

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Η ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΣΤΗΝ  
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΨΩΜΙΟΥ-ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ  
ΨΩΜΙΟΥ»



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ:  
ΔΕΣΠΟΙΝΑ ΙΝΤΖΙΡΤΖΗ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:  
ΒΑΡΖΑΚΑΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2008

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

*Η πτυχιακή εργασία γράφτηκε με κύριο στόχο να προσφέρει στον αναγνώστη όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες γύρω από το θέμα της τεχνολογίας παρασκευής ψωμιού.*

*Στο πρώτο κεφάλαιο δίνονται πληροφορίες για τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται στο ψωμί. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται η διαδικασία παραγωγής ψωμιού με διαφορετικές τεχνικές αρτοποιήσης καθώς επίσης και οι αλλοιώσεις που μπορεί να υποστεί το ψωμί και στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται ο τρόπος δράσης των συστατικών στο ψωμί.*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>5</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	
<b>ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΑΡΤΟΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 ΑΛΕΥΡΙ</b>	<b>7</b>
1.1.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά σιταριού.....	8
1.1.2 Κατηγορίες σιταριού.....	8
1.1.3 Άλεση μαλακού σιταριού.....	11
1.1.4 Σύσταση αλεύρων.....	13
1.1.4.1 Πρωτεΐνες.....	13
1.1.4.2 Υδατάνθρακες.....	14
1.1.4.3 Λιπίδια.....	16
1.1.4.4 Βιταμίνες.....	17
1.1.4.5 Ένζυμα.....	18
1.1.4.6 Υγρασία.....	19
1.1.4.7 Ανόργανα συστατικά.....	19
1.1.5 Τύποι αλεύρων.....	20
1.1.5.1 Άλευρο τύπου 90%.....	20
1.1.5.2 Άλευρο τύπου 70%.....	21
1.1.5.3 Άλευρο τύπου Π55%.....	21
1.1.5.4 Άλευρο κατηγορίας «Μ» κίτρινο.....	22
1.1.5.5 Άλευρο πολυτελείας.....	23
1.1.6 Άλευρα άλλων δημητριακών.....	23
1.1.6.1 Σικάλευρο.....	23
1.1.6.2 Καλαμποκάλευρο.....	24
1.1.6.3 Σογιάλευρο.....	25
1.1.7 Φυσικοί μέθοδοι ποιοτικού ελέγχου του αλεύρου.....	26
1.1.8 Ποιοτικός έλεγχος αλεύρου.....	31
<b>1.2 ΔΙΟΓΚΩΤΙΚΑ.....</b>	<b>35</b>
1.2.1 Μαγιά.....	36
1.2.1.1 Είδη μαγιάς.....	37
1.2.1.2 Μηχανική παραγωγή πιεστής μαγιάς.....	39
1.2.1.3 Μηχανική παραγωγή ξηρής μαγιάς.....	40
1.2.2 Φυσικοί διογκωτικοί παράγοντες.....	41
1.2.3 Τεχνητές διογκωτικές ουσίες.....	41
1.2.4 Προζύμι.....	42
<b>1.3 ΑΛΑΤΙ.....</b>	<b>43</b>
<b>1.4 ΝΕΡΟ.....</b>	<b>44</b>
<b>1.5 ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΑΡΤΟΠΟΙΙΑΣ.....</b>	<b>45</b>
1.5.1 Βελτιωτικά.....	45
1.5.1.1 Ξηρή γλουτένη.....	47
1.5.1.2 Αμυλασικά παρασκευάσματα.....	48
1.5.2 Συντηρητικά.....	48
1.5.3 Γαλακτοματοποιητές.....	49
1.5.4 Πρόσθετα αλεύρων.....	50

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

<b>ΨΩΜΙ</b> .....	<b>51</b>
<b>2.1 ΤΥΠΟΙ ΨΩΜΙΟΥ</b> .....	<b>54</b>
<b>2.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΨΩΜΙΟΥ</b> .....	<b>56</b>
2.2.1 Προετοιμασία πρώτων υλών.....	57
2.2.2 Ανάμιξη των συστατικών και σχηματισμός του ζυμαριού.....	57
2.2.3 Ωρίμανση.....	58
2.2.4 Τεμαχισμός- Μηχανικό Πλάσιμο- Ζύγιση-Στρογγυλοποίηση και Σχηματοποίηση του Ζυμαριού.....	59
2.2.5 Ψήσιμο.....	60
2.2.5.1 Κυκλοθερμικοί αρτοκλίβανοι.....	61
2.2.5.2 Σωληνωτοί αρτοκλίβανοι.....	62
2.2.5.3 Ηλεκτρικοί αρτοκλίβανοι.....	63
2.2.5.4 Αερόθερμοι αρτοκλίβανοι.....	64
2.2.6 Ψύξη.....	65
2.2.7 Συσκευασία.....	68
<b>2.3 ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ</b> .....	<b>69</b>
<b>2.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΡΤΟΠΟΙΗΣΗΣ</b> .....	<b>71</b>
2.4.1 Τεχνική μαζικής ωρίμανσης.....	71
2.4.1.1 Τεχνική ταχείας αρτοποίησης.....	72
2.4.1.2 Τεχνική βραδείας αρτοποίησης.....	73
2.4.2 Τεχνική με έντονη μηχανική ανάδευση.....	74
2.4.2.1 Τεχνική αρτοποίησης Chorleywood.....	74
<b>2.5 ΕΛΑΤΤΩΜΑΤΑ ΖΥΜΑΡΙΩΝ</b> .....	<b>74</b>
<b>2.6 ΜΠΑΓΙΑΤΕΜΑ-ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΨΩΜΙΟΥ</b> .....	<b>77</b>
2.6.1 Διατήρηση ψωμιού.....	78
<b>2.7 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΨΩΜΙΟΥ</b> .....	<b>79</b>
2.7.1 Ιξώδης αλλοίωση.....	79
2.7.2 Μυκητίαση.....	80



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟ**

<b>ΨΩΜΙ.....</b>	<b>82</b>
<b>3.1 Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΥ</b>	
<b>ΖΥΜΩΜΑΤΟΣ.....</b>	<b>82</b>
3.1.1 Επίδραση της θερμοκρασίας στο ζύμωμα.....	84
<b>3.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ ΣΤΗΝ ΑΡΤΟΠΟΙΗΤΙΚΗ</b>	
<b>ΖΥΜΩΣΗ.....</b>	<b>86</b>
<b>3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΑΡΤΟΠΟΙΗΣΗ...</b>	<b>90</b>
<b>3.4 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΜΑΓΙΑΣ ΣΤΗΝ</b>	
<b>ΑΡΤΟΠΟΙΗΤΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ.....</b>	<b>93</b>
<b>3.5 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ</b>	
<b>ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΨΩΜΙ.....</b>	<b>96</b>
<b>3.6 Ο ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ</b>	
<b>ΤΟΥ ΑΛΑΤΙΟΥ ΣΤΟ ΖΥΜΑΡΙ.....</b>	<b>97</b>
<b>Σ Υ Μ Π Ε Ρ Α Σ Μ Α Τ Α</b>	

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αναφορές της ιστορίας για το ψωμί ξεκινούν από πανάρχαιες μυθολογικές παραδόσεις λαών και πολιτισμών , αφού η λατρεία του σιταριού κάνει την εμφάνισή του μέσα από τις πρώτες θρησκευτικές τελετές. Ο προϊστορικός άνθρωπος, μετά από τη περίοδο που περιελάμβανε την κατανάλωση αυτούσιων ωμών σπόρων, άρχισε να αλέθει με πέτρες το σιτάρι δημιουργώντας ένα είδος χονδρόκοκκου αλεύρου. Στην συνέχεια ανακάτεψε τους αλεσμένους σπόρους με νερό παρασκευάζοντας ένα είδος χυλού το οποίο έψηναν σε πυρακτωμένες πέτρες.

Τα πιο παλιά δείγματα πρωτόγονου ψωμιού ανήκουν στους Αιγύπτιους 3,500 χρόνων περίπου, αφού θεωρούνταν οι πρώτου αρτοποιοί που είχαν αρχίσει να κατασκευάζουν αλευρόμυλους , ποδοζυμωτήρια , φούρνους. Το ψωμί που έφτιαχναν οι Αιγύπτιοι ήταν εξαιρετικά νόστιμο καθώς περιείχε ποικιλία σύκων χουρμάδων αλλά και μρωδάτου μελιού. Όπως αναφέρεται από τον Ηρόδοτο, στην Αρχαία Αίγυπτο το ψωμί ζυμωνόταν με Τα πόδια κάτι που συνεχιζόταν ως τις αρχές του αιώνα σε πολλές περιοχές της Ελλάδας και της Ευρώπης. Στην Αρχαία Ελλάδα το ψωμί κατείχε μια πολύ σημαντική θέση, αφού κατά την μυθολογία η θεά Δήμητρα το δώρισε στους ανθρώπους. Στη αρχαία Ελλάδα το ψωμί κάλυπτε τα γούστα όλων των ανθρώπων, με μια μεγάλη ποικιλία σε τύπους αλεύρων και σε είδη ψωμιών. Το αρχαίο ελληνικό ψωμί συνοδευόμενο από ωμά ή ψητά λαχανικά ονομαζόταν, «όψος». Ανάμεσα σε πολλές ποιότητες ψωμιού ήταν ο ζυμίτης από αλεύρι νερό και προζύμι, ο άζυμος από αλεύρι και νερό και ο σμιγδαλίτης από λεπτόκοκκο αλεύρι προερχόμενο από καλής ποιότητας σιτάρι.

Η γνώση και η παράδοση της δημιουργίας του ψωμιού πέρασε από τους αρχαίους Έλληνες στους Ρωμαίους κατακτητές οι οποίοι δημιούργησαν το 97-117μ.Χ τα πρώτα αρτοποιία . Από τον 18ο αιώνα το ψωμί παίρνει μια πιο ουσιαστική μορφή, γίνεται πιο αφράτο και πιο γευστικό. Το 19ο ξεκινά και η χρήση των μηχανοκίνητων ζυμωτηρίων.

Οι μεγάλες αλλαγές ξεκινούν την δεκαετία του '30 με την χρησιμοποίηση της μαγιάς και γενικεύεται στην μεταπολεμική περίοδο όπου εμφανίζονται οι γρήγορες μέθοδοι αρτοποιίας , ενώ παράλληλα αρχίζει η παραγωγή του λευκού ψωμιού. Κατά την περίοδο της δικτατορίας , τα περισσότερα αρτοποιεία φτιάχνουν ένα τύπο «χωριάτικου» που λεγόταν σύμμεικτο, μια μίξη κίτρινου και άσπρου αλευριού και μαγιάς. Η τάση να χρησιμοποιούν οι αρτοποιοί προσμίξεις κίτρινου αλευριού με άσπρο 70άρι οφειλόταν στο γεγονός ότι τότε το κίτρινο αλεύρι ήταν πιο ακριβό και η αρτοποιία του πιο δύσκολη.

Μια εντελώς διαφορετική εικόνα έχει δημιουργηθεί γύρω από το χωριάτικο ψωμί την τελευταία 20ετία. Η μορφή και ο εξοπλισμός των αρτοποιείων αλλάζει καθοριστικά, οι αλευροβιομηχανίες και οι μεγάλες εταιρίες πρώτων υλών και μηχανημάτων προσφέρουν πληθώρα προϊόντων ,που επιτρέπουν την δημιουργία πολλών τύπων ψωμιού. Το κίτρινο αλεύρι τύπου «Μ» δεν είναι πια ακριβό, ενώ υπάρχει μια τάση επιστροφής στο ψωμί με προζύμι. Σύμφωνα με έρευνα της Ομοσπονδίας Αρτοποιών Ελλάδος και της FEDIMA ΕΛΛΑΣ τα χωριάτικα ψωμιά είναι σταθερά στην κορυφή, αναφορικά με τις προτιμήσεις των καταναλωτών. Σε σύγκριση με το παρελθόν, και σύμφωνα με τα στοιχεία της έρευνας, οι καταναλωτές αγοράζουν χωριάτικο ψωμί κατά 13% περισσότερο από ότι πιο παλιά. Τα τελευταία χρόνια, προκειμένου πολλά αρτοποιεία να προσελκύσουν το καταναλωτικό κοινό έχουν δημιουργήσει μια πληθώρα από διαφορετικούς τύπους ψωμιού. Έτσι μπορούμε να συναντήσουμε ψωμιά με τοπικές ονομασίες όπως π.χ ψωμί Θήβας, ψωμί της Αράχωβας, ψωμιά με διάφορα υλικά μέσα όπως π.χ ψωμί με κρεμμύδια. Ψωμί με ελιές, ψωμιά με διάφορα μπαχαρικά και μυρωδικά, ψωμιά με ξηρούς καρπούς, ψωμιά που μπορούν να ικανοποιήσουν το γούστο του κάθε καταναλωτή ξεχωριστά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### **ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΑΡΤΟΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ**

#### **1.1 ΑΛΕΥΡΙ**

Αλεύρι είναι το προϊόν που παίρνουμε από την άλεση των δημητριακών καρπών και κυρίως του σιταριού για την παρασκευή του ψωμιού. Το αλεύρι αποτελεί το κύριο και απαραίτητο συστατικό διαφόρων γλυκών και απλών αρτοσκευασμάτων. Το αλεύρι του σιταριού προσδίδει μοναδικά χαρακτηριστικά στη δομή και στην εμφάνιση των προϊόντων που χρησιμοποιείται. Αυτό οφείλεται στην ιδιότητα που έχει όταν αναμιχθεί με το νερό να δίνει κάτω από κατάλληλες συνθήκες, συνεκτική και ελαστική μάζα, το ζυμάρι. Τα άλευρα των άλλων δημητριακών όπως σίκαλης, βρώμης, κριθαριού δίνουν ζυμάρια λιγότερο εκτατά και ελαστικά με αποτέλεσμα να μην μπορούν να συγκρατήσουν τα διογκωτικά αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα και να δίνουν τελικά ψημένα προϊόντα συνεκτικά και σφιχτά. Έτσι χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση σε συγκεκριμένα προϊόντα αφού τους προσδίδουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.

Πολύ σημαντικό ρόλο στην καταλληλότητα του αλεύρου για την παραγωγή κάποιων προϊόντων παίζει η ποιότητα και οι συνθήκες άλεσης του σιταριού. Η ποιότητα ενός σιταριού (από πλευράς ποιότητας αλεύρου) αποτελεί βασικό ποικιλιακό χαρακτηριστικό που επηρεάζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες, τις εδαφικές συνθήκες ανάπτυξης και από τις καλλιεργητικές φροντίδες.

### **1.1.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά σιταριού**

Τα σιτηρά από βοτανικής άποψης είναι ώριμοι αποξηραμένοι καρποί ορισμένων καλλιεργούμενων φυτών, μελών της μονοκοτυλήδονης οικογένειας των Αγροστωδών. Τα κυριότερα σιτηρά είναι το σιτάρι, καλαμπόκι, το κριθάρι, το ρύζι, η σίκαλη, η βρώμη, το σόργο και το κεχρί.

Ο καρπός των διαφόρων σιτηρών αποτελείτε (αν εξαιρέσουμε τα λέπυρα, που περιβάλλουν τους κόκκους της βρώμης του κριθαριού και του ρυζιού) από τρία μέρη:

A) Το πίτυρο που αποτελείται από αρκετές επί μέρους στιβάδες και περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό της κυτταρίνης και της τέφρας του κόκκου.

B) το ενδοσπέρμιο που περιέχει το πλείστον του αμύλου.

Γ) Το φύτρο που είναι πλούσιο σε λάδι, πρωτεΐνες, ανόργανα άλατα και βιταμίνες.

Στο Πίνακα 1.1 δίνεται η εκατοστιαία κατανομή του συνόλου των κυριότερων χημικών συστατικών του σιταριού στα κυριότερα μορφολογικά μέρη του κόκκου.

Παρατηρούμε ότι τα συστατικά που βρίσκονται στον κόκκο του σιταριού είναι κυρίως το άμυλο, οι πρωτεΐνες, η κυτταρίνη, τα σάκχαρα, τα λιπαρά ανόργανα άλατα και το νερό. Η κατανομή των διάφορων συστατικών στον κόκκο δεν είναι ομοιόμορφη. Το άμυλο είναι συγκεντρωμένο στο ενδοσπέρμιο, οι κυτταρίνες βρίσκονται στο πίτυρο ενώ οι πρωτεΐνες βρίσκονται σε όλα τα μέρη του κόκκου (Μασούρας, 2000).

### **1.1.2 Κατηγορίες Σιταριού**

Το σιτάρι διακρίνεται σε δυο κατηγορίες ανάλογα με την υφή του ενδοσπερμίου όπου και επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο σπάει ο κόκκος κατά την άλεση και ανάλογα με την περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνες που επηρεάζει τις ιδιότητες του αλεύρου και την καταλληλότητά του για την παρασκευή προϊόντων.

Όσο αναφορά την υφή του ενδοσπερμίου μπορεί να είναι είτε υαλώδης με κόκκους ημιδιαφανής είτε αλευρώδης με κόκκους αδιαφανής. Η αλευρώδης υφή ευνοείται από υψηλές βροχοπτώσεις, ελαφρά αμμώδη εδάφη, πυκνή σπορά ενώ η υαλώδη υφή ευνοείται από την αζωτούχο λίπανση και είναι ανάλογη με την περιεκτικότητά του καρπού σε πρωτεΐνη. Η υφή του ενδοσπερμίου επηρεάζεται και από το στάδιο ωρίμανσης. Οι ανώριμοι κόκκοι, ανεξάρτητα από τον τύπο του σιταριού, είναι υαλώδης μορφής ενώ ποικιλίες που αναπτύσσονται αργά και έχουν μεγάλη περίοδο ωρίμανσης έχουν κόκκους με αλευρώδη μορφή.



Ο τρόπος με τον οποίο συμπεριφέρεται το ενδοσπέρμιο κατά την διάρκεια της άλεσης μας δίνει το χαρακτηριστικό σκληρό ή μαλακό σιτάρι.

Στα μαλακά σιτάρια το ενδοσπέρμιο σπάζει σε τυχαίες θέσεις. Το φαινόμενο αυτό μας δείχνει ότι στο ενδοσπέρμιο του η μηχανική αντοχή είναι μικρή και ομοιόμορφη σε όλα του τα σημεία. Έτσι, τα μαλακά σιτάρια δίνουν λεπτόκοκκα άλευρα, αποτελούμενα από κόκκους ανομοιόμορφου σχήματος. Το πύρου στα μαλακά σιτάρια αποκολλάται δύσκολα και μερικές φορές αφαιρεί μέρος του ενδοσπερμίου.

Σε αντίθεση, στα σκληρά σιτάρια το σπάσιμο του ενδοσπερμίου γίνεται κατά μήκος των γραμμών, που ορίζουν τα κύτταρα, όπου η μηχανική αντοχή στο ενδοσπέρμιο των σκληρών σιταριών σε κάποιες περιοχές να είναι μεγαλύτερη από κάποιες άλλες περιοχές. Τα σκληρά σιτάρια δίνουν χονδρόκοκκα άλευρα με κόκκους κανονικού σχήματος ενώ η αποκόλληση του πύρου από το ενδοσπέρμιο γίνεται εύκολα παραμένοντας το ενδοσπέρμιο ακέραιο.

Με βάση την σκληρότητα οι ποικιλίες του σιταριού χωρίζονται: σε πολύ σκληρό σιτάρι, σκληρό σιτάρι, μέσης σκληρότητας σιτάρι και μαλακό σιτάρι. Όσο αναφορά την περιεκτικότητά του σιταριού σε πρωτεΐνες και τη αρτοποιητική του ικανότητα τα άλευρα χωρίζονται σε δυνατά άλευρα, μεσαία άλευρα και αδύνατα άλευρα. Γενικά, η δύναμη του σιταριού είναι ένα χαρακτηριστικό που σχετίζεται με την συμπεριφορά του σιταριού κατά την άλεση και γενικότερα καθορίζει την ικανότητα ενός αλεύρου να παρασκευάζει μια ανθεκτική ζύμη και ένα αρτοσκεύασμα χαμηλής πυκνότητας με ομοιόμορφη δομή. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά «σκληρότητα και δύναμη» κληρονομούνται χωριστά και ανεξάρτητα. Επομένως, μπορεί ένα μαλακό σιτάρι να έχει άριστη αρτοποιητική ικανότητα, να είναι δηλαδή δυνατό αλεύρι. Ένα αλεύρι που προέρχεται από δυνατό σιτάρι, θα δώσει ψωμί μεγάλου όγκου, με καλή υφή κόρας, ψίχας και καλή διατηρησιμότητα. Αλεύρι από αδύνατο σιτάρι θα δώσει ψωμί κακής ποιότητας που μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή προϊόντων όπως μπισκότα και κέικ. Συνήθως τα δυνατά άλευρα χρησιμοποιούνται για απλά αρτοσκευάσματα που διογκώνονται με μαγιά όπως τα βουτήματα, τα μπισκότα, τα μεσαία άλευρα, που είναι συνήθως μίγμα δυνατών και αδύνατων αλεύρων, χρησιμοποιούνται για αρτοσκευάσματα που διογκώνονται με μαγιά ή με χημικές διογκωτικές ουσίες και τέλος τα αδύνατα άλευρα που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή κέικ, σπογγωδών αρτοσκευασμάτων τύπου παντεσπάνι, μαλακών μπισκότων, διαφόρων ταρτών και βουτημάτων.(Γρεβενιώτη, 1982). Στον Πίνακα 1.1 δίνεται η μέση σύνθεση ορισμένων κατηγοριών αλεύρων

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1. Μέση σύνθεση ορισμένων κατηγοριών αλεύρου Μασούρας, 2000)**

ΣΥΣΤΑΣΗ	ΔΥΝΑΤΟ ΑΛΕΥΡΙ	ΜΕΤΡΙΟ ΑΛΕΥΡΙ	ΑΔΥΝΑΤΟ ΑΛΕΥΡΙ	ΑΛΕΥΡΙ ΓΙΑ ΚΕΪΚ	ΠΡΩΤΕΪΝΟΥΧΟ ΑΛΕΥΡΙ
Άμυλο	68,0	71,0	71,2	75,7	64,7
Σάκχαρα	1,9	1,9	2,3	2,3	2,3
Πρωτεΐνες	15,0	12,0	9,2	7,5	19,0
Λίπος	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5
Ανόργανα Συστατικά	0,6	0,5	1,0	1,0	1,0
Υγρασία	13,5	13,6	14,8	12,0	11,5

Το εγχώριο σιτάρι με βάση το τεχνολογικό του χαρακτηριστικό διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:

- 1) Σκληρό σιτάρι, που ανήκει το *Triticum Durum* όπου και παίρνουμε και τι σιμιγδάλι
- 2) Μαλακό σιτάρι όπου ανήκει το είδος *Triticum Vulgari*, από τις ποικιλίες του οποίου παίρνουμε άλευρα μπισκοτοποιίας και ζαχαροπλαστικής. Υπάρχουν και άλλες δυο κατηγορίες όπως το σκληρό τυποποιημένο σιτάρι που ανήκει στις ποικιλίες Μεθώνη, Λήμνος και Carpetti και το μαλακό τυποποιημένο σιτάρι που ανήκει στις ποικιλίες Coneroso όπου και τα δύο είδη ανταποκρίνονται σε ειδικές προδιαγραφές όπως στο χρώμα, την υγιεινή κατάσταση του σιταριού, την περιεκτικότητά του σε υγρασία, την θερμοκρασία του και στην ύπαρξη ξένων υλών, κόκκων, όπου παράγονται και ελέγχονται από το Υπουργείο Γεωργίας Γρεβενιώτη 1982).

### **1.1.3 Άλεση μαλακού σιταριού**

Η ποιότητα του σιταριού επηρεάζει άμεσα τη ποιότητα του αλεύρου. Επομένως το σιτάρι πρέπει να έχει ορισμένα χαρακτηριστικά προκειμένου να θεωρηθεί κατάλληλο για άλεση. Τα ποιοτικά αυτά χαρακτηριστικά είναι:

- 1) Οι κόκκοι να έχουν καλή εμφάνιση, να έχουν φυσιολογικό χρώμα, να είναι απαλλαγμένο από βακτηριακές ή μυκητολογικές προσβολές, να μην είναι φυτρωμένοι και να είναι απαλλαγμένοι από οσμή μούχλας.
- 2) Οι κόκκοι να είναι ελεύθεροι, χωρίς σπασίματα ή τρύπες που έχουν προκληθεί από έντομα και να μην έχουν υποστεί υπερβολική θέρμανση
- 3) Να μην περιέχει μεγάλες ποσότητες ξένων υλών, όπως χώμα. Άχυρο. Ξένους κόκκους
- 4) Να είναι κατάλληλο για αποθήκευση με υγρασία όχι πάνω από 16%.

Εφόσον ελεγχθούν τα παραπάνω χαρακτηριστικά το σιτάρι είναι έτοιμο για άλεση.

Σκοπός της όλης διεργασίας είναι ο καλύτερος διαχωρισμός του ενδοσπερμίου από το πίτυρο και το φύτρο και η λειοτριβήση του ενδοσπερμίου προς αλεύρι τέτοιας λεπτότητας ώστε να περνά από κόσκινο με τετράγωνα τρύπες μήκους πλευράς -1.40μ. Το φύτρο και το πίτυρο μαζί με το ελάχιστο σε αυτά προσκολλημένο ενδοσπέρμιο ( αλεύρι), αποτελούν τα υποπροϊόντα της άλεσης του σιταριού και χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή.

Η άλεση του μαλακού σιταριού γινόταν στα παλιά τα χρόνια με μυλόπετρες ενώ σήμερα χρησιμοποιούνται σύγχρονοι κυλινδρόμυλοι όπου η άλεση χωρίζεται σε έξι κύριες φάσεις:

#### **1. Παραλαβή και εναποθήκευση σιταριού**

#### **2. Καθαρισμός καρπού**

#### **3. Κοντισιονάρισμα**

#### **4. Άλεση δηλαδή διαχωρισμός του σιταριού σε αλεύρι και υποπροϊόντα**

#### **5. Κατεργασία του αλεύρου με διάφορα πρόσθετα**

#### **6. Συσκευασία και εναποθήκευση προϊόντων**

Το κοντισιονάρισμα αποτελεί την θεμελιώδη φάση της άλεσης του μαλακού σιταριού και έχει σαν βασικό σκοπό το μαλάκωμα του πίτυρου με διαβροχή για να αποκτήσει ελαστικότητα και μεγαλύτερη ανθεκτικότητα ώστε να μη θρυμματίζεται κατά την άλεση. Το ενδοσπέρμιο γίνεται πιο μαλακό, αποχωρίζεται ευκολότερα από το πίτυρο και λειοτριβείται ευκολότερα προς το αλεύρι με συνέπεια την μικρότερη κατανάλωση ενέργειας. Η άριστη υγρασία του σιταριού για την άλεση ποικίλει ανάλογα με τον τύπο

του σιταριού. Γενικά, για τα ημίσκληρα σιτάρια απαιτείται υψηλότερη υγρασία (16-17,5%) από ότι για τα μαλακά σιτάρια (15-16%). Γενικότερα ρυθμίζουμε την υγρασία γύρω στο 15.5% ώστε η υγρασία των αλεύρων που θα πάρουμε να μην υπερβαίνει τα όρια που καθορίζει ο Κώδικας Τροφίμων, όπου προβλέπει για τον τύπο αλεύρου 70% υγρασία 13,5% για το καλοκαίρι και 14% για το χειμώνα. Στην περίπτωση που αποβλέπουμε στην παραγωγή υψηλών τύπων αλεύρου (90%) η άριστη υγρασία του σιταριού είναι 1-1,5% χαμηλότερη από ότι η υγρασία σε τύπο σιταριού 70% (Αγγελούσης, 2004).

Το κοντισιονάρισμα διακρίνεται σε ψυχρό και θερμό. Στο ψυχρό κοντισιονάρισμα ο απαιτούμενος χρόνος διαβροχής είναι 48 ώρες σε θερμοκρασία 20-25ο C . όπου αφήνουμε το πλυμένο και διαβρεγμένο σιτάρι μέσα σε κυψέλες μέχρι να απορροφηθεί και να διαχυθεί η υγρασία μέσα στους κόκκους. Με μία μόνο διαβροχή μπορεί να απορροφήσει περίπου 3% νερό. Όταν απαιτείται μεγαλύτερη αύξηση της υγρασίας του σιταριού από το 3% τότε πρέπει να γίνει και δεύτερη διαβροχή, αφήνοντας το σιτάρι σε ανάπαυση προκειμένου να απορροφήσει το προστιθέμενο νερό. Ο χρόνος διαβροχής μπορεί να συντομευθεί αν αυξήσουμε την θερμοκρασία στους 45οC. Το θερμό κοντισιονάρισμα γίνεται μόνο σε αδύνατα μαλακά σιτάρια. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται εκτός από την βελτίωση της φυσικής κατάστασης του καρπού για την άλεσή του συγχρόνως επιτυγχάνεται και βελτίωση των ρεολογικών ιδιοτήτων του ζυμαριού δηλαδή αύξηση της αντοχής της γλουτένης που έχει σαν τελικό αποτέλεσμα την βελτίωση της αρτοποιητικής ικανότητας του μαλακού σιταριού. Το θερμό κοντισιονάρισμα γίνεται σε ειδική εγκατάσταση (πύργο) συνεχούς λειτουργίας του κυλινδρόμυλου που λέγεται κοντισιονέρ. Στο σιτάρι μετά το πλύσιμο προστίθεται και άλλη ποσότητα νερού και οδηγείται μέσω ενός ατέρμονα κοχλία, στον οποίο διοχετεύεται ατμός, στην κορυφή του κοντισιονερ .Φθάνοντας στο σημείο αυτό το σιτάρι πρέπει να έχει υγρασία γύρω στο 17-18%, το οποίο σιτάρι θερμαίνεται στο πάνω μέρος του κοντισιονερ ερχόμενο σε επαφή με τα θερμοσώματα. Η θερμοκρασία στο θερμό κοντισιονάρισμα κυμαίνεται από 46-82οC, ενώ ο χρόνος παραμονής μέσα στο κουτί κυμαίνεται από μία έως δύο ώρες. Οι συνθήκες θερμοκρασία και χρόνος ρυθμίζονται ανάλογα με την αρτοποιητική ικανότητα του σιταριού που κοντισιονάρουμε. Σε υψηλές θερμοκρασίες πρέπει να είμαστε προσεκτικοί με το χρόνο διότι διάφορες φυσικοχημικές αλλαγές θα επέλθουν στην πρωτεΐνη του σιταριού όπου μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα να μην μπορεί να δώσει την γλουτένη. Η όλη άλεση θεωρείται επιτυχής όσο λιγότερο πίτυρο και φύτρο βρίσκεται αναμιγμένα στο τελικό αλεύρι. Το προϊόν του αλέσματος ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων του αλεύρου χωρίζεται:



α) σιμιγδάλι που είναι το περισσότερο χονδροκομμένο προϊόν , δηλαδή θρύμματα καθαρού ενδοσπερμίου.

β) μεσούρα όπου είναι το προϊόν άλεσης μικρότερου διατρήματος τεμαχίδια

γ) αλεύρι όπου είναι η ποσότητα του προϊόντος που παίρνουμε από το τελικόν προϊόν (Αγγελούσης, 2004).

#### **1.1.4 Σύσταση αλεύρου**

Η χημική σύσταση του αλεύρου καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τις τεχνολογικές ιδιότητες και την θρεπτική του αξία. Η αναλογία των συστατικών εξαρτάται από την χημική σύσταση του καρπού, το βαθμό άλεσης και την διαδικασία άλεσης. Τα κύρια συστατικά του αλεύρου είναι τα εξής:

##### **1.1.4.1 Πρωτεΐνες**

Οι πρωτεΐνες του αλεύρου αποτελούν το πιο σημαντικό λειτουργικό συστατικό που σχετίζεται με το σχηματισμό του ζυμαριού και την διόγκωσή του κατά την ζύμωση. Το ποσοστό των πρωτεϊνών των αλεύρων κυμαίνεται από 8-16% και εξαρτάται από τον τύπο του αλεύρου. Οι πρωτεΐνες χωρίζονται σε αδιάλυτες και διαλυτές πρωτεΐνες. Οι διαλυτές πρωτεΐνες είναι η αλβουμίνες και οι γλοβουλίνες . Οι αλβουμίνες βρίσκονται κυρίως στο πίτυρο και στο έμβρυο, αποτελούνται από 11 πρωτεΐνες, η περιεκτικότητα των οποίων κυμαίνεται από 6-12% της συνολικής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες. Έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε θρυπτοφάνη και επιδρούν θετικά στην αρτοποιητική ικανότητα του αλεύρου. Οι γλοβουλίνες αντιπροσωπεύουν το 5-12% των πρωτεϊνών του αλεύρου, χαρακτηρίζονται από χαμηλή περιεκτικότητα σε θρυπτοφάνη και υψηλή σε αργινίνη ενώ δεν συνεισφέρουν στην αρτοποιητική ικανότητα του αλεύρου (Γρεβενιώτη 1982).

Το αδιάλυτο κλάσμα των πρωτεϊνών αποτελείται από τις γλουτενίνες και τις γλοιαδίνες, οι οποίες είναι ιδιαίτερα σημαντικές και αυτό γιατί είναι οι πρωτεΐνες εκείνες οι οποίες κατά την Παρασκευή του ζυμαριού, με την προσθήκη νερού στο αλεύρι σχηματίζουν την γλουτένη. Ο ρόλος της γλουτένης είναι ιδιαίτερα σημαντικός στην αρτοποίηση γιατί πρόκειται για τον παράγοντα που καθορίζει τη δομή και την ελαστικότητα της ζύμης αλλά και την συγκράτηση των αερίων , χάρη στην οποία φουσκώνει το ψωμί. Επομένως η επαφή της πρωτεΐνης με νερό δημιουργεί το πλέγμα της γλουτένης το οποίο συγκρατεί και την πλαστική και ελαστική μάζα της ζύμης. Η γλουτένη επίσης έχει την ικανότητα να απορροφά νερό διπλάσιο του βάρους της και να



διογκώνεται δημιουργώντας σκελεπικό πλέγμα στα ζυμάρια συνδέοντας τα συστατικά του ζυμαριού μεταξύ τους και εγκλείοντας μεγάλο μέρος των παραγόμενων αερίων. Η υψηλή περιεκτικότητα της γλουτένης σε γλουταμίνη, τη καθιστά αδιάλυτη στο νερό αλλά αρκετά υδρόφιλη ώστε να απορροφά νερό κατά το σχηματισμό του ζυμαριού. Η τάση της γλουταμίνης να δημιουργεί γέφυρες υδρογόνου συντελεί στην ελαστικότητα της γλουτένης. Η παρουσία της κυστεΐνης (θειούχο αμινοξύ) στις πλευρικές αλυσίδες της γλουτένης συντελεί στην δημιουργία δισουλφιδικών δεσμών μεταξύ των μορίων και εντός των μορίων της γλουτένης αυξάνοντας την ελαστικότητα και την συνεκτικότητα της γλουτένης.

Οι πρωτεΐνες του σιταριού δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένες στο σιτάρι. Το πίτυρο και το φύτρο έχουν μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεϊνών από ότι έχει το ενδοσπέρμιο. Στο ενδοσπέρμιο η περιφέρεια περιέχει περισσότερη πρωτεΐνη από ότι το κέντρο. Η περιεκτικότητα του σιταριού σε πρωτεΐνη εξαρτάται από την ποικιλία, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, τις καλλιεργητικές φροντίδες και το στάδιο ωρίμανσης του καρπού (Γρεβενιώτη 1982).

#### 1.1.4.2 Υδατάνθρακες

Το άλευρο του σιταριού περιέχει κατά κύριο λόγο υδατάνθρακες (σάκχαρα). Τα κυριότερα σάκχαρα είναι:

A) Το κυριότερο σάκχαρο του αλεύρου είναι το άμυλο με ποσοστό περίπου 70%-87%. Αποτελείται από αμυλόκοκκους χαρακτηριστικής μορφής με διάμετρο που κυμαίνεται μεταξύ 0,002 mm έως 0,05 mm. Τα κύρια συστατικά του αμύλου είναι η αμυλόζη και η αμυλοπηκτίνη. Το μόριο της αμυλόζης είναι μια ευθύγραμμη αλυσίδα αποτελούμενη από άτομα γλυκόζης συνδεδεμένα μεταξύ τους με  $\alpha,1-4$  γλυκοσιδικούς δεσμούς. Η αμυλόζη βρίσκεται στο εσωτερικό τμήμα των αμυλόκοκκων αποτελούμενη από στενόμακρους κόκκους και με παρουσία ιωδίου χρωματίζεται μπλε. Το μόριο της αμυλοπηκτίνης που αποτελείται από μικροσφαιρικούς κόκκους είναι μια διακλαδιζόμενη αλυσίδα αποτελούμενη από μόρια γλυκόζης συνδεδεμένα μεταξύ τους με  $\alpha,1-4$  γλυκοσιδικούς δεσμούς στο ευθύγραμμο τμήμα της αλυσίδας και με  $\alpha,1-6$  γλυκοσιδικούς δεσμούς στα σημεία όπου γίνεται η διακλάδωση (Γρεβενιώτη 1982).

B) Η κυτταρίνη είναι το κύριο συστατικό του φύτρου στο κόκκο του σιταριού, η οποία όμως απομακρύνεται κατά την άλεση. Η κυτταρίνη βρίσκεται με δυο φυσικές μορφές στο σιτάρι, πρώτον δυνατή, ξυλώδης κυτταρίνη, η οποία αποτελεί το κύριο σώμα του πιτύρου

και το εξωτερικό περίβλημα του κόκκου και δεύτερον η λιγότερη ανθεκτική κυτταρίνη, η οποία σχηματίζεται στα τοιχώματα των παρεγχυματικών κυττάρων του ενδοσπερμίου.

Η κυτταρίνη είναι μια πολυμερής ένωση της γλυκόζης όπως το άμυλο με την διαφορά ότι οι δεσμοί που συνδέουν τα μόρια είναι β-γλυκοσιδικοί δεσμοί. Η κυτταρίνη και η ημικυτταρίνη μαζί αποτελούν τις ονομαζόμενες ακατέργαστες ίνες. Η περιεκτικότητα του κόκκου σε ίνες είναι περίπου 2%. Του ενδοσπερμίου 0,1% ενώ του πτύρου 12-14%. Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε ίνες χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του τύπου του αλεύρου (δηλαδή τα μέρη βάρους του αλεύρου που παράγονται από την άλεση 100μ.β καθαρισμένου και πλυμένου σιταριού), όπου όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε ίνες τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός τραβήγματος (Γρεβενιώτη 1982).

