

ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΨΩΜΙΩΝ
ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ
ΕΙΔΗ
ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΑΓΓΕΛΟΥ ΝΑΤΣΙΟΥ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Σχολή Περιβάλλοντος

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



Αργοστόλι Κεφαλληνίας

Οκτώβριος 2024

ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ

ΕΙΔΩΝ ΨΩΜΙΟΥ ΑΠΟ

ΜΥΚΗΤΕΣ

Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

Χαρίλαος Γιώτης

Πάυλος Μπουχάγιερ

Σωτηρία Μήλλα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ψωμί αποτελεί ένα από τα πιο κοινώς καταναλωμένα είδη τροφίμων παγκοσμίως και η μόλυνση από μύκητες αποτελεί τον κύριο παράγοντα αλλοίωσης του εν λόγω προϊόντος. Στην παρακάτω εργασία αρχικά θα αναφερθεί η ιστορία και η σημαντικότητα του προϊόντος ενώ στη συνέχεια θα επεξηγηθεί το θεωρητικό υπόβαθρο των μυκητών και των μολυσματικών παραγόντων που μπορούν να επηρεάσουν τα διάφορα είδη ψωμιών καθώς και το πως μπορούν να εντοπιστούν και να αντιμετωπιστούν με αποελεσματικότητα. Στο πειραματικό μέρος της εργασίας θα εξεταστούν 27 δείγματα διαφόρων ειδών ψωμιού τα οποία θα τοποθετηθούν σε ειδικές συνθήκες με σκοπό την ανάπτυξη μυκητών. Στη συνέχεια θα παρατηρηθούν ο χρόνος που απαιτείται για την ανάπτυξη μολυσματικών παραγόντων στα τρόφιμα καθώς και το ποιοι είναι αυτοί αλλά και με τι συχνότητα εμφανίζεται ο κάθε παράγοντας στις διάφορες κατηγορίες ειδών ψωμιού. Τέλος θα εξεταστούν οι λόγοι για τους οποίους ορισμένα είδη μολυσματικών παραγόντων εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα σε ορισμένα είδη ψωμιών, ενώ θα αναλυθούν και οι παράγοντες για τους οποίους ορισμένα είδη ψωμιών παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα όσον αφορά την ανάπτυξη αλλοιογόνων μικροοργανισμών. Τέλος θα αναφερθεί και το φαινόμενο του μικροβιακού ανταγωνισμού το οποίο και εντοπίζεται σε διάφορα δείγματα που εξετάστηκαν.

ABSTRACT

Bread is one of the most commonly consumed products on earth while infections from different types of fungi are the main reason for its spoilage. On the following paper we will mention the history and the significance of the certain product. On the next chapters we will identify the main types of fungi responsible for the spoilage of bread while later we examine how they can be recognized and dealt with efficiently. On the experimental part of the paper a total of 27 different samples of various types of bread were put into controlled environmental conditions in order to produce fungi on their surface. Later factors such as the species of the fungi the time it took for them to appear and the frequency with which they appear in each type of bread will be examined. Finally, we will examine the reasons that certain types of fungi appear on certain types of bread species as well as the reasons for certain being more resistant to microbial growth. Lastly we will mention the phenomenon of microbial competition which can be observed in some of the samples.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο	Σελίδα
I. ΤΟ ΨΩΜΙ	3
1.1.Ιστορία του ψωμιού	3
1.2 Είδη ψωμιού.....	5
1.3 Μέθοδοι Παραγωγής.....	10
1.4 Κατανάλωση του ψωμιού ανα τον κόσμο και την Ελλάδα	14
1.5 Διατήρηση/Συντήρηση ψωμιού.....	16
II. ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΥΚΗΤΕΣ	
2.1 Αλλοιογόνοι μύκητες του ψωμιού.....	17
2.2 Εύρεση και ταυτοποίηση αλλοιογόνων μικροοργανισμών.....	19
2.3 Κίνδυνοι/Επιπτώσεις λόγω μόλυνσης των ψωμιών.....	23
2.4 Αντιμετώπιση αλλοιώσεων.....	29
2.4.1 Ανάπτυξη καινοτόμων μεθόδων.....	29
2.4.2 Καινοτόμες Συσκευασίες.....	30

III. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3.1 Εισαγωγή/Σκοπός του πειράματος.....	46
3.2 Υλικά Πειράματος	49
3.3 Μεθοδολογία Πειράματος.....	50
3.4 Αποτελέσματα Πειράματος.....	54
3.5 Συμπεράσματα/Συζήτηση	65
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	 68
 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Σελίδα
Πίνακας 1.1. Εξοπλισμός Βιομηχανίας Παραγωγής Συσκευασμένου Ψωμιού.....	14
Πίνακας 1.2. Εργαλεία Έρευνας.....	45
Πίνακας 1.3.Υλικά Έρευνας.....	49

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα	Σελίδα
Γράφημα 1.1 ΧΡΟΝΟΣ ΕΝΔΕΙΞΗΣ ΜΟΛΥΝΣΗΣ.....	55
Γράφημα 1.2 ΑΙΤΙΑ ΜΟΛΥΝΣΗΣ.....	59
Γράφημα 1.3 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΟΛΥΝΣΕΩΝ.....	60
Γράφημα 2.1 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΟΛΥΝΣΕΩΝ ΣΤΑ ΛΕΥΚΑ ΨΩΜΙΑ.....	60
Γράφημα 2.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΟΛΥΝΣΕΩΝ ΣΤΑ ΜΑΥΡΑ ΨΩΜΙΑ.	61
Γράφημα 2.3 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΟΛΥΝΣΕΩΝ ΣΤΑ ΠΟΛΥΣΠΟΡΑ ΨΩΜΙΑ.	61

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: Αλλοιώσεις ψωμιών από διαφορετικά είδη δημητριακών.

Το θέμα και το περιεχόμενο της παρακάτω πτυχιακής εργασίας αφορούν το προϊόν του ψωμιού. Παρακάτω θα εξεταστεί η ιστορία του συγκεκριμένου τρόφιμου καθώς και η δημοτικότητα που έχει αποκτήσει ανά τους αιώνες σε όλα τα μήκη και πλάτη του πλανήτη και το που οφείλεται αυτή . Θα αναλυθεί επίσης η διαδικασία παραγωγής του ψωμιού όπως επίσης τα συστατικά και τα μηχανήματα τα οποία χρησιμοποιούνται σε αυτή, υποδεικνύοντας τα διάφορα είδη ψωμιού τα οποία μπορούν να παραχθούν και χαίρουν ιδιαίτερης δημοφιλίας. Στη συνέχεια του θεωρητικού μέρους, θα αναλυθεί η διαδικασία διατήρησης του προϊόντος αναφερόμενοι στις συνθήκες που πρέπει να επικρατούν ώστε αυτή να πραγματοποιηθεί στο έπακρο. Η διαδικασία της διατηρησιμότητας του ψωμιού έχει ιδιαίτερη σημασία ώστε να αποφευχθεί η ανάπτυξη μικροοργανισμών και μυκήτων στο τρόφιμο. Στο τελευταίο μέρος του θεωρητικού κομματιού θα αναφερθούμε στους πιο κοινούς μικροοργανισμούς που μπορεί να μολύνουν τα ψωμιά καθώς και τις αρνητικές επιδράσεις που μπορεί να έχει στον άνθρωπο η κατανάλωση των αλλοιωμένων τροφίμων.

1.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΨΩΜΙΟΥ

Το ψωμί αποτελεί ίσως το δημοφιλέστερο και αρχαιότερο είδος τροφής στην ιστορία της ανθρωπότητας. Οι αναφορές στην ύπαρξη του χρονολογούνται από τους λαούς

της Μεσοποταμίας αλλά και ακόμα νωρίτερα, περίπου 22.500 χρόνια πριν προλαβαίνοντας ακόμα και τη νεολιθική επανάσταση ενώ μέσω επιστημονικών ανακαλύψεων έχουν εντοπιστεί ψίχουλα ψωμιού σε Νατουφικούς πολιτισμούς στην περιοχή της σημερινής Ιορδανίας που χρονολογούνται περί τα 14.000 χρόνια πριν (Rubel, 15 Οκτ 2011). Οι Αιγύπτιοι μάλιστα πιστώνονται με την ανακάλυψη της διαδικασίας της διόγκωσης του ψωμιού μία μέθοδος που χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα στην παραγωγή ψωμιών (González Carretero L, 2017). Με το πέρασμα των αιώνων ωστόσο η παραγωγή και η κατανάλωση ψωμιού εξαπλώθηκε σε όλο τον κόσμο με το ψωμί να αποτελεί σημείο αναφοράς της διατροφής πολλών αρχαίων πολιτισμών. Ενδεικτικά στην Αρχαία Ελλάδα αναφέρεται η ύπαρξη αρτοποιείων από τον 5ο χιλόας αιώνα π.χ (Fantozzi, 2018). Ενώ μέχρι και τα αρχαία χρόνια μπορούσε να παρατηρηθεί ποικιλία μεταξύ των διαφόρων ειδών ψωμιού, ανάλογα με τις περιοχές στις οποίες γινόταν η παραγωγή του ψωμιού (π.χ. οι Mayans παρασκεύαζαν αρτοποιήματα με βάση το καλαμπόκι). Στην Αρχαία Ρώμη (Περίπου 300Π.Χ) οι αρτοποιοί έχαιραν ιδιαίτερης εκτίμησης από την κοινωνία, ενώ στην αρχαία Ρώμη εξελίχθηκε η διαδικασία της άλεσης με αποτέλεσμα την δημιουργία για πρώτη φορά λευκής ποικιλίας ψωμιού (προηγουμένως υπήρχε μόνο σκούρο ψωμί ολικής άλεσης). (Fantozzi, 2018) Ενώ οι Ρωμαίοι υπήρξαν και πρωτοπόροι όσον αφορά τη δημιουργία και την καθίδρυση κανονισμών όσον αφορά την διαδικασία του ψησίματος με σκοπό την επίτευξη ομοιόμορφης συνοχής μεταξύ των παραγόμενων ψωμιών. Κάνοντας άλμα προς τους Μεσαιωνικούς χρόνους βλέπουμε το ψωμί να αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της κοινωνικής ζωής των ανθρώπων με το ίδιο το ψωμί να χρησιμοποιείται ακόμα και σαν αυτοσχέδιο πιάτο κατά την διάρκεια του δείπνου πριν να καταναλωθεί

αυτούσιο. (Rubel, 15 Οκτ 2011). Κατά την περίοδο της βιομηχανικής επανάστασης δημιουργήθηκαν οι συνθήκες προκειμένου το ψωμί να μπορέσει να αρχίσει να παράγεται σε τεράστιες διαδικασίες χάρις την κατασκευή μηχανημάτων που βοήθησαν στην επιτάχυνση καθώς και στην αυτοματοποίηση της διαδικασίας παραγωγής του προϊόντος, ενώ σε συνδυασμό με τις τεχνολογικές προόδους στις διαδικασίες της συσκευασίας και της διατηρησιμότητας των τροφίμων που υπήρξαν τα επόμενα χρόνια, έχουν δώσει τη δυνατότητα στο ψωμί να αποτελέσει αναπόσπαστο κομμάτι της διατροφής των ανθρώπων παγκοσμίως. (Fantozzi, 2018)

1.2 ΕΙΔΗ ΨΩΜΙΟΥ

Με τον όρο ψωμί αναφερόμαστε στο προϊόν που προκύπτει μετά από ψήσιμο σε ειδικούς κλιβάνους του ζυμαριού που αποτελείται από αλεύρι, νερό, μαγιά και αλάτι. Με τον όρο αλεύρι συνήθως αναφερόμαστε στο αλεύρι που προέρχεται από σιτάρι. Σε περίπτωση λοιπόν που το αλεύρι προέρχεται από κάποιο άλλο δημητριακό ή από μίγμα δημητριακών αλεύρου, το ψωμί αυτό πρέπει να έχει την ονομασία τους. Π.χ. ψωμί αραβοσίτου, ψωμί σίτου με σίκαλη. Άλλα ενδεικτικά είδη ψωμιού που ανταποκρίνονται στον παραπάνω ορισμό αποτελούν το καλαμποκόψωμο, το ψωμί βρόμης κ.α.

Ωστόσο με την εξάπλωση της δημοτικότητας του ψωμιού σε όλο τον κόσμο ανά τους αιώνες ήταν λογική η ανάπτυξη διαφόρων ειδών ψωμιού τα οποία και ποικίλλουν ανάλογα με τις συνθήκες των χωρών στις οποίες και δημιουργήθηκαν, μερικά ενδεικτικά τέτοια παραδείγματα είναι:

- Η Γαλλική μπαγκέτα, πρώτο εντοπίστηκε στους φούρνους του Παρισιού στις αρχές του 20ου αιώνα και αναγνωρίζεται από το χαρακτηριστικό της σχήμα και τη σκληρή της κρούστα. (Martin, 2017)



Εικόνα 1 Γαλλική Μπαγκέτα

- Τα επίσης γαλλικής καταγωγή ψωμιά Brioche στα οποία πέραν των κλασσικών συστατικών του ψωμιού έχουμε και την προσθήκη αυγών, γάλακτος και βουτύρου δίνοντας του μια χαρακτηριστική αφράτη υφή και γλυκιά γεύση.



Εικόνα 2 Ψωμί Brioche

- Η Φοκάτσια αποτελεί ψωμί ιταλικής καταγωγής στο οποίο προστίθεται λάδι και μεγαλύτερη ποσότητα μαγιάς από την κλασσική συνταγή ενώ πριν το ψήσιμο του ανοίγονται τρύπες σε διάφορα σημεία του με σκοπό την ανάπτυξη υγρασίας.



Εικόνα 3 Ψωμί Φοκάτσια

- Παρομοίως η Τσιαπάτα αποτελεί είδος ψωμιού που προέρχεται από την Ιταλία και στο οποίο επίσης χρησιμοποιείται λάδι ενώ χαρακτηρίζεται από τη χρήση σκληρού αλευριού (αλεύρι με υψηλή περιεκτικότητα σε γλουτένη) και την ανάπτυξη ζύμης υψηλής ενυδάτωσης.



Εικόνα 4 Ψωμί Τσιαπάτα

- Ως πολύσπορο, αναφερόμαστε στο ψωμί το οποίο παρασκευάζεται με 2 ή παραπάνω διαφορετικά είδη σιτηρών όπως κριθάρι, λινάρι, σιτάρι κ.α ενώ μπορούν επίσης να περιέχουν και εδώδιμους σπόρους όπως κινόα ή ηλιόσπορος.



Εικόνα 5 Πολύσπορο Ψωμί

- Ψωμί ολικής άλεσης είναι το είδος ψωμιού στο οποίο την παρασκευή χρησιμοποιείται ολικής άλεσης αλεύρι δηλαδή αλεύρι το οποίο προέρχεται από την άλεση ολόκληρου του καρπού από τον οποίο προέρχεται και όχι μόνο από το ενδοσπέρμιο όπως συμβαίνει συνήθως.



