



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΑΝΟΙΚΤΑ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ

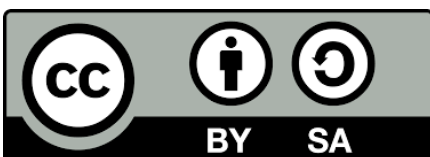


Τίτλος Μαθήματος: Χημεία Τροφίμων

Ενότητα: Πρόσθετα τροφίμων - Ανεπιθύμητα συστατικά

Διδάσκων: Καθηγητής Μιχάλης Κοντομηνάς

Τμήμα: Χημείας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΑΛΛΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

8.1 Εισαγωγή

Εκτός από τα συστατικά που αναφέρθηκαν μέχρι τώρα (πρωτεΐνες, λίπος, υδατάνθρακες, νερό, ανόργανα συστατικά, βιταμίνες και ένζυμα) στα τρόφιμα απαντούν σε μικρά ποσά και άλλα συστατικά τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στις οργανοληπτικές τους ιδιότητες (υφή, οσμή, γεύση, εμφάνιση κ.λ.π.), στην ικανότητα διατήρησής τους και γενικά στην επίδρασή τους στον οργανισμό.

Τα συστατικά αυτά διακρίνονται σε **επιθυμητά** και **ανεπιθύμητα**. Περαιτέρω τα επιθυμητά διακρίνονται σε **φυσικά** και **πρόσθετα**.

8.2 Επιθυμητά συστατικά

A. Οργανικά οξέα

Πολλά τρόφιμα περιέχουν σημαντικές ποσότητες οξέων τόσο ελεύθερων όσο και ενωμένων με τη μορφή των αλάτων ή των εστέρων. Συγκεκριμένα τα φρούτα περιέχουν σημαντικές ποσότητες κιτρικού οξέος (τα πορτοκάλια και τα λεμόνια), μηλικού οξέος (τα μήλα), τρυγικού οξέος (τα σταφύλια). Τα οξέα αυτά δίνουν στα φρούτα όξινη γεύση και καθυστερούν την αλλοίωσή τους από τη δράση των μικροοργανισμών.

Εκτός από τα οξέα που απαντούν κανονικά στα τρόφιμα, πολλές φορές προκαλείται σκόπιμα από επιθυμητούς μικροοργανισμούς ο σχηματισμός οξέων σε ορισμένα τρόφιμα είτε για την παράταση της διατήρησής τους είτε για την παρασκευή άλλων τροφίμων, π.χ. στη βουτυροκομία χρησιμοποιούνται καθαρές καλλιέργειες βακτηρίων που παράγουν γαλακτικό οξύ. Ιδιαίτερα πλούσια σε γαλακτικό οξύ είναι τα προϊόντα οξίνισης του

γαλακτος π.χ. η γιαούρτη. Κατά την παρασκευή των τυριών προστίθεται αρχικά στο γάλα καθαρή καλλιέργεια μικροοργανισμών για την παραγωγή γαλακτικού οξέος, το οποίο συμβάλλει στον σχηματισμό του τυροπήγματος και την προφύλαξή του από μεταγενέστερη αλλοίωση. Τα διατηρημένα με αλατοδιάλυση (άλμη) λαχανικά (τουρσιά) περιέχουν σημαντικά ποσά γαλακτικού οξέος.

Εκτός από τη συμβολή των οξέων στη διαμόρφωση της γεύσης και στη διατήρηση των τροφίμων, επιδρούν και στην υφή τους, χάρη στις αντιδράσεις τους με τις πρωτεΐνες, το άμυλο, τις πηκτίνες και άλλα συστατικά των τροφίμων. Επίσης επιδρούν στο χρώμα των τροφίμων, εφόσον πολλές φυτικές και ζωϊκές χρωστικές είναι φυσικοί δείκτες.

