



Α. Τ. Ε. Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑ
ΤΜΗΜΑ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ
ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Ο ΡΟΛΟΣ ΕΝΩΣΕΩΝ ΑΖΩΤΟΥ ΩΣ
ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΝΙΤΡΩΔΗ ΚΑΙ ΝΙΤΡΙΚΑ ΑΛΑΤΑ ΜΕ ΚΑΛΙΟ ΚΑΙ
ΝΑΤΡΙΟ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Σπηλιόπουλος Ιωακείμ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: Γιαννακοπούλου Κωστούλα

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	- 3 -
ABSTRACT	- 4 -
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 5 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΤΡΟΦΙΜΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	- 7 -
1.1 Τρόφιμα	- 7 -
1.2 Συντήρηση τροφίμων.....	- 9 -
1.3 Συντηρητικά και Πρόσθετα	- 13 -
1. 3.1 Χρησιμότητα των διαφόρων πρόσθετων ουσιών.	- 16 -
1. 3. 2 Αντιοξειδωτικές πρόσθετες ουσίες.....	- 17 -
1. 3.3 Συντηρητικές πρόσθετες ουσίες ή συντηρητικά.....	- 18 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΝΙΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΝΙΤΡΩΔΗ ΑΛΑΤΑ ΜΕ ΚΑΛΙΟ ΚΑΙ ΝΑΤΡΙΟ.	- 21 -
2.1 Οι ενώσεις αζώτου και η χρήση τους στα τρόφιμα	- 21 -
2.2 Νιτρικά και Νιτρώδη άλατα με κάλιο και νάτριο.....	- 22 -
2.2.1 Τα νιτρικά στην τροφή	- 30 -
2.2.2 Επίδραση των νιτρικών στην υγεία του ανθρώπου	- 30 -
2.2.3 Επίδραση των νιτρικών στην αποκασιτέρωση των κονσερβών.....	- 31 -
2.2.4 Ισχύουσες εγκρίσεις για νιτρικά και νιτρώδη άλατα στα τρόφιμα.....	- 32 -
2.2.5 Επίδραση στους περιέκτες.....	- 34 -
2.3 Λοιπές ενώσεις αζώτου που βρίσκουν εφαρμογή στα τρόφιμα	- 37 -
2.4 Κλωστρίδιο Αλλαντίασης (Clostridium botulinum)	- 41 -
2.5 Αλλαντίαση.....	- 43 -
2.6 Οι Νιτροζαμίνες.....	- 45 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΑΖΩΤΟΥ	- 49 -
3.1 Πηγές νιτρικών, νιτρωδών και νιτροζαμινών.....	- 49 -
3.2 Αρνητικές επιπτώσεις ενώσεων αζώτου στον άνθρωπο.....	- 50 -
3.3 Μεθαιμοσφαιριναιμία.....	- 52 -
3.4 Νιτροζαμίνες και καρκίνος.....	- 53 -
3.5 Ευεργετικές επιπτώσεις των νιτρωδών στην υγεία του ανθρώπου	- 54 -
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	- 55 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 56 -
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Γνωρίζουμε ότι η κύρια λειτουργία της συντήρησης είναι να καθυστερεί την αλλοίωση των τροφίμων και να αποτρέπει οποιεσδήποτε αλλαγές στη γεύση τους ή σε μερικές περιπτώσεις, και στην εμφάνισή τους. Η συντήρηση των τροφίμων έχει χρησιμοποιηθεί εδώ και αρκετές εκατοντάδες χρόνια, όταν ο άνθρωπος χρησιμοποίησε το αλάτι (πάστωμα) και τον καπνό (κάπνισμα) για να εμποδίσει το κρέας και τα ψάρια να χαλάσουν.

Ο μέγιστος κίνδυνος είναι να αλλοιωθούν τα τρόφιμα ή να γίνουν τοξικά από την επίδραση μικροοργανισμών (π.χ. βακτήρια, ζύμες, μούχλα) που εμφανίζονται σε αυτά. Μερικοί από αυτούς τους οργανισμούς μπορούν να εκκρίνουν δηλητηριώδεις ουσίες (τοξίνες), οι οποίες είναι επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία και μπορεί να αποδειχθούν ακόμη και θανατηφόρες.

Τη σημερινή εποχή χρησιμοποιούνται πολλά συντηρητικά στα τρόφιμα, τα οποία προστατεύουν τα τρόφιμα από την αλλοίωση, και παράλληλα ενισχύουν σε πολλές περιπτώσεις το άρωμα και τη γεύση των τροφίμων.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία έγινε μια προσπάθεια προσέγγισης τον ρόλου των ενώσεων του αζώτου ως συντηρητικά τροφίμων, και ειδικότερα για τα νιτρώδη και νιτρικά άλατα με κάλιο και νάτριο.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας μας, γίνεται μια αναφορά στην έννοια των τροφίμων και στη συντήρησή τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στις ενώσεις του αζώτου και τη χρήση τους στα τρόφιμα. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα νιτρικά και νιτρώδη άλατα με κάλιο και νάτριο και η χρήση τους ως συντηρητικά. Επιπλέον, δίνονται πληροφορίες για το Κλωστρίδιο Αλλαντίασης (*Clostridium botulinum*) και για την αλλαντίαση.

Τέλος, στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι αρνητικές επιπτώσεις των ενώσεων του αζώτου στην υγεία του ανθρώπου.

ABSTRACT

It is known that the main function of conservation is to retard spoilage and prevent any changes in taste or in some cases, in appearance as well. The preservation of food has been used for several hundred years, when people used salt (pickling) and tobacco (smoking) to prevent the meat and fish from spoiling.

The maximum risk is for food to spoil or to become toxic under the effect of microorganisms (e.g. bacteria, yeast, mold) shown therein. Some of these organisms can secrete poisonous substances (toxins), which are hazardous to human health and can even prove fatal.

Nowadays many preservatives are used in food, which protect food from spoiling, while in many cases enhance the aroma and taste of food. In the present study there was an attempt to approach the role of nitrogen compounds as food preservatives, especially those of nitrites and nitrates of potassium and sodium.

In the first chapter of our study, there is a reference to the concept of food and its maintenance.

The second chapter refers to nitrogen compounds and their use in food. Moreover, we present nitrates and nitrites with potassium and sodium and their use as preservatives. In addition, information on *Clostridium botulinum* and botulism is given.

Finally, in the third chapter, we present the negative effects of nitrogen compounds on human's health.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία έχει σκοπό την ανάδειξη του ρόλου ορισμένων ενώσεων αζώτου ως συντηρητικά τροφίμων. Πιο συγκεκριμένα, τόσο οι οργανικές αζωτούχες ενώσεις (πρωτεΐνες, πεπτίδια, αμινοξέα, ένζυμα, αντισώματα) όσο και οι ανόργανες αζωτούχες ενώσεις (νιτρώδη, νιτρικά, αμμωνία) αποτελούν σημαντικές έννοιες στον τομέα των τροφίμων και έχουν ενεργό ρόλο στην διαδικασία της παραγωγής, της αποθήκευσης και της συντήρησής τους.

Γενικά, η χημεία είναι ένας κλάδος των θετικών επιστημών που μελετά την ύλη, τη σύνθεση, τη δομή και ιδιαίτερα τις μεταβολές της σύστασης δηλαδή τις χημικές αντιδράσεις. Κατά συνέπεια, οι χημικές αντιδράσεις δεν σχετίζονται μόνο με τις χημικές ουσίες που βρίσκονται σε χημικά εργαστήρια αλλά και με διαδικασίες που πραγματοποιούνται στην καθημερινή ζωή. Η ανθρώπινη υγεία, ο ρουχισμός, η διαδικασία της προετοιμασίας του φαγητού και η συντήρησή του, είναι ορισμένοι τομείς όπου η επιστήμη της χημείας αποτελεί την βάση ώστε να είναι δυνατή η πραγματοποίηση των παραπάνω ενεργειών και τα αποτελέσματά τους να είναι ικανοποιητικά από άποψη ασφαλούς χρήσης και υγιεινής. Στον κλάδο των τροφίμων ο ρόλος της χημείας είναι ιδιαίτερα σημαντικός, διότι χωρίς τις χημικές αντιδράσεις δεν μπορούν να επιτευχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Από αρχαιότατων χρόνων, ο άνθρωπος ανακάλυπτε διάφορους τρόπους για να παρατείνει την ζωή των προϊόντων, αφού αυτά από την φύση τους είναι ευαλλοίωτα. Έτσι, χωρίς μηχανικό εξοπλισμό και χωρίς να έχει εξελιχθεί ακόμη η τεχνολογία, η συντήρηση των τροφίμων ξεκίνησε να εφαρμόζεται με διάφορους τρόπους. Η τοποθέτηση προϊόντων σε παγωμένο νερό, η φυσική ξήρανση στον ήλιο, η τοποθέτηση κυρίως λαχανικών σε χώρους χωρίς φωτισμό, αποτέλεσαν τις πρώτες μεθόδους συντήρησης για την επίτευξη της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής των τροφίμων. Με την πάροδο των χρόνων και την εξέλιξη της τεχνολογίας, αυτές οι μέθοδοι αντικαταστάθηκαν και ανακαλύφθηκαν νέοι τρόποι συντήρησης των τροφίμων.

Η διάρκεια διατηρησιμότητας κάθε προϊόντος εξαρτάται κυρίως από τα χαρακτηριστικά της πρώτης ύλης, την μέθοδο και τις συνθήκες επεξεργασίας του, τα

χαρακτηριστικά και τις συνθήκες συσκευασίας και τέλος, από τις περιβαλλοντικές συνθήκες αποθήκευσης και μεταφοράς. Επίσης, άλλα βασικά αίτια μείωσης της διατηρησιμότητας των τροφίμων είναι οι μικροβιολογικές προσβολές, η δράση των ενζύμων, οι χημικές ενώσεις και οι φυσικές αλλοιώσεις.

Συνεπώς, η χρήση ορισμένων χημικών ουσιών στα τρόφιμα εφαρμόστηκε με σκοπό την αποφυγή των παραπάνω προβλημάτων. Η αρχαιότερη ουσία που προστέθηκε σε τρόφιμα, για βελτίωση της γεύσης και συντήρηση, είναι το Χλωριούχο Νάτριο, το κοινό αλάτι. Χρησιμοποιήθηκε κυρίως σε παστά ή αλιπαστωμένα κρέατα και σε ιχθυρά (είδη ψαριών και θαλασσινών) με σκοπό την διατήρησή τους για μεγάλο χρονικό διάστημα, ενώ ταυτόχρονα αποδείχθηκε ότι είχε θεαματική βελτίωση, μέχρι και στην αλλαγή της γεύσης. Υπάρχουν και άλλα τέτοια παραδείγματα, όπως είναι το ξύδι που χρησιμοποιείται ως συντηρητικό, η ζάχαρη ως γλυκαντική ουσία και ως συντηρητικό, τα μπαχαρικά αλλά και διάφορες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό.

Τέλος, τα νιτρώδη άλατα, το όξινο γλουταμινικό νάτριο και κάλιο, το νιτρικό νάτριο και κάλιο, το νιτρώδες νάτριο και κάλιο και η αμμωνία είναι αζωτούχες ενώσεις που χρησιμοποιούνται ως συντηρητικά τροφίμων σε ποικιλία προϊόντων με την προοπτική, όχι μόνο να συντηρηθούν περισσότερο χρόνο τα προϊόντα αυτά αλλά και τη βελτιστοποίηση της ποιότητας, δηλαδή της εμφάνισης, της γεύσης και της υφής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΤΡΟΦΙΜΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

1.1 Τρόφιμα

Ως *τρόφιμο* ορίζεται γενικά κάθε ουσία οργανική ή ανόργανη που κρίνεται απαραίτητη για την διατροφή του ανθρώπου. Υπό την ευρύτερη έννοια, τα τρόφιμα ίσως να ταυτίζονται με τις *τροφές*, επειδή ομοίως νοούνται οι θρεπτικές ύλες με θερμική αξία (όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπαρές ουσίες), αλλά και ακόμα όσες δεν έχουν θερμική αξία που όμως κρίνονται απαραίτητες για την ανάπτυξη και την επιβίωσή του ανθρώπου, όπως οι βιταμίνες, τα ανόργανα άλατα και πολύ περισσότερο το οξυγόνο της ατμόσφαιρας και το νερό [Αλεξανδρόπουλος Θ., 2004].

Αρχικά, οι δύο όροι "*τροφές*" και "*τρόφιμα*" χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα προκειμένου να δηλώσουν όλες εκείνες τις ουσίες που διασπώνται στον ανθρώπινο οργανισμό προκειμένου να του εξασφαλίσουν ενέργεια αλλά και δομικό υλικό (σε νεαρή ηλικία), είτε για επιδιόρθωση βιολογικής φθοράς, είτε ακόμη και για την ανάπτυξη απαραίτητων ενζύμων. Όμως, οι έννοιες "τροφή" και "τρόφιμο" δεν είναι απόλυτα ταυτόσημες. Σχεδόν το σύνολο της παραγωγής τροφής για τον άνθρωπο εδώ και πολλούς αιώνες εξασφαλίζεται από τεχνικές εκμετάλλευσης της γης και της κτηνοτροφίας. Συνεπώς, τα τρόφιμα αποτελούν τα προϊόντα αυτών των τεχνικών της γεωργίας, κτηνοτροφίας, αλιείας, μελισσοκομίας κ.λπ. Τα προϊόντα αυτά συνηθέστερα υφίστανται διάφορες κατεργασίες (βιοτεχνικές ή βιομηχανικές μετατροπές) για διάφορους λόγους π.χ. συντήρησης, αποθήκευσης, μεταφοράς ή και διαχείρισης, πριν αυτά μετατραπούν σε τροφές άμεσης κατανάλωσης. Συνεπώς, στην έννοια τρόφιμα υπεισέρχεται η έννοια της επεξεργασίας [Αλεξανδρόπουλος Θ., 2004; Θωμόπουλος Δ. Χ., 2006].

Ο βασικότερος ορισμός της *επεξεργασίας τροφίμων* είναι «μια ποικιλία λειτουργιών δια των οποίων ωμά τρόφιμα γίνονται κατάλληλα για κατανάλωση, μαγείρεμα ή αποθήκευση». Η επεξεργασία τροφίμων περιλαμβάνει κάθε ενέργεια που αλλάζει ή μετατρέπει ωμά φυτικά ή ζωικά υλικά σε ασφαλή, κατάλληλα προς βρώσιν και πιο απολαυστικά, γευστικά είδη διατροφής. Στην παραγωγή τροφίμων μεγάλης κλίμακας, η επεξεργασία περιλαμβάνει την εφαρμογή επιστημονικών και τεχνολογικών αρχών για τη διατήρηση τροφίμων επιβραδύνοντας ή σταματώντας τις

φυσικές διεργασίες της αποσύνθεσης. Επίσης, επιτρέπει τις αλλαγές στη διατροφική ποιότητα των τροφίμων που γίνονται με προβλέψιμο και ελεγχόμενο τρόπο. Ακόμα, η επεξεργασία τροφίμων χρησιμοποιεί τις δημιουργικές δυνατότητες της μεταποιητικής βιομηχανίας να μεταβάλλει βασικές πρώτες ύλες σε μια σειρά γευστικών, δελεαστικών τροφίμων που προσφέρουν ενδιαφέρουσα ποικιλία στο διαιτολόγιο των καταναλωτών. Χωρίς την επεξεργασία τροφίμων δεν θα ήταν δυνατό να καλυφθούν οι ανάγκες των πληθυσμών των σύγχρονων πόλεων, και η επιλογή τροφίμων θα περιοριζόταν από την εποχικότητα [Γούλα Μ. Α., 2007].

Αναφέρθηκε ότι η επεξεργασία των τροφίμων συμβάλλει και στην διατήρησή τους και κατά συνέπεια και στη συντήρηση αυτών. Όμως, καμία από τις διαδικασίες αυτές δεν μπορεί να εφαρμοστεί εάν τα τρόφιμα έχουν υποστεί αλλοίωση ή σημαντική υποβάθμιση της ποιότητάς τους.

Έτσι, *ποιοτικά υποβαθμισμένο τρόφιμο* χαρακτηρίζεται αυτό στο οποίο έχουν συμβεί μεταβολές στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του, οι οποίες μειώνουν την αποδοχή του από τον καταναλωτή, και συνεπώς την εμπορική του αξία, χωρίς όμως να καθιστούν το τρόφιμο ακατάλληλο για κατανάλωση [Γούλα Μ. Α., 2007]. Παραδείγματα ποιοτικής υποβάθμισης τροφίμων είναι τα «χτυπήματα» στην επιφάνεια ενός φρούτου, ο θρυμματισμός ενός μπισκότου κ. ά.

Αντίθετα, ως *αλλοιωμένο τρόφιμο* χαρακτηρίζεται αυτό στο οποίο έχουν επέλθει μεταβολές που καθιστούν το τρόφιμο ακατάλληλο για κατανάλωση ή επεξεργασία και πιθανόν επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία [Γούλα Μ. Α., 2007]. Παραδείγματα τέτοιων αλλοιώσεων είναι το μούχλιασμα του ψωμιού, το μαύρισμα των χυμών, η δυσάρεστη οσμή του κρέατος, το «φούσκωμα» των κονσερβών κ. ά.

Γενικά, τα αίτια της ποιοτικής υποβάθμισης και της αλλοίωσης των τροφίμων διακρίνονται σε βιολογικά, χημικά και φυσικά, όπως φαίνονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1: Αίτια αλλοίωσης και υποβάθμισης των τροφίμων

(Πηγή : Γούλα Μ. Α., 2007).

Βιολογικά	Χημικά	Φυσικά
Μικροοργανισμοί	Τοξίνες	Υγρασία
Ένζυμα	Χημικές αντιδράσεις	Οξυγόνο
Παράσιτα	Πρόσθετα - συντηρητικά	Φώς
Έντομα	Υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων	Θερμοκρασία
Τρωκτικά	Απορρυπαντικά	Ρύποι
Φυσιολογική δραστηριότητα τροφίμων	Απολυμαντικά	Ξένα σώματα (χώματα, πέτρες, γυαλιά, πλαστικά κ.ά.)
	Τοξικά μέταλλα	
	Ραδιενέργεια	

Σύμφωνα με τα παραπάνω, σε ένα τρόφιμο το οποίο έχει υποστεί ποιοτική υποβάθμιση είναι δυνατόν να βελτιωθεί η ποιότητα και τα χαρακτηριστικά του με τις διαδικασίες αρχικά της επεξεργασίας και στην συνέχεια της συντήρησης. Αντίθετα, ένα αλλοιωμένο τρόφιμο έχει φτάσει στο στάδιο της αποσύνθεσης και συνεπώς είναι ακατάλληλο για κατανάλωση.

1.2 Συντήρηση τροφίμων

Ως συντήρηση τροφίμων χαρακτηρίζεται η λήψη μέτρων για την αντιμετώπιση των ουσιών που προκαλούν την ποιοτική υποβάθμιση ή την αλλοίωση των τροφίμων.

Γενικά, η συντήρηση στηρίζεται σε δύο βασικές αρχές:

- Στην καταστροφή, αδρανοποίηση ή απομάκρυνση ενός ή όλων των παραγόντων που συμβάλλουν στην υποβάθμιση και αλλοίωση των τροφίμων.
- Στη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών στο τρόφιμο ή στο περιβάλλον του τροφίμου, για να περιοριστεί η δράση των παραγόντων αυτών [Λάζος Σ.Ε., 2010].

Οι μέθοδοι συντήρησης τροφίμων διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

➤ Φυσικές: βασίζονται στη χρήση υψηλών θερμοκρασιών (παστερίωση, αποστείρωση), στη χρήση χαμηλών θερμοκρασιών (ψύξη, κατάψυξη), στην ελάττωση της περιεκτικότητας των τροφίμων σε υγρασία (ξηρανση, συμπύκνωση), στη χρήση ακτινοβολίας και στη χρήση προστατευτικών μέσων συσκευασίας.

➤ Χημικές: βασίζονται στην προσθήκη χημικών πρόσθετων ή στην αύξηση της περιεκτικότητας των τροφίμων σε σάκχαρα ή αλάτι. (αλάτιση - αλιπάσωση, κάπνιση).