Γ) Οι πεντοζάνες είναι πολυσακχαρίτες που περιέχουν πεντόζες, αραβινόλη, ξυλόζη και γλυκοπρωτεΐνες. Υπάρχουν στις ημικυτταρίνες και αποτελούν το 2-3% του λευκού αλεύρου. Υπάρχουν δυο είδη πεντοζανών, οι αδιάλυτες στο νερό και οι διαλυτές στο νερό. Οι διαλυτές στο νερό είναι μικρού μοριακού βάρους και παίζουν σημαντικό ρόλο στις ρεολογικές ιδιότητες της αρτομάζας (Γρεβενιώτη 1982).

Δ) Δεξτρίνες και απλά σάκχαρα. Το αλεύρι περιέχει μικρές ποσότητες δεξτρόζης, μαλτόζης, σακχαρόζης, φρουκτόζης. Επίσης περιέχει δεξτρίνες ( προϊόντα διάσπασης των αλεύρων) και μία ομάδα ενώσεων που ονομάζεται αμυλοΐνη όπου είναι σύμπλοκα δεξτρινών με διάφορες ποσότητες μαλτόζης. Τα σάκχαρα όπως γλυκόζη, σακχαρόζη ονομάζονται απευθείας ζυμώσιμα σάκχαρα ενώ η μαλτόζη, μελιβιόζη διασπώνται η πρώτη από το ένζυμο μαλτάση σε δυο μόρια γλυκόζης και η δεύτερη από το ένζυμο μελιβιάση σε γαλακτόζη και γλυκόζη ακολουθώντας η ζύμωση. Στον Πίνακα 1.2 δίνεται η εκατοστιαία κατανομή του συνόλου των κυριότερων χημικών συστατικών του σιταριού στα κυριότερα μορφολογικά μέρη του κόκκου.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2** Εκατοστιαία κατανομή του συνόλου των χημικών συστατικών του σιταριού στα κυριότερα μορφολογικά μέρη του κόκκου (Μασούρας 2000)

Μέρος Κόκκου	Βάρος (%) /100γρ. Κόκκου	Άμυλο	Πρωτεΐνη	Κυτταρίνη	Λάδι	Ανόργανα συστατικά(Τέφρα)
Πίτυρο	15	0	20	93	30	67
Ενδοσπέρμιο	82	100	72	5	50	23
Φύτρο & Ασπίδιο	3	0	8	3	20	10

Παρατηρούμε στο παραπάνω πίνακα ότι τα συστατικά που βρίσκονται στο κόκκο του σιταριού είναι κυρίως το άμυλο, οι πρωτεΐνες, η κυτταρίνη, τα σάκχαρα, τα λιπαρά συστατικά και το νερό. Η κατανομή των συστατικών στο κόκκο δεν είναι ομοιόμορφη. Το άμυλο είναι συγκεντρωμένο στο ενδοσπέρμιο, οι κυτταρίνες βρίσκονται στο πίτυρο ενώ οι πρωτεΐνες βρίσκονται σε όλα τα μέρη του κόκκου (Γρεβενιώτη 1982).

#### 1.1.4.3 Λιπίδια

Τα λιπίδια των δημητριακών καρπών αποτελούνται από γλυκερίδια , που είναι εστέρες της γλυκερίνης με λιπαρά οξέα. Η περιεκτικότητα των κόκκων του σιταριού και των μερών του (φύτρο –ενδοσπέρμιο) σε λιπαρά οξέα φαίνεται στον Πίνακα 1.3.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3 Περιεκτικότητα του σιταριού και των μερών του σε λιπαρά οξέα (Γρεβενιώτη 1982)**

<b>ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΣΕ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ</b>			
	<b>Κόκκος</b>	<b>Φύτρο</b>	<b>Ενδοσπέρμιο</b>
<b>Λιπαρά οξέα</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
<b>Κορεσμένα</b>			
<b>C14:0 Μυριστικό</b>	0,7		
<b>C16:0 Πατμικό</b>	24,5	18,5	10,0
<b>C18:0 Στεαρικό</b>	1,0	0,4	1,2
<b>Ακόρεστα</b>			
<b>C16:1 Παλμιτολεϊκό</b>	0,8	0,7	1,0
<b>C18:1 Ολεϊκό</b>	11,5	17,3	19,4
<b>C18:2 Λινολεϊκό</b>	56,3	57,0	56,2
<b>C18:3 Λινολενικό</b>	3,7	5,2	3,1
<b>Άλλα λιπαρά οξέα &amp; ασαπωνοποίητο κλάσμα</b>	1,9	0,8	1,1

Επίσης περιέχουν φωσφολιπίδια όπως λεκιθίνη και ασαπωνοποίητο κλάσμα με κύριο συστατικό τις στερόλες , την φυτοστερόλη, την εργοστερόλη. Το φύτρο του σιταριού είναι πλούσιο σε λίπη και ενώ αντιπροσωπεύει κατά βάρος το 2,5% του κόκκου, περιέχει το 12% των λιπαρών συστατικών. Η κατανομή των διάφορων τύπων λιπών είναι διαφορετική στα διάφορα σημεία του κόκκου. Στο σιτάρι π.χ. τα τριγλυκερίδια αποτελούν το 56% των λιπαρών συστατικών του φύτρου και των πιτύρων ενώ μόνο το 29% των λιπαρών συστατικών του ενδοσπερμίου (Μασούρας, 2000).

#### **1.1.4.4 Βιταμίνες**

Όπως σε όλα τα δημητριακά έτσι και στο σιτάρι περιέχονται σημαντικής ποσότητας βιταμινών, Οι κυριότερες είναι βιταμίνες του σύμπλοκου Β , περιέχει επίσης και κίτρινες χρωστικές αλλά δεν περιέχει βιταμίνες C , ενώ απουσιάζει και η βιταμίνη D. Το μεγαλύτερο μέρος των βιταμινών περιέχονται στο φύτρο και στα εξωτερικά στρώματα του καρπού. Επομένως όσο αυξάνεται ο βαθμός άλεσης του σιταριού αυξάνεται και η περιεκτικότητά του σε βιταμίνες και αντίστροφα (Μασούρας, 2000).



#### 1.1.4.5 Ένζυμα

Τα σημαντικότερα ένζυμα που συναντάμε στα άλευρα είναι τα εξής:

- α) Αμυλολυτικά (αμυλάση α,β)
- β) Πρωτεολυτικά
- γ) Οξειδάσες
- δ) Λιπολυτικά
- ε) Πρωτεϊνάσες

Τα περισσότερα ένζυμα βρίσκονται στο διαλυτό κλάσμα των πρωτεϊνών και ενώ η ποσότητά τους κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα παίζουν σημαντικό ρόλο στις ιδιότητες των αλεύρων και των προϊόντων τους.

Η δράση των αμυλασών γίνεται με την παρασκευή της αρτομάζας και ο χρόνος δράσης τους είναι περιορισμένος. Επίσης η αμυλάση δρα μόνο σε σπασμένους αμυλόκοκκους. Μεγάλο ποσοστό σπασμένων αμυλόκοκκων έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγής μαλτόζης επομένως την μεγάλη παραγωγή αερίου (CO<sub>2</sub>) κατά την ζύμωση και ωρίμανση της αρτομάζας.

Η αυξημένη δράση της α-αμυλάσης είναι ανεπιθύμητη γιατί έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλου ποσού απλών δεξτρινών, οι οποίες δημιουργούν κολλώδη και γλοιώδη ψίχα στο ψωμί. Η δράση της α-αμυλάσης είναι αυξημένη από την προσβολή των εντόμων στο σιτάρι γι αυτό αλεύρι από παραγόμενο από βλαστημένο σιτάρι δίνει ψωμί κακής ποιότητας.

Τα ένζυμα που αποικοδομούν τις πρωτεΐνες και τα προϊόντα αποικοδομήσεως ονομάζονται πρωτεάσες. Τα αλεύρια που προέρχονται από υγιή σιτάρια περιέχουν μικρό ποσοστό πρωτεασών. Οι πρωτεάσες οι οποίες απελευθερώνουν σημαντικές ποσότητες της α-β αμυλάσης, που βρίσκονται ενωμένες με τις πρωτεΐνες, παίζουν ρόλο στην ωρίμανση του ζυμαριού.

Επίσης το αλεύρι περιέχει λιπάσες, λιποξειδάσες και φυτάσες. Οι λιπάσες καταλύουν την υδρόλυση των γλυκεριδίων του αλεύρου προς γλυκερίνη και λιπαρά οξέα ενώ οι λιποξειδάσες καταλύουν την υδρόλυση των γλυκεριδίων και των καροτινοειδών σε αποχρωματισμό του αλεύρου. Η φυτάση υδρολύει το φυτικό οξύ (εξασφορικός εστέρας της ινοσιτόλης) και τα άλατά του προς ινοσιτόλη και φωσφορικό οξύ κατά την διάρκεια της ζύμωσης και των πρώτων σταδίων του ψησίματος. Αυτό έχει διαιτητική σημασία γιατί διαφορετικά το φυτικό οξύ σχηματίζει σύμπλοκα άλατα με το ασβέστιο και το σίδηρο κάνοντας τα στοιχεία μη αφομοιώσιμα (Γρεβενιώτη 1982).



#### 1.1.4.6 Υγρασία

Η περιεκτικότητα του σιταριού σε υγρασία και η κατανομή της στο κόκκο είναι ιδιαίτερα σημαντική. Υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία αυξάνει τις πιθανότητες προσβολής του σιταριού από μύκητες ή βακτήρια και ευνοεί το «άναμμα» του σιταριού λόγω αύξησης της ενζυματικής δραστηριότητας. Υγρό σιτάρι είναι δύσκολο στο χειρισμό αλλά και ένα ξηρό σιτάρι είναι πολύ εύθραυστο. Η περιεκτικότητα του σιταριού σε υγρασία ενδιαφέρει τον αλευροβιομήχανο για την τιμή που θα δώσει στον παραγωγό αλλά και για την διαδικασία του κοντισιοναρίσματος. Η περιεκτικότητα του σιταριού ανάλογα με την υγρασία χωρίζεται:

- α) Ξηρό μέχρι 14% υγρασία
- β) Μέτρια ξηρό μέχρι 14-15%
- γ) Μέτρια υγρό μέχρι 15.5-17% υγρασία
- δ) Υγρό πάνω από 17% υγρασία

Για να είναι η άλεση επιτυχημένη με μεγάλη απόδοση και το αλεύρι που θα παραχθεί να έχει ικανοποιητική περιεκτικότητα σε υγρασία το σιτάρι πρέπει να έχει τα παρακάτω ποσοστά σε υγρασία: αν το σιτάρι είναι σκληρό θα πρέπει να έχει υγρασία 18% ενώ αν το σιτάρι είναι μαλακό θα πρέπει να έχει υγρασία 16% (Γρεβενιώτη 1982).

#### 1.1.4.7 Ανόργανα Συστατικά

Το μεγαλύτερο μέρος των ανόργανων ουσιών περιέχεται στο πίτυρο και στη σπιβάδα της αλευρόνης.

Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε τέφρα αποτελεί δείκτη του βαθμού άλεσης του αλεύρου. Η περιεκτικότητα ωστόσο σε ανόργανα συστατικά αποτελεί και ποικιλιακό χαρακτηριστικό, έτσι, άλευρα του ίδιου τύπου(τραβήγματος) από δύο διαφορετικές ποικιλίες σιταριού είναι δυνατόν να διαφέρουν σε τέφρα. Γενικά σιτάρια με αλευρώδη δομή δίνουν αλεύρια με λιγότερη τέφρα από ότι τα ημίσκληρα σιτάρια. Επίσης η τέφρα ενός σιταριού ποικίλλει από εσοδεία σε εσοδεία όπου ξηροθερμικές συνθήκες κατά την ωρίμανση προκαλούν μικρή αύξηση των ανόργανων συστατικών.

Η περιεκτικότητα σε τέφρα ενός αλεύρου αποτελεί γενικά μέτρο της λευκότητας ενός αλεύρου και σε μερικές χώρες όπως και την δική μας αποτελεί ένα από τα κυριότερα κριτήρια καθορισμού του τύπου τραβήγματος (Γρεβενιώτη 1982).

### **1.1.5 Τύποι αλεύρων**

Ο όρος τύπου αλεύρου εκφράζει το ποσοστό του καθαρισμένου και πλυμένου σιταριού, το οποίο μετατρέπεται σε αλεύρι κατά την διαδικασία άλεσης. Συνήθως εκφράζεται ως επί της % ποσοστό του αλεύρου είτε της πρώτης ύλης είτε των τελικών προϊόντων. Έτσι ανάλογα με τον βαθμό άλεσης, έχουμε και τον τύπο κάθε αλεύρου. Όσο αυξάνει ο βαθμός άλεσης, αυξάνεται η τέφρα, η πρωτεΐνη, το σκούρο χρώμα, το λίπος, τα στίγματα και οι ινώδεις ουσίες διότι στο αλεύρι συμμετέχει σε μεγαλύτερο ποσοστό το, εξωτερικό περίβλημα του σπόρου

**Οι πιο συνηθισμένοι τύποι αλεύρων είναι:**

#### **1.1.5.1 Άλευρο τύπου 90%**

Πρόκειται για αλεύρι που παράγεται από ολόκληρο τον κόκκο του μαλακού σιταριού. Χρησιμοποιείται για ψωμί ολικής άλεσης με μεγάλη περιεκτικότητα σε πίτυρα και θρεπτικά συστατικά. Στο πιτυρούχο 90% από τα 100 κιλά σιτάρι βγαίνουν 90 κιλά αλεύρι έναντι των 70 κιλών στο κλασσικό τύπο 70%, αφαιρείται δηλαδή μόνο μέρος του πτύρου. Το ψωμί από τέτοιου τύπου άλευρο μας δίνει ψωμί με μικρό όγκο, ωστόσο έχει το πλεονέκτημα της παρουσίας πτύρου, γνωστού παράγοντα υγιεινής διατροφής. Μπορεί όμως να ενισχύσει κανείς τον όγκο του ψωμιού με μικρό ποσοστό 5-10% ενός ενισχυμένου αλεύρου και να προσφέρει την ικανοποίηση ενός αφράτου πιτυρούχου ψωμιού. Κατά την Παρασκευή διάφορων αρτοσκευασμάτων, συχνά απαιτούνται άλευρα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Τα άλευρα αυτά κυκλοφορούν στο εμπόριο εμπλουτισμένο με διογκωτικές ουσίες όπως baking powder, ή βελτιωτικά όσο και ενισχυμένα ως προς την ποσότητα σε πρωτεΐνη. Ωστόσο υπάρχει και το αλεύρι ολικής άλεσης τύπου 100% για μαύρο πιτυρούχο ψωμί μεγάλης θρεπτικής αξίας. (Ανώνυμος, 9<sup>η</sup> Διοργάνωση Αρτόζας 2006).

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών τα άλευρα τύπου 90% πρέπει να πληρούν τους παρακάτω όρους:

A) Υγρασία: μέγιστο 14% για θερινή περίοδο

Υγρασία: μέγιστο 14,5% για χειμερινή περίοδο

B) Τέφρα: 1,25-1,35%

Γ) Γλουτένη καλής ποιότητας: ελάχιστο 25%

Δ) Οξύτητα σε θειικό οξύ: μέγιστο 0,15%

E) Υπόλειμμα σε τετραχλωράνθρακα: μέγιστο 0,03%

ΣΤ) Πίτυρο: 10-13,5% (<http://www.efet.gr/docs/Guide-flow%20Milling-Draft.pdf>).

### 1.1.5.2 Άλευρο τύπου 70%

Το αλεύρι αυτής της κατηγορίας παράγονται από επιλεγμένα μαλακά σιτάρια χωρίς πίτυρα και χρησιμοποιούνται στην αρτοποιία για την παραγωγή χωριάτικου και λευκού ψωμιού, είναι κατάλληλο για ταχυζυμωτήριο και για ψωμιά με μεγάλη διόγκωση και καλή κυψέλωση. Τα άλευρα τύπου 70% έχουν διαβάθμιση ιδιοτήτων που επιτρέπουν στον αρτοποιό την δυνατότητα παραγωγής ζυμαριών με μεγάλη ελαστικότητα (δυνατά ζυμάρια) ή ζυμάρια με μικρή ελαστικότητα (μαλακά ζυμάρια). Οι τέσσερις κατηγορίες είναι οι εξής:

- 1.Τ70% ΔΥΝΑΤΟ
- 2.Τ70% ΜΑΛΑΚΟ
- 3.Τ70% ΑΠΑΛΟ
- 4.Τ70% SUPER ΑΠΑΛΟ

Έτσι δίνεται η δυνατότητα στον αρτοποιό να παρασκευάσει μια μεγάλη ποικιλία από αρτοσκευάσματα.(Ανώνυμος,9<sup>η</sup> Διοργάνωση Αρτόζας 2006)

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών τα άλευρα τύπου 70% πρέπει να πληρούν τους παρακάτω όρους:

- A) Υγρασία: το μέγιστο 13,5%
- B) Γλοιίνη υγρά: τουλάχιστον 26%
- Γ) Οξύτητα σε θειικό οξύ: μέγιστο 0,08%
- Δ) Τέφρα: μέγιστο 0,50%
- E)Υπόλειμμα σε τετραχλωράνθρακα: μέγιστο 0,015%

ΣΤ)Λιπαρέςουσίες:μέγιστο1,10% (<http://www.efet.gr/docs/Guide-flow%20Milling-Draft.pdf>).

### 1.1.5.3 Άλευρο τύπου Π55%

Πρόκειται για αλεύρι ισορροπημένα δυνατό το οποίο χρησιμοποιείται είτε μόνο του για την παραγωγή μεγάλης ποικιλίας αρτοσκευασμάτων είτε σαν βάση για την παραγωγή αρτοσκευασμάτων πολυτελείας και σνακ. Σε ανάμιξη με άλλα άλευρα όπως ολικής, πολύσπορο, σίκαλης, πιτυρούχο, παράγονται προϊόντα υψηλής ποιότητας ιδιαίτερης γεύσης και επιθυμητής διόγκωσης όπως οι φρυγανιές και κράκερ. Ωστόσο μπορεί να συνδυαστεί και με ενισχυμένα άλευρα deluxe,όπου πρόκειται για άλευρα με μεγάλη εκτατότητα στα στάδια παραγωγής, μεγάλη αντοχή στο ζύμωμα και ελαστικότητα για μεγάλο χρονικό διάστημα για την παραγωγή προϊόντων πολυτελείας όπως ψωμί για τοστ, κρουασάν, σφολιάτα.

Το κύριο πλεονέκτημα του αλεύρου κατηγορίας Π55% είναι η καταλληλότητά του για παραγωγή νοπής και καταψυγμένης ζύμης. Με αλεύρι τύπου Π55% παράγονται επίσης υψηλής ποιότητας αρτοσκευάσματα όπως λευκό ψωμί πολυτελείας, ψωμάκια σάντουιτς, κριτσίνια, κουλούρι Θεσσαλονίκης. (Ανώνυμος, 9<sup>η</sup> Διοργάνωση Αρτόζας, 2006)

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών τα άλευρα κατηγορίας Π55% πρέπει να πληρούν τις παρακάτω όρους:

- A) Τέφρα: όχι μεγαλύτερη του 0,45%
- B) Υπόλειμμα σε τετραχλωράνθρακα: όχι μεγαλύτερη του 0,015%
- Γ) Υγρασία: όχι μεγαλύτερη του 13,5% για την καλοκαιρινή περίοδο και όχι ανώτερη του 14% για την χειμερινή περίοδο
- Δ) Οξύτητα σε θεικό οξύ: όχι ανώτερη του 0,07%
- E) Γλουτένη καλής ποιότητας: 28% τουλάχιστον (<http://www.efet.gr/docs/Guide-flow%20Milling-Draft.pdf>).

#### **1.1.5.4 Άλευρο κατηγορίας «M» κίτρινο**

Τα άλευρα αυτά προέρχονται από επιλεγμένα σκληρά σιτάρια με χαρακτηριστικό κίτρινο χρώμα. Τα κίτρινα άλευρα διακρίνονται από πλευράς κοκκομετρίας σε χονδρά και ψιλά και η επιλογή τους εξαρτάται από την τεχνική αρτοποιήσης που ακολουθείται και τον μηχανικό εξοπλισμό. Τα αρτοσκευάσματα που παράγονται από τα κίτρινα άλευρα έχουν μικρότερη διόγκωση σε σχέση με τα αρτοσκευάσματα που παράγονται από άλευρα τύπου 70%, έχουν χαρακτηριστικό χρώμα και χαρακτηριστική γλυκιά γεύση (Ανώνυμος 9<sup>η</sup> Διοργάνωση Αρτόζας, 2006).

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών τα άλευρα κατηγορίας «M» θα πρέπει να πληρούν τους παρακάτω όρους:

- A) Τέφρα: μέγιστη 0,90%
- B) Υπόλειμμα σε τετραχλωράνθρακα: μέγιστη του 0,03%
- Γ) Υγρασία: μέγιστη 14% για την καλοκαιρινή περίοδο και μέγιστη 14,55 για την χειμερινή περίοδο
- Δ) Οξύτητα σε θεικό οξύ: μέγιστη 0,15%
- E) Γλουτένη καλής ποιότητας: 25% ([www.efet.gr/docs/Guide-flow%20Milling-Draft.p.d.f](http://www.efet.gr/docs/Guide-flow%20Milling-Draft.p.d.f))

### 1.1.5 Άλευρα πολυτελείας

Υπάρχουν διάφορα άλευρα πολυτελείας για την παραγωγή προϊόντων όπως σφολιάτα, τσουρέκια. Κρουασάν, βάση πίτσας, φρυγανιές., μπουγάτσα. Πρόκειται για ειδικά άλευρα ώστε να ταιριάζουν με τις προδιαγραφές συγκεκριμένων προϊόντων όπως π.χ τα αυτοδιογκούμενα άλευρα τα οποία είναι εμπλουτισμένα με διογκωτικές ουσίες. (9<sup>η</sup> Διοργάνωση Αρτόζας, 2006)

### 1.1.6 Άλευρα άλλων δημητριακών

Κατά την διαδικασία παραγωγής διάφορων τύπων αρτοσκευασμάτων, εκτός από το σιτάλευρο, οπύ αποτελεί το κύριο συστατικό για την παραγωγή αρτοσκευασμάτων, χρησιμοποιούνται σε μικρότερο βαθμό και κυρίως για ειδικά αρτοσκευάσματα και άλευρα άλλων δημητριακών. Αυτά μπορούν να αντικαταστήσουν ή να συμπληρώσουν το σιτάλευρο. Τέτοιου είδους άλευρα είναι :

#### 1.1.6.1 Σικάλευρο

Η σίκαλη μοιάζει πολύ με το σιτάρι. Επειδή δίνει μεγαλύτερες αποδόσεις από το σιτάρι στα ψυχρά κλίματα και τα φτωχά εδάφη, διαδόθηκε ιδιαίτερα στην Γερμανία και την Ανατολική Ευρώπη για την παρασκευή ψωμιού. Οι φυσικές (ρεολογικές) ιδιότητες των ζυμαριών (π.χ αντοχή, εκτατότητα κ.λ.π) από σικάλευρο είναι σαφώς κατώτερες από εκείνες των ζυμαριών από σιτάλευρο, γιατί οι πρωτεΐνες της σίκαλης δεν σχηματίζουν εκτατή, ελαστική γλουτένη με καλή ικανότητα συγκρατήσεως αερίων. Ένα ψωμί που γίνεται αποκλειστικά από σικάλευρο είναι μικρού όγκου. Το ψωμί από σίκαλη σε πολλές χώρες είναι μίγμα σιτάλευρου και σικάλευρου. Από τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σικάλευρου το σπουδαιότερο είναι το χρώμα, ακολουθεί το κοκκώδες και τέλος η οσμή του (Δημόπουλος, 1980).

Η πρωτεΐνη και η τέφρα συσχετίζονται με το χρώμα αλλά αποτελούν δευτερεύοντες δείκτες ποιότητας. Επειδή τα σικάλευρα είναι φθηνότερα από τα σιτάλευρα, σε πολλές χώρες, τα ανοιχτόχρωμα σικάλευρα αντικαθιστούν μερικές φορές μέρος του σιτάλευρου σε προϊόντα ζαχαροπλαστικής και σε άλλες χρήσεις που απαιτούνται άλευρα (Δημόπουλος 1980).





Εικόνα 1 . Αλεύρι σίκαλης (<http://www.breadsecretera.com>)

#### 1.1.6.2 Καλαμποκάλευρο

Σχετικά μικρές ποσότητες προϊόντων αλεσμένου καλαμποκιού χρησιμοποιούνται στην αρτοποιηχανία σαν συστατικά ειδικών αρτοσκευασμάτων. Το καλαμποκάλευρο, απαλλαγμένο από φύτρα και φλοιούς, παράγεται κατά την ξηρή άλεση του καλαμποκιού. Προστιθέμενο στα σιτάλευρα σε μικρές ποσότητες αυξάνει την απορρόφηση σε νερό βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα του τελικού προϊόντος αφού το κάνουν πιο αφράτο και αυξάνουν την διατηρησιμότητά του. Το καλαμποκάλευρο ωστόσο δεν βελτιώνει την δύναμη των ζυμαριών.

Τα κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά του καλαμποκάλευρου είναι η υγρασία, το χρώμα, η περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες και το κοκκώδες του αλεύρου. Η αυξημένη περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες είναι ανεπιθύμητη λόγω της μείωσης της συντηρησιμότητας που προκαλούν εξαιτίας της τάγγισης, αφού περιεκτικότητα σε λάδι σε αυξημένες ποσότητες είναι ανεπιθύμητες διότι μειώνουν την συντηρησιμότητα του προϊόντος λόγω ταγγίσεως. Μερικές φορές προσδιορίζεται η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα και ο αριθμός των υπεροξειδίων του εκχυλιζόμενου λαδιού σαν δείκτες αλλοιώσεως του λαδιού και της συντηρήσεως του αλεύρου (Δημόπουλος, 1980).



Εικόνα 2 . Καλαμποκάλευρο(<http://www.bdesse.com>)

### 1.1.6.3 Σογιάλευρο

Το σογιάλευρο χρησιμοποιείται για την αύξηση της πρωτεΐνης και της βιολογικής αξίας του ψωμιού. Το σογιάλευρο είναι πλούσιο σε λυσίνη, ένα απαραίτητο αμινοξύ που περιέχεται σε ανεπαρκείς ποσότητες στο σιτάρι για την πλήρη αξιοποίησή της πρωτεΐνης του. Το χρησιμοποιούμενο στην αρτοποιία σογιάλευρο είναι απολιπασμένο με εκχύλιση και ελαφρώς καβουρτισμένο για την αδρανοποίηση των ενζύμων του.

Τα ποιοτικά κριτήριά του είναι το κοκκώδες του, το χρώμα, η οσμή και η ικανότητα απορρόφησης του νερού. Το απολιπασμένο σογιάλευρο έχει καλή ικανότητα απορρόφησης νερού αλλά δεν συμβάλλει στην ελαστικότητα και την συνεκτικότητα του ζυμαριού. Τα σογιάλευρα χρησιμοποιούνται για την λεύκανση αλεύρων και την βελτίωση των ρεολογικών ιδιοτήτων των ζυμαριών. Διάφορες μελέτες έχουν διαπιστώσει ότι η προσθήκη στο ψωμί μικρής ποσότητας σογιάλευρου δεν προκαλεί σημαντικές αλλαγές στην γεύση, την οσμή και την εμφάνιση του προϊόντος (Δημόπουλος, 1980).



Εικόνα 3 . Σογιάλευρο(<http://www.dbmsthailand.com>)

### **1.1.7 Φυσικοί μέθοδοι ποιοτικού ελέγχου του αλεύρου**

Η εκτίμηση της ποιότητας ενός αλεύρου μπορεί να πραγματοποιηθεί τόσο με εμπειρικά κριτήρια όσο και με εργαστηριακά τεστ ποιοτικού ελέγχου. Η χρωματική διαφορά μεταξύ των αλεύρων, η ύπαρξη άμμου, ξένων υλών, ανεπιθύμητων οσμών και γεύσεων λόγω κακής συντήρησης ή αποθήκευσης, η ύπαρξη και το μέγεθος των κόκκων μπορούν να πραγματοποιηθούν με την γεύση και την όσφρηση ενός έμπειρου ατόμου χωρίς την χρήση οργάνων. Σήμερα όμως λόγω της αντικατάστασης εργατικών χεριών με μηχανές, την συνεχούς ροή γραμμή παραγωγής που χρησιμοποιούν οι μεγάλες μονάδες παραγωγής αρτοσκευασμάτων και εξαιτίας του γεγονότος ότι η μάλαξη και η ανάμιξη της αρτομάζας γίνεται μηχανικά, η αξιολόγηση της ποιότητας του αλεύρου δεν μπορεί να στηριχθεί σε εμπειρικά κριτήρια κάποιου ατόμου.

Έτσι για τον ακριβή προσδιορισμό της αρτοποιητικής ικανότητας του αλεύρου και την συμπεριφορά του παραγόμενου από αυτό ζυμαριού κάτω από συνθήκες μηχανικής καταπόνησης πραγματοποιούνται μια σειρά από εργαστηριακές αναλύσεις, όπως είναι ο προσδιορισμός της γλουτένης, των πρωτεϊνών, των σακχάρων. Η μέτρηση των ρεολογικών ιδιοτήτων του αλεύρου γίνεται με διάφορες συσκευές. Οι πιο γνωστές είναι: ο φαρινογράφος, ο εξτενσιογράφος, ο αμυλογράφος και ο φερμαντογράφος. Οι συσκευές αυτές είναι εξίσου χρήσιμες για την αξιολόγηση δειγμάτων αλεύρου από νέες ποικιλίες σιταριού και για τον ποιοτικό έλεγχο στις αλευροβιομηχανίες.

α) Ο φαρινογράφος δίνει χρήσιμες πληροφορίες για τα ρεολογικά χαρακτηριστικά του ζυμαριού, ιδιαίτερα την πλαστικότητα και την συνεκτικότητας του και πιο συγκεκριμένα για την ικανότητα απορρόφησης νερού ή ποσότητα νερού που χρειάζεται ένα ζυμάρι για να αποκτήσει μια καθορισμένη συνεκτικότητα και αντοχή του ζυμαριού σε συνθήκες μηχανικής καταπόνησης κατά την ανάμιξη. Η συσκευή αποτελείται από ένα ζυμωτήριο όπου γίνεται η μηχανική ανάμιξη του αλεύρου με το νερό και σχηματίζεται το ζυμάρι. Το ζυμωτήριο αποτελείται από ένα υδροχιτώνιο που κυκλοφορεί νερό θερμοκρασίας 30°C διατηρώντας την θερμοκρασία του ζυμωτηρίου σταθερή, όπως και το νερό που χρησιμοποιείται για την Παρασκευή του ζυμαριού είναι και αυτό 30°C . Ο κινητήρας είναι εφοδιασμένος με ένα σύστημα τροχών και ένα περίβλημα όπου δημιουργεί το σύστημα αυτό αντίθετη κίνηση στο περίβλημα όταν το ζυμάρι αντιστέκεται. Η κίνηση αυτή μεταβάλλεται με ένα σύστημα μοχλών όπου αυτή η μεταβίβαση φαίνεται με την μετακίνηση ενός δείκτη μπροστά σε μια κλίμακα και καταγράφεται από ένα μηχανικό καταγραφικό μια καμπύλη και ονομάζεται φαρινογράφημα. Το καταγραφικό χαρτί φέρει καμπύλες γραμμές παράλληλες μεταξύ τους οι οποίες αντιπροσωπεύουν χρονικά διαστήματα σε λεπτά της ώρας που καθορίζονται από την ταχύτητα με την οποία περιστρέφεται το καταγραφικό χαρτί. Οι γραμμές αυτές τέμνονται από οριζόντιες παράλληλες γραμμές όπου αποτελούν την κάθετη κλίμακα του καταγραφικού χαρτιού. Η κλίμακα αυτή μετρά την συνεκτικότητα του ζυμαριού και είναι βαθμός από 0-1000 μονάδες Brabender ή φαρινογραφικές μονάδες. Όσο αναφορά την πλαστικότητα του ζυμαριού διαγράφεται μια καμπύλη υπό την μορφή ταινίας όπου η θέση στην κλίμακα διαφέρει ανάλογα με την συνεκτικότητα του ζυμαριού. Η καμπύλη ανυψώνεται και σχηματίζει μια κορυφή καθώς το ζυμάρι με την ανάμιξη αποκτά την μέγιστη συνεκτικότητα. Η καμπύλη αρχίζει και πέφτει λόγω της παρατεταμένης ανάμιξης άρα μειώνεται και η συνεκτικότητά του. Η καμπύλη είναι χαρακτηριστική για την συμπεριφορά ενός τύπου αλεύρου κατά την ανάμιξη για την Παρασκευή ζυμαριού. Το πλάτος της καθορίζεται από την ποιότητα του ζυμαριού και το μηχανισμό απόσβεσης , όπου μειώνει τις ταλαντώσεις που δημιουργούνται κατά την ανάμιξη. Ο πιο γνωστός φαρινογράφος είναι ο Hankrocy-Brabender (Γρεβενιώτη 1982).

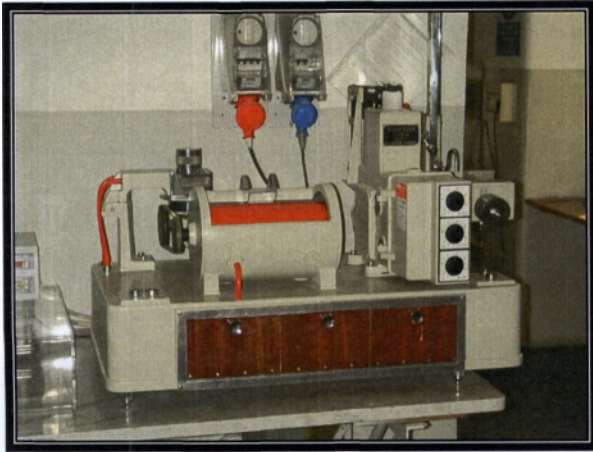




Εικόνα 4. Φαρινογράφος (<http://www.bcit.com>).

β) Ο εξτενσιογράφος συμπληρώνει τις πληροφορίες που μας δίνει ο φαρινογράφος. Ο εξτενσιογράφος μετράει την αντίσταση στην έκταση που παρουσιάζει ένα κομμάτι ζυμαριού όταν το εκτείνουμε και το χρόνο που χρειάζεται για να σπάσει. Η δύναμη και η εκτατότητα στο ζυμάρι καταγράφονται με την μορφή μιας καμπύλης που ονομάζεται εξτενσιογράφημα. Επίσης μπορούμε να πάρουμε πληροφορίες για την μεταβολή που υφίσταται η γλουτένη κατά την αρτοποιητική ζύμωση με την προσθήκη στο αλεύρι βελτιωτικών, με το κοντισιονάρισμα και κατά την παλαίωση του αλεύρου. Για να πάρουμε ένα εξτενσιογράφημα κάνουμε ένα ζυμάρι το οποίο αφήνουμε επί 43 λεπτά προς ζύμωση σε θερμοθάλαμο και κατόπιν παίρνουμε την πρώτη καμπύλη. Ύστερα το μαλάσσουμε και το σχηματοποιούμε και το αφήνουμε για άλλα 45 λεπτά οπότε ξαναπαίρνουμε τι εξτενσιογράφημα. Έτσι μέσα από μια σειρά δοκιμών σε χρονικά διαστήματα των 45 λεπτών παρατηρούμε τις φυσικές ιδιότητες του ζυμαριού κάτω από όμοιες συνθήκες με εκείνες που συναντάμε κατά την αρτοποίηση. Ο εξτενσιογράφος αποτελείται από τον στρογγυλοποιητή που δίνει σφαιρικό σχήμα στο ζυμάρι, τον σχηματοποιητή που δίνει κυλινδρικό σχήμα στο στρογγυλό κομμάτι του ζυμαριού, τους αεροθαλάμους όπου γίνεται η ωρίμανση, τα χρονόμετρα για να ελέγχουν το χρόνο παραμονής των δειγμάτων στους θερμοθαλάμους, τα σκάφη όπου τοποθετείται το κομμάτι του ζυμαριού μετά την ωρίμανση, το γάντζο που τεντώνει το ζυμάρι, ένα σύστημα μοχλών του οποίου ο δείκτης είναι ένας βραχίονας με πένα που γράφει στο καταγραφικό χαρτί. Στο σύστημα αυτό μεταφέρεται η δύναμη που αναπτύσσεται κατά την αντίσταση του ζυμαριού στο τέντωμα και τέλος το σύστημα καταγραφής το οποίο καταγράφει την δύναμη που παρουσιάζει την αντίσταση στο ζυμάρι (Γρεβενιώτη 1982).