Η πιο σημαντική συμβολή των οργανικών οξέων στη διατήρηση των τροφίμων αναφέρεται στη μείωση του pH και στην από την αιτία αυτή προκαλούμενη αναστολή της ανάπτυξης επικίνδυνων για την υγεία μικροοργανισμών. Βρέθηκε ότι κάτω από αναερόβιες συνθήκες σε pH λίγο ανώτερο από 4.6 ο μικροοργανισμός *Clostridium botulinum* μπορεί να αναπτυχθεί και να παράγει τη θανατηφόρα τοξίνη της αλλαντίασης. Ο κίνδυνος αυτός δεν υπάρχει προκειμένου για τρόφιμα με μεγάλη περιεκτικότητα σε οξέα και pH κάτω του 4.6.

Εκτός από τα οξέα που αναφέρθηκαν, σε ορισμένα τρόφιμα απαντούν σε μικρά ποσά και άλλα οργανικά οξέα, όπως το οξικό, το βαλεριανικό, το τρυγικό καθώς και τα διάφορα λιπαρά οξέα και αμινοξέα που εξετάστηκαν στα κεφάλαια για τα Λίπη και τις Πρωτεΐνες αντίστοιχα.

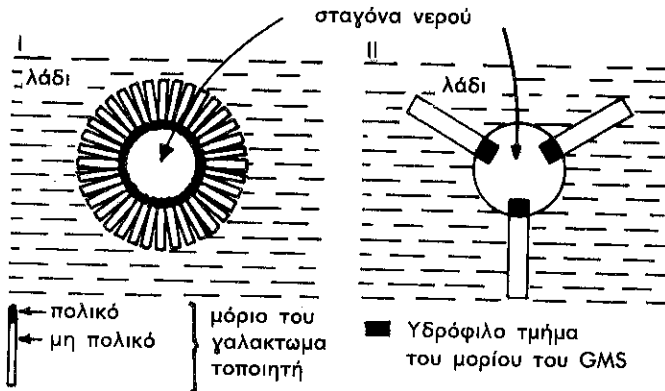
B. Γαλακτωματοποιητές

Είναι επιφανειακά ενεργές ενώσεις, των οποίων η παρουσία σε μικρές ποσότητες σταθεροποιεί τα γαλακτώματα. Όπως είναι γνωστό, τα γαλακτώματα είναι κολλοειδή συστήματα διασποράς, τα οποία προκύπτουν είτε από την ανάμιξη δύο μη «μιγνυομένων» υγρών είτε από την ανάμιξη ενός υγρού και ενός στερεού, από τα οποία το ένα αποτελεί την «εν διασπορά» ή εσωτερική ή ασυνεχή φάση, και το άλλο, το μέσο διασποράς ή εξωτερική ή συνεχή φάση.

Όταν προστίθεται λάδι στο νερό, το πρώτο σχηματίζει ξεχωριστή στιβάδα πάνω από το νερό. Αν το λάδι και το νερό αναταραχθούν ισχυρά, τα δύο υγρά διασπείρονται το ένα στη μάζα του άλλου, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό γαλακτώματος. Ένα τέτοιο γαλακτώμα δεν είναι σταθερό γιατί τα σταγονίδια της εν διασπορά φάσης με την επιφανειακή τους τάση τείνουν να συσσωματωθούν, με αποτέλεσμα την καταστροφή του γαλακτώματος και τον αποχωρισμό των δύο φάσεων. Στην περίπτωση αυτή η προσθήκη ενός γαλακτοματοποιητή αποβλέπει στη σταθεροποίηση του γαλακτώματος με το σχηματισμό ενός προστατευτικού υμενίου γύρω από τα αιωρούμενα σταγονίδια του εν διασπορά υγρού, που θα πα-

ρεμπόδιζε τη συσσωμάτωσή τους.

Οι γαλακτωματοποιητές είναι ουσίες, των οποίων το μόριο περιέχει συνήθως στις άκρες του μια υδρόφοβη (μη πολική) ομάδα και μια υδρόφιλη (πολική) ομάδα. Κατά την ανατάραξη νερού με περίσσεια λαδιού, παρουσία ενός τέτοιου γαλακτωματοποιητή, το μη πολικό τμήμα των μορίων του θα προσανατολισθεί προς τα σταγονίδια του λαδιού, ενώ το πολικό τμήμα του θα στραφεί προς την υδατική φάση, (σχ. 8-1 I). Το αποτέλεσμα θα είναι τα σταγονίδια του νερού να περιβληθούν από ένα ηλεκτρικά φορτισμένο υμένιο που εμποδίζει τη συσσωμάτωσή τους.