➤ Βιολογικές: βασίζονται στη χρήση επιθυμητών μικροοργανισμών (ζυμώσεις) [Λάζος Σ. Ε., 2010].

Οι μέθοδοι αυτές, ανάλογα με τον τρόπο δράσης τους, διακρίνονται και πάλι σε τρεις κατηγορίες (Ρόδης Σ. Π., 1995):

1) Μέθοδοι που καταστρέφουν τους μικροοργανισμούς ή αδρανοποιούν τα ένζυμα:

A) Μέθοδοι που βασίζονται στην εφαρμογή θερμότητας:

- Παστερίωση
- Αποστείρωση
- Κονσερβοποίηση
- Ασηπτική επεξεργασία
- Θερμική εξώθηση
- Μαγείρεμα υπό κενό

B) Μέθοδοι που βασίζονται στην εφαρμογή ακτινοβολίας:

- Ιονίζουσα ακτινοβολία
- Μικροκύματα

Γ) Μέθοδοι που βασίζονται στην εφαρμογή υψηλών υδροστατικών πιέσεων.

2) Μέθοδοι που επιβραδύνουν ή αναστέλλουν τη δράση των μικροοργανισμών και των ενζύμων:

A) Μέθοδοι που βασίζονται στην εφαρμογή χαμηλών θερμοκρασιών:

- Απλή ψύξη
- Συνδυασμός ψύξης και ελεγχόμενης ή τροποποιημένης ατμόσφαιρας
- Κατάψυξη

B) Μέθοδοι που βασίζονται σε μείωση της περιεκτικότητας των τροφίμων σε υγρασία:

- Συμπύκνωση
- Αφυδάτωση

Γ) Μέθοδοι που βασίζονται στη χρήση συντηρητικών.

3) Μέθοδοι που παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και τη δράση των ενζύμων με την επικράτηση ωφέλιμων μικροοργανισμών:

- Αλκοολική Ζύμωση
- Οξική Ζύμωση
- Γαλακτική Ζύμωση

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για κάθε προϊόν εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η φύση του προϊόντος, ο χρόνος που μπορεί να συντηρηθεί το προϊόν μετά την εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου, η επίδραση της μεθόδου στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος και στην περιεκτικότητά του σε θρεπτικά συστατικά, το κόστος εφαρμογής της μεθόδου, οι απαιτήσεις της μεθόδου σε ενέργεια και φυσικούς πόρους και τέλος, οι επιπτώσεις της στο περιβάλλον [Λάζος Σ.Ε., 2010].

Σπανίως μία μέθοδος είναι από μόνη της αποτελεσματική και συνήθως, χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός κάποιων από αυτές. Στην περίπτωση αυτή, η απαιτούμενη ένταση της κάθε μιας μεθόδου είναι πολύ μικρότερη από αυτή που θα ήταν εάν η μέθοδος αυτή χρησιμοποιούνταν μόνη της. Παράδειγμα στους χυμούς

φρούτων όταν προστεθεί βενζοϊκό νάτριο ($\text{NaC}_6\text{H}_5\text{O}_2$) ή σορβικό κάλιο ($\text{C}_6\text{H}_7\text{KO}_2$) [Παράρτημα σελ 18, 1, 2) (όπου το επιτρέπει η νομοθεσία) τότε χρειάζεται μικρότερης έντασης θερμική επεξεργασία. Επίσης, το αλάτι, η ζάχαρη και το ξύδι, αν προστεθούν όλα μαζί στην έτοιμη σάλτσα (*ketchup*), τουρσιά και ορεκτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μικρότερες ποσότητες από το αν χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα. Ακόμα, τρόφιμα που έχουν προηγουμένως υποστεί ακτινοβολία με ακτίνες γάμμα ή έχει προστεθεί ένα αντιβιοτικό χρειάζονται μικρότερης έντασης θερμική επεξεργασία για την αποστείρωσή τους.

Οι αρχές στις οποίες βασίζονται οι μέθοδοι συντήρησης των τροφίμων είναι: [Ρόδης Σ. Π., 1995]:

1) Παρεμπόδιση ή καθυστέρηση της μικροβιακής αποσύνθεσης:

- Κρατώντας τους μικροοργανισμούς μακριά από το τρόφιμο (ασηψία).
- Απομακρύνοντας τους μικροοργανισμούς από το τρόφιμο π.χ. διήθηση.
- Παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη και δραστηριότητα των μικροοργανισμών, π.χ. με χαμηλές θερμοκρασίες, αφυδάτωση, αναερόβιες συνθήκες ή χημικά πρόσθετα.
- Θανατώνοντας τους μικροοργανισμούς, π. χ. με θέρμανση ή ακτινοβολίες.

2) Παρεμπόδιση ή καθυστέρηση της αυτοαποσύνθεσης των τροφίμων:

- Καταστρέφοντας ή αδρανοποιώντας τα ενδογενή ενζυμα του τροφίμου, π.χ. με ζεμάτισμα.
- Παρεμποδίζοντας ή καθυστερώντας τις καθαρά χημικές αντιδράσεις, π.χ. παρεμπόδιση οξειδώσεων με αντιοξειδωτικά.
- Παρεμποδίζοντας φθορές από έντομα, ζώα, μηχανικές αιτίες.

1.3 Συντηρητικά και Πρόσθετα

Με τον όρο *προσθετικά* τροφίμων, ή *πρόσθετα τροφίμων*, χαρακτηρίζονται γενικά διάφορες ουσίες που προστίθενται στις τροφές, συνηθέστερα έτοιμες για κατανάλωση, καθώς και σε ποτά – αναψυκτικά, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως χρωστικές ουσίες, ή συντηρητικές, ή αντιοξειδωτικές, ή ακόμα και εμπορικές όπως οι ενισχυτικές γεύση [Θωμόπουλος Δ. Χ., 2006]. Πολλά τυποποιημένα "σνακς", ζαχαρώδη, γλυκίσματα και αναψυκτικά, που κυκλοφορούν σήμερα στο εμπόριο, περιέχουν μεγάλο αριθμό τέτοιων ουσιών, γνωστών και ως *ουσίες E* όπως συστηματοποιήθηκαν διεθνώς (Παράρτημα, σελ. 1). Γενικά, τα πρόσθετα στα τρόφιμα μεταφοράς των τροφίμων ανάλογα με την δράση τους, είναι απαραίτητο να προστίθενται στα αρχικά στάδια, όπως συμβαίνει με τα αντιοξειδωτικά.

Τα *προσθετικά* τροφίμων διακρίνονται, ανάλογα με την προέλευσή τους, σε *φυσικά προσθετικά* και σε *συνθετικά προσθετικά*. Κατά τεκμήριο υψηλότερης επικινδυνότητας θεωρούνται τα *συνθετικά προσθετικά*, που επιτρέπονται μόνο σε ορισμένα τρόφιμα, ενώ η χρήση των *φυσικών προσθετικών* υπόκειται σε λιγότερους περιορισμούς. Έτσι, μπορεί να συμβεί ένα προσθετικό να επιτρέπεται υπό καθορισμένη ποσότητα σε ένα τρόφιμο, σε διαφορετική ποσότητα σε άλλο, ή και ακόμη να απαγορεύεται πλήρως η προσθήκη του σε ένα τρίτο. Καθίσταται, έτσι, εμφανής η μεγάλη δυσκολία προσδιορισμού της επικινδυνότητας αυτών των ουσιών, τόσο κατά ποσότητα, όσο και κατά το είδος επί των τροφίμων. Η προσθήκη τους πραγματοποιείται στα διάφορα στάδια επεξεργασίας, προετοιμασίας ή χρησιμοποιούνται για να διατηρούν την συνεκτικότητα του τροφίμου, τη γευστικότητα του και την ασφάλεια, βελτιώνουν ή διατηρούν την θρεπτική αξία, προκαλούν διόγκωση και ελέγχουν την οξύτητα τέλος, ενισχύουν την γεύση και την οσμή ή προσδίδουν το επιθυμητό χρώμα [Γουλιέλμου-Αλευρίτου Ε., 1993].

Τα χημικά συντηρητικά ανήκουν στις πρόσθετες ουσίες και είναι χημικές ενώσεις οι οποίες προστίθενται σε πολύ μικρές ποσότητες (μέχρι 0,02%) και οι οποίες δεν μεταβάλλουν τις οργανοληπτικές και φυσικοχημικές ιδιότητες των τροφίμων ή αν το κάνουν αυτό γίνεται σε πολύ μικρό βαθμό [Αργυράκος Α. Γ., 2011].

Στον Κώδικα των Τροφίμων της χώρας μας, οι πρόσθετες ουσίες κατατάσσονται σε επτά κατηγορίες, ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο προορίζονται και την δράση τους στην ποιότητα των τροφίμων. Ακόμα, στον Διεθνή Κώδικα των

Τροφίμων, εκτός των επτά αυτών κατηγοριών, υπάρχουν και άλλες οκτώ κατηγορίες πρόσθετων ουσιών [Γουλιέλμου-Αλευρίτου Ε., 1993].

Έτσι, τα πρόσθετα διακρίνονται σε:

- Αντιοξειδωτικές ουσίες.
- Συντηρητικές ουσίες ή συντηρητικά.
- Χρωστικές ουσίες.
- Όξινες και βασικές ουσίες.
- Γαλακτωματοποιητές, σταθεροματοποιητές και πυκνωματογόνα.
- Βελτιωτικά αλεύρων.
- Άλλες πρόσθετες ύλες (αρωματικές, αρτυματικές και γλουταμινικό νάτριο).
- Βελτιωτικά γεύσεως.
- Αρωματικές ουσίες.
- Παρασκευάσματα ενζύμων.
- Βοηθητικές ύλες επεξεργασίας.
- Τεχνητές γλυκαντικές ύλες.
- Διαλύτες εκχύλισης.
- Διαλύτες – φορείς.
- Αντισυσσωματικές ύλες.

Οι μορφές με τις οποίες παρουσιάζονται τα πρόσθετα των τροφίμων είναι εννέα [Καραουλάνης Γ. Δ., 1995]:

- 1) Ως θρεπτικές ουσίες, οι οποίες βελτιώνουν την θρεπτική αξία των τροφίμων (βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και αμινοξέα). Έχει υπολογισθεί ότι αν ο άνθρωπος εμπλουτίσει την καθημερινή του διατροφή με δημητριακά καλύπτει το 12–23% των αναγκών του σε θειαμίνη, νισίνη και σίδηρο και το 10% σε ριβοφλαβίνη, αφού αυτά τα συστατικά περιέχονται στα δημητριακά σε αρκετό ποσοστό.
- 2) Ως χρωστικές ουσίες ουδέτερες ή συνθετικές, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την ενίσχυση, την τροποποίηση και την σταθεροποίηση του φυσικού χρωματισμού των τροφίμων.
- 3) Ως συντηρητικά. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα συντηρητικά είναι πρόσθετες ουσίες, οι οποίες έχουν παρεμποδιστικό ρόλο στην

μικροβιολογική καταστροφή και στην χημική υποβάθμιση των τροφίμων.

- 4) Ως βελτιωτικά της γεύσεως και του αρώματος.
- 5) Ως πρόσθετες ουσίες για τη βελτίωση της δομής των τροφίμων. Αυτές οι χημικές πρόσθετες ουσίες βελτιώνουν ή ενισχύουν την υφή των τροφίμων, την πυκνότητά τους, τις κολλοειδείς ιδιότητές τους, όπως την ζελατινοποίηση, τις γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες, τη διόγκωση και τη διατήρηση των αιωρημάτων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι εκείνο της αποφλοιωμένης ολόκληρης τομάτας, στην οποία προστίθενται άλατα ασβεστίου με αποτέλεσμα την βελτίωση της υφής της και της σταθερότητάς της.
- 6) Ως βοηθήματα επεξεργασίας. Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται υγιεινές ουσίες, ενώσεις μετάλλων, αντιαφριστικές ουσίες, πρόσθετες ουσίες οι οποίες εμποδίζουν τις ζυμώσεις, καθώς και αυτές οι οποίες συμβάλλουν την απομάκρυνση των ξένων υλών. Ως παράδειγμα αναφέρονται οι σιλικόνες, οι οποίες εμποδίζουν τον σχηματισμό αφρού στους οίνους κατά το στάδιο της ζυμώσεως. Επίσης, το κιτρικό οξύ σε συνδυασμό με μέταλλα εμποδίζει το οξειδωτικό τάγγισμα των τροφίμων.
- 7) Ως πρόσθετες ουσίες ελέγχου της περιεχόμενης υγρασίας. Πολλές φορές, χρησιμοποιούνται πρόσθετες ουσίες με σκοπό να αυξήσουν ή να μειώσουν το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας στα προϊόντα των τροφίμων. Αναφερόμενα παραδείγματα είναι η γλυκερίνη, η οποία έχει εγκριθεί η χρήση της στα καραμελοειδή ως μία πρόσθετη ουσία για την διατήρηση της απαλής, μαλακής υφής. Το πυριτικό ασβέστιο συχνά προστίθεται στο επιτραπέζιο άλας, προκειμένου να το προστατεύει από την υγρασία της ατμόσφαιρας του χώρου, όπου χρησιμοποιείται.
- 8) Ως πρόσθετες ουσίες για τον έλεγχο της οξύτητας ή της αλκαλικότητας στα τρόφιμα. Διάφορα οξέα, αλκάλια και άλατα προστίθενται στα τρόφιμα με σκοπό την ρύθμιση του pH δηλαδή, για να δημιουργηθεί η επιθυμητή τιμή pH. Το φωσφορικό οξύ στα αναψυκτικά, το άλας του κιτρικού οξέος στους ζελέδες των φρούτων είναι μερικά από τα

παραδείγματα του ελέγχου της όξινοαλκαλικής ισορροπίας στα τρόφιμα.

- 9) Ως πρόσθετες ουσίες ελέγχου της φυσιολογικής δραστηριότητας στους καρπούς. Οι πρόσθετες ουσίες αυτής της κατηγορίας προστίθενται συνήθως στα νωπά προϊόντα για να βοηθήσουν την ωρίμανσή τους ή να εμποδίσουν τους μεταβολισμούς. Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας είναι το αιθυλένιο (C_2H_4 παράρτημα σελ. 19, 3), μία ουσία που χρησιμοποιείται για την ωρίμανση της μπανάνας, ενώ το υδραζίδιο του μηλεϊνικού οξέος ($C_4H_4N_2O_2$, παράρτημα σελ 19, 4) εμποδίζει την βλάστηση των κονδύλων της πατάτας.

1. 3.1 Χρησιμότητα των διαφόρων πρόσθετων ουσιών.

Η χρησιμότητα καθώς και το ποσοστό της κάθε πρόσθετης ουσίας που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στα διάφορα τρόφιμα καθορίζονται από τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων, όπου αναφέρεται ότι απαγορεύεται η χρησιμοποίησή τους αν υπάρχει πιθανότητα να δημιουργηθεί παραπλανητική εντύπωση για την σύσταση ενός τροφίμου ή να συγκαλυφθούν υπάρχοντα μειονεκτήματά του, καθώς και η ακαταλληλότητά του [Αργυράκης Α. Γ., 2011].

Έτσι λοιπόν, προκύπτει ότι, οι ιδιότητες που ενδείκνυται να έχει μία πρόσθετη ουσία, η οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, θα πρέπει να είναι οι εξής:

- Να είναι απόλυτα ασφαλής για τους καταναλωτές στις ποσότητες που θα χρησιμοποιηθεί.
- Να μην υποβοηθά στην εξαπάτηση του καταναλωτή, όσο αφορά την ποιότητα του τροφίμου.
- Να μην προσδίδει στο τρόφιμο ανεπιθύμητη οσμή, γεύση και χρώμα.
- Να είναι δυνατή η αντίχενυση και ο προσδιορισμός της ποσοτικά, και
- Όταν προστεθεί, ως συντηρητικό, να παρατείνει τη μέση ζωή του τροφίμου για αρκετό χρόνο.

Σ' αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι εάν υφίσταται πιθανότητα μεταβολής στην χρησιμοποίηση των πρόσθετων ουσιών, οι οποίες περιλαμβάνονται στον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων, αλλά και για την έναρξη κυκλοφορίας μιας νέας

πρόσθετης ουσίας στη χώρα, πρέπει να υπάρχει έγκριση του Ανωτάτου Χημικού Συμβουλίου [Μπόσκου Δ., 2004]. Παρακάτω θα αναφερθούν ορισμένες κατηγορίες των πρόσθετων ουσιών οι οποίες χρησιμοποιούνται στη χώρα μας, καθώς και σε ορισμένες άλλες κατηγορίες οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως σε άλλες χώρες.

1. 3. 2 Αντιοξειδωτικές πρόσθετες ουσίες.

Οι αντιοξειδωτικές πρόσθετες ουσίες προστατεύουν τα τρόφιμα από δύο τύπους καταστροφής τους: α) από την ανάπτυξη του παράξενου αρώματος, η οποία προκαλείται από την οξείδωση των λιπών και β) από την χειροτέρευση της γεύσης – αρώματος και του χρώματος. Αυτές προστατεύουν, επίσης, τα τρόφιμα από την οξειδωτική καταστροφή των περιεχομένων σε αυτά βιταμινών και των βασικών λιπαρών οξέων [Αλεξανδρόπουλος Θ., 2004].

Τα περισσότερα τρόφιμα, με εξαίρεση τα οπωρολαχανικά, περιέχουν μεγάλες ποσότητες λιπαρών ουσιών. Συνεπώς, οι αντιοξειδωτικές ουσίες χρίζουν μεγάλης σπουδαιότητας διότι επιμηκύνουν την φρεσκάδα και την διατήρηση πολλών προϊόντων τροφίμων. Πρέπει να σημειωθεί ότι η χρήση των αντιοξειδωτικών πρόσθετων ουσιών δεν αποσκοπούν στην βελτίωση της ποιότητας ενός υποβαθμισμένου προϊόντος αλλά βοηθούν μόνο στην επιβράδυνση της καταστροφής τους. Για αυτό το λόγο είναι απαραίτητο να προστίθενται στα πρώτα στάδια επεξεργασίας του προϊόντος και πριν ξεκινήσουν σε αυτό οι οξειδωτικές μεταβολές, ώστε αυτές να είναι περισσότερο αποτελεσματικές [Μπόσκου Δ., 2004].

Οι αντιοξειδωτικές ουσίες οι οποίες είναι εγκεκριμένες να χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα είναι:

- Βουτυλική υδροξυ – ανισόλη (BHA)
- Βουτυλική υδροξυ – τολουόλη (BHT)
- Α – τοκοφερόλη (Βιταμίνη E)
- Ασκορβικό οξύ και ισοασκορβικό οξύ
- Θειούχα άλατα
- Κιτρικό, τρυγικό και φωσφορικό οξύ

Οι ΒΗΑ και ΒΗΤ είναι οι ουσίες οι οποίες χρησιμοποιούνται αποκλειστικά στα λιπαρά τρόφιμα. Η τοκοφερόλη (Βιταμίνη Ε), δεν προστίθεται συνήθως στα τρόφιμα, αλλά είναι σημαντική αντιοξειδωτική ουσία, διότι δρα φυσικώς στα περισσότερα έλαια που υπάρχουν στα λαχανικά. Όλες αυτές οι αντιοξειδωτικές ουσίες εμποδίζουν την αυτοοξειδωση των προϊόντων, τα οποία περιέχουν ακόρεστους δεσμούς, όπως συμβαίνει στα πολυακόρεστα λίπη, στα βασικά έλαια και στη βιταμίνη Α. Ακόμα, οι αντιοξειδωτικές ουσίες ΒΗΑ και ΒΗΤ χρησιμοποιούνται σε όλα τα τρόφιμα που περιέχουν λίπη, εκτός από το κρέας και προστίθενται σε ποσότητα 0,02% επί του περιεχόμενου λίπους ή ως μεμονωμένα αντιοξειδωτικά, σε ποσότητα 0,01% [Γούλα Μ. Α., 2007].

