι κόκκοι του σιταριού, του καλαμποκιού, της σίκαλης, του σοργού και ειδών κεχριού αποτελούνται από περικάρπιο και σπέρμα. Το σπέρμα απαρτίζεται από περισπέρμιο, ενδοσπέρμιο και φύτρο. Οι κόκκοι ρυζιού, κριθαριού, βρώμης και τα περισσότερα είδη κεχριού και σόργου έχουν πάνω από το περικάρπιο άλλο ένα κάλυμμα, το λέπυρο (*husk*). Κάθε ένα μέρος του κόκκου αποτελείται από διάφορα στρώματα ή ιστούς (Τσιάρας, 2002).

1.1.1 Περικάλυμμα

Σε τομές των κόκκων παρατηρούμε ότι το περικάλυμμα αποτελείται από τρεις κύριες στιβάδες αρχίζοντας από έξω προς τα μέσα: α) το περικάρπιο, β) το επισπέρμιο και γ) τη στοιβάδα της αλευρόνης. Η στοιβάδα της αλευρόνης αποτελείται από μεγάλα παχύτοιχα κύτταρα. Στο περικάλυμμα συγκεντρώνεται το μεγαλύτερο μέρος της κυτταρίνης και των ανόργανων αλάτων. Η κυτταρίνη παρόλο που δεν πέπτεται, ασκεί ευεργετική επίδραση στη λειτουργία του πεπτικού συστήματος του ανθρώπου. Σημαντικό μέρος των ανόργανων αλάτων είναι φωσφορικά και είναι γνωστή η σημασία του φωσφόρου για τα οστά, τον εγκέφαλο και τους μυς. Κατά τη παραγωγή σιμιγδαλιού και λευκού αλεύρου σίτου, από το περικάλυμμα παίρνουμε το πίτυρο. Το πίτυρο έχει καφέ σκούρο χρώμα και αν προστεθεί σε λευκό αλεύρι το σκουραίνει και μειώνει την αρτοποιητική του ικανότητα. Επίσης, το πίτυρο χρησιμοποιείται (συνήθως) ως ζωοτροφή. Είναι πηγή βιταμίνης Β και περιέχει έλαιο σε ποσότητες μικρότερες από το φύτρο, αλλά μεγαλύτερες από το ενδοσπέρμιο.

1.1.2 Φύτρο

Το φύτρο ή έμβρυο καταλαμβάνει τη μία άκρη του κόκκου, το σιτάρι και το κριθάρι καταλαμβάνουν ποσοστό 1,5- 3% του κόκκου. Από το φύτρο θα προέλθει το νέο φυτό. Το φύτρο χωρίζεται από τον υπόλοιπο κόκκο με μία μεμβράνη, το ασπίδιο εκεί υπάρχουν συγκεκριμένα ένζυμα που θα χρειαστεί το νέο φυτό κατά την έναρξη της βλάστησης. Στο φύτρο περιέχεται το μεγαλύτερο ποσοστό ελαίου του κόκκου καθώς και λιποδιαλυτές βιταμίνες (κυρίως βιταμίνη E) (Κεφαλάς, 2009).

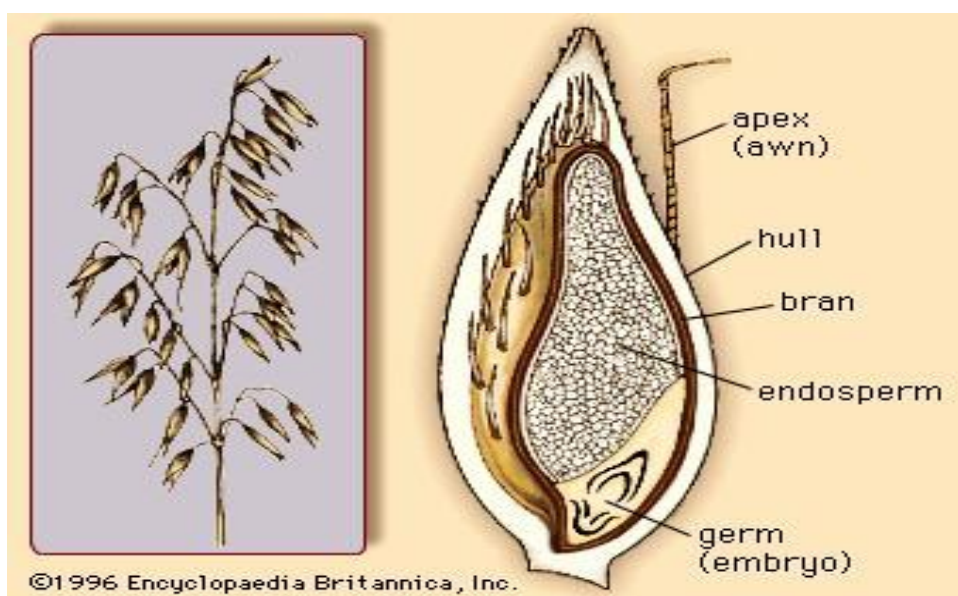
1.1.3 Ενδοσπέρμιο

Το ενδοσπέρμιο είναι το εσωτερικό του κόκκου και βρίσκεται κάτω από τη στιβάδα της αλευρόνης και περικλείεται από αυτήν και το ασπίδιο. Αποτελείται από κυψέλες εξαγωγικές σε διάφορα μεγέθη. Το μέγεθος των κυψελών μικραίνει από το κέντρο προς την περιφέρεια του κόκκου. Τα τοιχώματα των κυψελών αποτελούνται κυρίως από κυτταρίνη. Οι κυψέλες περιέχουν άμυλο, συγκροτημένο με μορφή σφαιροκρυσταλλική σχηματίζοντας τους αμυλόκοκκους. Ακόμα περιέχουν υδατοδιαλυτές (λευκοσίνη) και μη υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες. Οι τελευταίες σχηματίζουν κατά την ανάμιξη του αλεύρου με νερό το τρισδιάστατο της γλουτένης που κατακρατεί τα παραγόμενα αέρια φουσκώνοντας το ζυμάρι (Τσιάρας, 2002). Τα υπόλοιπα συστατικά του ενδοσπερμίου βρίσκονται σε πολύ μικρά ποσοστά και τα κυριότερα είναι ανόργανα άλατα, βιταμίνες, λιπίδια, ένζυμα (κυρίως αμυλάσες) και απλά σάκχαρα.

Ανάλογα με την ποικιλία του σιτηρού το ενδοσπέρμιο εμφανίζει διαφορές στη σκληρότητα και στην όψη της τομής του. Έχουμε μαλακό ή σκληρό ενδοσπέρμιο, αλευρώδη ή υαλώδη όψη. Η σκληρότητα και η υαλώδη όψη οφείλονται στη συνεκτική και συμπαγή δομή του ενδοσπερμίου. Όσο πιο σφικτά είναι συνδεδεμένη η πρωτεΐνη με το άμυλο, τόσο πιο συνεκτική και σκληρή είναι η δομή. Επίσης, η σκληρότητα οφείλεται σε γενετικούς παράγοντες που καθορίζουν την ισχύ του δεσμού πρωτεΐνης – αμύλου στο ενδοσπέρμιο. Η υαλώδη όψη οφείλεται στην έλλειψη θυλάκων αέρα μέσα στον κόκκο. Αυτή μπορεί να χαθεί, αν προς το τέλος της ωρίμανσης βραχούν οι κόκκοι και στη συνέχεια ξεραθούν είτε στο χωράφι (πάνω στο φυτό) είτε στο ξηραντήριο. Αυτός είναι και ο κυριότερος λόγος που στο σκληρό (*durum*) σιτάρι οι βροχές κατά τη περίοδο ωρίμανσης είναι βλαβερές. Οι κόκκοι που έχασαν την υαλώδη όψη τους χαρακτηρίζονται ως

αλευρώδη κόκκοι και δίνουν λευκούς κόκκους σιμιγδαλιού με μικρή απόδοση διότι μεγάλο ποσοστό αυτών κονιοποιείται.

Στο μαλακό ενδοσπέρμιο η δομή είναι χαλαρή και ανάμεσα στα κύτταρα υπάρχουν κενά γεμάτα αέρα. Όταν μία ακτίνα φωτός εισέλθει στο ενδοσπέρμιο περνάει από κύτταρο σε κύτταρο. Μέχρι να διασχίσει το κόκκο στη πορεία συναντά θύλακες αέρα και υφίσταται διαδοχικές διαθλάσεις. Αυτές έχουν σαν αποτέλεσμα το φως να διαχέεται και να δίνει λευκή όψη στο ενδοσπέρμιο (Κεφαλάς, 2009).



(Πηγή: Εγκυκλοπαίδεια Britannica, 1996)

Εικόνα 1. Δομή κόκκου σιταριού

1.2 Χημική σύσταση των σιτηρών

Τα σιτηρά περιέχουν: υδατάνθρακες, αζωτούχες ενώσεις, λιπίδια, ανόργανα άλατα, νερό καθώς και μικρές ποσότητες βιταμινών, ενζύμων και διάφορες άλλες ουσίες μεταξύ των οποίων μερικές πολύ σημαντικές για τη διατροφή μας. Οι υδατάνθρακες είναι το κύριο συστατικό: 75-87% σε ξηρή βάση. Αυτοί περιλαμβάνουν άμυλο, κυτταρίνη, ημικυτταρίνες και πεντοζάνες (ενώσεις κυτταρίνης με λιγνίνη), δεξτρίνες και σάκχαρα.. Τις ακατέργαστες ίνες (crude fibre) που ονομάζεται το μέρος των υδατανθράκων που δεν

διαλύονται σε διαλύματα οξέων και αλκαλίων καθώς και τους διαλυτούς υδατάνθρακες που βρίσκονται με αφαίρεση από το 100, του αθροίσματος των ακατέργαστων ινών, των αζωτούχων ενώσεων, των λιπιδίων και της τέφρας. Οι τροφές που αντιστέκονται στις επιδράσεις του πεπτικού συστήματος χαρακτηρίζονται σαν διαιτητικές ίνες. Η αναλογία μεταξύ διαιτητικών και ακατέργαστων ινών δεν είναι σταθερή, όμως οι πρώτες πάντα υπερτερούν των δεύτερων, αφού ένα μέρος των διαιτητικών ινών διασπάται κατά τον προσδιορισμό των ακατέργαστων ινών. Οι ακατέργαστες ίνες παρόλο που δεν έχουν καμία θρεπτική αξία στον ανθρώπινο οργανισμό, είναι εντελώς απαραίτητες στο διαιτολόγιο. Όταν η λήψη τους είναι περιορισμένη δημιουργούνται προβλήματα υγείας και ασθένειες (Τσιάρα, 1996).

Το ρύζι έχει το μικρότερο πρωτεϊνικό περιεχόμενο, το καλαμπόκι, η βρώμη και το κεχρί έχουν τα περισσότερα λιπίδια (περίπου 5%). Η βρώμη, το κριθάρι και το αναποφλοίοτο ρύζι είναι τα πλουσιότερα σιτηρά σε ανόργανα συστατικά. Η χημική σύσταση των σιτηρών μεταβάλλεται κατά τις διάφορες επεξεργασίες τους από διάφορες αιτίες. Όπως όταν απομακρύνονται μέρη του κόκκου κατά την αποφλοίωση ή την άλεση. Στο πίνακα 1 φαίνεται η μεταβολή των διαφόρων συστατικών στο αλεύρι σε σχέση με το βαθμό άλεσης.

<i>Σιτηρά</i>	<i>Διαλυτοί Υδ/κες</i>	<i>Ακα/στες ίνες</i>	<i>Πρωτεΐνες</i>	<i>Λιπίδια</i>	<i>Τέφρα</i>
<i>Σιτάρι</i>	76,5	2,5	16	3	2
<i>Καλαμπόκι</i>	80	3,5	9,5	5	2
<i>Ποπ- κορν</i>	81	2,5	11	4	1,5
<i>Γλυκό</i>	77	2	12	9	2
<i>Ρύζι αναποφλοίοτο</i>	72	10	8	2	8
<i>Άσπρο</i>	90	0,3	9	2,8	2
<i>Καφέ</i>	84	11	10	2	2
<i>Σίκαλη</i>	79,5	2,5	14	0,5	0,2
<i>Σόργος</i>	79,7	2,8	12,5	3,5	1,5
<i>Ολική</i>	70	10	12	5	3
<i>Αποφλοιωμένη</i>	75	1,5	15	7	1,5
<i>Κριθάρι</i>	77,5	5	12,5	2	3
<i>Κεχρί</i>	66,7	12,3	14	4,5	2,5

(Πηγή: Τσιάρας, 1996)

Πίνακας 1. Ενδεικτική χημική σύσταση των κόκκων των σιτηρών (g / 100g ξ.β.)

1.3 Εχθροί του σιταριού

Το σιτάρι έχει πολλούς εχθρούς που είναι μικροοργανισμοί, έντομα ή τρωκτικά. Από αυτούς άλλοι προσβάλλουν το φυτό, άλλοι τον καρπό κατά την ωρίμανση και άλλοι βλάπτουν τον ώριμο καρπό κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Οι προσβεβλημένοι, καχεκτικοί ή συρρικνωμένοι κόκκοι υπολογίζονται σαν ξένες ύλες, γιατί κατά τις καθαριστικές διαδικασίες της άλεσης απομακρύνονται. Όταν η προσβολή πάρει μεγάλη έκταση αναφύονται προβλήματα πολύ σοβαρά. Οι πιο συνηθισμένοι εχθροί είναι οι παρακάτω.

1.3.1 Ο δαυλίτης

Η ασθένεια αυτή προέρχεται από μύκητες. Το ενδοσπέρμιο των προσβεβλημένων κόκκων αντικαθίσταται από μία σκούρα σκόνη, τους σπόρους του παράσιτου. Τα προσβεβλημένα στάχυα διακρίνονται γιατί είναι πιο ελαφριά και στέκονται όρθια, ενώ τα κανονικά γέρνουν.. Το περίβλημα σπάζει εύκολα και ελευθερώνει το περιεχόμενο που διασκορπίζεται στη μάζα του σιταριού, προσδίδοντας σκούρο χρώμα και αποκρουστική οσμή (αλλοιωμένα ψάρια). Το καθαρίσμα γίνεται με έντονη μηχανική τριβή και δυνατό ρεύμα αέρα και ακολουθεί πλύσιμο. Αν η προσβολή είναι σχετικά μεγάλη το παραγόμενο αλεύρι είναι γκριζωπό και δύσοσμο. Ο δαυλίτης προλαμβάνεται αν απολυμάνουμε τους σπόρους που προορίζονται για σπορά με αντιδαυλιτικό φάρμακο.

1.3.2 Ο άνθρακας

Ο άνθρακας είναι μύκητας που προσβάλλει όλο το στάχυ και το μετατρέπει σε μαύρη σκόνη, που σιγά-σιγά διασκορπίζεται από τον αέρα. Ο άνθρακας προλαμβάνεται με εμφάνιση του σπόρου σε ζεστό νερό.

1.3.3 Η σκωρίαση

Αυτή προκαλείται από μύκητα, τα σπόρια του οποίου μεταφέρονται από τον αέρα, επικάθονται στο φυτό και στη συνέχεια φυτρώνουν. Η ανάπτυξη της σκουριάς ευνοείται

από τον υγρό καιρό και τα υγρά εδάφη. Οι κόκκοι του σιταριού που προέρχονται από προσβεβλημένο φυτό είναι συρρικνωμένοι και μικροί. Ακόμα τα σπόρια της σκουριάς που τυχόν θα φτάσουν μέχρι τα τελικά προϊόντα είναι επιβλαβή για τον άνθρωπο.