Σχήμα 8-1. Μόρια του γαλακτωματοποιητή προσροφημένα στη μεταξύ νερού - λαδιού διαχωριστική επιφάνεια, ενώ σχηματίζουν προστατευτικό υμένιο γύρω από τη σταγόνα του νερού (I) και η προσρόφηση της μονοστεαρίνης σε γαλάκτωμα w/o (II).

(Από Fox and Cameron, 1977)

Κατά τον τρόπο αυτόν σταθεροποιείται το γαλάκτωμα.

Ο τύπος του γαλακτώματος που σχηματίζεται από νερό και λάδι καθορίζεται από τις αναλογίες του νερού και του λαδιού και από τη φύση του γαλακτωματοποιητή. Όταν η αναλογία σε λάδι δεν υπερβαίνει το 40%, λαμβάνεται γαλάκτωμα λαδιού σε νερό (O/W). Όταν όμως η αναλογία του λαδιού υπερβαίνει το 60%, λαμβάνεται γαλάκτωμα νερού σε λάδι (W/O). Για τις περιεκτικότητες σε λάδι μεταξύ 40% και 60%, το είδος του γαλακτώματος που θα προκύψει θα εξαρτηθεί από το είδος του γαλακτωματοποιητή. Πολλά συστατικά των τροφίμων παίζουν τον ρόλο των φυσικών γαλακτωματοποιητών, όπως π.χ. οι λεκιθίνες, άλατα λιπαρών οξέων, οι πρωτεΐνες, πολύπλοκοι υδατάνθρακες (κόμμα, πηκτίνες κ.λ.π.), κ.ά. Στον πίνακα 8-1 δίνονται παραδείγματα τροφίμων που έχουν τη μορφή γαλακτωμάτων.

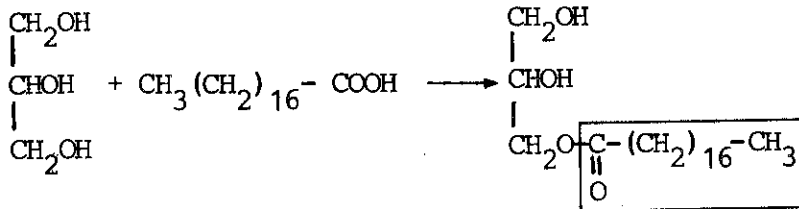
Πολλές φορές κατά την παρασκευή ορισμένων τροφίμων προστίθενται φυσικοί ή συνθετικά παρασκευασμένοι γαλακτωματοποιητές για την επί-

ΠΙΝΑΚΑΣ 8-1

Τρόφιμα με τη μορφή γαλακτωμάτων		
Τρόφιμο	Τύπος γαλακτώματος	Κύριοι γαλακτωματοποιητές
Γάλα - αφρόγαλα	λαδιού σε νερό (O/W)	πρωτεΐνες (καζεΐνη)
Βούτυρο νωπό	νερού σε λάδι (W/O)	πρωτεΐνες (καζεΐνη)
Μαργαρίνη	νερού σε λάδι (W/O)	λεκιθίνες
Μαγιονέζα	λαδιού σε νερό (O/W)	κρόκος αυγού (λεκιθίνες)
Παγωτό	λαδιού σε νερό (O/W)	πρωτεΐνες (καζεΐνη) και σταθεροποιητές (ζελατίνη κόμμεα)

τευξη ομοιόμορφης σύστασης ή για τη διατήρηση της ομοιογένειάς τους. Οι γαλακτωματοποιητές υπάγονται στα πρόσθετα των τροφίμων και συνεπώς τα επιτρεπόμενα είδη και οι αναλογίες τους αναφέρονται στον Κώδικα Τροφίμων. Οι σπουδαιότεροι από τους γαλακτωματοποιητές αυτούς είναι:

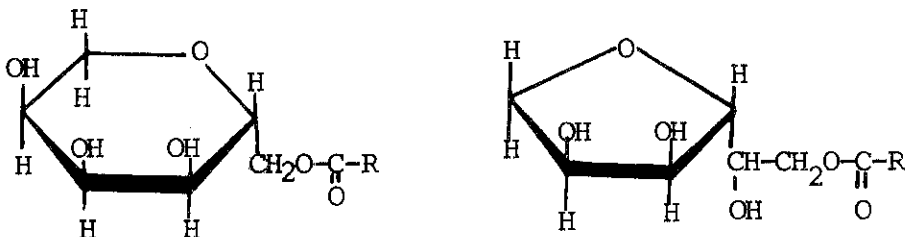
1. Ο 1-μονοστεατικός (GMS σχ. 8-1 II) και ο διστεατικός εστέρας της γλυκερίνης, που παρασκευάζονται κατά την εστεροποίηση ενός ή δύο αντίστοιχα υδροξυλίων της γλυκερίνης με στεατικό οξύ κατά την αντίδραση:



υδρόφοβο τμήμα του γαλακτωματοποιητή

2. Προπυλενογλυκόλη.

3. Εστέρες λιπαρών οξέων με σορβιτόλη του τύπου:



Γ. Αντιοξειδωτικές ουσίες

Ορισμένα συστατικά των τροφίμων, κυρίως τα ακόρεστα λίπη, τα καροτίνη, η βιταμίνη C κ.τ.λ., οξειδώνονται από το οξυγόνο του αέρα. Την οξείδωση αυτή παρεμποδίζουν οι αντιοξειδωτικές ουσίες, οι οποίες είτε περιέχονται σαν κανονικά συστατικά στα τρόφιμα είτε προστίθενται κατά την παρασκευή των τροφίμων.

Μεταξύ των αντιοξειδωτικών ουσιών που απαντούν στα τρόφιμα περιλαμβάνονται η λεκιθίνη (η οποία είναι συγχρόνως και γαλακτωματοποιητής), η βιταμίνη E (τοκοφερόλη) και ορισμένα θειούχα αμινοξέα. Ακόμη στα φυσικά αντιοξειδωτικά υπάγονται προϊόντα όπως το δεντρολίβανο, οι ενεργές ενώσεις του οποίου μόλις πρόσφατα άρχισαν να μελετούνται. Πιο δραστικά αντιοξειδωτικά είναι εκείνα που παρασκευάζονται συνθετικά και χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα των τροφίμων, όπως η βουτυλική υδροξυ-ανισόλη (BHA), η υδροξυ-τολουόλη (BHT) και το προπυλγαλλικό οξύ (PG), τα οποία ο Κώδικας Τροφίμων επιτρέπει να χρησιμοποιούνται στα λιπαρά τρόφιμα σε αναλογία όχι μεγαλύτερη από 0.2%. (Για τα αντιοξειδωτικά βλ. επίσης κεφ. 4.6).

Δ. Χρωστικές

Το χρώμα, το οποίο αποτελεί το πρώτο κριτήριο αποδοχής ή όχι ενός τροφίμου, οφείλεται σε διάφορες χρωστικές φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Παραδείγματα χρωστικών αποτελούν η χλωροφύλλη που δίνει το πράσινο χρώμα στα λαχανικά, το καροτίνη που δίνει το πορτοκαλί χρώμα στα καρρότα, το λυκοπίνη που δίνει το κόκκινο χρώμα στις ντομάτες και η οξυ-μυογλοβίνη που δίνει το κόκκινο χρώμα στο κρέας. Τέλος, στις βιομηχανίες τροφίμων πολλές φορές χρησιμοποιούνται ορισμένες φυσικές ή συνθετικές χρωστικές για τη βελτίωση του χρώματος των τελευταίων. (Οι χρωστικές εξετάζονται με λεπτομέρεια στο κεφ. 16).