Εικόνα 5. Εξτενσογράφος (<http://www.bcit.com>)

γ) Ο αμυλογράφος είναι μια συσκευή που μας δίνει πληροφορίες για το ιξώδες του αμύλου καθώς αυξάνει η θερμοκρασία με σταθερό ρυθμό περίπου  $1,5^{\circ}\text{C}$  ανά λεπτό. Η συσκευή αποτελείται από ένα κυλινδρικό δοχείο από ανοξείδωτο χάλυβα στο οποίο τοποθετείται αλεύρι και ρυθμιστικό διάλυμα συγκεκριμένης ποσότητας. Με την βοήθεια ενός κινητήρα το δοχείο περιστρέφεται και ταυτόχρονα κινεί το σύστημα καταγραφής και το σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας. Ένας βραχίονας συνδέεται με την βοήθεια ενός άξονα με την πένα, η οποία καταγράφει την μεταβολή του ιξώδους καθώς το αιώρημα αλεύρου θερμαίνεται με την μορφή μιας καμπύλης. Το ιξώδες καταγράφεται σε εύρος θερμοκρασίας από  $30-95^{\circ}\text{C}$ . Ιδιαίτερη σημασία έχει η θερμοκρασία κατά την οποία επιτυγχάνεται η κορυφή της καμπύλης που αντιπροσωπεύει το μέγιστο ιξώδες το οποίο επιτυγχάνεται με το μέγιστο βαθμό ζελατινοποίησης του αμύλου. Η καμπύλη του αμυλογράφου μας δίνει χρήσιμες πληροφορίες για την συμπεριφορά ενός στα πρώτα στάδια του κλιβανισμού. Κατά την διάρκεια του κλιβανισμού επιτελούνται διάφορες λειτουργίες όπως η δίογκωση των αμυλόκοκκων, η ζελατινοποίηση του αμύλου και η δεξτρίνοποίησή του από την δράση της α-αμυλάσης. Οι μεταβολές αυτές επιδρούν σημαντικά στην υφή της ψίχας και της κόρας του ψωμιού, στο χρώμα του ψωμιού και γενικότερα στην εμφάνιση του ψωμιού και στην διάρκεια συντήρησης της φρεσκότητάς του. Η δεξτρίνοποίηση γίνεται κατά το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ της ζελατινοποίησης του αμύλου και της αδρανοποίησης της α-αμυλάσης. Κατά την αμυλογραφική δοκιμή συμβαίνει κάτι παρόμοιο. Με την αύξηση της θερμοκρασίας αρχίζει η ζελατινοποίηση του αμύλου, αυξάνοντας έτσι και την δραστηριότητα των αμυλασικών ενζύμων με αποτέλεσμα την δεξτρίνοποίηση του αμύλου. Επειδή η δεξτρίνοποίηση μειώνει το ιξώδες του αιωρήματος εάν η ζελατινοποίηση υπερτερεί της

δεξτρίνοποίησης η αμυλογραφική καμπύλη ανεβαίνει και το αντίστροφο. Στην Ευρώπη χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς του ζυμαριού κατά την αρτοποίηση αλεύρων από σίκαλη. Αυτό γίνεται γιατί το σικάλευρο δεν έχει γλουτένη και η αρτοποιητική του ικανότητα εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της ζελατινοποίησης του αμύλου που σχηματίζεται κατά την δομή του ζυμαριού. Επίσης χρησιμοποιείται για να ελεγχθεί εάν το αλεύρι προέρχεται από φυτρωμένο σιτάρι. Άλευρα που προέρχονται από φυτρωμένο σιτάρι δίνουν καμπύλες με μικρό ύψος και αυτό γιατί η δράση της α-αμυλάσης που μειώνει σημαντικά το ιξώδες του ζελατινοποιημένου αμύλου είναι αυξημένο σε φυτρωμένο σιτάρι. Στην Αμερική χρησιμοποιείται για το έλεγχο προσθήκης βόννης στο σιτάλευρο. Οι αμυλάσες της βόννης είναι θερμοάντοχες και σε συνδυασμό με τις βακτηριακές αμυλάσες που είναι πιο ανθεκτικές σε υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να μετρηθούν στον αμυλογράφο (Γρεβενιώτη 1982).



Εικόνα 6. Αμυλογράφος (<http://www.istitutobeccari.it>)

### 1.1.8 Ποιοτικός έλεγχος αλεύρου

Το αλεύρι χρησιμοποιείται για την παρασκευή προϊόντων αρτοποιίας ζαχαροπλαστικής, μπισκοτοποιίας, μακαρονοποιίας. Κάθε ένα από τα προϊόντα αυτά παρασκευάζονται με διαφορετικό τρόπο έτσι ώστε το αλεύρι που είναι κατάλληλο για ψωμί να θεωρείται ακατάλληλο για την Παρασκευή κέικ κ.ο.κ. Για την κάθε περίπτωση το αλεύρι πρέπει να έχει ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι:

A) ΥΓΡΑΣΙΑ. Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε υγρασία εξαρτάται από την περιεκτικότητα του σιταριού σε υγρασία, όταν φθάνει στο μύλο και από την υγρασία μετά το κοντισιονάρισμα, από την άλεση και από τις συνθήκες χειρισμού και αποθήκευσης του αλεύρου. Η θερμοκρασία κατά την άλεση αυξάνεται λόγω τριβής και η υγρασία μειώνεται λόγω εξάτμισης. Οι απώλειες σε υγρασία φθάνουν στο 16% και πρέπει να ρυθμίζεται ανάλογα με το κοντισιονάρισμα ώστε να πάρουμε στο τέλος την επιθυμητή υγρασία. Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε υγρασία όταν βρίσκεται σε φυσιολογικά επίπεδα δεν επηρεάζει την αρτοποιητική ικανότητα αλλά όταν ξεπερνά το 13-15,5% αποτελεί ένδειξη κακών χειρισμού του σιταριού κατά την άλεση. Ένα αλεύρι με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία είναι ευαίσθητο κατά την αποθήκευση λόγω αύξησης της δράσης των ενζύμων και ανάπτυξης των μικροοργανισμών. Η υγρασία ενός αλεύρου μετριέται με θέρμανση σε κλίβανο, τα αποτελέσματα της οποίας εξαρτάται από τη διαδικασία μεθόδου. Ορισμένες συνθήκες μεθόδου κλιβάνου είναι η εξής:

A) θέρμανση στους 100 °C για 5 ώρες υπό κενό 25 mm Hg

B) θέρμανση στους 150 °C για 1 ώρα

Γ) θέρμανση στους 140 °C για 15 λεπτά

Δ) θέρμανση στους 155 °C για 15 λεπτά

Για να είναι τα αποτελεσματικά αντιπροσωπευτικά θα πρέπει η θερμοκρασία κλιβάνου να είναι σταθερή και ομοιόμορφη σε όλα του τα σημεία, ο χρόνος παραμονής του δείγματος να είναι ο καθορισμένος της μεθόδου, το περιβάλλον να είναι ξηρό, η ζύγιση και η τοποθέτηση του δείγματος στο ξηραντήρα και η τοποθέτηση στο κλίβανο θα πρέπει να γίνεται γρήγορα. Γρεβενιώτη 1982)

B) ΤΕΦΡΑ. Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε τέφρα αποτελεί ένδειξη κατά πόσο πίτυρο περιέχει και μέρος του φύτρου που είναι πλούσιο σε ανόργανα συστατικά. Στον Πίνακα 1.4 φαίνονται τα επιτρεπόμενα όρια της τέφρας ανάλογα με τον βαθμό τραβήγματος τα οποία είναι τα εξής:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4 Επιτρεπόμενα όρια τέφρας ανάλογα με το βαθμό τραβήγματος (Γρεβενιώτη 1982)**

Τράβηγμα	Τέφρα (%)
70%	0,75 ή 0,65
78%	0,75
85%	0,90 – 0,95
90%	1,25 – 1,35

Όταν γίνει η προσθήκη ανόργανου άλατος όπως το ανθρακικό ασβέστιο ο προσδιορισμός της τέφρας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν κριτήριο τραβήγματος και για την εκτίμηση της καθαρότητας χρησιμοποιείται χρωματόμετρο. Ωστόσο το πόσο της τέφρας εκτός από τον βαθμό τραβήγματος επηρεάζεται από την ποικιλία του σιταριού, τον καθαρισμό και πλύσιμο του σιταριού, το κοντισιονάρισμα και τον τρόπο άλεσης (Γρεβενιώτη 1982).

Γ) ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ. Η περιεκτικότητα του αλεύρου σε πρωτεΐνη εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη του σιταριού από το οποίο προκαλεί το τράβηγμα. Όσο μεγαλύτερο είναι το τράβηγμα τόσο πλησιέστερη είναι η περιεκτικότητα του αλεύρου σε πρωτεΐνη με την αρχική περιεκτικότητα του καρπού σε πρωτεΐνη. Με το τράβηγμα αυξάνεται η περιεκτικότητα σε υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες οι οποίες βρίσκονται στο περικάρπιο και ενδοσπερμίο ενώ οι πρωτεΐνες της γλουτένης παραμένουν σταθερές. Η ποιότητα του ψωμιού επηρεάζεται από τη ποσότητα και την ποιότητα των πρωτεϊνών του αλεύρου, όπου υπάρχει επίσης και γραμμική συσχέτιση της περιεκτικότητας του αλεύρου σε πρωτεΐνες μεταξύ του όγκου του ψωμιού.

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη προσδιορίζεται με τη μέθοδο Kjeldahl. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή το δείγμα θερμαίνεται σε θεικό οξύ παρουσία μείγματος καταλυτών και στη συνέχεια γίνεται χώνευση μέχρι να οξειδωθούν ο άνθρακας και το υδρογόνο και το πρωτεϊνικό άζωτο να αναχθεί σε θεικό αμμώνιο. Στη συνέχεια προστίθεται υδροξείδιο του νατρίου και το μείγμα θερμαίνεται μέχρι να ελευθερωθεί όλο το άζωτο υπό μορφή αμμωνίας και δεσμευτεί σένα όγκο ενός διαλύματος οξέος. Το οξύ που δεν αντιδρά με την αμμωνία προσδιορίζεται και τα αποτελέσματα μετατρέπονται επί τοις % περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του αρχικού βάρους πολλαπλασιασμένα πει ενός συντελεστή. Ο συντελεστής που χρησιμοποιείται για το σιτάρι και το αλεύρι είναι 5,7 και εξαρτάται από τη μέση περιεκτικότητα σε άζωτο των πρωτεϊνών κάθε τροφίμων. Η δοκιμή Kjeldahl είναι μια γρήγορη μέθοδος κατάλληλη για αναλύσεις ρουτίνας και προτιμάται για τον προσδιορισμό



των πρωτεϊνών σε σιτάρι και αλεύρι. Για ανάλυση πολλών δειγμάτων έχουν γίνει οι μετατροπές ώστε τα αποτελέσματα να λαμβάνονται ταχύτερα. Για μικρά δείγματα (10 – 30 mg) χρησιμοποιείται η μέθοδος micro – Kjeldahl (Γρεβενιώτη 1982).

Δ) ΧΡΩΜΑ ΑΛΕΥΡΟΥ. Σημαντική ένδειξη ποιότητας του αλεύρου αποτελεί το χρώμα που εξαρτάται από το πόσο καθαρό είναι το αλεύρι από ξένες ύλες και κατά πόσο πίτυρο περιέχει. Η λευκότητα του αλεύρου εξαρτάται :

- α) από το τράβηγμα του αλεύρου
- β) από την περιεκτικότητα του αλεύρου σε χρωστικές και τη προσθήκη ή μη λευκαντικών ουσιών.
- γ) από τη παρουσία ξένων υλών
- δ) από τον βαθμό άλεσης
- ε) από τη περιεκτικότητα του αλεύρου σε υγρασία.

Όσο μεγαλύτερο είναι το τράβηγμα τόσο πιο σκούρο είναι το χρώμα του αλεύρου. Λευκότερα άλευρα είναι τα άλευρα πολυτελείας , τα οποία έχουν βαθμό τραβήγματος 5,5%. Το χρώμα του αλεύρου επηρεάζεται από τις κίτρινες και πορτοκαλί χρωστικές που οφείλονται στις ξανθοφύλλες, καροτινοειδή, εστέρες;. Η κυριότερη χρωστική είναι τα καροτινοειδή τα οποία όταν οξειδωθούν, χάνουν το χρώμα τους, δίνοντας έτσι στο αλεύρι πιο λευκό χρώμα. Η οξείδωση μπορεί να γίνει είτε με χημικές ουσίες όπως οξειδωτικά ή λευκαντικά αλεύρων όπως είναι το αέριο χλώριο, το αέρι διοξείδιο του χλωρίου, το βενζοϋλο-υπεροξειδίο και το ακετοθυπεροξειδίο. Επίσης το σογιάλευρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν λευκαντικό, με το ένζυμο λιποξειδάση οξειδώνοντας εκτός από τις λιπαρές ουσίες και τα καροτινοειδή του αλεύρου. Στην χώρα μας απαγορεύεται η χρήση κάποιας χημικής ουσίας εκτός από την προσθήκη όζοντος.

Το χρώμα των αλεύρων επηρεάζεται επίσης και από την περιεκτικότητα σε ξένες ύλες. Άλευρα που προέρχονται από σιτάρι καλά καθαρισμένο και πλυμένο είναι λευκότερο από ότι άλευρα που προήλθαν από σιτάρια με ελλιπή καθαρισμό.

Ο βαθμός άλεσης δηλαδή αν το αλεύρι είναι λεπτόκοκκο ή χονδρόκοκκο και η περιεκτικότητά του σε υγρασία επηρεάζουν την φωτεινότητα του χρώματος του αλεύρου. Αλεύρι λεπτόκοκκο ξηρό είναι φωτεινότερο από αλεύρι χονδρόκοκκο και υγρό.

Τέλος η υγιεινή κατάσταση των κόκκων του σιταριού επηρεάζει το χρώμα του αλεύρου. Σιτάρι σπασμένο και προσβεβλημένο από ασθένειες δίνει μουντό χρώμα αλεύρου.

Το πιο απλό τεστ προσδιορισμού χρώματος ενός αλεύρου είναι το test Peker. Κατά το τεστ αυτό το αλεύρι πιέζεται σε μια επίπεδη ξύλινη σπάτουλα πάχους 2mm με λεία επιφάνεια. Στην συνέχεια η σπάτουλα με το αλεύρι βυθίζεται στο νερό και στην συνέχεια αφήνεται



για ξήρανση. Κατά την διάρκεια ξήρανσης είναι δυνατό να δράσουν ένζυμα οξειδωτικά τα οποία βρίσκονται στο πίτυρο οπότε ένα πιτυρούχο αλεύρι θα δώσει σκουρότερο χρώμα. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν το αποτέλεσμα του τεστ. Για παράδειγμα όσο περισσότερο πιέζεται το στρώμα του αλεύρου στην σπάτουλα τόσο λευκότερο θα εμφανιστεί στο δείγμα. Αυτό συμβαίνει γιατί όταν η πίεση είναι μικρή το στρώμα του αλεύρου είναι χαλαρό με μεγάλους πόρους και ανώμαλη επιφάνεια. Επηρεάζει επίσης το χρώμα του αλεύρου. Όσο λεπτότερη είναι η στιβάδα τόσο λευκότερο δείχνει το δείγμα. Η υγρασία επίσης αποτελεί έναν ακόμη παράγοντα που επιδρά στο χρώμα του αλεύρου. Ένα αλεύρι με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία είναι πιο μουντό από ένα αλεύρι της ίδιας ποιότητας αλλά πιο ξηρό. Μια παραλλαγή του τεστ Pecker, είναι να διαβρέξουμε το δείγμα με διάλυμα 0,2% κατεχόλης σε μεθυλική αλκοόλη. Μετά την εμφάνισή του στο νερό το αντιδραστήριο χρωματίζει τα στίγματα του πίτυρου και έτσι γίνεται πιο εύκολη η διάκριση ενός πιτυρούχου αλεύρου. Επίσης η λευκότητα του αλεύρου προσδιορίζεται και με την μέθοδο Kont-jones και Martin, όπου με την μέθοδο αυτή μετριέται μέσω φωτοηλεκτρικών κυττάρων η ανάκλαση του φωτός από μια πάστα αλεύρου, σχηματιζόμενη από 30 γραμμάρια αλεύρου με 50 ml νερού για 45 δευτερόλεπτα. Η πάστα τοποθετείται σε γυάλινη κυψελίδα και στην συνέχεια τοποθετείται στην συσκευή Kont-Jones. Ρυθμίζεται στην συνέχεια το γαλβανόμετρο ώστε η τιμή να δείχνει την τιμή του χρώματος του αλεύρου (Γρεβενιώτη, 1982)

Ε) ΟΞΥΤΗΤΑ. Η οξύτητα των αλεύρων αποτελεί μέτρο παλαιώσης των αλεύρων. Όσο πιο παλιό είναι ένα αλεύρι τόσο μεγαλύτερη είναι η οξύτητά του. Λόγω της περιεκτικότητας των αλεύρων σε λιπαρά οξέα και φωσφορικά άλατα τα άλευρα είναι ελαφρώς όξινα. Άλευρα μεγάλου τραβήγματος έχουν καλύτερη οξύτητα γιατί το πίτυρο και το φύτρο έχουν υψηλό ποσοστό λιπαρών ουσιών. Επίσης η οξύτητα είναι αυξημένη σε αλεύρι που προέρχεται από σπασμένους κόκκους, γιατί στους κόκκους η δράση των λιπολυτικών ενζύμων είναι αυξημένη με αποτέλεσμα την υδρολυτική τάγγιση των λιπών και την παραγωγή ελεύθερων λιπαρών οξέων με αποτέλεσμα την αύξηση της οξύτητας. Κατά την παλαιώση του αλεύρου αυξάνεται η οξύτητα λόγω υδρολυτικής τάγγισης η οποία είναι αυξημένη σε συνθήκες αποθήκευσης με υψηλή θερμοκρασία και υγρασία. Ένα αλεύρι που έχει προσβληθεί από έντομα έχει επίσης υψηλή οξύτητα. Ένα αλεύρι με υψηλή οξύτητα έχει μειωμένη αρτοποιητική ικανότητα γιατί οι συνθήκες που ευνοούν την υδρολυτική τάγγιση ευνοούν και την δράση των πρωτεολυτικών ενζύμων (Γρεβενιώτη 1982).

ΣΤ) ΔΥΝΑΜΗ ΑΛΕΥΡΟΥ. Ένα αλεύρι το οποίο απορροφά αρκετή ποσότητα νερού για να γίνει ζυμάρι με επιθυμητή συνεκτικότητα και ελαστικότητα θα δώσει ψωμί ικανοποιητικού όγκου και καλής υφής, θεωρείται σαν «δυνατό» αλεύρι. Αντίθετα ένα αλεύρι με μικρή ικανότητα απορρόφησης νερού δίνει ζυμάρι χαλαρό το οποίο τείνει να ρευστοποιηθεί όσο προχωρεί η ζύμωση δίνοντας έτσι ψωμί μικρού όγκου, κακής υφής και θεωρείται «αδύνατο» αλεύρι.

Αυτό το αλεύρι είναι ακατάλληλο για την παρασκευή ψωμιού αλλά κατάλληλο για την παραγωγή μπισκότων.

Η δύναμη ενός αλεύρου εξαρτάται από την ποσότητα και την ποιότητα της γλουτένης και επηρεάζεται από τους παράγοντες που επηρεάζουν και την γλουτένη.

Κατά τον Swenson η δύναμη ενός ζυμαριού εξαρτάται από τον αριθμό των τεμαχίων της γλουτένης και από την ικανότητάς τους να διογκώνονται μετά την απορρόφηση του νερού. Κάθε παράγοντας που επηρεάζει τα χαρακτηριστικά αυτά επηρεάζει και την δύναμη του ζυμαριού. Η ικανότητα απορρόφησης του νερού επηρεάζεται από την παρουσία ιόντων υδρογόνου και από την φράση πρωτεολυτικών ενζύμων.

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την δύναμη του αλεύρου είναι το δυναμικό οξειδοαναγωγικό ΖΗ.

Η κλίμακα είναι από 0-42 και όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του τόσο μεγαλύτερη είναι και η οξειδωτική ικανότητα του συστήματος. Από διάφορες μελέτες βγαίνει το συμπέρασμα ότι η δημιουργία δισουλφιδικών δεσμών μεταξύ των μορίων των πρωτεϊνών της γλουτένης αυξάνει την αντοχή και την δύναμη του αλεύρου (Γρεβενιώτη 1982).

## 1.2 ΔΙΟΓΚΩΤΙΚΑ

Η διόγκωση των αρτοσκευασμάτων γίνεται με τρεις τρόπους :

- 1)Βιολογικά με μαγιά αρτοποιίας
- 2)Μηχανικά με τον εγκλωβισμό αέρα και την ατμοποιημένη υγρασία του ζυμαριού
- 3)Χημικά με ορισμένες αβλαβής χημικές ουσίες

Διόγκωση έχουμε κατά την ανάμιξη των συστατικών, την ωρίμανση και το ψήσιμο της ζύμης όπου και δημιουργείται το σχήμα, ο όγκος, η δομή και η υφή των αρτοσκευασμάτων. Με την διόγκωση τα αρτοσκευάσματα γίνονται πορώδη, ελαφρά, με μαλακή ψίχα, πιο εύγευστα και εύπεπτα. Ο λόγος που χρησιμοποιούνται αυτοί οι διογκωτικοί παράγοντες στην αρτοποιία είναι ότι προκαλούν διόγκωση του ζυμαριού και έτσι παράγουν ένα πορώδες προϊόν. Αυτό το φαινόμενο επιτυγχάνεται με την παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα και την παγίδευση του από το πλέγμα της γλουτένης. Η

επιλογή του διογκωτικού μέσου εξαρτάται από το είδος, τον τύπο και τα χαρακτηριστικά του αρτοποιήσματος που θέλουμε να παρασκευάσουμε. (Μασούρας, 2000)

### 1.2.1 Μαγιά

Η μαγιά αποτελεί απαραίτητο συστατικό στην παρασκευή του κοινού ψωμιού και πολλών άλλων παρασκευασμάτων ( τσουρέκια, λουκουμάδες κλπ.). Το πλεονέκτημά της μαγιάς, σε αντίθεση με τη διόγκωση με χημικά μέσα όπως το baking powder, είναι ότι προσδίδει μια χαρακτηριστική γεύση και άρωμα, και η έκλυση του αερίου (CO<sub>2</sub>) μπορεί να διατηρηθεί για περισσότερο χρονικό διάστημα. Το κύριο μειονέκτημά της είναι ότι πιο δύσκολα ελέγχεται η διόγκωση της αρτομάζας και η όλη διεργασία της διόγκωσης με μαγιά είναι πιο δαπανηρή από ότι η διόγκωση με χημικά μέσα.

Το είδος της μαγιάς που χρησιμοποιείται περισσότερο είναι αυτό που προέρχεται από το *Saccharomyces Cerevisiae*, του οποίου διάφορα στελέχη επεμβαίνουν στην παραγωγή ψωμιού, του κρασιού, της μπύρας, και άλλων αλκοολούχων ποτών. Ο *Saccharomyces cerevisiae* καλλιεργείται περισσότερο διότι παρουσιάζει χαρακτηριστικά ανώτερου οργανισμού, έχει απλές θρεπτικές απαιτήσεις και ενδιαφέρουσα ταχύτητα πολλαπλασιασμού, προσαρμόζεται στην βιομηχανική παραγωγή με ευρύ φάσμα εφαρμογών και τα στελέχη του είναι ακίνδυνα και σταθερά στο τομέα των τροφίμων.

Κάθε κύτταρο μαγιάς μπορεί να επιτελέσει διάφορες χημικές αντιδράσεις, όπου για την αρτοποιία αφορούν την διόγκωση. Τα βασικά προϊόντα της ζύμωσης είναι το διοξείδιο του άνθρακα και η αιθυλική αλκοόλη (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH). Υποστρώματα (μεταβολίσιμες ουσίες) της ζύμωσης είναι κυρίως τα σάκχαρα γλυκόζη και φρουκτόζη. Η χημική εξίσωση της ζύμωσης των εξοζών κάτω από τις αναερόβιες συνθήκες που επικρατούν στο ζυμάρι είναι η εξής:



Το διοξείδιο του άνθρακα είναι αυτό που προκαλεί το φούσκωμα του ζυμαριού ενώ η αιθανόλη συμβάλει στο άρωμα των ψημένων προϊόντων.

Η ταχύτητα ζύμωσης των διάφορων σακχάρων από την μαγιά ποικίλλει, για τη γλυκόζη, φρουκτόζη και ζαχαρόζη η ταχύτητα ζύμωσης είναι ίδια υπό τις ίδιες συνθήκες ενώ της μαλτόζης είναι μειωμένη. Όταν υπάρχουν και τα τέσσερα σάκχαρα, ζυμώνονται ποσοτικά η γλυκόζη, φρουκτόζη και ζαχαρόζη ακολουθώντας μια περίοδο αδράνειας με σημαντικά μειωμένη παραγωγή CO<sub>2</sub> μέχρι τα κύτταρα της μαγιάς να προσαρμοστούν στην ζύμωση της μαλτόζης.

Η ζύμωση με την μαλτόζη πετυχαίνεται με το ένζυμο της μαγιά μαλτάση, ενώ των μονοζαχάρων (γλυκόζη, φρουκτόζη, κλπ) με το ένζυμο ζυμάση.

Η μαγιά είναι ευαίσθητη στην οσμωτική πίεση, έτσι μείωση της ζυμωτικής ικανότητας γίνεται αισθητή όταν οι συγκεντρώσεις της ζαχαρόζης , γλυκόζης και φρουκτόζης ξεπερνούν το 5%.

Εκτός από την φύση και την ποσότητα των σακχάρων και την οσμωτική πίεση, η ζυμωτική ικανότητα της μαγιάς επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες όπως η θερμοκρασία , το pH και η συγκέντρωση της αλκοόλης. Στον πίνακα 1.5 παρατηρούμε την χημική ανάλυση των στερεών συστατικών της μαγιάς

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.5 Χημική ανάλυση των στερεών συστατικών της μαγιάς (Δημόπουλος, 1980)**

Πρωτεΐνη	52,41 %
Λάδι	1,72 %
γλυκογόνο	30,25 %
Ημι-κυτταρίνες	6,88 %
Τέφρα	8,74 %

Η μαγιά περιέχει επίσης και ένα σημαντικό αριθμό βιταμινών, όπως παντοθενικό οξύ, βιοτίνη, Β1, Β2, νιασίνη. Δεν περιέχει βιταμίνη C , Β12, Α και D αλλά αποτελεί καλή πηγή εργοστερόλης (προβιταμίνη) η οποία κατά την ακτινοβολήση με υπεριώδες φως δίνει βιταμίνηD (<http://www.zymes.gr/cgi-bin/read.pl?start=1&file=news.t.x.t&page=NEA&file=7>).

### 1.2.1.1 Είδη μαγιάς

Η μαγιά κυκλοφορεί στο εμπόριο με την μορφή πειστής μαγιάς και με την μορφή ξηρής μαγιάς. Η πειστή μαγιά περιέχει περίπου 70% υγρασία , ενώ η υγρασία της ξηρής μαγιάς είναι πολύ μικρότερη, περίπου 7.5-9%.

Η πειστή μαγιά αποτελείται από στρογγυλά ή ωσειδή κύτταρα και πωλείται σε μορφή καλουπιών διάφορων βαρών. Τα καλούπια προστατεύονται με περιτύλιξη από κηρόχαρτο. Σε άλλες χώρες κυκλοφορεί πειστή μαγιά και σε θρυμματισμένη μορφή μέσα σε σάκους ή κιβώτια επενδυμένα εσωτερικά με πλαστικό φιλμ.

Η πειστή μαγιά, εξαιτίας της υψηλής υγρασίας της, πρέπει να διατηρείται σε χαμηλή θερμοκρασία για να διατηρήσει την δύναμή της. Όσο η θερμοκρασία πλησιάζει το μηδέν τόσο περισσότερο χρονικό διάστημα συντηρείται.



Η ξηρή μαγιά παρασκευάζεται με διαφορετικά στελέχη από εκείνα της πιεστής μαγιάς, που αντέχουν στην θερμοκρασία ξήρανσης. Το μεγάλο πλεονέκτημα της ξηρής μαγιάς είναι ότι μπορεί να συντηρηθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ότι η πιεστή μαγιά. Σε θερμοκρασίες 21-27°C μπορεί να διατηρήσει την δύναμή της για αρκετές βδομάδες ενώ στους 5,6 διατηρεί την ζωτικότητα της για πολλούς μήνες. Άλλο πλεονέκτημά της ξηρής μαγιάς είναι η εύκολη διαλυτότητα της στο νερό. Η κύρια αιτία αλλοιώσεως της ξηρής μαγιάς κατά το μεγάλο χρονικό διάστημα συντήρησης της είναι η οξείδωση των λιπιδίων της ξηρής μαγιάς.

Έτσι αν συσκευάζεται υπό κενό ο χρόνος συντήρησης παρατείνεται. Το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να επιτευχθεί αν πριν από την ξήρανση προστεθούν εδώδιμα αντιοξειδωτικά. Η ξηρή μαγιά πωλείται σε μικρά φακελάκια για οικιακή χρήση και σε μεγάλες συσκευασίες σε σάκους.

Κατά την χρήση της ξηρής μαγιάς είναι απαραίτητο να προηγηθεί ενυδάτωση διασπείροντας της σε νερό θερμοκρασίας 40-43°C για λίγα λεπτά. Αν η ενυδάτωση γίνει σε πιο χαμηλές θερμοκρασίες, αυτό έχει δυσμενείς επιδράσεις όπως: μειωμένη ζυμωτική ικανότητα της μαγιάς, και έκπλυση γλουταθείου από τα κύτταρα της μαγιάς, κάνοντας το ζυμάρι μαλακό και κολλώδες.

Η χρήση της ξηρής μαγιάς είναι περιορισμένη γιατί η ταχύτητα παραγωγής του διοξειδίου του άνθρακα είναι μικρότερη με αποτέλεσμα να αργεί να φουσκώσει το ζυμάρι. Όταν η ξηρή μαγιά θερμανθεί σε υψηλές θερμοκρασίες τα ένζυμα τους αδρανοποιούνται και μπορούν να προστεθούν στα αρτοσκευάσματα και να βελτιώσουν την θρεπτική τους αξία με το υψηλό πρωτεϊνικό περιεχόμενό τους και τις βιταμίνες που διαθέτουν (σύμπλεγμα Β, νιασίνη, βιοτίνη). Μια μέση περιεκτικότητα ανενεργούς μαγιάς σε πρωτεΐνη είναι 50%, σε γλυκογόνο 30%, σε τέφρα 7% και σε λιπίδια 3% (<http://www.zymes.gr/cgi-bin/read.pl?start=9file=news.t.x.t&page=NEA& line=16-10K>).



Εικόνα 7. Πιεστή Μαγιά



Εικόνα 8. Ξηρή Μαγιά



### 1.2.1.2 Μηχανική παραγωγή πειστής μαγιάς

Η τεχνολογία παραγωγής ζύμης για την αρτοποιία χρησιμοποιεί τον μύκητα *Saccharomyces Cerevisiae*.

Η παραγωγική διαδικασία ακολουθεί τα εξής στάδια:

1) Απομόνωση υγιών κυττάρων σε κατάλληλο εξοπλισμένο εργαστήριο και παραγωγή 0,5 - 1kg καθαρής καλλιέργειας ζυμομυκήτων. Η απομόνωση θα πρέπει να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, επειδή τα κύτταρα ζύμης εκφυλίζονται με άμεσο αποτέλεσμα να παρουσιάζεται μείωση των αποδόσεων. Χρησιμοποιούνται φρούτα (σταφύλια, μήλα) τα οποία συνθλίβονται και παρασκευάζεται χυμός μέσα στο χυμό υπάρχουν ζυμομύκητες. Μέσα σε ειδικό θάλαμο που αποστειρώνεται με υπεριώδη ακτινοβολία παίρνουμε μια σταγόνα ή περισσότερες που στη συνέχεια εμβολιάζουμε μέσα σε άλλο δοκιμαστικό σωλήνα. Στη συνέχεια τοποθετείται σε αντικειμενοφόρες πλάκες από μία σταγόνα θέλοντας να διαπιστώσουμε το κατάλληλο κύτταρο ζυμομύκτης.

2) Παραγωγή σε προζυμωτήρα ποσότητα ζύμης που θα χρησιμοποιηθεί στο τελικό αντιδραστήρα για την παραγωγή ορισμένη ποσότητας. Στην σταγόνα με τον κατάλληλο ζυμομύκτη προσθέτουμε θρεπτικά υλικά τα οποία πολλαπλασιάζονται και δημιουργούνται αποικίες κυττάρων που μεταφέρονται σε δοκιμαστικό σωλήνα με θρεπτικό υλικό κατάλληλο για την ανάπτυξη και πολλαπλασιασμό του ζυμομύκτη. Μέσα στο σωλήνα παράγεται το πρώτο γραμμάριο των ζυμομυκήτων όπου μεταφέρεται σε σφαιρική φιάλη όγκου. Η σφαιρική φιάλη περιέχει αραιωμένη και αποστειρωμένη μελάσσα με θρεπτικά υλικά. Η ζύμη αφήνεται για κάποιο χρονικό διάστημα μέσα στην σφαιρική φιάλη όπου με την πάροδο του χρόνου η ζύμη που δημιουργείται ανέρχεται στα 500-1000 gr. Το περιεχόμενο μεταφέρεται στον προζυμωτήρα ώστε να μην εκτίθεται το παρασκεύασμα στο ατμοσφαιρικό αέρα για τυχόν μόλυνση του παρασκευάσματος

3) Τελική ζύμωση σε αντιδραστήρα κατάλληλης χωρητικότητας , που είναι εφοδιασμένος με αντλία για την διαβίβαση αέρα, και εισαγωγές για την τροφοδοσία αραιωμένης μελάσσας και διαλυμάτων αμμωνιακών και φωσφορικών αλάτων.

4) Ψύξη του πολτού που ζυμώνεται. Η ζύμωση που οδηγεί στον πολλαπλασιασμό των κυττάρων είναι εξώθερμο φαινόμενο και η ποσότητα της θερμότητας που παράγεται είναι πολύ μεγαλύτερη από ότι από εκείνη που παράγεται στην μετατροπή του σακχάρου σε αλκοόλη. Έτσι κατά την διάρκεια της ζύμωσης για την παραγωγή κυττάρων ο πολτός θα πρέπει να ψύχεται ώστε η θερμοκρασία του πολτού να είναι 32. Λόγω της εξώθερμης αντίδρασης οι εναλλάκτες θερμότητας παρουσιάζουν μεγάλη επιφάνεια και γι' αυτό το

λόγο θα πρέπει να είναι εναλλάκτες με φύλλα. Οι εναλλάκτες αυτοί έχουν μικρό όγκο και μεγάλη θερμαινόμενη επιφάνεια και ο καθαρισμός του είναι εύκολος. Για την ψύξη του πολτού χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού.

5) Διαχωρισμός της ζύμης. Γίνεται με φυγόκεντρους διαχωριστήρες Laval, ώστε να λαμβάνεται πολτός που να αποτελείται από ζύμη και υγρό σε αναλογία 1:1. Η λαμβανομένη υγρά ζύμη φυλάσσεται στο ψυγείο μέχρι να διηθηθεί.

6) Διήθηση. Η διήθηση περιλαμβάνει την διήθηση της υγρής ζύμης προς πιεστή. Γίνεται με ηθμοπιεστήρια (φιλτροπρέσες) είτε με περιστρεφόμενα φίλτρα κενού.

7) Συσκευασία. Η ζύμη που λαμβάνεται μετά την διήθηση έρχεται στην εγκατάσταση συσκευασίας όπου συσκευάζεται σε πακέτα των 500 gr (<http://www.zymes.gr/cgi-bin/read.pl?start=9&file=news.tx.t&page=NEA & line=16>

### **1.2.1.3 Μηχανική παραγωγή ξηρής μαγιάς**

Η διαδικασία παραγωγής τη ξηρής μαγιάς είναι όμοια με εκείνης της πιεστής διαφέρουν μόνο στο ότι η ξηρή μαγιά έχει μεγαλύτερο ποσοστό αφυδάτωσης. Υπόκεινται επίσης και σε διαδικασία αποξήρανσης και συσκευάζεται σε κενό αέρος γεγονός που επιτρέπει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής μέχρι και 2 χρόνια και να μην χρειάζεται να την αποθηκεύσουμε στο ψυγείο. (<http://www.zymes.gr/cgi-bin/read.pl?start=9&file=news.tx.t&page=NEA & line=16>).

### **1.2.2 Φυσικοί διογκωτικοί παράγοντες**

Το κέικ όπως και διάφορα άλλα γλυκά αρτοσκευάσματα μπορούν να διογκωθούν με μηχανικούς παράγοντες. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με ενσωμάτωση αέρα στο ζυμάρι κατά την διάρκεια του ψήσιματος, με την προϋπόθεση ότι αυτό θα είναι μαλακό και ιξώδες το οποίο επιτυγχάνεται με την προσθήκη αυγών, λιπών και σταθεροποιητών (Μασούρας, 2000).

### **1.2.3 Τεχνητές διογκωτικές ουσίες**

Είναι μίγματα χημικών ουσιών, αβλαβών για τον άνθρωπο, που απελευθερώνουν κατά την παρασκευή του ζυμαριού ή το ψήσιμό του διοξείδιο του άνθρακα ή αμμωνία. Χρησιμοποιούνται σε πολλά αρτοσκευάσματα όπως στα κέικ όπου η μαγιά δεν μπορεί να δράσει. Το όξινο ανθρακικό νάτριο είναι μια χημική διογκωτική ουσία που παράγει διοξείδιο του άνθρακα και λειτουργεί ως διογκωτικό αέριο. Εκτός από τις απλές χημικές ουσίες μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και μίγματα διογκωτικών ουσιών. Είναι γνωστά με το όνομα baking powder που περιέχουν  $\text{CO}_2$  και όξινα συστατικά. Η διάδοση του baking powder βασίζεται στο χαμηλό του κόστος, στην έλλειψη τοξικότητας, στην ευκολία χειρισμού του και στο μεγάλο βαθμό καθαρότητας των εμπορικών σκευασμάτων του όπως επίσης και στο ότι είναι λιγότερο αλκαλικά σε σύγκριση με τα ανθρακικά άλατα.

Οι ουσίες αυτές θα πρέπει να είναι λεπτοαλεσμένες για να διαλύονται εύκολα και η ανάμιξή του στο ζυμάρι είναι ιδιαίτερης σημασίας ώστε η διόγκωση να είναι ομοιόμορφη. Εκτός από τα μίγματα των χημικών διογκωτικών ουσιών που εκλύουν διοξείδιο του άνθρακα χρησιμοποιούνται κι άλλες χημικές διογκωτικές ουσίες όπως είναι το ανθρακικό αμμώνιο και το όξινο ανθρακικό αμμώνιο. Οι ουσίες αυτές κατά τον κλιβανισμό διασπώνται εκλύοντας  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$  χωρίς να αφήσουν στερεά υπολείμματα. Τα αρτοσκευάσματα μετά την εξαγωγή τους από τον κλίβανο έχουν ακόμα γεύση και οσμή αμμωνίας που εξαφανίζεται κατά την ψύξη των προϊόντων και για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται για την διόγκωση κυρίως προϊόντων όπως είναι τα μπισκότα και τα βουτήματα όπου η απομάκρυνση της αμμωνίας είναι εύκολη (Μασούρας, 2000).

#### 1.2.4 Προζύμι

Η ζύμωση και η αρτοποιήση με φυσικό προζύμι έχουν σαν βάση ζυμεγέρτες, που αποτελούνται από ζύμες και βακτήρια που συναντούμε στην ατμόσφαιρα και μπορούν να χαρακτηρισθούν ως μαγιές περιβάλλοντος ή φυσικές μαγιές.

Η αρτοποιήση του φυσικού προζυμιού που συνηθιζόταν σε όλον τον κόσμο, έως τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, είναι μια παραγωγή, όπου ο αρτοποιός καθημερινά παρασκεύαζε το ή τα προζύμια, που χρησιμοποιούνταν στην καλλιέργεια των ζυμαριών, με τα οποία εξασφάλιζε την παραγωγή του.