Τέλος, αντιοξειδωτικές ουσίες χρησιμοποιούνται και στα αφυδατωμένα προϊόντα των δημητριακών, στα τσιπς των πατατών, καθώς και στα αφυδατωμένα μίγματα τροφίμων, με σκοπό να τα προστατεύουν από την οξείδωση των λιπών. Αυτές, χρησιμοποιούνται, επίσης, διεθνώς στα αναψυκτικά, τις καραμέλες και τις μαστίχες για να προστατεύουν το άρωμά τους και την φρεσκάδα τους [Θωμόπουλος Δ. Χ. 2006].

Οι υπόλοιπες αντιοξειδωτικές ουσίες, δηλαδή το ασκορβικό οξύ, τα θειούχα άλατα, το κιτρικό οξύ κτλ., αντιδρούν με το υπάρχον οξυγόνο στα τρόφιμα, το οποίο και απομακρύνουν προσωρινά. Αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως στα προϊόντα των οπωρολαχανικών, για να τα προστατεύουν από τον οξειδωτικό σχηματισμό του καστανού χρώματος και γενικά από την αλλοίωση του χρώματος [Γούλα Μ. Α., 2007].

1. 3.3 Συντηρητικές πρόσθετες ουσίες ή συντηρητικά

Οι συντηρητικές πρόσθετες ουσίες καταλαμβάνουν μια αξιόλογη θέση στην συντήρηση των τροφίμων και κατά συνέπεια σημαντική, αφού ο ρόλος τους είναι να παρατείνουν την διάρκεια ζωής των τροφίμων. Έτσι, βοηθούν τα τρόφιμα να φθάσουν στα χέρια του καταναλωτή σε άριστη κατάσταση δηλαδή, σε κατάσταση πρόσφατης παρασκευής όσο αφορά την γεύση, το άρωμα και την εμφάνιση, καθώς επίσης και με ενισχυμένη την αντίσταση στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών [Γουλιέλμου-Αλευρίτου Ε., 1993].

Τα συντηρητικά μπορούν να καταταγούν σε τέσσερις ομάδες:

- ✓ στα αντιβιοτικά,
- ✓ στα αντιμικροβιακά, με τα οποία ελέγχεται η ανάπτυξη των μικροοργανισμών,
- ✓ στα αντιοξειδωτικά και
- ✓ στις δεσμευτικές ουσίες, οι οποίες έχουν βοηθητικό ρόλο στην διατήρηση της γεύσης, του αρώματος και του χρωματισμού των τροφίμων.

Ο τρόπος δράσης των συντηρητικών και συγκεκριμένα, ο μηχανισμός διαμέσου του οποίου, τα χημικά συντηρητικά εμποδίζουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως.

Οι περισσότερες μελέτες αναφέρονται στην αποτελεσματικότητα την οποία έχει ένα συντηρητικό σ' έναν ορισμένο τύπο τροφίμου, εναντίον σ' ένα γνωστό δοκιμασμένο πληθυσμό μικροοργανισμών. Αυτές οι μελέτες οδήγησαν στην εξεύρεση ενός αριθμού παραγόντων, οι οποίοι επιδρούν στην αποτελεσματικότητα των χημικών συντηρητικών, χωρίς να προσδιορίσουν πώς αυτά επηρεάζουν τον μηχανισμό δράσης των μικροοργανισμών [Μπόσκου Δ., 2004].

Οι παράγοντες είναι [Καραουλάνης Γ. Δ., 1995]:

- Η συγκέντρωση του συντηρητικού.
- Η σύσταση του τροφίμου και
- Ο τύπος του μικροοργανισμού που πρόκειται να εμποδιστεί η ανάπτυξή του.

Γενικά, μπορεί να ειπωθεί, ότι οι ποσότητες των συντηρητικών που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα, δεν διατηρούν σε λανθάνουσα κατάσταση τη μόλυνση από τους μικροοργανισμούς, αλλά την εμποδίζουν. Ως εκ τούτου είναι βασικό, να κρατείται ο μικροβιακός πληθυσμός του τροφίμου στο μικρότερο δυνατό επίπεδο με την διατήρηση υγιεινών συνθηκών κατά την προετοιμασία και επεξεργασία του προϊόντος [Αργυρόπουλος Θ., 2004].

Τα επιτρεπόμενα επίπεδα των συντηρητικών που χρησιμοποιούνται στην συντήρηση των τροφίμων αναφέρονται με ένα κανονικό μικροβιακό φορτίο και για ορισμένο χρόνο. Όμως, αυτά είναι χωρίς αποτέλεσμα όταν πρόκειται να επιδράσουν σε τρόφιμα κατεστραμμένα ή μολυσμένα σε μεγάλο βαθμό.

Η σύσταση του τροφίμου είναι βασικής σημασίας διότι το pH του προϊόντος προσδιορίζει την συγκέντρωση των όξινων συντηρητικών, τα οποία υφίστανται σε μη διασπώμενη μορφή και η χημική σύσταση του προϊόντος προσδιορίζει το ποσοστό του συντηρητικού το οποίο δεν είναι αποτελεσματικό [Καραουλάνης Γ. Δ., 1995].

Έχει διαπιστωθεί ότι το μη διασπώμενο από το τρόφιμο όξινο τμήμα του μορίου των όξινων συντηρητικών είναι το μικροβιολογικά δραστήριο. Τρόφιμα με υψηλό pH έχουν ανάγκη μεγαλύτερου ποσοστού διασπώμενου οξέος, γεγονός το οποίο εξηγεί τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα των κοινών συντηρητικών σε τρόφιμα χαμηλού pH.

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται αύξηση του ενδιαφέροντος των καταναλωτών για ασφαλή και υγιή τρόφιμα χωρίς συντηρητικά. Ο λόγος γίνεται για διάφορες κατηγορίες συντηρητικών που έχει αναφερθεί ότι πιθανόν να προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Τα νιτρώδη και τα νιτρικά άλατα, το όξινο γλουταμινικό νάτριο, η αμμωνία και οι πρωτεΐνες, είναι ενώσεις αζώτου που λαμβάνουν μέρος σε πολλές διεργασίες στην βιομηχανία τροφίμων και χρησιμοποιούνται, επίσης, και ως συντηρητικά σε ένα αρκετά μεγάλο εύρος τροφίμων [Αργυράκος Α. Γ., 2011].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΝΙΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΝΙΤΡΩΔΗ ΑΛΑΤΑ ΜΕ ΚΑΛΙΟ ΚΑΙ ΝΑΤΡΙΟ

2.1 Οι ενώσεις αζώτου και η χρήση τους στα τρόφιμα

Αντικείμενο ανάλυσης στο παρόν κεφάλαιο είναι η ανάδειξη του ρόλου ορισμένων ενώσεων αζώτου ως συντηρητικά τροφίμων, καθώς και τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα με κάλιο και νάτριο τα οποία χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία τροφίμων.

Γενικά, τα συντηρητικά που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες: 1) στα *αντιβιοτικά*, 2) στα *αντιμικροβιακά*, 3) στα *αντιοξειδωτικά* και 4) στις *δεσμευτικές ουσίες* [Καραουλάνης Γ. Δ., 1995]. Παρόλο που κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες έχει διαφορετική λειτουργία στα τρόφιμα, πολλές φορές, ανάλογα με τις απαιτήσεις που υπάρχουν από την εφαρμογή των ουσιών αυτών, είναι δυνατόν να γίνει συνδυαστική χρήση ουσιών με σκοπό την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος.

Από τις παραπάνω κατηγορίες εκείνη που πρόκειται να αναλυθεί είναι οι αντιμικροβιακές ουσίες. Έτσι, σε αυτή την κατηγορία ανήκουν το βενζοϊκό οξύ ($C_7H_6O_2$) και το βενζοϊκό νάτριο, ο μεθυλικός και προπυλικός εστέρας του p – υδροβενζοϊκού οξέος, τα σορβικά άλατα, τα προπιονικά άλατα, το θειώδες οξύ τα θειώδη, τα όξινα θειώδη και τα μεταθειώδη άλατά του με K και Na τα νιτρικά άλατα, το μαγειρικό άλας ($NaCl$), το ζύδι ($C_2H_4O_2$) και η αιθυλική αλκοόλη (C_2H_6O) (Χημικές δομές ενώσεων στο Παράρτημα σελ. 18-20).

Από τις αναφερόμενες ενώσεις, εκείνες που θα περιγραφούν είναι τα νιτρώδη και τα νιτρικά άλατα, διότι αποτελούν ενώσεις αζώτου, το νιτρικό νάτριο, νιτρικό κάλιο, αντίστοιχα το νιτρώδες κάλιο και νιτρώδες νάτριο, το όξινο γλουταμινικό νάτριο, η αμμωνία, καθώς και οι πρωτεΐνες. Οι ενώσεις αυτές περιέχουν άζωτο και βρίσκουν εφαρμογή στην επεξεργασία, στην συσκευασία και στην συντήρηση των τροφίμων.

2.2 Νιτρικά και Νιτρώδη άλατα με κάλιο και νάτριο

Τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα βρίσκονται σε φυσικά άλατα και αποτελούν μέρος πολλών φυσικών διεργασιών, συμπεριλαμβανομένου και του κύκλου του αζώτου. Ως εκ τούτου, τα φυσικά επίπεδα των νιτρωδών και νιτρικών αλάτων επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις διεργασίες που πραγματοποιούνται στον κύκλο του αζώτου. Ακόμα, νιτρικά άλατα καλίου, αμμωνίου και ασβεστίου χρησιμοποιούνται σε ποσότητα εκατομμυρίων τόνων ετησίως σε όλο τον κόσμο σε λιπάσματα για τη βελτίωση της απόδοσης γεωργικών καλλιεργειών. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι σημαντικός παράγοντας στην χρήση τους σε καλλιέργειες είναι η ποσότητα που θα προστεθεί, διότι η υπερβολική ποσότητα μπορεί να επιφέρει τα αντίθετα αποτελέσματα από τα επιθυμητά [Αργυράκος Α.Γ., 2011].

Γενικά, αν εξετάσουμε την σύσταση των τροφίμων που συμμετέχουν καθημερινά στην διατροφή μας, θα διαπιστώσουμε ότι ένα μεγάλο μέρος από αυτά περιέχουν ουσίες που σκοπό έχουν, μεταξύ άλλων, την βελτίωση της εμφάνισης, της υφής και του χρώματος των τροφίμων. Ο λόγος για τα διάφορα πρόσθετα των τροφίμων και ιδιαίτερα για τα συντηρητικά, μια κατηγορία των προσθέτων, που έχουν ενεργή συμμετοχή στην διατροφή του ανθρώπου. Βασικός τους εκπρόσωπος τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα, ουσίες οι οποίες τα τελευταία χρόνια απασχολούν ιδιαίτερα την κοινή γνώμη.

Τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα προστίθενται στα τρόφιμα, κυρίως σε ιχθυοπαρασκευάσματα και κατασκευάσματα, όχι μόνο για βελτίωση και διατήρηση των ποιοτικών τους χαρακτηριστικών, αλλά και για την αντιμικροβιακή δράση που παρουσιάζουν έναντι αρκετών μικροοργανισμών. Η αναφορά γίνεται για το βακτήριο της αλλαντίασης, *Clostridium botulinum*, η τοξίνη του οποίου μπορεί να οδηγήσει στην παράλυση και πολλές φορές στο θάνατο [Μπαλατσούρας Γ., 2006].

Ένας ακόμα λόγος για την χρήση των νιτρικών και νιτρωδών αλάτων είναι η χαρακτηριστική υφή, γεύση, χρώμα και άρωμα που προσδίδουν στα τρόφιμα, όπως στα αλλαντικά, ενώ η παρουσία τους είναι ιδιαίτερα αισθητή στα λαχανικά, αφού περιέχουν περισσότερο από το 85% του διαιτητικού νιτρικού άλατος (Todra F., 2009). Το τελευταίο έχει αποδειχθεί ότι συντελεί στην σωστή λειτουργία του οργανισμού, όμως σε υπερβολικές ποσότητες είναι δυνατό να δημιουργήσει προβλήματα υγείας.

Υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών και νιτρωδών αλάτων παρουσιάζονται στο πόσιμο νερό, εξαιτίας της υπερβολικής χρήσης λιπασμάτων στις καλλιέργειες. Σε κανονικά επίπεδα, τα νιτρικά άλατα βοηθούν στη θεραπεία των πληγών και των εγκαυμάτων, ελέγχουν την πίεση του αίματος και ενισχύουν την λειτουργία του εγκεφάλου. Αντίθετα, σε υψηλές συγκεντρώσεις, αφού μετατραπούν σε νιτρώδη, αντιδρούν με τις αμίνες (παράγωγα αμμωνίας), και δημιουργούν τις νιτροζαμίνες, ουσίες οι οποίες σύμφωνα με μελέτες, κατατάσσονται στις επικίνδυνες και καρκινογόνες ουσίες [Journal of AOAC, 2005].

Νιτρικό Νάτριο ($NaNO_3$): Το νιτρικό νάτριο είναι χημική ένωση με μοριακό βάρος 84, 9947 g/mol. Είναι ένα λευκό στερεό, με μεγάλη διαλυτότητα στο νερό και η χρήση του είναι διαδεδομένη στην βιομηχανία παραγωγής γυαλιού και κεραμικών. Ως χημική ένωση απαντάται σε όλα τα φρέσκα και φυλλώδη λαχανικά, όμως μπορεί να συντεθεί και βιομηχανικά με εξουδετέρωση του νιτρικού οξέος με ανθρακικό νάτριο. Σε φυλλώδη λαχανικά όπως τα μαρούλια, το σπανάκι, τα ραπανάκια, τα παντζάρια, οι ράπες και το κάρδαμο παρουσιάζεται υψηλή περιεκτικότητα σε νιτρικά. Μέση περιεκτικότητα σε νιτρικά παρουσιάζεται στο σέλινο, το λάχανο, τα κολοκυθάκια, τα αντίδια και το φινόκιο, ενώ χαμηλή περιεκτικότητα παρουσιάζουν η μελιτζάνα, τα φασολάκια, τα μπρόκολα, τα ραδίκια, τα μπιζέλια, τα αγγούρια, οι πατάτες, τα καρότα, οι πιπεριές, τα μανιτάρια, το πράσο, τα λαχανάκια των Βρυξελλών, το κόκκινο λάχανο, το σπαράγγι, η ντομάτα και το κρεμμύδι. [Μπόσκου Δ., 2004].

Η κατανομή των νιτρικών στα λαχανικά διαφοροποιείται ανάλογα με το τμήμα του φυτού. Έτσι, στα εξωτερικά φύλλα των φυλλωδών λαχανικών εμφανίζονται μεγάλες ποσότητες νιτρικών, σε σχέση με τα υπόλοιπα φύλλα, ενώ οι μίσχοι και οι βλαστοί περιέχουν σημαντικά, μεγαλύτερες ποσότητες νιτρικών σε σχέση με το έλασμα των φύλλων. Στην δεκαετία του δέκατου ένατου αιώνα, χρησιμοποιήθηκε εκτενώς ως λίπασμα στις γεωργικές καλλιέργειες και ως πρώτη ύλη για την παρασκευή πυρίτιδας [Ρόδης Σ.Π., 1995].

Στα τρόφιμα χρησιμοποιείται ως συντηρητικό κυρίως σε προϊόντα κρέατος (π.χ. μπέικον) και παρουσιάζει αντιμικροβιακή δράση. Ωστόσο, η παρουσία του στα τρόφιμα είναι αμφιλεγόμενη εξαιτίας της ανάπτυξης των νιτροζαμινών, ουσίες

καρκινογόνες, όταν εφαρμοστεί θέρμανση του τροφίμου σε υψηλές θερμοκρασίες (ψήσιμο).

Τέλος, το νιτρικό νάτριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή του νιτρικού οξέος. Η διαδικασία περιλαμβάνει κλασματική απόσταξη με θειικό οξύ και μετά τον διαχωρισμό λαμβάνεται ως παραπροϊόν τα υπολείμματα της bisulfate νατρίου. Λιγότερο κοινές εφαρμογές περιλαμβάνουν τη χρήση του ως οξειδωτικό και ως υποκατάστατο για την παραγωγή πυροτεχνημάτων [Λάζος Σ. Ε., 2010].

Νιτρικό κάλιο: Βρίσκεται σχεδόν σε όλα τα λαχανικά. Είναι μία λευκή σκόνη που χρησιμοποιείται ως συντηρητικό στα τρόφιμα (τυρί, κρέας, προϊόντα κρέατος και πίτσες) και δρα ενάντια στον αποχρωματισμό των φυσικών χρωστικών.

Εκτός από τα τρόφιμα χρησιμοποιείται και στην γεωργία. Το νιτρικό κάλιο είναι μία μοναδική πηγή καλίου με σύνθεση που μεγιστοποιεί την απόδοση της λίπανσης ενώ παράλληλα βοηθά στην ορθολογική λίπανση και διαχείριση των περιβαλλοντικών πόρων (νερού και εδάφους). Επίσης, αποτελεί μία ιδανική πηγή αζώτου με επιπλέον σημαντικά χαρακτηριστικά που το καθιστούν ιδανικό λίπασμα για όλες τις καλλιέργειες [<http://www.ead.onl.gov/pub/doc/nitrate.ite.pdf>].

Νιτρώδες νάτριο, Νιτρώδες κάλιο: Χρησιμοποιούνται ως σταθεροποιητικό χρώματος στα προϊόντα κρέατος και στα ψάρια. Ακριβώς για τον ίδιο σκοπό χρησιμοποιείται και το νιτρώδες κάλιο αφού έχει όμοια χαρακτηριστικά με το νιτρώδες νάτριο. Έτσι και τα δύο αυτά χημικά στοιχεία έχουν λευκό έως ελαφρό κίτρινο χρωματισμό, είναι σε μορφή σκόνης, είναι υγροσκοπικά καθώς και πολύ διαλυτά στο νερό. Το νιτρώδες νάτριο οξειδώνεται αργά με το οξυγόνο του αέρα και μετατρέπεται σε νιτρικό νάτριο. Χρησιμοποιείται επίσης, για την παραγωγή πολυάριθμων ενώσεων όπως διαζωενώσεων, νιτοδοενώσεων, για την παραγωγή βαφών και υφασμάτων. Ως εργαστηριακό αντιδραστήριο χρησιμοποιείται στην παραγωγή καουτσούκ, δηλαδή πλαστικών, αλλά και ως αναστολέας διάβρωσης διαφόρων υλικών. Ακόμα, έχει χρησιμοποιηθεί και στην ιατρική και στην κτηνιατρική ως αγγειοδιασταλτικό, βρογχοδιασταλτικό, μυοχαλαρωτικό εντέρου ή καθαρτικό, καθώς και ως αντίδοτο για την δηλητηρίαση με κυανιούχα [<http://www.ead.onl.gov/pub/doc/nitrate.ite.pdf>].

Ως προσθετικά τροφίμων, τα νιτρώδη γενικά εξυπηρετούν δύο σκοπούς ταυτόχρονα. Επιδρούν στις μεταβολές του χρώματος των κονσερβών ιχθυρών και

κρέατος, αλλά εμποδίζουν και την ανάπτυξη του *Clostridium botulinum*, το βακτήριο που προκαλεί την αλλαντίαση, τροφική δηλητηρίαση που μπορεί να αποβεί θανατηφόρα για τον άνθρωπο και τα ζώα [Todra F., 2009].

Επίσης, η προσθήκη των νιτροδών στα τρόφιμα και κυρίως στα αλλαντικά και στα προϊόντα κρέατος συμβάλλει στην ενίσχυση της γεύσης τους. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι προσδίδουν μία χαρακτηριστική γεύση σε αυτά ακόμα και αν οι χημικές μεταβολές που συμβαίνουν (πιθανόν εξαιτίας της αντιοξειδωτικής δράσης) δεν έχουν κατανοηθεί. Οι διαφορές στη σύνθεση του μη αλιπαστωμένου και αλιπαστωμένου μαγειρεμένου χοιρινού κρέατος αναλύθηκαν από ερευνητές στην δεκαετία του '90. Από τότε εφαρμόστηκε η προσθήκη νιτροδών στην διαδικασία της αλιπάσωσης των κρεάτων. Οι κύριες διαφορές ανάμεσα στους δύο τύπους προϊόντων εντοπίστηκαν στο περιεχόμενο των καρβονυλικών ενώσεων, οι οποίες συνεισφέρουν σημαντικά στην γεύση του μη αλιπαστωμένου κρέατος. Παρόλα αυτά, στην συγκεκριμένη έρευνα δεν εντοπίστηκαν οι ενώσεις που προσδίδουν την ιδιαίτερη αυτή γεύση στο αλιπαστωμένου κρέας [Todra F., 2009; Rabia S. Et al., 2005].