Εικόνα 6 Ψωμί Ολικής Άλεσης

- Το Bagel αποτελεί ένα είδος ψωμιού το οποίο εισέρχεται όλο και περισσότερο στη καθημερινή διατροφή των καταναλωτών παγκοσμίως. Είναι εύκολα αναγνωρίσιμο

λόγω του χαρακτηριστικού στρογγυλού σχήματος του, ενώ ιδιαίτερη καινοτομία στην συνταγή του αποτελεί το ότι μετά το σχηματισμό της η ζύμη πρώτα βράζεται και έπειτα ψήνεται.



Εικόνα 7 Ψωμί τύπου Bagel

- Ένα ακόμα είδος ψωμιού το οποίο χαίρει ιδιαίτερης δημοφιλίας τη σήμερον ημέρα είναι το ψωμί μπανάνας (Banana bread) κατά την παρασκευή του οποίου όπως υποδηλώνει και το όνομα χρησιμοποιείται πολτός μπανάνας συνήθως σε συνδυασμό με μαγειρική σόδα ή baking powder αντί για μαγιά, ανήκοντας παράλληλα στο είδος των γρήγορων ψωμιών (quick breads) ψωμιών δηλαδή τα οποία εμπλουτίζονται με χημικούς διογκωτές (π.χ. μαγειρική σόδα) αντί για βιολογικούς (μαγιά).



Εικόνα 8 Banana Bread

Τέλος είναι άξια αναφοράς και τα αρτοπαρασκευάσματα τα οποία αν και δεν συμπεριλαμβάνονται στα είδη των ψωμιών χρησιμοποιούν κοινά υλικά και παρασκευάζονται στους ίδιους χώρους (φούρνοι, βιομηχανίες κλπ.).

Αρτοπαρασκευάσματα: Με τον όρο αρτοπαρασκευάσματα αναφερόμαστε στο είδη που παρασκευάζονται από καθαρό αλεύρι δημητριακών ή με πρόσμειξη δημητριακών αλεύρων και δεν αποτελούν τύπο ψωμιού. Από την άλλη ως αρτοσκευάσματα χαρακτηρίζονται τα προϊόντα που παρασκευάζονται όπως το ψωμί διαφέρουν όμως ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους(χρώμα, υφή, γεύση). Στα αρτοσκευάσματα εκτός από τις βασικές πρώτες ύλες επιτρέπεται η χρήση και βοηθητικών υλών(λιπαρά, ζάχαρη, γάλα, αρωματικές/γλυκαντικές ύλες).

Απλά Αρτοσκευάσματα: φρυγανιές, κουλούρια, φραντζολάκια, παξιμάδια

Διάφορα Αρτοσκευάσματα: βουτήματα ,τσουρέκια, τυρόπιτες

1.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Όπως έχει γίνει λοιπόν αντιληπτό το ψωμί αποτελεί μία από τις σημαντικότερες τροφές προς κατανάλωση από τον άνθρωπο, είναι λοιπόν εύλογο να εξετάσουμε τη

διαδικασία με την οποία πραγματοποιείται η παρασκευή του σε διάφορες κλίμακες(βιομηχανία, φούρνος, νοικοκυριό).

Ενώ υπάρχουν παγκοσμίως πολλά διαφορετικά είδη ψωμιών άρα και πολλές διαφορετικές μέθοδοι για την παρασκευή τους, όλες έχουν τον ίδιο σκοπό ο οποίος είναι η μετατροπή του αλευριού σε αεριούχο και εύγεστο φαγητό, ενώ η συντριπτική πλειοψηφία αυτών ακολουθά τα εξής βήματα προκειμένου να επιτευχθεί ο εν λόγω στόχος.

Αρχικά το πρώτο βήμα είναι ο σχηματισμός του ζυμαριού/ζύμης με τον συνδυασμό των βασικών υλικών που προαναφέρθηκαν (αλεύρι, νερό, αλάτι, μαγιά) και ανακατέματος τους. Σειρά παίρνει η διαδικασία της ζύμωσης κατά την οποία παρέχοντας ενέργεια κατά την ανάμειξη τους δίνουμε σχήμα στη ζύμη και προκαλούμε τον σχηματισμό γλουτένης. Η γλουτένη αποτελεί την κύρια αποθηκευτική πρωτεΐνη των κόκκων σιταριού και πρόκειται για ένα σύνθετο μείγμα εκατοντάδων σχετικών αλλά διακριτών μεταξύ τους πρωτεϊνών με κυριότερες την γλιαδίνη και τη γλουτενίνη. Ο συνδυασμός λοιπόν αλευριού από σιτάρι (το οποίο περιέχει τις 2 κύριες πρωτεΐνες) μαζί με νερό έχει ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό γλουτένης στο ζυμάρι. (Biesiekierski, 2017) Η γλουτένη αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα κατά την διαδικασία της παραγωγής ψωμιού καθώς επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την σύσταση και την ποιότητα του ζυμαριού. Η γλουτένη και οι πρωτεΐνες από τις οποίες αποτελείται επηρεάζουν ιδιότητες της ζύμης όπως ελαστικότητα, δύναμη και όταν υπάρξουν σε κατάλληλη ποσότητα και αναλογία μπορούν να επιφέρουν ιδανικές ιδιότητες για την παρασκευή ψωμιού. (Elena Curti a b, November 2014)

Αφού λοιπόν σχηματιστεί η ζύμη με την κατάλληλη περιεκτικότητα σε γλουτένη, αυτή αφήνεται να “ξεκουραστεί” πριν να επεξεργαστεί στη συνέχεια προκειμένου να της δοθεί το κατάλληλο σχήμα. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει στα άμυλα του ψωμιού και στη μαγιά να απορροφήσουν τελείως το νερό που έχει απομείνει στη ζύμη βοηθώντας έτσι στη διόγκωση της ζύμης και κάνοντας πιο εύκολη την μετέπειτα επεξεργασία της. Όπως όμως με την ποσότητα της γλουτένης έτσι και εδώ ο χρόνος ξεκούρασης δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή μικρότερος από τον απαιτούμενο καθώς ενδέχεται να υπάρξουν αρνητικές συνέπειες όσον αφορά την ποιότητα του ψωμιού. (Biesiekierski, 2017)

Στην συνέχεια και αφού το ζυμάρι αποκτήσει το κατάλληλο σχήμα, ψήνεται σε θερμικό μέσο στους 200-250°C με τη θέρμανση να είναι άμεση και να μεταφέρεται από το εξωτερικό του ψωμιού στο εσωτερικό και την τελική διόγκωση της ζύμης να φτάνει το 40%.

Φυσικά, ανάλογα με το είδος του ψωμιού που θέλουμε να παράγουμε μπορούν να αλλάξουν τόσο τα υλικά όσο και η μεθοδολογία της συνταγής ωστόσο αυτό είναι το προσχέδιο πάνω στο οποίο γίνεται η παραγωγή της συντριπτικής πλειοψηφίας των ψωμιών παγκοσμίως.

Η διαδικασία παραγωγής ωστόσο διαφέρει δραστικά όχι μόνο από το ένα είδος ψωμιού στο άλλο αλλά και από την μια παραγωγική μονάδα στην άλλη, καθώς η παραγωγή ψωμιού σε βιομηχανικό επίπεδο αλλάζει αποτι η παραγωγή σε μικρότερες κλίμακες (φούρνοι, νοικοκυριό). Η παραγωγή σε βιομηχανική κλίμακα είναι σε μεγάλο βαθμό αυτοματοποιημένη και στηρίζεται πολύ λιγότερο στον ανθρώπινο

παράγοντα με την χρήση ειδικών μηχανημάτων να είναι εμφανής σε κάθε βήμα της παραγωγικής διαδικασίας.

Σε βιομηχανικό επίπεδο σε κάθε βήμα της διαδικασίας χρησιμοποιούνται ειδικά μηχανήματα με το καθένα να έχει ξεχωριστό ρόλο και χρήση.

ΒΗΜΑ	ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΧΡΗΣΗ	ΕΙΚΟΝΑ
ΖΥΜΩΣΗ ΖΥΜΗΣ	ΖΥΜΩΤΗΣ ΖΥΜΗΣ	Μηχανή ψωμιού για τη ζύμωση, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθεί βαρεώς τύπου σταντ μίξερ	
ΜΙΞΗ	ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΜΙΞΗΣ	Μίξερ, χεριού ή τύπου σταντ το οποίο μηχανισμός γρاناζιών περιστρέφει το περιεχόμενο μέσα στο μπολ.	
ΚΑΛΟΥΠΙΑΣΜΑ	ΚΑΛΟΥΠΙΑ	Δοχεία τα οποία χρησιμοποιούνται για να δοθεί στα ψωμιά το κατάλληλο σχήμα	
ΔΙΟΓΚΩΣΗ	ΔΙΟΓΚΩΤΕΣ	Χρησιμοποιείται κάποια εκ των ουσιών που προκαλούν αφρισμό στη ζύμη ενώ	

		επίσης μαλακώνουν το μίγμα	
ΨΗΣΙΜΟ	ΦΟΥΡΝΟΣ ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ	Θερμικά μονωμένος θάλαμος που χρησιμοποιείται για το ζέσταμα, το ψήσιμο ή την ξήρανση κάποιας ουσίας.	
ΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ	ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΚΟΨΙΜΑΤΟΣ ΨΩΜΙΟΥ	Τεμαχισμός του ψωμιού σε ίσα κομμάτια με μεγάλη ακρίβεια	
ΣΥΣΚΕΥΑΣΗ	ΘΕΡΜΟΚΟΛΛΗΤΙ ΚΟ ΣΑΚΟΥΛΑΣ	Χρησιμοποιείται συνήθως για τη σφράγιση σακών φραγμού και σακουλών.	

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 :ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΨΩΜΙΟΥ

1.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΨΩΜΙΟΥ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Με την διαδικασία της παραγωγής ψωμιού να είναι πιο αποδοτική απο ποτέ, ο όγκος παραγωγής και κατανάλωσης ψωμιού σε παγκόσμιο επίπεδο έχει αυξηθεί σε τεράστιο βαθμό.

Συγκεκριμένα το 2016 ο αριθμός εκτιμάτε πως παράχθηκαν περίπου 130 εκατομμύρια τόνοι ψωμιού και προϊόντων φούρνου. Με τον αριθμό αυτό να αυξάνεται κατά μέσο όρο 0,6% κάθε χρόνο την περίοδο 2007-2016. Στατιστικό που δείχνει την μικρή αλλά σταθερή αύξηση στην παραγωγή ψωμιού ανά τα χρόνια. (IndexBox, 2016)

Οι χώρες στις οποίες έχει παρατηρηθεί η μεγαλύτερη αύξηση στο συγκεκριμένο διάστημα είναι οι Κίνα(+14,3% ανά χρόνο), Ηνωμένο Βασίλειο (+10% ανά χρόνο) και Αίγυπτος (+10,1% ανά χρόνο). Ενώ όσον αφορά την παραγόμενη ποσότητα οι πρώτες χώρες σε αυτή την κατηγορία είναι οι ΗΠΑ (13,9 εκατομμύρια τόνοι), Κίνα (9,2 εκατομμύρια τόνοι), Ρωσία (8,8 εκατομμύρια τόνοι), Γερμανία (5,8 εκατομμύρια τόνοι), Ηνωμένο Βασίλειο (5,7 εκατομμύρια τόνοι) και Αίγυπτος (4,6 εκατομμύρια τόνοι) με τις 6 αυτές χώρες να είναι υπεύθυνες για το 37% της παγκόσμιας παραγωγής. (IndexBox, 2016)

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση το ίδιο διάστημα ο συνολικός τζίρος από την κατανάλωση προϊόντων αρτοποιίας έφτασε τα 147,3 δισ. Ευρώ με το μεγαλύτερο ποσοστό εξ αυτού να σχετίζεται με την αγορά ειδών ψωμιού(77%). Όσον αφορά την ετήσια κατανάλωση ψωμιού αυτή κυμαίνεται στα 63kg ανά άτομο κατά μέσο όρο κάθε χρόνο. (IndexBox, 2016)

Όσον αφορά την Ελλάδα, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ισορροπημένη κατανομή στην παραγωγή ψωμιών ανάμεσα σε φούρνους και εργοστάσια, ενώ ο αριθμός των φούρνων που υπάρχουν ανά 10,000 άτομα είναι ο υψηλότερος σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Συνολικά στην Ελλάδα παράγονται κάθε χρόνο περί τους

800,000 τόνους ψωμιού με την ετήσια κατά κεφαλή κατανάλωση να ανέρχεται στα 68 kg μην έχοντας απόκλιση από τους μέσους όρους της Ε.Ε. (Eglite, 2017)

1.5 ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΨΩΜΙΟΥ

Παρατηρώντας λοιπόν την σημαντικότητα του ψωμιού στην εγχώρια αλλά και παγκόσμια αγορά είναι απαραίτητη η ανάπτυξη τεχνικών και συνθηκών για την καλύτερη διατήρηση του καθώς και για την επέκταση της ζωής του προϊόντος. Οι ιδανικές συνθήκες για την αποθήκευση του ψωμιού κυμαίνονται όσον αφορά την θερμοκρασία στους 15-20°C και το ποσοστό υγρασίας στο 65-75% με την διατηρησιμότητα στις εν λόγω συνθήκες να κυμαίνεται στις 5 μέρες. Ένας από τους πιο κοινούς τρόπους επέκτασης της διατηρησιμότητας του ψωμιού είναι η τοποθέτηση του σε μονάδα ψυγείου (3-5°C) αυξάνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής του στις 2-3 βδομάδες καθώς έτσι αποφεύγονται μολύνσεις όπως η εμφάνιση μούχλας. Αντίστοιχα η διατηρησιμότητα μπορεί να αυξηθεί ακόμα παραπάνω σε συνθήκες κατάψυξης (-18 ως -25°C) φτάνοντας τους 2-3 μήνες έχοντας ωστόσο επιπτώσεις στις οργανοληπτικές ιδιότητες και στην ποιότητα του προϊόντος. Φυσικά για την ασφαλή μεταφορά και διατήρηση των ψωμιών είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση συσκευασιών. Για την καλύτερη διατηρησιμότητα των προϊόντων οι συσκευασίες συστήνεται να είναι αεροστεγής με την ύπαρξη όσο το δυνατόν λιγότερου οξυγόνου στη συσκευασία προκειμένου να αποφευχθεί η ανάπτυξη αερόβιων μικροοργανισμών καθώς και η μπαγιάτευση του ψωμιού, Ιδανικά υλικά συσκευασίας είναι το κερωμένο χαρτί και το σελοφάν. Γενικά τα χαρακτηριστικά στα οποία πρέπει να υπακούουν τα υλικά τα οποία επιλέγονται για τη συσκευασία των προϊόντων είναι τα εξής:

- Να ανταπεξέρχονται στις απαιτήσεις αντοχής σε παραβάσεις
 - Να μην αντιδρούν με το προϊόν
 - Να προστατεύουν το παρασκεύασμα από τις συνθήκες του περιβάλλοντος
 - Να μην είναι τοξικά
 - Να μην επηρεάζουν την οσμή/γεύση του προϊόντος.
 - Να είναι εγκεκριμένο από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τροφίμων(FAO).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΥΚΗΤΕΣ

Κκαταλαβαίνουμε λοιπόν πως το ψωμί αποτελεί μία από τις σημαντικότερες τροφές παγκοσμίως. Όπως λοιπόν όλες οι τροφές έτσι και το ψωμί δεν μπορεί να διατηρηθεί επ' αορίστου και έχει συγκεκριμένο χρόνο ζωής μέχρι να καταστεί μη βρώσιμο λόγω της ανάπτυξης αλλοιογόνων μικροοργανισμών. Είναι λοιπόν πολύ σημαντικό να παρατηρηθούν οι εν λόγω μικροοργανισμοί με σκοπό την εξουδετέρωση/εξασθένηση τους και κατ' επέκταση την επιμήκυνση της ζωής του προϊόντος.