Η καλλιέργεια των μαγιών αυτών μπορεί να γίνει με φυσικό τρόπο σε ένα κομμάτι ζυμαριού («μάννα») εκτεθειμένο στον αέρα, με την προϋπόθεση ο χώρος να είναι ζεστός και υγρός ή εύκρατος. Αρχίζει τότε μια αλκοολική ζύμωση στην οποία, μετά από καλλιέργεια μερικών ημερών, προστίθεται μια όξινη ζύμωση, δηλαδή στο κομμάτι του ζυμαριού («μάννα») γίνεται καλλιέργεια με τις μαγιές περιβάλλοντος.

Από την καλλιέργεια αυτή παράγεται διοξείδιο του άνθρακα που ακολουθείται από διόγκωση του ζυμαριού. Από το διογκωμένο αυτό ζυμάρι, αρκεί να κρατήσουμε 500 γραμμάρια, να τα καλλιεργήσουμε προσθέτοντάς του πολλές φορές νερό και αλεύρι. Καταλήγοντας έτσι, μετά από 48 ώρες, σε μια ελαφρώς οξική ζύμωση και στην δημιουργία ενός φυσικού προζυμιού, ικανού να εξασφαλίσει την καλλιέργεια ενός ζυμαριού, το οποίο με την σειρά του μπορεί να εξασφαλίσει την παραγωγή ψωμιού με φυσικό προζύμι.

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, για να επιταχύνουν κάπως την ζύμωση οι αρτοποιοί κυρίως στις μεγάλες πόλεις- πρόσθεσαν μια μικρή δόση μαγιάς. Το ψωμί με αυτή την μικρή προσθήκη κέρδιζε σε όγκο ενώ έχανε λόγο από την οξύτητα της γεύσης του.

Την παραγωγή του προζυμιού την συναντάμε ακόμη και σήμερα, σε ορισμένες αγροτικές περιοχές είναι αναγκαία η καθημερινή παραγωγή ψωμιού με προζύμι.

Όσον αφορά την γεύση, το φυσικό προζύμι παράγει αρώματα με οξύτητα. Και αυτή την γεύση, όπως είναι φυσικό, την ξαναβρίσκουμε σε ψωμά που προκύπτουν από μια παραγωγή με προζύμι, αλλά σε επίπεδο κατώτερο. Όμως ενώ άλλοτε η όξινη γεύση συνοδευόταν από άλλα αρώματα που έκαναν την γεύση πιο σύνθετη και πιο ευχάριστη, με την χρήση των ταχυζυμωτηρίων, η υπερβολική οξείδωση που προκύπτει έχει σαν αποτέλεσμα μια ασπράδα που αλλοιώνει την γεύση και το χρώμα του ψωμιού. Η γεύση αυτών των ψωμιών έχει έντονη οξύτητα αλλά αρκετά δυσάρεστη. (<http://www.artopios.gr/VirtualDir/Articles409/KuriasistatikaParagogisPswmiou.p.d.f>).



### 1.3 ΑΛΑΤΙ

Το αλάτι κατέχει μια πολύ σημαντική θέση όσο αναφορά τη γεύση του ψωμιού. Συμπεριφέρεται θετικά καθ' όλη την διάρκεια της παρασκευής του ψωμιού, ενισχύοντας κατά την διάρκεια του ζυμώματος τις πλαστικές ιδιότητες του ζυμαριού του οποίου βελτιώνει την συνεκτικότητα και την ελαστικότητα.

Υπάρχουν δύο τύποι αλατιού: το θαλασσίνο και το ορυκτό αλάτι. Το πρώτο προέρχεται από την εξάτμιση του θαλασσινού νερού και το δεύτερο βρίσκεται στο υπέδαφος. Ο χημικός τύπος είναι ίδιος και στις δύο περιπτώσεις, αφού πρόκειται για ένα μέταλλο σύνθετο από κατάλοιπα υδροχλωρικού οξέος και νατρίου. Ο χημικός τύπος είναι NaCl.

Στην ζύμη του ψωμιού το ποσοστό αλατιού κυμαίνεται από 1.8-2.5% ανάλογα βέβαια με την συνταγή και τον τύπο του αλευριού. γενικά το μέσο ποσοστό κυμαίνεται στο 2%, αν και υπάρχουν είδη ψωμιού (όπως αυτό της Τοσκάνης) στα οποία δεν προστίθεται καθόλου αλάτι. Υπάρχουν ωστόσο άνθρωποι με προβλήματα υγείας, ειδικά άτομα με υψηλή πίεση, που πρέπει να αποφεύγουν το αλάτι. Σε αυτή την περίπτωση έχουν βρεθεί υποκατάστατα του χλωριούχου νατρίου ως βάση για την δημιουργία προϊόντων που απευθύνεται σε αυτή την κατηγορία των ανθρώπων, αλλά κανένα δεν αναπαραγάγει ακριβώς την επίδραση του αλατιού στη γεύση. Το υποκατάστατο του αλατιού που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι το χλωριούχο κάλιο. Το συγκεκριμένο υλικό, σύμφωνα με τις μελέτες της Gillette (1985) έχει μια γεύση παρόμοια με εκείνης του αλατιού, το οποίο βελτιώνει την γλυκύτητα αλλά δεν βελτιώνει την ισορροπία της γεύσης στο στόμα. Προσδίδει ωστόσο μια πικρή, μεταλλική και χημική γεύση στα προϊόντα. Ο Adams (1983) προτείνει ένα άλλο μίγμα προκειμένου να μειωθεί η ποσότητα του νατρίου. Προτείνει ένα μίγμα που περιέχει ίσες αναλογίες χλωριούχου νατρίου και χλωριούχου καλίου, με ίχνη από φουμαρικό οξύ, χλωριούχα γλουταμάτη και μονοασβεστικό φωσφορικό άλας. Όταν χρησιμοποιείται το μίγμα αυτό σε επίπεδο 2% σε ζύμη ψωμιού δίνει ένα προϊόν εύγεστο αλλά γλυκό που περιέχει όμως 100mg νατρίου ανά μερίδα. Βέβαια κατά την διάρκεια επεξεργασίας της ζύμης επηρεάζονται κάποια χαρακτηριστικά όπως είναι η αύξηση του χρόνου ζύμωσης κατά 30 λεπτά αλλά και η προσθήκη επιπλέον μαγιάς. Άλλα συστατικά που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να μην επηρεάζεται η γεύση των καταναλωτών από την έλλειψη της γεύσης του αλατιού είναι διάφορα μπαχαρικά, μονονατρικό άλας και

γλουταμινικό οξύ, εκχυλίσματα κρεάτων. Παράγωγα υδρόλυσης πρωτεΐνης, σάλτσες σόγιας και παράγωγα νουκλεϊκού οξέος κ.α. (Matz, 1986).

Εξαιτίας της υγροσκοπικής του ιδιότητας, το αλάτι λειτουργεί και ως συντηρητικό για το προϊόν, ενώ αναστέλλοντας μερικώς τη ζύμωση συμβάλει στο να αποκτήσει η κόρα ωραίο χρώμα και η ψίχα να γίνει πιο λευκή. Το πότε θα γίνει η προσθήκη του αλατιού στο ψωμί εξαρτάται από το πόσο λευκή θέλουμε την ψίχα μας. Για ψωμί με ψίχα περισσότερο λευκή η προσθήκη γίνεται στη πρώτη φάση επεξεργασίας ενώ για ψωμί σκούρου χρώματος το αλάτι πρέπει να προστεθεί κατά 5την διάρκεια της ζύμωσης.

Το αλάτι επηρεάζει και την διατήρηση του ψωμιού. Ευνοεί την διατήρηση το καλοκαίρι, εμποδίζοντας την αποξήρανση. ενώ το χειμώνα δημιουργείται μια κόρα πιο μαλακή όσο διατηρείται. Στην πρώτη περίπτωση θα πρέπει να προστατέψουμε το ψωμί από ρεύματα αέρος ενώ στην δεύτερη περίπτωση να αφήσουμε το ψωμί εκτεθειμένο στον αέρα (Matz,1986).

## 1.4 ΝΕΡΟ

Στα προϊόντα που προορίζονται για ψήσιμο, το νερό παίζει καθοριστικό ρόλο. Επιτελεί σημαντικές λειτουργίες κάνοντας έτσι δυνατή την διαμόρφωση της ζύμης μέσω της σύστασης της γλουτενικής αλυσίδας, βοηθά στη συνοχή του κόκκου του αμύλου, διαλύει το αλάτι στη ζύμη. Επίσης ενεργοποιεί τις αντιδράσεις των ενζύμων, επιτρέπει την μεταφορά των θρεπτικών συστατικών μέσω του κυττάρου της μαγιάς και τέλος αποτελεί το απαραίτητο μέσο για την δράση της μαγιάς και των άλλων μικροοργανισμών.

Όταν αναμιγνύεται το αλεύρι με το νερό το ποσοστό απορρόφησης του νερού ποικίλλει λόγω του αμύλου και των πρωτεϊνών. Οι ολόκληροι κόκκοι του αμύλου απορροφούν σε νερό περίπου το 1/4 του βάρους τους ενώ εκείνοι που έχουν καταστραφεί απορροφούν διπλάσια ποσότητα από το βάρος τους.

Ιδιαίτερα σημαντική στην αρτοποιία είναι η γνώση του τύπου και της ποιότητας του νερού που χρησιμοποιείται. Το νερό από όπου και αν προέρχεται θα πρέπει να είναι πόσιμο, το νερό του δικτύου θα πρέπει να έχει κατάλληλη επεξεργασία αντισηπτικότητας ενώ η προσθήκη χλωρίου στο νερό θα πρέπει να είναι ενδεδειγμένη. Η υπερβολική ποσότητα χλωρίου εμποδίζει την δράση μαγιάς και συνεπώς χαλάει την γεύση του ψωμιού.

Η καταλληλότητα και η σκληρότητα του νερού μετρούνται σε γαλλικούς βαθμούς(GF).

Με βάση την σκληρότητα κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

- 1) Γλυκό νερό: η σκληρότητα του δεν υπερβαίνει τους 5 γαλλικούς βαθμούς
- 2) Μέτριο σκληρό νερό: η σκληρότητα του είναι μεταξύ 5-20 γαλλικούς βαθμούς
- 3) Σκληρό νερό: η σκληρότητα υπερβαίνει τους 30 γαλλικούς βαθμούς

Το γλυκό νερό βοηθά στην δημιουργία μαλακής ζύμης, επιδρώντας αρνητικά στην συνεκτικότητα του ζυμαριού και σε αυτή την περίπτωση απαιτείται χρήση μεγαλύτερης ποσότητας αλατιού . Με το πολύ σκληρό νερό δημιουργείται μια πολύ σκληρή ζύμη και λίγο ελαστική εξαιτίας της χημικής αντίδρασης της γλουτένης με τα ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου.(Piergiorgio Giorilli-Mario Buso, 2004)

## **1.5 ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΑΡΤΟΠΟΙΑΣ**

Για την αντιμετώπιση των διακυμάνσεων των χαρακτηριστικών των αλεύρων χρησιμοποιούνται διάφορες ουσίες όπως είναι τα ένζυμα, τα συντηρητικά, διογκωτικοί παράγοντες κ.τ.λ.. Ακόμα και σε άλευρα με κανονικά χαρακτηριστικά η προσθήκη διάφορων ουσιών μπορεί να βελτιώσει τις ιδιότητές τους κατά την διαδικασία παραγωγής, την ποιότητα των τελικών προϊόντων και την ικανότητα συντήρησης τους χωρίς να αλλοιώνεται η σύσταση και η γεύση τους. Το είδος και η συγκέντρωση των χρησιμοποιούμενων ουσιών ρυθμίζεται νομοθετικά από κάθε χώρα. Προστίθενται στο αλεύρι ή διαλύονται στο νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του ζυμαριού αλλά και κατά την διάρκεια του ζυμώματος. Οι ουσίες που επιτρέπονται να χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα αλεύρων διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες :

### **1.5.1 Βελτιωτικά**

Ως " βελτιωτικά αλεύρων" χαρακτηρίζονται οι ουσίες των οποίων η χρήση αποσκοπεί στο να αποκτήσουν τα άλευρα τις κατάλληλες τεχνολογικές ιδιότητες που έχουν σαν στόχο την βελτίωση της παραγωγής και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τελικών προϊόντων. Πρόκειται για χημικές ουσίες οι οποίες επιδρούν στις ιδιότητες των αλεύρων, βελτιώνουν την ποιότητά τους και αυξάνουν τον χρόνο ζωής των τελικών προϊόντων.

Τέτοιες ουσίες είναι το L- ασκορβικό οξύ, κιτρικό οξύ ή τρυγικό κάλιο, η λεκιθίνη, υδροχλωρική L-κυστεΐνη, ορθοφωσφορικό μονοασβέστιο, τα μονογλυκερίδια οι οποίες επιδρούν και τροποποιούν τις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού βοηθώντας στην

συγκράτηση των αερίων, μειώνοντας το χρόνο ωρίμανσης και αυξάνοντας τον όγκο του ψωμιού, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητά του. Οι ακριβείς αναλογίες εξαρτώνται από την δύναμη του αλεύρου, το είδος του αρτοσκευάσματος και την τεχνική που ακολουθείται. Στον πίνακα 1.6 δίνονται τα βελτιωτικά και οι ενδεικτικές αναλογίες με τις οποίες προστίθενται στο αλεύρι.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.6 Βελτιωτικά και ενδεικτικές αναλογίες με τις οποίες προστίθενται στο αλεύρι(Δημόπουλος, 1980)**

Όνομασία	Χημικός τύπος	PPM(στο αλεύρι)
Χλώριο	Cl <sub>2</sub>	400
Διοξείδιο του χλωρίου	ClO <sub>2</sub>	35
Αζωδικαρθοναμίδιο	(H <sub>2</sub> N-CO-N=) <sub>2</sub>	20 – 30
Βρώμικο κάλιο	KBrO <sub>3</sub>	20
Υπερθεικό αμμώνιο	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	200
Ακετονό-υπεροξειδίο		400
Ασκορβικό οξύ	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub>	20 – 80

Στην χώρα μας το βελτιωτικό που επιτρέπεται είναι το L- ασκορβικό οξύ. Η βιταμίνη C προστίθεται στα άλευρα είτε προέρχεται από κατεργασμένο σιτάρι είτε όχι. Με την προσθήκη του ασκορβικού οξέος παρατηρείται βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων του ζυμαριού. Το ζυμάρι πιο εύπλαστο, δεν υπάρχει «χαλάρωση» στα διάφορα στάδια επεξεργασίας έτσι ώστε το τελικό προϊόν να έχει καλύτερης μορφής χαρακτηριστικά από ότι στο προϊόν που δεν έχει προστεθεί βελτιωτικό.

Τα μονογλυκερίδια ανήκουν στα βιολογικά βελτιωτικά όπου κυκλοφορούν στο εμπόριο με δυο μορφές της υγρής και της στερεάς και προστίθεται στα άλευρα κατά την διαδικασία αρτοποιίας. Τα μονογλυκερίδια δρουν ως γαλακτοματοποιητές βοηθώντας έτσι στην καλύτερη διασπορά των λιπών, και των λευκωμάτων. Τα μονογλυκερίδια προστίθενται κυρίως μαζί με σακχαρόζη ή σταφιδίνη ή και χωρίς αυτά για συμπλήρωση ή αναπλήρωση ανάλογου ποσοστού λίπους, κυρίως σε αρτοσκευάσματα όπως είναι το ψωμί τα παξιμάδια οι φρυγανιές. Αυξάνουν λοιπόν, την πλαστικότητα της αρτομάζας, βελτιώνουν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των τελικών προϊόντων όπως είναι η αύξηση του όγκου του ψωμιού αλλά και η βελτίωση της ποιότητας του ψωμιού.

Η κυψέλωση της ψίχας εμφανίζεται ομοιόμορφη, απαλή προς την υφή και σπογγώδης καθώς διατηρεί την νοπότητά του για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Στα βελτιωτικά των αλεύρων μπορούμε επίσης να κατατάξουμε την ξηρή γλουτένη και



διάφορα αμυλασικά παρασκευάσματα (Αγγελούσης, 2004)

### 1.1.5.1 Ξηρή γλουτένη

Ξηρή « ζωντανή» γλουτένη προστίθεται στους μύλους ή και τα αρτοποιεία για την ενίσχυση των αδύνατων αλεύρων ή κυρίως για την δημιουργία ιδιαίτερα δυνατών αλεύρων για την παρασκευή ψωμιών πολυτελείας και φρυγανιών.

Στην χώρα μας η εισαγωγή της ξηρής γλουτένης σε σκόνη γίνεται κυρίως από το εξωτερικό (Αυστραλία, Η.Π.Α. Καναδάς) και η ποιότητά της εξαρτάται από την ποιότητα της πρώτης ύλης.

Συγχρόνως με την παραγωγή της ξηρής γλουτένης οι βιομηχανίες παράγουν και σιτάμυλο που αποτελεί και το κύριο συστατικό των αλεύρων.

Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι παρασκευής ξηρής γλουτένης όπως η μέθοδος Martin, η αλκαλική μέθοδος και η μέθοδος της άμεσης φυγοκέντρωσης.

Κατά την μέθοδο Martin στο αλεύρι προστίθεται υπό συνεχή μάλαξη νερό και όταν το ζυμάρι ετοιμαστεί παραμένει σε ηρεμία για λίγα λεπτά και στην συνέχεια οδηγείται υπό συνεχή μάλαξη σε μηχανικό ζυμωτήριο. Η ξήρανση της υγρής γλουτένης μπορεί να γίνει με δυο τρόπους: είτε αναμιγνύεται με ξηρή γλουτένη για να σφίξει, κόβεται σε κομματάκια και ξηραίνεται με την τεχνική του θερμού αέρα είτε διασπείρεται σε υδατικό διάλυμα οξικού οξέος και ακολουθεί ξήρανση με την τεχνική της εκνέφωσης. (Δημόπουλος, 1980)

Με την μέθοδο της άμεσης φυγοκέντρωσης γίνεται καλή διασπορά του αλεύρου με νερό χωρίς σχηματισμό γλουτένης . Με την φυγοκέντρωση απομακρύνεται το άμυλο από το αιώρημα ενώ η πρωτεΐνη παραμένει σε αιώρηση. Μετά το φυγοκεντρικό διαχωρισμό του αμύλου ακολουθεί αργή ανάδευση του αιωρήματος ακολουθεί διήθηση από δονούμενο κόσκινο και η παραλαμβανόμενη από το επάνω μέρος του κόσκινου γλουτένη αναμιγνύεται με ξηρή γλουτένη και ακολουθεί ξήρανση με ρεύμα θερμού αέρα.

Κατά την αλκαλική μέθοδο ένα μέρος του αλεύρου διασπείρεται σε υδροξείδιο του αμμωνίου και κατεργάζεται σε μηχανικό μίξερ, ακολουθεί φυγοκέντρωση του αμύλου, η πρωτεΐνη παραμένει διαλυμένη σε αλκαλικό διάλυμα και παραλαμβάνεται με την τεχνική της εκνεφώσεως.

Όποια μέθοδο και αν χρησιμοποιήσουμε μεγάλη σημασία έχει η φάση της ξηράνσεως της λαμβανόμενης γλουτένης και γι' αυτό θα πρέπει να ελέγχονται αυστηρά η θερμοκρασία και ο χρόνος ξηράνσεως ώστε η γλουτένη να παραμείνει ζωντανή να μην

χάσει δηλαδή την ικανότητα απορροφήσεως του νερού και το σχηματισμό ελαστικής και πλαστικής μάζας.(Δημόπουλος, 1980)

#### 1.1.5.2 Αμυλασικά παρασκευάσματα

Τα διάφορα αμυλασικά παρασκευάσματα προστίθενται κυρίως για την αύξηση της α-αμυλασικής δράσης διότι τα σιτάλευρα έχουν επαρκή ποσότητα β-αμυλάσης.

Η α-αμυλάση συμβάλλει στην τελική παραγωγή ζυμωμένων σακχάρων για την διόγκωση των ζυμαριών. Έχουν άμεση επίδραση στο χρώμα της κόρας και στην δομή της ψίχας του ψωμιού. Στα πρώτα στάδια του ψήσιματος, μόλις αρχίζει η ζελατινοποίηση του αμύλου έχουμε προσβολή του αμύλου από την α-αμυλάση και παραγωγή μαλτόζης σε υψηλή θερμοκρασία όπου αντιδρώντας με αμινομάδες αμινοξέων, πεπτιδίων και πρωτεϊνών του ψωμιού σχηματίζονται σκούρα προϊόντα λόγω της αντίδραση Malliard. Η μερική δεξτρίνοποίηση του αμύλου συμβάλλει στην μαλακή δομή της ψίχας. Τα αμυλασικά παρασκευάσματα που προστίθενται στα άλευρα ή στο ζυμάρι είναι το βυνάλευρο ή εκχυλίσματα βύνης ή κριθαριού σε μορφή σιροπιού και διάφορα παρασκευάσματα μυκητιακής και βακτηριακής προέλευσης (π.χ. από καλλιέργειες του μύκητα *Aspergillus oryzae*). Οι μυκητιακές α-αμυλάσες κυκλοφορούν στο εμπόριο με την μορφή παστίλιων ή σε μορφή σκόνης. Οι παστίλιες θα πρέπει να διαλυθούν σε χλιαρό νερό και μετά να αναμιχθούν στο ζυμάρι ή στο προζύμι.

Οι βακτηριακές α-αμυλάσες είναι πιο θερμοάντοχες με αποτέλεσμα κατά το ψήσιμο του ψωμιού να δρουν περισσότερο επί του αμύλου και ο κίνδυνος δημιουργίας κολλώδους ψίχας είναι μεγαλύτερος. Ωστόσο έχει διαπιστωθεί ότι οι συγκεκριμένες αμυλάσες συμβάλλουν στην επιβράδυνση του μαγιατέματος του ψωμιού.( Δημόπουλος 1980 )

### **1.5.2 Συντηρητικά**

Μια πολύ σημαντική κατηγορία που συμπεριλαμβάνεται στα πρόσθετα είναι τα συντηρητικά. Πρόκειται για ουσίες που περιορίζουν την ανάπτυξη των παθογόνων μικροοργανισμών που πιθανόν να αλλοιώσουν τα παρασκευάσματα σας, προκαλώντας ανάπτυξη βακτηρίων και μυκήτων, εμφάνιση μούχλας όπως επίσης και ανάπτυξη του μεσεντερικού βακίλου.

Εκτός από τα φυσικά συντηρητικά όπως είναι το αλάτι, το ξύδι και η ζάχαρη, υπάρχουν και συντηρητικά, τα οποία είναι παρασκευάσματα και επιτρέπεται η χρήση τους από τον Κώδικα Τροφίμων Και Ποτών, αλλά σε περιορισμένο ποσοστό. Από τα πιο γνωστά, εξαιτίας της ευρείας χρήσης του είναι, τα άλατα του προπιονικού ασβεστίου και νατρίου,

ενώ το πιο συνηθισμένο συντηρητικό στα προϊόντα αρτοποιίας είναι το προπιονικό ασβέστιο, με μέγιστο ποσοστό χρήσης έως 3% επί του αλεύρου.

Έντονη αντιμικροβιακή δράση παρουσιάζει και η χρήση του ασορβικού οξέος και των αλάτων του όπως είναι το σορβικό κάλιο και το σορβικό νάτριο. (Βιοτεχνική αρτοποιία και ζαχαροπλαστική, Νοέμβριος-Δεκέμβριος 2007)

Τα συντηρητικά παρατείνουν το χρόνο διατήρησης των τροφίμων προστατεύοντας τα από αλλοιώσεις που προκαλούν διάφοροι μικροοργανισμοί στα τυποποιημένα προσυσκευασμένα προϊόντα αρτοποιίας και ζαχαροπλαστικής όπως φύλλα κρούστας, σφολιάτα, ψωμί του τοστ, αρτοσκευάσματα με υγρασία πάνω από 20%. (Μασούρας, 2000)

### **1.5.3 Γαλακτοματοποιητές**

Οι ρεολογικές ιδιότητες των ζυμαριών, η συγκράτηση των αερίων, η δομή του ψωμιού και η διάρκεια ζωής του μπορούν να βελτιωθούν με την χρήση των γαλακτοματοποιητικών ουσιών. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα μονό- και τα δι-γλυκερίδια των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων τα οποία ενσωματώνονται στα εμπορικά προϊόντα μαζί με άλλους γαλακτοματοποιητές. Το λίπος επηρεάζει τα εξωτερικά και τα εσωτερικά χαρακτηριστικά των τελικών προϊόντων προκαλώντας την αύξηση του τελικού όγκου, επιβραδύνοντας το μπαγιάτεμα ενώ προσδίδουν καλύτερη δομή στην ψίχα. Τα λίπη κάνουν τα προϊόντα μικρότερα σε όγκο αλλά αυξάνουν την διάρκεια ζωής τους κάνοντας την επιδερμίδα περισσότερο ελαστική και μαλακή.

Η λεκιθίνη συμβάλλει στην αύξηση του όγκου του ψωμιού και βελτιώνει την υφή. Σε καθαρή μορφή αναμιγνύεται και με άλλες προσθετικές ουσίες .

Τα αβγά έχουν διάφορες ιδιότητες ανάλογα πιο μέρος του αβγού χρησιμοποιείται επηρεάζοντας την υφή, το χρώμα, την γεύση, και αυξάνοντας την θρεπτική αξία του ψωμιού

Τα σάκχαρα επιταχύνουν την ζύμωση και ενισχύουν το χρώμα καθιστώντας το ζυμάρι πιο ελαστικό και σταθερό.

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα προσδίδουν χρώμα στην επιδερμίδα, λεπτότητα στην υφή ενώ επηρεάζουν την γεύση και το χρόνο διατήρησής τους. Τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται είναι το βούτυρο, ξηρή ή υγρή καζεΐνη, άπαχο γάλα, γιαούρτι. (Μασούρας, 2000)

#### **1.5.4 Πρόσθετα αλεύρων**

Τα πρόσθετα αλεύρων προστίθενται στα άλευρα για την υδρόλυση του αμύλου και την παραγωγή ζυμώσιμων σακχάρων από την οποία ζύμωση επιτυγχάνεται η παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα που χρησιμοποιείται για την διόγκωση της αρτομάζας. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα άλευρα προερχόμενα από την βύνη, σόγια, φάβα. Άλευρο βύνης είναι προϊόν της άλεσης του κριθαριού, περιέχει α-αμυλάση και η προσθήκη του γίνεται με βάση τη περιεκτικότητα του αλεύρου σε μαλτόζη ή με βάση της ένδειξης του αμυλογράφου. Το μεγαλύτερο ποσοστό προστιθέμενης βύνης είναι 0,35-0,40U. Σε άλευρα φτωχά σε μαλτόζη η προσθήκη της βύνης συντελεί στην αμυλόλυση της παραγωγής των ζυμώσιμων σακχάρων με αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα. Επίσης σαν πρόσθετο αλεύρων χρησιμοποιείται και η σταφιδίνη, που προστίθεται στα άλευρα για την αύξηση των αρτοποιητικών ικανοτήτων του αλεύρου, καθώς τα σάκχαρα του σταφυλιού μπορούν να υποστούν ζύμωση και να παράγουν διοξείδιο του άνθρακα και αλκοόλη. Η προσθήκη της σταφιδίνης επιφέρει σημαντική βελτίωση στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του ψωμιού, με μεγαλύτερη διόγκωση, καλύτερη κυψέλωση της ψίχας, βελτίωση του χρώματος του ψωμιού και διατήρηση της νωπότητάς του. Μεγαλύτερη προσθήκη σταφιδίνης πάνω δηλαδή απ'0,75% μπορεί να προκαλέσει αποσύνθεση των πρωτεϊνών με άμεση επίπτωση στον όγκο και την μορφή του ψωμιού.(Μελέτη Επί Ελληνικού Σίτου, 1970).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### **ΨΩΜΙ-ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΨΩΜΙΟΥ**

Το ψωμί αποτελεί βασικό στοιχείο της καθημερινής διατροφής των καταναλωτών κατέχοντας έτσι ο κλάδος αρτοποιίας εξέχουσα θέση στον ευρύτερο κλάδο των ειδών διατροφής. Τα εγχώριος παραγόμενα προϊόντα διακρίνονται σε βιομηχανοποιημένα-τυποποιημένα αρτοσκευάσματα και σε αρτοσκευάσματα που παράγονται από αρτοποιία ή διάφορα άλλα εργαστήρια ζαχαροπλαστικής και διατίθενται σε χύμα μορφή. Η ζήτηση των αρτοσκευασμάτων γίνεται κατά κύριο λόγο από εγχώριος παραγόμενα προϊόντα και σε μικρότερη κλίμακα από εισαγόμενα, οι ποσότητες των οποίων κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα

Οι βιομηχανίες αρτοσκευασμάτων προμηθεύονται τις πρώτες ύλες από την εγχώρια αγορά. Η κύρια πρώτη ύλη για την παρασκευή του ψωμιού είναι το αλεύρι, το οποίο αποτελεί το κυριότερο συντελεστή στην διαμόρφωση του κόστους του τελικού προϊόντος. Η χώρα μας θεωρείται αυτάρκης στην παραγωγή αλεύρων. Στο κλάδο της αλευροβιομηχανίας δραστηριοποιούνται αρκετές επιχειρήσεις, οι οποίες παράγουν αλεύρι, σμιγδάλι και άλλα υποπροϊόντα από την άλεση μαλακού και σκληρού σιταριού. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Συνδέσμου Αλευροβιομηχάνων Ελλάδος ο αριθμός των μυλών για το 2006 ανέρχεται στους 137 σημειώνοντας πτώση σε σχέση με το 2005 όπου ο αριθμός των μυλών ανέρχονταν στους 211 και η αντίστοιχη αλεστική δυναμικότητα αυτών υπολογίζονταν σε 13.466 τόνους το εικοσιτετράωρο. Η παραγωγή αλεύρου σίτου παρουσιάζει ανοδική τάση κατά την διάρκεια της περιόδου 1992-2001 με ετήσιο ρυθμό αύξησης 1,9%, ενώ το διάστημα 2002-2004 εμφανίζει πτωτική τάση με ρυθμό μείωσης 1.4%, φθάνοντας το 2004 σε 805 χιλιάδες τόνους πτώση που ήταν μεν προσωρινή, αφού το 2005 η παραγωγή αλεύρου σημείωσε αύξηση της τάξεως του 0.9% με το μέγεθος της παραγωγής να διαμορφώνεται στους 812 χιλιάδες τόνους. Η εγχώρια αγορά σίτου εμφάνισε ρυθμό αύξησης 1,2% το χρονικό διάστημα 1992-2003, το 2004 παρουσίασε μικρή πτώση σε σχέση με το προηγούμενο έτος ενώ το 2005 παρουσίασε αύξηση 0.8% έναντι του 2004. Οι αλευροβιομηχανίες διοχετεύουν την μεγαλύτερη ποσότητα αλεύρων (65-70%) στην βιοτεχνική αρτοποιία και το υπόλοιπο 30-35% κατανέμεται μεταξύ της μπσκοτοποιίας και της ευρύτερης βιομηχανίας ειδών διατροφής. Η κυριότερη κατηγορία αλεύρου που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ψωμιού είναι το αλεύρι τύπου 70% και αποτελεί το 50-60% της συνολικής παραγωγής αλεύρων. Με χαμηλότερο ποσοστό στην

συνολική παραγωγή αλεύρου (30%) ακολουθεί το αλεύρι κατηγορίας Μ, το οποίο μπορεί να αναμιχθεί με αλεύρι τύπου 70% για την παραγωγή χωριάτικου ψωμιού. Η κατηγορία τύπου πολυτελείας 55% καταλαμβάνει ποσοστό 7% ενώ το υπόλοιπο ποσοστό παραγωγής είναι της τάξεως του 5% και διοχετεύεται σε άλευρα ποικίλων τύπων, ειδικά άλευρα και προσμίξεις αλεύρων με βελτιωτικά και άλλες ουσίες.

Η τιμή σε συνδυασμό με το εισόδημα των καταναλωτών επηρεάζει την ζήτηση των τυποποιημένων αρτοσκευασμάτων. Το συσκευασμένο ψωμί λόγω χαμηλότερης τιμής έχει αποσπάσει σημαντικό μερίδιο από το φρέσκο ψωμί των αρτοποιείων. Επιπλέον η διαφήμιση παίζει σημαντικό ρόλο στην ζήτηση των τυποποιημένων αρτοσκευασμάτων με την έννοια ότι μπορεί να κατευθύνει το καταναλωτή σε συγκεκριμένα εμπορικά σήματα. Σύμφωνα με αποτελέσματα της έρευνας Οικογενειακών Προϋπολογισμών της ΕΣΥΕ, την περίοδο Φεβρουάριο 2004- Ιανουάριο 2005, η δαπάνη των νοικοκυριών για ψωμί και γενικότερα ειδών αρτοποιίας ανήλθε στο 27,78 σε ευρώ καλύπτοντας έτσι το 9,6% της συνολικής μέσης δαπάνης για είδη διατροφής. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τους καταναλωτές είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των προϊόντων όπως η γεύση, η ποιότητα, η θρεπτική αξία, η συσκευασία κ.λ.π και σε ορισμένες περιπτώσεις και η ευκολία πρόσβασης στα σημεία πώλησης από τα οποία μπορούν να προμηθευτούν το προϊόν.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 1.7 οι δείκτες τιμών καταναλωτή για το ψωμί και για τις φρυγανιές παρουσίασαν διαχρονική αύξηση την χρονική περίοδο 1990-2006 με ετήσιο ρυθμό αύξησης 6,83% και 7.80% αντίστοιχα. Ο γενικός δείκτης τιμών των ειδών διατροφής σημείωσε επίσης αύξηση την ίδια περίοδο με ετήσιο ρυθμό ανόδου 6,22%.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.7 Δείκτες τιμών καταναλωτή αρτοποιημάτων και ειδών διατροφής( Κλαδική μελέτη ICAP ΑΕ-Τυποποιημένα Αρτοποιήματα 2007)**

Έτη	Ψωμί	Φρυγανιές	Είδη διατροφής
1990	35,41	36,24	39,49
1991	42,04	43,06	46,50
1992	53,45	51,37	52,06
1993	61,35	57,10	57,16
1994	63,38	58,83	64,66
1995	66,24	65,06	69,91
1996	70,43	70,35	74,89
1997	71,91	72,60	77,94
1998	76,20	78,00	81,27
1999	78,04	79,95	83,27
2000	79,10	82,00	84,88
2001	83,43	84,69	89,35
2002	88,49	89,43	94,23
2003	90,62	93,02	99,00
2004	98,61	96,62	99,45
2005	100,0	100,0	100,0
2006	101,93	120,51	103,78
2005=100			Πηγή ΕΣΥΕ

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής των καταναλωτών, ο οποίος χαρακτηρίζεται από γρήγορους ρυθμούς οδηγεί στην κατανάλωση πρόχειρου φαγητού, συμπεριλαμβανομένων και των φρυγανιών, παξιμαδιών, κριτσινιών κ.λπ. Οι διατροφικές συνήθειες των καταναλωτών και ειδικότερα η προτίμηση κάποιας μερίδας καταναλωτών στα πιο υγιεινά προϊόντα έχει οδηγήσει στην αύξηση της ζήτησης προϊόντων όπως ψωμί ολικής άλεσης, αρτοποιήματα με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, οδηγώντας με αυτό τον τρόπο τις επιχειρήσεις στην δημιουργία νέων προϊόντων, διευρύνοντας την ποικιλία των αρτοποιημάτων. Ωστόσο ο Έλληνας καταναλωτής δείχνει ιδιαίτερη προτίμηση στα προϊόντα των παραδοσιακών αρτοποιειών και πρατηρίων λιανικής πώλησης, τα οποία διαθέτουν μη τυποποιημένα προϊόντα σε σχέση με τα τυποποιημένα προϊόντα.

Η μέση μηνιαία δαπάνη των νοικοκυριών για ψωμί και ειδών αρτοποιεία ανέρχεται σε Ε27,78, έναντι Ε288,96 για το σύνολο των ειδών διατροφής. Η υψηλότερη μέση μηνιαία δαπάνη για το ψωμί πραγματοποιείται από τα νοικοκυριά των αγροτικών περιοχών (Ε30,15) καλύπτοντας το 12,13% του συνόλου των αντίστοιχων μηνιαίων δαπανών για είδη διατροφής. Επιπλέον από τα στοιχεία της ίδιας έρευνας προκύπτει ότι το μεγαλύτερο μέρος της δαπάνης αφορά την κατηγορία ψωμί άσπρο, από καλαμπόκι σιμιγδάλι, η οποία αντιστοιχεί σε μέση μηνιαία αποκτηθείσα ποσότητα 10.2 κιλών ανά

νοικοκυριό. Στον Πίνακα 1.8 παρουσιάζονται ορισμένα διαθέσιμα αποτελέσματα της Έρευνας Οικογενειακών Προϋπολογισμών που πραγματοποίησε η Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος κατά το χρονικό διάστημα Φεβρουάριος 2004-Ιανουάριος 2005. (Κλαδική μελέτη ICAP ΑΕ-Τυποποιημένα Αρτοσκευάσματα 2007)

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.8 Μέσος Όρος Μηνιαίων Δαπανών για αρτοσκευάσματα κατά βαθμό αστικοποίησης (Κλαδική μελέτη ICAP ΑΕ-Τυποποιημένα Αρτοσκευάσματα 2007)**

Χαρακτηριστικά νοικοκυριών	Όλες οι περιοχές	Σύνολο αστικών περιοχών Σε Αξία	Περιφέρεια Πρωτεύουσας	Ημιαστικές περιοχές	Αγροτικές περιοχές
Είδη Διατροφής	288,96	297,02	305,84	307,4	251,61
Αλεύρι, ψωμί, δημητριακά	40,24	39,33	38,83	42,81	41,76
Ψωμί και είδη αρτοποιίας	27,78	26,63	26,1	29,6	30,51
Ψωμί μαύρο. Ολικής άλεσης	1,53	1,57	1,41	1,46	1,47
Ψωμί άσπρο	16,3	14,22	13,18	18,58	21,77
Ποσά σε Ε			Πηγή ΕΣΥΕ		

## 2.1 ΤΥΠΟΙ ΨΩΜΙΟΥ

Η γρήγορη ανάπτυξη και εξέλιξη της αρτοποιίας είναι αποτέλεσμα της δημιουργίας προϊόντων καλύτερης ποιότητας και μεγαλύτερης ποικιλίας στα είδη του ψωμιού.