Συνοπτικά, μπορεί να λεχθεί ότι, η προσθήκη νιτρικών και νιτροδών είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη της γεύσης, καθώς τα νιτρώδη αντιδρούν με ένα μεγάλο αριθμό συστατικών του κρέατος και επηρεάζουν τις αντιδράσεις που συμβαίνουν σε αυτό κατά την διάρκεια της επεξεργασίας. Γι' αυτό είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τις συνθήκες επεξεργασίας και τις ουσίες που έχουν προστεθεί στο προϊόν, ώστε να διευκρινιστεί πλήρως ποιές ενώσεις είναι υπεύθυνες για την ιδιαίτερη γεύση του τελικού προϊόντος.

Ένα παράδειγμα για την κατανόηση της εφαρμογής των νιτροδών και νιτρικών αλάτων στα τρόφιμα είναι η προσθήκη των αλάτων αυτών σε προϊόντα κρέατος και συγκεκριμένα στο ξηρό χοιρομέρι. Το χοιρομέρι είναι κρέας από χοίρο το οποίο υφίσταται αλάτιση (δηλαδή είναι παστό) και καταναλώνεται με αυτή την μορφή χωρίς μαγείρεμα ή ψήσιμο. Η επίδραση του NaCl στην διατήρηση του τροφίμου αυτού ενισχύεται από την προσθήκη νιτροδών και νιτρικών αλάτων και ταυτόχρονα εμποδίζει την ανάπτυξη βακτηρίων (*Clostridium botulinum*) που μπορεί να προκαλέσουν φθορά ή και αλλοίωση στο προϊόν αυτό. Κατά συνέπεια, η προσθήκη των ουσιών αυτών είναι αναγκαία διότι συντελούν στην διατήρηση της ποιότητας του τροφίμου σε ασφαλή επίπεδα [Todra F., 2009].

Το ξηρό χοιρομέρι αποτελεί ένα ολόκληρο κομμάτι κρέατος όπου η προσθήκη του παράγοντα νιτροποίησης όπως το αλάτι στην διαδικασία της ωρίμανσης (μείγμα από νιτρικό κάλιο και χλωριούχο νάτριο) εφαρμόζεται τρίβοντας το στην εξωτερική επιφάνεια. Η διαδικασία της διείσδυσης και διάχυσης του μίγματος στο προϊόν πραγματοποιείται με αργή ταχύτητα. Όσο το νιτρικό διαχέεται στο εσωτερικό του χοιρομερίου μετατρέπεται σε νιτρώδες από το ένζυμο των νιτρικών αλάτων, αναγωγάση. Βέβαια, το νιτρικό δεν ασκεί καμία επίδραση ενάντια του βακτηρίου *Clostridium botulinum* αλλά αποτελεί μία αργή πηγή νιτρώδους που ασκεί επίδραση στη διατηρησιμότητα του προϊόντος σε pH 6,0 που θεωρείται και η βασική τιμή του ξηρού χοιρομερίου. Επιπλέον, η αργή διάχυση του νιτρικού και η μετατροπή του σε νιτρώδες επιτρέπει τον σχηματισμό νιτρωδομυοσφαιρίνης, η οποία προσδίδει το χαρακτηριστικό ερυθρό χρώμα των αλλαντικών και του χοιρομερίου. Είναι σημαντικό να ελέγχεται ο συντελεστής διάχυσης καθώς θα επηρεάσει όχι μόνο το χρώμα αλλά και την ομοιομορφία του χρώματος σε όλη την επιφάνεια του προϊόντος αλλά και στο εσωτερικό. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι κάποια νιτρώδη μπορούν να αντιδράσουν και να δώσουν νιτρικά καθώς και χαμηλές ποσότητες αέριου αζώτου [Toldrá F., 2009].

Έρευνες έχουν δείξει ότι τα E-123, E-249, E-250, E-251 και E-252 πιθανόν να σχετίζονται με καρκινογένεση. Τα τέσσερα από αυτά συναντώνται στα αλλαντικά ως συντηρητικά [<http://www.mednutrition.gr/allantika-eno-ha-gia-karkino>].

Αναλυτικότερα:

E-249 νιτρώδες κάλιο:

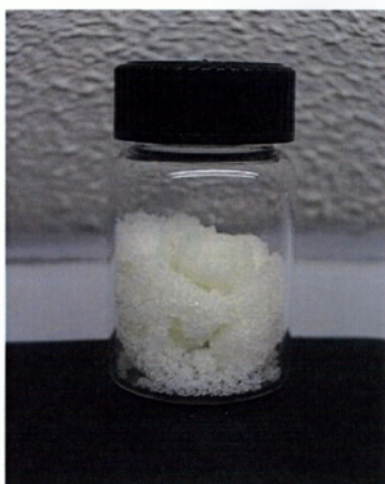
Πρόκειται για συντηρητικό που χρησιμοποιείται συνήθως στα αλλαντικά, προκειμένου να διατηρήσουν το κόκκινο χρώμα τους, αλλά και για να εμποδίσει την ανάπτυξη του κλωστηριδίου της αλλαντίασης, το οποίο παράγει μία θανατηφόρο τοξίνη. Χαρακτηριστικά: Λευκοί ή ελαφρώς κίτρινοι (υποκίτρινοι) κόκκοι.



Εικόνα 1: Νιτρώδες κάλιο.

E-250 νιτρώδες νάτριο:

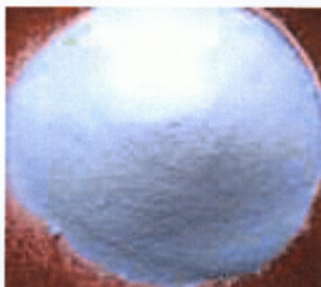
Παράγεται από το νιτρικό νάτριο, με τη δράση χημικών ουσιών ή την χρήση βακτηριδίων. Έχει ίδιες χρήσεις με το E-249. Χαρακτηριστικά: Λευκή κρυσταλλική σκόνη.



Εικόνα 2: Νιτρώδες νάτριο.

E-251 νιτρικό νάτριο:

Είναι ορυκτό φυσικά απαντώμενο, ειδικά σε μία έρημο της Χιλής. Χρησιμοποιείται σαν σταθεροποιητικό των χρωμάτων των τροφίμων. Χαρακτηριστικά: Λευκή κρυσταλλική σκόνη ή τεμάχια με κίτρινο χρώμα.



Εικόνα 3: Νιτρικό νάτριο.

E-252 νιτρικό κάλιο:

Είναι και αυτό ορυκτό που απαντάται στη φύση. Μπορεί να παρασκευαστεί και από λύματα ζώων και από φυτικά υπολείμματα. Χρησιμεύει και αυτό για να προστατεύσει τα τρόφιμα από το μικρόβιο της αλλαντίασης.



Εικόνα 4: Νιτρικό Κάλιο.

Τα παραπάνω συντηρητικά στον ανθρώπινο οργανισμό μπορεί να προκαλέσουν πτώση της πίεσης, πονοκεφάλους, γλαύκωμα, αύξηση της ενδοκρανιακής πίεσης, κυάνωση, δύσπνοια [<http://www.mednutrition.gr/allantika-epoha-gia-karkino>].

Πιστεύεται ότι, στον ανθρώπινο οργανισμό το νιτρώδες νάτριο μετατρέπει μερικά από τα μεταβολικά προϊόντα των πρωτεϊνών σε μια κατηγορία ενώσεων που ονομάζονται **νιτροζαμίνες**. Η διεργασία αυτή πραγματοποιείται στο στομάχι και έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι οι ενώσεις αυτές προκαλούν καρκινογενέσεις [Cantor K.P., 1997].

Η διαδικασία μετατροπής του νιτρώδους νατρίου σε νιτροζαμίνες ακολουθεί τρία στάδια [Διαμαντίδης Χ. Γ., 1994]:

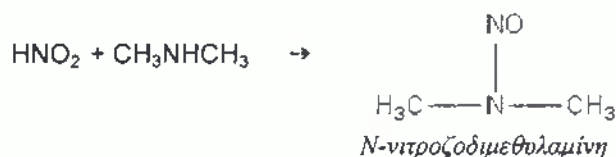
1. τη διάσταση του νιτρώδους νατρίου στο νερό σε νιτρώδη ιόντα:



2. την αντίδραση των νιτρωδών ανιόντων με το υδροχλωρικό οξύ του στομάχου προς σχηματισμό νιτρώδους οξέος:



3. τέλος, την αντίδραση του σχηματιζόμενου νιτρώδους οξέος με αμίνες προς σχηματισμό νιτροζαμινών. Για παράδειγμα, αντιδρώντας με την διμεθυλαμίνη στο εργαστήριο σχηματίζει την N-νιτροζοδιμεθυλαμίνη:



Είναι αβέβαιο αν το νιτρώδες νάτριο, στις ποσότητες που χρησιμοποιείται ως πρόσθετο, παράγει νιτροζαμίνες στο ανθρώπινο στομάχι και αν αυτές αυξάνουν τον κίνδυνο καρκινογένεσης.

Ωστόσο, ακόμη και αν απαγορευθεί η χρήση του νιτρώδους νατρίου και των άλλων νιτρωδών αλάτων ως συντηρητικά στα τρόφιμα, δεν θα μειωθεί απαραίτητα ο κίνδυνος πρόκλησης προβλημάτων υγείας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι μόνο το ένα τρίτο των νιτρωδών στον ανθρώπινο οργανισμό προέρχεται από την κατανάλωση τροφίμων με τα παραπάνω συντηρητικά, ενώ ουσιαστικά η μεγαλύτερη ποσότητα νιτρωδών, δηλαδή τα υπόλοιπα δύο τρίτα αυτών, είναι αποτέλεσμα της δράσης βακτηρίων που ζουν φυσιολογικά στο στόμα και στο πεπτικό σύστημα [Μπόσκου Δ., 2004]. Αυτά τα βακτήρια μετατρέπουν το νιτρικό νάτριο και άλλα νιτρικά άλατα που φυσικά απαντώνται σε φρέσκα φρούτα και λαχανικά, σε νιτρώδη, όπως φαίνεται στην παρακάτω εξίσωση [Διαμαντίδης Χ. Γ., 1994]:



Μια λύση για την μείωση του κινδύνου των νιτρωδών είναι η παράλληλη χρήση τους με ασκορβικό ασβέστιο όπου, το τελευταίο αυξάνει την δραστηριότητα των νιτρωδών, και κατά συνέπεια απαιτούνται μικρότερες ποσότητες αυτών, ενώ ταυτόχρονα ελαττώνει την πιθανότητα σχηματισμού των νιτροζαμινών [Αρβανιτογιάννης Ι. Σ., 1998].

Γνωρίζουμε ότι το άζωτο είναι απαραίτητο για την σύνθεση πολύπλοκων μορίων στα ζώα όπως πρωτεΐνες, DNA, RNA, ορμόνες και ένζυμα. Τα ζώα δεν

μπορούν να αξιοποιήσουν το άζωτο στις απλούστερες μορφές τους, όπως τα νιτρικά, αλλά το προσλαμβάνουν μέσω αμινοξέων και νουκλεϊνικών οξέων από τα φυτά που είναι η κύρια πηγή πρόσληψης των πολύπλοκων αυτών μορίων. Η σύνθεση τους στα φυτά γίνεται με την αξιοποίηση κυρίως των νιτρικών, νιτρωδών και αμμωνιακών ιόντων.

Η εντατικοποίηση της αγροτικής παραγωγής οδήγησε στην χρήση, μετά το 1950, τεράστιων ποσοτήτων λιπασμάτων που περιείχαν άζωτο με την μορφή των νιτρικών ιόντων. Τα φυτά δεν αξιοποιούν το σύνολο του προστιθέμενου αζώτου και σε συνδυασμό με την μεγάλη διαλυτότητα των νιτρικών στο νερό αυτά παρασύρονται προς τα υπόγεια νερά, που αποτελούν την κύρια πηγή πόσιμου νερού [Δερμοσόνογλου Δ., 1998].

2.2.1 Τα νιτρικά στην τροφή

Η απορρόφηση των νιτρικών από τα φυτά εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το είδος του φυτού, το βάθος του ριζικού συστήματος, τις καλλιεργητικές συνθήκες, τη θερμοκρασία του εδάφους, την ένταση του ηλιακού φωτός κ.α. Τα λαχανικά αποτελούν την κύρια πηγή έκθεσης του ανθρώπου στα νιτρικά, ενώ ακολουθεί η κατανάλωση νερού. Έρευνες σε φρούτα και λαχανικά έδειξαν συγκεντρώσεις νιτρικών από 200 έως 2.500 mg/L. Τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρουσιάζουν λαχανικά όπως σπανάκια, μαρούλια και ραπανάκια ιδιαίτερα όταν αυτά καλλιεργούνται σε θερμοκήπια. Νιτρικά άλατα προστίθενται επίσης και στα προϊόντα κρέατος για συντήρηση μαζί με το αλάτι [Μπλούκας Ι., 2004].

2.2.2 Επίδραση των νιτρικών στην υγεία του ανθρώπου

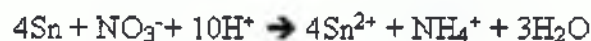
Τα νιτρικά ιόντα ανάγονται από βακτήρια στο στομάχι σε νιτρώδη. Τα νιτρώδη αντιδρούν με την μυογλοβίνη αντικαθιστώντας το οξυγόνο και την μετατρέπουν σε νιτροδομυογλοβίνη. Με τον τρόπο αυτό αποτρέπεται το οξυγόνο από το να φτάσει στους ιστούς. Πολλές επιδημιολογικές έρευνες προσπάθησαν να συνδέσουν τα νιτρικά με τον καρκίνο (κυρίως του στομάχου). Αυτό όμως δεν ήταν εφικτό διότι

παρεμβάλλεται μεγάλος αριθμός άλλων παραγόντων, πέρα από την έκθεση στα νιτρικά.

Η Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων με οδηγία η οποία εκδόθηκε το 1991 έθεσε ανώτατο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης νιτρικών στο πόσιμο νερό τα 50 mg/L (ppm) [Δερμοσόνογλου Δ., 1998].

2.2.3 Επίδραση των νιτρικών στην αποκασιτέρωση των κονσερβών

Ο κασσίτερος διαλύεται αργά παρουσία νιτρικών ιόντων σε όξινο περιβάλλον σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:



Τα παραπάνω έχουν σαν αποτέλεσμα υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών στο νερό, που χρησιμοποιείται για την παρασκευή σιροπιού, να προκαλούν την σταδιακή αποκασιτέρωση των κουτιών, με αποτέλεσμα το μαύρισμα των κουτιών και του περιεχομένου και φυσικά την εμπορική υποβάθμιση του προϊόντος. Οι βιομηχανίες παραγωγής κουτιών συμβουλεύουν την τοποθέτηση απιονιστή για την απομάκρυνση των νιτρικών από το νερό πριν την χρήση του για την παρασκευή του σιροπιού. Το μέγιστο όριο συγκέντρωσης νιτρικών που συνήθως αναφέρεται για την παραγωγή σιροπιού είναι 5 mg/L (ppm). Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι πλήρης απιονισμός του νερού θα προκαλούσε αλλοιώσεις στην γεύση. Για τον λόγο αυτό σε τέτοιες περιπτώσεις συνιστάται η ανάμιξη του απιονισμένου με μη απιονισμένο νερό έως της συγκεντρώσεως νιτρικών 5 mg/L (ppm). Αυτές οι μικρές ποσότητες νιτρικών σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα θα αναλωθούν διαλυτοποιώντας μικρή ποσότητα κασσιτέρου, που μέχρι ενός σημείου είναι επιθυμητή για την ανάπτυξη των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του προϊόντος [Μπλούκας Ι., 2004].

Για παράδειγμα τα νιτρώδη και τα νιτρικά άλατα, που χρησιμοποιούνται σαν συντηρητικά κατά της ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών ή για την ανάπτυξη επιθυμητού χρώματος και αρώματος, μπορεί να αντιδράσουν με αμίνες και αμίδια και να σχηματισθούν οι ισχυρά καρκινογόνες N-νιτρωδο-ενώσεις (νιτροζαμίνες και νιτροζαμίδια). Το 80 % όμως των αλάτων αυτών στην διατροφή μας προέρχονται από

τα λαχανικά και μόλις τα 2% προέρχονται από τα συντηρητικά των τροφίμων. Τα άλατα αυτά παράγονται και μέσα στο γαστρεντερικό σωλήνα από βακτήρια ή στη μικροβιακή χλωρίδα του στόματος. Τέλος, τα άλατα αυτά λαμβάνονται και από το νερό ή από διάφορα ποτά (π.χ. μπύρα) [Ραφαηλίδης Σ., 2005].

2.2.4 Ισχύουσες εγκρίσεις για νιτρικά και νιτρώδη άλατα στα τρόφιμα

Με βάση την απόφαση του Δικαστηρίου στην υπόθεση C-3/00, Δανία κατά Επιτροπής, η Επιτροπή ζήτησε τη γνώμη της EFSA για τις ισχύουσες εγκρίσεις χρήσης νιτρωδών και νιτρικών αλάτων σε προϊόντα κρέατος σε σχέση με την επίδραση των νιτρωδών και νιτρικών αλάτων στη μικροβιολογική ασφάλεια των προϊόντων κρέατος, ιδίως όσον αφορά το βακτήριο *Clostridium botulinum*.

Η Ομάδα επιβεβαίωσε ότι τα νιτρώδη άλατα συμβάλλουν στη μικροβιολογική ασφάλεια, καθώς επίσης στη γεύση, στο χρώμα και στην αντιοξειδωτική σταθερότητα των προϊόντων κρέατος. Επίπεδα έως 100 mg/kg προστιθέμενης ποσότητας νιτρωδών αλάτων ενδέχεται να επαρκούν για τη συντήρηση πολλών προϊόντων, αλλά μερικά προϊόντα ενδέχεται να χρειάζονται ποσότητα έως 150 mg/kg. Η Ομάδα σημείωσε ότι τα νιτρικά άλατα δεν παρέχουν άμεση προστασία κατά της ανάπτυξης του *Clostridium botulinum* στα περισσότερα προϊόντα κρέατος. Ωστόσο, η χρήση νιτρικών αλάτων ως δεξαμενής νιτρωδών αλάτων φαίνεται απαραίτητη, ιδίως στα προϊόντα κρέατος που παστώνονται με παραδοσιακό τρόπο.

Η Ομάδα συνέστησε τα επίπεδα των νιτρωδών και νιτρικών αλάτων να καθορίζονται στη νομοθεσία ως «προστιθέμενη ποσότητα». Η Ομάδα ήταν της γνώμης ότι στην ανασταλτική δράση κατά του *C. botulinum* συμβάλλει η προστιθέμενη ποσότητα νιτρωδών αλάτων και όχι η ποσότητα καταλοίπων.

Με σκοπό να διατηρηθεί το επίπεδο των νιτροζαμινών όσο το δυνατόν χαμηλότερο με τη μείωση του επιπέδου των νιτρωδών και νιτρικών αλάτων ως προσθέτων σε τρόφιμα και να διατηρηθεί ταυτόχρονα η μικροβιολογική ασφάλεια των τροφίμων, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο εξέδωσαν την οδηγία 2006/52/EK, για την τροποποίηση της οδηγίας 95/2/EK, ώστε να τροποποιηθούν οι ισχύουσες εγκρίσεις για τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα. Στην τροποποίηση αυτή εφαρμόζεται η γενική αρχή του ελέγχου των προστιθέμενων νιτρικών και νιτρωδών,

ωστόσο, για ορισμένα παραδοσιακά παρασκευαζόμενα προϊόντα η χρήση ελέγχεται με τις ποσότητες καταλοίπων [Δελτίο EFSA (2003) αριθ. 14, σ. 1-31; <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0418:FIN:EL:HTML>].