2.1 ΑΛΛΟΙΟΓΟΝΟΙ ΜΥΚΗΤΕΣ ΤΟΥ ΨΩΜΙΟΥ

Πρώτο βήμα για την επίτευξη του παραπάνω στόχου αποτελεί η αναζήτηση και η αναγνώριση των μικροοργανισμών και συγκεκριμένα των μυκήτων που ευθύνονται για την αλλοίωση του ψωμιού.

Ο κύριος και πιο εμφανής τρόπος με τον οποίο εμφανίζεται μπορούμε να παρατηρήσουμε αλλοιώσεις στο ψωμί είναι μέσω της παρατήρησης της ανάπτυξης μούχλας στην επιφάνεια του.

Η μούχλα αποτελεί μύκητα ο οποίος και εμφανίζεται στην επιφάνεια πολλών και διαφόρων τροφίμων ,έχουν αναγνωριστεί πάνω από 100.000 είδη μούχλας ανά τον

κόσμο και ενώ κάποια είδη θεωρούνται ακίνδυνα άλλα μπορεί να έχουν σημαντικές ή ακόμα και θανατηφόρες επιπτώσεις για την υγεία τόσο των ανθρώπων όσο και των ζώων. (Farrelly, April 24, 2017) Το ψωμί αποτελεί ιδανικό προορισμό για την ανάπτυξη ειδών μούχλας λόγω της περιεκτικότητας του σε πλούσια οργανικά υλικά όπως ζάχαρη και υδατάνθρακες τα οποία και τροφοδοτούν την ανάπτυξη των σπορίων μούχλας. (Cook, April 11, 2018) Κάτι το οποίο και παρατηρείται από το γεγονός ότι όταν το ψωμί βρίσκεται σε ανοιχτό περιβάλλον χρειάζονται μόλις 5-7 ημέρες προκειμένου να αρχίσουν να παρατηρούνται σημάδια ανάπτυξης μούχλας. Όσον αφορά τα είδη μούχλας που μπορούν να εντοπιστούν στην επιφάνεια του ψωμιού, ο ακριβής αριθμός είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστεί λόγω του τεράστιου αριθμού ειδών που υπάρχουν ωστόσο μετά από παρατηρήσεις πολλών ετών έχουν ταυτοποιηθεί ορισμένα είδη τα οποία εμφανίζονται σε μεγαλύτερη συχνότητα απότι άλλα και για τα οποία έχουμε πλέον πληροφορίες σχετικά με τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά τους.

Όσον αφορά τα είδη μούχλας που παρατηρούνται στην επιφάνεια του ψωμιού τα κύρια είδη μικροοργανισμών αποτελούν τα: *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium spp* και *Mucor spp.*, όλα εκ των οποίων μπορούν να ταυτοποιηθούν μέσω του χρώματος μούχλας που παρατηρείται στην επιφάνεια του ψωμιού (KUMAR, 2016). Από τους παραπάνω μικροοργανισμούς αυτός που παρατηρείται συχνότερα είναι ο *Rhizopus Stolonifer* ο οποίος και παρατηρείται συχνότερα σε είδη ψωμιού με υψηλή ενεργότητα νερού (aW). Όσον αφορά τα είδη *Aspergillus* και *Penicillium* θεωρούνται ιδιαίτερα επικίνδυνα είδη μικροοργανισμών λόγω της ικανότητας τους να παράγουν μυκοτοξίνες (όπως η Οχρατοξίνη η οποία προκαλεί ζημιά στο συκώτι και το νεφρό

του ανθρώπου). Το *Penicillium cycloium* αποτελεί τον πιο κοινό τύπο *Penicillium* που μπορεί να εντοπιστεί στο ψωμί. (KUMAR, 2016) Ωστόσο οι παραπάνω μικροοργανισμοί δεν αποτελούν τους μοναδικούς τρόπους με το οποίο μπορεί να επιμολυνθεί το ψωμί. Τα βακτήρια και συγκεκριμένα το *Bacillus lincheniformis* αποτελεί υπαρκτό κίνδυνο για τα διάφορα είδη ψωμιού. Έχουν ιδιαίτερη επικινδυνότητα μάλιστα διότι οι σπόροι ορισμένων βακτηρίων έχουν τη δυνατότητα να αντισταθούν στην θερμική επεξεργασία που πραγματοποιείται κατά την παραγωγή του ψωμιού. Παράλληλα ιδιαίτερα επικίνδυνα είδη βακτηρίων όπως *Escherichia coli* και *salmonella* τα οποία αποτελούν μέλη της οικογένειας των εντεροβακτηρίων, ενώ έχουν κοινό χαρακτηριστικό το ότι μπορούν να αναπτυχθούν με ή χωρίς την παρουσία οξυγόνου ενώ μπορούν να προκαλέσουν επιπλοκές στα προϊόντα ακόμα και να βρίσκονται σε μικρές ποσότητες (κυρίως η *E.coli*).

Παράλληλα προβλήματα μολύνσεων μπορούν να εμφανιστούν ακόμα και στη μαγιά του ψωμιού. Τα προβλήματα που εντοπίζονται στη μαγιά του ψωμιού μπορούν να ενταχθούν σε δύο κατηγορίες.

Η πρώτη κατηγορία αφορά την εμφάνιση εμφανών σημαδιών στην επιφάνεια του ψωμιού συνήθως λευκού ή ελαφριού ροζ χρώματος , το οποίο και δίνει στο ψωμί μια υφή παρόμοια με αυτή της κιμωλίας. Η εν λόγω μόλυνση στην επιφάνεια του ψωμιού προκαλούνται από την *Pichia burtoni*, η οποία και αποτελεί φθορίζουσα είδος μαγιάς γνωστή για τη φθορά που μπορεί να προκαλέσει στα τρόφιμα. (KUMAR, 2016)

2.2 ΕΥΡΕΣΗ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΛΟΙΟΓΟΝΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

Γνωρίζοντας λοιπόν τα κύρια είδη μικροοργανισμών που προσβάλλουν τα διάφορα είδη ψωμιών είναι ορθό να αναγνωρίσουμε τους τρόπους και τις μεθόδους με τις

οποίες μπορούμε να καταλάβουμε το ποιοι είναι οι εν λόγω μικροοργανισμοί, το οποίο και θα βοηθήσει στην ενδεχόμενη αντιμετώπιση τους.

Όσον αφορά τα είδη μούχλας, το κύριο και πιο εμφανές στοιχείο που μας βοηθά στην ταυτοποίησή τους αποτελεί το χρώμα της μολυσμένης περιοχής στην επιφάνεια του ψωμιού, το οποίο και αποτελεί χαρακτηριστικό του κάθε διαφορετικού είδους.

Συγκεκριμένα όσον αφορά τα κυριότερα είδη μούχλας που εμφανίζονται και τα χρώματά τους:

Ο *Rhizopus Stolonifer* εμφανίζεται με μαύρο γκρίζο χρώμα και με σπογγώδης υφή ενώ η ανάπτυξη του στην επιφάνεια του ψωμιού γίνεται με πολύ γρήγορο ρυθμό. (al., 2010)

Όσον αφορά το πενικίλλιο (*Penicillium spp.*), εμφανίζεται με γκριζοπράσινο χρώμα έχοντας επίπεδο πάχος ωστόσο αναπτύσσεται με αργό ρυθμό.

Τα διάφορα είδη Ασπέργιλου εμφανίζονται με διαφορετικά χρώματα το καθένα ξεχωριστά για κάθε είδος: • *Aspergillus Niger*: Μαύρο χρώμα

- *Aspergillus flavus*: Λαδί χρώμα
- *Aspergillus candidus*: Μπεζ χρώμα
- *Aspergillus glaucus*: Ανοιχτό πράσινο

(KUMAR, 2016)

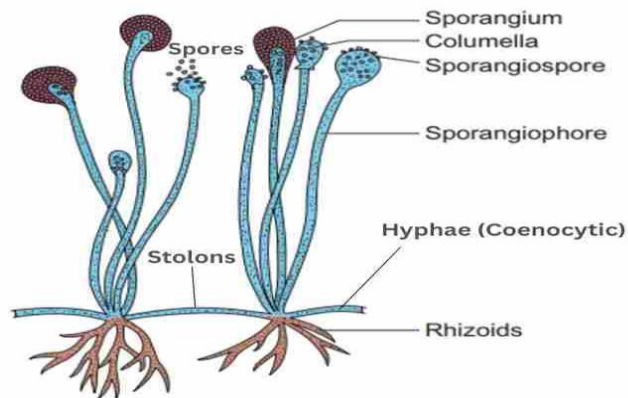
Αντίστοιχα με την εμφάνιση του είδους μούχλας *Mucor spp.* Παρατηρούνται μολύνσεις γκριζού χρώματος στην επιφάνεια του ψωμιού.

Όσον αφορά τις μολύνσεις μέσω μαγιάς εκεί μπορούμε να διακρίνουμε το είδος μολυσματικής μαγιάς μέσω της ταχύτητας με την οποία αναπτύσσονται στην επιφάνεια του ψωμιού, αφού ορισμένα είδη αναπτύσσονται με χαμηλή ταχύτητα

(*Hypophiccia burtonii*, *Pichia anomala*, *Scopsifi buligera*) ενώ άλλο χαρακτηριστικό τους είναι η ανάπτυξη λευκών αποικιών. Αντίθετα η *Puchia burtonii* αποτελεί είδος μαγιάς το οποίο και αναπτύσσεται με γρήγορο ρυθμό. Μπορούμε ακόμα να ξεχωρίσουμε κάποια είδη μαγιάς από το σχήμα και το χρώμα με το οποίο εμφανίζονται στο ψωμί όπως τα είδη *Zygosaccharomycesbailii*, *Toluraspora delbrueckii*, *Pichia membranifaciens* και *Candida parapsilosis* τα οποία και αναγνωρίζονται χάρις το χαρακτηριστικό τους λευκό προς μπεζ χρώμα αλλά και το στρογγυλό λείο τους σχήμα.

(KUMAR, 2016)

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά αποτελούν χρήσιμες πληροφορίες χάρις τις οποίες μπορούμε να οδηγηθούμε σε αρχικά συμπεράσματα σχετικά με το είδος των παθογόνων μικροοργανισμών τους οποίους καλούμαστε να ταυτοποιήσουμε, ωστόσο προκειμένου να οδηγηθούμε σε απόλυτα και σίγουρα αποτελέσματα και συμπεράσματα είναι απαραίτητη πέραν της μακροσκοπικής και η μικροσκοπική παρατήρηση των παθογόνων μικροοργανισμών που παρατηρούνται στο ψωμί. Όσον αφορά την παρατήρηση του *Rhisopus Stolonifer* μπορούμε να αναγνωρίσουμε την ύπαρξη του γνωρίζοντας πως η εμφάνιση του στο μικροσκόπιο χαρακτηρίζονται από την παρουσία στολόνων (ειδικό λεπτό οριζόντιο κλαδί που χρησιμεύει για τον πολλαπλασιασμό του οργανισμού), σποριαγγείων (σάκος ή κάψουλα που αποτελείται από ειδικά κύτταρα το οποίο παράγει και περικλείει σποραγγειόπορα) και σποραγγειοφόρων το οποίο και αποτελεί ύφα που φέρει το σποριαγγείο με τα δύο αυτά όργανα να χωρίζονται μέσω της ύπαρξης μια βολβοειδούς δομής στο τέλος του σποραγγειοφόρου. (Petruzzello, 2013)

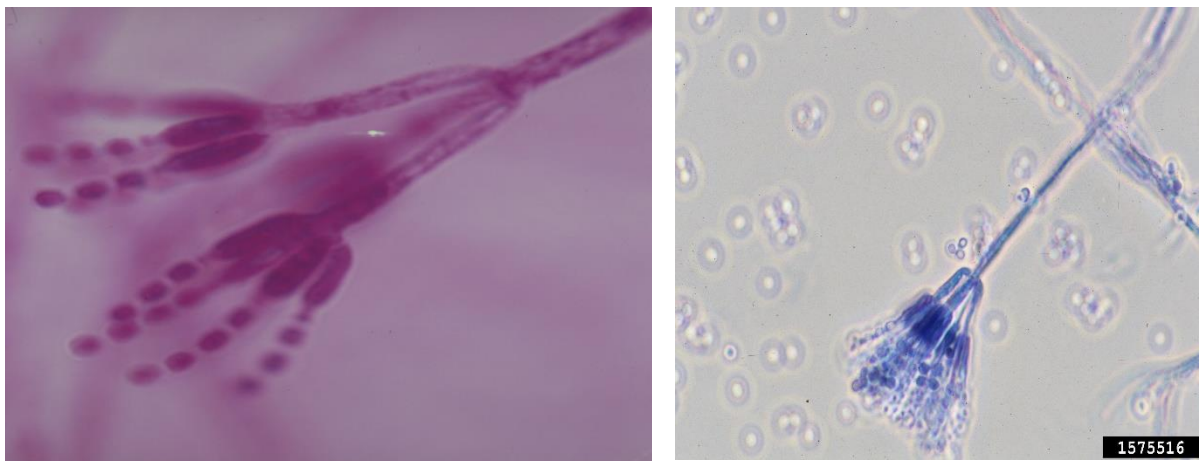


Εικόνα 9: Μικροβιολογική παρατήρηση *Rhizopus Stolonifer*



Εικόνα 10 : Παρατήρηση *Rhizopus Stolonifer* στο μικροσκόπιο

Όσον αφορά την αναγνώριση πενικυλλίων στο μικροσκόπιο υπάρχουν επίσης κάποια χαρακτηριστικά που καθιστούν δυνατή την εν λόγω παρατήρηση. Χαρακτηριστική είναι η μορφή τους στο μικροσκόπιο η στην οποία παρατηρούνται πολυάριθμες δομές που μοιάζουν με μικρά βουρτσάκια και από τις οποίες παράγονται τα σπόρια. Έχουν απλές ή διακλαδιζόμενες δομές που είναι ελαφρώς επιμήκεις.