Δημητριακά όπως το σιτάρι και η σίκαλη αποτελούν την βάση για μια τεράστια ποικιλία ψωμιών. Οι διαφορετικές ζύμες, οι διάφοροι μέθοδοι ψησίματος δίνουν ψωμιά διαφορετικής γεύσης με κυριότερο ρόλο αυτών των δημητριακών που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή του ψωμιού, από όπου παίρνουν και την ονομασία τους τα περισσότερα ψωμιά. Έτσι, δημιουργείται μια τεράστια ποικιλία ψωμιών. Μπορούμε να βρούμε σταρένιο ψωμί, ψωμί σίκαλης, μαύρο ψωμί, πολύσπορο ψωμί, ψωμί με κριθάρι, βρώμη, και καλαμπόκι, η γνωστή μπομπότα. Υπάρχουν όμως και ψωμιά με διαφορετικά υλικά όπως κρεμμύδι, καρύδια, γάλα, ξηροί καρποί, ψωμιά διαίτης.

Τα κυριότερα είδη είναι:

1) **Άσπρο ψωμί.** Στο συγκεκριμένο είδος ψωμιού χρησιμοποιείται αλεύρι από καλά κοσκινισμένο σιτάρι τύπου «Π» 55%.



**2) Ολικής άλεσης ή σταρένιο.** Προέρχεται από την άλεση ολόκληρου του σιταριού, το οποίο είναι πλούσιο σε φυτικές ίνες.

**3) Μαύρο ψωμί.** Το μαύρο ψωμί προέρχεται από ακοσκίνιστο αλεύρι ή από αλεύρι που περιέχει χοντροκομμένο αναποφλοιώτο το δημητριακό. Τα εξωτερικά στρώματα των δημητριακών εξασφαλίζουν ένα μεγάλο αριθμό απαραίτητων βιταμινών, μεταλλικών στοιχείων, λιπαρών οξέων, πρωτεϊνών και ινών. Διαφορετικά είδη σπόρων δημητριακών ή ξηρών καρπών δίνουν στο ψωμί διαφορετική γεύση. Το μαύρο ψωμί φτιάχεται από αλεύρι σίκαλης ή σταρένιο ακοσκίνιστο και χοντροκομμένο. Όσο περισσότερο ακοσκίνιστο είναι το αλεύρι σίκαλης τόσο πιο γεμάτη είναι η γεύση του ψωμιού και πιο εμφανής η στρυφνότητα του. [.\(www.cma-greece.gr/site/content.php?sel=35\)](http://www.cma-greece.gr/site/content.php?sel=35)

**4) Ψωμί σίκαλης.** Τα ψωμιά από σίκαλη ή μίγμα σίκαλης είναι πλούσια σε βιταμίνες και θρεπτικά στοιχεία. Όσο περισσότερη σίκαλη περιέχει τόσο πιο έντονη είναι η γεύση του ψωμιού. Το ψωμί σίκαλης φτιάχεται με αναλογία 90% αλεύρι σίκαλης και σε αναλογία 50-89% μίγμα σίκαλης. Το ψωμί σίκαλης παραμένει φρέσκο για μεγάλο χρονικό διάστημα.

**5)Πολύσπορο ψωμί.** Τα πολύσπορα ψωμιά φτιάχνονται από σίκαλη και σιτάρι σε αναλογία 89% σε σίκαλη και σιτάρι. Χρησιμοποιούνται και άλλα δημητριακά όπως το κριθάρι, η βρώμη, το καλαμπόκι, το ρύζι και το κεχρί.

**6) Σύμμεικτο ψωμί.** Παρασκευάζεται από ισόποση ανάμιξη αλεύρων κατηγορίας «Μ» με αλεύρι από σκληρό σιτάρι και αλεύρι Τ70%.

**7) Ιδιαίτερα αρτοσκευάσματα.** Τα ιδιαίτερα αρτοσκευάσματα ξεχωρίζουν από τα ιδιαίτερα δημητριακά από τα οποία φτιάχνονται και από την διαδικασία ψησίματος. Πολλά από αυτά περιέχουν κριθάρι, βρώμη ή καλαμπόκι και πρόσθετα όπως κρεμμύδι, καρύδια, ανάμικτα δημητριακά, σπόρους, καρυκεύματα , ακόμα και πρόσθετα ζωικής προέλευσης όπως γάλα, βούτυρο. Άλλα είδη ψωμιών φτιάχνονται με διαφορετική μέθοδο παρασκευής ζύμης και ιδιαίτερη μέθοδο ψησίματος όπως σε φούρνο με ξύλα, δίνοντας στο ψωμί διαφορετική γεύση.

Τα περισσότερα θρεπτικά συστατικά μας δίνονται από ψωμί ολικής άλεσης δηλαδή από ψωμί που παρασκευάστηκε από την άλεση ολόκληρου του δημητριακού. Το ολικής άλεσης ψωμί έχει τέσσερις φορές μεγαλύτερη ποσότητα φυτικών ινών και περισσότερο σίδηρο. Όσο πιο σκούρο, όσο πιο βαρύ είναι κάποιο ψωμί, τόσο μεγαλύτερη διατροφική αξία έχει (<http://www.cma-greece.gr/site/content.php?sel=35>).

## 2.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΨΩΜΙΟΥ

Τα στάδια παραγωγικής διαδικασίας ψωμιού αναφέρονται επιγραμματικά στον παρακάτω πίνακα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.9** Στάδια παραγωγής ψωμιού(ΕΦΕΤ, ΟΔΗΓΟΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΝΟ2, 2002)

1	Προμήθεια πρώτων υλών
2	Παραλαβή πρώτων υλών
3	Αποθήκευση- Διατήρηση πρώτων υλών: α) σε ψύξη β) σε κατάψυξη γ) στο περιβάλλον
4	Δοσολόγηση
5	Κοσκίνισμα
6	Ανάμιξη- Ζύμωμα- Παραμονή
7	Μορφοποίηση- Τοποθέτηση :α)ζύγιση β) τεμαχισμός γ) πλάσιμο
8	Τοποθέτηση σε στόφα
9	Θερμική επεξεργασία
10	Τοποθέτηση σε καλάθια-Παραμονή σε θερμοκρασία περιβάλλοντος
11	Συσκευασία
12	Μεταφορά
13	Έκθεση σε πρατήριο άρτου ή σε κατάστημα τροφίμων
14	Πώληση

### **2.2.1 Προετοιμασία πρώτων υλών**

Η επιλογή και ο ποιοτικός έλεγχος των πρώτων υλών αποτελεί πολύ σημαντικό μέρος στην διαδικασία παραγωγής ψωμιού. Οι πρώτες ύλες που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να είναι πολύς καλής ποιότητας ώστε το τελικό προϊόν να είναι υψηλής ποιότητας. Απαιτείται λοιπόν συστηματικός και ακριβείς έλεγχος των πρώτων υλών που θα χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ψωμιού.

Η τήρηση της αναλογίας των συστατικών πρέπει να είναι ακριβείς. Η χρήση διαφορετικής αναλογίας των συστατικών από την ενδεδειγμένη μπορεί να προκαλέσει αλλοίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του ψωμιού και η ποιότητά του να υποβαθμιστεί. Γι' αυτό το λόγο οι αναλογίες των συστατικών πρέπει να τηρούνται ώστε να μην έχουμε επιπτώσεις στην γεύση και στην ποιότητα του ψωμιού (Μασούρας, 2000).

### **2.2.2 Ανάμιξη των συστατικών και σχηματισμός του ζυμαριού**

Το κοσκινισμένο αλεύρι διοχετεύεται σε ένα βιομηχανικό αναμίκτη με ρυθμισμένη την θερμοκρασία του νερού. Προστίθενται επίσης, μαγιά και αλάτι δημιουργώντας έτσι το ζυμάρι.

Ο αναμίκτης είναι ουσιαστικά ένα εσωκλειόμενο τύμπανο όπου μέσα σε αυτό τα μηχανικά εξαρτήματα ζυμώνουν την ζύμη στην επιθυμητή του μορφή μέσα σε λίγα μόνο δευτερόλεπτα. Αν και η σύγχρονη παραγωγή ψωμιού είναι αυτοποιημένη το προσωπικό κρίνεται αναγκαίο για να ελέγχει την ελαστικότητα και την εμφάνιση της ζύμης. Η διαδικασία μίξης διαρκεί περίπου 12 λεπτά.

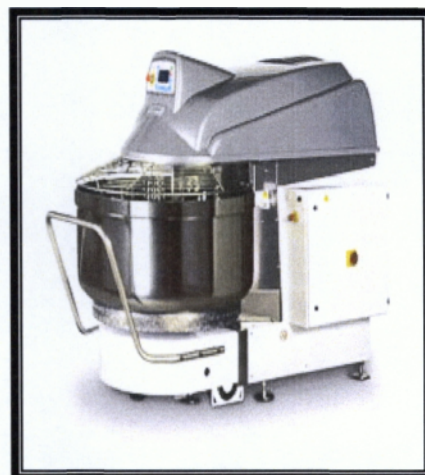
Το ζύωμα έχει σαν σκοπό την ανάμιξη των συστατικών και την μηχανική ανάπτυξη του πρωτεϊνικού πλέγματος δηλαδή την τάνυση και το ξεμπέρδεμα των ελικοειδών μακρομορίων της γλουτένης .

Κάθε αλεύρι υπό την μορφή ζυμαριού απαιτεί ένα άριστο χρόνο μάλαξης κατά την οποία αποκτά την μέγιστη συνεκτικότητά του . Την μέγιστη συνεκτικότητα ένα ζυμάρι την διατηρεί είτε για περισσότερο είτε για λιγότερο χρονικό διάστημα. Το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ένα ζυμάρι διατηρεί την μέγιστη συνεκτικότητά του χαρακτηρίζεται ως σταθερότητα του ζυμαριού. Αν η μάλαξη του ζυμαριού συνεχισθεί για περισσότερο χρονικό διάστημα η συνεκτικότητα του ζυμαριού μειώνεται και το ζυμάρι γίνεται πιο πλαδαρό και κολλώδες λόγω της μείωσης ικανότητας απορρόφησης του νερού. Όσο πιο δυνατό είναι ένα αλεύρι τόσο πιο αργά αποκτά την μέγιστη επιθυμητή συνεκτικότητά του ( δηλαδή η ενυδάτωση γίνεται πιο αργά), τόσο μεγαλύτερη είναι η σταθερότητά του και τόσο πιο αργός είναι ο ρυθμός πτώσεως της συνεκτικότητάς του όταν η μάλαξη συνεχισθεί

για περισσότερο χρονικό διάστημα. Την μέγιστη απόδοση σε ψωμί και την καλύτερη ποιότητα αυτού την παίρνουμε από ζυμάρι του οποίου η συνεκτικότητα είναι μέγιστη (Μασούρας, 2000).



Εικόνα 9 . Ανατρεπόμενο ζυμωτήριο  
(<http://cronuseqip.gr>)

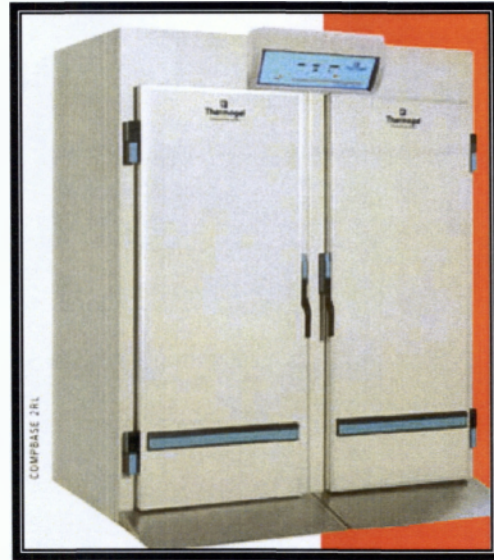


Εικόνα 10 . Εξερχόμενος κάδος  
(<http://cronuseqip.gr>)

### 2.2.3 Ωρίμανση

Σκοπός της ωρίμανσης είναι η πλήρης απορρόφηση του νερού από τα συστατικά του ζυμαριού, η ολοκλήρωση της ζύμωσης των σακχάρων , η παραγωγή αερίων και η διάσπαση των συστατικών του αλεύρου από τα ένζυμα του αλεύρου και της μαγιά για την δημιουργία ουσιών που συνεισφέρουν στο άρωμα και την γεύση του ψωμιού. Η θερμοκρασία και ο χρόνος του σταδίου αυτού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως οι πρώτες ύλες, το ποσοστό και το είδος της μαγιάς και ο τύπος του ψωμιού. Η ωρίμανση πραγματοποιείται στο θάλαμο ωρίμανσης (στόφα) και η υγρασία κυμαίνεται περίπου στους 80-90 °C (Μασούρας, 2000).





Εικόνα 11 – 12 . Στόφα ωρίμανσης(<http://eluid.gr>)

#### **2.2.4 Τεμαχισμός, μηχανικό πλάσιμο, ζύγιση, στρογγυλοποίηση και σχηματοποίηση του ζυμαριού.**

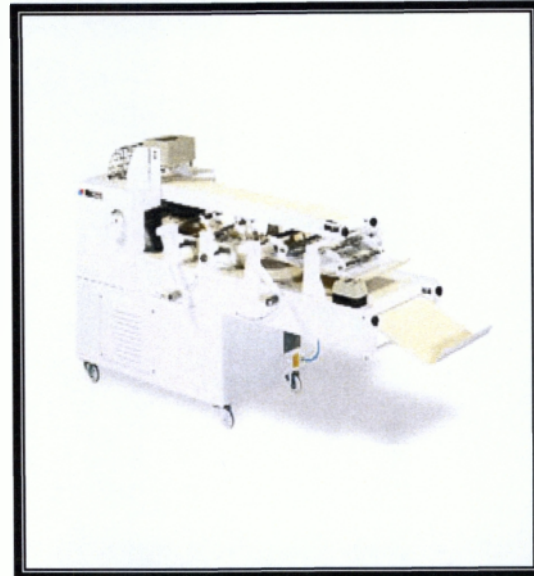
Κατά το στάδιο της ωρίμανσης ή στο τέλος αυτής πραγματοποιούνται διάφορες λειτουργίες όπως η σχηματοποίηση η διαμόρφωση και το κυλίνδρισμα του ζυμαριού. Περιστρεφόμενες λεπίδες κόβουν την ζύμη σε προκαθορισμένα βάρη και στην συνέχεια μια ζώνη μεταφορών κινούν τα κομμάτια της ζύμης προς μια μηχανή διαμορφώνοντας την ζύμη σε ανάλογα σχήματα.

Το στάδιο της σχηματοποίησης πραγματοποιείται για να εκδιωχθεί ο αέρας από τις μεγάλες φυσαλίδες, να δημιουργηθεί το απαιτούμενο σχήμα και να τοποθετηθεί το ζυμάρι σε φόρμες. Κατά το στάδιο αυτό το ζυμάρι θα πρέπει να είναι πιο εκτατό ώστε να σχηματοποιείται αμέσως. Η ρευστότητα του ζυμαριού αυξάνει με την προσθήκη μεγαλύτερης ποσότητας νερού, προσθήκη άλατος, αύξηση του χρόνου ζύμωσης, μεγαλύτερη θερμοκρασία στο θάλαμο ωρίμανσης , μεγαλύτερο χρόνο ανάμιξης.

Ωστόσο με την αύξηση της ρευστότητας μπορεί να δημιουργηθεί ένα επίπεδο ψωμί (τύπου λαγάνα) που για ορισμένους τύπους ψωμιού θεωρείται ανεπιθύμητο χαρακτηριστικό ( ψωμί του τοστ) (Μασούρας, 2000).



Εικόνα 13. Ζυγοκοπτικό  
(<http://www.fuip.gr>)



Εικόνα 14. Μηχανή πλάσεως  
(<http://www.fuip.gr>)

### 2.2.5 Ψήσιμο

Κατά την διάρκεια του ψησίματος εκτελούνται οι ακόλουθες βασικές διεργασίες:

- 1) Τα αέρια κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα υφίστανται διόγκωση, αυξάνοντας τον όγκο των κυψελίδων με ένα μέρος αυτών των αερίων να εκφεύγει.
- 2) Η γλουτένη στερεοποιείται με συνέπεια την διατήρηση της κυψελώδους δομής στο ψωμί.
- 3) Το άμυλο ζελατινοποιείται κατά το μέγιστο και υφίσταται δεξτρίνοποίηση εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών του φούρνου ιδιαίτερα στην εξωτερική επιφάνεια του ψωμιού δηλαδή στην κόρα με συνέπεια το χρώμα της κόρας να γίνεται πιο σκούρο. Το σκούρο χρώμα επίσης οφείλεται και στις αντιδράσεις Maillard δηλαδή στις μελανοιδίνες που δημιουργούνται από την αντίδραση των πρωτεϊνών και αμινοξέων με ανάγοντα σάκχαρα. Η ζελατινοποίηση του αμύλου αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου το ψωμί να καταστεί φαγώσιμο και πεπτό. Έτσι τα αμυλολυτικά ένζυμα του πεπτικού συστήματός μας μπορούν να διαλυτοποιηθούν και έτσι να αφομοιωθούν οι αμυλόκοκκοι.
- 4) Δημιουργείται το άρωμα και η γεύση του ψωμιού. Μεταξύ των αρωματικών ουσιών ανιχνεύονται οι αλδεύδες όπως η ακεταλδεΐδη, η φουρφουράλη, η φαινοκεταλδεΐδη. Το άρωμα του ψωμιού επηρεάζεται και από τα προϊόντα της αλκοολικής ζύμωσης όπως τα οργανικά οξέα, τις αλκοόλες, τους εστέρες.

Το ψήσιμο του ψωμιού γίνεται σε κλιβάνους και η θερμοκρασία που επικρατεί κυμαίνεται στους 200-250 °C. Η υγρασία προκειμένου να αποφευχθεί ο γρήγορος σχηματισμός της κρούστας και να δοθεί στο ζυμάρι ο απαιτούμενος χρόνος στο να αποκτήσει τον επιθυμητό όγκο πρέπει να διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα. Η θερμοκρασία κατά την διάρκεια του ψησίματος ανεβαίνει αργά και σπάνια υπερβαίνει τους 100 °C στο εσωτερικό του ζυμαριού. Υψηλότερη θερμοκρασία επικρατεί στην κρούστα του ψωμιού.

Το ψήσιμο αποτελεί το πιο σημαντικό στάδιο της αρτοποιήσης και η επιλογή και η χρήση του κατάλληλου αρτοκλιβάνου παίζει καθοριστικό ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα. Μια πρώτη διάκριση των αρτοκλιβάνων θα μπορούσε να γίνει ανάμεσα σε εκείνους που ψήνουν το ψωμί πάνω σε μια ειδική θερμαινόμενη πλάκα, το λεγόμενο ταμπάνι, και σε εκείνους στους οποίους το προϊόν ψήνεται από την επαφή με το ζεστό αέρα που κυκλοφορεί μέσα σε ένα ενιαίο θάλαμο ψησίματος και ονομάζονται αερόθερμοι. Οι ταμπανωτοί είναι φούρνοι πολυεπίπεδοι και ονομάζονται τελαρωτοί και το φούρνισμα γίνεται με τελάρα ή λαμαρίνες. Στην κατηγορία αυτή διακρίνουμε, με βάση τον τρόπο μετάδοσης της θερμικής ενέργειας, τους κυκλοθερμικούς, τους σωληνωτούς και τους ηλεκτρικούς. Στους αερόθερμους φούρνους όπου το προϊόν φορτώνεται σε καρότσι με λαμαρίνες εισέρχεται στο θάλαμο ψησεως και ψήνεται σε άμεση επαφή με τον αέρα και διακρίνουμε τους στατικούς και τους περιστρεφόμενου καροτσιού (Μασούρας, 2000).

#### **2.2.5.1 Κυκλοθερμικοί αρτοκλιβανοί**

Ο κυκλοθερμικός αρτοκλιβανός είναι ο πλέον διαδεδομένος, πρόκειται για ένα φούρνο πολυεπίπεδο με ορόφους τον έναν πάνω στον άλλον και ταμπανωτό δηλαδή ψήνει το ψωμί πάνω σε ταμπάνι.

Τα καυσαέρια που παράγονται στο θάλαμο καύσεως (εστία) από την λειτουργία του καυστήρα, διοχετεύονται και κυκλοφορούν, με την βοήθεια ενός ανεμιστήρα, μέσα σε ειδικά κανάλια ανάμεσα στο δάπεδο και στην οροφή των θαλάμων ψησίματος προκαλώντας την θέρμανσή τους ώστε όταν το ψωμί τοποθετηθεί πάνω στο ζεστό ταμπάνι να ψηθεί τόσο μέσω της επαφής με το ταμπάνι όσο και μέσω της ακτινοβολίας. Ο καυστήρας του φούρνου μπορεί να λειτουργήσει είτε με πετρέλαιο είτε με υγραέριο ή φυσικό αέριο.

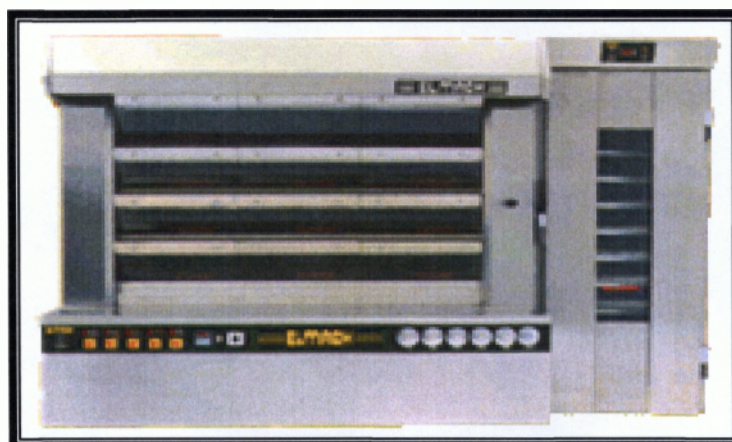
Ο κυκλοθερμικός φούρνος έχει την δυνατότητα να ψησει κάθε είδους αρτοσκεύασμα από το πιο μικρό έως το πιο μεγάλο. Το γεγονός ότι διαθέτει ταμπάνι τον καθιστά ιδανικό για το ψήσιμο μεγάλων τύπων ψωμιού όπως το χωριάτικο ψωμί, μεγάλα



καρβέλια και φρατζόλες έως και δύο κιλά τα οποία χρειάζονται να έρθουν σε επαφή με την θερμαινόμενη πλάκα για να ψηθούν.

Στα πλεονεκτήματά του συγκαταλέγεται το γεγονός ότι είναι ευέλικτος, δηλαδή μπορεί να κατεβάσει και να ανεβάσει θερμοκρασία δίνοντας την δυνατότητα να δημιουργηθούν οι καμπύλες ψησίματος σε όποια προϊόντα χρειάζεται και μετά το σβήσιμο του φούρνου η θερμοκρασία του μειώνεται αισθητά και έτσι μπορούν να ψηθούν προϊόντα που χρειάζονται χαμηλές θερμοκρασίες.

Είναι σχετικά ελαφρύς και μικρός σε διαστάσεις και η εστία του είναι ενσωματωμένη σε αυτόν. Έχει μεγάλη ποικιλία διαστάσεων και ορόφων και μπορεί να έχει ακόμη και δύο ζώνες θερμοκρασίας για ταυτόχρονο ψήσιμο διαφορετικών προϊόντων. Μπορεί να λειτουργήσει με συμβατικό χειριστήριο ωστόσο κυκλοφορούν και με ψηφιακό χειριστήριο ή και με κομπιούτερ με δυνατότητα αποθήκευσης προγράμματος ψησίματος (Τάλικα, 2005).



Εικόνα 15 . Κυκλοθερμικός αρτοκλίβανος(<http://:papakuriazis.gr>)

#### 2.2.5.2 Σωληνωτοί αρτοκλίβανοι

Ο σωληνωτός αρτοκλίβανος είναι ένας ταμπανωτός και πολυεπίπεδος φούρνος όπου στο ταβάνι και στο πάτωμα κάθε ορόφου υπάρχει κλειστό σύστημα σωληνώσεων νερού οι οποίες καταλήγουν στο θάλαμο καύσεως όπου και βρίσκεται ο καυστήρας. Εκεί τα καυσαέρια που παράγει ο καυστήρας, ζεσταίνουν τους σωλήνες, με αποτέλεσμα το νερό να μετατρέπεται σε ατμό υψηλής θερμοκρασίας και να κυκλοφορεί στις σωλήνες θερμαίνοντας τους ορόφους μέσα στους οποίους θα ψηθεί το ψωμί. Στο κλειστό αυτό κύκλωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκτός από το νερό και λάδι που έχει υψηλό σημείο βρασμού και υψηλό βαθμό θερμοχωρητικότητας( κρατάει περισσότερο θερμότητα). Σε αυτήν την περίπτωση, το λάδι αναπτύσσει υψηλή θερμοκρασία και με την βοήθεια μιας



αντλίας να κυκλοφορεί ανάμεσα στους ορόφους και να τους ζεσταίνει. Ο καυστήρας μπορεί να λειτουργήσει με πετρέλαιο ή αέριο. Και ο σωληνωτός φούρνος μπορεί να ψήσει μεγάλα ψωμιά.

Πλεονέκτημα του φούρνου αυτού είναι το ομοιόμορφο και ήπιο ψήσιμο ενώ μετά το σβήσιμο του φούρνου χάνει πολύ αργά τη θερμοκρασία του, δίνοντας την δυνατότητα ψησίματος και με κλειστό καυστήρα ενώ παραμένει ζεστός και την επόμενη μέρα. Ο σωληνωτός φούρνος διακρίνεται για την μεγάλη του θερμοσυγκράτηση, δε μπορεί να ανεβάσει και να κατεβάσει εύκολα θερμοκρασία και έτσι δεν μπορούμε να κάνουμε καμπύλες ψήσεως (Τάλικα, 2005).



Εικόνα 16 . Σωληνωτός αρτοκλιβανός(<http://www.cronus.gr>)

### 2.2.5.3 Ηλεκτρικοί αρτοκλιβανοί

Στην περίπτωση των ηλεκτρικών αρτοκλιβάνων ο φούρνος είναι πολυεπίπεδος και ταμπανωτός στους ορόφους των οποίων είναι εγκατεστημένες ηλεκτρικές αντιστάσεις οι οποίες ζεσταίνουν το ταμπάνι και την οροφή για να ψηθεί το ψωμί αργότερα.

Το ταμπάνι, και στην περίπτωση του ηλεκτρικού φούρνου, δίνει τη δυνατότητα να ψηθούν μεγάλα ψωμιά, ενώ η ευελιξία του στις θερμοκρασίες δίνει την δυνατότητα να ψηθούν και άλλα αρτοσκευάσματα.

Το μεγάλο πλεονέκτημα του φούρνου αυτού, είναι η ανεξαρτησία ψησίματος μεταξύ των θαλάμων, διαφορετική δηλαδή θερμοκρασία ανά όροφο ή και ακόμη διαφορετική θερμοκρασία ανάμεσα στο πάτωμα και τη οροφή κάθε ορόφου. Έτσι έχει τη δυνατότητα να ψήνει διαφορετικά προϊόντα που απαιτούν διαφορετικές θερμοκρασίες στο ψήσιμό τους αλλά και για ευαίσθητα προϊόντα που θέλουν διαφορετικές θερμοκρασίες πάνω και κάτω.

Μειονέκτημα του φούρνου αυτού είναι ότι δεν μπορεί να ανεβάσει θερμοκρασία πολύ εύκολα και μπορεί να δημιουργηθεί πρόβλημα σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, ωστόσο δεν χρειάζεται συντήρηση για το λόγο ότι δεν έχει καυστήρα. Απαιτούνται ειδική παροχή ρεύματος και ειδική ηλεκτρική εγκατάσταση, λειτουργώντας με ψηφιακό χειριστήριο που ρυθμίζει την θερμοκρασία, το χρόνο ψησίματος και τις άλλες λειτουργίες τους (Τάλικα, 2005).



Εικόνα 17 . Ηλεκτρικός αρτοκλίβανος(<http://www.artel.gr>)

#### 2.2.5.4 Αερόθερμοι αρτοκλίβανοι

Ο αερόθερμος αρτοκλίβανος διαθέτει ένα ενιαίο θάλαμο ψησίματος, που το ψήσιμο γίνεται από την άμεση επαφή με τον καυτό αέρα που κυκλοφορεί μέσα στο θάλαμο. Ο καυστήρας, που λειτουργεί μέσα στο θάλαμο καύσης, παράγει καυσαέρια τα οποία οδηγούνται σε ένα εναλλάκτη θερμότητας και ζεσταίνουν σωλήνες που περιέχουν αέρα. Ο αέρας, στην συνέχεια, με την βοήθεια ενός ανεμιστήρα, οδηγείται από ορισμένους διόδους μέσα στο θάλαμο ψησίματος και σε άμεση επαφή με το προϊόν προκαλεί το ψήσιμό του.

Στη κατηγορία αυτή, συναντάμε τους φούρνους σταθερού καροτσιού αλλά και περιστρεφόμενου, όπου το καρότσι γυρίζει σε μια περιστρεφόμενη πλατφόρμα με αποτέλεσμα να διανέμεται καλύτερα η θερμοκρασία σε όλη την επιφάνεια του προϊόντος. Ο καυστήρας μπορεί να λειτουργήσει με πετρέλαιο ή αέριο.

Ο αερόθερμος φούρνος είναι ιδανικός για μικρά αρτοσκευάσματα , περίπου του μισού κιλού, στα οποία δίνει καλή διόγκωση, ενώ δεν ενδείκνυται για το ψήσιμο μεγάλων ψωμιών.

Το βασικότερο πλεονέκτημα του φούρνου αυτού είναι η εξαιρετική ευκολία στο φόρτωμα και στο ξεφόρτωμα, καταλαμβάνει μικρό χώρο και είναι αρκετά οικονομικός.

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία αερόθερμων φούρνων αφού υπάρχουν περιστροφικοί με ένα, δύο ή και περισσότερα καρότσια, με ψηφιακό χειριστήριο ή κομπιούτερ με αποθηκευμένα προγράμματα, ενώ υπάρχουν αερόθερμοι με ορόφους που διαθέτουν ακόμα και ταμπάνι οι οποίοι μπορούν να φορτωθούν με τελάρο ανά όροφο αλλά και με ειδικό καρότσι (Τάλικα, 2005).



Εικόνα 18 . Αερόθερμος αρτοκλίβανος(<http://www.artel.gr>)

### 2.2.6 Ψύξη

Ο ψυκτικός θάλαμος αποτελεί ένα από τα βασικότερα εργαλεία που μαζί με τον αρτοκλίβανο και το ζυμωτήριο συμπληρώνει το βασικό εξοπλισμό για την παραγωγή του ψωμιού.

Το πλεονέκτημα της εφαρμογής ψύξης και κατάψυξης είναι πολλά και αφορούν στην δυνατότητα βελτίωσης της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων, στην οργάνωση του χρόνου εργασίας και στην αύξηση της παραγωγής.

Η ψύξη έδωσε την δυνατότητα αποθήκευσης ζυμών και ημιέτοιμων προϊόντων, όπου χρησιμοποιούνται ανάλογα με τις ανάγκες αυξάνοντας το μέγεθος και την ποικιλία παραγωγής. Ένα ακόμα πλεονέκτημα της ψύξης είναι ότι παρέχει ελεγχόμενες συνθήκες αποθήκευσης, επιτρέποντας την ασφαλή συντήρηση των πρώτων υλών και τροφίμων. Η φύση των πρώτων και βοηθητικών υλών, η κατάσταση στην οποία παραλαμβάνονται νωπές ή κατεψυγμένες καθορίζουν και τις συνθήκες στις οποίες πρέπει να διατηρηθούν. Πρώτες ύλες όπως το αβγό, η μαγιά, το γάλα πρέπει να συντηρηθούν σε θερμοκρασίες από  $0^{\circ}\text{C} - 4^{\circ}\text{C}$  (ψύξη). Πρώτες ύλες που παραλαμβάνονται σε κατεψυγμένη μορφή οι ενδεικτικές θερμοκρασίες κυμαίνονται μεταξύ  $-15^{\circ}$  έως  $-18^{\circ}\text{C}$  ( κατάψυξη).



Το ψωμί κατατάσσεται στην κατηγορία των νωπών αρτοσκευασμάτων που δεν περιέχουν πρόσθετες ύλες (λιπαρές και γλυκαντικές ουσίες) και μπορούν να το αντικαταστήσουν όπως τα κουλούρια, οι φρυγανιές, τα παξιμάδια. Η εφαρμογή της ψύξης δίνει το πλεονέκτημα αποθήκευσης νωπής ζύμης σε θαλάμους θερμοκρασίας 0 °C έως 4 °C ώστε να τη διατηρήσει για ένα μικρό χρονικό διάστημα που κυμαίνεται ανάλογα με το ποσοστό της μαγιάς που υπάρχει στο ζυμάρι από 8-10 ώρες έως μία μέρα. Η ζύμη πρέπει να βρίσκεται σε κατάλληλους περιέκτες και σκεπασμένη για να μην ξηράνεται και να μην αλλοιώνεται. Στους ψυκτικούς θαλάμους συντήρησης νωπών προϊόντων μπορούμε να συντηρήσουμε ημιέτοιμα ζυμάρια που έχουν περισσέψει, προζύμι ή μίγματα γενικής χρήσης που έχουμε ετοιμάσει από πριν για να τα προσθέσουμε στην συνέχεια.

Η ψύξη του ψωμιού επιτυγχάνεται πολύ γρήγορα γιατί όταν το ψωμί βγαίνει από το κλίβανο η ψίχα έχει στο κέντρο της θερμοκρασία 97°C και υγρασία 45% ενώ η κόρα γύρω στους 150°C και πολύ λίγη υγρασία. Κατά την διάρκεια της ψύξης η υγρασία διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα μέσω της κόρας, όπου αν το ποσοστό της υγρασίας αυξηθεί αρκετά χάνεται η τραγανότητα της. Η ψύξη του ψωμιού πρέπει να επιδιώκεται χωρίς απώλεια υγρασίας διότι διαφορετικά το ψωμί χάνει βάρος και αλλοιώνονται τα χαρακτηριστικά του. Οι κατάλληλες συνθήκες για την ψύξη του ψωμιού πραγματοποιείται στους 21°C με υγρασία 80% για περίπου τρεις ώρες.

Στην κατηγορία για την συντήρηση κατεψυγμένων αρτοσκευασμάτων ανήκουν τα προκατεψυγμένα ζυμάρια καθώς και τα προϊόντα ζύμης που έχουν ήδη πλαστεί και προψυχθεί σε ταχεία κατάψυξη και διατηρούνται σε θερμοκρασίες από -15 έως -18°C για αρκετές μέρες ακόμα και για βδομάδες. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι ότι αναστέλλεται πλήρως η δράση της μαγιάς και δεν υπάρχουν ενδογενείς μεταβολές και αλλοιώσεις καθώς το νερό και η υψηλή θερμοκρασία, συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη των παθογόνων μικροοργανισμών, βρίσκονται σε αδράνεια ή απουσιάζουν εντελώς. Επίσης στους ψυκτικούς θαλάμους κατεψυγμένων προϊόντων μπορούν να τοποθετηθούν προϊόντα που έχουν στοφαρισθεί ή ψηθεί ελαφρώς . Αυτά στην συνέχεια μπαίνουν απευθείας στο φούρνο για να ολοκληρωθεί το ψήσιμό τους.

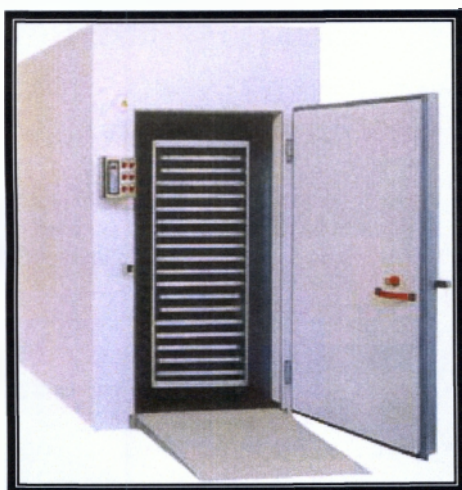
Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της κατάψυξης είναι ότι διατηρεί αναλλοίωτα για περισσότερο χρονικό διάστημα τα προϊόντα με την προϋπόθεση ότι τηρούνται αναγκαίες προϋποθέσεις ασφαλούς χρήσης όπως συσκευασίας ,καθαριότητας, απόστασης μεταξύ των προϊόντων για καλύτερη κυκλοφορία του αέρα.

Στην αγορά κυκλοφορούν μεγάλη ποικιλία ψυκτικών μηχανημάτων. Οι ψυκτικοί θάλαμοι συντήρησης νωπών ή κατεψυγμένων προϊόντων μπορεί να είναι λυόμενοι,



προκατασκευασμένοι, κτιστοί ή ακόμη και μεμονωμένοι μικροί μεσαίοι θάλαμοι. Ανάλογα με τις απαιτούμενες θερμοκρασίες συντήρησης, διαφοροποιείται και το είδος και ο βαθμός ισχύος του ψυκτικού μηχανήματος και το πάχος μόνωσης. Τα συστήματα βαθιάς ή ταχείας κατάψυξης έχουν την μορφή ντουλαπιών τούνελ, ή πύργων σπιδράλ. Στην περίπτωση των πύργων σπιδράλ ή των τούνελ τα προϊόντα τοποθετούνται, μεταφέρονται και ψύχονται σε σπειροειδή ταινία όπου κινείται κατά μήκος ή ύψος αντίστοιχα. Λειτουργούν συνήθως με υδροποιημένο άζωτο ή διοξείδιο του άνθρακα, στοιχεία με μεγάλη ψυκτική δύναμη καθώς και με ηλεκτρική ενέργεια. Άλλοι τύποι μηχανημάτων είναι τα συστήματα ψύξης εν κενό, οι στόφες-ψυγεία και οι θάλαμοι επιβράδυνσης της ωρίμανσης.

Οι χαμηλές θερμοκρασίες και οι συνθήκες υγρασίας και αέρα που επικρατούν στην κατάψυξη επιδρούν αρνητικά πάνω στην ποιότητα και την εμφάνιση των προϊόντων. Τα προϊόντα που περιέχουν μαγιά εμφανίζουν μετά την απόψυξη προβλήματα στη διάγκωση και οφείλεται στο γεγονός ότι ο όγκος και η ισχύς της μαγιάς μειώνεται κατά την διάρκεια που βρίσκεται στην κατάψυξη. Μεγαλύτερη ποσότητα μαγιάς και άμεση κατάψυξη του προϊόντος σε ταχεία κατάψυξη μπορούν να διορθώσουν το σφάλμα της διάγκωσης. Επίσης μπορούν να δημιουργηθούν ρωγμές και σκισίματα στην επιφάνεια που μπορούν να καταστρέψουν την όψη του ψωμιού γι' αυτό θα πρέπει να τοποθετηθεί σε περιέκτη σκεπασμένο ώστε να προστατεύεται από τον αέρα (Τζιάλλα, 2006).