E 249 ΝΙΤΡΩΔΕΣ ΚΑΛΙΟ

Ορισμός

Χημική Ονομασία

Αριθ. EINECS

Χημικός τύπος

Μοριακό βάρος

Δοκιμασία

Περιγραφή

Νιτρώδες κάλιο

231 - 832 - 4

KNO_2

85,11

Περιεκτικότητα τουλάχιστον 95% επί ξηρού (*)

Λευκοί ή ελαφρώς κίτρινοι κόκκοι υγροποιούμενοι κατόπιν απορροφήσεως υδρατμών

Ταυτοποίηση

A. Θετικές δοκιμές νιτρωδών ιόντων και καλίου

B. pH διαλύματος συγκέντρωσης 5%

Τουλάχιστον 6,0 και όχι υψηλότερο από 9,0

Καθαρότητα

Απόλειμα κατά την ξήρανση

Αρσενικό

Μόλυβδος

Υδράργυρος

Βαρέα μέταλλα (ως Pb)

3% κατ' ανώτατο όριο μετά από ξήρανση υπεράνω silica gel 4 ώρες

3 mg/kg κατ' ανώτατο όριο

5 mg/kg κατ' ανώτατο όριο

1 mg/kg κατ' ανώτατο όριο

10 mg/kg κατ' ανώτατο όριο

E 250 ΝΙΤΡΩΔΕΣ ΝΑΤΡΙΟ

Ορισμός

Χημική Ονομασία

Αριθ. EINECS

Χημικός τύπος

Μοριακό βάρος

Δοκιμασία

Περιγραφή

Ταυτοποίηση

A. Θετικές δοκιμές νιτρωδών ιόντων και νατρίου

Καθαρότητα

Απόλειμα κατά την ξήρανση

Αρσενικό

Μόλυβδος

Υδράργυρος

Βαρέα μέταλλα (ως Pb)

Νιτρώδες νάτριο

231 - 555 - 9

NaNO_2

69,00

Περιεκτικότητα τουλάχιστον 97% επί ξηρού (*)

Λευκή κρυσταλλική σκόνη ή υποκίτρινοι σβώλοι

0,25% κατ' ανώτατο όριο μετά από ξήρανση υπεράνω silica gel 4 ώρες

3 mg/kg κατ' ανώτατο όριο

5 mg/kg κατ' ανώτατο όριο

1 mg/kg κατ' ανώτατο όριο

10 mg/kg κατ' ανώτατο όριο

E 251 ΝΙΤΡΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ

1. ΣΤΕΡΕΟ ΝΙΤΡΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ

Συνώνυμα

Νίτρο της Χιλής

Νιτρική σόδα

Ταυτοποίηση

A. Θετικές δοκιμές νιτρικών ιόντων και νατρίου

B. pH διαλύματος 5%

Τουλάχιστον 5,5 και όχι υψηλότερο από 8,3

Καθαρότητα

Απόλειμα κατά την ξήρανση

Νιτρώδη άλατο

Αρσενικό

Μόλυβδος

Υδράργυρος

2% κατ' ανώτατο όριο μετά από ξήρανση στους 105°C επί 4 ώρες

30mg/kg κατ' ανώτατο όριο, εκφρασμένα σε NaNO_2

3 mg/kg κατ' ανώτατο όριο

5 mg/kg κατ' ανώτατο όριο

1 mg/kg κατ' ανώτατο όριο

E 251 ΝΙΤΡΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ
2. ΥΓΡΟ ΝΙΤΡΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ
Ορισμός

Χημική Ονομασία
Αριθ. EINECS
Χημικός τύπος
Μοριακό βάρος
Δοκιμασία

Περιγραφή
Ταυτοποίηση

A. Θετικές δοκιμές για το νιτρικό άλας και για το νάτριο
B. pH

Καθαρότητα

Ελεύθερο νιτρικό οξύ
Νιτρώδη άλατα
Αρσενικό
Μόλυβδος
Υδράργυρος
Αυτή η προδιαγραφή αναφέρεται σε υδατικό διάλυμα 35%

Το υγρό νιτρικό νάτριο είναι το υδατικό διάλυμα νιτρικούνατρίου ως το άμεσο αποτέλεσμα της χημικής αντίδρασης μεταξύ του υδροξειδίου του νατρίου και του νιτρικού οξέος σε στοιχειομετρικό ποσό, χωρίς να έπεται κρυστάλλωση. Οι τυποποιημένες μορφές που παρασκευάζονται από το υγρό νιτρικό νάτριο που ανταποκρίνεται σ'αυτές τις προδιαγραφές μπορούν να περιέχουν νιτρικό οξύ σε ποσότητα εάν δηλώνονται ή επικημούνται σαφώς.

Νιτρικό νάτριο
231 - 554 - 3
NaNO₃
85,00
Περιεκτικότητα μεταξύ 33,5% και 40,0% NaNO₃
Διαυγές άχρωμο υγρό

Τουλάχιστον 1,5 και όχι άνω του 3,5

0,01% κατ' ανώτατο όριο
10mg/kg κατ' ανώτατο όριο, εκφρασμένα σε NaNO₂
1 mg/kg κατ' ανώτατο όριο
1 mg/kg κατ' ανώτατο όριο
0,3 mg/kg κατ' ανώτατο όριο

E 252 ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ

Συνώνυμο
Ορισμός
Χημική Ονομασία
Αριθ. EINECS
Χημικός τύπος
Μοριακό βάρος
Δοκιμασία
Περιγραφή

Ταυτοποίηση

A. Θετικές δοκιμές νιτρικών ιόντων και καλίου
B. pH διαλύματος συγκεντρώσεως 5%

Καθαρότητα

Απόλειμα κατό την ξήρανση
Νιτρώδη ιόντα
Αρσενικό
Μόλυβδος
Υδράργυρος
Βαρέα μέταλλα (ως Pb)

Νίτρο

Νιτρικό κάλιο
231 - 818-8
KNO₃
101,11

Περιεκτικότητα τουλάχιστον 99%επί ξηρού
Λευκή κρυσταλλική,σκόνη ή διαφανή πρίσματα με ψυχρή, αλμυρή και δριμύνη μείωση

Τουλάχιστον 4,5 και όχι υψηλότερο από 8,5

1% κατ' ανώτατο όριο μετά από ξήρανση στους 105°C επί 4 ώρες
20mg/kg κατ' ανώτατο όριο (ως KNO₂)
3 mg/kg κατ' ανώτατο όριο
5 mg/kg κατ' ανώτατο όριο
1 mg/kg κατ' ανώτατο όριο
10 mg/kg κατ' ανώτατο όριο

Εικόνα 5: Επιτρεπόμενες ποσότητες νιτρικών και νιτρωδών ενώσεων στα τρόφιμα (οδηγία 95/2/EK).

2.2.5 Επίδραση στους περιέκτες

Τα νιτρικά είναι εξαιρετικά αποτελεσματικοί αποπολωτές επειδή είναι σε θέση να αναχθούν μέχρι και σε αμμωνία. Έχουν θεωρηθεί υπεύθυνα για σοβαρά οικονομικά και τοξικολογικά προβλήματα σε κονσερβοποιημένα τρόφιμα, ιδιαίτερα σε τοματοειδή. Αν και τα νιτρικά και τα νιτρώδη είναι παρόντα ως πρόσθετα σε

κρεατοσκευάσματα, δεν παρουσιάζουν κανένα πρόβλημα γιατί το pH του κρέατος είναι πάνω από τη κρίσιμη τιμή 5,5 που προκαλεί διάλυση του κασσιτέρου μέσω του αναγωγικού συστήματος κασσιτέρου - νιτρικών.

Έχει βρεθεί ότι η αναγωγή 60 mg νιτρικών μπορεί να προκαλέσει τη διάλυση 470 mg Sn. Για παράδειγμα ένα στρώμα Sn που περιέχει 11,2 g/m² διαλύεται πλήρως μέσα σε 6 μήνες από τομάτες που περιέχουν 100 mg/kg νιτρικών. Τα νιτρικά δρουν ως δέκτες ηλεκτρονίων, αντικαθιστώντας την έκλυση του H₂ με την αναγωγή τους σε νιτρώδη και καθοδήγηση της αντίδρασης προς την διάλυση του Sn.

Οι αντιδράσεις καταδεικνύουν ότι ο ρυθμός διάλυσης του Sn εξαρτάται από τη συγκέντρωση των νιτρικών και το pH. Τα νιτρικά δεν επηρεάζουν αμέσως την ταχύτητα διάβρωσης αλλά αρχίζουν να δρουν από τη στιγμή που τα ιόντα του Fe και του Sn έχουν διαχυθεί στο διάλυμα. Αν και το ιόν αμμώνιο είναι το μείζων προϊόν σε τιμή pH =5, πάνω από αυτό το pH σχηματίζονται άλλα προϊόντα όπως N₂O, N₂ και υδροξυλαμίνη. Η παρουσία του οξυγόνου στον περιέκτη κατά τη διάρκεια της κατεργασίας πυροδοτεί την αντίδραση νιτρικών - Sn αυξάνοντας τη ταχύτητα σχηματισμού των ιόντων Sn. Το πρόβλημα μπορεί να ξεπεραστεί με τη χρήση ποικιλιών που δεν συσσωρεύουν υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών. Οποσδήποτε όμως δεν πρέπει να χρησιμοποιείται νερό με συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 5 mg/kg για να μην επιβαρύνεται το σύστημα. Τέλος η χρήση βερνικωμένων περιεκτών πιθανώς αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη λύση [Ραφαηλίδης Σ., 2005].

Η προσθήκη νιτρικών και νιτρωδών αλάτων κατά την παρασκευή των αλλαντικών αέρος είναι σχετικά πρόσφατη, καθώς υιοθετήθηκε μόλις στα μέσα του περασμένου αιώνα. Ωστόσο η παρουσία τους στα ζυμούμενα αλλαντικά πιθανόν να υπήρχε και προγενέστερα με τη μορφή του νιτρικού καλίου που εμφανιζόταν ως πρόσμιξη του χλωριούχου νατρίου [Hutkins, 2006]. Ακόμα και σήμερα, ορισμένα είδη αλλαντικών ωρίμανσης, όπως το ισπανικό chorizo, παρασκευάζονται χωρίς την προσθήκη νιτρικών ή νιτρωδών αλάτων. Στα προϊόντα αυτά σχηματίζονται μικρές ποσότητες νιτρικών από τον μεταβολισμό άλλων συστατικών, όπως του σκόρδου, του πράσου ή της πάπρικας [Varnam & Sutherland, 1995]. Παρόλα αυτά, η χρησιμοποίησή τους κρίνεται τεχνολογικά απαραίτητη, καθώς η συμβολή τους στη διαδικασία παραγωγής των αλλαντικών ωρίμανσης είναι πολλαπλή [Μπλούκας Ι., 2007].

Τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα συμμετέχουν στο σχηματισμό και τη σταθεροποίηση του ροδινέρυθρου χρώματος, προσδίδουν χαρακτηριστική οσμή, γεύση και διαφορετική υφή από εκείνη του νεπού κρέατος. Επίσης, ασκούν αντιοξειδωτική δράση, η οποία επιβραδύνει την οξειδωση των λιπών και τον σχηματισμό δυσάρεστων οσμών και αναστέλλουν την ανάπτυξη ανεπιθύμητων μικροοργανισμών, συμβάλλοντας στην μικροβιολογική σταθερότητα και ασφάλεια των αλλαντικών [Μπλούκας Ι., 2007].

Τα νιτρικά άλατα προκειμένου να ασκήσουν οποιαδήποτε επίδραση πρέπει να αναχθούν σε νιτρώδη με τη δράση νιτροαναγωγικών βακτηρίων. Το γεγονός αυτό καθιστά την αναγωγή τους απρόβλεπτη, αφού εξαρτάται άμεσα από την εκάστοτε μικροχλωρίδα της κρεατόμαζας. Επιπλέον, η δραστηριότητα των νιτροαναγωγικών βακτηρίων αναστέλλεται σε τιμές pH μικρότερες από 5,5 με αποτέλεσμα η χρήση των νιτρικών να είναι απαγορευτική σε αλλαντικά με σύντομη περίοδο ωρίμανσης. Ακόμα, κάτω από ορισμένες συνθήκες είναι δυνατόν να σχηματιστούν από την αναγωγή των νιτρικών ποσότητες νιτρωδών πολύ μεγαλύτερες από τις επιτρεπόμενες με αρνητικές συνέπειες για την υγεία του καταναλωτή. Για όλους τους παραπάνω λόγους σε πολλές χώρες έχει απαγορευτεί η προσθήκη νιτρικών αλάτων στα προϊόντα κρέατος. Ωστόσο η χρησιμοποίησή τους προτιμάται στην παραγωγή παραδοσιακών αλλαντικών αέρος που απαιτούν μεγάλο χρονικό διάστημα για την ωρίμανσή τους. Στην περίπτωση αυτή επιτυγχάνεται αργή μετατροπή των νιτρικών σε νιτρώδη, γεγονός που δίνει τη δυνατότητα στα νιτροαναγωγικά βακτήρια να εκκρίνουν λιπάσες και άλλα ένζυμα με τα οποία παράγονται πρόδρομες αρωματικές ουσίες που συμβάλλουν στο ιδιαίτερο άρωμα των παραδοσιακών αλλαντικών [Hutkins, 2006].

Όσον αφορά τις ισχύουσες διατάξεις στη χώρα μας για τη χρήση νιτρικών και νιτρωδών αλάτων στα τρόφιμα, το σχετικό άρθρο του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (άρθρο 33) τροποποιήθηκε, όπως προαναφέραμε, σε εναρμόνιση με την οδηγία 2006/52/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (Απόφ ΑΧΣ 449/2007, ΦΕΚ 190B/7-2-2008). Σύμφωνα με αυτή την τροποποίηση τα μέγιστα επιτρεπόμενα επίπεδα των νιτρικών και νιτρωδών αλάτων στα προϊόντα κρέατος ορίζονται πλέον ως «προστιθέμενη ποσότητα» και όχι ως κατάλοιπα. Κι αυτό γιατί σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA), η ανασταλτική δράση των νιτρωδών αλάτων κατά του *Cl. botulinum* εξαρτάται από την

προστιθέμενη ποσότητα και όχι από την ποσότητα των καταλοίπων. Η ανώτατη προστιθέμενη ποσότητα νιτρωδών αλάτων κατά την παρασκευή αλλαντικών αέρος ανέρχεται σε 150 mg/kg ζυμούμενων αλλαντικών, εκφρασμένη ως NaNO_2 και για τα νιτρικά άλατα σε 150 mg/kg εκφρασμένη ως NaNO_3 [Δελτίο EFSA (2003) αριθ. 14, σ. 131

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0418:FIN:EL:HT MLJ>.

2.3 Λοιπές ενώσεις αζώτου που βρίσκουν εφαρμογή στα τρόφιμα

Αμμωνία: Η αμμωνία είναι μία χημική ένωση αζώτου και υδρογόνου με χημικό τύπο NH_3 . Σε κανονικές συνθήκες, η αμμωνία είναι αέριο άχρωμο και αποπνικτική και καυστική οσμή. Το κατιόν αμμωνίου αποτελεί την βάση για την σύνθεση αζωτούχων λιπασμάτων για τα φυτά καθώς και για την παρασκευή διαφόρων χημικών και φαρμακευτικών προϊόντων. Ακόμα, επειδή η αμμωνία υγροποιείται εύκολα και έχει μεγάλη θερμότητα εξαέρωσης χρησιμοποιείται στα ψυγεία και στην παρασκευή πάγου [<http://el.wikipedia.org/wiki/Αμμωνία>].

Παρά το γεγονός ότι η αμμωνία έχει ευρεία χρήση σε πολλούς τομείς, στα τρόφιμα δεν χρησιμοποιείται με την αρχική της μορφή. Αντίθετα, χρησιμοποιούνται τα αμμωνιούχα φωσφατίδια, τα οποία προέρχονται από την αμμωνία και τα φωσφορυλιωμένα λιπαρά οξέα κυρίως από λάδι σπόρων ελαιοκράμβης. Αποτελούν σταθεροποιητικό παράγοντα και λειτουργούν ως γαλακτωματοποιητές σε τρόφιμα όπως η σοκολάτα και προϊόντα κακάο.

Πρωτεΐνες: Οι πρωτεΐνες είναι βασικά συστατικά κάθε ζώντος οργανισμού και είναι απαραίτητες για πολλές λειτουργίες στους ζωντανούς οργανισμούς. Πρόκειται για γραμμικά πολυμερή, μεγάλου μοριακού βάρους, με δομικές μονάδες τα αμινοξέα, και χρησιμοποιούνται στο σχηματισμό και την αναγέννηση των ιστών.

Τα φυτά έχουν την ικανότητα να συνθέτουν πρωτεΐνες από ανόργανες πηγές, ενώ τα ζώα και ο άνθρωπος λαμβάνουν τα απαραίτητα συστατικά για την σύνθεση των πρωτεϊνών μέσω των φυτών.

Για την κανονική διατροφή του ανθρώπου χρειάζεται πρωτεΐνη υψηλής βιολογικής αξίας που παρέχεται κυρίως από τα ζωικά τρόφιμα. Κατά συνέπεια, αν παρασχεθεί ικανοποιητική τροφή στα ζώα μπορούν αυτά στη συνέχεια να προσφέρουν τα απαραίτητα ποσά πρωτεΐνης στον άνθρωπο [Αλεξανδρόπουλος Θ., 2004].

Στα τρόφιμα, οι πρωτεΐνες δεν χρησιμοποιούνται άμεσα για την διατήρηση της ποιότητας, αλλά στην παρασκευή και στην επεξεργασία αυτών. Ωστόσο, είναι απαραίτητες στα τρόφιμα γιατί τους προσδίδουν επιθυμητές ιδιότητες λόγω της ικανότητάς τους να θρομβούνται ή να σχηματίζουν πηκτές και γαλακτώματα [Θωμόπουλος Δ.Χ., 2006].

Για παράδειγμα, η θρόμβωση πρωτεΐνης του γάλακτος αποτελεί το πρώτο στάδιο για την παρασκευή του τυριού. Επιπλέον, οι πρωτεΐνες του γάλακτος συνεισφέρουν σημαντικά στο άρωμα των γαλακτοκομικών προϊόντων και στον εγκλωβισμό αέρα, κάτι που είναι απαραίτητο για την παρασκευή παγωτού και κρέμας. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος ή η απολιπανθείσα σκόνη γάλακτος βρίσκουν εφαρμογή στην ζαχαροπλαστική και αρτοποιία, γιατί αυξάνουν την ικανότητα προσρόφησης νερού του αλεύρου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την διευκόλυνση της διαδικασίας του ζυμώματος και την βελτίωση της αρτοποιητικής ικανότητας ασθενών αλεύρων [Μπόσκου Δ., 2004].

Επίσης, μεγάλη εφαρμογή έχουν σε διάφορες διεργασίες στην επεξεργασία τροφίμων και προϊόντα τα οποία είναι πλούσια σε πρωτεΐνη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα αυγά που χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην ζαχαροπλαστική για τον σχηματισμό αφρού και την αύξηση της ζυμωτικής ικανότητας διαφόρων παρασκευασμάτων. Για τον σχηματισμό γαλακτωμάτων χρησιμοποιείται το κίτρινο μέρος του αυγού, δηλαδή ο κρόκος. Αυτή, λοιπόν, η ιδιότητα χρησιμοποιείται στην παρασκευή της μαγιονέζας και σε ένα είδος σάλτσας για σαλάτες (salad dressing). Ακόμα, μια ιδιότητα των πρωτεϊνών είναι η ικανότητα συγκράτησης νερού, με αποτέλεσμα να προσδίδουν τρυφερότητα και γεύση στα τρόφιμα, όπως το κρέας [Ρόδης Σ. Π., 1995].