Εικόνες 11/12 : Μικροσκοπική παρατήρηση *Penicillium spp.*

2.3 ΚΙΝΔΥΝΟΙ/ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΛΟΓΩ ΜΩΛΥΝΣΗΣ ΨΩΜΙΟΥ

Η αλλοίωση των ψωμιών από μικροοργανισμούς αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα γαι τη βιομηχανία τροφίμων στις μέρες μας και ένα το οποίο πρέπει να αντιμετωπιστεί ενδελεχώς λόγω των σοβαρών κινδύνων και επιπτώσεων που μπορούν να υπάρξουν. Αρχικά παρατηρούνται οι προφανείς αλλαγές στις

οργανοληπτικές και ποιοτικές ιδιότητες του ψωμιού, του οποίου το χρώμα αλλάζει ανάλογα με τον μικροοργανισμό από τον οποίο έχει προσβληθεί με αποτέλεσμα να είναι λιγότερο ελκυστικό προς τον καταναλωτή, έπειτα παρατηρούνται αλλαγές στην υφή και πρωτίστως στη γεύση του ψωμιού. (KUMAR, 2016) Ανάλογα τον μήκητα που έχει αναπτυχθεί η υφή του ψωμιού αλλοιώνεται και από την κανονική του μορφή μπορεί να αποσταθεροποιηθεί η ζύμη του με αποτέλεσμα να καταρρέει η υφή του, ενώ σε άλλες περιπτώσεις μπορεί να αναπτύσσει υφή που θυμίζει αυτή κιμωλίας αλλά και να αναπτύξει τριχοειδής υφή στην επιφάνεια του. Ωστόσο οι μεγαλύτεροι κίνδυνοι που μπορούν να υπάρξουν λόγω της μόλυνσης του ψωμιού από μύκητες αφορούν την υγεία των καταναλωτών και τις επιπτώσεις που μπορούν να υπάρξουν για εκείνους. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος που ελλοχεύει λόγω της μόλυνσης στα ψωμιά είναι πιθανώς η ανάπτυξη μυκοτιξινών. Οι μυκοτοξίνες αποτελούν ουσίες (δευτερεύοντες μεταβολιτές) που παράγονται από μύκητες και οι οποίες μπορούν να υπάρξουν δηλητηριώδης τόσο για τους ανθρώπους όσο και για τα ζώα αν καταναλωθούν σε μεγάλη ποσότητα. Οι μύκητες μπορούν να παράγουν και να αναπτύξουν μυκοτοξίνες στα δημητριακά αν παρασιτήσουν τα φυτά ξενιστές κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης τους, ωστόσο οι μυκοτιξίνες μπορούν να αναπτυχθούν τόσο πριν αλλά και μετά την συγκομιδή καθώς και σε οποιοδήποτε άλλο σημείο κατά την διάρκεια της τροφικής αλυσίδας. (M.T. Fletcher, 2016) Συγκεκριμένα όσον αφορά το ψωμί η ανάπτυξη μυκοτιξινών συνδέεται στενά με την ανάπτυξη της μούχλας στο ψωμί και πιο ειδικά με τους μύκητες *Aspergillus spp.* και *Penicillium spp.* οι οποίοι συγκεκριμένα μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη των μυκοτοξινών Αφλατοξίνη B1 και Οχρατωξίνη A οι οποίες και μπορούν να προκαλέσουν ιδιαίτερα προβλήματα

στον ανθρώπινο οργανισμό. (Aly El Sheikha, 2015) Η Οχρατωξίνη Α αποτελεί την πιο κοινή αλλά και πιο τοξική περίπτωση της συγκεκριμένης οικογενείας μυκοτοξινών. Η επινυνδινότητα της αποδίδεται στον αριθμό των διαφόρων ειδών τοξινών που μπορεί να προκαλέσει τόσο στους ανθρώπους όσο και στα ζώα, αρχικά στα ζώα έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει νεφροτοξικότητα στα ζώα ενώ στους ανθρώπους μπορεί να προκαλέσει κατά σειρά ηπατοτοξικότητα, ανοσοτοξικότητα, νευροτοξικότητα, τερατογένεση, αλλά ακόμα και καρκινογένεση. Η ψρατωξίνη Α μπορεί να προκαλέσει επίσης την αναχαίτιση της πρωτεϊνσύνθεσης, της μιτοχονδριακής αναπνοής αλλά και της δημιουργίας τριφωσφορικής αδενοσίνης. (Ramesh C. Gupta, 2018) Από την άλλη η Αφλατοξίνη Β1 έχει συνδεθεί με την ανάπτυξη του HCC ή αλλιώς Ηπατοκυτταρικού καρκινώματος, το οποίο και αποτελεί από τις πιο συνήθεις μορφές καρκίνου του συκωτιού στους ενήλικες ανθρώπους. Η εκτενής λοιπόν κατανάλωση της Αφλατοξίνης Β1 αυξάνει τις πιθανότητες του Ηπατοκυτταρικού καρκινώματος. Καθώς η ίδια όταν εισέρχεται στο συκώτι μεταβολίζεται στην AFB1-εξω-8,9-εποξείδιο, έναν ενδιάμεσο δηλαδή μεταβολιτή ο οποίος αντιδρά χημικά με το DNA προκαλώντας μεταλλάξεις. (J.M. Caviglia, 2014) Άξια αναφοράς είναι επίσης η μυκοτοξίνη Κιτρινίνη η οποία συνήθως συνήθως συνυπάρχει με την Ωχρατωξίνη Α σχηματίζοντας κιτρινωπούς κρυστάλλους και η οποία μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς τη λειτουργία και την υπερδομή του νεφρού παρουσιάζοντας επίσης αρνητικές επιπτώσεις όσον αφορά τη λειτουργία του ήπατος και το μεταβολισμό του ατόμου. (J. Gil-Serna, 2014) Πέραν της μόλυνσης από μούχλα και των μυκοτοξινών που μπορούν να αναπτυχθούν, τα ψωμιά εμπεριέχουν κίνδυνο μόλυνσης από βακτήρια, τα οποία μπορούν επίσης να αποτελέσουν πηγές

κινδύνου για τους καταναλωτές τα κυριότερα και πιο επικίνδυνα βακτήρια που έχουν εντοπιστεί στο ψωμί αποτελούν τα είδη *Bacillus* και κυρίως τα *Bacillus subtilis* και *Bacillus cereus*, ενώ κατά καιρούς έχουν επίσης εντοπιστεί τα *E.Coli* και *Staphylococcus aureus*. (KUMAR, 2016) Γενικά τα είδη του γένους *Bacillus* αποτελούν αερόβια βακτήρια που σχηματίζουν ενδοσπόρια ή προαιρετικά αναερόβια Gram θετικά βακτήρια τα οποία έχουν ραβδοειδές σχήμα. Τα πολλά είδη του γένους παρουσιάζουν ένα ευρύ φάσμα φυσιολογικών ικανοτήτων οι οποίες και τους επιτρέπουν να ανταπεξέλθουν σε κάθε φυσικό περιβάλλον. (Marrollo, 2016) Το βακτήριο *B. cereus* συγκεκριμένα έχει την δυνατότητα να αποτελέσει ιδιαίτερα επικίνδυνο στοιχείο για τους καταναλωτές αρχικά λόγω της ικανότητας των σπορίων τα οποία παράγει να δημιουργούν δεσμούς στις επιφάνειες που μολύνουν αποφεύγοντας έτσι τυχόν θερμική επεξεργασία ή άλλες διαδικασίες που έχουν ως στόχο την απομάκρυνση βλαστικών μικροοργανισμών. Το *B. cereus* μπορεί να προκαλέσει δύο διακριτούς τύπους τροφιμογενών ασθενειών και συγκεκριμένα σύνδρομο εμετού και διάρροιας. Ενώ και οι 2 ασθένειες είναι συνήθως ήπιες και αυτοπεριοριζόμενες ,έχουν αναφερθεί πιο σοβαρές ή ακόμα και θανατηφόρες περιπτώσεις. Τα εμετικά σύνδρομα που εμφανίζονται κατά την ύπαρξη του *B. cereus* οφείλονται στην εμετική τοξίνη *cereulide* η οποία παράγεται στα τρόφιμα πριν την είσοδο στον οισοφάγο, με τα συμπτώματα της ασθένειας να εμφανίζονται σύντομα μετά την κατανάλωση των τροφίμων (0,5-6 ώρες). (Marrollo, 2016) Η διαρροιακή ασθένεια από την άλλη θεωρείται πως εκπροσωπεί μια τοξική μόλυνση η οποία προκαλείται από βλαστικά σπόρια του τα οποία μετά την έγχυση τους εις τον στόμαχο ως σπόρια ή βιώσιμα κύτταρα παράγουν πρωτεΐνες εντεροτοξίνης στο λεπτό

έντερο. Η ασθένεια τυπικά εμφανίζεται ως υδαρή διάρροια, κοιλιακό άλγος και μερικές φορές ναυτία και εμετό. Ο χρόνος επώασης είναι 8–16 ώρες, 12 ώρες κατά μέσο όρο, αν και σε σπάνιες περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί μεγαλύτερος χρόνος επώασης. (Karl R. Matthews, 2017) Η διάρκεια της νόσου είναι συνήθως 12-24 ώρες, αλλά έχουν περιγράψει και επεισόδια διάρκειας πολλών ημερών. (Karl R. Matthews, 2017). Τέλος θα πρέπει να αναφερθούν οι κίνδυνοι που μπορούν να προκληθούν από την ύπαρξη των βακτηρίων *E. Coli* και *S. Aureus* καθώς αποτελούν εκ των γνωστότερων βακτηρίων που μπορούν να εντοπιστούν στα τρόφιμα γενικότερα. Αρχικά, όσον αφορά την *E.Coli* πρόκειται για βακτήριο το οποίο μπορεί να εντοπιστεί με πολλές διαφορετικές μορφές στη φύση από συγγενικές παραμορφώσεις έως και παθογόνες μορφές προς τον εκάτοστε οικοδεσπότη (άνθρωπο ή ζώο). Είναι η δεύτερη μορφή η οποία κια μας απασχολεί και πιο συγκεκριμένα οι επιπτώσεις που μπορεί να έχει στον καταναλωτή. Η *E. Coli* μπορεί λοιπόν να είναι υπεύθυνη για την εμφάνιση ασθενειών όπως διάρροια, νεκροπάθεια και TTP (Θρομβωτική Θρομβοπενική Πορφύρα), χαρακτηριστικό παραδειγμά αποτελεί η παθογόνα μορφή της *E.Coli* *E. coli* O157:H7 η οποία έχει τη δυνατότητα να παράξει βεροτοξίνες οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν από ήπια ως και αιματηρή διάρροια (Taylor, 2008), η οποία μπορεί να εξελιχθεί σε αιμολυτικό ουραιμικό σύνδρομο, ενώ προσδίδει στην επικινδυνότητα της το γεγονός πως μπορεί να αντισταθεί σε χαμηλές τιμές pH(2,5), την πολύ μικρή δόση που χρειάζεται για να προκαλέσει μόλυνση (ακόμα και 10 κύτταρα μπορούν να αποδειχτούν αρκετά) καθώς και το υψηλό ποσοστό παθογένειας της. (Tilden Jr J, 1996) Τέλος ο *S. aureus* αποτελεί ένα επίσης πολύ επικίνδυνο βακτήριο για τον άνθρωπο, ενώ κατέχει και μια ξεχωριστή διάκριση αποτελώντας τον

πιο ωσμιοανθεκτικό παθογόνο μικροοργανισμό (ικανότητα να στηρίζει την μικροβιακή επιβίωση και ανάπτυξη). Τα συμπτώματα που μπορεί να εμφανίσει κανείς λόγω μόλυνσης από το βακτήριο ποικίλουν και μπορούν να περιλαμβάνουν ναυτία, σπασμούς, διάρροια, πονοκεφάλους και εμετούς, ενώ ένα ακόμα χαρακτηριστικό του εν λόγω βακτηρίου είναι πως η σοβαρότητα της μόλυνσης μπορεί να διαφέρει άνα άτομο. (Karl R. Matthews, 2017)

Τόσο οι οργανοληπτικές διαφορές και αλλοιώσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω όσο και οι ενδεχόμενοι κίνδυνοι από τις μολύνσεις έχουν ως αποτέλεσμα την απόσυρση μεγάλων ποσοτήτων ψωμίων κάθε χρόνο. Έχοντας ως δεδομένο τον πολύ σημαντικό ρόλο που κατέχει το ψωμί στην παγκόσμια αγορά τροφίμων καταλαβαίνουμε πως η απώλεια μεγάλων ποσοτήτων του εν λόγω προϊόντος μπορεί να έχει πολύ σημαντικές συνέπειες. Είναι γνωστό το πρόβλημα που σχετίζεται γενικά με τη σπατάλη φαγητού ανά τον κόσμο, καθώς περίπου το 1/3 του φαγητού που παρασκευάζεται παγκοσμίως καταλήγει να σπαταλάτε. Όσον αφορά τα προϊόντα δημητριακών (ψωμί, ρύζι, δημητριακά πρωινού), υπολογίζεται πως σπαταλούνται περίπου 347 εκατ. τόνοι των εν λόγω προϊόντων παγκοσμίως κάθε χρόνο, ποσό που αντιστοιχεί στο 29,1% των τροφίμων που σπαταλούνται κάθε χρόνο. Συγκεκριμένα ο όγκος ψωμιού που σπαταλάται κάθε χρόνο φτάνει τους 900.000 τόνους. Πέραν λοιπόν του εξωπραγματικού όγκου που σπαταλάτε κάθε χρόνο, ο οποίος και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την εκτροφή μεγάλου πληθυσμού ανθρώπων, προκύπτουν μεγάλες οικονομικές απώλειες τόσο για τους καταναλωτές όσο και για τους παραγωγούς, ενδεικτικά για απώλεια ψωμιού μετά το στάδιο της συγκομιδής που φτάνει σε ποσοστό 20% η παραγωγή θα πρέπει να αυξηθεί σε ποσοστό 25%, ενώ

όσο αυξάνεται το ποσοστό απώλειας η απαιτούμενη αυξανόμενη παράγωγή μπορεί να φθάσει σε πολύ μεγάλα ποσοστά απαιτώντας μεγάλο αριθμό εργατωρών, εξοπλισμού και ανθρώπινου προσωπικού.

2.4 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΛΛΟΙΩΣΕΩΝ

2.4.1 Ανάπτυξη καινοτόμων μεθόδων

Είναι λοιπόν κατανοητό πως είναι απαραίτητη η αποτελεσματική αντιμετώπιση των τυχόν αλλοιώσεων που μπορεί να προκύψουν στο ψωμί, με σκοπό φυσικά την αποφυγή των επιπτώσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι κλασσικές μέθοδοι διατήρησης των προϊόντων ψωμιού (αλάτι, μαγιά, αποθήκευση σε συγκεκριμένες συνθήκες) ενώ αποτελούν σωστές πρωταρχικές αρχές για τη διατήρηση του προϊόντος έχουν αποδειχτεί ανίκανες να ανταπεξέλθουν στις όλο και μεγαλύτερες απαιτήσεις του καταναλωτικού κοινού με τις απώλειες προϊόντων ψωμιού λόγω αλλοιώσεων και μολύνσεων να παραμένουν σε υψηλά επίπεδα. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητη η εξέλιξη των τωρινών μεθόδων διατήρησης και προστασίας των προϊόντων , ενώ ακόμα πιο σημαντική θεωρείται η ανάπτυξη και εφαρμογή καινούργιων και πρωτοποριακών μεθόδων με σκοπό την προστασία και την διατηρησιμότητα των προϊόντων ψωμιού.