1.3.4 Το έντομο *Pentatomidae* (κοινός βρωμούσα)

Το έντομο αυτό τρυπάει τον κόκκο πριν αυτός ωριμάσει και απορροφά το γαλακτώδες ενδοσπέρμιο, εγχύνοντας ταυτόχρονα μέσα στον κόκκο ένα υγρό πλούσιο σε πρωτεολυτικά ένζυμα. Αυτά τα ένζυμα όταν το αλεύρι γίνει ζυμάρι, διασπούν τη σχηματιζόμενη γλουτένη σε πεπτόνες και αμινοξέα και επιφέρουν μείωση στις αρτοποιητικές ιδιότητες του αλεύρου. Ακόμα και προσβολή σε ποσοστό 2-3% των κόκκων μπορεί να κάνει το αλεύρι ακατάλληλο για αρτοποίηση. Τα έντομα μπορούν να προσβάλλουν και κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Οι βλαμμένοι κόκκοι διακρίνονται από την ύπαρξη κίτρινης κηλίδας στο σημείο που τρυπήθηκαν από το έντομο.

1.3.5 Η νημάτωση

Αυτή προέρχεται από έντομο. Οι προσβεβλημένοι κόκκοι έχουν καστανόμαυρη εμφάνιση και είναι γεμάτοι με μικρά νηματώδη σκουλήκια. Οι κόκκοι έχουν μικρό ειδικό βάρος και αποχωρίζονται με ρεύμα αέρα ή με επίπλευση στο πλυντήριο. Αν δεν απομακρυνθούν και αλευροποιηθούν προσδίδουν μία γκρίζα χρώση στο αλεύρι.

1.3.6 Η καλάνδρα του σιταριού ή σιταρόψειρα

Το παράσιτο αυτό είναι ένας μικρός κάνθαρος, σκουρόχρωμος, χωρίς φτερά. Το θηλυκό ανοίγει με το ράμφος του τρύπες στους κόκκους και εναποθέτει ένα αυγό σε κάθε κόκκο. Στη συνέχεια, σφραγίζει τον κόκκο με μία ουσία που εκκρίνει. Από το αυγό σε μία βδομάδα βγαίνει ένα σκουλήκι που ύστερα από μερικές μέρες και αφού παραμείνει λίγες μέρες μέσα στον κόκκο τον εγκαταλείπει.

1.3.7 Η μούχλα

Κατά την αποθήκευση του σιταριού σε αποθήκες υγρές και κακοαεριζόμενες σχηματίζονται μικρά πράσινα στίγματα (με μορφή σκόνης) στην άκρη των κόκκων. Με τον καιρό η μούχλα επεκτείνεται σε ολόκληρη την επιφάνεια και τέλος στο εσωτερικό των κόκκων. Ταυτόχρονα αναπτύσσεται δυσάρεστη οσμή και γεύση μούχλας. Το σιτάρι προφυλάσσεται με ανάδευση και καλό αερισμό της αποθήκης.

1.3.8 Η βλάστηση των κόκκων

Όταν υπάρχει βροχερός καιρός στη διάρκεια του θερισμού οι κόκκοι αρχίζουν να φυτρώνουν. Αργότερα οι φυτρωμένοι κόκκοι συρρικνώνονται και χάνουν τη γυαλάδα τους. Αλεύρι από φυτρωμένο σιτάρι έχει μειωμένη αρτοποιητική ικανότητα, λόγω των μεγάλων ποσών αμυλάσης -β και κυρίως αμυλάσης -α, που σχηματίζονται κατά την εκβλάστηση. Αν οι φυτρωμένοι κόκκοι φτάνουν το 5%, το αλεύρι που παράγεται είναι ακατάλληλο για αρτοποίηση.

1.3.9 Το άναμμα του σιταριού (αυτοθέρμανση)

Οι κόκκοι του σιταριού είναι ζωντανοί οργανισμοί και υφίσταται διάφορες βιολογικές λειτουργίες. Η πιο τυπική λειτουργία είναι η αναπνοή (το άμυλο ενώνεται με το οξυγόνο και σχηματίζει διοξείδιο του άνθρακα και νερό, με ταυτόχρονη παραγωγή θερμότητας). Η αναπνοή επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία. Όταν η υγρασία υπερβεί το 14%, η αναπνοή γίνεται έντονη. Παράλληλα τα σιτηρά έχουν πολύ χαμηλή θερμική αγωγιμότητα οπότε δεν διαχέεται η παραγόμενη θερμότητα, αλλά συσσωρεύεται. Έτσι σχηματίζονται εστίες με υψηλή θερμοκρασία και υγρασία που αυξάνουν με επιταχυνόμενο ρυθμό και συνέχεια επεκτείνονται (άναμμα). Ακόμα δημιουργείται ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη μικροοργανισμών, που με τη σειρά τους αυξάνουν την θερμοκρασία και την υγρασία με τις βιολογικές τους λειτουργίες. Όταν διαπιστωθεί άναμμα, το σιτάρι πρέπει να αναδευτεί (με φτυάρια) ή να μεταγγιστεί σε άλλη αποθήκη (Τσιάρας, 2002).

Κεφάλαιο 2. Επεξεργασία των σιτηρών

2.1 Άλεση σιτηρών

Τα σιτηρά σε πολύ λίγες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται όπως παραλαμβάνονται από το φυτό. Οι κόκκοι επάνω στο φυτό έχουν προστατευτικό κάλυμμα που προέρχεται από μετασχηματισμένα φύλλα. Το κάλυμμα και τα τμήματα του καλούνται λέπυρα και ανάλογα με το σιτηρό είναι χαλαρά ή συνεκτικά συνδεδεμένα με τον υπόλοιπο κόκκο. Το πρώτο στάδιο επεξεργασίας των σιτηρών είναι η απομάκρυνση των λεπύρων. Σκοπός της άλεσης είναι η παραγωγή αλεύρου χωρίς πίτουρα.

Αυτό επιτυγχάνεται ως εξής: α) σπάσιμο των κόκκων του σιταριού, β) κοσκίνισμα των σωματιδίων, που προέκυψαν από το σπάσιμο των κόκκων, για να τα διαχωρίσουμε, γ) ταξινόμηση (χοντρά- ψιλά), απαλεύρωση (αφαίρεση αλεύρου), καθάρισμα (αφαίρεση πίτουρων των σιμιγδαλιών). Σιμιγδάλια είναι τα τεμαχίδια που προκύπτουν από το σπάσιμο του ενδοσπερμίου, δ) αλευροποίηση των σιμιγδαλιών, ε) χαρμάνιασμα των διαφόρων φαρινών και στ) συσκευασία (Τσιάρας, 2002).

Οι πιο συνηθισμένες επεξεργασίες των σιτηρών είναι: 1) η ξηρή άλεση, 2) η αποφλοίωση, 3) η υγρή άλεση, 4) η βυνοποίηση και παραγωγή αλκοόλης και αλκοολούχων ποτών και 5) η θερμική επεξεργασία, όπως: βράσιμο ή ψήσιμο.

2.1.1 Ξηρή άλεση

Η ξηρή άλεση των σιτηρών αποσκοπεί στην ελάττωση του μεγέθους επιλεκτικά των διαφόρων μερών του κόκκου, ώστε να γίνει εύκολος ο διαχωρισμός τους και να αποκτήσουν το επιθυμητό μέγεθος. Στη ξηρή άλεση υπάγεται και η αποφλοίωση (απομάκρυνση των λεπύρων) της βρώμης, του κριθαριού, του ρυζιού και η αποπιτύρωση του ρυζιού. Το φύτρο απομακρύνεται από το ενδοσπέρμιο, έτσι τα προϊόντα της άλεσης είναι τα πίτουρα, το αλεύρι ή το σιμιγδάλι και το φύτρο. Η διαδικασία της ξηρής άλεσης περιλαμβάνει τα εξής στάδια: καθαρισμό, κοντισιονάρισμα και κυρίως άλεση.

2.1.2 Καθαρισμός

Στα φορτία σιτηρών υπάρχουν πάντοτε ξένες ύλες που βρίσκονται στο χωράφι και παρασύρθηκαν από τη συγκομιδή. Τέτοιες ύλες είναι σπόροι άλλων φυτών, άχυρα, χώμα, πέτρες, μεταλλικά και ξύλινα θραύσματα από μηχανές και εργαλεία. Πρώτο στάδιο καθαρισμού είναι ο μαγνητικός διαχωριστής, μία συστοιχία μαγνητών που απομακρύνει τα μεταλλικά αντικείμενα.

Στη συνέχεια, το σιτάρι καθαρίζεται από τις υπόλοιπες ξένες ύλες περνώντας από κόσκινα και από συσκευές στις οποίες διέρχεται ρεύμα αέρος. Στην είσοδο του πρώτου κόσκινου εισέρχεται ρεύμα αέρος προς τα πάνω για να απομακρυνθούν ελαφρά αντικείμενα όπως άχυρα, λέπυρα, σκόνη, κόκκοι με φαγωμένο από έντομα ενδοσπέρμιο. Καθώς διέρχεται από τις οπές, το σιτάρι πέφτει σε άλλο κόσκινο που έχει οπές μικρότερες από τους κόκκους. Το κόσκινο αυτό συγκρατεί τους κόκκους του σίτου και αφήνει να περάσουν μικρότεροι κόκκοι, χώμα κτλ. Φεύγοντας και από το δεύτερο κόσκινο περνά πάλι από ρεύμα αέρος για να παρασυρθούν όσα ελαφριά αντικείμενα παρέμειναν.

Για να τελειοποιηθεί ο καθαρισμός και να απομακρυνθούν και οι τελευταίες ξένες ύλες, περνάνε από επιφάνεια που έχει ελαφριά κλίση και δονείται και ονομάζεται «τράπεζα». Όταν η κλίση και η δόνηση ρυθμιστούν κατάλληλα, τα αντικείμενα που έχουν μικρότερο ειδικό βάρος αναπηδούν έντονα και βγαίνουν στο επάνω άκρο. Αυτά στη συνέχεια πέφτουν σε ειδικές θήκες στο σχήμα και στο μέγεθος των κόκκων του σίτου που ονομάζονται κοκκοδιαλογείς (ή τριέρια). Οι θήκες περιστρέφονται και αδειάζουν τους κόκκους σε κοχλία μεταφοράς απαλλάσσοντας τους από τις ίδιου μεγέθους ξένες ύλες.

2.1.3 Κοντισιονάρισμα

Το κοντισιονάρισμα συνίσταται στη προσθήκη νερού στο ξηρό σιτάρι και παραμονή του σε κυψέλες ανάπαυσης για κάποιο χρονικό διάστημα, ώστε το νερό να κατανεμηθεί ομοιόμορφα στους κόκκους πριν αυτοί αλεστούν. Με αυτό επιτυγχάνεται: η αύξηση της ανθεκτικότητας και της ελαστικότητας του περικαλύμματος, ώστε κατά την άλεση να μη θρυμματιστεί και να δώσει πίτυρο σε φυλλίδια. Και το μαλάκωμα του ενδοσπερμίου, ώστε να αποχωριστεί καλύτερα από το πίτυρο και να αλεστεί ευκολότερα με μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.

Η ποσότητα του νερού εξαρτάται από την αρχική υγρασία του σίτου και υπολογίζεται έτσι ώστε η τελική υγρασία να φθάσει το 15% έως 18,5% ανάλογα με τη σκληρότητα του

σίτου (μαλακό σιτάρι 15-16%, hard 16-17%, durum 17,5-18,5%). Όσο σκληρότερο είναι το σιτάρι, τόσο περισσότερο νερό θέλει για να μαλακώσει και να αποχωριστεί πληρέστερα το αλεύρι από τα πίτυρα. Το κοντισιονάρισμα διακρίνεται σε ψυχρό και θερμό.

2.1.3.1 Θερμό κοντισιονάρισμα

Αποσκοπεί στην αύξηση της υγρασίας του σιταριού και στην ανενεργοποίηση των πρωτεασών του πεντατομίτη, με την επίδραση της θερμότητας. Η διαβροχή σίτου γίνεται πρώτα με νερό και στη συνέχεια με ατμό. Το νερό και ο ατμός εκτοξεύονται προς το σιτάρι ενώ μεταφέρεται με κοχλιομεταφορέα στο κοντίσιονερ. Το επάνω μέρος του κοντίσιονερ αποτελείται από κυψέλες με θερμαντικά σώματα. Το σιτάρι όπως είναι από τη διαβροχή και την άτμιση, γεμίζει τις κυψέλες και έρχεται σε επαφή με τα θερμαντικά σώματα έτσι ώστε να σταθεροποιηθεί και να διατηρηθεί η καθορισμένη θερμοκρασία. Μόλις το σιτάρι βγει από κάτω των κυψελών, ψύχεται αμέσως σε άλλες κυψέλες που βρίσκονται από κάτω και είναι ειδικά κατασκευασμένες ώστε το σιτάρι να έρχεται σε επαφή με ρεύματα ψυχρού αέρα. Μετά την ψύξη οδηγείται στις κυψέλες ανάπαυσης. Το ιδανικό είναι να επιτευχθεί ανενεργοποίηση των πρωτεασών χωρίς να μετουσιωθεί η γλουτένη.

Οι μεταβολές που παρατηρούνται στο αλεύρι μετά το θερμό κοντισιονάρισμα του σιταριού σε σχέση με το αλεύρι του ίδιου σιταριού πριν το κοντισιονάρισμα είναι: α) το ποσοστό της υγρής γλουτένης να μειώνεται, λόγω της μείωσης της ικανότητας ενυδάτωσης της, β) μειώνεται η ικανότητα έκτασης της υγρής γλουτένης. Αν η θερμοκρασία ήταν υψηλή και η γλουτένη υπέστη μετουσίωση, τότε δεν έχει καθόλου εκτατότητα, δηλαδή κόβεται αμέσως και έχει κοκκώδη υφή, γ) εμφανίζεται αύξηση της αντίστασης και μείωση της εκτατότητας στο εξενσιογράφημα και δ) μειώνεται η ικανότητα του αλεύρου να απορροφά νερό (αυτό ελέγχεται στον φαρινογράφο).

2.1.3.2 Ψυχρό κοντισιονάρισμα

Το σιτάρι ψεκάζεται με πόσιμο νερό ενώ μεταφέρεται με κοχλία μεταφοράς στις κυψέλες ανάπαυσης. Η ποσότητα νερού που θα δοθεί στο σιτάρι ρυθμίζεται από των αριθμό των ψεκαστήρων και τη παροχή. Το μέγιστο ποσοστό που μπορεί να απορροφήσει

είναι 3%. Αφού το σιτάρι πάρει το νερό που υπολογίστηκε, πρέπει να παραμείνει στις κυψέλες ανάπαυσης μερικές ώρες και μετά να αλεστεί. Για το μαλακό σιτάρι αρκούν 6 ώρες, για τις *hard* ποικιλίες χρειάζεται 10 και για το σκληρό (*durum*) τουλάχιστον 12 ώρες. Δεν πρέπει να μένει παραπάνω από 48 ώρες στις κυψέλες γιατί αρχίζει να αφυπνίζεται το φύτρο και να παράγει ένζυμα, η δραστηριότητα των οποίων είναι δύσκολο να ελεγχθεί.