Οι πρωτεΐνες των σπερμάτων παρουσιάζουν λειτουργικές ιδιότητες και προστίθενται στα τρόφιμα για την διατήρηση της υφής τους σε επιθυμητά επίπεδα. Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα είναι το κρέας που κατά την επεξεργασία του οι πρωτεΐνες της σόγιας διευκολύνουν την δημιουργία ενός πλέγματος που κατακρατεί

την υγρασία και το λίπος με αποτέλεσμα να διατηρείται η επιθυμητή υφή στο τελικό προϊόν [Μπόσκου Δ., 2004].

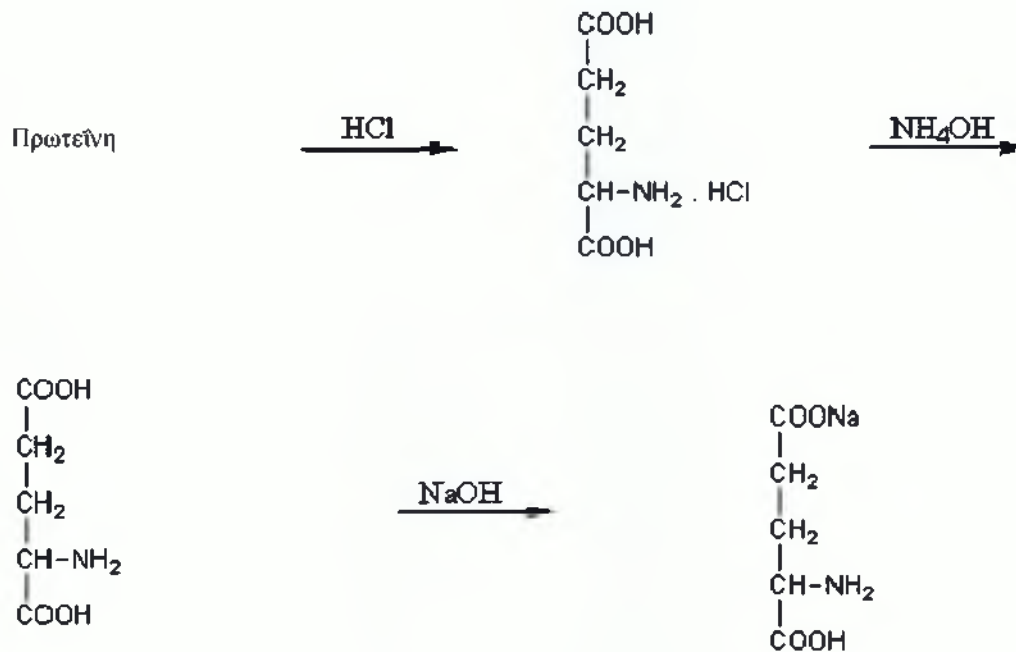
Όξινο γλουταμινικό νάτριο (E621): Το όξινο γλουταμινικό νάτριο είναι το άλας νατρίου του γλουταμινικού οξέος. Το γλουταμινικό οξύ είναι ένα αμινοξύ που υπάρχει σχεδόν σε όλα τα τρόφιμα, ειδικά σε αυτά υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, όπως. Τρόφιμα που χρησιμοποιούνται συχνά για τις αρωματικές τους ιδιότητες, όπως τα μανιτάρια και οι ντομάτες, έχουν υψηλά επίπεδα φυσικού γλουταμινικού οξέος. Το ανθρώπινο σώμα παράγει, επίσης, γλουταμινικό οξύ, το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο στην κανονική λειτουργία του σώματος [Cabello P. et al., 2009].

Το όξινο γλουταμινικό νάτριο που προστίθεται στα τρόφιμα δημιουργεί γευστική αίσθηση παρόμοια με το γλουταμινικό οξύ που υπάρχει ήδη στα τρόφιμα. Ενεργεί ως βελτιωτικό γεύσης και προσθέτει μια «πέμπτη» γεύση, αποκαλούμενη "umami", η οποία περιγράφεται καλύτερα ως πικάντικη, γεύση ζωμού ή κρέατος.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το όξινο γλουταμινικό νάτριο είναι ταξινομημένο ως πρόσθετο τροφίμων (E621). Υπάρχουν κανονισμοί που καθορίζουν το πώς και πότε μπορεί να προστεθεί στα τρόφιμα. Χαρακτηριστικά, το όξινο γλουταμινικό νάτριο προστίθεται σε έτοιμα και επεξεργασμένα πικάντικα τρόφιμα, όπως τα κατεψυγμένα, τα μείγματα καρυκευμάτων, οι κονσερβοποιημένες και σε ξηρά μορφή σούπες, οι σάλτσες για σαλάτες και τα προϊόντα με βάση το κρέας και το ψάρι. Σε μερικές χώρες χρησιμοποιείται ως επιτραπέζιο καρύκευμα [Rabia S., et al., 2005].

Το όξινο γλουταμινικό νάτριο παρασκευάζεται από το γλουταμινικό οξύ που είναι ένα φυσικό αμινοξύ. Παλιότερα, το όξινο γλουταμινικό νάτριο παρασκευαζόταν με εκχύλιση από τρόφιμα πλούσια σε βιταμίνες, όπως τα φύκια. Σήμερα, αυτή η πρακτική δεν χρησιμοποιείται διότι είναι μία χρονοβόρα διαδικασία. Έτσι, η παρασκευή του πραγματοποιείται από ουσίες φυσικών τροφίμων, στην οποία χρησιμοποιείται μία διαδικασία ζύμωσης με μελάσες, προερχόμενες από σακχαροκάλαμο ή σακχαρότευτλα. Επίσης, το γλουταμινικό νάτριο μπορεί να εκχυλισθεί κατευθείαν από την σάκχαρη των σακχαρότευτλων, ενώ η εξαγόμενη από το σιτάρι ή καλαμπόκι γλουταμίνη χρησιμοποιείται στα τρόφιμα για αρκετά χρόνια. Το γλουταμινικό οξύ μετά την παρασκευή του εξουδετερώνεται μερικώς με καυστικό

ή ανθρακικό νάτριο και τελικά αποχρωματίζεται και κρυσταλλώνεται σύμφωνα με την αντίδραση [Cabello P. et al., 2009]:

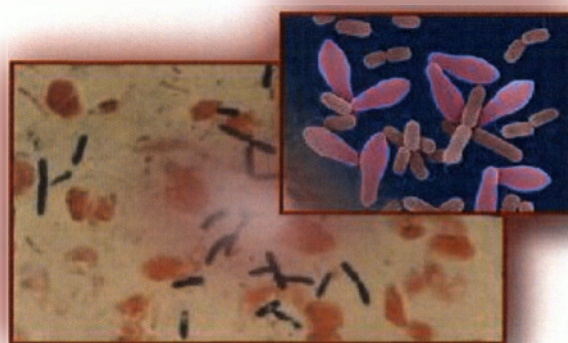


Εικόνα 6: Μορφή γλουταμινικού οξέος.

Το περιέχον νάτριο στο όξινο γλουταμινικό νάτριο αποτελεί το ένα τρίτου του νατρίου που περιέχεται στο επιτραπέζιο αλάτι και χρησιμοποιείται σε μικρότερες ποσότητες. Όταν χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με μικρή ποσότητα επιτραπέζιου αλατιού, τότε μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του συνολικού νατρίου σε μια συνταγή από 20 έως 40% διατηρώντας όμως τη γεύση [Journal of AOAC, 2005].

2.4 Κλωστρίδιο Αλλαντίασης (*Clostridium botulinum*)

Το *Clostridium botulinum* είναι ένα βακτήριο ραβδοειδούς μορφής και συγκροτείται από επτά ορολογικούς τύπους A B C D E F G με βάση την αντιγονική εξειδίκευση των τοξινών που εκκρίνει το καθένα. Οι τοξίνες και των επτά τύπων είναι νευροτοξίνες, οι οποίες προκαλούν σοβαρά συμπτώματα ασθένειας αλλά πολλές φορές και θάνατο. Οι τύποι A, B, E και F προκαλούν την ανθρώπινη αλλαντίαση, οι τύποι C και D προκαλούν τις περισσότερες αλλαντιάσεις στα ζώα. Τα συνηθέστερα ζώα που επηρεάζονται είναι τα άγρια πτηνά, τα πουλερικά, τα βοοειδή, τα άλογα και μερικά είδη ψαριών [Μπαλατσούρας Γ., 2006].



Εικόνα 7: *Clostridium botulinum*.

Το συγκεκριμένο βακτήριο συνδέεται άρρηκτα με την κονσερβοποιία, αφού η ανάπτυξή του ευνοείται σε αναερόβιες συνθήκες, δηλαδή σε περιβάλλον απουσία οξυγόνου. Όμως, σημαντικός είναι ο ρόλος του και στην επεξεργασία των τροφίμων αφού την ανάπτυξή του υποστηρίζουν μια ποικιλία τροφίμων όπως τα λουκάνικα και τα αλλαντικά, οι μαύρες ελιές, που έχουν υποστεί επεξεργασία με καυστικό νάτριο για την εκπίκρυσή τους, οι κομπόστες από ροδάκινα που αποφλοιώθηκαν με άλκαλι, τα λαχανικά, τα όσπρια, το καλαμπόκι κτλ [Μπαλατσούρας Γ., 2006].

Από τα παραπάνω τρόφιμα, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα προϊόντα κρέατος και τα αλλαντικά διότι σε αυτά κύρια συστατικά είναι τα νιτρώδη και τα νιτρικά άλατα. Τα άλατα αυτά, παρουσιάζουν παρεμποδιστική δράση έναντι του

Clostridium botulinum και την έκκριση τοξίνης σε σημείο που είναι αναντικατάστατα στην παρασκευή, ωρίμανση, ζύμωση, συντήρηση κτλ.

Έχει αποδειχθεί ότι, η προσθήκη νιτρικών και νιτρωδών αλάτων στα τρόφιμα και κυρίως στα προϊόντα κρέατος, λειτουργεί ανασταλτικά στην ανάπτυξη του *Clostridium botulinum*. Η δράση των αλάτων αυτών συνίσταται στην αναστολή της ανάπτυξης των βλαστικών κυττάρων και στην παρεμπόδιση της εκβλαστήσεως και αναπτύξεως των σπορίων, τα οποία επέζησαν μετά από θερμική επεξεργασία [Λάζος Σ.Ε., 2010].

Έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές προσπάθειες για την αντικατάσταση των νιτρωδών και νιτρικών αλάτων στα τρόφιμα εξαιτίας των προβλημάτων υγείας που πιθανόν προκαλούν στον άνθρωπο. Βέβαια, οι υποκατάστατες ενώσεις που ανευρέθηκαν γι αυτό το σκοπό, κατέληξαν σε λιγότερη ποσότητα από αυτή των νιτρωδών και των νιτρικών αλάτων. Έτσι, σε έρευνες αναφέρεται ότι, η ενεργότητα περιορίζεται στην υπολειπόμενη ποσότητα μόνο από τα νιτρικά και νιτρώδη άλατα που ενσωματώνονται στην κρεατομάζα και η εξάντληση αυτών αυξάνει με την ανύψωση της θερμοκρασίας, με το όξινο περιβάλλον και με την παρουσία ασκορβικού οξέος στην άλμη [Todra F., 2009].

Άλλοι ερευνητές διαπίστωσαν ότι, τα διάφορα άλατα, χλωριούχο νάτριο, χλωριούχο κάλιο, νιτρώδη και νιτρικά, φωσφορικά, εάν προστεθούν το καθένα ξεχωριστά σε τρόφιμα, δεν αποστειρώνουν, ούτε συντηρούν τα αντίστοιχα τρόφιμα. Αντίθετα, λειτουργούν συνεργικά και εκτός από την βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τροφίμων στα οποία προστέθηκαν, ενισχύουν την μικροβιοκτόνο δράση κυρίως της θερμότητας (95–125⁰ C) [Rabia S. et al., 2005].

Το νιτρώδες οξύ είναι εκείνο που αποτελεί το δραστικό μέσο, το οποίο αναστέλλει την δράση των σπορίων του βακτηρίου, καθώς και τη δράση ορισμένων ενζύμων, όπως οι αφυδρογονάσες και οι οξειδάσες. Η δράση του εξαρτάται από το pH και αυξάνεται σε τιμές pH κάτω του 6.0 [Μπαλατσούρας Γ., 2006].

2.5 Αλλαντίαση

Η αλλαντίαση είναι η ασθένεια που προκαλείται από την κατανάλωση τροφίμων τα οποία περιέχουν την ισχυρή νευροτοξίνη που παράγεται από το παθογόνο βακτήριο *Clostridium botulinum* και κάποιες φορές από ορισμένα στελέχη του (*Clostridium butyricum* και *Clostridium baratii*) (Heymann D., 2008).

Υπάρχουν πέντε μορφές αλλαντίασης και διαχωρίζονται σύμφωνα με τις πηγές μόλυνσης. Έτσι, η τροφική αλλαντίαση προκαλείται από την κατανάλωση τροφών που περιέχουν την νευροτοξίνη.

Η τραυματική αλλαντίαση είναι η δεύτερη μορφή της ασθένειας και προκαλείται από τραύμα που έχει μολυνθεί από το βακτήριο *Clostridium botulinum*. Η αλλαντίαση των νηπίων ή βρεφική αλλαντίαση, προκαλείται από την κατανάλωση τροφίμων στα οποία έχουν αναπτυχθεί τα σπόρια του μικροοργανισμού. Μετά την είσοδό τους στον οργανισμό αναπτύσσονται στο εντερικό σύστημα και μπορούν να προκαλέσουν αναπνευστικά προβλήματα. Γενικά, τα σπόρια των μικροοργανισμών είναι θερμοανθεκτικά και απαιτείται να εφαρμόζεται στα τρόφιμα θερμική επεξεργασία υψηλής έντασης για την θανάτωσή τους.

Η εντερική τοξιναιμία των ενηλίκων είναι μία σπάνια μορφή αλλαντίασης και ακολουθεί την ίδια διαδρομή με αυτή της βρεφικής αλλαντίασης. Τέλος, η ιατρογενής αλλαντίαση είναι πιθανό να προκύψει από τυχόν υπερβολικές δόσεις της τοξίνης.

Και οι πέντε μορφές αλλαντίασης προκαλούν σοβαρά προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου και θεωρούνται επείγοντα ιατρικά περιστατικά. Ωστόσο, η τροφική αλλαντίαση είναι από τις ασθένειες οι οποίες απειλούν την δημόσια υγεία, αφού πλήθος ανθρώπων είναι δυνατόν να δηλητηριαστούν από την κατανάλωση ενός τροφίμου που περιέχει την τοξίνη.

[http://www.hpa.org.uk/web/HPAweb&HPAwebStandard/HPAweb_C/1203928725961].

Η ανάπτυξη του μικροοργανισμού ευνοείται σε περιβάλλον με χαμηλή περιεκτικότητα οξυγόνου και παράγει τις τοξίνες και τα σπόρια. Συνήθως, ο λόγος ανάπτυξης της τοξίνης σε ένα τρόφιμο είναι η ανεπαρκής θερμική επεξεργασία που έχει δεχθεί το τρόφιμο (για παράδειγμα, η κονσερβοποίηση).

Η έκκριση της τοξίνης του *Clostridium botulinum* επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, ένας από αυτούς είναι η τιμή του ΡΗτου τροφίμου. Έτσι, τα ενδοσπόρια

του *Clostridium* εκβλαστάνουν σε τιμή pH 4, 6 και άνω μέχρι 7, 3, ενώ η έκκριση τοξίνης αρχίζει σε ελάχιστη τιμή pH 5. Τέλος, η διαφορά της με τις άλλες τοξίνες παθογόνων βακτηρίων είναι ότι αποδεσμεύεται μόνο όταν θανατωθούν τα κύτταρα. Παρόλα αυτά, θανάτωση μπορεί να επιτευχθεί με βρασμό σε θερμοκρασία 120 βαθμών Κελσίου για χρονικό διάστημα τουλάχιστον 10 λεπτών, ενώ θανάτωση των σπορίων του μικροοργανισμού επιτυγχάνεται με βρασμό σε θερμοκρασία 85 βαθμών Κελσίου για περίπου 5 λεπτά [Μπαλατσούρας Γ., 2006].

Γεγονός είναι ότι τα περισσότερα κρούσματα αλλαντίασης έχουν εμφανισθεί σε τρόφιμα που κονσερβοποιούνται υπό οικιακές συνθήκες. Αυτό οφείλεται στην ακαταλληλότητα του εξοπλισμού και στην τιμή της θερμοκρασίας η οποία είναι πάντα κατώτερη των 121,1⁰ C. Ακόμα, η νόσος δεν προέρχεται απόλυτα από μολυσμένα τρόφιμα ζωικής προέλευσης, αφού οι περισσότερες περιπτώσεις εμφάνισης της έχουν παρατηρηθεί σε κονσερβοποιημένα τρόφιμα φυτικής προέλευσης που έχουν δεχθεί ανεπαρκή επεξεργασία.

Τα συμπτώματα της αλλαντίασης εμφανίζονται σε 12 με 36 ώρες από την κατανάλωση του μολυσμένου τροφίμου, εάν όμως η ποσότητα της τοξίνης είναι μικρή τα συμπτώματα εμφανίζονται μετά από 6 με 8 ημέρες. Τα συμπτώματα είναι σοβαρός εμετός, εξασθένηση, κόπωση, ζαλάδα και δυσκοιλιότητα, αλλά στη συνέχεια εμφανίζεται διπλωπία, δυσφαγία, δυσφωνία. Στο τέλος, ακινητοποιείται το διάφραγμα με αποτέλεσμα τον θάνατο από ασφυξία. Ωστόσο, τα συμπτώματα μπορούν να είναι παραπλανητικά καθώς μπορούν να διαγνωσθούν και σε άλλες, πιο συνηθισμένες ασθένειες [<http://www.cdc.gov/nczved/divisions/dfbmd/diseases/botulism/#com>].

Τα μέτρα προφύλαξης που πρέπει να λαμβάνονται για την αποφυγή της νόσου είναι [Heymann D., 2008]:

- Σωστή επεξεργασία των τροφίμων χαμηλής οξύτητας έτσι ώστε οι κονσέρβες τους να είναι ακίνδυνες.
- Σχολαστικό πλύσιμο της πρώτης ύλης με νερό υπό πίεση ώστε να απαλλάσσονται από το χώμα και τα γαιώδη συστατικά που είναι φορείς του *Clostridium botulinum*.
- Η εφαρμογή του σωστού συνδυασμού θερμικής επεξεργασίας, ώστε να είναι αδύνατη η επιβίωση των σπορίων του μικροοργανισμού.

- Η αποφυγή χαμηλών θερμοκρασιών, διότι αυτές δεν παρεμποδίζουν την ανάπτυξη του βακτηρίου, αφού αυτό αναπτύσσεται και σε θερμοκρασία 3,3^o C.
- Η αποφυγή της οικιακής κονσερβοποίησης, γιατί γίνεται από άτομα που δεν διαθέτουν την κατάλληλη εμπειρία και γνώση.
- Η αποφυγή ρυπάνσεως των τροφίμων με βλαστικά κύτταρα και ενδοσπόρια του μικροοργανισμού.
- Εξόντωση των μικροβίων και αδρανοποίηση της τοξίνης.
- Εξασφάλιση τιμής ενεργότητας νερού κάτω του 0,93 και η προσθήκη νιτροδών αλάτων στα αλλαντικά, τα οποία παρεμποδίζουν την ανάπτυξη του βακτηρίου.
- Θέρμανση του πιθανόν μολυσμένου τροφίμου στους 100^o C για πέντε με δεκαπέντε λεπτά ανάλογα το τρόφιμο και το pH του για αδρανοποίηση της τοξίνης.

2.6 Οι Νιτροζαμίνες

Οι Νιτροζαμίνες έχουν αναγνωρισθεί από το 1950 σαν ηπατοτοξικές και έχουν χαρακτηριστεί σαν μια καρκινογενής ομάδα ενώσεων σε πολλά ζωικά είδη. Από τότε υπήρξαν και υπάρχουν αρκετά στοιχεία που τις συνδέουν και με την καρκινογένεση στον άνθρωπο. Ο βαθμός καρκινικής δράσης των νιτροζαμινών κυμαίνεται ανάλογα με το μοριακό τύπο, ενώ για τον ίδιο μοριακό τύπο της ένωσης η δράση εξαρτάται από το φύλο, την ηλικία και άλλους παράγοντες.