Πέραν της καθιερωμένης θερμικής επεξεργασίας κατά τη διάρκεια της παραγωγής του ψωμιού (ψήσιμο), έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται καινούργιες και καινοτόμοι μέθοδοι επεξεργασίας του προϊόντος ώστε να καλυφθούν οι ανεπάρκειες των ήδη υπάρχοντων μεθόδων. Τέτοιες καινούργιες τεχνικές αποτελούν οι ξήρανση/αφυδάτωση η οποία αποσκοπεί στην μείωση του ποσοστού υγρασίας του ψωμιού, καθώς όπως έχει αναφερθεί τα υψηλά ποσοστά υγρασίας ευνοούν την

ανάπτυξη μικροοργανισμών στην επιφάνεια των τροφίμων. Παράλληλα θεμιτή είναι ανάπτυξη μεθόδων που θα μπορούν τόσο να απομακρύνουν τη ζέστη από τα τρόφιμα (λυοφιλοποίηση/συγκέντρωση κατάψυξης), όσο και να αυξήσουν τη θερμοκρασία τους (κονσερβοποίηση, αποστείρωση, παστερίωση), ανάλογα την ανάγκη του προϊόντος με όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικό τρόπο.

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο αυξάνεται η συζήτηση περί της χρήσης χημικών συντηρητικών ουσιών με σκοπό την αύξηση του χρόνου ζωής των ψωμίων. Όταν αναφερόμαστε σε χρήση συντηρητικών στα ψωμιά αναφερόμαστε κατά κύριο λόγο σε οργανικά οξέα όπως τα προπιονικό, οξικό και φαινυλοξικό οξύ. (Mattia Quattrini 1, 2018) Γενικά η χρήση των εν λόγω οργανικών οξέων με σκοπό την προστασία των προϊόντων μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορες τεχνικές με κυριότερες και πιο συχνές την εφαρμογή τους μέσω ψεκασμού στα ψωμιά και μέσω χρησιμοποίησης τους ως υλικά στις συσκευασίες των ψωμίων. (Saranja P., 2012) Η χρησιμοποίηση ωστόσο των εν λόγω οργανικών ενώσεων περιορίζεται από την τωρινή νομοθεσία και πρέπει να πραγματοποιείται η τήρηση συγκεκριμένων ορίων. Ενδεικτικά η ποσότητα τους δν μπορεί να ξεπερνάει σε ποσοστό το 0,3% w/w ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί μονάχα σε πακεταρισμένο και κομμένο σε φέτες ψωμί καθώς και σε ψωμί σίκαλης. Ενώ στην περίπτωση άκοπου ψωμιού το επιτρεπτό όριο πέφτει στο 1%w/w. Τα παραπάνω όρια θα πρέπει να ακολουθούνται και να τηρούνται με ακρίβεια καθώς η υπεράνω ορίων χρήση των εν λόγω ουσιών μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες για το προϊόν όπως η ανάπτυξη βακτηρίων και μυκοτοξινών. (L354)

2.4.2 Καινοτόμες Συσκευασίες

Ένας ακόμα παράγοντας που μπορεί να επωφελήσει στη διαιώνιση της ζωής των προϊόντων ψωμιού είναι η ανάπτυξη καινοτόμων συσκευασιών. Άλλωστε η μόλυνσή και η αλλοίωση των προϊόντων κατά την μεταφορά τους προς τον καταναλωτή είναι ένα πολύ συχνό φαινόμενο που συνεισφέρει στις τεράστιες ποσότητες απώλειας ψωμιού καθώς και ένα φαινόμενο για την επίλυση του οποίου απαιτείται η ανάπτυξη καινοτόμων ιδεών. Αυτή τη στιγμή η κύρια μέθοδος που χρησιμοποιείται από τους περισσότερους φούρνους είναι η χρησιμοποίηση ραδιενεργού φωτός UV στην επιφάνεια του ψωμιού πριν και κατά τη διάρκεια της συσκευασίας του ψωμιού, αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο στην αποφυγή μόλυνσης του προϊόντος ωστόσο δεν είναι ικανή να προστατέψει τη συνολική επιφάνεια του ψωμιού, ενώ το συνηθέστερο υλικό που χρησιμοποιείται για τη συσκευασία των ψωμιών είναι οι συσκευασίες πολυαιθενίου χαμηλής πυκνότητας. (K Galic 1, 2009) Δύο καινούργια και καινοτόμα είδη που θα μπορούσαν να επιφέρουν θετικά αποτελέσματα όσον αφορά τη διατηρησιμότητα των ειδών ψωμιού είναι οι συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας(MAP), καθώς και οι ενεργές συσκευασίες/απορροφητές οξυγόνου. Ως MAP χαρακτηρίζουμε τις συσκευασίες οι οποίες έχουν την ικανότητα να τροποποιήσουν την ατμόσφαιρα της συσκευασίας στην οποία βρίσκεται το ψωμί προκειμένου να διαφοροποιήσει από τις φυσιολογικές συνθήκες ατμόσφαιρας. Πιο συγκεκριμένα χαρακτηρίζουμε την διαδικασία κατά την οποία γίνεται περίφραξη των προϊόντων διατροφής σε μια μεμβράνη υψηλού φραγμού στην οποία έχει αλλάξει ή τροποποιηθεί το αέριο περιβάλλον προκειμένου να καθυστερήσουν τους ρυθμούς αναπνοής, να μειώσουν την μικροβιακή ανάπτυξη και να καθυστερήσουν την ενζυματική αλλοίωση με σκοπό την παράταση της ζωής του προϊόντος. Υπάρχουν

διάφορες μέθοδοι με τις οποίες μπορεί να πραγματοποιηθεί η τροποποίηση της ατμόσφαιρας όπως :

1. Συσκευασία κενού
2. Συσκευασία αερίου
3. Ενεργή συσκευασία.

Άμεσος σκοπός της χρήσης των συγκεκριμένων συσκευασιών είναι η μείωση του οξυγόνου σε πολύ μικρά επίπεδα με σκοπό τον εμποδισμό της ανάπτυξης βλαβερών αερόβιων μικροοργανισμών καθώς . και την μείωση του φαινομένου της οξειδωτικής τάγγισης, δηλαδή την οξείδωση των λιπών που προκαλείται λόγω αφυδάτωσης και οξείδωσης καθώς και λόγω μεταλλικών ατόμων ή μικροβίων και έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία περίεργης οσμής/γεύσης. Σύμφωνα με μελέτες ο συνδυασμός των συσκευασιών MAP με αντιμικροβιακούς παράγοντες μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικός όταν εφαρμοστεί σε ψωμί σικάλεως. (K Galić 1, 2009)

Παρομοίως το ενεργό πακετάρισμα (Active Packaging) αποτελεί μια καινοτόμα μέθοδος η οποία μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένας τύπος συσκευασίας ο οποίος μπορεί να αλλάξει τις συνθήκες πακεταρίσματος, επεκτείνοντας την διάρκεια ζωής του προϊόντος ενώ βελτιώνει τις συνθήκες διατήρησης του προϊόντος καθώς και τις οργανοληπτικές του ιδιότητες. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται αυτό είναι μέσω της τοποθέτησης στην συσκευασία μιας ουσίας η οποία αναφέρεται ως απορροφέας οξυγόνου και που έχει την ιδιότητα να απορροφά την οποιαδήποτε ποσότητα οξυγόνου υπάρχει ήδη στην συσκευασία καθώς και την όποια ποσότητα μπορεί να έχει μεταναστεύσει από το ψωμί. Ως απορροφέας οξυγόνου μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάποιο φακελάκι το οποίο προστίθεται στη συσκευασία και που για

χρόνια αποτελούσε μέρος της ίδιας της συσκευασίας. Ωστόσο όσο περνάει ο καιρός και με την ανάπτυξη της εν λόγω τεχνικής ανακαλύπτονται όλο και περισσότερα νέα είδη απορροφών οξυγόνου. Οι πιθανοί απορροφητές οξυγόνου θα πρέπει ωστόσο να πληρούν αρχικά κάποια κριτήρια: Α) Τα υλικά τους να μην είναι τοξικά

B) Να απορροφούν οξυγόνο σε κατάλληλο ποσοστό

Γ) Να μην υπάρχουν αρνητικές αντιδράσεις

Δ) Να έχουν ομοιόμορφη ποιότητα

Ε) Να είναι συμπαγής και με ομοιόμορφο μέγεθος.

Υπάρχουν επίσης ορισμένοι παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται η επιλογή του απορροφέα οξυγόνου: Α) Τα χαρακτηριστικά του τροφίμου (σχήμα, βάρος κλπ)

B) Την ενεργότητα νερού του τρόφιμου

Γ) Η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο τρόφιμο

Δ) Η επιθυμητή διάρκεια ζωής του προϊόντος

Ε) Η αρχική ποσότητα οξυγόνου στη συσκευασία

ΣΤ) Η διαπερατότητα οξυγόνου στο υλικό του πακέτου

Όπως και στην περίπτωση των συσκευασιών τροποποιημένης ατμόσφαιρας, έχει παρατηρηθεί πως η χρήση των ενεργών συσκευασιών μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική όσον αφορά την εξόντωση των μυκήτων καθώς και την επέκταση της ζωής του προϊόντος. (K Galić 1, 2009)

Παράλληλα, με στόχο την αποφυγή της χρήσης χημικών παραγόντων για την διατήρηση των τροφίμων όλο και πιο δημοφιλής γίνεται η έρευνα με σκοπό την ανάπτυξη εναλλακτικών μεθόδων διατήρησης των τροφίμων με βάση τους φυτικούς παράγοντες. Η κύρια μέθοδος εναλλακτικών τρόπων διατήρησης που έχει

παρατηρηθεί και εξεταστεί είναι η χρήση φυσικών ζυμωμένων ουσιών οι οποίες και περιέχουν έναν ικανοποιητικό αριθμό οργανικών οξέων. (Oliveira K De, 2018) Η εν λόγω θεωρία βασίζεται στην άριστη χημική σύνθεση στην οποία βρίσκονται οι εν λόγω ουσίες μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης λόγω των διαφόρων διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της (επιλογή υποστρώματος, επιλογή μικροοργανισμών κ.α.). Μία από τις κύριες αυτές ουσίες η οποία απομονώθηκε και δοκιμάστηκε *in vitro* είναι η πρωτεΐνη ορού γάλακτος της οποίας και βασικό πλεονέκτημα αποτέλεσε η ύπαρξη φυσικού προπιονικού οξέος το οποίο και παράγεται από το προπιονοβακτήριο *freudenreichii*. Η εφαρμογή λοιπόν της πρωτεΐνης ορού γάλακτος τόσο σε *in vitro* όσο και σε ημι-πιλοτικό στάδιο επέφερε ενθαρρυντικά αποτελέσματα, καθώς παρατηρήθηκε η ικανότητα της ουσίας να αναστέλλει την βλάστηση των σπορίων μικροβιακών ουσιών, βοηθώντας έτσι στο να επεκταθεί η διάρκεια ζωής του ψωμιού κατά περίπου 2 εβδομάδες. (Kavkova M., 2016) Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί πως η πρακτική χρήση της πρωτεΐνης ορού γάλακτος στη ζύμη του ψωμιού απαιτεί προσαρμογές όσον αφορά την συνταγή του ψωμιού ώστε να μην αλλοιωθούν τα αισθητηριακά του χαρακτηριστικά. Ακόμα ένας φυτικός παράγοντας που μπορεί να βοηθήσει στην επέκταση της διατηρησιμότητας των ειδών ψωμιού είναι η χρήση Βακτηρίων γαλακτικού οξέος (LAB). Πρόκειται για οργανική χημική ένωση η οποία παράγεται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης από διάφορους οργανισμούς οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν διάφορες πηγές υδατάνθρακα. Η χρήση του ως αντιμικροβιακός παράγοντας στην παραγωγή ψωμιών βασίζεται στην ικανότητα του να παράγει ενεργές μικροβιακές ουσίες με αντιμυκητιακή δράση. (Carla L Gerez 1, 2015) Η

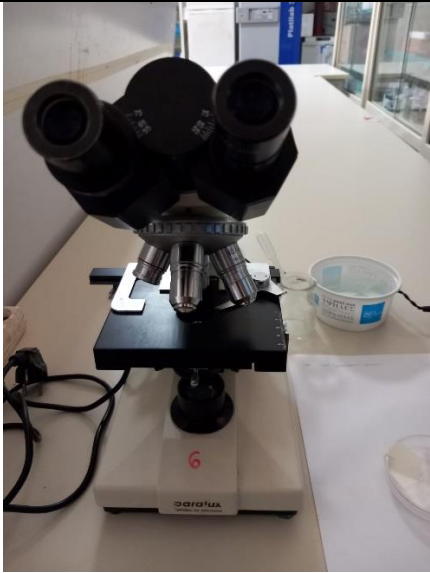
ικανότητα αυτή των παραγόμενων από γαλακτικά βακτήρια ουσιών βασίζεται στην συνεργιστική δράση της υποβρύχιας όξυνσής και των ενώσεων χαμηλού μοριακού βάρους. Οι καλλιέργειες των Βακτηρίων γαλακτικού οξέος χρησιμοποιούνται ως εναρκτήρια καλλιέργεια ή και ως παρεπόμενο στο ψωμί. Έχουν υπάρξει μάλιστα δοκιμές κατά τις οποίες έχει δοκιμαστεί η χρήση LAB ως αντιμυκητιακούς παράγοντες με κύριο παράδειγμα την αντιμυκητιακή δραστηριότητα LBC. Fermentum C14. Μάλιστα ορισμένα στελέχη Βακτηρίων γαλακτικού οξέος έχουν συμπεριληφθεί ως στελέχη ασφαλείας για τρόφιμα τα οποία έχουν εξοσουδιωτηθεί για χρήση από την Ευρωπαϊκή Ένωση δείχνοντας έτσι την ολοένα και αυξανόμενη εμπιστοσύνη που υπάρχει στους εν λόγω φυτικούς παράγοντες διατηρησιμότητας.

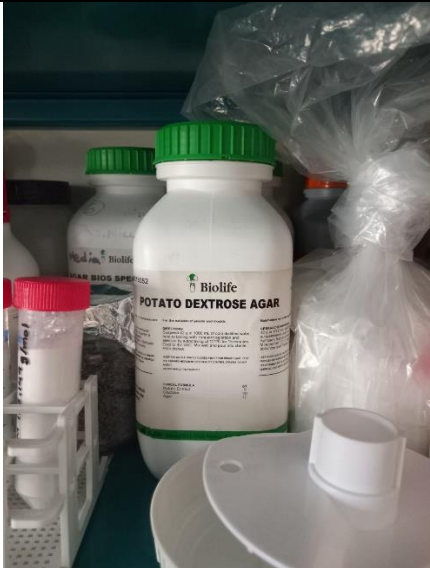
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ/ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Παρακάτω θα παρουσιαστεί το πειραματικό μέρος της πτυχιακής εργασίας και θα αναλυθούν τα αποτελέσματα που παρατηρήθηκαν κατά την ολοκλήρωση του. Σκοπός της πτυχιακής αυτής μελέτης είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση των μικροβιακών αιτιών αλλοίωσης του ψωμιού , καθώς και η απομόνωση και ταυτοποίηση των μυκήτων που αναπτύχθηκαν σε ψωμιά εμπορίου διαφόρων κατηγοριών και η σύγκριση αυτών μεταξύ τους. Οι μυκητολογικές προσβολές που παρατηρούνται στα διάφορα ψωμιά αποτελούν ένα σημαντικό πρόβλημα στη διατήρησή τους καθώς και για την ασφάλεια των καταναλωτών. Κατά την διάρκεια του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν διάφορα επιστημονικά όργανα με σκοπό την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια όσον αφορά τα αποτελέσματα που ελήφθησαν. Κατά την διαδικασία αυτή εξετάστηκε ένας ικανοποιητικός αριθμός δειγμάτων διαφόρων ειδών ψωμιού από διάφορες παραγωγικές μονάδες. Τα αποτελέσματα μελετήθηκαν με βάση τις βιβλιογραφικές πηγές που αναφέρθηκαν κατά τη διάρκεια της πτυχιακής αυτής εργασίας με τα συμπεράσματα και τις παρατηρήσεις που διεξήχθησαν να βασίζονται σε ήδη υπάρχοντα και τεκμηριωμένα επιστημονικά δεδομένα.