2.2 Άλεση σκληρού (*durum*) σιταριού

Η άλεση μοιάζει με την αλευροποίηση όμως το τελικό προϊόν είναι το σιμιγδάλι. Προσπαθούμε να πετύχουμε τη μέγιστη απόδοση σε σιμιγδάλι και το ελάχιστο ποσό σε αλεύρι, που σε αυτή την επεξεργασία αποτελεί παραπροϊόν. Οι βασικές αρχές βρίσκονται στο μικρό χρόνο κοντισιοναρίσματος, στο ότι οι λείοι κύλινδροι κάνουν μόνο κατάτμηση και όχι αλευροποίηση και στο ότι οι σιμιγδαλίστρες έχουν πιο ευρεία χρήση. Ο μικρός χρόνος κοντισιοναρίσματος διατηρεί το σκληρό χαρακτήρα του ενδοσπερμίου και αυξάνει τη παραγωγή σιμιγδαλιών με παράλληλη ελάττωση του αλεύρου. Μερικές φορές τα σιμιγδάλια του σκληρού (*durum*) σιταριού αλευροποιούνται για τη παραγωγή προϊόντων φιδέ. Οι σιμιγδαλίστρες χρησιμοποιούνται περισσότερο γιατί είναι πιο αποτελεσματικές στην απομάκρυνση των πίτουρων και στο διαχωρισμό των σιμιγδαλιών ανάλογα με το μέγεθός τους.

Όταν το *durum* σιτάρι φτάνει στο πρώτο ζεύγος κυλίνδρων φροντίζουμε να έχει υγρασία στο ενδοσπέρμιο γύρω στο 15% και στο φλοιό γύρω στο 18%. Αυτή η μεγάλη διαφορά υγρασίας είναι απαραίτητη για να ελαχιστοποιηθεί ο θρυμματισμός του φλοιού και να είναι καλύτερος ο διαχωρισμός του από το ενδοσπέρμιο. Επίσης, χρησιμοποιείται ένας αποφλοιωτής κρούσης που αποσπά ένα μεγάλο μέρος από φύτρα και φλοιούς και έτσι περιορίζει το μικροβιακό φορτίο. Χρησιμοποιούνται 6 ή 7 ζεύγη σπαστήρων κυλίνδρων και φροντίζουμε το σπάσιμο των κόκκων να είναι βαθμιαίο και ήπιο. Τα σιμιγδάλια που ελευθερώνονται ταξινομούνται σε πολλά κλάσματα. Το κάθε πλάσμα έχει σωματίδια με παραπλήσιες διαστάσεις και καθαρίζεται από τα πίτουρα με σχολαστικότητα. Ένας μύλος με καλό διάγραμμα και εξοπλισμό αλέθοντας ένα καλό *durum* σιτάρι θα παράγει 70% σιμιγδάλι και γύρω στο 5% αλεύρι. Το σιμιγδάλι έχει μέγεθος σωματιδίων μεταξύ 142-488 μM και είναι προτιμότερο μεταξύ 200-300 μM .

Η παρουσία πολύ μικρών σωματιδίων στο σιμιγδάλι προκαλεί άνοδο της θερμοκρασίας του ζυμαριού κατά την επεξεργασία στα μακαρονοποιεία, που μπορεί να οδηγήσει σε μετουσίωση της πρωτεΐνης, ενώ αντίθετα τα μεγάλα σωματίδια δεν προλαβαίνουν να απορροφήσουν νερό κατά την ανάμειξη και δημιουργούν λευκές κηλίδες στα τελικά προϊόντα. Η ποιότητα ενός σιμιγδαλιού για ζυμαρικά εξαρτάται από την έλλειψη στιγμάτων από πίτουρα, από το φωτεινό κίτρινο χρώμα, από τη μικρή περιεκτικότητα λιποξειδάσης, που καταστρέφει τις κίτρινες χρωστικές από κανονικό πρωτεϊνικό περιεχόμενο (περίπου 12-13%) και από μικρό μικροβιακό φορτίο, ώστε να έχει διατηρησιμότητα (Τσιάρας, 2002).

Κεφάλαιο 3. Αναλύσεις για το σιτάρι και το αλεύρι

3.1 Ανάλυση για σκληρό σιτάρι και σιμιγδάλι

Το σκληρό (*durum*) σιτάρι δίνει κίτρινο αλεύρι αρτοποιίας ως παραπροϊόν της παραγωγής του σιμιγδαλιού, οπότε πρώτα ελέγχεται αν είναι κατάλληλο το σιμιγδάλι και κατά δεύτερο λόγο εξετάζονται οι αρτοποιητικές του ιδιότητες. Στο σκληρό σιτάρι αναλύονται πρώτα οι ξένες ύλες. Στην ανάλυση αυτή που οι κόκκοι δεν είναι 100% κατάλληλοι για σιμιγδάλι κατατάσσονται σε κατηγορίες. Οι τέλειοι κόκκοι έχουν πλήρες υαλώδες ενδοσπέρμιο και δεν έχουν στίγματα (λευκά ή μαύρα). Οι κόκκοι μαλακού σίτου και οι κόκκοι σκληρού σίτου αλλά με ενδοσπέρμιο που δεν είναι υαλώδες κατατάσσονται σε χωριστές κατηγορίες. Οι τελευταίοι ονομάζονται αλευρώδεις κόκκοι και δίνουν λευκούς κόκκους σιμιγδαλιού (όπως έχει προαναφερθεί παραπάνω).

Οι κόκκοι μπορούν να αλεστούν σε μύλο ολικής άλεσης για να προσδιοριστεί το ποσοστό υγρής και ξηρής γλουτένης καθώς και η υγρασία. Για να είναι καλή η ποιότητα των μακαρονιών που θα παραχθούν από το σιμιγδάλι καθώς και του ψωμιού από το κίτρινο αλεύρι, πρέπει το ποσοστό υγρής γλουτένης να είναι υψηλό (μεγαλύτερο του 28%). Ειδικότερα για να διατηρήσουν τα μακαρόνια τη συνεκτικότητάς τους κατά το βράσιμο, πρέπει η γλουτένη να έχει αρκετή αντίσταση και μικρή εκτατικότητα. Αρκετή αντίσταση της γλουτένης χρειάζεται και για την αρτοποίηση.

3.2 Γλουτένη

3.2.1 Υγρή γλουτένη

Η γλουτένη είναι η κύρια δομή σχηματισμού πρωτεΐνης στο άλευρο και υπεύθυνη για τα ελαστικά χαρακτηριστικά της ζύμης (Gallagher, Gormley, & Arendt, 2004) και τα αδιάλυτα στο νερό λευκώματα του αλεύρου που πήζουν. Το πήξιμο των λευκωμάτων προς σχηματισμό γλουτένης οφείλεται σε ένα μύκητα της στοιβάδας αλευρόνης που κατά την ανάμειξη νερού με αλεύρι, εκκρίνει ένα ένζυμο τη γλουτενάση που προκαλεί το πήξιμο (Τσιάρα, 1996). Η γλουτένη περιλαμβάνει το πρωτεϊνικό κλάσματα γλουτενινών και γλοιαδίνες. Η γλουτενίνη προσδίδει στερεότητα στη γλουτένη, ενώ η γλοιαδίνη είναι μία παχύρρευστη, μαλακιά και κολλώδης μάζα που έχει τάση για δεσμούς (Gallagher et al., 2004). Η γλοιαδίνη κατά την έκπλυση του ζυμαριού με νερό συγκρατεί τη γλουτενίνη και δεν απομακρύνεται. Το άμυλο σιταριού και η ζωτικής σημασίας γλουτένη χρησιμοποιούνται σε πολλά τρόφιμα (Maningat et al., 1994; Bergthaller, 1997; Maningat and Seib, 1997).

Τα μισά (περίπου) αμινοξέα της γλοιαδίνης έχουν πλευρική αλυσίδα αμιδιομάδες οι οποίες δημιουργούν δεσμούς H_2 μεταξύ τους και συνδέουν τα μόρια των πρωτεϊνών δίνοντας τη χαρακτηριστική κολλώδη υφή της γλοιαδίνης. Η ποιότητα της γλουτένης έχει άμεση σχέση με τη δύναμη ενυδάτωσης των πρωτεϊνών και το σχηματισμό κολλοειδούς συστήματος. 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 τη δύναμη ενυδάτωσης της. Αν το ποσοστό γλουτένης είναι μικρό και η ενυδάτωση μικρή τότε και η αρτοποιητική ικανότητα του ζυμαριού θα είναι χαμηλή και αντίθετα.

3.2.2 Ξηρή γλουτένη

Το 70% της γλουτένης είναι νερό, με ξήρανση στους 105°C μέχρι σταθερού βάρους παίρνουμε την ξηρή γλουτένη. Η χημική σύσταση είναι συνήθως: α) πρωτεΐνες, περίπου 80%, κυρίως γλουτενίνης και γλοιαδίνης σε αναλογία 1:3, β) άμυλο περίπου 10%, μικροί

αμυλόκοκκοι προσροφημένοι από τις πρωτεΐνες, γ) λίπη 5-10%, ενωμένα φυσικοχημικά με τις πρωτεΐνες και δ) ανόργανα άλατα 1-2%.

3.3 Τέφρα

Ως τέφρα ορίζεται η ποσότητα υπολείμματος που παραμένει στο δείγμα μετά τη διαδικασία αποτέφρωσης. Ζυγίζεται το δείγμα και το τοποθετείται στην κάμινο. Η αποτέφρωση πραγματοποιείται στους 900°C και ολοκληρώνεται όταν το υπόλειμμα στη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι χρώματος άσπρου ή σχεδόν άσπρου. Καθώς η ποσότητα τέφρας πρέπει να συσχετιστεί με την ξηρά ουσία, η περιεκτικότητα σε υγρασία του δείγματος πρέπει να καθοριστεί ξεχωριστά.

Η περιεκτικότητα ενός αλεύρου σε τέφρα αποτελεί ένδειξη της καθαρότητας ή του τραβήγματος αυτού, δηλαδή κατά πόσο περιέχει πίτυρο ή μέρος του φύτρου που είναι πλούσια σε ανόργανα συστατικά. Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών τα επιτρεπόμενα όρια τέφρας αναλόγως του βαθμού τραβήγματος παρατηρούνται στο Πίνακα.

Τράβηγμα	Τέφρα %
70%	0,75 ή 0,65
78%	0,75
85%	0,90-0,5
90%	1,25-1,35

(Πηγή: Βαρζάκας, 2012)

Πίνακας 2: Επιτρεπόμενα όρια τέφρας ανάλογα με το βαθμό τραβήγματος

Η ποσότητα της τέφρας εκτός από τον βαθμό του τραβήγματος, επηρεάζεται από τα εξής: α) Την ποικιλία του σιταριού, β) Το καθάρισμα και το πλύσιμο του σιταριού όπου αφαιρούνται οι ξένες ύλες και οι προσκολλημένες ακαθαρσίες οι οποίες είναι δυνατόν να αυξήσουν το ποσοστό της τέφρας, γ) Το κοντισιονάρισμα. Αν το κοντισιονάρισμα γίνει με επιτυχία θα είναι εύκολη η απομάκρυνση του πιτύρου κατά την άλεση και το ποσοστό των στιγμάτων πιτύρου και της στοιβάδας της αλευρώνης θα περιορισθούν σε χαμηλά επίπεδα και δ) Τον τρόπο αλέσεως. Αν στην αρχή της αλέσεως τα πατήματα των κυλίνδρων είναι

ελαφρά και γίνονται ισχυρότερα προς το τέλος της αλέσεως τότε το αλεύρι θα έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε τέφρα. Αν όμως τα πατήματα των κυλίνδρων είναι ισχυρά από την αρχή της αλέσεως τότε το αλεύρι θα έχει αυξημένη περιεκτικότητα σε τέφρα διότι θα περιέχει αυξημένη ποσότητα στοιβάδας αλευρώνης. (Γρεβενιώτη-Μπαμπατζιμοπούλου, 1982, Αρβανιτογιάννης, Βαρζάκας και Τζίφα, 2008).

Η τέφρα δεν έχει τα ίδια συστατικά με τα αρχικά του δείγματος, γιατί κατά την έντονη θέρμανση λαμβάνουν χώρα οξειδώσεις, αντιδράσεις μεταξύ των συστατικών ή απομάκρυνση πτητικών συστατικών. Τα κυριότερα συστατικά της τέφρας είναι τα όξινα φωσφορικά άλατα του καλίου και του μαγνησίου (KH_2PO_4 , K_2HPO_4 , MgHPO_4) καθώς και μικρά ποσά φωσφορικών και χλωριούχων αλάτων του νατρίου και του ασβεστίου.

Ειδικότερα η τέφρα αλεύρου απαρτίζεται από:

- Οξείδιο του καλίου (K_2O) – 37,04%
- Οξείδιο του μαγνησίου (MgO) – 6,12%
- Οξείδιο του ασβεστίου (CaO) – 5,53%
- Οξείδια του αργιλίου και του σιδήρου (Al_2O_3 και Fe_2O_3) – 0,36%
- Οξείδιο του φωσφόρου (P_2O_5) – 49,11%
- Τριοξείδιο του θείου – 0,40%
- Χλώριο – ίχνη

Ακόμα υπάρχουν και διάφορα ιχνοστοιχεία, μεταξύ των οποίων μόλυβδος, ψευδάργυρος και άργυρος. Η τέφρα, δηλαδή οι ανόργανες ουσίες, είναι πολύτιμη για τη διατροφή του ανθρώπου. Ο προσδιορισμός της τέφρας δίνει πληροφορίες για το βαθμό άλεσης του αλεύρου αλλά μόνο για τα λευκά άλευρα (Τσιάρα, 1996).

3.4 Οξύτητα

Όλα τα άλευρα έχουν μία μικρή οξύτητα που οφείλεται στα φωσφορικά άλατα και στα λιπαρά οξέα. Ο βαθμός οξύτητας είναι ανάλογος με το τράβηγμα των αλεύρων. Ακόμα αποτελεί κριτήριο ποιότητας του σιταριού και του αλεύρου. Όλα τα φρεσκοαλεσμένα

αλεύρια από βλαμμένα σιτάρια έχουν μεγάλη τιμή οξύτητας. Τα αλεύρια με μεγάλη τιμή οξύτητας είναι πικρά και μειονεκτικά. Αν δε, υπερβούν τα ανώτερα επιτρεπτά όρια (0,08 σε θεικό οξύ για άλευρα 70% και 0,13 για άλευρα 85%) είναι ακατάλληλα για διατροφή και διατίθενται για ζωοτροφές, ύστερα από ανάμειξη με αλεύρι λιναρόσπορου σε αναλογία 1:10 (Τσιάρα, 1996).

3.5 Υγρασία

3.5.1 Υγρασία στα σιτηρά

Υγρασία καλείται η ποσότητα νερού που περιέχεται στον κόκκο του σιτηρού και εκφράζεται επί της εκατό του συνολικού βάρους ή επί της εκατό της χωρίς υγρασία μάζας του κόκκου. Για παράδειγμα: 15% υγρασία επί του συνολικού βάρους σημαίνει ότι στα 100g καρπού υπάρχουν 15g νερό και 85g άλλα συστατικά. Ενώ σε 15% υγρασία επί ξηρής βάσεως, σημαίνει ότι υπάρχουν 15g νερό στα 100g ξηρού καρπού και αντιστοιχεί σε 17,65% υγρασία, επί συνολικού βάρους.