Είναι ευρύτατα αποδεκτή η υπόθεση ότι γενικά η δράση τους βασίζεται στην τροποποίηση του κυτταρικού DNA μέσω αλκυλιώσεως από ένα ηλεκτρονιόφιλο μεταβολίτη των νιτροζαμινών. Έχει γίνει πλέον αποδεκτό ότι οι νιτροζαμίνες αποτελούν πιθανούς περιβαλλοντολογικούς καρκινογενείς παράγοντες [Μπλούκας Ι., 2004].

Οι νιτροζαμίνες σχηματίζονται από δευτεροταγείς αμίνες ή από N-υποκατεστημένα αμίδια και νιτρώδες οξύ. Αν και η αντίδραση των αμινών με νιτρώδες οξύ, αποτελεί έναν τρόπο ανίχνευσής τους, δηλαδή αντιδρούν διαφορετικά, σήμερα ξέρουμε ότι νιτροζαμίνες μπορούν να παραχθούν και από πρωτοταγείς και τριτοταγείς αμίνες, αλλά με πολύπλοκότερη πορεία [Wishnock J., 1977].

Η αντίδραση αμίνης - νιτρώδους γίνεται καλύτερα σε ένα pH γύρω στο 3, το οποίο είναι κοντά στο pH των γαστρικών υγρών του στομάχου.

Αυτό δικαιολογεί τη δυνατότητα σχηματισμού νιτροζαμινών από αμίνη και νιτρώδη στο στομάχι, όταν αυτά βρεθούν μαζί. Η φυσική παρουσία αμινών, όπως η σπερμίνη, σπερμιδίνη, προλίνη και άλλων στα τρόφιμα αποτελεί μια δυναμική πηγή νιτροζαμινών όταν στο στομάχι υπάρχουν υψηλά επίπεδα νιτρωδών. Η περιεκτικότητα των NO₂ στο σώμα μπορεί να αυξηθεί κάθετα από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως το νερό, τρόφιμα, μετά από παρατεταμένη συντήρηση - αποθήκευση και λαχανικά που περιέχουν υψηλές περιεκτικότητες NO₃. Αυτά μπορούν να αναχθούν εύκολα από μικροοργανισμούς που υπάρχουν στη στοματική κοιλότητα ή και στο στομάχι σε NO₂. Η διεργασία αυτή μπορεί και συνεχίζεται ακόμα και στο έντερο, παρόλο που το αλκαλικό περιβάλλον δεν την ευνοεί [Γανίδου Μ., 1993].

Η αναγωγή αυτή προσθέτει μια ειδική διάσταση στο όλο θέμα, όμως οι μικροοργανισμοί διατηρούν φυσιολογικά μια περιεκτικότητα NO₂ γύρω στα 7 mg/ml σιέλου. Αν, όμως, κάποιος καταναλώσει τροφές με υψηλά επίπεδα NO₃, π.χ. χυμό σέλινου ή παντζαριού, τα NO₂ στο σίελο αυξάνουν ταχύτατα και παραμένουν ανεβασμένα πάνω από 24 ώρες.

Αξιοσημείωτο είναι ότι το pH του σιέλου είναι γύρω στο 7 και είναι πολύ μακριά από το ιδανικό 3 που χρησιμοποιείται στα εργαστήρια για τη νιτρώδωση των αμινών. Όμως, η μετατροπή αυτή καταλύεται από κυτταρικά ένζυμα που βρίσκονται στο σίελο και που δρουν στο περιβάλλον αυτό του 7. Όταν, όμως, το pH του σιέλου κατεβεί στο 3, και αυτό γίνεται με την κατάποση και ανάμιξη των τροφών με τα γαστρικά υγρά, τότε η απόδοση σε N-νιτροσομορφολίνη αυξάνεται, σχεδόν, στο εκατονταπλάσιο [Φαναριώτης Π., 1991].

Αν και όλα τα ευρήματα προέρχονται από δοκιμαστικά - πειραματικά στάδια, που δεν μπορούν να εδραιώσουν την άποψη ότι οι νιτροζαμίνες αναπτύσσουν άμεσα όγκους στον άνθρωπο, εντούτοις υπάρχουν επιδημιολογικά δεδομένα που συνδέουν ένα πολύ υψηλό αριθμό περιπτώσεων στομαχικού καρκίνου με υψηλά επίπεδα διαιτολογικών νιτρικών και μπορεί περιπτώσεις σαν αυτές να αποτελούν την έναρξη σχηματισμού όγκων [Γανίδου Μ. 1993].

Όπως προαναφέραμε, τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα χρησιμοποιούνται ευρύτατα για τη συντήρηση και διατήρηση του χρώματος και του αρώματος των

κρεάτων. Πειράματα με νιτρώδη ιόντα και αμίνες απέδειξαν ότι θα σχηματιστούν νιτροζαμίνες, όταν αυτές οι ενώσεις αναμιχθούν απλά ακόμα και κάτω από χημικά αντίξοες συνθήκες. Ένα άλλο εύρημα είναι ότι την αντίδραση αυτή την καταλύουν φορμαλδεΰδη, ιόντα και ενώσεις, που είναι κοινές σε βιολογικούς κύκλους [Φαναριώτης Π., 1993].

Ένα άλλο τελευταίο δεδομένο της μελέτης διευκρίνισης σχηματισμού νιτροζαμινών ενδογενώς, όχι μόνο στο στοματικό - στομαχικό περιβάλλον, αλλά και στο έντερο, είναι ότι βρέθηκαν πρόδρομες ενώσεις, που μετατρέπόμενες ενδιάμεσα σε άλλες, στη συνέχεια νιτρωδώνονται και αποτελούν ισχυρότατα μεταλλαξιογόνα. Το δυσάρεστο είναι ότι οι πρόδρομες αυτές ενώσεις βρέθηκαν σε τρόφιμα, σε ποτά ακόμη και φρούτα .

Οι ενώσεις αυτές, γνωστές σαν τετρα-β-καρμπολίνες, που σχηματίζονται από θρυπταμίνες και καρβοξυλικά παράγωγα, εύκολα μπορούν να κυκλοποιηθούν περαιτέρω και εύκολα νιτρωδώνονται σε ισχυρές μεταλλαξιογόνες νιτροζαμίνες [Μπλούκας Ι., 2004].

Τα ψηλότερα επίπεδα νιτροζαμινών στο κρέας έχουν βρεθεί στο ψημένο μπέικον και ο σχηματισμός αυτός των καρκινογενών έχει συνδεθεί ευθέως με τα πρόσθετα νιτρώδη. Η NPYP είναι η τυπική νιτροσαμίνη που απαντάται άφθονα στο μπέικον, όμως NDMA και NDAA έχουν ανιχνευθεί σ' αυτό. Για να σχηματιστεί η NPYP απαιτείται υπολογίσιμη ποσότητα NO₂, η πορεία όμως αυτού του σχηματισμού είναι ακόμα άγνωστη [Ραφαηλίδης Σ., 2005].

Η περίπτωση των αλλαντικών και γενικότερα των κρεατοσκευασμάτων, είναι μια άλλη πολύ σοβαρότερη περίπτωση, μιας και η κατανάλωση τους είναι πάρα πολύ μεγάλη. Στα σκευάσματα αυτά αλλά και στα συντηρημένα κρέατα προστίθενται NO₃ και NO₂ ώστε με τις αντιδράσεις που γίνονται προοδευτικά, να μπορεί να αναπτυχθεί και να διατηρηθεί το χαρακτηριστικό κόκκινο - ροζέ χρώμα.

Τα τελευταία χρόνια στα σκευάσματα αυτά χρησιμοποιούνται οι Starters, δηλαδή καθαρές μικροβιακές καλλιέργειες οι οποίες έχουν σκοπό την εμφάνιση και σταθεροποίηση του χρώματος, την ανάπτυξη αρώματος - γεύσης, την αύξηση του χρόνου συντήρησης, τις μικρότερες απώλειες πρώτης ύλης και τη μεγαλύτερη ασφάλεια [Φαναριώτης Π., 1991].

Στις καλλιέργειες αυτές χρησιμοποιούνται είδη του γένους *Lactobacillus* - *Pediococcus* που κατεβάζουν το pH και του *Micrococcus*, που δουλειά τους είναι να ανάγουν τα NO_3 σε NO_2 , ώστε η αιμογλοβίνη να μετατραπεί τελικά σε νιτροδομογλοβίνη, στην οποία οφείλεται το ζωηρό κόκκινο χρώμα.

Οι αντιδράσεις αυτές γίνονται σε ελαφρώς όξινο περιβάλλον pH (γύρω στο 6) και αν το pH κατεβεί στο 4,5-5 ο μετασχηματισμός των NO_3 σε NO_2 σταματά. Αρκετά υψηλά υπόλοιπα NO_3/NO_2 οδηγούν σε αύξηση των νιτροζαμινών, ενώ σε χαμηλά υπόλοιπα υπάρχει το πρόβλημα του *Clostridium Botulinium*. Στην πράξη επιδιώκεται μια μείωση των συγκεντρώσεων NO_3/NO_2 , χωρίς όμως να μειώνεται και η ασφάλεια έναντι της αλλαντιάσεως [Φαναριώτης Π., 1991].

Σήμερα οι οδηγίες που υπάρχουν για την αποφυγή του κινδύνου ανάπτυξης νιτροζαμινών είναι η ελάττωση των NO_3/NO_2 σε όλα τα κρεατοσκευάσματα, σε τέτοια επίπεδα ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος του *Clostridium Botulinium*, η προσθήκη βιταμίνης C ή τοκοφερόλης και η ελάττωση των NO_3 στα λαχανικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΑΖΩΤΟΥ

3.1 Πηγές νιτρικών, νιτρωδών και νιτροζαμινών

Τα φυλλώδη λαχανικά θεωρούνται μια σημαντική πηγή νιτρικών για τον άνθρωπο. Εκτός των λαχανικών, πολλά προϊόντα κατεργασμένου κρέατος, όπως το παστό βοδινό, τα λουκάνικα και οι σάλτσες έχουν νιτρικά και νιτρώδη σαν πρόσθετα για αύξηση του χρόνου συντήρησης και την διατήρηση του ρόδιου χρώματος. Επίσης, σε μερικές Ευρωπαϊκές χώρες τα νιτρικά χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία τυριού για να σταματούν την μικροβιακή ανάπτυξη σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο ζύμωσης με την απελευθέρωση των νιτρωδών τα οποία επίσης, χρησιμεύουν και ως συντηρητικά [Wright and Davison, 1964].

Ο καπνός του τσιγάρου περιέχει πολλές δευτεροταγείς αμίνες, συμπεριλαμβανομένης της πυρρολιδίνης και πιπεριδίνης. Αυτές οι αμίνες μπορεί να διαλυθούν στο σάλιο κατά το κάπνισμα και να μετατραπούν σε νιτροζαμίνες στο στομάχι. Τέτοιες νιτροζαμίνες μπορεί να απορροφηθούν από τον οργανισμό και να προκαλέσουν όγκους στον πνεύμονα. Ακόμα, νιτροζαμίνες βρέθηκαν σε καπνό τσιγάρου, σιτηρά και οινοπνευματώδη ποτά σε συγκεντρώσεις μικρότερες των 5 ppm. Η σημασία τόσο χαμηλών συγκεντρώσεων στον άνθρωπο είναι άγνωστη. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις νιτροζαμινών βρέθηκαν σε συντηρημένο ιχθυάλευρο προοριζόμενο για ζωοτροφές, και το οποίο ήταν πολύ τοξικό για μηρυκαστικά [Wolff and Wasserman, 1972].

Όσο αφορά το πόσιμο νερό, το νερό των πηγαδιών περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών τα οποία προέρχονται από διάφορες πηγές, περιλαμβανομένων των κατακρημισμάτων, του εδάφους και των πετρωμάτων, της χρήσης λιπασμάτων στη γεωργία, τη δράση των μικροοργανισμών και την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας [Wright and Davison, 1964].

Για να είναι το νερό ασφαλές για κατανάλωση, η περιεκτικότητα των νιτρικών δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 10 ppm εκφρασμένο σε νιτρικό άζωτο. Η συνήθης πρόσληψη νιτρικών ενός ενήλικου είναι λιγότερη από κατανάλωση νερού παρά από

την κατανάλωση λαχανικών ή προϊόντων κρέατος σε συνήθεις ποσότητες [Wolff and Wassetman, 1972].

Η ανατομία και η μικροχλωρίδα του πεπτικού συστήματος των μηρυκαστικών και αλόγων, πάντως, είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή για αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη πριν από την απορρόφηση στο κυκλοφοριακό σύστημα (Wright and Davison, 1964), με αποτέλεσμα όταν καταναλωθούν μέρος των νιτρικών βρίσκουν γρήγορα το δρόμο τους στο κυκλοφοριακό σύστημα. Τα νιτρικά δεν ανάγονται στο αίμα, ή στον μυϊκό ιστό.

3.2 Αρνητικές επιπτώσεις ενώσεων αζώτου στον άνθρωπο

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι αζωτούχες ενώσεις αποτελούν κύρια συστατικά μιας ποικιλίας τροφίμων, αλλά διαδραματίζουν και σημαντικό ρόλο στην διατήρηση, στην συντήρηση και στην βελτίωση της ποιότητας αυτών. Έτσι, ένα μέρος αυτών των ενώσεων εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό από την κατανάλωση των τροφίμων και το πόσιμο νερό. Στα τρόφιμα τα νιτρώδη και τα νιτρικά άλατα προστίθενται ως συντηρητικά, ενώ στο νερό παρουσιάζονται σε φυσιολογικές συγκεντρώσεις. Η συγκέντρωσή τους, όμως, αυξάνεται υπό συγκεκριμένες συνθήκες (νιτρορύπανση) [Τσιλιπάνου, 1998].

Τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει η πεποίθηση ότι η κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν νιτρώδη και νιτρικά άλατα (προϊόντα κρέατος σε διάφορες μορφές) προκαλούν καρκινογενέσεις στον άνθρωπο. Πιστεύεται ότι υπεύθυνες ουσίες είναι οι νιτροζαμίνες, οι οποίες δεν εισέρχονται στον οργανισμό μόνο από τα τρόφιμα, αλλά δημιουργούνται και στο ανθρώπινο σώμα από τις αντιδράσεις μεταξύ νιτρωδών εστέρων (νιτρωδών αλάτων) και νιτρικών εστέρων (νιτρικών αλάτων) [Lijinsky and Epstein, 1970].

Ο άνθρωπος εκτίθεται συνεχώς σε νιτρικά και νιτρώδη μέσα από τα φάρμακα, το νερό και τις τροφές. Συνήθως οι ποσότητες νιτρικών και νιτρωδών που λαμβάνονται είναι μικρές, και δεν έχουν βλαβερές επιπτώσεις, αλλά σε υψηλές συγκεντρώσεις ή κάτω από ειδικές συνθήκες, τα νιτρικά και τα νιτρώδη μπορεί να προκαλέσουν ασθένεια ή ακόμη και θάνατο. Η θανατηφόρος δόση για έναν ενήλικα άνθρωπο κυμαίνεται μεταξύ 15 – 70 mg νιτρικού αζώτου ανά kg βάρους σώματος. Η

θανατηφόρος δόση των νιτρωδών ποικίλει επίσης, αλλά εμφανίζεται να είναι περίπου 20 mg νιτρώδους αζώτου ανά kg βάρους σώματος σε ενήλικα [Τσιλιπάνου, 1998].

Οι ουσίες αυτές έχουν κατηγορηθεί για πιθανή εμφάνιση πολλών ασθενειών όπως, τον καρκίνο του εγκεφάλου, όμως αποδείχθηκε τελικά ότι ένα μικρό ποσοστό αυτών σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες δημιούργησαν την ασθένεια σε μία ομάδα ανθρώπων. Πιθανοί κίνδυνοι από νιτροζαμίνες μπορεί να είναι ο καρκίνος, οι μεταλλάξεις και οι γενετικές ανωμαλίες.

Οι δευτεροταγείς αμίνες είναι πρόδρομοι των νιτροζαμινών. Οι αμίνες αυτές αντιδρούν με τα νιτρώδη για το σχηματισμό νιτροζαμινών σε συνθήκες καθορισμένου pH και σε άλλες συνθήκες παρόμοιες με αυτές του στομάχου των θηλαστικών. Δευτεροταγείς αμίνες είναι πιθανό να σχηματίζονται από το μαγείρεμα, και την κονσερβοποιία των τροφίμων. Η πυρόλυση των πρωτεϊνών και το μαγείρεμα των πρωτεϊνούχων τροφών μπορεί να παράγει ελεύθερα αμινοξέα, όπως η προλίνη και δευτερεύουσες αμίνες, όπως η πυρρολιδίνη και η πιπεριδίνη. Επίσης, πολλοί παράγοντες γεύσης παράγονται από δευτερεύουσες αμίνες, περιλαμβάνοντας τις αρωματικές ουσίες του ψωμιού και τις αρωματικές ουσίες του κρέατος [Lijinsky and Epstein, 1970].

Αναφέρεται ότι η κατανάλωση νιτρικών από βρέφη έχει σχετιστεί με την κυάνωση (ή ιδιοπαθή κυάνωση), η οποία είναι μια παθολογική κατάσταση, άγνωστης προέλευσης, που έχει παρατηρηθεί σε βρέφη («μπλε μωρά»). Η απουσία του ενζύμου ρεδοκτάση της μεθαιμοσφαιρίνης ή η λανθασμένη λειτουργία του, είναι η αιτία μιας μορφής κυάνωσης [Wright and Davison, 1964].

Ακόμα, παρενέργειες στον ανθρώπινο οργανισμό έχουν αναφερθεί εκτός από τα νιτρικά και τα νιτρώδη άλατα στα τρόφιμα, και από την κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν όξινο γλουταμινικό νάτριο. Καθότι το όξινο γλουταμινικό νάτριο χρησιμοποιείται ευρέως στην ασιατική κουζίνα ως ενισχυτικό γεύσης, άτομα που κατανάλωσαν τέτοιου είδους τροφές είχαν συμπτώματα δυσμενών αντιδράσεων, όπως αίσθημα καψίματος κατά μήκος του πίσω μέρους του λαιμού, σφίξιμο στο στήθος, ναυτία και ιδρώτα. Έτσι, η ουσία αυτή συνδέθηκε με το «σύνδρομο των κινέζικων εστιατορίων», η ονομασία προκύπτει από την κοινή χρήση του σε αυτά τα γεύματα. Ωστόσο, μια διπλά τυφλή ελεγχόμενη μελέτη σε άτομα που υποστήριζαν ότι πάσχουν από το «σύνδρομο» δεν επιβεβαίωσε ότι το όξινο γλουταμινικό νάτριο ήταν ο

αιτιολογικός παράγοντας. Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι οι αντιδράσεις αλλεργικού τύπου μετά από κατανάλωση ασιατικών γευμάτων οφείλονται συχνότερα σε άλλα συστατικά, όπως οι γαρίδες, τα φιστίκια, τα καρυκεύματα και τα βότανα [Αρβανιτογιάννης Ι. Σ., 1998].

3.3 Μεθαιμοσφαιριναιμία

Η οξεία τοξικότητα από τα νιτρώδη εκδηλώνεται με κυάνωση, έναν μπλε-μωβ χρωματισμό του δέρματος και των χειλιών και εμφανίζεται όταν περίπου το 15% της αιμοσφαιρίνης οξειδωθεί σε μεθαιμοσφαιρίνη. Αναλυτικότερα, αν το νιτρώδες ιόν εισχωρήσει στο αίμα, ο δισθενής σίδηρος της αιμοσφαιρίνης μπορεί να οξειδωθεί σε υπεροξείδιο του σιδήρου, παράγοντας μαθαιμοσφαιρίνη, η οποία δεν μπορεί να μεταφέρει οξυγόνο στο αίμα. Η μεθαιμοσφαιρίνη μπορεί να αντιπροσωπεύει φυσιολογικά περίπου το 1% της αιμοσφαιρίνης σε υγιείς ενήλικες, 4% σε νεογέννητα βρέφη και 6% ή και περισσότερο σε μωρά με αναπνευστική νόσο ή διάρροια [Τσιλιπάνου, 1998]. Μικρά ποσά μεθαιμοσφαιρίνης που παράγονται φυσιολογικά μπορούν να μετατραπούν ενζυμικά και πάλι σε αιμοσφαιρίνη. Τα βρέφη είναι πιο επιρρεπή στη συγκέντρωση μεθαιμοσφαιρίνης από ότι τα παιδιά και οι ενήλικες [Χατζημηνά, 1979].