Ε. Αρωματικές ύλες

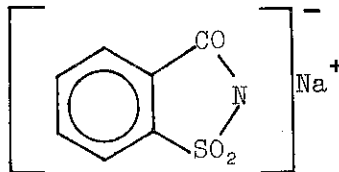
Αν το πρόβλημα του χρώματος των τροφίμων είναι πολύπλοκο, το πρόβλημα της οσμής τους είναι ακόμη περισσότερο πολύπλοκο. Τα κύρια συστατικά των τροφίμων σε καθαρή κατάσταση (τα λίπη, οι πρωτεΐνες και οι υδατάνθρακες) δεν έχουν οσμή. Οι ύλες που δίνουν το χαρακτηριστικό άρωμα και τη γεύση στα διάφορα τρόφιμα περιέχονται σε ελάχιστη αναλογία στα τρόφιμα (κάτω του 1%) και στερούνται θρεπτικής αξίας.

Το τελικό άρωμα και η γεύση των τροφίμων προέρχεται από τον συνδυασμό των φυτικών αρωματικών υλών που περιέχουν (ο καφές περιέχει πάνω από 600 και η φράουλα πάνω από 150 αρωματικές ουσίες) και των υλών, που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της ειδικής για κάθε τρόφιμο

κατεργασίας: π.χ. η δυνατή οσμή στο κρεμμύδι δεν αναπτύσσεται παρά μόνο αφού τεμαχιστεί το προϊόν, οπότε αρχίζουν να δρουν τα ένζυμα τα οποία ενεργοποιούν την παραγωγή της οσμής. Επίσης το χαρακτηριστικό άρωμα του κρέατος το οποίο παράγεται μετά το ψήσιμό του. Η θερμική ενέργεια πιστεύεται ότι προκαλεί τη διάσπαση των αμινοξέων και των λιπαρών ενώσεων. Προϊόν της διάσπασης αυτής θεωρείται το άρωμα του κρέατος. Τέλος στις αντιδράσεις ενζυματικής και μη ενζυματικής αμαύρωσης, κατά τη διάρκεια των οποίων παράγονται διάφορες δυνατές οσμής ενώσεις, όπως η φουρφουράλη, υδροξυμεθυλοφουρφουράλη κ.τ.λ. Γενικά οι κατηγορίες των οσμηρών ενώσεων που απαντούν στα τρόφιμα είναι οι πτητικοί εστέρες των λιπαρών οξέων, τα πτητικά τερπένια, οι θειούχες ενώσεις, οι αλκοόλες, οι αλδεΐδες, οι κετόνες κ.ά. (Για την οσμή των τροφίμων βλ. επίσης κεφ. 18).

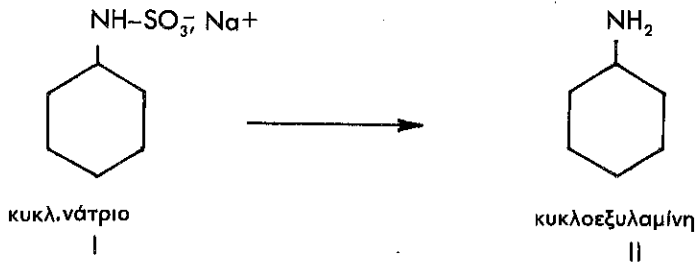
ΣΤ. Γλυκαντικές ύλες

Εκτός από τις φυσικές γλυκαντικές ουσίες υπάρχουν και οι συνθετικές γλυκαντικές ουσίες που δεν ανήκουν στα σάκχαρα και που ενισχύουν τη γλυκιά γεύση των τροφίμων. Παρόλο που υπάρχει μεγάλη ποικιλία τέτοιων ουσιών στο εμπόριο, μόνο μερικές απ' αυτές επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα. Σήμερα η πιο διαδομένη συνθετική γλυκαντική (μη θρεπτική) ουσία είναι η σακχαρίνη, η οποία προστίθεται στα τρόφιμα που προορίζονται για ειδικούς σκοπούς, υπό μορφή άλατος με Na ή Ca:



Το μετά Na άλας της σακχαρίνης

Η σακχαρίνη είναι περίπου 300 φορές πιο γλυκιά από τη σακχαρόζη. Φυσική γλυκαντική ύλη είναι το Γλυκιριζικό οξύ, που παντά στις ρίζες του φυτού *Licorice*. Η γλυκαντική αυτή ύλη, που είναι γλυκοζίτης, χρησιμοποιείται σε προϊόντα καπνού. Άλλες φυσικές γλυκαντικές ύλες είναι ο Στεβιοζίτης, ή δεϋδροχαλκόνη της ναρινγκίνης, ή δεϋδροχαλκόνη της νεοεσπεριδίνης, ο μεθυλεστέρας του πεπτιδίου ασπαρτυλ-φαινυλανίνης και η πρωτεΐνη μονελίνη του αφρικανικού μούρου *Serendipity*. Από τις γλυκαντικές ύλες, που τα τελευταία χρόνια απαγορεύτηκε η χρήση τους, είναι το κυκλαμικό νάτριο (I), το οποίο με υδρόλυση δίνει κυκλοεξουλαμίνη (II) γνωστή καρκινογόνο ουσία:



Z. Διαυγαστικά μέσα

Σε προϊόντα όπως η μπίρα, το κρασί, οι χυμοί φρούτων, συχνά σχηματίζονται θολώματα ή ιζήματα τα οποία οφείλονται σε φαινολικά παράγωγα. Πρωτεΐνες και πηκτικές ουσίες συχνά αντιδρούν με πολυφαινόλες για το σχηματισμό κολλοειδών, τα οποία προκαλούν τα παραπάνω θολώματα. Για την καταστροφή αυτών των θολωμάτων χρησιμοποιούνται τα εξής διαυγαστικά μέσα:

1. **Μπεντονίτης:** με βάση το γύψο, αποτελεί σύμπλοκο του Si. Έχει μεγάλη επιφάνεια και φέρει αρνητικό φορτίο. Αλληλεπιδρά, σε διάλυμα, με το θετικό φορτίο των πρωτεϊνών και παρεμποδίζει την καταβύθισή τους.
2. **Ζελατίνη:** προστίθεται σε προϊόντα όπως οι χυμοί, σε μικρή ποσότητα. Σχηματίζει σύμπλοκο με τις ταννίνες, το οποίο καταβυθιζόμενο συμπαρασύρει αιωρήματα στερεών.
3. **Ενεργός άνθρακας.**

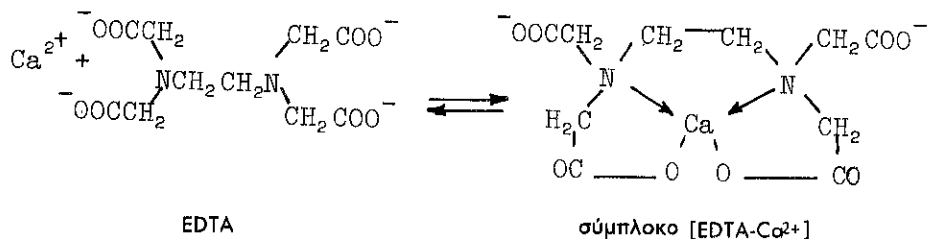
H. Σταθεροποιητές και στερεοποιητές

Είναι ουσίες που χρησιμοποιούνται για τη σταθεροποίηση γαλακτωμάτων, αιωρημάτων και αφριστικών διαλυμάτων. Πολλές από τις ουσίες αυτές είναι πολυσακχαρίτες όπως η καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη, το άμυλο, οι πηκτίνες, το άγαρ, το Carrageenan κ.ά. Όλες οι ενώσεις αυτές είναι υδρόφιλες και κατανέμονται υπό μορφή κολλοειδών στο διάλυμα. Χρησιμοποιούνται σε συγκεντρώσεις μικρότερες ή ίσες του 2% λόγω περιορισμένης διαλυτότητας.