Η σημασία της υγρασίας είναι πολύ μεγάλη από οικονομική άποψη. Αν αγοράσουμε μία παρτίδα 100 τόννων σιτηρού με υγρασία 15%, αντί για 11% σημαίνει ότι θα πληρώσουμε 4 τόννους νερό με τιμή σιτηρού. Χρειάζεται μεγαλύτερος χώρος για τη μεταφορά και αποθήκευση του "υγρού" σιτηρού. Είναι δυσκολότερη η ροή του "υγρού" σιτηρού κατά της μετακινήσεις. Αν η υγρασία υπερβαίνει ένα ορισμένο για κάθε είδος σιτηρού, ποσοστό π.χ. 15% στο σιτάρι, διατρέχει πολλούς κινδύνους αλλοιώσεων τόσο από μικροβιακές και εντομολογικές προσβολές όσο και από φυσικοχημικές μεταβολές των συστατικών του. Αν η υγρασία είναι πολύ χαμηλή, π.χ. 8 – 10% για το σιτάρι, οι κόκκοι σπάζουν εύκολα κατά τις μετακινήσεις και έχουμε πολλές απώλειες κατά τις διεργασίες της άλεσης.

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

α) 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 συστατικά του κόκκου.

β) 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.

γ) Φυσικοχημικά ενωμένο νερό – αυτό συγκρατείται με δυνάμεις συνάφειας που δημιουργεί με τα μόρια των άλλων συστατικών του κόκκου. Και αποτελεί ενδιάμεση μορφή των δύο προηγούμενων μορφών.

Η υγρασία των σιτηρών βρίσκεται, συνέχεια, σε δυναμική ισορροπία με τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος (Τσιάρα, 1996). Η μεγάλη υγρασία στα σιτηρά υποβαθμίζει την ποιότητα τους με την ανάπτυξη μικροοργανισμών συντελώντας στην αύξηση της θερμοκρασίας (άναμμα) και στο μούχλιασμα των προϊόντων των σιτηρών. Από την άλλη πλευρά όμως, η χαμηλή υγρασία αυξάνει το ποσοστό των σπασμένων κόκκων.

3.5.2 Υγρασία στο αλεύρι

Όταν η υγρασία ξεπερνάει το 15% στα άλευρα έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία συσσωματωμάτων, την ανάπτυξη μυκήτων (μούχλα) με συνέπεια τις δυσάρεστες οσμές στα προϊόντα καθώς και την προσέλκυση εντόμων. Επιπλέον, υποβοηθείται η δράση των ήδη υφιστάμενων στο άλευρο αμυλολυτικών και πρωτεολυτικών ένζυμων με αποτέλεσμα την ταχεία αποσύνθεση του αμύλου και της γλουτένης. Τέλος είναι σημαντικός παράγοντας όταν εφαρμόζεις συγκριτικές συνταγές σε προϊόντα αρτοποιίας. Η περιεχόμενη υγρασία μπορεί να ποικίλει σημαντικά και τότε επηρεάζει τα αποτελέσματα της σύγκρισης και δυσκολεύει την εξαγωγή συμπερασμάτων για το ποια συνταγή είναι καλύτερη. Παραπλεύρως, μπορεί να παρεμποδίσει τον προσδιορισμό του αριθμού πτώσης (δείκτης Hagberg) έλεγχος που μας δείχνει την περιεκτικότητα και την ποιότητα της αμυλάσης στα άλευρα.

3.6 Zeleny

Στηρίζεται στη διόγκωση της γλουτένης του εξεταζόμενου αλεύρου, που βρίσκεται σε μορφή υδατικού αιωρήματος. Η διόγκωση προκαλείται από οξύ. Η διογκούμενη γλουτένη καθιζάνει συμπαρασύροντας εγκλωβισμένο άμυλο. Η ποσότητα ιζήματος που

σχηματίζεται μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα (5min) αποτελεί την τιμή καθίζησης (Τσιάρας, 1996).

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ενυδάτωση της πρωτεΐνης μέσα σε έγχρωμο (κυανούν του μεθυλενίου) διάλυμα για να διακρίνεται καλύτερα το μετέπειτα ίζημα. Κατόπιν, καταβυθίζεται με διάλυμα γαλακτικού οξέος. Όσο περισσότερη και καλύτερη είναι η γλουτένη τόσο το ίζημα θα είναι περισσότερο. Αν αφεθεί με το νερό ένα επιπλέον χρονικό διάστημα 30 ή 60 λεπτών τότε θα ενυδατωθεί περισσότερο και με τη προσθήκη του γαλακτικού οξέος θα καταπέσει περισσότερο ίζημα. Αν όμως υπάρχουν πρωτεολυτικά ένζυμα, στο χρονικό διάστημα αυτό θα υδρολύσουν μέρος της γλουτένης και όταν θα προστεθεί το γαλακτικό οξύ, το ίζημα θα είναι λιγότερο (Κεφαλάς, 2009).

3.7. Αλβεογράφος Chopin

Ο αλβεογράφος είναι ένα είδος εξτενσιογράφου. Οι μετρήσεις που γίνονται στην αλβεογραφία είναι, όπως στην εξτενσιογραφία, ενέργεια, αντίσταση στο μέγιστο (P) και εκτατικότητα (L), διαφέρουν όμως στο ότι αφορούν την έκταση του ζυμαριού σε δύο διαστάσεις κάτω από τη πίεση αέρα για να σχηματιστεί κυψελίδα. Από την άποψη αυτή οι πειραματικές συνθήκες είναι πιο κοντά στη πραγματικότητα, ωστόσο οι άλλες συνθήκες του πειράματος κάνουν την αλβεογραφία να μην είναι τόσο χρήσιμη όσο η εξτενσιογραφία.

Στην αλβεογραφία γίνεται η παραδοχή ότι η περιεκτικότητα σε νερό του ζυμαριού πρέπει να είναι σταθερή. Αυτό είναι σωστό για κάποιο εύρος πρωτεϊνικού περιεχομένου. Αν προστεθεί στο αλεύρι ξηρή γλουτένη αυξάνοντας έτσι σημαντικά το πρωτεϊνικό περιεχόμενο, αλλάζουν οι συνθήκες του πειράματος, λόγω του επιπλέον νερού που χρειάζεται για να ενυδατωθεί η επιπλέον γλουτένη. Η αλβεογραφία έχει το πλεονέκτημα ότι ολοκληρώνεται πολύ πιο γρήγορα από την εξτενσιογραφία, δηλαδή σε μισή ώρα περίπου έναντι 2 ½ ωρών. Αυτό όμως αποτελεί και μειονέκτημα, γιατί δεν λαμβάνονται πληροφορίες για το πώς θα συμπεριφερθεί το ζυμάρι ύστερα από 2 ώρες, που μπορεί να διαρκέσει η παρασκευή κάποιου αρτοσκευάσματος μέχρι αυτό να μπει στο φούρνο.

Επίσης, αν στο ζυμάρι υπάρχουν πρωτεάσες και επαναληφθεί το αλβεογράφημα ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα μετά τη μισή ώρα, τα αποτελέσματα θα είναι διαφορετικά. Τέτοια επανάληψη δεν προβλέπεται από τη μέθοδο. Εξαιτίας των προβλημάτων αυτών

έχουν προστεθεί ορισμένες τροποποιήσεις. Η μία αφορά το να προστίθεται τόσο νερό όσο χρειάζεται για να αποκτήσει το ζυμάρι συγκεκριμένη συνεκτικότητα κατά τη παρασκευή του. Η τροποποίηση αυτή έχει εφαρμοστεί σε συσκευή που φέρει το όνομα *alveo - consistograph* (αλβεο – συνεκτικογράφος). Η δεύτερη πρόταση αφορά την προσθήκη ακόμα μίας σειράς μετρήσεων με το ίδιο ζυμάρι ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα (Κεφαλάς, 2009).

Κεφάλαιο 4. Πειραματικό μέρος

4.1 Προσδιορισμός υγρής και ξηρής γλουτένης σε σκληρό αλεύρι

Αρχή της μεθόδου:

Από τα συστατικά του αλεύρου την μεγαλύτερη σημασία παρουσιάζει η γλουτένη της οποίας οι ελαστικές ιδιότητες (εκτατικότητα-αντοχή) επηρεάζουν την ποιότητα του ψωμιού. Ο προσδιορισμός της γλουτένης γίνεται δια αποχωρισμού της από τα υπόλοιπα συστατικά του αλεύρου. Για το σκοπό αυτό αλεύρι ορισμένης ποσότητας αναμειγνύεται με νερό μέχρι να σχηματισθεί ένα ελαστικό ζυμάρι. Το ζυμάρι αυτό στη συνέχεια εκπλύνεται με τρεχούμενο νερό ενώ μαλάσσεται συνεχώς με το χέρι, μέχρις ότου εκπλυθεί το άμυλο και τα άλλα υδατοδιαλυτά συστατικά και παραμένει μάζα εύπλαστη, ελαστική και κολλώδης η οποία είναι η υγρή γλουτένη. Η λαμβανόμενη υγρή γλουτένη ζυγίζεται και κατόπιν ελέγχονται οι ιδιότητες της, όπως το χρώμα και η ελαστικότητα. Στη συνέχεια ξηραίνεται και ζυγίζεται οπότε προσδιορίζεται η ξηρή γλουτένη. Οι δύο παραπάνω ζυγίσεις μας δίνουν την ικανότητα ενυδάτωσης της γλουτένης εάν εφαρμόσουμε τον τύπο:

$$E = (YΓ - ΞΓ / YΓ) * 100$$

Η ικανότητα ενυδάτωσης (E) της γλουτένης κυμαίνεται μεταξύ 60-70% και αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό της, γιατί όσο μεγαλύτερη είναι αυτή τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα συγκρατήσεως νερού από το ζυμάρι με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη απόδοση σε ψωμί καλύτερης ποιότητας (Γρεβενιώτη-Μπαμπατζιμοπούλου, 1982, Αρβανιτογιάννης, Βαρζάκας και Τζίφα, 2008).

Εξοπλισμός - υλικά:

- Πορσελάνινο γουδί και γουδοχέρι
- Σήτα
- Ζυγός
- Νερό βρύσης

Δείγμα:

Αλεύρι σκληρό 1 της εταιρίας: Μύλοι Αγίου Γεωργίου.

Πειραματική διαδικασία:

A) Για την υγρή γλουτένη:

Ζυγίζουμε 20g αλεύρου σε πορσελάνινο γουδί και προσθέτουμε 10ml νερό βρύσης (σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 15-20°C). Ζυμώνουμε μέσα στο γουδί την ποσότητα του αλεύρου με το νερό έως ότου γίνει μία ομοιόμορφη μάζα. (ΠΡΟΣΟΧΗ! Να μην μείνει αλεύρι στα τοιχώματα ή στο γουδοχέρι). Στη συνέχεια, μαλάσσουμε τη ζύμη με το χέρι κάτω από ελαφρά ροή νερού βρύσης ώσπου να αποχωρισθεί το άμυλο που περιέχει και να συσσωματωθεί η γλουτένη. Χρησιμοποιούμε σήτα για να μαζεύουμε τα κομματάκια της γλουτένης που τυχόν διαφεύγουν. Σταματάμε τη μάλαξη όταν το νερό της έκπλυσης δεν περιέχει πια άμυλο (δεν είναι γαλακτόχρωμο) και η γλουτένη κολλάει στο χέρι. Τέλος, η γλουτένη συμπίεζεται ανάμεσα στα δάκτυλα προς απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού και ζυγίζεται.

B) Για την ξηρή γλουτένη:

Τοποθετούμε το δείγμα που μας έμεινε από τη διαδικασία της υγρής γλουτένης σε πυριαντήριο στους 155°C για 30min και ύστερα το ζυγίζουμε (Βαρζάκας, 2012).

4.2 Προσδιορισμός τέφρας

Εξοπλισμός – υλικά:

- Χωνευτήριο
- Ξηραντήρας
- Ξηραντήρας ηλεκτρονικός
- Ηλεκτρονικό πυριαντήριο

Δείγμα:

Αλεύρι σκληρό 1 της εταιρίας: Μύλοι Αγίου Γεωργίου

Πειραματική διαδικασία:

Τοποθετούμε ποσότητα 5g αλεύρου σε χωνευτήριο πορσελάνης (το οποίο έχουμε ξηράνει για 10 λεπτά και τοποθετήσουμε στον ξηραντήρα για 20 λεπτά). Τοποθετούμε το δείγμα στο πυριαντήριο για 4,5 ώρες στους 600°C. Η πύρωση διαρκεί μέχρι πλήρους αποτεφρώσεως. Όταν φθάσει τους 600°C παραμένει σταθερή η θερμοκρασία του πυριαντηρίου για 4,5 ώρες και μετά το πέρας των ωρών, η θερμοκρασία μειώνεται μέχρι να φθάσει τη θερμοκρασία περιβάλλοντος η οποία είναι 25°C (έτσι ανοίγει και το μηχάνημα). Ψύχουμε το δείγμα σε ξηραντήρα για 20 λεπτά και ζυγίζουμε. Ανάγουμε το αποτέλεσμα σε % περιεκτικότητα.

4.3 Προσδιορισμός οξύτητας (ταχεία μέθοδος)

Για τα άλευρα η οξύτητα μας δείχνει την παλαίωση του αλευριού. Όλα τα άλευρα είναι γενικώς ελαφρώς όξινα γιατί περιέχουν φωσφορικά άλευρα και λιπαρά οξέα. Επίσης, στα άλευρα με μεγάλο τράβηγμα θα βρούμε μέγιστη οξύτητα γιατί το πιτυρίκανο φύτρο περιέχουν μέγιστο ποσοστό λιπαρών ουσιών. Κατά τη παλαίωση αυξάνεται η οξύτητα, λόγω της υδρολυτικής ταγγίσεως, γιατί οι συνθήκες αποθήκευσης ευνοούν τη δράση των λιπασών (υψηλή θερμοκρασία- υψηλή υγρασία). Όταν είναι προσβεβλημένο από έντομα έχουμε αυξημένη υδρολυτική τάγγιση και μέγιστη οξύτητα. Όταν έχει μεγάλη οξύτητα έχει χαμηλή αρτοποιητική ικανότητα, γιατί αυξάνουν τις συνθήκες που είπαμε παραπάνω. Όταν υπερβεί τα επιτρεπόμενα όρια είναι ακατάλληλο για βρώση. Η οξύτητα του αλευριού

εκφράζεται σε % H_2SO_4 και ισούται με τα καταναλωθέντα (ml) $\text{KOH} \cdot 0.049$ (Βαρζάκας, 2012).

Εξοπλισμός – υλικά:

- Κωνική φιάλη
- Ογκομετρικούς κυλίνδρους
- Προχοίδες
- Ζυγός

Δείγμα:

Αλεύρι σκληρό 1 της εταιρίας: Μύλοι Αγίου Γεωργίου

Πειραματική διαδικασία:

Ποσότητα 5gr δείγματος αλεύρου φέρεται σε κωνική φιάλη με εσφυρισμένο πώμα. Προσθέτουμε 25ml αιθανόλης ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) η οποία έχει εξουδετερωθεί με KOH 0,02N παρουσία βάμματος κουρκουμίνης. Το μείγμα αφήνεται για 4 ώρες και ανακινείται από καιρό σε καιρό. Από το υπερκείμενο υγρό, λαμβάνουμε 10ml, ρίχνουμε 2-3 σταγόνες φαινολοφθαλείνης και τα ογκομετρούμε με KOH 0,02N. Πολλαπλασιάζουμε τα καταναλωθέντα ml του KOH με τον συντελεστή 0,049 και βρίσκουμε την οξύτητα του αλεύρου εκφρασμένη σε H_2SO_4 επί τοις % (American Association of Cereal chemist – AACC 1962).