Εικόνα 19 . Shock Κατάψυξη (-40°C)  
(<http://www.tokura-shoji-co.jp/gif/tsf.gif>)



Εικόνα 20 . Ψυγείο – Συντήρηση  
(<http://cbfood-tech.com>)

### 2.2.7 Συσκευασία του ψωμιού

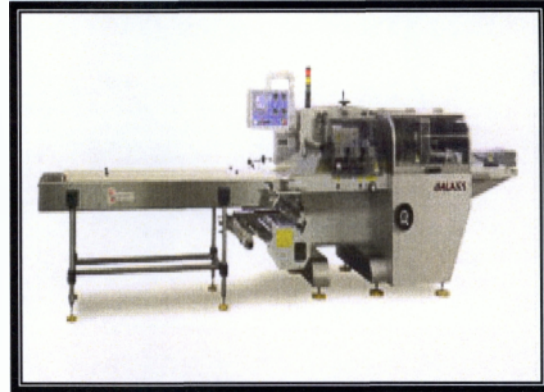
Ο βασικότερος σκοπός τη συσκευασίας είναι η προστασία του τροφίμου που κάθε φορά περιέχει. Στο διάστημα που μεσολαβεί από τη παραγωγή μέχρι την κατανάλωση, η συσκευασία οφείλει να διατηρήσει αναλλοίωτη την αρχική του ποιότητα. Σημαντικό είναι επίσης η συσκευασία να παρέχει άνεση και ασφάλεια στη μεταφορά του τροφίμου, να είναι εύκολη στη χρήση να έχει καλά εμφάνιση καθώς και χαμηλό κόστος. Εκτός βέβαια από την ανάγκη προστασίας του ψωμιού κατά την μεταφορά του, ένας ακόμα λόγος ύπαρξης της συσκευασίας είναι και η βελτίωση της εικόνας του προϊόντος. Ο αρτοποιός μπορεί να χρησιμοποιήσει τη συσκευασία ως μέσο διαφήμισης των προϊόντων του τυπώνοντας επάνω στη συσκευασία το λογότυπο και τα στοιχεία της επιχείρησης. Μια πρωτότυπη συσκευασία δίνει προστιθέμενη αξία σε οποιοδήποτε προϊόν, καθώς στα μάτια του καταναλωτή αντικατοπτρίζει όχι μόνο τη ποιότητα των προϊόντων αλλά και τη εικόνα της επιχείρησης. Η συσκευασία λειτουργεί παράλληλα και ως μέσο που δίνει τη δυνατότητα στο παραγωγό να διαφημίσει τα χαρακτηριστικά του προϊόντος του δηλαδή τα στοιχεία εκείνα που το διαφοροποιούν από άλλα προϊόντα.

Το καταλληλότερο υλικό για να έρθει σε επαφή με το προϊόν είναι το χαρτί. Σε αυτή τη κατηγορία ανήκει και το χαρτί αφής που είναι ένα από τα συνηθέστερα υλικά που έρχεται σε επαφή το ψωμί. Ωστόσο, το χαρτί αφής δεν μπορεί να θεωρηθεί ατομική συσκευασία καθώς κυκλοφορεί σε μορφή φύλλων και δεν προστατεύει ολόκληρο το προϊόν. Επομένως είναι ακατάλληλο να χρησιμοποιηθεί σε πρατήριο άρτου. Στη περίπτωση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί χαρτοσακούλα που δεν επιτρέπει την έκθεση του προϊόντος και το συντηρεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Το χαρτί που είναι το πιο ενδεδειγμένο για χρήση σε χαρτοσακούλα είναι το KRAFT. Πρόκειται για χαρτί αγνό, πρωτογενές υλικό το οποίο αποτελείται από καθαρή χαρτομάζα και διατίθεται σε καφέ η λευκό χρώμα. Ακόμη, για σακούλες χρησιμοποιείται και το χαρτί σελλυλόζας το οποίο προέρχεται από ανακυκλωμένο υλικό, ωστόσο δεν ενδείκνυται τόσο για τα προϊόντα αρτοποιίας.

Η συσκευασία του ψωμιού γίνεται πάνω σε μια μηχανή αποτελούμενη από οδοντωτές λεπίδες που κινούνται πάνω κάτω με μεγάλες ταχύτητες τεμαχίζοντας το ψωμί σε φέτες. Πάνω σε μια μεταλλική πλάκα οι φέτες κάθε φρατζόλας περνούν σε μια μηχανή τυλίγματος όπου οι πλαστικές σακούλες κλείνουν είτε μηχανικά είτε με θερμότητα (Βαρβαρίτη,2007).



Εικόνα 21 . Χειροκίνητο Συσκευαστικό  
(<http://www.fuirp.gr>)



Εικόνα 22 . Αυτόματο Συσκευαστικό  
(<http://www.fuirp.gr>)

## 2.3 ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Τα κρίσιμα σημεία ελέγχου είναι τα εξής:

1. Προμήθεια πρώτων υλών. Κατά την προμήθεια των πρώτων υλών είναι δυνατό να παραλάβουμε πρώτες ύλες που περιέχουν φυτοφάρμακα, ξένα αντικείμενα, έντομα και μικροοργανισμούς. Τα προληπτικά μέτρα που μπορούν να ληφθούν είναι καθορισμός των προδιαγραφών ποιότητας κατά την προμήθεια πρώτων υλών από αξιόπιστους προμηθευτές και πιστοποιητικό ποιότητας από τους προμηθευτές των πρώτων υλών.
2. Παραλαβή πρώτων υλών και συστατικών. Κατά την παραλαβή υπάρχει κίνδυνος παραλαβής προϊόντων που δεν έχουν προδιαγραφές ποιότητας και γιαυτό το λόγο πρέπει να γίνεται έλεγχος πιστοποιητικού ποιότητας, καθορισμός συνθηκών μεταφοράς και παραλαβή υλών, των οποίων δεν έχει λήξει η ημερομηνία και τα οποία διατηρούν την ακεραιότητά της συσκευασία τους.
3. Αποθήκευση και διατήρηση των πρώτων υλών. Ο κίνδυνος που μπορεί να υπάρχει είναι επιμόλυνση από μικροοργανισμούς λόγω ακατάλληλων συνθηκών, και επιμόλυνση από έντομα και ξένα σώματα. Τα προληπτικά μέτρα που πρέπει να πάρουμε είναι αποθήκευση των πρώτων υλών σε κατάλληλες συνθήκες με ψύξη <math>< 50^{\circ}\text{C}</math> και σε κατάψυξη <math>< -180^{\circ}\text{C}</math>, σωστός καθαρισμός και εξαερισμός.
4. Ζύγισμα. Τα υλικά πρέπει να ζυγίζονται ακριβώς στις ποσότητες που έχει ορισθεί για την παραλαβή επιθυμητού προϊόντος. Γι αυτό το λόγο πρέπει να οι ζυγαριές να είναι ακριβείας.
5. Κοσκίνισμα. Ο κίνδυνος που υπάρχει είναι μη καλό κοσκίνισμα και παραμονή ξένων σωμάτων, γι αυτό το λόγο πρέπει να γίνεται χρήση κατάλληλων κοσκίνων και τακτική συντήρηση και καθαρισμό των κοσκίνων.



6. Ανάμιξη-Ζύωμα-Παραμονή. Ο κίνδυνος που υπάρχει είναι επιμόλυνση των ζυμαριών από φθαρμένα σκευή και εξοπλισμό, επιμόλυνση από το προσωπικό όπως και από το νερό. Θα πρέπει να τηρείται πρόγραμμα καθαρισμού, συντήρηση του εξοπλισμού, κανόνες υγιεινής για το προσωπικό και νερό από το δίκτυο.

7. Μορφοποίηση. Κατά την μορφοποίηση του ζυμαριού είναι δυνατό να υπάρξει επιμόλυνση τόσο από τον εξοπλισμό όσο και από το προσωπικό. Και σε αυτήν την περίπτωση οι κανόνες υγιεινής για το προσωπικό αλλά και η τήρηση του προγράμματος καθαρισμού είναι απαραίτητοι.

8. Τοποθέτηση σε στόφα

9. Θερμική επεξεργασία. Κατά την θερμική επεξεργασία είναι δυνατόν να υπάρξει επιβίωση σπορογόνων μικροοργανισμών και γι αυτό το λόγο πρέπει να χρησιμοποιούμε καλής ποιότητας αλεύρι και την διατήρησή τους σε δροσερό μέρος και την κατανάλωσή του σε σύντομο χρονικό διάστημα, καθορισμός χρόνου και θερμοκρασίας ψησίματος.

10. Παραμονή σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Κατά την διάρκεια της παραμονής του στο περιβάλλον είναι δυνατόν να επιμολυνθεί από το μη καθαρό περιβάλλον, από το προσωπικό και από τον εξοπλισμό. Και σε αυτή την περίπτωση το πρόγραμμα καθαρισμού είναι απαραίτητο να πραγματοποιείται.

11. Τεμαχισμός. Ο κίνδυνος του τεμαχισμού συνιστάται και αυτός στην επιμόλυνση από το προσωπικό και από τον εξοπλισμό και ο καθαρισμός τους πρέπει να γίνεται τακτικά.

12. Τοποθέτηση σε πανέρια. Ο κίνδυνος αυτού του σημείου είναι η επιμόλυνση από μη καθαρά πανέρια.

13. Υλικά συσκευασίας. Τα υλικά συσκευασίας μπορούν να επιμολυνθούν από μικροοργανισμούς λόγω της άμεσης της συσκευασίας μετά τη θερμική επεξεργασία και γι αυτό το λόγο θα πρέπει η συσκευασία των προϊόντων να γίνεται μόνο όταν έχουν αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος.

14. Μεταφορά. Κατά τη μεταφορά το προϊόντα μπορούν να επιμολυνθούν από το μεταφορικό μέσο. Θα πρέπει η έκθεση του άρτου να γίνεται σε ανοικτούς περιέκτες μέσα σε γυάλινες προθήκες έκθεσης.

15. Έκθεση άρτου. Κατά τη έκθεση του άρτου το προϊόν μπορεί να επιμολυνθεί από ακατάλληλες συνθήκες και γι αυτό το λόγο η έκθεσή του πρέπει να γίνεται σε κατάλληλες σακούλες με χαμηλό ποσοστό υγρασίας.

16. Πώληση άρτου, Η επιμόλυνση του άρτου από μικροοργανισμούς και ξένα σώματα αποτελεί κίνδυνο και για αυτό η πώληση του άρτου πρέπει να γίνεται σε κατάλληλο περιτύλιγμα.(ΕΦΕΤ Οδηγός υγιεινής Νο 2, 2002).



## 2.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΡΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η τεχνική αρτοποιήσης που ακολουθείται κάθε φορά στην παραγωγή ψωμιού παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ψωμιού καλής ποιότητας. Ένα ψωμί χαρακτηρίζεται καλό όταν έχει ικανοποιητικό όγκο, ελκυστική εμφάνιση όσο αναφορά το σχήμα και το χρώμα, ομοιόμορφη και λεπτή κυψελωμένη και μαλακή δομή ώστε να μασιέται εύκολα αλλά και να είναι αρκετά συνεκτική ώστε να κόβεται σε λεπτές φέτες χωρίς να θρυμματίζεται εύκολα.

Η παρασκευή καλής ποιότητας ψωμιού εξαρτάται τόσο από τα χαρακτηριστικά των συστατικών όσο και από την τεχνική αρτοποιήσης. Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες τεχνικές αρτοποιήσης, εκείνη που η ωρίμανση γίνεται μαζικά, σε όλο τον όγκο του ζυμαριού για μερικές ώρες στην κατάλληλη θερμοκρασία και υγρασία (τεχνική βραδείας αρτοποιήσης) και εκείνη που αποφεύγεται η μαζική ωρίμανση και η διάρκεια της περιορίζεται σε μερικά λεπτά της ώρας (τεχνική ταχείας αρτοποιήσης) (Δημόπουλος, 1980).

### 2.4.1 Τεχνικές μαζικής ωρίμανσης

Χαρακτηριστικό στοιχείο της ωρίμανσης αυτής είναι ότι το ζυμάρι μετά τη μάλαξη αφήνεται μαζικά μέσα στο ζυμωτήριο για μερικές ώρες να ωριμάσει σε κατάλληλη θερμοκρασία.

Ένα ζυμάρι που αφήνεται να υποστεί ζύμωση, με ενδιάμεση σύντομη αναμάλαξη, λέγεται ότι ωριμάζει. Το ζυμάρι είναι στην αρχή σχετικά κολλώδες αλλά καθώς η ωρίμανση προχωράει γίνεται λιγότερο κολλώδες και πιο ελαστικό. Ένα ζυμάρι γίνεται βαθμιαία καλύτερο μέχρι να φθάσει σε μια άριστη κατάσταση ωριμότητας. Εάν το αφήνουμε να ωριμάσει περισσότερο χρονικό διάστημα τότε γίνεται λιγότερο ελαστικό και περισσότερο κολλώδες και η ποιότητα του ψωμιού αλλοιώνεται. Ένα ώριμο ζυμάρι για πλάσιμο έχει τη μέγιστη ελαστικότητα και εκτατότητα ενώ ένα ανώριμο ζυμάρι μπορεί να εκταθεί αλλά έχει ανεπαρκή ελαστικότητα ενώ το υπερώριμο ζυμάρι έχει την τάση να κόβεται όταν εκτείνεται. Όταν η άριστη κατάσταση ωριμότητας διατηρείται για αρκετό χρονικό διάστημα τότε λέμε ότι το αλεύρι έχει καλή ανθεκτικότητα στην ωρίμανση. Τα αδύνατα αλεύρια αποκτούν γρήγορα ένα σχετικό χαμηλό optimum, και έχουν μικρή ανθεκτικότητα στη ζύμωση, αντίθετα τα δυνατά αλεύρια δίνουν ικανοποιητικό optimum, σε μεγαλύτερο χρόνο, και έχουν καλή ανθεκτικότητα στη ζύμωση. Ένα καλής αρτοποιητικής ικανότητας αλεύρι χαρακτηρίζεται ότι έχει επαρκή ποσότητα και καλής

ποιότητας πρωτεΐνη, επαρκείς ποσότητες αμυλασικών ένζυμων, χαμηλή υγρασία και ικανοποιητικό χρώμα.

Η τεχνική μαζικής ωρίμανσης διακρίνεται στη τεχνική της ταχείας αρτοποιήσης και στην τεχνική της βραδείας αρτοποιήσης (<http://www.dovesfarm-organic.co.uk/organic/bread-baking.htm>).

#### **2.4.1.1 Τεχνική ταχείας αρτοποιήσης**

Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται κυρίως στην Αγγλία. Οι αναλογίες των συστατικών περίπου είναι: μαγιά 1,25%, αλάτι 1,8% και νερό όσο χρειαστεί περίπου 50-65% ανάλογα με τον τύπο και την δύναμη του αλεύρου. Η θερμοκρασία του νερού ρυθμίζεται ώστε το ζυμάρι να αποκτήσει θερμοκρασία της τάξεως των 27°C. Η μαγιά διασπείρεται σε μικρή ποσότητα νερού, και το αλάτι διαλύεται χωριστά σε άλλη ποσότητα νερού, για να αποφευχθεί η πλασμόλυση της μαγιάς. Το αιώρημα της μαγιάς, το διάλυμα του αλατιού και το υπόλοιπο νερό αναμιγνύονται με το αλεύρι στο ζυμωτήριο και μετά την μάλαξη αφήνουμε το ζυμάρι σκεπασμένο να ωριμάσει.

Μετά από δύο ώρες το ζυμάρι ξαναδουλεύετε στο ζυμωτήριο για 5 λεπτά και αφήνετε πάλι να ωριμάσει για μία ώρα περίπου. Μετά το ζυμάρι κόβεται με το χέρι ή μηχανικά σε μικρά κομμάτια, ανάλογα με το βάρος του ψωμιού που επιθυμούμε. Τα κομμάτια του ζυμαριού στρογγυλοποιούνται με το χέρι ή τον μηχανικά με τον στρογγυλοποιητή, τοποθετούνται στα τελάρα με το караβόπανο και εισάγεται στην πρώτη στόφα (ατμοθάλαμο) θερμοκρασίας 27°C για περίπου 10-20 λεπτά.

Στην περίπτωση της μηχανοποιημένης αρτοποιήσης, τα ζυμάρια κινούνται σε ειδικές κοιλότητες ενός περιστρεφόμενου συστήματος καθόλη την διάρκεια μέσα στην στόφα. Στην συνέχεια αφού τα ζυμάρια ξεκουραστούν πλάθονται ελαφρά με το χέρι για καλύτερη κατανομή του CO<sub>2</sub> και τους δίνεται το επιθυμητό σχήμα. Κατά την διάρκεια του μηχανικού πλασίματος και σχηματοποίησης τα ζυμάρια παίρνουν την μορφή λουκάνικου, στην συνέχεια τοποθετούνται σε φόρμες και εισάγονται σε μια δεύτερη στόφα θερμοκρασίας 35-38°C για 40-60 λεπτά. Ακολουθεί το ψήσιμο στο φούρνο σε θερμοκρασία 220-250°C για 40-50 λεπτά, ανάλογα βέβαια και με τον τύπο του ψωμιού και το βάρος τους γιατί μεγάλου βάρους ψωμιά απαιτούν χαμηλές θερμοκρασίες ενώ μικρότερου βάρους ψωμιά θέλουν υψηλότερες θερμοκρασίες.

Κατά την εισαγωγή του ψωμιού στο φούρνο διαβιβάζεται ατμός προκειμένου να παρεμποδιστεί ο άμεσος σχηματισμός κρούστας στο ζυμάρι και για να προσδώσει στην κόρα γυαλάδα.

Στην χώρα μας η μέθοδος ταχείας αρτοποιίας εφαρμόζεται με σύντμηση του χρόνου ωρίμανσης από τρεις ώρες σε μία ώρα και αντί για αναμάλαξη του ζυμαριού γίνεται σύντομη κυλίνδρωση αυτού για την ομογενοποίηση της δομής του. Τα ζυμάρια που κόβονται και μορφοποιούνται εισάγονται σε μία μόνο στόφα θερμοκρασίας 35<sup>0</sup>C για περίπου μία ώρα μέχρι να φουσκώσουν.(Δημόπουλος, 1980).

#### 2.4.1.2 Τεχνική βραδείας αρτοποιίας.

Η τεχνική βραδείας αρτοποιίας είναι αρκετά διαδεδομένη στην χώρα μας, διαφέρει από την τεχνική ταχείας αρτοποιίας στο ότι χρησιμοποιείται στην αρχή ένα προζύμι με μικρό μέρος του αλεύρου με όλη την μαγιά και επαρκή ποσότητα νερού ώστε να πάρουμε ένα ζυμάρι κανονικής συνεκτικότητας. Το ζυμάρι αφήνεται να ωριμάσει για μερικές ώρες και στην συνέχεια το ώριμο προζύμι τοποθετείται στο ζυμωτήριο όπου και προστίθεται όλο το αλεύρι νερό και αλάτι. Το μίγμα ανακατεύεται μέχρι να αποκτήσει την κατάλληλη συνεκτικότητα για περίπου 8-15 λεπτά και αφήνεται το ζυμάρι να υποστεί μια ζύμωση για 35-40 λεπτά. Ακολουθεί ελαφρό πλάσιμο, κυλίνδρωση και κοπή του ώριμου ζυμαριού και τοποθέτηση του σε μία στόφα θερμοκρασίας 35<sup>0</sup>C για 40-60 λεπτά.

Στην βραδεία αρτοποιία απαιτείται μικρότερη ποσότητα μαγιάς και το ψωμί που παράγεται με την μέθοδο αυτή είναι πιο εύγευστο που οφείλεται στην δημιουργία περισσότερων γευστικών και αρωματικών ουσιών αποτέλεσμα του μεγαλύτερου χρόνου ζύμωσης (Δημόπουλος 1980).

## 2.4.2 Τεχνική με έντονη μηχανική ανάδευση

Εκτός από την μαζική ωρίμανση του ζυμαριού υπάρχει και η ωρίμανση του ζυμαριού που μπορεί να επιτευχθεί μέσα σε λίγα λεπτά με έντονη μηχανική ανάδευση. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες: Οι τεχνικές *Domaker* όπου αποτελεί την πιο αυτοποιημένη μέθοδο με πολύ γρήγορη ωρίμανση και με χρήση οξειδωτικών αναγωγικών ουσιών, η τεχνική *Amiflow* όπου χαρακτηρίζεται από πολλά στάδια προωρίμανσης τους αρχικού ζυμαριού και την τεχνική *Chorleywood* (Δημόπουλος 1980).

### 2.4.2.1 Τεχνική αρτοποιήσεως Chorleywood

Στην τεχνική αυτή η μαζική ωρίμανση αντικαθίστανται από μια έντονη μάλαξη του ζυμαριού. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείται ειδικό ζυμωτήριο μεγάλης ταχύτητας. Η μέθοδος αυτή χαρακτηρίζεται: α) από την κατανάλωση σημαντικής ποσότητας ενέργειας στο ζυμάρι για πέντε λεπτά περίπου β) από την χημική οξείδωση με ασκορβικό οξύ σε μεγάλες δόσεις( περίπου 75ppm) γ) από την προσθήκη λίπους (περίπου 0,7%) και περισσότερο νερού. Η ποσότητα της μαγιάς είναι δύο φορές περίπου περισσότερη από ότι χρησιμοποιείται στις άλλες τεχνικές. Ο λόγος της προσθήκης λίπους είναι να βελτιώσει την συγκράτηση αερίων από το ζυμάρι στα πρώτα στάδια της αρτοποιήσεως.

Τα πλεονεκτήματα της τεχνικής αυτής είναι η αποφυγή της μαζικής ωρίμανσης, η πρόσθετη απόδοση σε ζυμάρι περίπου 7%, αύξηση της απόδοσης σε ψωμί κατά 4%. Η εξοικονόμηση χώρου και η μεγαλύτερη δυνατότητα ελέγχου της παραγωγής. Επιπλέον με την τεχνική αυτή αλεύρι με πρωτεΐνη λιγότερη κατά 1% από εκείνη που απαιτείται στην μαζική ωρίμανση μπορεί να δώσει ψωμί της ίδιας ποιότητας (Δημόπουλος 1980).

## 2.5 ΕΛΑΤΤΩΜΑΤΑ ΖΥΜΑΡΙΩΝ

Οι ζύμες είναι ένα από τα βασικότερα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας των αρτοσκευασμάτων. Ειδικότερα κατά την διαδικασία του ζυμώματος του ψωμιού κάθε στάδιο, από το πρώτο έως το τελευταίο είναι κρίσιμης σημασίας τόσο για την εμφάνιση όσο και για την γεύση του τελικού προϊόντος που θα αγοράσει ο καταναλωτής.

Το ζύωμα των υλικών και η ωρίμανση της ζύμης είναι παράγοντες που καθορίζουν τη γεύση του ψωμιού, τη δομή του τελικού προϊόντος καθώς επίσης την υφή της κόρας και της ψίχας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι μέθοδοι ζυμώματος και πως αυτές επηρεάζουν τη ζύμη. Η παραδοσιακή μέθοδος ζυμώματος (σε αργή ταχύτητα) στηρίζεται



σε ελεγχόμενη αργή ανάμιξη των υλικών επιτρέποντας έτσι στη ζύμη να σχηματιστεί αργά. Μετά το ζύμωμα με την αργή μέθοδο χρειάζεται χρόνος για να ξεκουραστεί το ζυμάρι και να αποκτήσει το ιδανικό μέγεθος. Αφήνοντάς το να ξεκουραστεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μπορούμε να κάνουμε οικονομία στη χρήση της μαγιάς. Το ψωμί που παρασκευάζεται με αυτή τη μέθοδο είναι εύγεστο, αφράτο και με χαρακτηριστικό άρωμα. Από την άλλη πλευρά το γρήγορο ζύμωμα (ταχεία μέθοδο αρτοποιήσης) χαρακτηρίζεται από μειωμένη διάρκεια ζυμώματος, σε ταχύτητες δύο φορές πιο ισχυρή με την προηγούμενη μέθοδο. Με αυτό τον τρόπο ενσωματώνεται στη ζύμη μεγάλο ποσοστό αέρα αλλά απαιτείται και μεγαλύτερο ποσοστό μαγιάς σε σχέση με το παραδοσιακό ζύμωμα λόγω μείωσης του χρόνου της διαδικασίας παραγωγής. Το ψωμί σε αυτή τη περίπτωση είναι πιο άνοστο σε γεύση χωρίς ιδιαίτερο άρωμα λόγω του περιορισμένου χρόνου ξεκούρασης και ωρίμανσης, πολύ φουσκωμένο και με λευκή ψίχα. Τελευταία όμως έχει επικρατήσει η ενδιάμεση μέθοδος ζυμώματος κάτι ανάμεσα στην παραδοσιακή και ταχεία μέθοδο που επιτρέπει στο ψωμί να έχει ευχάριστη γεύση, αφράτη ψίχα και ικανοποιητικό όγκο. Όσον αφορά την ωρίμανση πρόκειται για μια φάση η οποία είναι συνδεδεμένη με τη φάση του ζυμώματος και αυτό γιατί ο χρόνος ωρίμανσης που χρειάζεται η ζύμη όταν έχει χρησιμοποιηθεί η παραδοσιακή μέθοδος είναι περισσότερος σε σχέση με το χρόνο που χρειάζεται η ζύμη που έχει παρασκευαστή με τη ταχεία μέθοδο.

Τα κυριότερα ελαττώματα είναι τα εξής:

#### 1) Ζύμη πολύ σκληρή.

Η ζύμη είναι αρκετά σφιχτή και σκληρή και αυτό γίνεται αντιληπτό ακόμα και με την υφή. Επίσης μπορεί να παρουσιάσει πρόβλημα στο φούσκωμα και να έχει την τάση να διαλύεται και να θρυμματίζεται. Η ανεπαρκής ποσότητα νερού στο ζύμωμα και η χαμηλή υγρασία στο αλεύρι ή η μεγάλη ποσότητα πρωτεΐνης στο αλεύρι αποτελούν τα αίτια του ελαττώματος αυτού. Η λύση στο ελάττωμα αυτό είναι η μείωση στο χρόνο ωρίμανσης και η προσθήκη του νερού σε αργή ταχύτητα.

#### 2) Ζύμη πολύ μαλακή

Η συγκεκριμένη ζύμη είναι μια ζύμη μαλακή, κολλώδης, αφήνει αρκετή ποσότητα νερού και έχει την τάση να «απλώνει». Αυτό οφείλεται στην χαμηλή ποσότητα πρωτεΐνης στο αλεύρι, στο μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας στο εσωτερικό της, στην έλλειψη βελτιωτικού ή στην έλλειψη αλατιού στη ζύμη. Η αύξηση του χρόνου της πρώτης φάσης ωρίμανσης της ζύμης και μείωσης της δεύτερης φάσης δηλαδή το χρόνο από τη στιγμή που πλάθουμε το ψωμί μέχρι την στιγμή που το βάζουμε στο φούρνο αποτελούν την λύση στο ελάττωμα αυτό.

### 3) Αδύνατη ζύμη

Η ζύμη αυτή είναι πολύ χαλαρή και έχει την τάση να «απλώνει». Οι αιτίες αυτού του προβλήματος προέρχονται από αλεύρι με περιορισμένη ποσότητα γλουτένης, αλεύρι προερχόμενο από προβληματικό σιτάρι, υπερβολική ποσότητα νερού, χρήση μικρής δόσης βελτιωτικού ή στον περιορισμένο χρόνο ωρίμανσης. Στην ζύμη αυτή χρειάζεται πιο εντατικό ζύμωμα, αύξηση της θερμοκρασίας του νερού και πλάσιμο πιο σφιχτό.

### 4) Δυνατή ζύμη

Η ζύμη αυτή έχει την τάση να σχίζεται και αυτό οφείλεται στο υψηλό ποσοστό γλουτένης στο αλεύρι, σε χαμηλό ποσοστό υγρασίας, σε πολύ ζεστό ή κρύο νερό, στην υπερβολική ποσότητα μαγιάς και στο υπερβολικό ζύμωμα και ωρίμανση από όσο χρειάζεται. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να περιοριστεί ο χρόνος ωρίμανσης, θα πρέπει να αυξηθεί το ποσοστό υγρασίας ή να χρησιμοποιείται πιο μαλακό σιτάρι.

### 5) Ζύμη που δεν έχει ωριμάσει

Οι αιτίες του ελαττώματος αυτού είναι η έλλειψη μαγιάς, η έλλειψη του χρόνου ωρίμανσης και η έλλειψη ενζυματικής δράσης στο αλεύρι. Η αύξηση της μαγιάς και η αύξηση της θερμοκρασίας της ζύμης προς το τέλος του ζυμώματος καθώς και ψήσιμο σε υψηλότερες θερμοκρασίες βοηθά στην λύση του προβλήματος.

### 6) Ζύμη που «απλώνει»

Πρόκειται για μια ζύμη που προέρχεται από χαμηλής θερμοκρασίας ζύμη, υψηλό ποσοστό νερού, έλλειψη μαγιάς και περιορισμένο χρόνο ωρίμανσης. Η χρήση περισσότερης ποσότητας βελτιωτικού βοηθά στην ενίσχυση της πλαστικότητας της ζύμης.

### 7) Ζύμη πολύ κολλώδης

Η αιτία της ζύμης αυτής είναι η υψηλή υγρασία του αλεύρου και το υψηλό ποσοστό νερού. Η αύξηση της θερμοκρασίας προς το τέλος του ζυμώματος βοηθά στο πρόβλημα αυτό.

### 8) Ζύμη που θρυμματίζεται

Ο ξηρός καιρός, η υψηλή θερμοκρασία ζύμης και η έλλειψη νερού κάνουν την ζύμη να θρυμματίζεται. Θα πρέπει να αποφευχθεί η έκθεση της ζύμης σε ρεύματα αέρα, ενίσχυση της υγρασίας και ελάττωση της θερμοκρασίας (Βαρβαρίτη, 2007).

## 2.6 ΜΠΑΓΙΑΤΕΜΑ – ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΨΩΜΙΟΥ

Κάθε αρτοποιητικό προϊόν που έχει μαλακή και σπογγώδη μορφή μπαγιατεύει. Το μπαγιάτεμα ή παλαίωση είναι ανάλογο με την περιεχόμενη υγρασία. Όσο υψηλό διατηρείται το επίπεδο της αρχικής υγρασίας τόσο μεγαλύτερη είναι και η διατηρησιμότητα των προϊόντων.

Στο ψωμί διακρίνουμε δύο ειδών παλαίωσης: 1) την παλαίωση της ψίχας και 2) την παλαίωση της κόρας. Η κόρα μετά το κλιβανισμό είναι χαρακτηριστικά ξερή και τραγανή. Κατά την παλαίωση η κόρα γίνεται μαλακή, αλλοιώνεται η οσμή και η γεύση της, και αλλάζουν τα αρχικά χαρακτηριστικά της, όπου γίνεται δερματώδης και γλοιώδης. Το φαινόμενο αυτό είναι αποτέλεσμα της μεταφοράς της υγρασίας από το εσωτερικό του αρτοσκευάσματος προς την επιφάνεια. Αν ο καιρός είναι υγρός, η ταχύτητα μπαγιατέματος και ο βαθμός παλαίωσης αυξάνεται γιατί η κόρα ως υγροσκοπική απορροφά υγρασία από τον αέρα. Αυτό συμβαίνει και σε συσκευασμένα αρτοσκευάσματα με υλικά αδιαπέραστα στην υγρασία, όπου η περίσσεια της υγρασίας δεν μπορεί να εξατμιστεί. Για το λόγο αυτό η συσκευασία πρέπει να παρέχει μέτρια προστασία από την υγρασία.

Σε αντίθεση με το μαλάκωμα της κόρας όταν το ψωμί μπαγιατεύει στην ψίχα παρατηρείται το αντίθετο φαινόμενο. Η ψίχα γίνεται ξερή, εύθρυπτη και σκληρή, ενώ το μέγεθος των πόρων αυξάνεται και η ικανότητα πρόσληψης νερού μειώνεται κατά πολύ. Παράλληλα συμβαίνουν αλλαγές, εξαφανίσεις ή εμφάνιση νέων οσμών και γεύσεων. Το μπαγιάτεμα της ψίχας δεν οφείλεται στο χάσιμο της υγρασίας, αλλά στην βραδεία μεταβολή του αμύλου από άμορφο σε κρυσταλλικό, το οποίο δεσμεύει λιγότερο νερό σε θερμοκρασίες μικρότερες από 55<sup>0</sup>C. Η μεταβολή αυτή οδηγεί σε συρρίκνωση και σκλήρυνση των αμυλόκοκκων και στην βαθμιαία αποκόλληση τους, από το γλουτεϊνικό πλέγμα με συνέπεια την ευθρυπτότητα. Το μπαγιάτεμα μπορεί να παρεμποδιστεί σε θερμοκρασίες μικρότερες από -18<sup>0</sup>C ή μεγαλύτερες από 55<sup>0</sup>C.

Το φρέσκο ψωμί έχει μαλακούς διογκωμένους αμυλόκοκκους ενσωματωμένους σε σκληρή ζελατινώδη δομή αμυλόζης. Ενώ όσο το ψωμί παλιώνει, η αμυλοπηκτίνη που βρίσκεται στους αμυλόκοκκους επαναδιατάσσεται και σκληραίνουν οι αμυλόκοκκοι, οπότε σκληραίνει και μπαγιατεύει όλο το ψωμί (Μασούρας, 2000).

### 2.6.1 Διατήρηση του ψωμιού

Η ταχύτητα μαγιατέματος εξαρτάται από την θερμοκρασία και συγκεκριμένα είναι μεγαλύτερη στις χαμηλότερες θερμοκρασίες και ιδιαίτερα στους 0°C. Το ψωμί δεν μαγιατεύει είτε σε χαμηλές θερμοκρασίες δηλαδή κάτω από -18°C είτε σε υψηλές θερμοκρασίες πάνω από 43°C.

Σε υψηλές θερμοκρασίες και για μεγάλο χρονικό διάστημα καλό είναι να μην διατηρούνται τα αρτοσκευάσματα διότι δημιουργούνται δυσάρεστες γεύσεις και σκουραίνει η ψίχα. Το ψωμί ξαναγίνεται φρέσκο με την θέρμανσή του στους 50°C με την προϋπόθεση η υγρασία του ψωμιού να είναι μεγαλύτερη από 30%. Η διατηρησιμότητα του ψωμιού παρατείνεται και με την προσθήκη μονογλυκεριδίων. Η επιβράδυνση του μαγιατέματος μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση βακτηριακών α-αμυλασών που είναι θερμοάντοχες και δεν καταστρέφονται μετά το κλιβανισμό. Υδρολύουν το άμυλο κατά την αποθήκευση του ψωμιού. Προστίθεται σε ποσότητες κυρίως 0,1-0,3% κ.β αλεύρου ωστόσο η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιείται ιδιαίτερα γιατί τα αρτοσκευάσματα πρέπει να έχουν σταθερή θερμοκρασία, διότι αν έχουν χαμηλή θερμοκρασία οι αμυλάσες δεν λειτουργούν ενώ αν έχουν υψηλή θερμοκρασία η υδρόλυση είναι έντονη και το ψωμί θα λασπώσει. Σημαντικό ρόλο στην διατηρησιμότητα του ψωμιού παίζουν και το ποσοστό πρωτεΐνης των αλεύρων. Άλευρα με υψηλό ποσοστό πρωτεϊνών έχουν μικρό βαθμό παλαίωσης ενώ άλευρα με μικρό ποσοστό πρωτεϊνών έχουν μεγάλη ταχύτητα και βαθμό παλαίωσης.

Η συσκευασία παρατείνει την διατηρησιμότητα και την νοστιμιά του ψωμιού γιατί παρεμποδίζει την διαφυγή υγρασίας και την απώλεια των οσμών. Στην διατηρησιμότητα των προϊόντων συντελούν και ορισμένα συστατικά όπως το γάλα, η ζάχαρη, η βύνη και διάφορα αρτύματα όπως οι σταφίδες που έχουν την ικανότητα να συγκρατούν την υγρασία και να την αποδίδουν βαθμιαία στο ψωμί (Μασούρας, 2000).



## 2.7 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΨΩΜΙΟΥ

Οι μικροβιολογικές αλλοιώσεις του ψωμιού είναι:

### 2.7.1 Ιξώδης αλλοίωση

Η ιξώδης αλλοίωση θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ο φόβος και ο τρόμος των αρτοποιών. Η μόλυνση απαιτεί υπομονή και επιμονή προκειμένου να εξαλειφθεί εντελώς από την παραγωγική μονάδα. Η καθαριότητα σε όλους τους χώρους και κυρίως στα μηχανήματα που έρχονται σε άμεση επαφή με τα ζυμάρια, πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη σχολαστικότητα. Συνήθως ο βάκιλος εμφανίζεται σε σημεία όπου η ζύμη δεν έχει φουσκώσει καλά και έχει συγκεντρωθεί υγρασία. Επίσης εμφανίζεται σε ψωμιά που δεν είναι ψημένα καλά και σε περιπτώσεις που έχουν μείνει σε πανέρια ή καλάθια κλειστά, χωρίς καλό αερισμό (Δεληκάρης, ).

Η αλλοίωση προκαλείται από ορισμένα στελέχη του *Bacillus subtilis* (*Bacillus mesentericus*, *Bacillus pennis*). Οι σπόροι των στελεχών αυτών δεν καταστρέφονται κατά την διάρκεια του ψησίματος του ψωμιού, αν η θερμοκρασία δεν ξεπερνά τους 100°C στο εσωτερικό. Εφόσον οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, εκβλαστάνουν και τα βλαστικά κύτταρα πολλαπλασιάζονται.

Η αλλοίωση προέρχεται από το γλοιώδες υλικό που σχηματίζει ο βάκιλος και από την υδρόλυση της γλουτένης από τα πρωτεολυτικά ένζυμα του βακτηρίου. Επίσης ο βάκιλος παράγει αμυλάσες και χρησιμοποιεί τα ζάχαρα που προέρχονται από την υδρόλυση του αμύλου, ώστε να σχηματισθεί το γλοιώδες υλικό.