3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ PARALUX	
ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΟ ZEISS	

ΜΕΙΓΜΑ PDA	
ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΣ ΑΝΑΔΕΥΤΗΡΑΣ VELP	

ΚΛΙΒΑΝΟΣ ΥΓΡΗΣ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ PRESTIGE



ΕΠΩΑΣΤΙΚΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ MEMMERT



ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΑΘΕΤΗΣ ΝΗΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ BIOAIR	
---	--

Πίνακας 2.1 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΕΣ ΛΑΒΙΔΕΣ	ΚΑΜΙΝΕΤΟ
ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΤΡΙΒΛΥΑ ΠΕΤΡΙ	ΚΑΛΥΠΤΙΔΡΕΣ
ΓΥΑΛΙΝΑ ΔΟΧΕΙΑ ΜΕ ΑΕΡΟΣΤΕΓΕΣ ΚΑΠΑΚΙ	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΦΟΡΕΣ ΠΛΑΚΕΣ
ΦΩΤΕΙΝΟ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ	ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΜΕΝΟ ΑΠΕΣΤΑΓΜΕΝΟ ΝΕΡΟ
ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΨΩΜΙΩΝ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΨΩΜΙΩΝ
ΣΙΤΑΡΙ ΦΟΥΡΝΟΥ	
ΣΙΤΑΡΙ ΦΟΥΡΝΟΥ	
ΠΟΛΥΣΠΟΡΟ ΣΟΥΠΕΡ ΜΑΡΚΕΤ	
ΣΙΚΑΛΗΣ ΣΟΥΠΕΡ ΜΑΡΚΕΤ	
ΠΟΛΥΣΠΟΡΟ ΣΥΣΕΥΑΣΜΕΝΟ ΒΙΟΜΗΧ.	
ΠΟΛΥΣΠΟΡΟ ΦΟΥΡΝΟΥ	
ΤΣΙΑΠΑΤΑ ΦΟΥΡΝΟΥ	
ΛΑΓΑΝΑ	
ΣΙΚΑΛΗ ΦΟΥΡΝΟΥ	

ΣΙΚΑΛΗΣ ΤΟΣΤ
ΠΟΛΥΣΠΟΡΟ ΤΟΣΤ
ΤΟΣΤ 2 ΕΙΔΩΝ (ΛΕΥΚΟ και ΣΙΚΑΛΗΣ)
ΤΟΣΤ ΣΙΤΑΡΙΟΥ
ΨΩΜΙ ΓΕΡΜΑΝΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΣΙΚΑΛΗΣ
ΨΩΜΙ ΒΡΩΜΗΣ
ΨΩΜΙ ΜΕ ΧΑΡΟΥΠΙ
BANANA BREAD
ΨΩΜΙ 4 ΕΙΔΩΝ
ΨΩΜΙ ΠΟΛΥΤΕΛΕΙΑΣ
ΨΩΜΙ ΠΡΟΖΥΜΙ ΣΟΥΣΑΜΙΟΥ
ΨΩΜΙ ΠΟΛΥΣΠ. ΦΟΥΡΝΟΥ
ΨΩΜΙ ΜΕ ΣΟΥΣΑΜΙ
ΤΟΣΤ ΟΛΙΚΗΣ
ΨΩΜΙ ΣΑΝΤΟΥΙΤΣ ΣΟΥΠΕΡ
ΨΩΜΙ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ
ΨΩΜΙ ΑΛΕΥΡΟΥ 70%
ΤΟΣΤ ΠΟΛΥΣΠΟΡΟ/ΠΡΟΖΥΜΙ

Πίνακας 2.2 ΥΛΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

3.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν με σκοπό την επίτευξη του στόχου του πειράματος είναι περιληπτικά τα εξής:

- Παρασκευή PDA ως υπόστρωμα για την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των μυκήτων.
- Δειγματοληψία ψωμιών και επώαση των δειγμάτων αυτών σε ελεγχόμενες συνθήκες.
- Παρασκευή θρεπτικού υλικού για απομόνωση μυκήτων
- Απομόνωση των μυκήτων που αναπτύχθηκαν στα ψωμιά σε τρυβλία με PDA.
- Παρατήρηση και ταυτοποίηση των μικροοργανισμών με χρήση στερεοσκοπίου και μικροσκοπίου.
- Φωτογράφιση δειγμάτων μυκήτων στο στερεοσκόπιο και στο μικροσκόπιο.

• Παρασκευή θρεπτικού υλικού για απομόνωση μυκήτων

Συγκεκριμένα, ως θρεπτικό υλικό-υπόστρωμα για την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των μυκήτων που αναπτύχθηκαν στην επιφάνεια των ψωμιών επιλέχθηκε το PDA (Potato Dextrose Agar), το οποίο αποτελεί ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο μικροβιολογικό μέσο ανάπτυξης το οποίο χρησιμεύει ως βάση για την καλλιέργεια και τον εντοπισμό ζυμών και μυκήτων. Παρασκευάζεται με έγχυση πατάτας και ενσωμάτωση δεξτρώζης, η οποία παρέχει μια πηγή ενέργειας για την ανάπτυξη μυκήτων. Επίσης, προστίθεται και άγαρ ως στερεοποιητικός παράγοντας του θρεπτικού υλικού.

• Δειγματοληψία ψωμιών και επώαση δειγμάτων ψωμιού σε ελεγχόμενες συνθήκες.

Η διαδικασία της δειγματοληψίας ψωμιών από την Κεφαλλονίτικη κυρίως αγορά σχεδιάστηκε με γνώμονα την εύρεση όσο γίνεται περισσότερων ειδών ψωμιών. Στόχος ήταν να αγορασθούν ψωμιά παρασκευασμένα από διαφορετικά δημητριακά, όπως σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη, καλαμπόκι ή μίγμα δημητριακών, καθώς και λευκά, ολικής άλεσης, πολύσπορα κλπ, αλλά και βιομηχανικά από σούπερ μάρκετ και φρέσκα ψημένα από τοπικούς φούρνους. Μετά την επιλογή και προμήθεια των ψωμιών από την τοπική αγορά, εκτός λίγων περιπτώσεων που αγοράστηκαν στην Αθήνα, μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο. Στη συνέχεια από το καθένα ψωμί πάρθηκαν 3-4 ισομεγέθη κομμάτια σε τηρώντας αυστηρά μέτρα υγιεινής και τοποθετήθηκαν σε αυτοσχέδιο αποστειρωμένο υγραντήρα, ο οποίος αφού κλείστηκε ερμητικά εισήχθη σε επωαστικό θάλαμο στους 25°C για διάστημα 7 ημερών. Κατά τη διάρκεια της μίας εβδομάδας καταγράφονταν καθημερινά παρατηρήσεις.

Για την παρασκευή του PDA ακολουθήθηκαν οι οδηγίες της παρασκευάστριας εταιρείας (BioLife). Ζυγίστηκαν 39g αφυδατωμένου PDA τα οποία στη συνέχεια εισήχθησαν σε ογκομετρικό πυρίμαχο μπουκάλι και προστέθηκε απεσταγμένο νερό για την παρασκευή 1000mL θρεπτικού υλικού. Ακολούθησε ανάδευση του θρεπτικού υλικού σε θερμαινόμενο μαγνητικό αναδευτήρα μέχρι το σημείο βρασμού. Έπειτα το μίγμα αποστειρώθηκε σε κλίβανο υγρής αποστείρωσης στους 126°C για περίπου 12 λεπτά, με σκοπό να εξαλειφθούν τυχόν πιθανοί μικροοργανισμοί. Μετά την

ολοκλήρωση της αποστείρωσης και την πτώση της θερμοκρασίας του θρεπτικού υλικού στους 60°C ακολούθησε η πλήρωση των πλαστικών αποστειρωμένων τρυβλίων υπό ασηπτικές συνθήκες σε θάλαμο κάθετης νηματικής ροής. Τα τρυβλία με το θρεπτικό υλικό αφήνονταν να κρυώσουν και στη συνέχεια αποθηκεύονταν σε συνθήκες ψύξης για καλύτερη διατήρηση τους και μελλοντική χρήση.

• **Απομόνωση των μυκήτων που αναπτύχθηκαν στα ψωμιά σε τρυβλία με PDA.**

Μετά την πάροδο των 7 ημερών οι υγραντήρες μισο-ανοιγόταν με πολύ προσοχή και λαμβανόταν δείγμα υπό ασηπτικές συνθήκες από το σημείο μόλυνσης-εξάνθησης του μύκητα που εμφανιζόταν στην επιφάνεια του ψωμιού και στη συνέχεια μεταφερόταν σε τρυβλίο με PDA. Εάν εμφανίζονταν περισσότερες από μια προσβολές μυκήτων παίρνονταν και τα ανάλογα δείγματα. Κάθε διαφορετική εξάνθηση μύκητα στην επιφάνεια του ψωμιού απομονωνόταν σε τρυβλίο με PDA επί τρεις φορές. Στη συνέχεια τα τρυβλία τοποθετούνταν σε επωαστικό θάλαμο στους 25°C για μία εβδομάδα. Οι παρατηρήσεις της πορείας των δειγμάτων παίρνονταν την 2^η ή την 3^η ημέρα με καταληκτική την 7^η ημέρα.

• **Παρατήρηση και ταυτοποίηση των μικροοργανισμών με χρήση στερεοσκοπίου και μικροσκοπίου.**

Μετά την μία εβδομάδα επώασης του κάθε δείγματος μύκητα στο τρυβλίο εξεταζόταν αρχικά στο στερεοσκόπιο και έπειτα στο μικροσκόπιο με σκοπό την προσπάθεια ταυτοποίησης του από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του όπως είναι οι καρποφορίες και τα σποριά τους.

Κατά την εξέταση του κάθε δείγματος μύκητα στο στερεοσκόπιο καταγράφηκαν και φωτογραφήθηκαν κάποια χαρακτηριστικά, όπως το χρώμα της αποικίας, η υφή, η μορφή της εξάνθησης κ.ά. Επίσης, με τη χρήση στερεοσκοπίου δίνεται η δυνατότητα να ληφθεί αντιπροσωπευτικό δείγμα για το μικροσκοπικό παρασκεύασμα.

Κατά την εξέταση του κάθε δείγματος μύκητα στο μικροσκόπιο καταγράφηκαν και φωτογραφήθηκαν υφές, καρποφορίες και σπόρια για την διαδικασία ταυτοποίησης τους μέσω κλειδών ταξινόμησης και της υπάρχουσας βιβλιογραφίας.

3.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Έχοντας εξετάσει λοιπόν 26 διαφορετικά δείγματα στα οποία συμπεριλαμβάνονται διάφορα είδη ψωμιών έχουμε στην διάθεση μας τα αποτελέσματα του πειράματος.

Στην πλειοψηφία των δειγμάτων χρειάστηκαν 5-6 μέρες για την εμφάνιση μυκητολογικών μολύνσεων στην επιφάνεια των διαφόρων ειδών ψωμιού ενώ υπήρξαν και λίγες περιπτώσεις στις οποίες χρειάστηκε περισσότερο ή λιγότερο χρονικό διάστημα.



Διάγραμμα 1: ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΜΟΛΥΝΣΗΣ

Τα δείγματα που εμφάνισαν ίχνη μόλυνσης συντομότερα αποτελούνταν από μάρια και λευκά ψωμιά ενώ στην πλειονότητα τους τα δείγματα ψωμιού που εμφάνισαν ίχνη μόλυνσης με μεγαλύτερη καθυστέρηση ή και καθόλου αποτελούσαν ψωμιά πολύσπορου τύπου. Γενικά τα μαύρα ψωμιά (Ολικής άλεσης, σίκαλης κλπ.), αποτέλεσαν το είδος ψωμιού που εμφάνισε γρηγορότερα σημάδια μόλυνσης

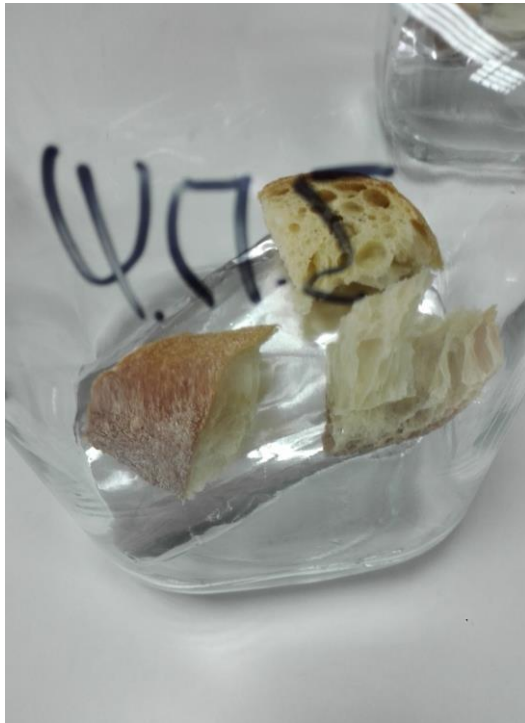
Στις παρακάτω εικόνες παρατηρείται η αλλαγή στην επιφάνεια των δειγμάτων μετά την μόλυνση που υπέστησαν.