4.4 Προσδιορισμός υγρασίας

Εξοπλισμός – υλικά:

- Λαδόκολλα
- Ζυγός
- Φούρνος

Δείγμα:

Αλεύρι σκληρό 1 της εταιρίας: Μύλοι Αγίου Γεωργίου.

Πειραματική διαδικασία:

Ζυγίζουμε 20g δείγματος σε μία λαδόκολλα. Αφού έχουμε προθερμάνει το φούρνο στους 150°C σε πάνω - κάτω αντιστάσεις, παίρνουμε το δείγμα και το τοποθετούμε στο φούρνο για (περίπου) 2 ώρες (Βαρζάκας, 2012).

4.5 Προσδιορισμός τιμής ιζηματογένεσης zeleny

Αρχή της μεθόδου:

Η αρχή της μέτρησης βασίζεται στην ικανότητα της πρωτεΐνης του αλεύρου να διογκώνεται σε όξινο περιβάλλον. Το αλεύρι σιταριού (*Triticum durum*) που θα δοκιμαστεί έχει προετοιμαστεί από σιτάρι που έχει υποστεί ειδικές συνθήκες άλεσης και αναμιγνύεται με τα αντιδραστήρια. Μετά την ανάδευση και το χρόνο αναπαύσεως του δείγματος, ο όγκος του ιζήματος που παρατηρείται, ανταποκρίνεται στην ιζηματογένεση των σωματιδίων του αλεύρου.

Αντιδραστήρια:

1. Γαλακτικό οξύ διάλυμα / L-(t)-Lactic acid solution, χημικός τύπος: $C_3H_6O_3$ της εταιρίας: Sigma-Aldrich σε κλάσμα όγκου ύδατος 90% ($m=90.08 \text{ g/mol}$ και $d=1.2$)
2. Bromophenol blue / Βρωμοφαινόλη μπλε, χημικός τύπος: $C_{19}H_{10}Br_4O_5S$ της εταιρίας: Fluka analytical.

Δείγμα:

Αλεύρι σκληρό 1 της εταιρίας: Μύλοι Αγίου Γεωργίου.

Προετοιμασία αντιδραστηρίων:

Γαλακτικό οξύ:

Τοποθετώ 235g γαλακτικό οξύ σε 1000ml ογκομετρικό δοχείο και προσθέτω μέχρι τη γραμμή νερό. Μεταφέρω το δοχείο σε υδατόλουτρο και το αφήνω στο σημείο βρασμού (100°C). Το αφήνω να κρυώσει για 6 ώρες, θέρμανση γίνεται για την γρηγορότερη ισορρόπηση του λακτικού οξέως, το οποίο περιέχει στοιχεία μορίων τα οποία σε σύστημα αραίωσης αργούν να έρθουν σε ισορροπία. Η θέρμανση εμποδίζει τη διαδικασία χωρισμού που είναι απαραίτητη για να αναπαράγουμε τον όγκο του ιζήματος. Η τιτλοδότηση του διαλύματος γίνεται με δείκτη φαινολοφθαλείνης (10 σταγόνες σε 10ml διαλύματος) του γαλακτικού οξέως και απαιτούνται 28ml καυστικού νατρίου. Η συγκέντρωση που θα βρεθεί θα είναι περίπου ίση με 2,7mol/l.

Βρωμοφαινόλη μπλε:

Τοποθετώ 5g από τη στερεή ουσία της βρωμοφαινόλης σε 1000ml ογκομετρικού δοχείου και προσθέτω μέχρι τη γραμμή απιονισμένο νερό. Το ανακινούμε καλά μέχρι να διαλυθεί τελείως η βρωμοφαινόλη.

Υλικά:

Χρησιμοποιούμε: 1) κύλινδρο με βάση και χωρητικότητα 100ml, διαιρεμένο κατά ml με όγκο 180-185mm και με πώμα γυάλινο. 2) αναδευτήρα κυλινδρικό με χρονόμετρο και δίνοντας συχνότητα ανάδευσης 40nm^{-1} . 3) ογκομετρικά γυάλινα, χωρητικότητας 1000ml. 4) ογκομετρικά με χωρητικότητα 100ml. 5) ογκομετρικό με χωρητικότητα 1500ml. 6) υδατόλουτρο. 7) πιπέτα 25ml και 50ml. 8) ζυγαριά ακριβείας με μέτρηση 0,01. 9) μεταλλικός αναδευτήρας και 10) χρονόμετρο.

Προετοιμασία δείγματος:

Ζυγίζουμε μάζα αλεύρου 100g και κοσκινίζουμε το δείγμα με σήτα <150μm. Χρησιμοποιούμε τα 3,2g δείγματος αλεύρου.

Πειραματική διαδικασία:

Αφού ζυγιστεί το δείγμα και τοποθετηθεί σε κύλινδρο 100ml, προσθέτω 50ml διαλύματος bromophenol blue στον κύλινδρο δοκιμής. Κλείνω τον κύλινδρο με το γυάλινο πώμα, το τοποθετώ σε οριζόντια θέση και αναταράσσω κατά μήκος, από αριστερά προς τα δεξιά, 12 φορές για 5 λεπτά. Ύστερα, βάζω το κύλινδρο στον αναδευτήρα και βάζω το χρονόμετρο. Μετά από 5 λεπτά βγάζω τον κύλινδρο και τοποθετώ 25ml διαλύματος γαλακτικού οξέως. Τοποθετώ πάλι στον αναδευτήρα τον κύλινδρο και αναδεύω για 5 λεπτά. Με ολικό χρόνο ανάδευσης 10 λεπτά. Τέλος, τοποθετώ τον κύλινδρο σε όρθια θέση για άλλα 5 λεπτά για να ηρεμήσει και παρατηρώ τον όγκο του ιζήματος που έχει σχηματιστεί. Η ένδειξη προσδιορίζει το βαθμό ιζηματογένεσης zeleny (Βαρζάκας, 2012).

4.6 Αλβεογράφος (προσδιορισμός έργου W, λόγου P/L) στο αλεύρο

Αρχή της μεθόδου:

Μέτρηση αρτοποιητικών ιδιοτήτων των αλεύρων με βάση εμπειρικές παρατηρήσεις κατά τη χρήση ενός προτύπου οργάνου σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο Chopin. Η συσκευή αυτή είναι γνωστή και σαν εξτενσιογράφος Chopin, χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες κυρίως τη Γαλλία για την εκτίμηση βασικών ποιοτικών χαρακτηριστικών του σιταριού και του αλεύρου (Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσ/νικη, 2007).

Ο αλβεογράφος αποτελείται από τρία βασικά μέρη:

1. Το ζυμωτήριο
2. Το τμήμα διογκώσεως της αρτομάζας, και
3. Το καταγραφικό μανόμετρο



(Πηγή: http://www.grupomoliner.com.ar/millers_groups/quality_department.htm)

Εικόνα 2: Αλβεογράφος Chopin

Τα δύο πρώτα τμήματα διατηρούνται σε θερμοκρασίες 25°C με τη κυκλοφορία θερμού νερού του οποίου η θερμοκρασία ρυθμίζεται με θερμοστάτη. Η αρτομάζα παρασκευάζεται μέσα στο ζυμωτήριο από 250gr αλεύρι και νερό που περιέχει 2,5% αλάτι. Η ποσότητα νερού που θα χρησιμοποιηθεί ρυθμίζεται έτσι ώστε η αρτομάζα να περιέχει 50% νερό. Η μάλαξη της αρτομάζας διαρκεί 7 λεπτά. Αφού τελειώσει η μάλαξη το ζυμάρι εξωθείτε σε μορφή λωρίδας πάνω σε μία χαλύβδινη πλάκα της οποίας η επιφάνεια έχει αλείφει με λάδι. Η λωρίδα του ζυμαριού κόβεται σε τέσσερα κομμάτια και κάθε κομμάτι σχηματίζεται σε ένα δίσκο ορισμένου πάχους και διαμέτρου. Οι δίσκοι του ζυμαριού οι οποίοι αποτελούν τα δοκίμια τοποθετούνται για 20 λεπτά περίπου σε θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας (25°C). Μετά από 20 λεπτά κάθε ένας δίσκος τοποθετείται στο τμήμα εκείνο του αλβεογράφου όπου διογκώνεται η αρτομάζα και γίνεται η διόγκωση του με αέρα. Κατά την διόγκωση το καταγραφικό όργανο χαράσσει ένα διάγραμμα σύμφωνο με τη μεταβολή της πίεσης (Γρεβενιώτη-Μπαμπατζιμοπούλου, 1982).

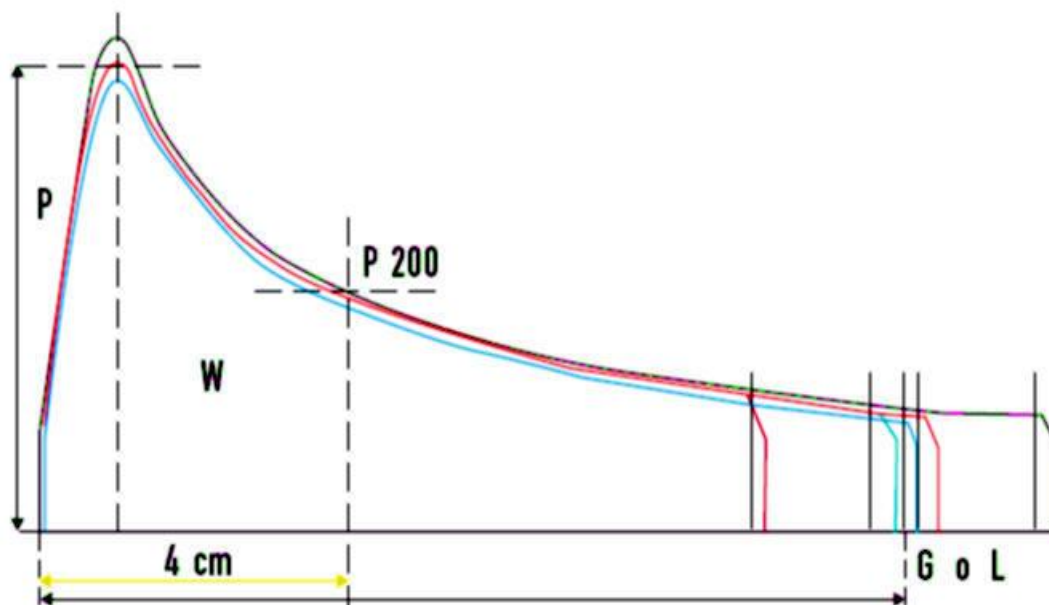
Στο σχηματιζόμενο διάγραμμα φαίνεται ότι η πίεση φθάνει μέχρι ένα μέγιστο σημείο, όσο διαρκεί η διόγκωση του ζυμαριού και αρχίζει να μειώνεται μέχρις ότου σπάσει η σφαιρική φούσκα που έχει σχηματισθεί, όποτε η πίεση μηδενίζεται. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται και για τα άλλα τρία κομμάτια του ζυμαριού και το διάγραμμα

χαράσσεται στην ίδια ταινία αρχίζοντας πάντα από το μηδέν. Αν όλα έχουν γίνει σωστά οι τέσσερις καμπύλες συμπίπτουν.

Οι μετρήσεις που γίνονται στη καμπύλη είναι οι εξής:

1. Το εμβαδόν της καμπύλης σε τετραγωνικά εκατοστά μετριέται με τη βοήθεια πλίμετρου και αποτελεί ένδειξη της δύναμης ενός αλεύρου. Π.χ. ένα δυνατό αλεύρι μπορεί να δώσει καμπύλη μεγάλο εμβαδόν, αντίθετα ένα αδύνατο αλεύρι δίνει καμπύλη με μικρό εμβαδόν.
2. Το ύψος «P» μετράται σε mm και εκφράζει αυτό που ο αρτοποιός ονομάζει σταθερότητα του ζυμαριού.
3. Το μήκος «L» σε mm μετρά την εκτατικότητα του ζυμαριού.

Έχει βρεθεί ότι σε μία τιμή του λόγου L/P ίση με 1,2 δίνει αλεύρι με καλά χαρακτηριστικά γλουτένης (Γρεβενιώτη-Μπαμπατζιμοπούλου, 1982).



(Πηγή: Faridi and Rasper, 1987)

Εικόνα 3: Αντιπροσωπευτικό διάγραμμα αλβεογράφου

Πρότυπη μέθοδος:

Μέθοδος οίκου Chopin.

Εξοπλισμός – υλικά:

- Αλβεογράφος Chopin
- Σύστημα παροχής κρύου νερού προς ψύξη
- Σύστημα παροχής αέρα υπό πίεση
- Ζυγός ακριβείας 0,1 gr
- Σέσουλα
- Σπάτουλα
- Παραφινέλαιο
- Καταγραφικό χαρτί αλβεογράφου
- Μελάνι
- Διάλυμα NaCl 2,5%
- Άβακες υπολογισμών

Πειραματική διαδικασία:

Εκτέλεση:

Ζυγίζουμε 250,0gr αλεύρι και τα τοποθετούμε στο ζυμωτήριο του αλβεογράφου (θερμοκρασία ζυμωτηρίου 23-25°C). Βάζουμε στην προχοίδα του αλβεογράφου τόση ποσότητα διαλύματος NaCl (2,5%), όση αντιστοιχεί στην υγρασία του αλεύρου. Φέρουμε τη προχοίδα πάνω από το ζυμωτήριο και ξεκινάμε τη ζύμωση ως εξής: α) ανεβάζουμε το κουμπί με την ένδειξη «*MARCH ON*» οπότε ανάβουν οι ενδείξεις της θερμοκρασίας και του χρονομέτρου και β) ανοίγουμε το «*MARCHE ON*» (αυτό που βρίσκεται δεξιά) και ταυτόχρονα γυρίζουμε τη στρόφιγγα της προχοίδας. Αφού ρίξουμε στο ζυμωτήριο τον απαιτούμενο όγκο NaCl παίρνουμε τη προχοίδα μακριά από το ζυμωτήριο και περιμένουμε μέχρι το χρονόμετρο να δείξει 1 min.

Στη συνέχεια, ανοίγουμε το καπάκι του ζυμωτηρίου (σταματώντας έτσι τη ζύμωση) και με τη βοήθεια της σπάτουλας μαζεύουμε από τα τοιχώματα το αλεύρι βοηθώντας έτσι, να αναμειχθούν το δυνατόν καλύτερα το αλεύρι και το νερό. Μόλις το χρονόμετρο δείξει

2min ξανακλείνουμε το καπάκι. Περιμένουμε μέχρι να συμπληρωθούν 8min. Σε αυτό το διάστημα λαδώνουμε με παραφινέλαιο όλες τις επιφάνειες που θα χρησιμοποιήσουμε (έξοδος ζυμωτηρίου, σπάτουλα, κοπτήρας, γυάλινες και μεταλλικές επιφάνειες). Με τη συμπλήρωση των 8min κατεβάζουμε το δεξιό κουμπί «*MARCHE ON*» στην ένδειξη «*OFF ARRET*» και το δίπλα από αυτό το κουμπί στην ένδειξη «*EXTRUTION-EXTRACTION*» (αυτό δε σε όλη την διάρκεια της ζύμωσης μέχρι και τα 8min βρίσκεται στη θέση «*PETRISSAGE-KNEADING*») και ταυτόχρονα ανεβάζουμε και το παράθυρο του ζυμωτηρίου. Αμέσως μετά επαναφέρουμε το δεξιό κουμπί από τη θέση «*OFF ARRET*» στη θέση «*MARCHE ON*». Κατ' αυτό τον τρόπο αρχίζει να βγαίνει η ζύμη προς τα έξω. Ύστερα, κόβουμε με τη σπάτουλα μία μικρή ποσότητα ζυμαριού (1-2cm) και την πετάμε. Συλλέγουμε 5 κομμάτια ζύμης, τόσα σε μέγεθος, όσο το μεταλλικό πιατάκι στην έξοδο του ζυμωτηρίου. Τα πρώτα 4 κομμάτια τα τοποθετούμε στου υποδοχείς ενώ το πέμπτο παραμένει στην έξοδο του ζυμωτηρίου μέχρι να τοποθετηθούν στη στόφα τα 4 προηγούμενα. Αμέσως επαναφέρουμε το δεξιό κουμπί στη θέση «*OFF ARRET*» και το αριστερό κουμπί στη θέση «*PETRISSAGE-KNEADING*».