Θ. Χηλικές ενώσεις

Χρησιμοποιούνται σαν δεσμευτικά μέσα στα συστήματα τροφίμων. Έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν σύμπλοκα και με τον τρόπο αυτό να σταθεροποιούν το τρόφιμο. Τα σύμπλοκα είναι της μορφής: της χλωροφύλλης με Mg, της αιμοσφαιρίνης με Fe, κ.ά. Τέτοια μέταλλα, όταν απελευθερωθούν κατά την υδρόλυση, είναι δυνατόν να πάρουν μέρος σε αντιδράσεις που οδηγούν σε οξειδώσεις, αποχρωματισμό, αλλοιώσεις στη γεύση και άλλες ανεπιθύμητες μεταβολές στα τρόφιμα. Οι χηλικές ενώσεις δεσμεύουν αυτά τα μέταλλα, με τη μορφή συμπλόκων και στα-

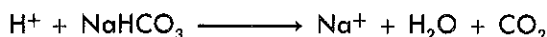
θεροποιούν το προϊόν. Οι πιο γνωστές χηλικές ενώσεις είναι το κιτρικό οξύ και τα παράγωγά του, οι φωσφορικοί εστέρες, και τα άλατα του αιθυλενοδιαμινοτετραοξικού οξέος (EDTA). Το EDTA σχηματίζει σταθερά σύμπλοκα με το Ca λόγω συντονισμού:



Το σχηματισμό τέτοιων συμπλόκων επηρεάζει αποτελεσματικά το pH, η αύξηση του οποίου ευνοεί το σχηματισμό τους.

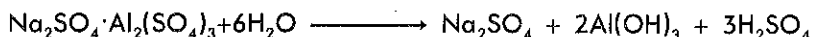
1. Διογκωτικά και βελτιωτικά μέσα

Τα διογκωτικά μέσα αποτελούνται από ενώσεις, που αντιδρούν και παράγουν αέριο κάτω από καθορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Κατά το ψήσιμο, η παραγωγή αερίου σε συνδυασμό με τη διαστολή του παγιδευμένου στο τρώφιμο αέρα και της υγρασίας δίνουν τη χαρακτηριστική πορώδη δομή στο τελικό προϊόν. Από τα αέρια το CO₂ παράγεται αποκλειστικά κατά τη διάρκεια της παραπάνω διαδικασίας. Προέρχεται από το NaHCO₃, Na₂CO₃, NH₄HCO₃ ή (NH₄)₂CO₃ τα οποία προστίθενται στο μίγμα του προϊόντος που πρόκειται να παρασκευαστεί. Παρουσία οξέων, οι ενώσεις αυτές αντιδρούν για να απελευθερώσουν CO₂ κατά την αντίδραση:



Οι ποσότητες του άλατος και του οξέος πρέπει να βρίσκονται σε ορισμένη αναλογία γιατί περίσσεια NaHCO₃ δίνει γεύση σαπουνιού στα είδη αρτοποιίας, ενώ περίσσεια οξέος προσθέτει πικρή γεύση. Για την παραγωγή του οξέος χρησιμοποιούνται ενώσεις όπως HOOC[CH(OH)]₂COOK Ca₂(PO₄)₂, Na₃PO₄·AlPO₄ ή Na₂SO₄·Al₂(SO₄)₃.

Το τελευταίο, ύστερα από αντίδραση με νερό παράγει H₂SO₄ κατά την αντίδραση:



Εμπορικά διογκωτικά μέσα είναι τα γνωστά "baking powders", τα οποία περιέχουν NaHCO₃ σε ποσοστό 26-30%, οξέα και άμυλο.

Στα άλευρια εξάλλου προστίθενται τα λεγόμενα βελτιωτικά μέσα, που αποβλέπουν στη βελτίωση των ιδιοτήτων της αρτομάζας. Είναι κυρίως λευκαντικά, οξειδωτικά κτλ. μέσα. Σαν λευκαντικά μέσα χρησιμοποιούνται το βενζοϋπεροξειδίο: $[\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}]_2\text{O}_2$, ClO_2 , N_2O_4 κ.ά. Οι ουσίες αυτές καταστρέφουν τους συζυγείς διπλούς δεσμούς στα καροτινοειδή και δίνουν άχρωμο προϊόν. Σαν οξειδωτικά μέσα χρησιμοποιούνται τα KBrO_3 , KIO_3 , $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ και CaO_2 . Οι ουσίες αυτές, οι οποίες προστίθενται σε ποσότητα 10–40 ppm στα αλεύρια, οξειδώνουν τις σουφλιδρυλικές ομάδες των πρωτεϊνών (της γλουτένης) και παράγουν μεγάλο αριθμό ενδομοριακών δισουλφιδικών δεσμών ($-\text{SH} \longrightarrow -\text{S}-\text{S}-$). Οι δεσμοί αυτοί δημιουργούν ένα πρωτεϊνικό πλέγμα, το οποίο τείνει να συγκρατήσει το παραγόμενο CO_2 με αποτέλεσμα τη διόγκωση της αρτομάζας.