Εικόνα 13/14: Απο αριστερά προς τα δεξιά: Δείγμα ψωμιού πριν και μετά την μόλυνση από Rhizopus Stolonifer

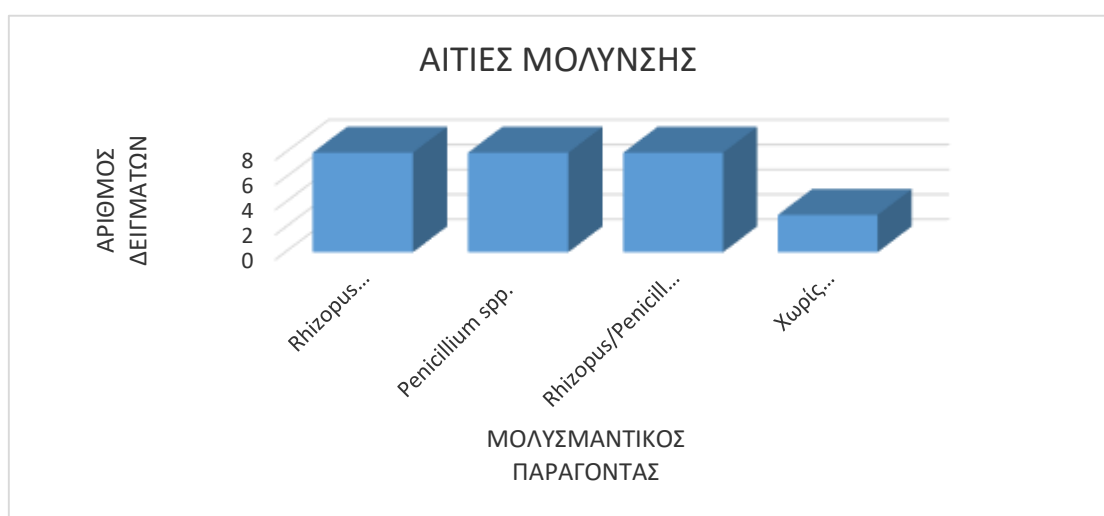


Εικόνα 15/16: Απο αριστερά προς τα δεξιά: Δείγμα ψωμιού πριν και μετά την μόλυνση απο *Rhizopus Stolonifer*



Εικόνα 17/18: Δείγμα ψωμιού πριν και μετά τη μόλυνση απο *Rhizopus Stolonifer*/ *Penicillium* Spp.

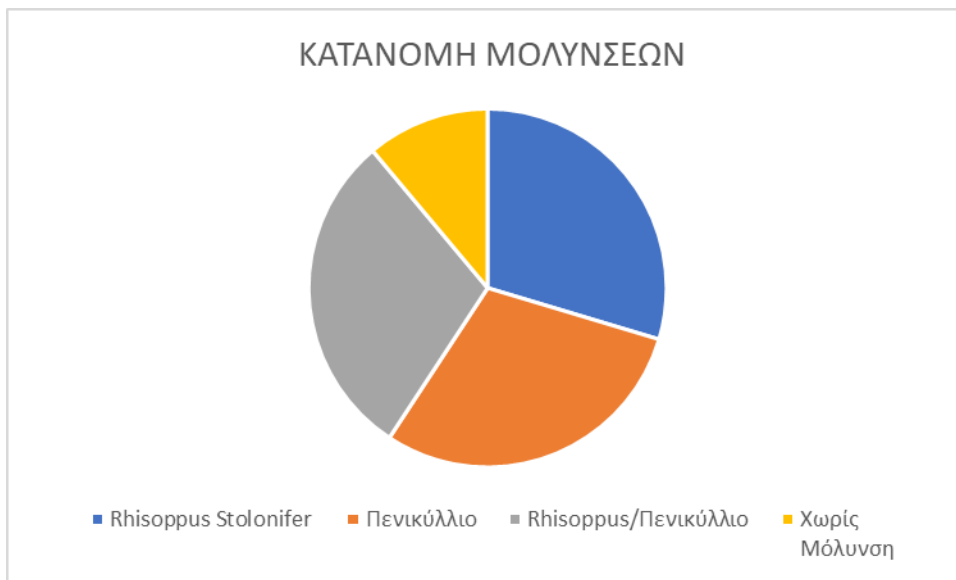
Έπειτα από παρατήρηση των δειγμάτων με τον τρόπο που αναφέρθηκε παραπάνω, μπορέσανε να αναγνωριστούν και να ταυτοποιηθούν οι μικροοργανισμοί που είναι υπεύθυνοι για την μόλυνση των δειγμάτων ψωμιού.



Διάγραμμα 2: ΑΙΤΙΕΣ ΜΟΛΥΝΣΗΣ

Οι εξανθήσεις μαύρου χρώματος τις περισσότερες φορές είναι ένδειξη της παρουσίας του μύκητα *Rhizopus stolonifer*. επίσης, η εμφάνιση γκριζοπράσινων εξανθήσεων στην επιφάνεια του ψωμιού αποτελούν σαφή ένδειξη μόλυνσεως από κάποιο είδος πενικιλίου. Στις παραπάνω περιπτώσεις σχεδόν σε όλα τα εξεταζόμενα δείγματα με τη χρήση μικροσκοπίου επιβεβαιωνόταν η μακροσκοπική διάγνωση-ταυτοποίηση

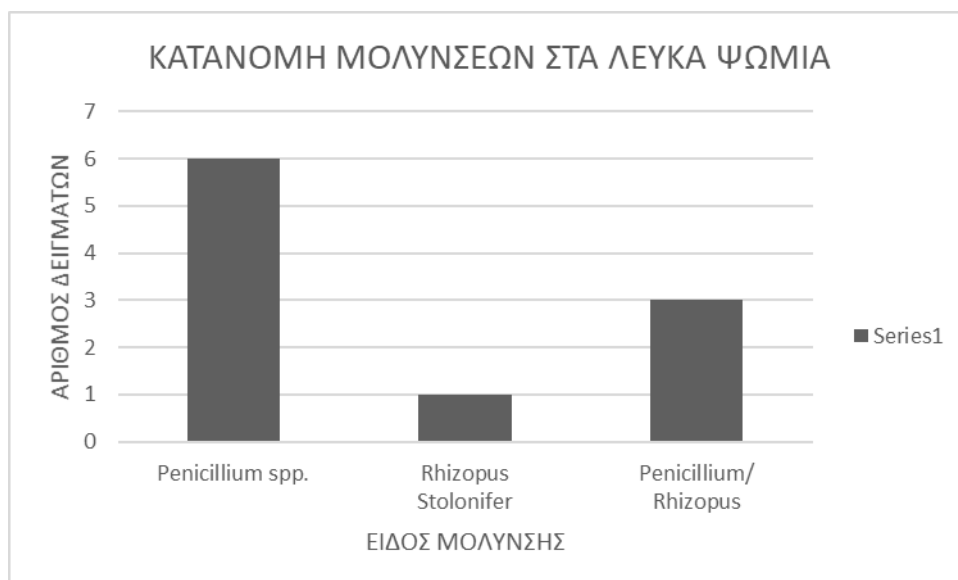
Παρακάτω παρατηρείται η κατανομή των μολυσματικών αιτιών ανάμεσα στα δείγματα.



Διάγραμμα.1: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΟΛΥΝΣΕΩΝ

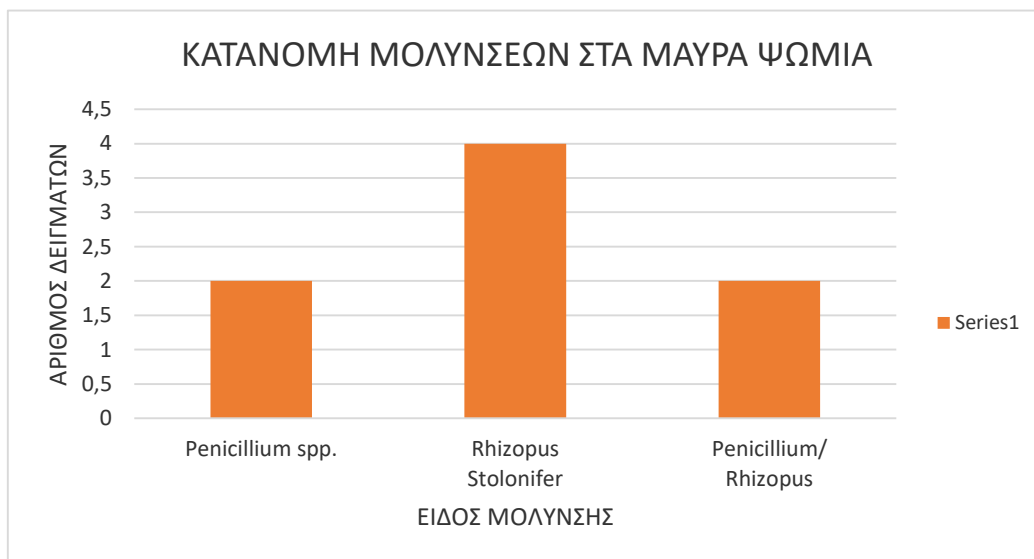
Παρουσία μολυσματικών μυκήτων ανά είδος ψωμιού που εξετάστηκε.

ΛΕΥΚΑ ΨΩΜΙΑ (Αρ:10)



Διάγραμμα.4: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΟΛΥΝΣΕΩΝ ΣΤΑ ΛΕΥΚΑ ΨΩΜΙΑ

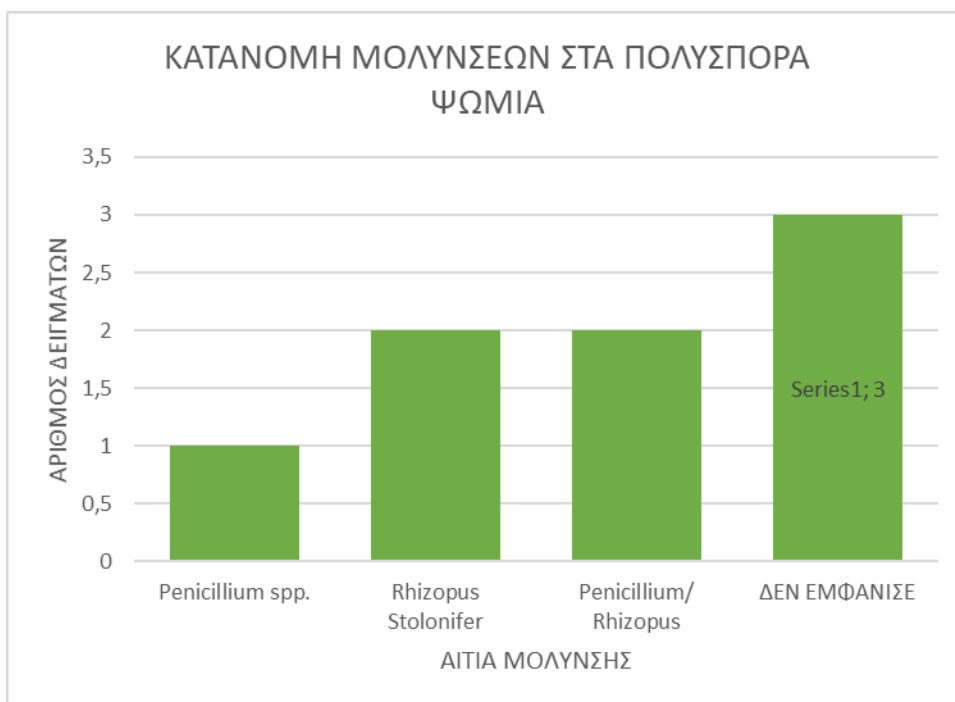
Κύριος μολυσματικό παράγοντα στα λευκά ψωμιά αποτέλεσε το *penicillium spp.*
ΜΑΥΡΑ ΨΩΜΙΑ(ΑΡ:8)



Διάγραμμα.2: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΟΛΥΝΣΕΩΝ ΣΤΑ ΜΑΥΡΑ ΨΩΜΙΑ

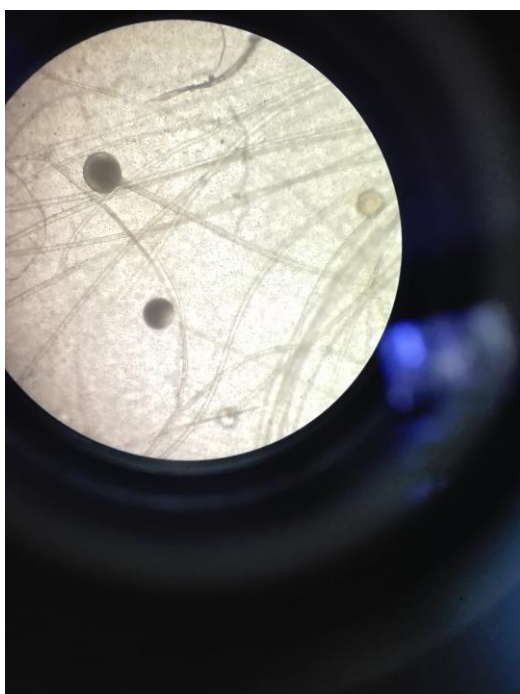
Στα μαύρα ψωμιά ο *Rhizopus Stolonifer* αποτέλεσε τον κύριο μολυσματικό παράγοντα.

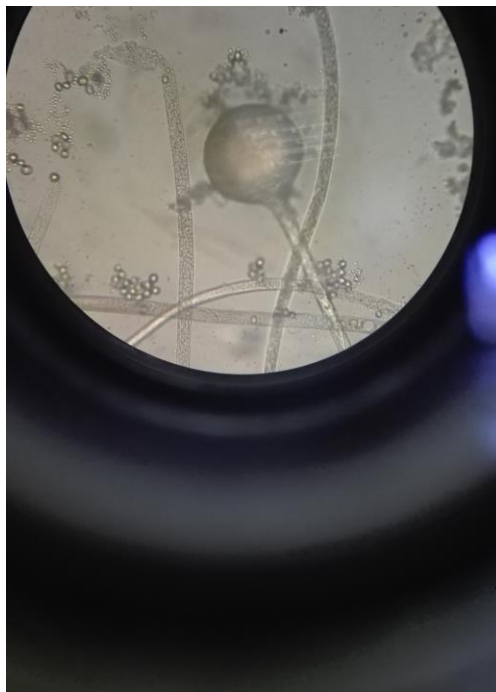
ΠΟΛΥΣΠΟΡΑ ΨΩΜΙΑ (ΑΡ:9)



Διάγραμμα 6: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΜΟΛΥΝΣΕΩΝ ΣΤΑ ΠΟΛΥΣΠΟΡΑ ΨΩΜΙΑ