Καθ' όλη τη διάρκεια της ζύμωσης ελέγχουμε ώστε η θερμοκρασία του ζυμωτηρίου να βρίσκεται μέσα στα επιθυμητά όρια (23-25°C) κάνοντας τις απαιτούμενες ενέργειες με τη βοήθεια του συστήματος ψύξης. Περνάμε το μεταλλικό κύλινδρο (12 φορές) πάνω από τα κομμάτια της ζύμης ώστε να γίνει επίπεδη η επιφάνειά τους. Με τον κοπτήρα τα κόβουμε ομοιόμορφα και αφού τα τοποθετήσουμε πάνω στα μεταλλικά πιατάκια τα εισάγουμε στη στόφα, όπου παραμένουν μέχρι το χρονόμετρο να δείξει 28min (θερμοκρασία στόφας 24-25°C). Στο διάστημα μέχρι τη συμπλήρωση των απαιτούμενων 28min γεμίζουμε τη γραφίδα με μελάνι και τοποθετούμε το χαρτί του αλβεογραφήματος. Μετά το τέλος του απαιτούμενου χρόνου βγάζουμε ένα-ένα τα 5 ζυμαράκια και τα τοποθετούμε στο σημείο ανάπτυξης της ζύμης (ακριβώς πάνω από τη στόφα).

Τέλος, ανοίγουμε το καπάκι, θέτουμε οριζόντια την αντλία αέρα και με πουάρ παρέχουμε τον απαιτούμενο αέρα, θέτοντας ταυτόχρονα οριζόντια την στρόφιγγα και αμέσως μετά τη παροχή του αέρα πάλι κάθετα. Φέρουμε επίσης, κάθετα την αντλία αέρα και αρχίζει η ανάπτυξη της ζύμης σχηματίζοντας την αντίστοιχη καμπύλη. Η ανάπτυξη λαμβάνει τέλος με την εμφάνιση τρύπας στην επιφάνεια της ζύμης. Αμέσως επαναφέρουμε την αντλία αέρα στην αρχική της θέση και επαναλαμβάνουμε για τα επόμενα 4 ζυμαράκια (Βαρζάκας, 2012).

Κεφάλαιο 5. Αποτελέσματα πειραματικού μέρους

5.1 Αποτελέσματα υγρής και ξηρής γλουτένης

A) Για την υγρή γλουτένη: (το βάρος του υπολείμματος πενταπλασιαζόμενο παρέχει την % υγρή γλουτένη στο άλευρο).

$$ΥΓ = 5,3g * 5 = 26,5 \% \text{ στο άλευρο}$$

B) Για την ξηρή γλουτένη:

$$ΞΓ = 4,3g$$

Οπότε:

Ικανότητα ενυδατώσεως (E) της γλουτένης =>

$$E = (ΥΓ - ΞΓ / ΥΓ) * 100 => E = [(5,3 - 4,3) / 5,3] * 100 => E = (1 / 5,3) * 100 => E = 18,86 \%$$

Η διαφορά υγρής και ξηρής γλουτένης, δίνει το ποσοστό του απορροφούμενου νερού. Το ποσοστό αυτό είναι ανάλογο με την ποιότητα της γλουτένης. Τα αλεύρια με βαθμό άλεσης 70 πρέπει να έχουν υγρή γλουτένη τουλάχιστον 26%, ενώ τα τύπου 85% να έχουν τουλάχιστον 25%.

- Παρατηρήσεις: α) Το χρησιμοποιούμενο νερό να έχει $\Theta = 15-20^{\circ}\text{C}$, γιατί η διαλυτότητα της γλουτένης είναι διαφορετική σε διαφορετικές θερμοκρασίες και β) το χρησιμοποιούμενο νερό, να είναι πόσιμο, γιατί αν είναι πλούσιο σε άλατα ασβεστίου, η γλουτένη διαλύεται πολύ λιγότερο.

5.2 Αποτελέσματα τέφρας

Σημείωση: Για τον σωστό προσδιορισμό της τέφρας γίνεται προετοιμασία δύο δειγμάτων και παίρνουμε το μέσο όρο των αποτελεσμάτων (Βαρζάκας, 2012).

Αριθμός κάψας	Βάρος κάψας σε g	Βάρος δείγματος σε g	Βάρος κάψας και ξηρή καύση σε g	Βάρος ξηρής καύσης σε g
1	20,1	5	21,6	3,5
2	30	5	30,97	4,03

Πίνακας 3. Πειραματικά δείγματα τέφρας σε σκληρό αλεύρι

Έκφραση αποτελεσμάτων:

Μ.Ο. (Βάρος ξηρής καύσης σε g) = $(3,5 + 4,03) / 2 = 3,765 \text{ g}$

Ποσοστό τέφρας % = $\text{βάρος δείγματος μετά τη ξήρανση} * 100 / \text{βάρος δείγματος πριν τη ξήρανση} = 3,765 * 100 / 5 = 75,12 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \text{Ποσοστό τέφρας \%} = 0,7512 \%$

5.3 Αποτελέσματα οξύτητας

Η οξύτητα εκφράζεται ως εξής:

$\% \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{καταναλωθέντα (ml) KOH} * 0,049 = 2 * 0,049 = 0,098 \Rightarrow$

$\Rightarrow \text{Οξύτητα} = 9,8 \% \text{H}_2\text{SO}_4$

5.4 Αποτελέσματα υγρασίας

Αρχικό βάρος = 20g

Βάρος μετά τη ξήρανση = 18,7g

Η ζύγιση μετά τη ξήρανση είναι: $20 - 18,7 = 1,3 \Rightarrow$

$\Rightarrow \text{ποσοστό υγρασίας} = 13\%$

5.5 Αποτελέσματα τιμής ιζηματογένεσης zeleny

Από το δείγμα αλεύρι σκληρό 1 της εταιρίας: Μύλοι Αγίου Γεωργίου, προέκυψε ίζημα

7ml. Οπότε έχουμε:

Βαθμός ιζηματογένεσης zeleny = 7.

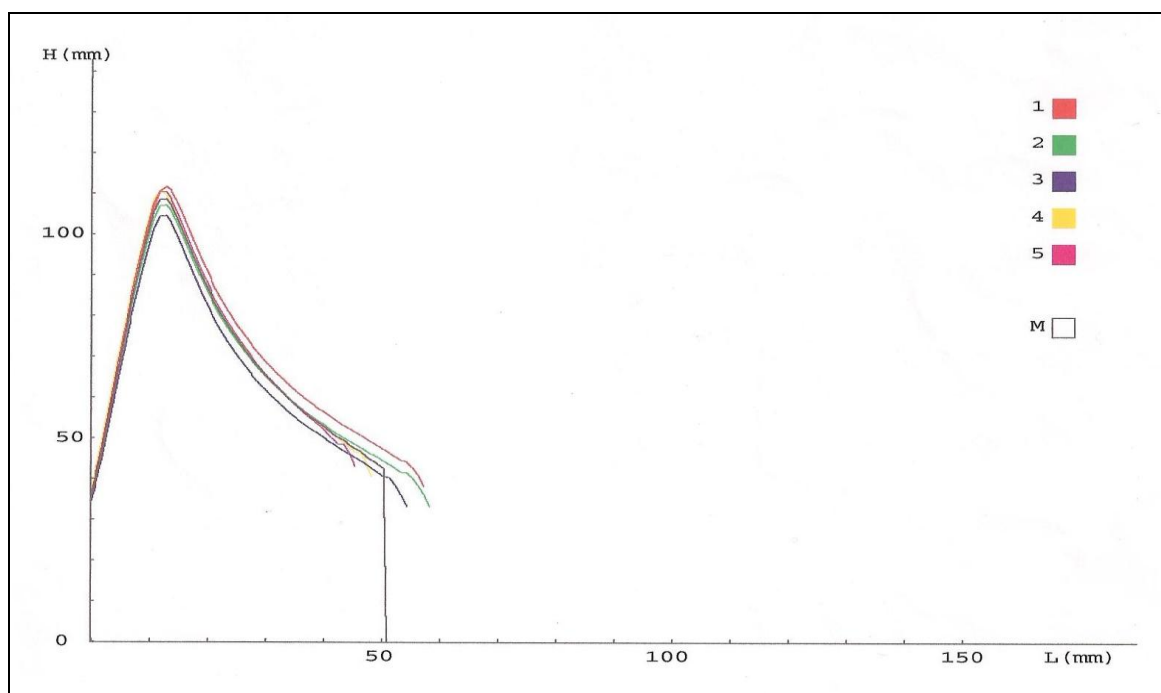
5.6 Αλβεογράφημα και αποτελέσματα

Έγινε χρήση πέντε δειγμάτων ζυμαριού για να υπάρχει καλύτερη οπτική και της διαδικασίας, αλλά και των αποτελεσμάτων. Έτσι έχουμε τα εξής:

Δείγμα/Μετρήσεις	P	L	G	W	P/L	Ie
1	123	56	16,7	255	2,2	51
2	120	56	16,7	250	2,14	50,8
3	119	55	16,5	241	2,16	49,8
4	119	53	16,2	237	2,25	49,7
5	120	51	15,9	232	2,35	49,1

Πίνακας 4: Πειραματικά δείγματα στον αλβεογράφο

Και από τον αλβεογράφο προκύπτουν τα παρακάτω διαγράμματα που αφορούν τις αρτοποιητικές ιδιότητες του σκληρού αλευριού 1 της εταιρίας: Μύλοι Αγίου Γεωργίου (στη προκειμένη περίπτωση). Όλα έχουν πάει σωστά καθώς όλα τα διαγράμματα συμπίπτουν.



Εικόνα 4: Αλβεογραφήματα σε πειραματικά δείγματα

Κεφάλαιο 6. Ζυμαρικά

Τα ζυμαρικά είναι γνωστά ως ένα από τα πιο αρχαία θρεπτικά συστατικά και ένα πολύ ευέλικτο πιάτο τόσο από θρεπτική αλλά και από γαστρονομική άποψη (Antognelli, 1980). Παρέχει επίσης σημαντικές ποσότητες σύνθετων υδατανθράκων, πρωτεΐνες, βιταμίνες B και σίδηρο και είναι χαμηλή σε νάτριο, αμινοξέα και το συνολικό λίπος (Douglass and Matthews, 1982). Τα ζυμαρικά είναι ένα παραδοσιακό προϊόν που λαμβάνεται μετά από διάφορα στάδια επεξεργασίας: ζύμωμα του σιμιγδάλι και νερό, εξώθηση, πίεση μέσω μιας μήτρας, και αφυδάτωση. Τα ζυμαρικά όταν μαγειρεύονται και είναι καλής ποιότητας μπορούν να εκφραστούν σε όρους κολλητικότητας, σταθερότητας (Manser, 1981). Τα τελευταία χρόνια, διάφορα συστατικά και πρόσθετα έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται για να βελτιώσουν την ποιότητα των ζυμαρικών, κυρίως χρησιμοποιείται *Triticum Aestivum* και το σκληρό σιτάρι. Τα ζυμαρικά μορφοποιούνται με μεγάλη πίεση (εξώθηση) και ξηραίνονται σε ειδικούς θαλάμους με χαμηλή θερμοκρασία ή στον αέρα. Το σιμιγδάλι προέρχεται αποκλειστικά από σκληρό σιτάρι (*Triticum durum*) και απαγορεύονται να χρησιμοποιηθεί άλλος τύπος σιταριού (Feillet and Dexter, 1996).

Απαγορεύεται η προσθήκη τεχνητής χρωστικής ουσίας, όπως και η προσθήκη συντηρητικών μέσων. Επιτρέπεται ο χρωματισμός των ζυμαρικών μόνο με προσθήκη λαχανικών, αυγών ή άλλων παρόμοιων υλών.

6.1 Είδη ζυμαρικών

Σαν ζυμαρικά με αυγά χαρακτηρίζονται τα ζυμαρικά που παρασκευάστηκαν με τρία τουλάχιστον πλήρη αυγά ανά κιλό σιμιγδάλι. Ενώ σαν ζυμαρικά με γάλα χαρακτηρίζονται τα ζυμαρικά που παρασκευάστηκαν με νωπό πλήρες γάλα ή σκόνη πλήρους γάλακτος σε ποσότητα τουλάχιστον 20g ξηρής μάζας γάλακτος ανά κιλό έτοιμου ζυμαρικού. Σαν ζυμαρικά με λαχανικά χαρακτηρίζονται τα ζυμαρικά που παρασκευάστηκαν με προσθήκη καρότων ή ντομάτας ή σπανακιού.

Ανάλογα με το σχήμα που έχουν τα ζυμαρικά παίρνουν διάφορες ονομασίες, όπως μακαρόνια, κοφτό μακαρονάκι, φιδές, λαζάνια, κριθαράκι, αστράκια, κανελόνια, κοχύλια και πολλά άλλα. Αυτά είναι γεμισμένα με μαγειρεμένο και αποξηραμένο κιμά κρέατος. Ακόμα παρασκευάζονται ειδικά ζυμαρικά για διαβητικά άτομα. Συνήθως, προστίθεται ξηρή γλουτένη σιταριού για να μικρύνει η αναλογία του αμύλου που είναι βλαπτικό για τους διαβητικούς.

6.2 Πρώτες ύλες

6.2.1 Σιμιγδάλι (Semolina)

Το σιμιγδάλι είναι η κύρια πρώτη ύλη της βιομηχανίας ζυμαρικών. Παράγεται αποκλειστικά με άλεση σιταριού durum. Η πιο κατάλληλη ποικιλία θεωρείται Amber durum που πρωτοκαλλιεργήθηκε στη Ρωσία. Συνήθως η απόδοση των μυλών σε σιμιγδάλι είναι 65-70%. Το σιμιγδάλι αποτελείται από λεπτά σωματίδια ομοιόμορφου μεγέθους και παράγει την υψηλότερη ποιότητα ζυμαρικό προϊόν. Επίσης, αποτελείται από μια συλλογή κυττάρων από αμυλούχο ενδοσπέρμιο του φυτού σιταριού. Αυτά τα κύτταρα αποτελούνται

από κυτταρικά τοιχώματα (πίτουρο), άμυλο (ενδοσπέρμιο), πρωτεΐνες, και ένζυμα (Aalami et al, 1971).

Η κοκκομετρική σύνθεση του σιμιγδαλιού επηρεάζει πολύ την ποιότητα των ζυμαρικών. Παλαιότερα όταν η παραγωγή των ζυμαρικών γινόταν κατά στάδια προτιμούσαν το χοντρόκοκκο σιμιγδάλι. Έτσι διακρίνονται ευκολότερα τα τυχόν ξένα σωματίδια όπως πίτουρα ή άλεσμα άλλων σκούρων κόκκων. Αυτά εμφανίζονται σαν αντιαισθητικά σκούρα στίγματα στα τελικά προϊόντα, υποβαθμίζοντας την εμπορική τους αξία. Ακόμα διακρίνεται εύκολα η παρουσία σιμιγδαλιού από μαλακό σιτάρι ή προσθήκη αλεύρου. Το σιμιγδάλι επιτρέπεται να έχει αλεύρι μέχρι 1%.