Χαρακτηριστικά η αλλοιωμένη περιοχή του ψωμιού έχει χρώμα κίτρινο έως και καστανό, έχει μαλακή σύσταση και κολλά στα δάχτυλα μας. Αν σπάσουμε το ψωμί και απομακρύνουμε τα δύο κομμάτια, σχηματίζονται σχοινιά που τα ενώνουν.

Το αλλοιωμένο ψωμί μυρίζει σαν χαλασμένο ή παραγινωμένο πεπόνι. Συνήθως γίνεται αντιληπτή η οσμή και ύστερα το αλλοιωμένο χρώμα. Για να γίνει αντιληπτή η αλλοίωση θα πρέπει να περάσουν 12 με 24 ώρες ώστε ο βάκιλος να πολλαπλασιασθεί. Στην συνέχεια η ψίχα του ψωμιού μαλακώνει, κολλά στα δάχτυλα και σχηματίζει σχοινιά. Μια τέτοια περίπτωση αλλοιωμένου ψωμιού θα πρέπει να γίνει γρήγορα αντιληπτή.

Οι παράγοντες που ευνοούν την ιξώδη αλλοίωση του ψωμιού είναι οι ακόλουθοι:

- 1) η έντονη μόλυνση του ζυμαριού με σπόρους βακίλου, οι οποίοι είναι πλατιά διαδεδομένοι στο περιβάλλον και μπορούν να μολύνουν εύκολα τα τρόφιμα
- 2) η αργή ψύξη του ψωμιού μετά το ψήσιμο. Αυτό ευνοεί την γρήγορη ανάπτυξη και εκβλάστηση των σπόρων και τον πολλαπλασιασμό της βλαστικής μορφής.

3) το pH. Ο βάκιλος αναπτύσσεται έντονα σε 5,5-5,8 Ph. Αύξηση της οξύτητας μειώνει την ανάπτυξη του ή την αναστέλλει εντελώς.

4)η θερμοκρασία και η υγρασία. η αλλοίωση παρουσιάζεται όταν το ψωμί διατηρείται σε θερμοκρασία 32,3<sup>0</sup>C. σε χαμηλότερη θερμοκρασία και για ορισμένο χρονικό διάστημα έως να καταναλωθεί το ψωμί δεν παρουσιάζεται το ελάττωμα.

Για τη πρόληψη της ιξώδους αλλοίωσης :

- 1) Λαμβάνουμε μέτρα υγιεινής, ώστε να αποκλείσουμε την μόλυνση του ψωμιού από τον εξοπλισμό. Απαιτείται πολύ καλή καθαριότητα, σε καθημερινή βάση όλων των επιφανειών που έρχονται σε επαφή με το ζυμάρι.
- 2) Αφήνουμε το ζυμάρι να ωριμάσει καλά, ώστε η παραγόμενη οξύτητα να δημιουργήσει δυσμενείς συνθήκες στο βάκιλο.
- 3) Προσθέτουμε όξινους παράγοντες , όπως, το ξινό ζυμάρι το προζύμι ή άλλα οξέα, όπως το οξικό, κιτρικό και γαλακτικό οξύ.
- 4) Προσθέτουμε προπιονικό νάτριο ή ασβέστιο0,1-0,3% επί του αλεύρου
- 5) Δίνουμε ιδιαίτερη στο ψήσιμο, ώστε να είναι σωστό όσο αναφορά την θερμοκρασία αλλά και το χρόνο ώστε να καταστραφούν οι σπόροι του βακίλου.
- 6) Ψύχουμε γρήγορα το ψωμί, μετά το ψήσιμο
- 7) Συντηρούμε το ψωμί σε χαμηλή θερμοκρασία(Δεληκάρης)

### 2.7.2 Μυκητίαση

Οι μύκητες προκαλούν αλλοιώσεις στα τρόφιμα, με αποτέλεσμα ένα μουχλιασμένο ψωμί να είναι προς κατανάλωση. Επίσης οι μύκητες παράγουν και τοξίνες στα τρόφιμα και γίνονται αιτία σοβαρών τροφοδοξινώσεων.

Διάφορα είδη μυκήτων χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία τροφίμων. Μορφολογικός είναι νηματοειδής οργανισμοί (νηματομύκητες) δηλαδή ο θαλλός τους αποτελείται από νήματα. Η πολυπλοκότητα του θαλλού διαφέρει στις διάφορες κατηγορίες των νηματομυκήτων αλλά παρουσιάζει δυο κατηγορίες: το βλαστικό και το αναπαραγωγικό. Το βλαστικό μέρος παίρνει τις τροφές από το περιβάλλον για να αναπτυχθεί και να παράγει το αναπαραγωγικό σύστημα.

Οι μύκητες είναι το πιο σημαντικό και το πιο κοινό αίτιο που αλλοιώνει το ψωμί και τα άλλα προϊόντα άρτου. Η μόλυνση συμβαίνει μετά από το ψήσιμο και μέσω του περιβάλλοντος δηλαδή από τον αέρα , τα χέρια, τις επιφάνειες, ή και ακόμα από το χαρτί περιτυλίγματος. Η ανάπτυξη της μυκητίασης αρχίζει στις πτυχές του ψωμιού ή ανάμεσα στις φέτες για το τεμαχισμένο ψωμί. (Δεληκάρης, )

Οι παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξή του είναι:

- 1) Η έντονη μόλυνση του ψωμιού μετά το ψήσιμο. Αυτό συμβαίνει όταν το ψωμί είναι εκτεθειμένο για πολύ χρόνο στον αέρα όπου υπάρχουν πολλοί σπόροι μυκήτων ή σε ρεύματα αέρα.
- 2) Ο τεμαχισμός του ψωμιού σε φέτες
- 3) Το περιτύλιγμα του ψωμιού, ιδίως όταν αυτό είναι πολύ ζεστό και ακόμη περισσότερο όταν τοποθετείται σε σακούλα.
- 4) Η διατήρηση σε ζεστό ή υγρό χώρο ( αν η σχετική υγρασία είναι χαμηλή τότε η μυκητίαση ανάπτυξη είναι ασήμαντη.
- 5) Οι συνθήκες κακού αερισμού στο σημείο τοποθέτησης του ζεστού ψωμιού, έτσι ώστε το ψωμί προκειμένου να κρυώσει συχνά εμφανίζει υγρασία.

Χρησιμοποιούνται διάφοροι μέθοδοι προκειμένου να καταπολεμηθεί η μυκητίαση και αυτοί είναι :

- 1) Αυστηρά μέτρα καθαριότητας στον εξοπλισμό και στο χώρο του εξοπλισμού του αρτοποιού
- 2) Γρήγορο και κατάλληλο κρύωμα ψωμιού πριν από την συσκευασία
- 3) Πολύ καλή καθαριότητα στις επιφάνειες όπου το ψωμί έρχεται σε άμεση επαφή
- 4) Διατήρηση του ψωμιού σε χαμηλές θερμοκρασίες (Δεληκάρης )

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

# ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΨΩΜΙΟΥ

### 3.1 Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΥ ΖΥΜΩΜΑΤΟΣ

Το ζύμωμα είναι η βάση της επεξεργασίας του ζυμαριού και η πρώτη ενέργεια του αρτοποιού για την παραγωγή του ψωμιού. Από την ποιότητα του εξαρτάται κατά ένα πολύ μεγάλο μέρος η όψη και η τελική ποιότητα προϊόντος. Ο στόχος του είναι:

- 1) *Να μετατρέψουμε το αλεύρι από σκόνη σε ζυμάρι*
- 2) *Να δημιουργήσουμε ένα ομοιογενές ζυμάρι με όλα τα συστατικά του*
- 3) *Να ενσωματώσουμε αέρα μέσα στο ζυμάρι*
- 4) *Να δημιουργήσουμε ένα γλουτενοειδή ιστό αρκετά ανθεκτικό για να συγκροτήσει το διοξείδιο του άνθρακα*

Συνιστάται λοιπόν στην ενυδάτωση των στοιχείων του αλεύρου. Το αλεύρι θα απορροφηθεί από την γλουτένη και το άμυλο. Έτσι τα μόρια της γλουτένης θα διογκωθούν, θα γίνουν κολλώδη και θα ενωθούν μεταξύ τους. Το ποσοστό της ενυδάτωσης ποικίλει ανάλογα με :

- 1) *την ποσότητα και την ποιότητα της γλουτένης που βρίσκεται στο αλεύρι*
- 2) *το ποσοστό του «τραυματισμένου» αμύλου*
- 3) *την μέθοδο εργασίας που ακολουθεί ο αρτοποιός*
- 4) *την επιθυμητή σύσταση του ζυμαριού*
- 5) *το ποσοστό υγρασίας του αλεύρου*
- 6) *την υγρομετρική κατάσταση του αλεύρου*

Το ποσοστό της ενυδάτωσης καθορίζεται από την ικανότητα απορρόφησης του αλεύρου. Η ικανότητα αυτή είναι πολύ σημαντική για τον αρτοποιό, ο οποίος ενδιαφέρεται για την μέγιστη ποσοτική απόδοση. Εάν η ικανότητα απορρόφησης είναι υψηλή η ποσότητα του παραγόμενου ψωμιού με την ίδια ποσότητα αλεύρου θα είναι μεγαλύτερη.



### **Το ζύωμα περιλαμβάνει 2 φάσεις:**

- 1) την πρώτη φάση όπου γίνεται ανάμιξη των υλικών σε αργή ταχύτητα διάρκειας από τρία έως πέντε λεπτά. Η ποσότητα του αλεύρου με το νερό θα πρέπει να είναι η σωστότερη δυνατή. Στο χρονικό αυτό διάστημα ρυθμίζεται η τελική σύσταση του ζυμαριού προσθέτοντας αλεύρι ή νερό. Είναι πολύ σημαντικό να μην προστίθεται νερό όταν το ζυμάρι έχει σχηματιστεί καλά, διότι το νερό δυσκολεύεται να εισχωρήσει στο ζυμάρι και να αφομοιωθεί. Όταν το ζύωμα έχει ολοκληρωθεί τα μόρια της γλουτένης έχουν ενωθεί καλά μεταξύ τους, δημιουργώντας ινίδια που θα διασταυρωθούν το ένα με το άλλο ώστε να δημιουργήσουν ένα γλουτενοειδή ιστό
- 2) την δεύτερη φάση, σε γρήγορη ταχύτητα διάρκειας από 10 έως 2 λεπτά. Ο χρόνος ζυμώματος στην γρήγορη ταχύτητα ποικίλλει ανάλογα με :
  - 1) τύπο του ζυμωτηρίου
  - 2) την ποιότητα του αλεύρου
  - 3) την μέθοδο ζυμώματος
  - 4) την θερμοκρασία του εργαστηρίου
  - 5) την ποιότητα του ψωμιού

Η δεύτερη ζύωση στοχεύει στην καλύτερευση της δομής του γλουτενοειδούς ιστού και στην ενσωμάτωση αέρα στο ζυμάρι. Πραγματοποιείται τράβηγμα και συμπίεση των ινιδίων της γλουτένης δημιουργώντας ένα δυνατό πλέγμα.

Στο τέλος αυτής της μηχανικής επεξεργασίας το ζυμάρι θα πρέπει να έχει τις κατάλληλες πλαστικές ιδιότητες δηλαδή συνεκτικότητα, εκτακτικότητα, διαπερατότητα και κράτημα.

Το νερό και οι αδιάλυτες πρωτεΐνες του αλεύρου παίζουν το πιο σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό του ζυμαριού. Η θερμοκρασία του νερού χρησιμοποιείται για να ρυθμίσει την θερμοκρασία του ζυμαριού όπου με τη σειρά της παίζει σημαντικό ρόλο στην οξείδωση κατά την διάρκεια του ζυμώματος. Οι αδιάλυτες πρωτεΐνες που ενυδατώνονται μόλις έρθουν σε επαφή με το νερό και συγκολλούνται υπό μορφή γλουτένης προσδίδουν δομή και πλαστικότητα. Με την ανάμιξη οι πρωτεΐνες που καλύπτουν τους κόκκους του αμύλου σχηματίζουν το γλουτενικό πλέγμα, υφίσταται προοδευτική ανάπτυξη καταλήγοντας έτσι στην δημιουργία πρωτεϊνικών λεπτών στρωμάτων. .

Η διαδικασία του γινώματος του ζυμαριού συνδέεται με τον βαθμό ανάπτυξης του γλουτενικού πλέγματος και με τον βαθμό οξείδωσης του κατά την διάρκεια της ζύωσης. Έτσι όταν ο βαθμός ανάπτυξης του γλουτενικού πλέγματος και ο βαθμός οξείδωσης του ζυμαριού αυξάνουν, η διαδικασία του γινώματος επιταχύνεται και μειώνεται μέσα στο χρόνο. Όταν όμως υπάρχει μείωση του βαθμού ζυμώματος η μηχανική επεξεργασία και η

οξειδωση μειώνονται , και γι' αυτό θα πρέπει να αυξήσουμε την διαδικασία γίνωματος για να πετύχουμε την ανάπτυξη του γλουτενικού πλέγματος.

Ωστόσο η μηχανική ανάπτυξη δεν ακολουθείται πάντα από οξειδωση και αυτό γιατί: όταν η ταχύτητα ανάμιξης του ζυμωτηρίου επιταχύνεται έντονα και η διάρκεια επαφής του ζυμαριού με το οξυγόνο του αέρα μειώνεται, ο βαθμός έκθεσης στον αέρα είναι και αυτός περιορισμένος, και τότε η ανάπτυξη του γλουτενικού πλέγματος φθάνει γρήγορα στην ανώτερη τιμή του , ενώ η οξειδωση του ζυμαριού παραμένει περιορισμένη .

Η διαδικασία του ζυμώματος είναι μια διαδικασία σύνθετη και θα πρέπει να γνωρίζουμε τις απαιτήσεις, τις επιπτώσεις σε συνδυασμό με τα χρησιμοποιούμενα μέσα και, να ρυθμίζουμε την διαδικασία.

Έτσι λοιπόν όταν έχουμε αργό ζύωμα και συντηρητική μηχανική επεξεργασία το γίνωμα του ζυμαριού είναι μηδενικό και γι' αυτό θα πρέπει το στάδιο της πρώτης ξεκούρασης να είναι μεγάλης διάρκειας προκειμένου να έχουμε ένα φυσικό γίνωμα.

Όταν όμως εφαρμόζουμε έντονο ζύωμα παρουσία οξειδωτικών πρόσθετων ενσωματώνουμε με καθυστέρηση το αλάτι κι όταν το ζυμάρι, κατά τη διάρκεια της ανάμιξης, βρίσκεται σε επαφή με το οξυγόνο του αέρα για μεγάλο χρονικό διάστημα, πετυχαίνουμε μια πολύ δυνατή οξειδωση και το γίνωμα επιταχύνεται πολύ γρήγορα. Το τεχνικό αυτό γίνωμα ανακόπτει την πρώτη ξεκούραση και στερεί το ζυμάρι από τα οργανικά οξέα των οποίων εξασφαλίζει την παραγωγή και των οποίων η απουσία έχει επιπτώσεις στην γεύση και την διατήρηση του ψωμιού. Επιπλέον η ασυγκράτητη οξειδωση που εκδηλώνεται κατά την διάρκεια του ζυμώματος επιφέρει άσπρισμα του ζυμαριού και της ψίχας του ψωμιού και την υποβάθμιση της γεύσης του καθώς επίσης η υπεροξειδωση σε συνδυασμό με την ανάπτυξη του γλουτενικού πλέγματος αποδίδει ζυμάρια με μεγάλο όγκο των οποίων η γευστικότητα είναι αντιστρόφως ανάλογη από τον όγκο τους (<http://www.zymes.gr/cgi-bin/read.pl?start=17file=news.t.txt&page=NEA&line=3-5K>).

### **3.1.1 Επίδραση της θερμοκρασίας στο ζύωμα**

Η επεξεργασία των ζυμαριών αρτοποιίας απαιτεί από την μεριά του αρτοποιού την καλή γνώση του ζυμώματος και την σωστή παρακολούθηση της ζύμωσης. Υπάρχει ένα πρωταρχικό στοιχείο που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν κατά την διάρκεια του ζυμώματος και αυτό το στοιχείο αφορά στην τελική θερμοκρασία του ζυμαριού.

Η ποιότητα καθώς και η ταχύτητα της ζύμωσης καθορίζονται από την ποσότητα της μαγιάς και από την θερμοκρασία περιβάλλοντος χώρου στο οποίο το ζυμάρι υπόκειται σε ζύμωση.

Στην αρτοποιία με τα ζεστά ζυμάρια το ιξώδες ελαττώνεται και η συνοχή των ζυμαριών μειώνεται αναλογικά. Το 1971 ο Bloksma ορίζει την μείωση του ιξώδες μεταξύ 2-4% ανά πρόσθετο βαθμό θερμοκρασίας του ζυμαριού. Στην αρχή του ζυμώματος, τα ζεστά ζυμάρια ενυδατώνονται και λειαινούνται ευκολότερα. Αποκτούν γρηγορότερα την εκτατότητα τους από ότι τα κρύα ζυμάρια. Στο τέλος του ζυμώματος, παραμένοντας πιο μαλακά, είναι πιο ελαστικά και λιγότερο εκτατά από τα κρύα ζυμάρια.

Το ζεστό ζυμάρι αποκτά δύναμη γρηγορότερα από ότι ένα κρύο ζυμάρι κατά την διάρκεια του ζυμώματος γεγονός που επιβεβαιώνεται στο πλάσιμο και στο φούρνισμα. Η μείωση της συνοχής μπορεί να μεταβάλλει την δημιουργία της δομής της γλουτένης αλλά και την πιο σημαντική δραστηριότητα των ένζυμων και ιδιαίτερα τις οξειδάσες, σε ζεστό περιβάλλον. Έτσι λοιπόν για να αποφύγει ο αρτοποιός ποιοτικές διακυμάνσεις πρέπει να καθορίσει μια θερμοκρασία ζυμαριού και να την ελέγχει. Η συνηθέστερη τιμή κυμαίνεται μεταξύ 24 και 25°C.

Για το ζυμωτήριο με κάδο ανοιχτό και δεδομένη διάρκεια ζυμώματος, η τελική θερμοκρασία ενός ζυμαριού είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας του εργαστηρίου, της θερμοκρασίας του αλεύρου και του νερού. Οι 3 αυτές θερμοκρασίες αντισταθμίζονται όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι περίπου 20°C. Το άθροισμα των 3 θερμοκρασιών ονομάζεται θερμοκρασία βάσης. Αυτή η θερμοκρασία βάσης ποικίλλει ανάλογα με:

- 1) την διάρκεια του ζυμώματος
- 2) την ταχύτητα και το είδος
- 3) την ταχύτητα του κάδου
- 4) την ποσότητα του ζυμαριού σε σχέση με την χωρητικότητα του κάδου
- 5) την υφή του ζυμαριού
- 6) την προσθήκη κρύου προζυμιού.

Ο αρτοποιός δύσκολα μεταβάλλει τις θερμοκρασίες του αλεύρου και του εργαστηρίου σε αντίθεση με την θερμοκρασία του νερού που μπορεί να ελεγχθεί χάρη στον ψύκτη.

Για παράδειγμα εάν θέλουμε να έχουμε ένα ζυμάρι θερμοκρασίας 25°C με έντονο ζύωμα, η θερμοκρασία βάσης έχει τις παρακάτω τιμές:

- 1) ζυμωτήριο με λοζό μπράτσο: 52-54°C
- 2) ζυμωτήριο ARTOFEX: 55-60°C

### 3) ζυμωτήριο SPIRAL: 43-48OC

Συνεπώς όταν γνωρίζουμε την θερμοκρασία του αλεύρου και του εργαστηρίου μπορούμε να υπολογίσουμε την θερμοκρασία του νερού αφαιρώντας το άθροισμα των 2 θερμοκρασιών από την θερμοκρασία βάσης.

Όταν ο χώρος του εργαστηρίου είναι πολύ ζεστός ή πολύ κρύος η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι εκείνη που επηρεάζει την τελική θερμοκρασία του ζυμαριού. Εάν θέλουμε να μειώσουμε την θερμοκρασία του ζυμαριού κατά ένα βαθμό θα πρέπει η θερμοκρασία του νερού να ναι πιο κρύα κατά 6-7° C.

Στην γαλλική αρτοποιήση το κρύωμα των ζυμαριών είναι αναγκαίο. Μαζί με τον κλιματισμό των χώρων, οι τεχνικές που χρησιμοποιούν είναι:

- 1) Το κρύωμα του νερού με ψύκτη (μείωση της θερμοκρασίας του νερού μεταξύ 2-4oC )
- 2) Η χρήση τριμμένου πάγου, Δεν πρέπει να ξεπερνά το 20% της συνολικής ποσότητας του νερού της αρτοποιήσης. Μεγαλύτερο ποσοστό επιφέρει καθυστέρηση και ανομοιομορφίες στο σχηματισμό του ζυμαριού. Τα χοντρά κομμάτια του πάγου στο μπράτσο ή το σπράλ φτάνοντας μέχρι και σπάσιμο([www.zymes.gr/cgi-bin/read.pl?start=19&file=news.t.x.t7page=NEA&line=27](http://www.zymes.gr/cgi-bin/read.pl?start=19&file=news.t.x.t7page=NEA&line=27))

## 3.2 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ ΣΤΗΝ ΑΡΤΟΠΟΙΗΤΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ

Οι μεγάλες διαφορές στα χαρακτηριστικά των αλεύρων οφείλονται στην βιολογική τους φύση, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται δυσκολίες στην παραγωγή προϊόντων αρτοποιίας (όπως ψωμί) σταθερής ποιότητας. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί με την χρήση ειδικών ενζύμων που ονομάζονται πρωτεάσες.

Η γλουτένη λόγω των ιξωδοελαστικών ιδιοτήτων της είναι ένα συστατικό που δίνει την ικανότητα στο αλεύρι να χρησιμοποιείται στην παραγωγή αρτοσκευασμάτων. Όλες οι πρωτεΐνες , ανάμεσά τους και η γλουτένη, μπορούν να δεχθούν αλλαγές στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους, τα οποία, με τη σειρά τους, επηρεάζουν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά τους. Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορεί να αλλάξουν είτε με χημικά μέσα ( οξειδωτικά, γαλακτωματοποιητές) είτε με ένζυμα

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ενζύμων που έχουν εφαρμογές στην αρτοποιία είναι οι πρωτεάσες. Οι πρωτεάσες στα προϊόντα σίτου μπορεί να προέρχονται από το



αλεύρι, τη μαγιά, την βύνη και από μυκητιακά ή βακτηριακά παρασκευάσματα. Μόνο οι πρωτεάσες του αλεύρου είναι ενδογενείς, ενώ οι υπόλοιπες πρωτεάσες προστίθενται, όποτε είναι δυνατό να αλλάξουμε την δοσολογία τους. Η πρωτεολυτική δραστηριότητα των υγιών σπόρων σιτηρών είναι χαμηλή. Οι περισσότερες πρωτεάσες των σιτηρών ενεργοποιούνται με την παρουσία ουσιών που ανάγουν τους δισουλφιδικούς δεσμούς. Οι ενδογενείς πρωτεάσες στο άλευρο σίτου έχουν μικρή επίδραση στη ποιότητα του ψωμιού. Παρόλα αυτά, είναι γνωστό ότι οι πρωτεάσες που υδρολύουν τη γλουτένη μπορούν να επιδράσουν αρνητικά στην αρτοποιητική ικανότητα των αλεύρων. Για παράδειγμα, οι εκκρίσεις ενός ενζύμου (*Eurygaster* sp.) περιέχουν μια πρωτεάση που υδρολύουν πρωτεΐνες του σιταριού με αποτέλεσμα το σιτάρι να χάνει τις αρτοποιητικές του ιδιότητες.

Από την άλλη πλευρά, η ελεγχόμενη προσθήκη πρωτεασών μπορεί να οδηγήσει σε θετικά αποτελέσματα. Η ρεολογία του ζυμαριού και ο χρόνος ανάμιξης μειώνεται, ώστε να βελτιώνονται οι ιξωδοελαστικές ιδιότητες. Η χρήση των μυκητιακών και βακτηριακών πρωτεασών μπορεί να μειώσει το χρόνο ανάμιξης μέχρι και 30%, χωρίς να επιδρά αρνητικά στις ιξωδοελαστικές ιδιότητες του ζυμαριού. Τα α ζυμάρια γίνονται χαλαρότερα με το σπάσιμο των πεπτιδικών δεσμών των γλουτενών και με την απελευθέρωση αμινοξέων. Η δράση των πρωτεασών συνεχίζει να υφίσταται κατά το στάδιο του ψησίματος, όπου και οι πρωτεάσες αδρανοποιούνται. Η δράση αυτή εξαρτάται από τη θερμοκρασία το Ph, και το χρόνο κατά τον οποίον διαρκεί. Οι πρωτεάσες επίσης βοηθούν στο καλύτερο κυλίνδρισμα των ζυμαριών και αυξάνουν την εκτατότητά τους. Επίσης το ζυμάρι δουλεύεται καλύτερα και η δομή της ψίχας του ψωμιού βελτιώνεται. (<http://www.artopios/VirtualDir/Articles/440/Art29-Georgor.pdf>).

Το άρωμα του ψωμιού οφείλεται στην παρουσία διαφόρων οξέων, αλκοολών, εστέρων και καρβονυλικών ενώσεων που προέρχονται από βιοχημικές αντιδράσεις των αμινοξέων που ελευθερώθηκαν με την δράση των πρωτεασών στο ζυμάρι. Τα ελεύθερα αμινοξέα κατά την διάρκεια της πρωτεόλυσης μεταβολίζονται από την μαγιά και παράγουν αλδεύδες, αλκοόλες ή οξέα. Αυτά τα προϊόντα μπορούν να δώσουν εστέρες που έχουν δυνατότερη γεύση από τις αλκοόλες. Τα υπόλοιπα αμινοξέα ( που δεν συμμετείχαν στις παραπάνω βιοχημικές αντιδράσεις, αντιδρούν, με τα σάκχαρα σε μια μη ενζυματική αντίδραση καστανώσης που ονομάζεται Maillard. (<http://www.artopios/VirtualDir/Articles/440/Art29-Georgor.pdf>).

Η εφαρμογή των πρωτεασών θα είναι χρήσιμη για την παρασκευή ψωμιού αν η αντίσταση στην έκταση ( όπως μετρείται με τον εξτενσογράφο στα 45 πρώτα λεπτά) έχει τιμή πάνω από 500 Brabender Units. Τα ζυμαρία που προέρχονται από άλευρα με δυνατή γλουτένη είναι ελαστικά. Μετά το κυλίνδρισμα τέτοιων ζυμαριών, έχουμε παρασκευή αρτοσκευασμάτων με χαμηλό όγκο και κρούστα με «φουσκάλες». Οι μυκητιακές πρωτεάσες είναι ενεργές ελαφρώς όξινο pH. Οι βακτηριακές πρωτεάσες είναι ενεργές σε ουδέτερο και ελαφρώς αλκαλικό pH και έχουν καλύτερη αντοχή σε θερμοκρασίες.

Η ποσότητα των βακτηριακών πρωτεασών που θα προστεθεί εξαρτάται από τις συνθήκες χρήσεως. Οι βακτηριακές πρωτεάσες είναι περισσότερο ενεργές σε αυξημένες θερμοκρασίες και για μεγαλύτερες περιόδους και λιγότερο ενεργές σε μεγάλες συγκεντρώσεις λιπών και σακχάρων. Με την συνδυασμένη δράση πρωτεασών και του ασκορβικού οξέος μπορούμε να ελέγξουμε την δομή της γλουτένης για συγκεκριμένα προϊόντα. Η επίδραση των πρωτεασών της σίκαλης στην ποιότητα του ψωμιού είναι ήπια, και αυτό γιατί οι πρωτεΐνες σε αυτή την περίπτωση παίζουν μικρότερο ρόλο λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε πεντοζάνες του αλεύρου σίκαλης (<http://www.artopios/VirtualDir/Articles/440/Art29-Georgor.pdf>).

Πολύ σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ψωμιού παίζουν, εκτός από τις πρωτεάσες, και οι πεντοζάνες. Με το όνομα πεντοζάνες χαρακτηρίζονται πολυμερείς ουσίες που περιέχουν, κατά κύριο λόγο, πεντοσάκχαρα (δηλαδή σάκχαρα με πέντε άτομα άνθρακα). Θεωρούνται από τους πιο σημαντικούς πολυσακχαρίτες των σιτηρών, η περιεκτικότητα των οποίων σχετίζεται με το βαθμό άλεσης του σιταριού. Όσο αυξάνει ο βαθμός άλεσης (οπότε αυξάνεται και η τέφρα), τόσο αυξάνεται και η περιεκτικότητα των πεντοζανών στο αλεύρι. Οι πεντοζάνες διακρίνονται σε αδιάλυτες και διαλυτές στο νερό. Οι αδιάλυτες ονομάζονται ημικυτταρίνες. Το σιτάρι περιέχει περίπου 2-4% αδιάλυτε πεντοζάνες στο νερό και 1-1.5% διαλυτές σε κρύο νερό. Οι υδατοδιαλυτές πεντοζάνες είναι υδρόφιλες και μπορούν να δεσμεύουν νερό δεκαπλάσιο ή και εικοσαπλάσιο του βάρους τους. Οι ενώσεις αυτές μπορούν να σχηματίσουν διαλύματα υψηλού ιξώδους ή πήγματα μέσω οξείδωσης. Η σύνδεση του νερού και ο σχηματισμός πηγμάτων υψηλού ιξώδους επηρεάζουν την ανάμιξη (ζύμωμα) και ανάπτυξη του ζυμαριού. Συνεπώς με την προσθήκη ουσιών των κατηγοριών αυτών στο αλεύρι αυξάνεται σημαντικά το ιξώδες του ζυμαριού που παράγεται. Η αύξηση στο ιξώδες μπορεί να σχετίζεται με τον μηχανισμό που είναι υπεύθυνος για την δημιουργία μαλακού ζυμαριού.

Μόνο οι πεντοζάνες μπορούν να σταθεροποιήσουν αφρούς πρωτεϊνών, όταν θερμαίνονται και γι αυτό μπορούν να σταθεροποιηθούν οι φυσαλίδες που συγκρατούν τα αέρια που προέρχονται από την μαγιά. Συνεπώς η παρουσία των ενώσεων βοηθάει σημαντικά στην διόγκωση του ψωμιού και στη δημιουργία σωστής δομής της ψίχας του ψωμιού

(<http://www.artopios.gr/VirtualDir/Articles/407/RolosTwnPentozanwn.pdf>).

Πειράματα έδειξαν ότι η προσθήκη πεντοζανών σε ποσοστό 2% είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του ψωμιού κατά 30-45%. Επιπλέον, βελτιώθηκαν και άλλες ιδιότητες του ψωμιού, όπως είναι η ομοιομορφία των κυψελίδων της ψίχας. Τα χαρακτηριστικά της εξωτερικής κρούστας και η ελαστικότητά του. Διαπιστώθηκε ότι οι πεντοζάνες είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες στην διατήρηση του ψωμιού φρέσκου για μεγάλο χρονικό διάστημα. Καθυστερούν, δηλαδή, το μαγιατέμα το οποίο αποδίδεται στη σύμπτυξη (αναδιάταξη) των αλύσεων του αμύλου. (<http://www.artopios.gr/VirtualDir/Articles/407/RolosTwnPentozanwn.pdf>).

Οι πεντοζάνες συγκρατούν το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται στο ζυμάρι κατά την ζύμωση, πολύ περισσότερο από την γλουτένη και συντελούν ουσιαστικά στο φούσκωμα του ψωμιού. Αντίθετα, οι αδιάλυτε πρωτεΐνες συντελούν στην παραγωγή ψωμιού μικρού όγκου με ακανόνιστη δομή της ψίχας. Συνεπώς είναι απαραίτητο να υπάρχει μια ισορροπία ανάμεσα σε διαλυτές πεντοζάνες και τις αδιάλυτες ημικυτταρίνες, ώστε να έχουμε μια άριστη δέσμευση νερού, δημιουργία καλής δομής ψίχας και αύξηση του όγκου του ψωμιού.

Έχει διαπιστωθεί ότι η προσθήκη μιας ενδοπεντοζανάσης (ένζυμο που διασπάει τις πεντοζάνες από το εσωτερικό του μορίου και όχι από τις άκρες, όπως δρουν οι εξωπεντοζανάσες) συντελεί στην μείωση της συνεκτικότητας του ζυμαριού. Επιπλέον, συμβάλλει στην βελτίωση της ανάμιξης, στην αύξηση του όγκου και στην βελτίωση της εμφάνισης και του χρώματος του ψωμιού. Ο μηχανισμός που δημιουργεί όλες αυτές τις βελτιώσεις σχετίζεται με την αλλαγή του ιξώδους και με τα κλάσματα που παράγονται από την δράση των πεντοζανασών τα οποία δεσμεύουν νερό. Η ενδοπεντοζανάση υδρολύει τις διαλυτές και μη διαλυτές πεντοζάνες σε σχετικά ολιγομερή κλάσματα. Η προσθήκη μιας άλλης ενδο-πεντοζανάσης από τον μύκητα *Aspergillus niger*, είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση κατά 10-30% της διαλυτότητας της αραβινοξυλάνης. Χωρίς προσθήκη του ίδιου ενζύμου το 15% των μη εκχυλίσμων πεντοζανών διαλυτοποιήθηκαν από ενδογενείς πεντοζάνες που περιέχονται στο άλευρο σίτου. Θεωρήθηκε, λοιπόν, ότι η διάσπαση των πεντοζανών και η

διαλυτοποίηση του συντέλεσε στην αύξηση του όγκου του ψωμιού και αυτό εξηγείται με την εξής θεωρία: με την διάσπαση των πεντοζανών, γίνεται αναδιανομή του νερού από τις πεντοζάνες προς τη γλουτένη με αποτέλεσμα να γίνεται καλύτερη ανάπτυξη του πλέγματος της γλουτένης. Σε μιαν άλλη έρευνα χρησιμοποιήθηκαν ημικυτταρινάσες όπως και μια ενδοπενταζανάση από *Aspergillus niger* και ενδοπενταζανάση απ' *Trichoderma reesei* οι οποίες διέσπασαν τις πεντοζάνες σε μικρότερα ολιγομερή κλάσματα και σάκχαρα. Η χρήση των ενζύμων συντελεί στην αύξηση του όγκου του ψωμιού για τοστ, αλλά το ζυμάρι αποκτά κολλώδεις ιδιότητες. Μπορούμε λοιπόν να συμπεράνουμε ότι η διάσπαση της πεντοζάνης μπορεί να δώσει όγκο στο ψωμί αλλά περαιτέρω διάσπαση της μπορεί να συντελέσει στην παραγωγή κολλώδους ζυμαριού, Η αυξημένη κολλώδης ιδιότητα του ζυμαριού οφείλεται στο γεγονός ότι τα μικρότερα ολιγομερή κλάσματα δεν έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν τόσο νερό όσο τα μεγαλύτερα μόρια που υπήρχαν πριν από την δράση των πεντοζανασών. Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται οι εφαρμογές των πεντοζανασών στην αρτοποιία.

(<http://www.artopios.gr/VirtualDir/Articles/407/RolosTwnPentozanwn.pdf>).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.7 ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΠΕΝΤΟΖΑΝΩΝ ΣΤΗΝ ΑΡΤΟΠΟΙΑ**  
 (<http://www.artopios.gr/VirtualDir/Articles/407/RolosTwnPentozanwn.pdf>)

1. Αύξηση του όγκου του ψωμιού
2. Ζυμάρια σχετικά κολλώδη (εξαρτάται από την δραστικότητα των πεντοζανών)
3. Αύξηση του ιξώδους του ζυμαριού
4. Βελτίωση της δομής των μπισκότων με χαμηλά λιπαρά
5. Επιβράδυνση του μαγιατέματος του ψωμιού
6. Βελτίωση της γεύσης και του αρώματος του ψωμιού ολικής άλεσης

**3.3 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΑΡΤΟΠΟΙΗΣΗ**

Ως «πρόσθετο τροφίμων» νοείται οποιαδήποτε ουσία, που είτε έχει θρεπτική αξία είτε όχι, δεν καταναλώνεται συνήθως μόνη της ως τρόφιμο ούτε χρησιμοποιείται ως χαρακτηριστικό συστατικό τροφίμων και της οποίας η προσθήκη στα τρόφιμα για τεχνολογικούς σκοπούς κατά την κατασκευή, την παραγωγή, την μεταποίηση την



κατεργασία έχει σαν αποτέλεσμα να αποτελέσουν η ίδια ή τα παράγωγά τους συστατικό των τροφίμων αυτών άμεσα ή έμμεσα

Όπως αναφερθήκαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο η σκοπιμότητα της χρήσης των προσθέτων είναι πολλαπλή. Βασικός στόχος είναι η σταθεροποίηση και η βελτίωση των θρεπτικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των προϊόντων, σε όλα τα στάδια της παραγωγής τους. Μπορούμε λοιπόν να χρησιμοποιήσουμε πρόσθετα για να βελτιώσουμε:

1. Την παραγωγική διαδικασία όπου σε αυτή την κατηγορία ανήκουν πρόσθετα όπως οι γαλακτωματοποιητές και τα ένζυμα
2. Την εμφάνιση των προϊόντων χρησιμοποιώντας χρώματα, γαλακτωματοποιητές, σταθεροποιητές
3. Την γεύση των τροφίμων με αρώματα είτε οξέα είτε ενισχυτικά γεύσης
4. Τη παράταση της διατηρησιμότητας των τροφίμων χρησιμοποιώντας συντηρητικά και αντιοξειδωτικά
5. Τις βιολογικές και θρεπτικές αξίες των τροφίμων όπου πετυχαίνεται με την χρήση βιταμινών και ενζύμων

Τα βελτιωτικά, όπου αποτελούν μια μεγάλη κατηγορία προσθέτων, έχουν διαφορετική επίδραση στο ψωμί ανάλογα με τις ουσίες που χρησιμοποιούνται και ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Το ασκορβικό οξύ που χρησιμοποιείται σε ποσοστό 3% επί του αλεύρου προστίθεται διότι συντελεί στο δυνάμωμα του ζυμαριού και στην καλύτερη οξυγόνωσή του κατά την διάρκεια της μάλαξης και της ζύμωσης. Το κιτρικό και το τρυγικό οξύ που χρησιμοποιείται σε ποσοστό 1% επί του αλεύρου βελτιώνει τις ρεολογικές ιδιότητες των ζυμαριών, ειδικότερα στην περίπτωση αδύνατων αλεύρων. Η λεκιθίνη που, ανήκει στην κατηγορία των γαλακτοματοποιητών, χρησιμοποιείται σαν βελτιωτικό έτσι ώστε να βελτιώσει την εμφάνιση των προϊόντων, να αυξήσει τον όγκο των αρτοσκευασμάτων με την καλύτερη συγκράτηση των αερίων και στην ομοιόμορφη κατανομή του λίπους. Όσο αναφορά τα ένζυμα, η α-αμυλάση έχει την ιδιότητα να μετατρέπει το άμυλο σε απλά ζυμώσιμα άμυλα, με αποτέλεσμα την καλύτερη αξιοποίηση του αμύλου κατά την διάρκεια της αρτοποιίας. Τα συντηρητικά που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως τα άλατα του προπιονικού οξέος το οποίο παρεμποδίζει την δράση των ζυμομυκήτων της μαγιάς. Η υπερβολική προσθήκη συντηρητικών δίνει δυσάρεστη γεύση και οσμή στα προϊόντα αρτοποιίας ενώ παρουσιάζει έντονη παρεμποδιστική δράση. Η γλουτένη, η πρωτεΐνη του σιταριού, προστίθεται για να ενισχύσει τα αδύνατα αλεύρα ή να δημιουργήσει δυνατά αλεύρα όπως τύπου Σούπερ, που προορίζονται για την παραγωγή

τσουρεκιών σφολιάτας. Ενώ τα βυνάλευρα χρησιμοποιούνται για να ενισχύσουν το προϊόν σε ένζυμα. (Βιοτεχνική αρτοποιία και ζαχαροπλαστική, Νοέμβριος-Δεκέμβριος 2007).