Η βρεφική αιμοσφαιρίνη, η οποία μπορεί να είναι το 80% της συνολικής αιμοσφαιρίνης σε ένα νεογέννητο, μετατρέπεται ευκολότερα σε μεθαιμοσφαιρίνη από ότι η συνήθης αιμοσφαιρίνη των μεγαλύτερων παιδιών και ενηλίκων. Αιματοσφαιρίδια πιθανώς σχηματίζονται στον εντερικό σωλήνα του βρέφους, και τα βακτήρια μετατρέπουν τα νιτρικά ιόντα σε νιτρώδη. Τα νιτρώδη αντιδρούν στη συνέχεια με μόρια της αιμοσφαιρίνης για να σχηματίσουν αιματοσφαιρίδια. Σε όξινο περιβάλλον, όπως αυτό του στομαχιού, η αντίδραση συμβαίνει αρκετά γρήγορα [Comly, 1987]. Αυτή η τροποποιημένη μορφή της πρωτεΐνης του αίματος εμποδίζει τα κύτταρα του αίματος να προσροφήσουν οξυγόνο, πράγμα που οδηγεί στην αργή ασφυξία του βρέφους με πιθανή κατάληξη τον θάνατο [Gustafson, 1993; Finley, 1990].

Τα βρέφη επίσης μπορεί να έχουν προσωρινή έλλειψη του ενζύμου των ερυθροκυττάρων, το οποίο μετατρέπει την μεθαιμοσφαιρίνη σε αιμοσφαιρίνη,

γεγονός που τα κάνει πιο ευάλωτα σε δηλητηρίαση από νιτρώδη. Παρόλα αυτά, οι ενήλικες που εκτίθενται σε συνθήκες που αυξάνουν την συγκέντρωση της μεθαιμοσφαιρίνης, που έχουν γενετικά υψηλά επίπεδα μεθαιμοσφαιρίνης στο αίμα ή που έχουν αναιμία πρέπει να είναι προσεκτικοί στην έκθεση σε νιτρικά και νιτρώδη.

Πιθανή ανάπτυξη της ασθένειας στα βρέφη προέρχεται από την κατάποση μολυσμένου πόσιμου νερού και συνηθέστερα από νερό το οποίο προέρχεται από γεωτρήσεις, αλλά και από κατανάλωση τροφίμων με συντηρητικά όπως προϊόντα κρέατος.

3.4 Νιτροζαμίνες και καρκίνος

Η παρουσία υψηλών ποσοτήτων νιτρωδών και νιτροζαμινών στα τρόφιμα και στη συνέχεια στον ανθρώπινο οργανισμό θεωρείται ένας από τους κύριους παράγοντες για ορισμένες μορφές καρκίνου στον άνθρωπο (οισοφάγου, στομάχου, εντέρου, ρινικής κοιλότητας, φάρυγγα και της ουροδόχου κύστης). Οι αρχικές έρευνες έδειξαν θετική συσχέτιση με τον καρκίνο του στομάχου, αλλά νεότερες συστηματικές έρευνες δεν επιβεβαίωσαν τα αποτελέσματα. Αντίθετα, οι επιδημιολογικές μελέτες στρέφονται προς μια αμυντική δράση. Οι μελέτες αυτές υποστηρίζονται από την παρατήρηση ότι τα περιστατικά καρκίνου του στομάχου μειώθηκαν τα τελευταία 35 χρόνια, ενώ οι συγκεντρώσεις νιτρικών στο πόσιμο νερό αυξήθηκαν. Επίσης, οι νιτροζαμίνες μπορούν να προκαλέσουν νεοπλασίες, τερατογένεση, μεθαιμοσφαιριναιμία, υπερθυρεοειδισμό, αποβολές, πνευματική καθυστέρηση και καταστροφή της καρωτίνης [Αρβανιτογιάννης Ι. Σ., 1998].

Η χρήση νιτρικών/νιτρωδών αλάτων έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια και σε αντικατάσταση προστίθεται ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), με αντιοξειδωτική δράση, που παρεμποδίζει την αντίδραση νιτρώδωσης (αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο τα λαχανικά, παρά τη δόση που περιέχουν σε νιτρικά, επηρεάζουν ελάχιστα την υγεία) (Αρβανιτογιάννης Ι. Σ., 1998). Επίσης, βάσει της νομοθεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα νιτρικά που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα πρέπει να είναι αναμεμιγμένα με περίσσεια χλωριούχου νατρίου ώστε να γίνεται περιορισμένη χρήση [Μπόσκου Δ., 2004].

Έχει διαπιστωθεί ότι εκτός από τις άμεσες επιδράσεις, οι νιτροζαμίνες μπορούν να περάσουν από τον πλακούντα, μεταβιβάζοντας με τον τρόπο αυτόν τις επιλογές μας στους απογόνους μας. Μιλάμε λοιπόν για διαπλακούντια καρκινογένεση και κακοήθεις νεοπλασίες. Οι κακοήθεις νεοπλασίες εμφανίζονται πολύ αργότερα και συνήθως όχι πριν από τη γενετική ωριμότητα των απογόνων. Έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι η έκθεση του εμβρύου σε ένα χημικό καρκινογόνο παράγοντα και όταν ακόμα δεν προκαλέσει κακοήγη νεοπλασία, αυξάνει την πιθανότητα καρκινογένεσης, όταν ο ίδιος ή άλλος καρκινογόνος παράγοντας δράσει αργότερα κατά την μετεμβρυϊκή ζωή [Cantor K.P., 1997].

3.5 Ευεργετικές επιπτώσεις των νιτρώδων στην υγεία του ανθρώπου

Εκτός από τις αρνητικές επιπτώσεις που έχουν τα νιτρώδη στην υγεία του ανθρώπου, ιατρικές έρευνες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα νιτρώδη έχουν και κάποιες ευεργετικές επιδράσεις.

Τα νιτρικά μεταβολίζονται στον οργανισμό του ανθρώπου με έναν ιδιαίτερα ασυνήθιστο τρόπο. Οι σιελογόνοι αδένες συγκεντρώνουν νιτρικά από το αίμα και τα εκκρίνουν στο σάλιο. Στην επιφάνεια της γλώσσας, τα νιτρικά ανάγονται σε νιτρώδη, με τη βοήθεια ειδικών βακτηρίων που αναπτύσσουν το ένζυμο νιτρική αναγωγή. Τα νιτρώδη καταπίνονται και η οξειδωσή τους στο στομάχι προκαλεί την απελευθέρωση μεγάλης ποσότητας αερίου μονοξειδίου του αζώτου. Αποδείχθηκε ότι αυτή η διεργασία είναι ικανή να σκοτώσει μεγάλο αριθμό δυναμικά βλαβερών βακτηρίων και άλλων παθογόνων στο στομάχι, τα οποία διαφορετικά θα μπορούσαν να προκαλέσουν γαστρεντερίτιδα (<http://www.biopotr.gr/hmeridaagrotica2006>).

Αποδείχθηκε, επίσης, ότι παρόμοια διεργασία λαμβάνει χώρα και στην επιφάνεια του δέρματος, όπου τα νιτρικά ανάγονται σε νιτρώδη και η επιδερμίδα απελευθερώνει μονοξείδιο του αζώτου, το οποίο μας προφυλάσσει από μολυσματικές ασθένειες του δέρματος. Επίσης, υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις ότι το μονοξείδιο του αζώτου που σχηματίζεται μ' αυτήν την διαδικασία στο στομάχι βοηθά στην αποφυγή δημιουργίας έλκους και καρδιακών παθήσεων.

(<http://www.biopotr.gr/hmeridaagrotica2006>).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι ενώσεις του αζώτου, τόσο οι οργανικές, όσο και οι ανόργανες ενώσεις κατέχουν ένα σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της παραγωγής, της αποθήκευσης και της συντήρησης των τροφίμων.

Τα τελευταία χρόνια, όμως, παρουσιάζεται αύξηση του ενδιαφέροντος των καταναλωτών για ασφαλή και υγιή τρόφιμα χωρίς συντηρητικά, καθώς έχει γίνει λόγος για διάφορες κατηγορίες συντηρητικών που προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου.

Από την παραπάνω βιβλιογραφική έρευνα προέκυψε ότι τα νιτρικά και νιτρώδη άλατα με κάλιο και νάτριο χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία των τροφίμων και ως συντηρητικά και ως βελτιωτικά της γεύσης, της εμφάνισης και της υφής των τροφίμων. Σε κανονικά επίπεδα, τα νιτρικά άλατα ελέγχουν την πίεση του αίματος και ενισχύουν τη λειτουργία του εγκεφάλου. Επίσης, τα νιτρώδη και νιτρικά άλατα παρουσιάζουν παρεμποδιστική δράση έναντι του *Clostridium botulinum*, το οποίο παράγει μια ισχυρή νευροτοξίνη και προκαλεί στον άνθρωπο την ασθένεια της αλλαντίασης.

Αντίθετα, σε υψηλές συγκεντρώσεις, αφού μετατραπούν σε νιτρώδη, αντιδρούν με τις αμίνες, και δημιουργούν τις νιτροζαμίνες, ουσίες, οι οποίες κατατάσσονται στις επικίνδυνες ουσίες. Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι οι νιτροζαμίνες προκαλούν καρκίνο στον άνθρωπο, γεγονός που προκάλεσε ανησυχία στους καταναλωτές.

Παρόλα αυτά, από τα στοιχεία της έρευνας συμπεραίνεται ότι ο ρόλος των ενώσεων του αζώτου ως συντηρητικά τροφίμων είναι καίριας σημασίας στη βιομηχανία των τροφίμων, και αν δεν καταναλωθούν σε μεγάλες ποσότητες δεν υπάρχει κίνδυνος ανησυχίας για την υγεία του ανθρώπου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλεξανδρόπουλος Θ. , Θέματα υγιεινής τροφίμων και διατροφής, Ίων, Αθήνα, 2004.
- Αρβανιτογιάννης Ι. Σ. Ασφάλεια Τροφίμων: Εφαρμογή της ανάλυσης επικινδυνότητας και κρίσιμων σημείων ελέγχου (HACCP) στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών, 1998.
- Αργυράκος Α.Γ., Τα πρόσθετα των τροφίμων, Ελίκρανον, Αθήνα, 2011.
- Γανίδου Μ., Αζωτούχα λιπάσματα και επίδραση σε γεωργικά προϊόντα, 14^ο Π.Σ.Χ., Αθήνα, 1993.
- Γούλα Μ. Α., Επεξεργασία τροφίμων, “INTERBOOKS”, Αθήνα, 2007.
- Γουλιέλμου-Αλευρίτου Ε., Τα πρόσθετα στα τρόφιμα, ΕΚ. ΠΟΙ. ΖΩ, Αθήνα, 1993.
- Δερμοσόνογλου Δ., Μελέτη των φυσικών και χημικών παραμέτρων υγιεινολογικού ελέγχου επιφανειακών και πηγαίων υδάτων. Διδακτορική Διατριβή, Τυπογραφία Δεδούση, Θεσσαλονίκη, 1998.
- Διαμαντίδης Χ. Γ., Εισαγωγή στη Βιοχημεία, 2^η εκδ., UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη, 1994.
- Θωμόπουλος Δ. Χ. , Μαθαίνοντας τι είναι οι τροφές, Παπασωτηρίου, 2006.
- Καραουλάνης, Γ. Δ.. . Η χρήση των πρόσθετων ουσιών στην Τεχνολογία Τροφίμων, Θεσσαλονίκη, 1995.
- Λάζος Σ. Ε., Επεξεργασία Τροφίμων, τομ. ΙΙ, “INTERBOOKS”, Αθήνα, 2010.
- Μπαλατσούρας Γ. , Μικροβιολογία Τροφίμων, Έμβρυο, Αθήνα, 2006.
- Μπλούκας Ι., Συσσκευασία Τροφίμων, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη, Αθήνα, 2004.
- Μπόσκου Δ. , Χημεία Τροφίμων, 5^η εκδ. , Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, 2004.
- Τσιλιπάνου Β. , 1998. Προσδιορισμός νιτρικών αλάτων με την τεχνική της HPLC σε κατεψυγμένο σπανάκι. Πτυχιακή Μελέτη.
- Χατζημηνά Ι.Σ., 1979. Επίτομος Φυσιολογία, Αθήνα, Επιστημονικές Εκδόσεις Γρηγόριος Κ. Παρισίανος, σελ. 393.
- Ραφαηλίδης Σ., Υλικά συσκευασίας τροφίμων, Σημειώσεις από τις παραδόσεις στο μάθημα της Συσσκευασίας Τροφίμων. Α.Α.Τ.Ε.Ι.Θ. Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, 2005.
- Ρόδης Σ. Π. , Μέθοδοι Συντήρησης Τροφίμων, Α. Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς, 1995.

- Φαναριώτης Π., Ρούσης Ι., Μικροβιακές καλλιέργειες (starters) σε προϊόντα κρέατος, Χημικά Χρονικά 9/1991.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cabello, P. , Roldán D. , M. , Castillo, F. , Moreno-Vivián, C. , Nitrogen Cycle, pages 299-321, Universidad de Córdoba, Córdoba, , Encyclopedia of Microbiology, 3d edition, Spain, 2009.
- Cantor K.P., Cancer Cause Control 8 (1997) 292.
- Chirife George, Favetto G. Guillermo, Some physico – chemical basis of food preservation by combined methods, *Food research International*, 25 (5), 389 – 396, 1992.
- Comly, H. H., 1987, *Cyanosis in Infants Caused by Nitrates in Well Water*, Journal of the American Medical Association, v. 257, p. 2788-2792.
- Finley, B., *Well-water Nitrates Endanger N. Colorado*, Denver (Colorado) Post, 1990.
- Gustafson, D. I., *Pesticides in Drinking Water*, Van Hostrand Reinhold, New York, 1993, p. 241.
- Heymann D, MD. Control of Communicable Diseases Manual, 19th Edition, 2008, American Public Health Association.
- Ion chromatographic determination of nitrate and nitrite in vegetable and fruit baby foods Source: Journal of AOAC international volume 88 issue 6 pages 1793 – 1796 nov – dec 2005.
- Lijinsky W., Epstein S., 1970. Nitrosamines as environmental carcinogens. Nature 225 : 21 – 23.
- Rabia Sarikaya, Sukran C , Genotoxicity testing of four food preservatives and their combinations in the Drosophila wing spot test Source: *Environmetal toxicology and pharmacology*, 20 (1), 424 – 430 november 2005.
- Toldrá Fidel, Concepción M- Aristoy and Flores Mónica, Relevance of nitrate and nitrite in dry-cured ham and their effects on aroma development, issue 291-296 Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Spain, 2009.
- Varnam A.H., Sutherland J.P., Meat and Meat Products, Technology, Chemistry and Microbiology, Chapman & Hall, 1995.
- Wishnock J., Journal of Chemical Education, Volume 54, 1977.

- Wolff I.A., Wasserman A.E., 1972. Nitrates, Nitrites and Nitrosamines. Science 177(4043): 15 – 19.
- Wright M. J., Davison K. L., 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. Adv. Agron. 16: 197 – 247.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

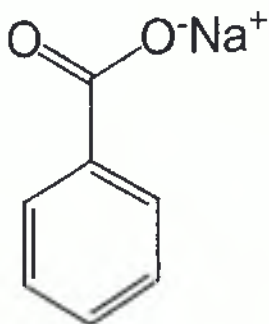
- http://www.hpa.org.uk/web/HPAweb&HPAwebStandard/HPAweb_C/1203928725961 (15/11/12).
- <http://www.cdc.gov/nczved/divisions/dfbmd/diseases/botulism/#com> (15/11/12).
- <http://el.wikipedia.org/wiki/Αμμωνία> (18/11/12).
- <http://www.ead.anl.gov/pub/doc/nitrate-ite.pdf> (18/11/12).
- <http://www.mednutrition.gr/allantika-enoia-gia-karkino> (20/11/12).
- <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0418:FIN:EL:HTML> (20/11/12).
- <http://eur-lex.europa.eu/Notice.do?mode=dbl&lang=el&ihtmlang=el&lng> (23/11/12).
- <http://www.bioport.gr/hmeridaagrotica2006> - Ημερίδα της ΕΕΕ στα πλαίσια Agrotica 2006, Ε. Σετάτου και Α. Σιμώνης (23/11/12).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

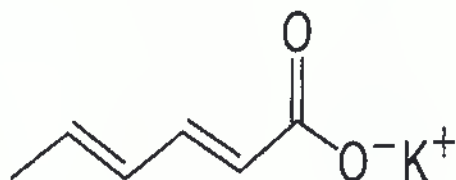
ΧΗΜΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ ΕΝΩΣΕΩΝ

1. Χημική δομή βενζοϊκού νατρίου

[πηγή: chemistry.about.com/od/factsstructures/ig/Chemical-Structures---S/Sodium-enzoate-Structure.htm]:

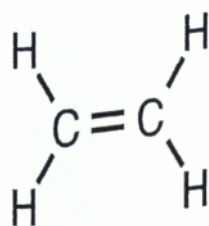


2. Χημική δομή σορβικού καλίου [πηγή : en.wikipedia.org/wiki/file:QSorbato de potassio-2D.png]:



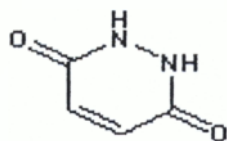
3. Χημική δομή αιθυλενίου [πηγή

<http://chemistry.about.com/od/factsstructures/ig/Chemical-Structures---/Ethylene.htm>]:

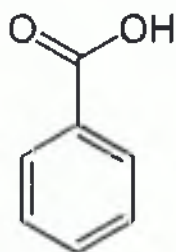


4. Χημική δομή υδραζιδίου του μηλεϊνικού οξέος [πηγή

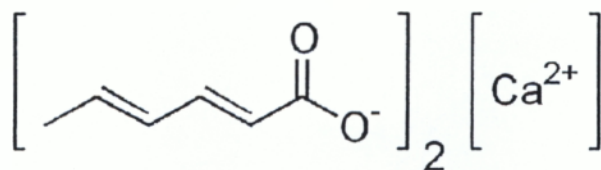
<http://www.zdchem.com/products.php?pid=%E9%A9%Ac%E6%9D%A5%E9%85%B0%E8%82%BC&language=en>]:



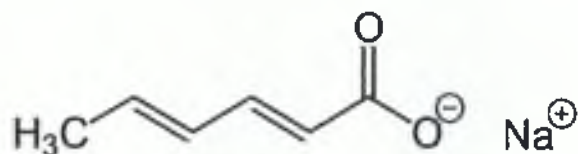
5. Χημική δομή βενζοϊκού οξέος [πηγή http://el.wikipedia.org/wiki/βενζοϊκό_οξύ]



6. Χημική δομή σορβικών αλάτων [πηγή : en.wikipedia.org/wiki/Calcium_Sorbate]:

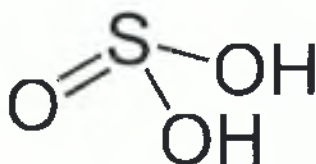


Σορβικό ασβέστιο $C_{12}H_{14}CaO_4$

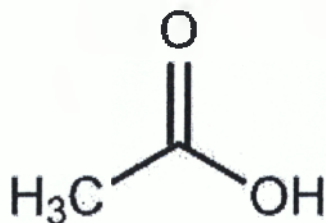


Σορβικό νάτριο $C_6H_7NaO_2$ [πηγή : en.wikipedia.org/wiki/Sodium_Sorbate]:

7. Χημική δομή θειώδους οξέος <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sulfurous-acid-2D-pyramidal.png>



8. Χημική δομή οξικού οξέος (ξύδι)



9. Χημική δομή αιθυλικής αλκοόλης