Στη σημερινή τεχνολογία των ζυμαρικών με τη συνεχή παραγωγή το σιμιγδάλι ενδείκνυται να είναι αρκετά λεπτό και ομοιόμορφο, χωρίς αλεύρι. Γενικά, πρέπει να περνάει όλο από κόσκινο 40 Mesh και να συγκρατείται τελείως από κόσκινο 80 Mesh. Όταν υπάρχουν μεγάλες διαφορές στο μέγεθος των σωματιδίων του σιμιγδαλιού, κατά την ανάμειξη του με νερό, τα πιο μεγάλα δεν προλαβαίνουν να απορροφήσουν την αναγκαία ποσότητα νερού και στο τελικό προϊόν θα εμφανιστούν σαν λευκά στίγματα, υποβαθμίζοντας την εμπορική του αξία.

Αν δε παραταθεί το ζύμωμα του μείγματος, ώστε να προλάβουν οι μεγάλοι κόκκοι σιμιγδαλιού να απορροφήσουν την κανονική ποσότητα νερού, θα χειροτερεύσουν οι ιδιότητες βρασμού του ζυμαριού. Αν πάλι το σιμιγδάλι είναι πολύ λεπτόκοκκο, παραπλήσιο με αλεύρι δημιουργεί πολλές δυσκολίες στην τροφοδότηση της πρέσας. Γενικά, το σιμιγδάλι έχει τη τάση να κονιοποιείται, είναι προβληματικό στην αποθήκευση, δύσκολο στους χειρισμούς και στις διάφορες επεξεργασίες (Τσιάρας, 2002).

6.2.2 Χρώμα

Τα καλής ποιότητας ζυμαρικά πρέπει να έχουν φωτεινό κίτρινο χρώμα, που προέρχεται από το σιμιγδάλι. Αυτό πρέπει να έχει όσο το δυνατόν ζωηρότερο κίτρινο χρώμα, το οποίο αποτελεί σημαντικό κριτήριο ποιότητας. Το χρώμα επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την αποδοχή από τους καταναλωτές. Το χρώμα είναι εγγραφεί σε δύο δείκτες: α) κίτρινο δείκτη και β) δείκτη αμαύρωσης (Abecassis et al., 1984).

6.2.3 Νερό

Το νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή των ζυμαρικών πρέπει να είναι ένα καλό πόσιμο νερό. Να είναι διαυγές αόσμο, άγευστο,, να μην είναι μολυσμένο και να έχει ένα μικρό ποσοστό αλάτων. Μετά την εξάτμιση ενός λίτρου νερού το υπόλειμμα δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 0,5 γραμμάρια. Η θερμοκρασία που έχει το νερό, που χρησιμοποιούμε για την ανάμιξη πρέπει να κυμαίνεται από 25-35 βαθμούς Κελσίου.

6.2.3 Αυγά

Στη παρασκευή των ζυμαρικών είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν και αυγά. Τα αυγά προστίθενται είτε νωπά, είτε κατεψυγμένα ή και με μορφή σκόνης. Τα νωπά αυγά προτού προστεθούν πρέπει να χτυπηθούν μόνα τους ή με νερό ή με γάλα, αν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν με μορφή μίγματος και ύστερα να φιλτραριστούν. Τα κατεψυγμένα αυγά πρέπει να αφεθούν να ξεπαγώσουν και ύστερα και ύστερα ακολουθείτε η ίδια διαδικασία με τα νωπά.

Τα αυγά με μορφή σκόνης μπορούν με το σιμιγδάλι ή να αναμιχθούν με το νερό και να αφεθούν για λίγες ώρες, ύστερα δε, ακολουθείτε ο ίδιος τρόπος χειρισμού όπως στα νωπά. Τα ζυμαρικά που περιέχουν αυγά έχουν καλύτερη εμφάνιση, γεύση και συμπεριφορά κατά το βρασμό και είναι θρεπτικότερα. Κατά την αγορά των αυγών πρέπει να επιζητούμε να έχουν κρόκους με χρώμα έντονα κίτρινο.

Η προσθήκη του αυγού στα ζυμαρικά προσδίδει πιο κίτρινο χρώμα και ενισχύει την θρεπτική αξία του προϊόντος. Η υφή του αυγού στα ζυμαρικά είναι ισχυρότερη από ό,τι τα απλά ζυμαρικά και η αίσθηση στο στόμα είναι αρκετά διαφορετική. Το αυγό μπορεί να προστεθεί είτε σε υγρή ή ξηρά φόρμα. Αν και τα αυγά σε υγρή προτιμώνται πρέπει να εξετάζεται το προϊόν για τη ποιότητα, και είναι απαραίτητο να υπάρχουν εγγυήσεις για την μικροβιολογική ποιότητα. Υπάρχουν λιγότερα προβλήματα με το αποξηραμένο αυγό, το οποίο δίνει μια μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, αποθήκευσης και λιγότερους κινδύνους. Επίσης, υπάρχουν διάφορα πλεονεκτήματα των ξηρών αυγών πάνω από αυγό σε υγρή μορφή, όπως ευκολία της μεταφοράς, αποθήκευσης σε θερμοκρασία δωματίου, μειωμένο όγκο, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στο ράφι, την ευκολία της ανάμειξης με άλευρο σίτου, κλπ μπορεί να είναι μεγάλης σημασίας στην κατασκευή ζυμαρικών. Δεδομένου ότι τα

αυγά είναι τα χαρακτηριστικό συστατικό για φρέσκα ζυμαρικά, αυτά δίνουν χημικούς δείκτες, όπως 3-υδροξυ-βουτυρικό οξύ, ηλεκτρικό οξύ, γαλακτικό οξύ, και ουρακίλη, προκειμένου να αξιολογηθεί η υγιεινή τους ποιότητα (Cassia et al, 2004).

Διευκρινίζεται ότι η ουρακίλη πρέπει να είναι απύσχα σε υγιή αυγά. Ωστόσο, η παρουσία της ουρακίλης σε φρέσκα ζυμαρικά είναι αρκετή για να δώσει στο αυγό αρνητική σύσταση, το επίπεδο του ηλεκτρικού οξέος είναι πιο δύσκολο να ερμηνευθεί, δεδομένου ότι αυτό το οξύ είναι φυσικό συστατικό σε προϊόντα σίτου και φαίνεται να είναι θερμοευκίνητο (Alamprese et al., 2004).

6.2.4 Άλλες ουσίες

Στα ζυμαρικά μπορεί να προστεθεί αλάτι, κυρίως στα ζυμαρικά με αυγά σε αναλογία 1-2% κατά βάρος σιμιγδαλιού. Η παρουσία του αλατιού τα κάνει πιο νόστιμα και με καλύτερη συμπεριφορά στο βράσιμο. Επίσης, αυξάνει τη διατηρησιμότητάς τους. Το αλάτι όμως δημιουργεί προβλήματα κατά τη ξήρανση, λόγω της γνωστής υγροσκοπικότητας του και αυξάνει το ποσοστό τέφρας, που συνήθως βρίσκεται στα όρια. Σε ζυμαρικά για διαβητικούς χρησιμοποιείται γλουτένη σιταριού, με μορφή σκόνης. Έτσι αυξάνεται το ολικό ποσό της ξηρής γλουτένης μέχρι 25% ενώ τα κανονικά ζυμαρικά έχουν γύρω στο 12%. Σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να φθάσει η ολική γλουτένη στο 30%. Οπότε το ζυμαρί είναι πολύ δυνατό και χρειάζεται πολύ δυνατό ζυμωτήριο και πρέσα.

Η κατανάλωση δε, σε ενέργεια είναι πολλή μεγάλη. Επίσης, παρασκευάζονται ζυμαρικά με προσθήκη σπανακιού.. Το σπανάκι βράζεται και ύστερα αλέθεται σε λεπτή σκόνη. Εκτός, από τις παραπάνω ουσίες χρησιμοποιούνται αν και σπανιότερα, ντομάτα, καρότο, πάπρικα, τυρί, γάλα κτλ. Το λάδι δεν είναι απαραίτητο στην παραγωγή καλής ποιότητας ζυμαρικών, αλλά όταν προστίθεται για να είναι η υφή των ζυμαρικών ομαλότερη και μεταξένια. Παράγουν επίσης ζύμη που περνάει εύκολα από τη μηχανή ζυμαρικών. Γενικότερα, το ελαιόλαδο χρησιμοποιείται για να ενισχύσει τη γεύση τους. Ένα άλλο συστατικό που χρησιμοποιείται καμία φορά στη παραγωγή ζυμαρικών είναι το μπιζέλι. Το μπιζέλι έχει χαμηλές συγκεντρώσεις λίπους, μέτρια ποσότητα ινών, καλή ποσότητα των πρωτεϊνών και αμύλου, και λογικά ισορροπημένο φάσμα όλες τις διατροφικές βασικά μέταλλα. Επίσης έχει αντιθρεπτικούς παράγοντες, όπως το φυτικό οξύ, α-γαλακτοσίδια, ταννίνες, σαπωνίνες, και αναστολείς θρυψίνης (Duhan et al., 2001).

Χρησιμοποιούνται οργανικά οξέα όπως το οξικό, κιτρικό, φουμαρικό, μηλικό, τρυγικό οξύ και σε ζύμη ζυμαρικού για τη σταθεροποίηση έναντι μικροβιακής αποσύνθεσης, για σημαντικά μεγάλα χρονικά διαστήματα αυτό που επιτυγχάνεται με το παρόν είναι διαθέσιμες ποσότητες ζυμαρικών στα ψυγεία. Αυτά τα οξέα εξασφαλίζουν εκτεταμένη διάρκεια ζωής στο ράφι σε θερμοκρασία δωματίου, θερμοκρασία ή κανονικές θερμοκρασίες ψύξης με ευκολία στη παρασκευή και την αποθήκευση και την ελευθερία από την παρουσία υγρού στην κατάσταση αποθήκευσης (Howard et al., 1994).

Η προσθήκη L-ασκορβικού οξέως κατά την ανάμιξη της ζύμης μείωσε την ποσότητα του σιμιγδαλιού και τη χρωστική ουσία κατά την επεξεργασία και αύξησε την κιτρινίλα στα μακαρόνια (Walsh et al., 1970). Το ασκορβικό οξύ δρα ως ανταγωνιστικός αναστολέας της λιποξειδάσης που είναι ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει το ρυθμός της οξειδωσης της χρωστικής κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των ζυμαρικών (Dolev et al., 1966) Ο άλλος παράγοντας που είναι υπεύθυνος για την αποικοδόμηση των ζυμαρικών είναι η παρουσία του οξυγόνου, στην ανάμιξη. Ως εκ τούτου, η ζύμη αναμιγνύεται υπό κενό ή αδρανή ατμόσφαιρα για να ελαχιστοποιηθεί η απώλεια κίτρινου χρώματος. Λόγω της ενίσχυσης επίδρασης του ασκορβικού οξέος σε γλουτένη, η έκπλυση των στερεών κατά το μαγείρεμα μειώνεται (Kim et al., 1989).

6.3 Παρασκευή φρέσκων ζυμαρικών

6.3.1 Ζύμη με σιμιγδάλη

Η βασική συνταγή για τη δημιουργία ζυμαρικών περιέχει αλεύρι και αυγά, ωστόσο η συνταγή αυτή μπορεί να υποστεί διάφορες αλλαγές εξίσου εύκολες και χωρίς να επηρεάζεται το τελικό αποτέλεσμα. Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε η εξής συνταγή για τη δημιουργία ζυμαρικών:

Υλικά:

150g σκληρό αλεύρι 1 (της εταιρίας: Μύλοι Αγ. Γεωρίου)

350g σιμιγδάλι ψιλό

500g νερό

Εκτέλεση:

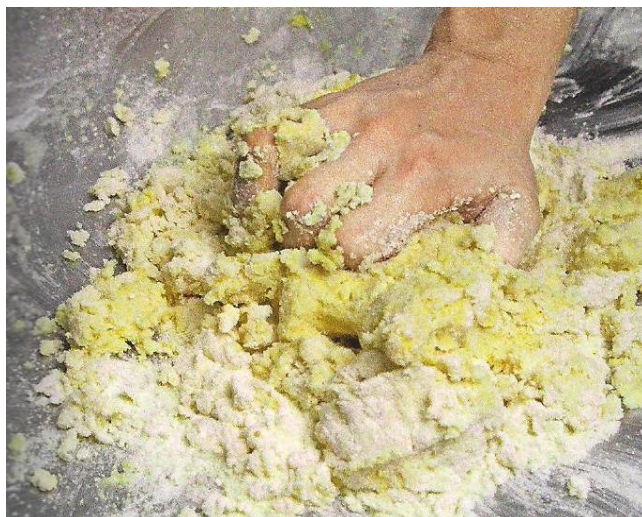
Στάδιο 1^ο: Αναμειγνύουμε το σκληρό αλεύρι με το σιμιγδάλι σε μία καθαρή επιφάνεια εργασίας ή σε μία πήλινη ή ανοξείδωτη λεκάνη.



(Πηγή: ανώνυμος, 2012)

Εικόνα 5: 1^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια

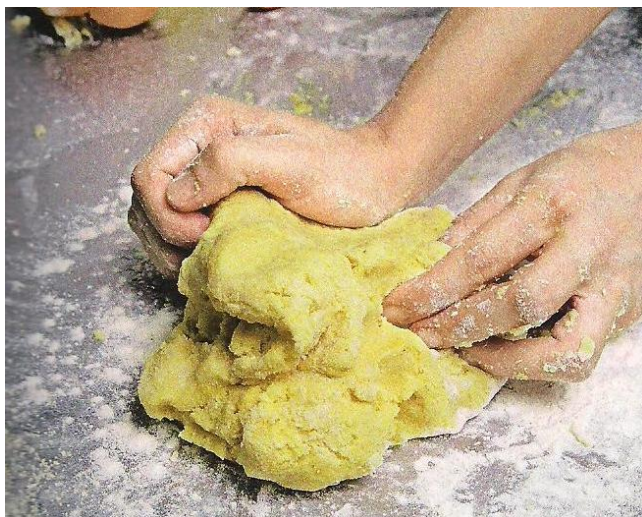
Στάδιο 2^ο: Προσθέτουμε νερό και ζυμώνουμε, μεταφέροντας το αλεύρι από τα τοιχώματα της λεκάνης προς το κέντρο. Το ίδιο και αν ζυμωθεί σε επιφάνεια εργασίας. Είναι καλύτερα να ζυμώσουμε σε λεκάνη, καθώς η ζύμη περιέχει νερό. Ζυμώνουμε μέχρι να δημιουργηθεί μία εύπλαστη ζύμη.



(Πηγή: ανώνυμος, 2012)

Εικόνα 6: 2^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια

Στάδιο 3^ο: Μεταφέρουμε τη ζύμη σε μία επιφάνεια εργασίας και συνεχίζουμε το ζύμωμα για 20 λεπτά ή έως ότου γίνει μία ζύμη απαλή και ελαστική, που δεν κολλάει στα χέρια.