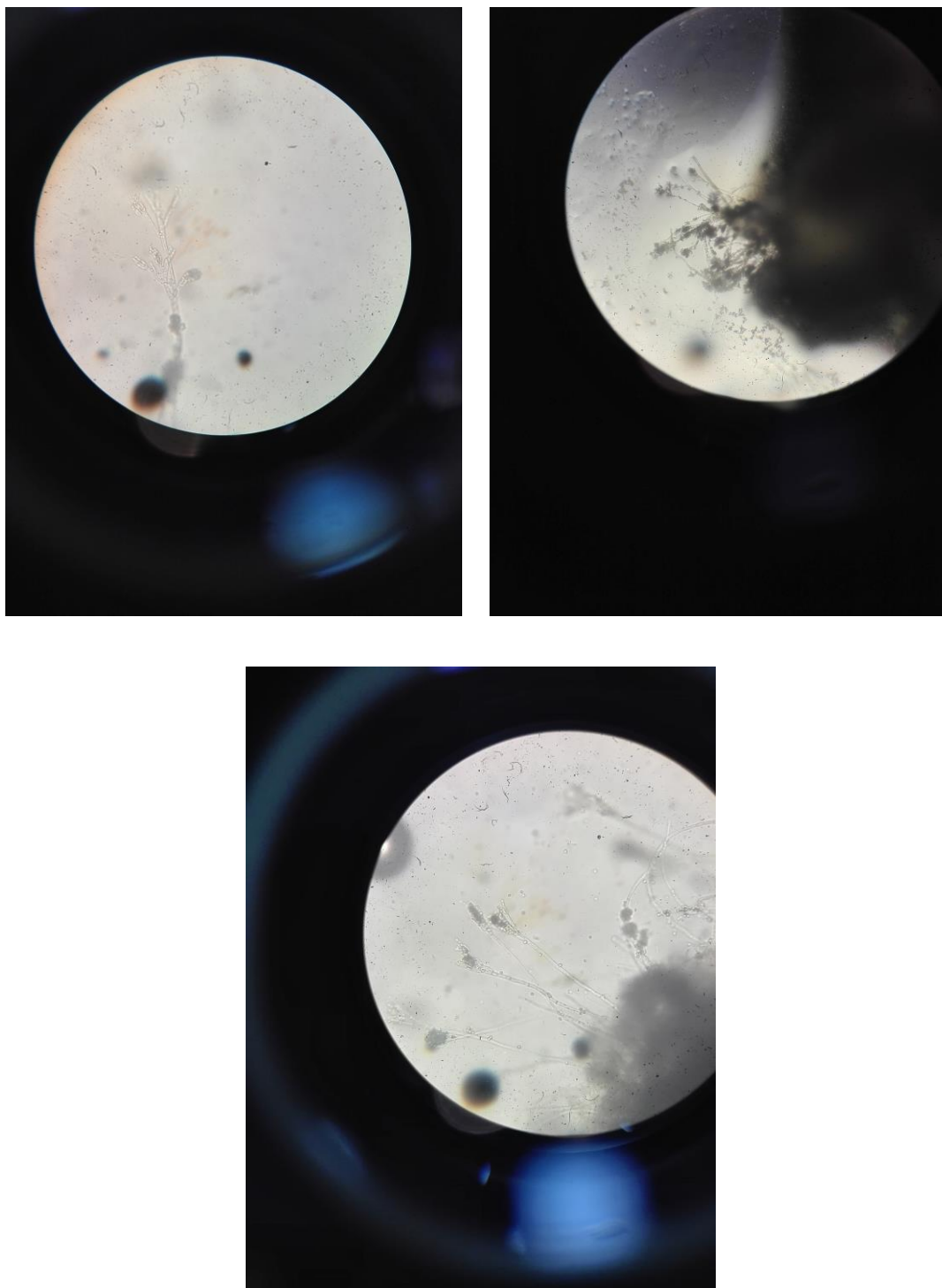
Τα δείγματα πολύσπορων ψωμιών που δεν εμφάνισαν ίχνη μόλυνσης αποτελούν όλα συσκευασμένα ψωμιά βιομηχανικής παραγωγής. Παρακάτω, παρατηρείται στο μικροσκόπιο η παρουσία στολώνων, σποραγγειοφόρων και σποραγγειοσπορείων του *Rhizopus Stolonifer* στο δείγμα





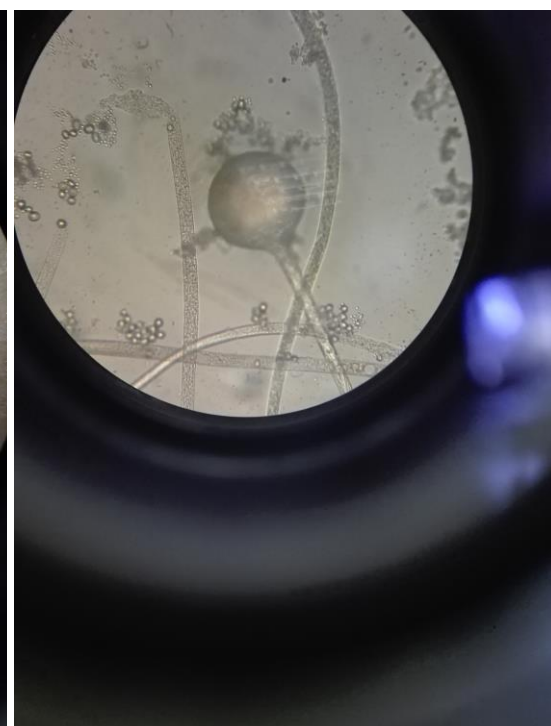
Εικόνα 19/20/21: Παρατηρήσεις Rhizopus Stolonifer στο μικροσκόπιο

Παρακάτω, παρατηρείται στο μικροσκόπιο ελαφρώς επιμήκεις απλές ή διακλαδιζόμενες δομές-καρποφορίες που θυμίζουν στο σχήμα τους βουρτσάκια-χρωστήρες πάνω στις οποίες εμφανίζονται στα σπόρια του *Penicillium spp.*

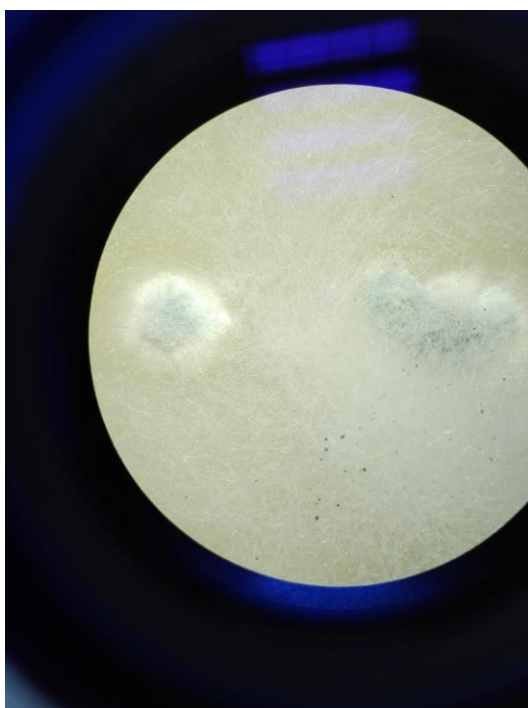
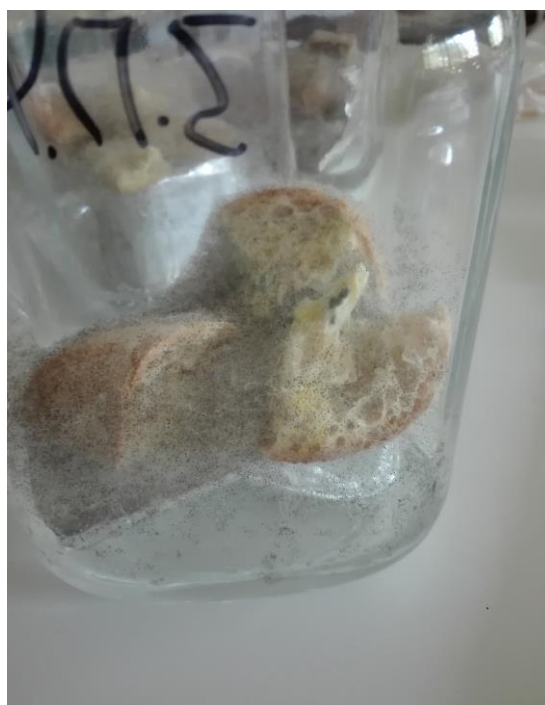
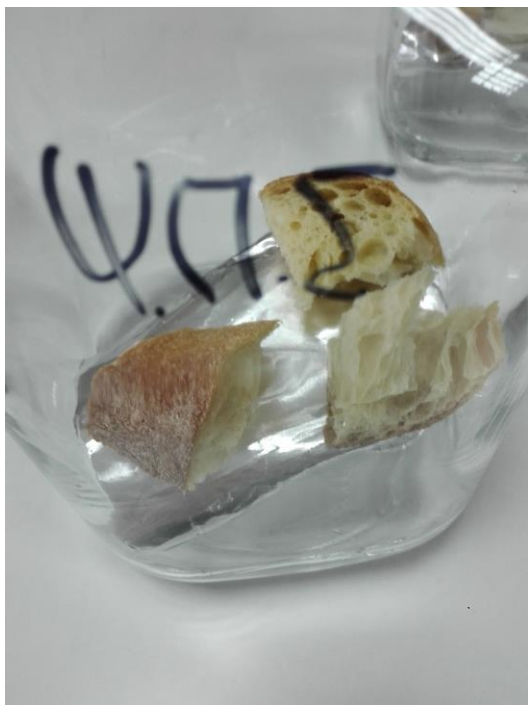


Εικόνα 22/23/24: Απεικόνιση *Penicillium Spp.* στο μικροσκόπιο

Παρακάτω παρατηρείται η εξέλιξη των δειγμάτων από το αρχικό δείγμα ως την απεικόνιση του μύκητα στο μικροσκόπιο.



Εικόνα 25/26/27/28: Απο αριστερά προς τα δεξιά Αρχικό δείγμα, εμφάνιση μόλυνσης, ένδειξη μολυσμένης επιφάνειας στο στερεοσκόπιο ,ένδειξη μύκητα *R. Stolonifer* στο μικροσκόπιο



Εικόνα 29/30/31/32: Απο αριστερά προς τα δεξιά: Αρχικό δείγμα, εμφάνιση μόλυνσης, ένδειξη μολυσμένης επιφάνειας στο στερεοσκόπιο ,ένδειξη *Penicillium* spp. στο μικροσκόπιο

3.5 ΣΥΠΕΡΑΣΜΑΤΑ/ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όσον αφορά την συντομότερη εμφάνιση ιχνών μόλυνσης στα δείγματα μαυρου ψωμιού αυτό πιθανώς να οφείλεται στην υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία που περιέχουν τα μαύρα ψωμιά λόγω της παρουσίας των ινών πίτουρο και φύτρο τα οποία και παρεμβαίνουν στο σχηματισμό γλουτένης με αποτέλεσμα την αύξηση των επιπέδων υγρασίας στη ζύμη. Επίσης λόγω της εμφάνισης του συγκεκριμένο είδους ψωμιού είναι πιο εύκολο να εντοπιστεί με γυμνό μάτι η ένδειξη μόλυνσης.

(PATERAS, 1998)

Η μεγαλύτερη περιεκτικότητα των μαύρων ψωμιών σε υγρασία μπορεί να αποτελεί ένδειξη για το γεγονός ότι ο μύκητας *Rhizopus Stolonifer* αποτελεί τον πιο συχνό μολυσματικό παράγοντα σε αυτά καθώς η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε υγρασία αποτελεί εξαιρετική συνθήκη για τον εν λόγω μύκητα ο οποίος μπορεί έτσι να τραφεί με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία που απαιτεί για την ανάπτυξη του.

Αντίστοιχα τα λευκά ψωμιά αποτελούν καταλληλότερο περιβάλλον για την ανάπτυξη του μύκητα *penicillium spp.* Λόγω του ότι το λευκό ψωμί παράγεται αποκλειστικά από το ενδοσπέρμιο του σιταριού αποτελεί το είδος ψωμιού που περιέχει σε μεγαλύτερα ποσοστά ζάχαρη και άμυλο (Caili Li, 2022) τα οποία και αποτελούν απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη του *penicillium spp* στην επιφάνεια του

δείγματος του ψωμιού κάτι που εξηγεί την ανάπτυξη του εν λόγω μύκητα σε μεγάλο ποσοστό στα δείγματα λευκού ψωμιού.

Στα δείγματα ψωμιών που εξετάστηκαν αυτά τα οποία δεν εμφάνισαν ίχνη μόλυνσης κατά τη διάρκεια του πειράματος ήταν συσκευασμένα πολύσπορα ψωμιά βιομηχανικής παραγωγής. Η διατηρησιμότητα και η ανθεκτικότητα των εν λόγω ψωμιών σε σχέση με τα άλλα δείγματα μπορεί να οφείλεται τόσο στη χρήση συντηρητικών ουσιών που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της παραγωγής όπως τα προπιονικό ασβέστιο, κιτρικό οξύ και σορβικό κάλιο τα οποία και χρησιμεύουν όσον αφορά την επιμήκυνση της ζωής του προϊόντος. Παράλληλα η διατήρηση του σε σφραγισμένες συσκευασίες βοήθησε στο να αποτρεπτούν τυχόν μολύνσεις που μπορεί να υπέστησαν τα άλλα δείγματα μετά τη διαδικασία της παραγωγής.

Σε ορισμένα δείγματα παρατηρήθηκε το φαινόμενο του μικροβιακού ανταγωνισμού με το είδος *R. stolonifer* να καλύπτει την προσβολή από τα είδη *Penicillium spp.* Αυτό το φαινόμενο έχει ως αποτέλεσμα την φαινομενική ύπαρξη μόνο ενός εκ των δύο μυκήτων ωστόσο σε λεπτομερή παρατήρηση στο μικροσκόπιο μπορεί να παρατηρηθεί η ύπαρξη τόσο του *Rhizopus stolonifer* όσο και του *Penicillium spp* (WELLS, 1999)

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abet et al. (2010). A molecular phylogenetic study of the genus *Rhizopus* .
- Aly El Sheikha, Y. A.-G. (2015). *Bread and its Fortification for Nutrition and Health Benefits*.
- Biesiekierski, J. R. (2017). What is gluten?
- Carla L Gerez 1, M. J. (2015). Antifungal starter culture for packed bread: influence of two storage conditions.
- Cook, M. (April 11, 2018). Different Kinds of Bread Mold.
- Eglite, A. (2017). Bread choice and consumption trends.
- Elena Curti a b, E. C. (November 2014). Effect of gluten on physico-chemical properties and molecular mobility.
- Fantozzi, J. (2018). Who Invented Bread?
- Farrelly, L. (April 24, 2017). How Does Mold Grow on Cheese?
- González Carretero L, W. M. (2017). *A methodological approach to the study of archaeological cereal meals*.
- IndexBox. (2016). World: Bread And Bakery - Market Report. Analysis And Forecast To 2025.
- J. Gil-Serna, C. V.-J. (2014). *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)*.
- J.M. Caviglia, R. S. (2014). *Pathobiology of Human Disease*.
- K Galić 1, D. C. (2009). Shelf life of packaged bakery goods--a review.
- Karl R. Matthews, K. E. (2017). *ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ*.
- Kavkova M., S. E. (2016). Antifungal effect of whey ferment with propionate against bread moulds.
- KUMAR, R. (2016). MICROBIAL SPOILAGE OF CEREALS AND BAKERY FOODS.
- L354, O. J. (n.d.). Regulation 1333/2008 on Food Additives., (pp. 16-33).
- M.T. Fletcher, B. B. (2016). Mycotoxins.
- Marrollo, R. (2016). *The Diverse Faces of Bacillus cereus*.
- Mattia Quattrini 1, N. L. (2018). Exploiting synergies of sourdough and antifungal organic acids to delay fungal spoilage of bread.

- Oliveira K De, D. N. (2018). Clean Labelling: Applications of natural ingredients in bakery products.
- Petruzzello, M. (2013). Rhizopus.
- Ramesh C. Gupta, A. S. (2018). *Veterinary Toxicology (Third Edition)*.
- Rubel, W. (15 Okt 2011). *Bread: A Global History*. Reaktion Books.
- Saranja P., G. M. (2012). Microbial spoilage of bakery products and its control by preservatives.
- Taylor, C. M. (2008). Enterohaemorrhagic Escherichia coli and Shigella dysenteriae type 1.
- Tilden Jr J, M. J. (1996). A new route of transmission for Escherichia coli: infection from dry fermented salami.
- Irene M.C. Pateras(1998). Bread spoilage and staling
- Caili Li, Sushil Dital, Michael J. Gidley (2022).

<https://www.honestfoodtalks.com/top-breads-pastries-around-the-world>