Όλα τα προαναφερόμενα πρόσθετα χρησιμοποιούνται ευρέως από όλους τους αλευρόμυλους και τις βιομηχανίες παρασκευής αρτοσκευασμάτων. Οι εξειδικευμένες ιδιότητες και ο ρόλος του καθενός πρόσθετου, τα καθιστούν πάρα πολύ ευαίσθητα στην χρήση. Η δοσολογία τους πρέπει να υπολογίζεται πολύ προσεκτικά και με μεγάλη ακρίβεια. Συνήθως στα αλεύρια εμπορίου αναγράφονται τα επιτρεπόμενα βελτιωτικά που έχουν χρησιμοποιηθεί ώστε να ξέρουμε τι ακριβώς προϊόν θα φτιάξουμε, ώστε να χρησιμοποιήσουμε το κατάλληλο πρόσθετο και να προσδώσουμε σε αυτό τις ιδιότητες που θέλουμε. Ο ρόλος του κάθε πρόσθετου είναι διαφορετικός, Λόγω έλλειψης γνώσεων και για πιο εύκολη και ταχύτερη παραγωγή έχουν δημιουργηθεί τα έτοιμα μίγματα και βελτιωτικά αρτοποιίας. Για την σωστή επιλογή ενός βελτιωτικού και την αναγκαιότητα της χρήσης του, οι εταιρίες διάθεσης και εμπορίας αυτών των προϊόντων πρέπει να ενημερώνουν τους πελάτες του για το ρόλο του κάθε βελτιωτικού σε ποια προϊόντα απευθύνονται και ποια προβλήματα μπορεί να επιλύσει (Βιοτεχνική αρτοποιία και ζαχαροπλαστική, Νοέμβριος-Δεκέμβριος 2007).

Κατά την παραλαβή των βελτιωτικών οι μικροβιολογικοί κίνδυνοι που μπορούμε να συναντήσουμε είναι η επιμόλυνση των βελτιωτικών από τρωκτικά λόγω κακής συντήρησης και για αυτό το λόγο η παραλαβή των βελτιωτικών θα πρέπει να γίνεται από εγκεκριμένους προμηθευτές, να γίνεται οπτικός έλεγχος της ακεραιότητας της συσκευασίας, η συσκευασία να είναι καθαρή χωρίς την παραμικρή φθορά. Οι χημικοί κίνδυνοι που μπορούμε να συναντήσουμε αφορά την παραλαβή λάθους βελτιωτικού ή διαφορετικής σύνθεσης από την συμφωνημένη. Σε αυτή τη περίπτωση θα πρέπει να γίνεται έλεγχος των επισημάνσεων, κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού για να αποφεύγονται τέτοιου είδους λάθους, η παραλαβή των βελτιωτικών να γίνεται μόνο από εγκεκριμένους προμηθευτές. Κατά την διάρκεια της ζύγισης των βελτιωτικών ο χημικός κίνδυνος που μπορούμε να συναντήσουμε προέρχεται από την προσθήκη ποσότητας βελτιωτικού μεγαλύτερης της επιτρεπόμενης, λόγω κακής ζύγισης ή λόγω λανθασμένης ροής του βελτιωτικού και για αυτό τον λόγο θα πρέπει να γίνεται διπλός έλεγχος κατά την ζύγιση και καλή συντήρηση του δοσομετρητή, Κατά την διάρκεια αποθήκευσης των βελτιωτικών μπορεί να γίνει επιμόλυνση από παθογόνους μικροοργανισμούς από τρωκτικά και έντομα λόγω καταστροφής της συσκευασίας. Τα προληπτικά μέτρα που μπορούν να ληφθούν για να αποφευχθεί ο μικροβιολογικός αυτός κίνδυνος είναι καθαρισμός και απολύμανση, πρόγραμμα μυοκτονίας, εκπαίδευση του προσωπικού και

κατάλληλη υγρασία και θερμοκρασία αποθήκευσης. (<http://www.efet.gr/docs/Guide-flow%20Milling-Draft.p.d.f>).

Οι διατάξεις του Κώδικα Τροφίμων Και Ποτών αναφέρουν τα εξής:

1. Να αναφέρεται η συσκευασία του βελτιωτικού και τα συστατικά του
2. Να γίνεται συγκεκριμένη αναφορά για το είδος του προϊόντος που προορίζεται
3. Να αναφέρονται οι ειδικές συνθήκες αποθήκευσης και διάρκειας ζωής του προϊόντος
4. Να υπάρχουν σαφείς οδηγίες και μέγιστο ποσοστό χρήσης
5. Να υπάρχει ένδειξη για την εκατοστιαία αναλογία κάθε συστατικού, όταν υπόκειται σε ποσοστό περιορισμό
6. Να υπάρχει σαφής καταγραφή της εμπορικής επωνυμίας, της διεύθυνσης του κατασκευαστή ή του υπεύθυνου πώλησης του προϊόντος αυτού
7. Να αναγράφεται η ποσότητα που περιέχεται μέσα στην συσκευασία. .( Βιοτεχνική αρτοποιία και ζαχαροπλαστική, Νοέμβριος-Δεκέμβριος 2007)

### **3.4 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΜΑΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΡΤΟΠΟΙΗΤΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ**

Κατά την ζύμωση, η μαγιά παράγει διοξείδιο του άνθρακα και μετατρέπει τις φυσικές ιδιότητες του ζυμαριού. Αυτές οι μετατροπές της , επιτρέπουν στο ζυμάρι να αποκτήσει την ζητούμενη υφή και δομή του. Επιπλέον η μαγιά παράγει αιθυλική αλκοόλη με άλλα σύνθετα σε μικρή ποσότητα, που θα συμβάλλουν στο σχηματισμό της αυθεντικής γεύσης του ψωμιού. Ένα μεγάλο μέρος αυτών των σύνθετων, εκ των οποίων και το σύνολο του οίνοπνεύματος, εξατμίζονται κατά το ψήσιμο.

Κατά την συνηθισμένη αρτοποιητική ζύμωση ενός ζυμαριού αποτελούμενο από νερό, αλεύρι, αλάτι και μαγιά διακρίνουμε 2 φάσεις.

Αρχικά, η μαγιά προκαλεί ζύμωση στα σάκχαρα που αφομοιώνονται απ' ευθείας από την ίδια και βρίσκονται ,φυσικά μέσα στο αλεύρι. Τα σάκχαρα αυτά αντιπροσωπεύουν το 1,5% του βάρους του αλεύρου. Στην ευρωπαϊκή αρτοποιήση , αυτό το διάστημα διαρκεί περίπου μία ώρα. Στο τέλος αυτής της πρώτης φάσης , η απελευθέρωση των αερίων ελαττώνεται λιγότερο ή περισσότερο.

Η δεύτερη φάση αφορά την ζύμωση ενός σακχάρου του αλεύρου, που ονομάζεται μαλτόζη. Η μαλτόζη προέρχεται από την δράση ένζυμων , τις αμυλάσες, επί του αμύλου του αλεύρου που έχει υποστεί αλλοιώσεις κατά το άλεσμα του σπόρου του σιταριού. Οι αμυλάσες, που βρίσκονται σε φυσική κατάσταση μέσα στο αλεύρι , σπάνε το άμυλο σε μικρά μέρη ενός απλούστερου σακχάρου, την μαλτόζη. Η δράση αμυλασών ξεκινά από την στιγμή που το αλεύρι έρχεται σε επαφή με το νερό, μέχρι το ψήσιμο. Η δράση των

αμυλασών του αλεύρου συμπληρώνεται από αυτήν ενός άλλου ένζυμου της μαγιάς, την μαλτάση, υδρολύει με την σειρά της την μαλτόζη, για να δώσει το πιο απλό σάκχαρο, την γλυκόζη. Η τελευταία μετατρέπεται από την μαγιά σε διοξειδίο του άνθρακα και οινόπνευμα.

Ο σχηματισμός της μαλτόζης από το άμυλο, πρέπει να επαρκεί, έτσι ώστε η παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα να μπορεί να εξασφαλίσει ένα σωστό φούσκωμα του ζυμαριού, έως την στιγμή που θα μπει στο φούρνο. Όταν η δράση των αμυλασών του αλεύρου δεν είναι αρκετή, διορθώνεται προσθέτοντας είτε βύνη σιταριού είτε ενζυματικά παρασκευάσματα, που βρίσκονται στα βελτιωτικά αρτοποιίας (α-αμυλάσες). Αντιθέτως, μια πολύ μεγάλη δραστηριότητα των αμυλασών διορθώνεται αρκετά πιο δύσκολα όπως συμβαίνει με τα άλευρα που προέρχονται από σιτάρια που έχουν βλαστήσει. Αυτός είναι και ο λόγος που τα σιτάρια που έχουν βλαστήσει, προσφέρονται δύσκολα για την παραγωγή αρτοποιήσιμου αλεύρου. Η υπερβολική αμυλάση, κατά την αρτοποίηση, μεταφράζεται από υπερβολική ποσότητα απλών σακχάρων. Αυτό κάνει την ψίχα κολλώδη και δίνει υπερβολικό χρωματισμό στην κόρα του ψωμιού.

Από το 1960, η αρτοποιία διαθέτει μαγιές καλύτερες, προσαρμοσμένες σε γρήγορη επεξεργασία, γιατί ζυμώνουν νωρίτερα το σάκχαρο μαλτόζη. Πράγματι, η μαλτόζη δεν ζυμώνεται παρά μόνο όταν υπάρχουν πια λίγα ή καθόλου προϋπάρχοντα σάκχαρα, μέσα στο ζυμάρι, ή απλά σάκχαρα που έχουν προστεθεί. Η βιομηχανία μαγιάς έχει μελετήσει πολύ το θέμα διαλογής στελεχών μαγιάς αρτοποιίας όχι μόνο για να τις κάνει πιο αποτελεσματικές ώστε να δρουν γρηγορότερα αλλά και για να τις προσαρμόσει σε διαφορετικούς τύπους αρτοποίησης.

Αν ενσωματωθεί σακχαρόζη στο ζυμάρι, αυτή θα μετατραπεί αμέσως από ένα ένζυμο της μαγιάς, την ιμπερτάση, σε γλυκόζη και φρουκτόζη. Όταν το ζυμάρι περιέχει προστιθέμενο σάκχαρο, σακχαρόζη ή γλυκόζη, τότε το σάκχαρο αυτό θα υποστεί ζύμωση πριν τη μαλτόζη. Αυτό σημαίνει πως σε ένα προϊόν όπως το τσουρέκι είναι κυρίως η σακχαρόζη που καταναλώνεται από την μαγιά. Όλη η σακχαρόζη που έχει προστεθεί, δεν συνεισφέρει στην γλυκιά γεύση, αφού έχει εν μέρει καταναλωθεί.

Στην ευρωπαϊκή αρτοποίηση, η δΟΣΟΛΟΓΙΑ της μαγιάς ανέρχεται περίπου στα 2.5 κιλά νωπής μαγιάς ανά 100 κιλά αλεύρου ή για 60 λίτρα νερού. Βέβαια η αναλογία ποικίλλει ανάλογα με την θερμοκρασία του χώρου και το διάγραμμα αρτοποίησης. Μέσα σε 100 γραμμ. αλεύρου, ζουν από 1-10, εκατομμύρια μικροοργανισμοί, μεταξύ των οποίων 30.000 μαγιές που ονομάζονται «φυσικές». Τα 2.5 γραμμάρια μαγιάς αρτοποιίας



δίνουν 25 δισεκατομμύρια κυττάρων μαγιάς που μας δείχνει την δύναμη της μαγιάς στην αρτοποιία.

Είναι σημαντικό η μαγιά να διασκορπίζεται σωστά στο ζυμάρι. Πρέπει λοιπόν είτε να θρυμματίζεται μέσα στο ζυμωτήριο είτε να διαλύεται μέσα στο νερό. Πολύ σημαντικό στοιχείο παίζει και η διατήρηση της μαγιάς. Η μαγιά αρτοποιίας πρέπει να είναι πάντα φρέσκια και υγιής. Ο αρτοποιός πρέπει να φροντίσει για την διατήρηση του προϊόντος και την σωστή χρήση του, ώστε να κρατήσει όλες τις ιδιότητές του. Γενικά η μαγιά παρουσιάζεται σε σχήμα παραλληλόγραμμων καλουπιών των 500 γραμμ. των οποίων το ποσοστό υγρασίας κυμαίνεται μεταξύ 67 και 70%, συσκευασμένα με χαρτί και σελοφάν. Αυτή η συσκευασία επιλέχτηκε ώστε να διαφυλάσσει καλύτερα την ζυμωτική δράση της μαγιάς. Επιπλέον η μαγιά πρέπει να αποθηκεύεται σε χαμηλή σχετικά θερμοκρασία, το πολύ έως 10°C, για να μην εξασθενεί η δράση της. Η ιδανική θερμοκρασία αποθήκευσης είναι 4-6°C δηλαδή η θερμοκρασία που επικρατεί στο εσωτερικό του ψυγείου. Σε κάθε κιβώτιο μαγιάς αναγράφεται η ημερομηνία μέχρι την οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Εάν τηρηθούν οι συνθήκες διατήρησης η μαγιά κρατά τις ιδιότητές της μέχρι την λήξη της.

Το προστιθέμενο σάκχαρο σε μικρή ποσότητα, αυξάνει την δράση της μαγιάς, μεγαλύτερη όμως προσθήκη σακχάρου καθυστερεί την δράση της μαγιάς, με ενυδάτωση σε αδύνατο ζυμάρι, την καθυστερεί. Όταν η συνταγή περιέχει σημαντικές αναλογίες σακχάρων και λιπαρών, πρέπει να αυξήσουμε την δόσολογία της μαγιάς περίπου 5-8% επί του βάρους του αλεύρου. Διατηρούμε τα ίδια ποσοστά για συνταγές με λιγότερη ζάχαρη, που έχουν όμως σύντομο διάγραμμα παραγωγής.

Η θερμοκρασία ζύμωσης παίζει σημαντικό ρόλο στην δράση της μαγιάς. Η ταχύτητα ζύμωσης αυξάνεται με την θερμοκρασία. Στους 4°C, η ζύμωση πρακτικά σταματά. Μεταξύ 10 και 15°C μειώνεται αισθητά. Αυτός ο τρόπος εφαρμόζεται στην τεχνική της ελεγχόμενης ζύμωσης. Από 20 έως 40°C η ταχύτητα αυξάνεται περίπου 8% για κάθε επιπλέον βαθμό. Από τους 45°C η δράση εμποδίζεται ενώ στους 55°C η μαγιά έχει « αδρανοποιηθεί».

Στην βιοτεχνική αρτοποιία οι θερμοκρασίες του ζυμαριού από 22 έως 25°C θεωρούνται οι πιο κατάλληλες για την παραγωγή ψωμιού καλής ποιότητας. Για τη παραγωγή ψωμιού σε φόρμες οι θερμοκρασίες του ζυμαριού μπορεί να ναι υψηλότερες από αυτές για το ψωμί δηλαδή κοντά στους 28°C.

Η μαγιά εξακολουθεί τη δράση της στις αρχές του ψησίματος, ενώ συνεχίζει να δρα το ενζυμικό της σύστημα, μέχρι η θερμοκρασία να

στους 55°C οπότε και η μαγιά « σκοτώνεται».(<http://www.zymew.gr/cgi-bin/read.pl?start=1&file=news.t.x.t&page=NEA&line=14-5K>).

### **3.5 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΖΥΜΑΡΙ**

Το νερό, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στα προϊόντα επιτελώντας σημαντικές λειτουργίες αφού προσδίδει στο ζυμάρι τις απαραίτητες λειτουργικές ιδιότητες που απαιτούνται για να μετατραπεί σε ψωμί. Η κατάλληλη ποσότητα του νερού που θα προστεθεί στο αλεύρι πρέπει να έχει δύο στόχους, την πλήρη ενυδάτωση της γλουτένης και την δημιουργία ζυμαριού μη κολλώδες για την ευκολία του χειρισμού του. Έτσι λοιπόν πρέπει να υπάρχει μια ισορροπία ανάμεσα σε αυτά τα δύο κριτήρια. Η ποσότητα του νερού που προστίθεται στο αλεύρι για τον σχηματισμό του ζυμαριού εξαρτάται από τον τύπο του αλεύρου και από το προϊόν που θα παρασκευαστεί. Η ποσότητα του νερού που χρειάζεται για να επιτευχθεί το παραπάνω κυμαίνεται από 55 – 65%. Ο προσδιορισμός της ικανότητας απορροφήσεως του νερού από το αλεύρι έχει μεγάλη τεχνολογική αξία. Η πρωτεΐνη του αλεύρου απορροφά περισσότερο νερό από ότι οι σπασμένοι αμυλόκοκκους και οι τελευταίοι περισσότερο νερό από ότι οι άθικτοι αμυλόκοκκους. Έτσι ένα αλεύρι με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και ένα αλεύρι με υψηλό ποσοστό σπασμένων αμυλόκοκκων απαιτούν περισσότερο νερό από ότι ένα αλεύρι με λιγότερη πρωτεΐνη και μικρό ποσοστό σπασμένων αμυλόκοκκων.

Το νερό ευνοεί το σχηματισμό της δομής της γλουτένης. Τα ζυμάρια που δεν έχουν πολύ νερό σφιχτά ζυμάρια καθυστερούν στην δημιουργία αυτής της δομής συγκρινόμενα με τα ζυμάρια που έχουν κανονική ποσότητα νερού. Στα ζυμάρια που έχουν πολύ νερό δημιουργείται ένα φαινόμενο διάλυσης που δεν διευκολύνει την δημιουργία πλέγματος. Σε περίπτωση που ο αρτοποιός επιθυμεί να δουλέψει με ζυμάρια που έχουν αρκετή ποσότητα νερού θα πρέπει να ξεκινήσει με κανονική ενυδάτωση του ζυμαριού, ώστε να δημιουργηθεί το πλέγμα της γλουτένης, και η παραπάνω ποσότητα νερού να προστεθεί στην υπόλοιπη διάρκεια ζυμώματος σε μικρές ποσότητες και πολλές φορές.

Καθιστώντας ένα νερό πιο μαλακό με αυξημένο βαθμό σκληρότητας, διευκολύνουμε την χρήση του σε όλους τους τομείς. Όμως ένα πολύ μαλακό νερό επιδρά αρνητικά στην συνεκτικότητα του ζυμαριού, ενώ αντίθετα, ένα σκληρό νερό επιδρά άσχημα στην εκτατικότητα του ζυμαριού γεγονός που και στις δύο περιπτώσεις μπορεί να αποβεί αρνητικό στην γεύση του ψωμιού.

Τα άλατα στο ζυμάρι, που προέρχονται από το νερό είναι πολύ λίγα, όμως παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στις ρεολογικές ιδιότητες του ζυμαριού καθώς και στην εμφάνιση των τελικών προϊόντων του ψωμιού καθώς και σε παρόμοια προϊόντα.

Τα άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου κάνουν το ζυμάρι πιο σφιχτό και αυτό οφείλεται στις αντιδράσεις της γλουτένης και των ιόντων του. Αν το νερό είναι μαλακό έχει λίγα ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου με αποτέλεσμα να αδυνατίζει την γλουτένη κάνοντας το ζυμάρι πιο μαλακό και κολλώδες. Αυτό διορθώνεται με την προσθήκη φωσφορικού ασβεστίου που λειτουργεί σαν διορθωτικό.

Οι συγκεντρώσεις ανθρακικού νατρίου και οξειδίου του μαγνησίου σε πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις ασκούν επίδραση, ενώ τα ιόντα του χαλκού, σιδήρου, αργιλίου, πυριτικά και φωσφορικά δεν επηρεάζουν το ζυμάρι. Καλύτερα αποτελέσματα στην ζύμωση και στην διόγκωση των αρτοσκευασμάτων δίνουν όταν προστεθούν το χλωριούχο μαγνήσιο, το ανθρακικό ασβέστιο και το θειικό ασβέστιο. Τα χλωριούχα και φθοριούχα άλατα του νερού έχουν μικρή επίδραση στο ζυμάρι για ψωμί ενώ το χλώριο βελτιώνει το ψωμί και ιδιαίτερα τα αλεύρια μέτριας δύναμης. Τα ιχνοστοιχεία του νερού παίζουν σημαντικό ρόλο αφού ένα PPM βαναδίου επηρεάζει τις ιδιότητες του ζυμαριού και ίχνη καδμίου που μπαίνουν στο ζυμάρι από τα εξαρτήματα των αναδευτήρων επιβραδύνουν την ζύμωση και παρεμποδίζουν την δράση της μαγιάς. Τα νερά που έχουν υψηλό pH ανεβάζουν και το pH του ζυμαριού επιβραδύνοντας την ζύμωση (<http://www.zymes.gr/cgi-bin/read.pl?start=987file=news.t.x.t&page=NEA &line=17>).

### **3.6 Ο ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΛΑΤΙΟΥ ΣΤΟ ΖΥΜΑΡΙ**

Το αλάτι κατέχει μια πολύ σημαντική θέση όσο αναφορά την γεύση του ψωμιού. Συμπεριφέρεται θετικά καθ' όλη την διάρκεια της παρασκευής του ψωμιού, ενισχύοντας, κατά την διάρκεια του ζυμώματος, τις πλαστικές ιδιότητες του ζυμαριού, του οποίου βελτιώνει την συνεκτικότητα και την ελαστικότητα.. Ωστόσο σε αρτοποιήση σε χρήση μόνο δεύτερης ταχύτητας του ζυμωτηρίου, το αλάτι ενσωματώνεται στο ζυμάρι, 5 λεπτά πριν το τέλος του ζυμώματος.

Ο αρτοποιός που χρησιμοποιεί μαγειρικό αλάτι καθυστερεί την προσθήκη αλατιού στο ζυμάρι, ώστε να πετύχει την μεγαλύτερη οξείδωση σε ένα ψωμί, όσο γίνεται πιο λευκό. Η απουσία του αλατιού στην αρχή του ζυμώματος, διευκολύνει την ομογενοποίηση του ζυμαριού που μπορεί βέβαια να επιφέρει μια ελαφριά αύξηση στην δύναμη του ζυμαριού ωστόσο έχει και σημαντική απώλεια γεύσης.

Έτσι καλό είναι να ενσωματώνεται το αλάτι στην αρχή ή το αργότερο τρία λεπτά μετά την έναρξη του ζυμώματος, όποια και αν είναι η διάρκεια του και η ένταση του αλλά η δόση να μην ξεπερνά το 1.8 % επί του βάρους του αλεύρου.

Το χλωριούχο νάτριο επηρεάζει και το ρυθμό ζύμωσης της μαγιάς και την ρεολογία της ζύμης. Το αλάτι αναστέλλει ή «ελέγχει» τη ζύμωση. Η επίδραση αυτή δεν οφείλεται μόνο στην αυξημένη οσμωτική πίεση που προκύπτει από την προσθήκη αλατιού σε ένα τύπο ζύμης αλλά αποτελεί μια συγκεκριμένη απόδειξη της δράσης των ιόντων του καλίου και του χλωριούχου νατρίου στις ημιπερατές μεμβράνες των κυττάρων της μαγιάς. Παρόλο που το αλάτι επηρεάζει πολλές από τις μεταβολικές δραστηριότητες της μαγιάς, η επίδραση στη ζύμωση, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική για τον αρτοποιό, είναι ο μειωμένος ρυθμός παραγωγής αερίου και μεγαλύτερη διάρκεια του χρόνου επεξεργασίας. Ένα ανεπαρκές ποσοστό αλατιού αφήνει την μαγιά να φουσκώσει παραπάνω, και αυτό οδηγεί σε αεριώδεις ξινές ζύμες που δεν μπορούν να δουλευτούν εύκολα που παράγουν ψωμί με ανοιχτούς πόρους, φτωχή υφή. Το αλάτι έχει μια επίδραση τροποποίησης στις φυσικές ιδιότητες της γλουτένης. Αυτό περιγράφεται συνήθως από τους αρτοποιούς ως επίδραση δεσίματος. Η αύξηση του αλατιού μεγαλώνει το χρόνο μίξης, όσο περισσότερο αλάτι τόσο περισσότερο πρέπει να αναμιχθεί η ζύμη, προκειμένου να αναμειχθεί σωστά. Για να αντισταθμιστεί η επίδραση του αλατιού στο χρόνο μίξης, οι αρτοποιοί προσθέτουν το αλάτι κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Η ζύμη αναπτύσσεται στο μέγιστο στάδιο της χωρίς αλάτι το οποίο προστίθεται στη συνέχεια για να ολοκληρωθεί η μίξη. Με τη μέθοδο αυτή μειώνεται ο χρόνος μίξης και η συνολική απαίτηση ενέργειας. Επίσης για να μειωθεί ο χρόνος μίξης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ένας δεύτερος τρόπος ο οποίος απαιτεί επικάλυψη των μικρών κομματιών αλατιού με ένα αδιάβροχο στρώμα υλικού το οποίο καθυστερεί τη διάλυση του αλατιού. Ωστόσο ο τρόπος αυτός δεν είναι τόσο αποτελεσματικός διότι είναι πραγματικά αδύνατο να επικαλυφθούν ανομοιόμορφα κομματάκια με ένα συνεχές στρώμα χωρίς να χρησιμοποιηθούν μεγάλες ποσότητες του υλικού επικάλυψης και δεύτερον δεν μπορεί να διατηρηθεί το στρώμα αυτό σε όλη τη διάρκεια της μίξης της ζύμης.

Σε ένα ζυμάρι για ψωμί, το αλάτι θα δράσει επί των πρωτεϊνών και θα δημιουργήσει δεσμούς ιονικού τύπου, με αποτέλεσμα το σχηματισμό δεσμών μεταξύ των πρωτεϊνών που εξασφαλίζει έτσι μεγαλύτερη σταθερότητα και αντίσταση της γλουτένης. Στην διάρκεια της παρασκευής το αλάτι αυξάνει την δύναμη και την ελαστικότητα των ζυμαριών διατηρώντας ταυτόχρονα την εκτατικότητα τους. Έτσι βελτώνει την συμπεριφορά τους στην φάση του ζυμώματος και το πέρασμά τους από τα μηχανήματα. Η



δύναμη του ζυμαριού αυξάνει κατά περίπου 20% μεταξύ ενός ζυμαριού χωρίς αλάτι και ενός ζυμαριού που περιέχει αλάτι σε ποσοστό 1.8%. Εάν η δοσολογία φθάσει στο 2.2% διαπιστώνεται νέα αύξηση της δύναμης του ζυμαριού κατά 3%.

Το αλάτι ευνοεί το χρωματισμό της κόρας, σε αντίθεση με ένα ψωμί που χωρίς αλάτι είναι ένα ψωμί πιο άσπρο από το κανονικό ψωμί. Επίσης η χρήση του αλατιού κάνει την κόρα πιο λεπτή πιο τραγανιστή. Ευνοεί την καλύτερη ανάπτυξη των ψωμιών που παρουσιάζονται πιο στρογγυλά και με μεγαλύτερο όγκο.

Όσο αναφορά την ψίχα, το αλάτι προσδίδει μία δομή με καλύτερη κυψέλωση, πιο φίνα πιο ελαφριά, πιο ελαστική, και πιο ευχάριστη γεύση. Παίζει θετικό ρόλο στην χρήση αλεύρων με υπερβολικά ένζυμα και στην ουδετεροποίηση του ιζώδες της ψίχας η οποία απόντος του αλατιού είναι πιο κολλώδες.

Η διατήρηση του ψωμιού επηρεάζεται επίσης από το αλάτι. Λόγω των υγροσκοπικών του ιδιοτήτων ανάλογα με την κατάσταση της ατμόσφαιρας μπορεί να δράσει αρνητικά ή θετικά. Επηρεάζεται θετικά όταν ο καιρός είναι ξηρός όπου επιβραδύνει την ξήρανση του αλατιού και την σκλήρυνση της κόρας ευνοώντας έτσι την διατηρησιμότητά του. Επηρεάζεται αρνητικά όταν ο καιρός είναι υγρός όπου ευνοεί το μαλάκωμα της κόρας και επιταχύνει το μπαγιάτεμα (<http://www.zymes.gr/cgi-bin/read.pl?start=19&file=news.t.x.t7page=NEA& line=23-4K>).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ψωμί αποτελεί σημαντικό προϊόν για την καθημερινής μας διατροφή. Πολύ σημαντικό ρόλο στην τελική ποιότητα του ψωμιού παίζουν οι πρώτες του ύλες, αλεύρι, μαγιά, αλάτι, νερό. Οι πρώτες ύλες θα πρέπει να είναι πολύς καλής ποιότητας και σε συγκεκριμένες αναλογίες έτσι ώστε το τελικό μας προϊόν να είναι άριστης ποιότητας. Το συστατικό του αλεύρου που επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τις αρτοποιητικές του ιδιότητες είναι η γλουτένη. Η προσθήκη γλουτένης προστίθεται για να αυξήσουμε την περιεκτικότητα των αλεύρων σε πρωτεΐνες και κυρίως σε αδύνατα άλευρα, αυξάνοντας την απορρόφηση του νερού στα άλευρα και επομένως την ανθεκτικότητα των αλεύρων στην ανάμιξη. Έχουμε επίσης αύξηση της απόδοσης του αλεύρου και του χρόνου ζωής του, το ζυμάρι γίνεται πιο ελαστικό και έχει μεγαλύτερο όγκο. Η μαγιά επίσης αποτελεί σημαντικό στοιχείο στην αρτοποίηση. Κατά την διάρκεια της ζύμωσης η μαγιά μετατρέπει τις φυσικές ιδιότητες του ζυμαριού έτσι ώστε να αποκτήσει την ζητούμενη υφή και δομή. Είναι υπεύθυνη για την διόγκωση του ζυμαριού εξαιτίας της παραγωγής του διοξειδίου του άνθρακα και επίσης η μαγιά συμβάλλει στην δημιουργία της αυθεντικής γεύσης του ψωμιού. Το νερό επιτελεί σημαντικές λειτουργίες αφού προσδίδει στο ζυμάρι τις απαραίτητες λειτουργικές ιδιότητες ώστε να γίνει ζυμάρι. Με την προσθήκη νερού πετυχαίνουμε την πλήρη ενυδάτωση της γλουτένης και την δημιουργία ζυμαριού μη κολλώδες για την ευκολία του χειρισμού της, βοηθά στην συνοχή του κόκκου του αμύλου, διαλύει το αλάτι στη ζύμη, και αποτελεί το κύριο μέσο για την δράση της μαγιάς. Όσο αναφορά το αλάτι βελτιώνει την συνεκτικότητα και την ελαστικότητα του ζυμαριού, λειτουργεί ως συντηρητικό ενώ αναστέλλοντας μερικώς τη ζύμωση βοηθά στο να αποκτήσει η κόρα ωραίο χρώμα και η ψίχα να γίνει πιο λευκή, ενώ ευνοεί την διατήρηση το καλοκαίρι εμποδίζοντας την αποξήρανση σε αντίθεση με το χειμώνα που δημιουργείται κόρα πιο μαλακή όσο διατηρείται. Ιδιαίτερης σημασίας είναι και τα πρόσθετα αρτοποιίας όπου χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των διακυμάνσεων των χαρακτηριστικών των αλεύρων. Εκτός όμως από την ποιότητα των πρώτων υλών σημαντικό ρόλο στην τελική μορφή του ψωμιού παίζουν και οι τεχνικές αρτοποίησης που ακολουθούνται κάθε φορά από τον αρτοποιό, ανάλογα με τον τύπο του ψωμιού που θέλουμε να κατασκευάσουμε χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές. Διαπιστώνουμε λοιπόν, ότι η δημιουργία ενός ψωμιού αποτελεί ένα συνδυασμό παραγόντων ξεκινώντας από τον κόκκο του σιταριού μέχρι και το τελευταίο στάδιο της παραγωγής του, το ψήσιμο και την συσκευασία προκειμένου να πάρουμε ένα προϊόν καλής ποιότητας

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ**

1. Αγγελούσης, Γ.Μ, 2004, Εργαστηριακές Ασκήσεις Σιτηρών, σελ. 12-13 σελ. 46.
2. Giorilli, P. 2004 Αρτοποιίες, Mario Busso (Μετάφραση Παφίλη Έφη) Εκδόσεις Κοχλίας , σελ 44 , σελ. 45
3. Βαρβαρίτη Αγγελική, Σεπτέμβριος – Οκτώβριος 2007, Αρτοποιία (Α-Ζ) Ζαχαροπλαστική σελ 68,σελ 74
4. Βιοτεχνική αρτοποιία και ζαχαροπλαστική, Νοέμβριος- Δεκέμβριος 2007, Τεύχος 137,Περιοδικό σελ.48-49,σελ.90-92
5. Γρεβενιώτη Μπαμπατζιμοπούλου Μαρία, Μάιος 1982, Σημειώσεις Ποιοτικού Ελέγχου Σιτηρών, σελ. 8-9,σελ 10 σελ. 13-16, σελ.26, σελ 30-31 σελ 32–35.
6. Δεληκάρης, Δ. Ν. , Εκδόσεις Τ.Ε.Ι. Αθήνας, Μικροβιολογία Τροφίμων σελ. 79 – 81.
7. Δημόπουλος, Ι, 1980, Τεχνολογία Σιτηρών 1 ,σελ. 23-25, σελ. 47 – 48,σελ.71-74.
8. ICAP ΑΕ. Κλαδική μελέτη ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΑΡΤΟΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ (2007) σελ. 51-54
9. Μασούρας, Θ. 2000, Σημειώσεις Τεχνολογίας Προϊόντων Αλεύρου, Αρτοποιίας, Ζαχαροπλαστικής, Μακαρονοποιίας ,σελ. 8, σελ. 16 – 17 , σελ. 35, σελ. 41 , σελ. 49 , σελ. 57–60 , σελ.77-78.
10. Υπουργείο Εμπορίου, 1970. Μελέτη Επί Ελληνικού Σίτου XV, , σελ. 50
11. Μύλοι Θράκης, 18-22 Φεβρουαρίου 2006, 9η Διοργάνωση Αρτόζας, Περιοδικό σελ. 20–23.
12. ΕΦΕΤ, Οδηγός υγιεινής Νο 2, Για τα αρτοποιεία και τις επιχειρήσεις διακίνησης άρτου και προϊόντων αρτοποιίας, Αθήνα 2002, σελ. 69-70
13. Τάλικα Ξ. Νοέμβριος-Δεκέμβριος 2005 Αρτοποιία (Α-Ζ) Ζαχαροπλαστική, σελ.60- 64
14. Τζιάλλα Χ. Μάρτιος- Απρίλιος 2006 Αρτοποιία (Α-Ζ) Ζαχαροπλαστική, σελ 65-66

### **Β. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

15. Matz, S. 1986. A.PH.D thesis, Bakery Technology and Engineering, Second Edition σελ. 43 – 44.

## Γ. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <http://www.zymes.gr/cgibin/read.pl?start=1&file=newst.x.t&page=NEAfile=7>  
(Σεπτέμβριος 2004) σελ 36-37
2. <http://www.zymes.gr/cgibin/read.pl?start=9&file=newst.x.t&page=NEA&line=16-10K> (Σεπτέμβριος 2006) ΣΕΛ 37-38
3. <http://www.zymes.gr/cgibin/read.pl?start=9&file=newst.x.t&page=NEA&line=16>  
(Οκτώβριος 2006) σελ 39-40
4. <http://www.zymes.gr/cgibin/read.pl?start=17&file=newst.x.t&page=NEA&line=3-5K>  
(Ιούνιος 2006) σελ 82-84
5. <http://www.zymes.gr/cgibin/read.pl?start=19&file=newst.x.t&page=NEA&line=27>  
(Ιούνιος 2006) σελ 85-86
6. <http://www.zymes.gr/cgibin/read.pl?start=1&file=newst.x.t&page=NEA&line=14-5K> (Ιούνιος 2006) σελ 93-95
7. <http://www.zymes.gr/cgibin/read.pl?start=987&file=newst.x.t&page=NEA&line=17>  
(Σεπτέμβριος 2007) σελ 95-97
8. <http://www.zymes.gr/cgibin/read.pl?start=19&file=newst.x.t&page=NEA&line=23-4K> (Σεπτέμβριος 2007) σελ 99-100
9. <http://www.dovesfarm-organic.co.uk/organic/bread-baking.htm> σελ 71
10. <http://www.cma-greece.gr/site/content.php?sel=35> , σελ. 54-55.
11. Περιοδικό, <http://www.artopios.gr/VirtualDir/Articles/407/RolosTwnPentozanwn.pdf> σελ 89-90
12. Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων, (<http://www.efet.gr/docs/Guide-flow%20Milling-Draft.p.d.f>) σελ. 20 σελ. 21- 22 σελ. 90-93
13. Περιοδικό <http://www.artopios.gr/VirtualDir/Articles409/KuriasistatikaParagogisPsomiou.p.d.f> σελ. 42
14. Περιοδικό (<http://www.artopios/VirtualDir/Articles/440/Art29-Georgor.pdf>) σελ 86-87