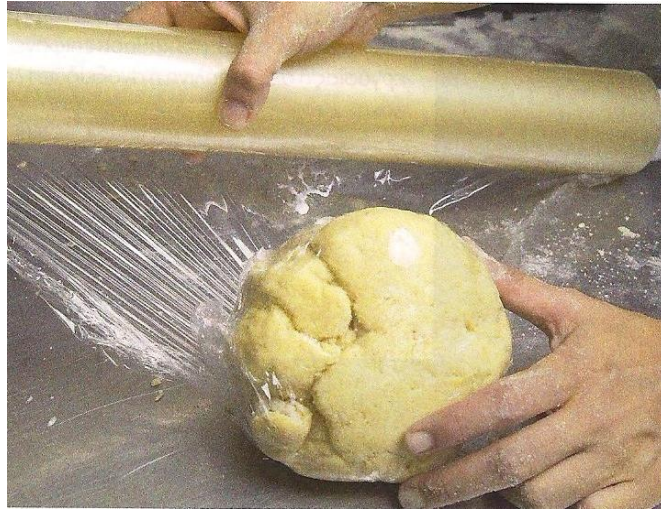


(Πηγή: ανώνυμος, 2012)

Εικόνα 7: 3^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια

Στάδιο 4^ο: Δουλεύουμε τη ζύμη με τα χέρια για μισή ώρα. Διαφορετικά τη βάζουμε στο μίξερ και χρησιμοποιούμε ειδικό εξάρτημα (γάντζος). Σε αυτή τη περίπτωση θα πρέπει να

ανάβουμε και να σβήνουμε το μίξερ κάθε 2 λεπτά. Στόχος είναι να μην υπερθερμανθεί η ζύμη. Αφού επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα, τυλίγουμε τη ζύμη σε μεμβράνη και την αφήνουμε να ξεκουραστεί για 15 λεπτά σε δροσερό μέρος.



(Πηγή: ανώνυμος, 2012)

Εικόνα 8: 4^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια

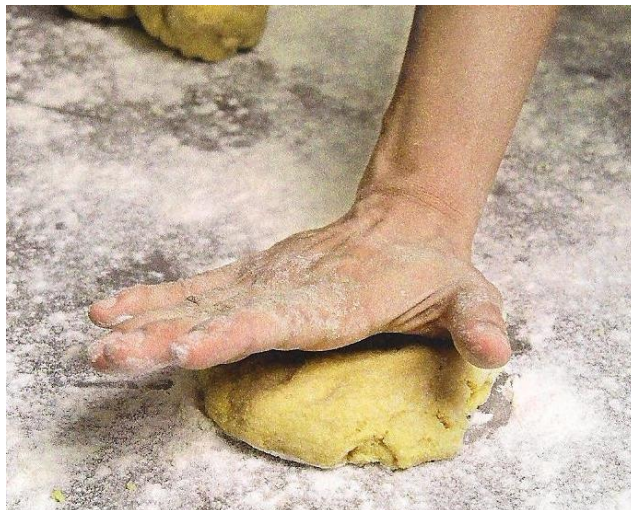
Στάδιο 5^ο: Μετά το προκαθορισμένο χρόνο αναμονής, χωρίζουμε τη ζύμη σε 4 ισομεγέθεις μπάλες που θα δουλέψουμε ξεχωριστά, για μεγαλύτερη ευκολία και για να μπορέσει να «περάσει» από τη μηχανή.



(Πηγή: ανώνυμος, 2012)

Εικόνα 9: 5^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια

Στάδιο 6^ο: Σε αλευρωμένο πάγκο πιέζουμε κάθε μπαλάκι ζύμης με την παλάμη του χεριού μας, για να το ανοίξουμε όσο το δυνατόν περισσότερο. Το γυρίζουμε από την άλλη πλευρά και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία.



(Πηγή: ανώνυμος, 2012)

Εικόνα 10: 6^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια

Στάδιο 7^ο: Αλευρώνουμε καλά τη ζύμη και την ανοίγουμε με τον πλάστη ή τη βέργα όσο πιο λεπτή μπορούμε. Δεν απογοητευόμαστε αν δεν πετύχουμε ένα τέλειο ορθογώνιο φύλλο. Την κόβουμε με ένα μαχαίρι στο μέγεθος της μηχανής μας.



(Πηγή: ανώνυμος, 2012)

Εικόνα 11: 7^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια

Στάδιο 8^ο: Περνάμε το φύλλο στην ειδική θέση της μηχανής των ζυμαρικών. Ρυθμίζουμε τη μηχανή στη πρώτη θέση πάχους, δηλαδή εκεί όπου το φύλλο βγαίνει παχύτερο. Με το ένα χέρι γυρνάμε τη μανιβέλα. Το άλλο χέρι πρέπει να βρίσκεται στο κάτω από το φύλλο που βγαίνει, έτσι ώστε να το συγκρατεί και να το οδηγεί, για να με διπλώνει πέφτοντας και κολλήσει.



(Πηγή: ανώνυμος, 2012)

Εικόνα 12: 8^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια

Στάδιο 9^ο: Παίρνουμε το φύλλο που προέκυψε από τη πρώτη θέση της μηχανής.. Το αλευρώνουμε ελαφρώς και το διπλώνουμε σε φάκελο. Με το πλάστη ή τη βέργα το ανοίγουμε και πάλι, φροντίζοντας να το γυρίσουμε μπρος – πίσω ή πάνω- κάτω, έτσι ώστε η ζύμη να δουλευτεί απ' όλες τις πλευρές.



(Πηγή: ανώνυμος, 2012)

Εικόνα 13: 9^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια

Στάδιο 10^ο: Ξαναπερνάμε το φύλλο από τη μηχανή, ρυθμίζοντάς την ολοένα και σε μικρότερο πάχος. Περνάμε το φύλλο όσες φορές χρειάζεται, ώστε το πλάτος του να καλύπτει όλο το άνοιγμα της μηχανής και το πάχος του να είναι 1 με 2 χιλιοστά.



(Πηγή: ανώνυμος, 2012)

Εικόνα 14: 10^ο στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια

Στάδιο 11^ο: Όλες οι μηχανές περιλαμβάνουν ειδικούς κόφτες για μία σειρά ζυμαρικών , όπως τα спаγγέτι, οι ταλιατέλες ή τα λαζάνια. Χρησιμοποιούμε τον αντίστοιχο κόφτη με τα ζυμαρικά που επιθυμούμε να φτιάξουμε.



(Πηγή: ανώνυμος, 2012)

Εικόνα 15: Τελικό στάδιο παρασκευής ζυμαριού για μακαρόνια

6.3.2 Στέγνωμα και συντήρηση της ζύμης

Στη φρέσκια, ζουμερή τους μορφή, τα ζυμαρικά δεν διατηρούνται πάνω από μία ημέρα στο ψυγείο. Ιδιαίτερα η ζύμη με το αυγό δεν συντηρείται πάνω από 1-2 ημέρες. Αν όμως τα ξεράνουμε, μπορούμε να τα διατηρήσουμε όσο θέλουμε. Τα περνάμε διχαλωτά, από ένα κρεμαστό σχοινί, χωρίς να εφάπτονται μεταξύ τους. Στο εμπόριο υπάρχουν και ειδικές βέργες όπου «κρεμάμε» τα μακαρόνια. Η διαδικασία ξήρανσης διαρκεί μία ημέρα και γίνεται σε ξηρό, ζεστό δωμάτιο. Αν έχει υγρασία ο χώρος και δε στεγνώσουν, τότε τα μακαρόνια θα μουχλιάσουν. Αν πάλι γίνει πολύ γρήγορα, κάτω από τον ήλιο, τότε τα μακαρόνια θα σπάνε και θα τρίβονται.



(Πηγή: ανώνυμος, 2012)

Εικόνα 16: Διαδικασία ξήρανσης μακαρονιών

6.3.3 Μαγείρεμα ζυμαρικών

Για κάθε 100g ζυμαρικών χρειαζόμαστε 1lt νερό. Το νερό πρέπει να κοχλάζει έντονα πριν ρίξουμε τα ζυμαρικά. Λίγο πριν βράσει προσθέτουμε αλάτι. Βράζουμε τα ζυμαρικά σε δυνατή φωτιά, με ανοιχτή κατσαρόλα, ανακατεύοντας τα πότε-πότε για να μην κολλήσουν μεταξύ τους. Δε χρειάζεται να προσθέσουμε λάδι στο νερό, για να μην κολλήσουν τα ζυμαρικά. Ανάλογα με το μέγεθος, το σχήμα και το πάχος τους, τα διάφορα είδη ζυμαρικών έχουν διαφορετικούς χρόνους βρασμού. Ο χρόνος βρασμού για τα χειροποίητα ζυμαρικά δε ξεπερνά τα 3 με 4 λεπτά. Σε αυτόν τον χρόνο θα είναι έτοιμα.

Συμπεράσματα

Στη παρούσα εργασία μελετήθηκε η παραγωγή ζυμαρικών από σκληρό αλεύρι και τα διάφορα στάδια επεξεργασίας για τη παρασκευή αυτών. Αρχικά, έγινε μελέτη του κόκκου σιταριού που υφίσταται άλεση με σκοπό την απομάκρυνση των λεπύρων, για τη δημιουργία αλεύρου χωρίς πίτουρα. Συγκεκριμένα, ασχολούμαστε με το σκληρό αλεύρι καθώς με τη χρήση αυτού παρασκευάζονται τα ζυμαρικά. Επίσης, η άλεση του σκληρού αλεύρου δίνει τελικό προϊόν το σιμιγδάλι (κύριο συστατικό των ζυμαρικών).

Στη συνέχεια σε εργαστηριακές συνθήκες πραγματοποιήθηκαν οι εξής πειραματικές αναλύσεις: α) Προσδιορισμός γλουτένης, με αποτελέσματα: $ΥΓ = 26,5\%$, $ΞΓ = 4,3 \text{ g}$ και $E = 18,86\%$, β) Προσδιορισμός τέφρας, με αποτέλεσμα: $0,7512\%$, γ) Προσδιορισμός οξύτητας, με αποτέλεσμα: $9,8\%$ σε H_2SO_4 , δ) Προσδιορισμός υγρασίας, με αποτέλεσμα: 13% , ε) Προσδιορισμός zeleny, με βαθμό ζηματογένεσης: 7 και στ) Αλβεογράφο, με χρήση πέντε δειγμάτων για καλύτερη οπτική αποτελεσμάτων. Όλα τα αποτελέσματα βρίσκονται μέσα στα επιτρεπτά όρια, οπότε καθιστούν το συγκεκριμένο αλεύρο κατάλληλο για χρήση και βρώση.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε παρασκευή και μαγείρεμα φρέσκων ζυμαρικών με πρώτες ύλες: αλεύρι, νερό και σιμιγδάλι.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

Ξενογλώσση:

- Aalami M., Leelavathi K. and Prasada Rao, U.J.S. (2007). Spaghetti making potential of Indian durum wheat species in relation to their protein, yellow pigment and enzyme contents. *Food Chem.*, 100, pp. 1243–1248.
- Abecassis J., Chevalier F., Ait-mouh O., Matencio F., Faure J., Feillet P., (1986). Amélioration de la qualité des pâtes alimentaires par traitement thermique des produits secs. *Industries des Céréales*, 41, pp. 13– 17.
- Alamprese C., Rossi M. and Casiraghi E. (2004). Hygienic quality evaluation of the egg product used as ingredient in fresh egg pasta. *Food Chem.*, 87, pp. 313–319.
- Antognelli C. (1980). The manufacture of pasta as a food ingredient: A review. *J.Food Tech.*, 15, pp. 125–145.
- Cassia, S.C., Ormenese de R., Misumi L., Zambrano F. and Vaz-de-Faria E. (2004). Effect of pasteurized liquid egg and dehydrated egg on pasta characteristics. *Ciencia-e-Tecnologia-de-Alimentos*, 24, pp. 255–260.
- Del Nobile M.A., Baiano A., Conte A. and Mocci G. (2005). Influence of protein content on spaghetti cooking quality. *Journal of Cereal Science*, 49, pp. 347-356.
- Dolev A., Mobvnts T. L., Rohwedder W.K. and Dutton H. J. (1966). Mechanism of lipoxidase reaction: Origin of the oxygen incorporated into linoleate hydroperoxide. *Lipids*, 1966:1, pp. 293–295.
- Douglass J.S. and Matthews R.H. (1982). Nutrient content of pasta products, *Cereal Foods World*, 27, pp. 558–561. <http://www.pasta.unfpa.org>
- Duhan A., Khetarpaul N., and Bishnoi S. (2001). Effect of soaking, germination, and cooking on phytic acid and hydrochloric acid extractability of a pigeon pea cultivar. *J. Food Sci. Tech.*, 38, pp. 374–378.
- Faridi H. and Rasper V.F. (1987). The alveograph handbook. American Association of Cereal Chemists, Inc. USA.
- Feillet P. and Dexter J.E. (1996). Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production. *In: Pasta and Noodle Technology*. pp. 95–131.

- Fuad T., and Prabhasankar P. (2010). Role of ingredients in pasta product quality: A review on recent developments. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50, pp. 787-798.
- Gallagher E., Gormley T. R. and Arendt, E. K. (2004). Recent advances in the formulations of gluten free cereal based products. *Trends in Food Science and Technology*, 15, pp. 143-152.
- Howard J.G., Rieter H.J. and La Fleur T.J. (1994). Acid Stabilized Pasta. United States Patent, 532587
- Kim H. I., Seib P.A. and Posner E. (1989). Improving the color and cooking quality of spaghetti from Kansas Hard Winter Wheat. *Cereal Foods World*, 34, pp. 216–223.
- Manser J., (1981). Optimale parameter für die teigwarenherstellung am beispiel von langwaren. *Getreide Mehl und Brot*, 35, pp. 75–83.
- Nouviaire A., Lancien R. and Maache-Rezzoug Z. (2008). Influence of hydrothermal treatment on rheological and cooking characteristics of fresh egg pasta. *Journal of Cereal Science*, 47, pp. 283-291.
- Susanna S. and Prabhasankar P. (2013). A study on development of gluten free pasta and its biochemical and immunological validation. *LWT-Food Science and Technology*, 50, pp. 613-621.
- Walsh D.E., Youngs V.L., and Grilles K.A. (1970). Inhibition of durum wheat Lipoxidase with L- ascorbic acid. *Cereal Chem.*, 47, pp. 119–125.

Ελληνική:

- Αρβανιτογιάννης Ι. Σ., Βαρζάκας Θ. Χ. και Τζίφα Κ. Ν. (2008). Έλεγχος ποιότητας τροφίμων. Εργαστηριακός οδηγός. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλης.
- Γρεβενιώτη - Μπαμπατζιμοπούλου Μ. (1982). Σημειώσεις ποιοτικού ελέγχου σιτηρών. ΚΑΤΕΕ Θεσσαλονίκης.
- Βαρζάκας Θ. (2012). Σημειώσεις εργαστηρίου στην τεχνολογία και ποιότητα σιτηρών. *Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας. Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων. Καλαμάτα.*

- Κεφαλάς Π.Σ. (2009). Τρόφιμα από σιτηρά. Χημεία- βιοχημεία- τεχνολογία. Θεσσαλονίκη Ελλάς Ε.Ε.: Γαρταγάνη.
- Τσιάρας Ν. Γ. (2002). Σημειώσεις τεχνολογίας τροφίμων. *Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας. Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής.*
- Τσιάρας Ν. (1996). Ποιοτικός έλεγχος τροφίμων Φ/Π Ι. *Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας. Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής.* Οργανισμός εκδόσεως διδακτικών βιβλίων. Αθήνα.