ΙΑ. Αντιμικροβιακοί παράγοντες

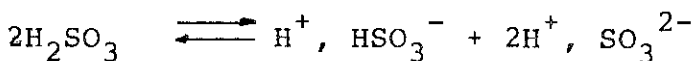
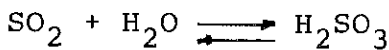
Όλα σχεδόν τα τρόφιμα, με εξαίρεση τα αποστειρωμένα, περιέχουν πάντα ένα σημαντικό αριθμό μικροοργανισμών. Σε κάθε ομάδα τροφίμων απαντούν συνήθως ορισμένοι τύποι μικροοργανισμών που αποτελούν τη φυσική τους χλωρίδα (Flora). Ορισμένα τρόφιμα που παράγονται με ζύμωση με τη δράση ειδικών μικροοργανισμών (π.χ. η γιαούρτη) περιέχουν πολύ μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών.

Οι μικροοργανισμοί των τροφίμων άλλοτε είναι επωφελείς γιατί επιφέρουν επιθυμητές μεταβολές στη σύστασή τους και άλλοτε είναι επιβλαβείς γιατί προκαλούν αλλοιώσεις και κάνουν τα τρόφιμα επιβλαβή για την υγεία, λόγω της παρουσίας τους ή των προϊόντων του μεταβολισμού τους.

Στη δεύτερη περίπτωση επιδιώκεται, με την εφαρμογή των κανόνων της υγιεινής και με την προσθήκη αντιμικροβιακών ουσιών, να διατηρηθεί ο αριθμός των μικροοργανισμών όσο το δυνατόν σε χαμηλότερα επίπεδα, ώστε να αποφεύγεται η γρήγορη αλλοίωσή τους και η πρόκληση βλαβών στην υγεία.

Οι σπουδαιότερες αντιμικροβιακές ουσίες που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα είναι:

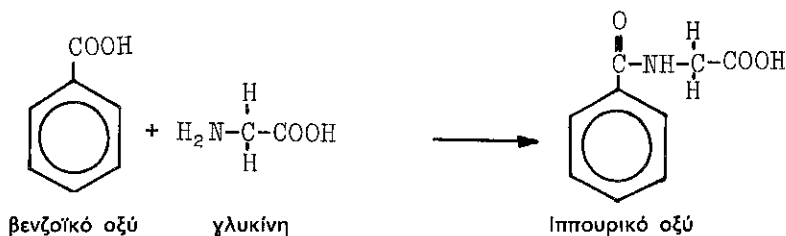
1. Το SO_2 . Έχει από παλιά χρησιμοποιηθεί στα τρόφιμα σαν συντηρητικό. Τελευταία εκτός της παραπάνω μορφής χρησιμοποιούνται και οι μορφές SO_3^{2-} , SO_4^{2-} . Σε υδατικό διάλυμα το SO_2 και τα SO_4^{2-} δίνουν SO_3^{2-} και HSO_3^- κατά τις αντιδράσεις:



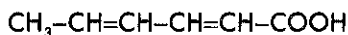
Έχει αποδειχτεί ότι σε όξινα διαλύματα ($\text{pH} \geq 4.5$), όπου κυριαρχεί η μορφή H_2SO_3 , αναστέλλεται η ανάπτυξη των μυκήτων, ζυμομυκήτων και βακτηρίων. Ο πιθανός μηχανισμός δράσης περιλαμβάνει την αντίδραση του HSO_3 με τις καρβονυλικές ενώσεις (ακόρεστες αλδεΐδες) στο εσωτερικό του κυττάρου, καθώς και το σπάσιμο των δισουλφιδικών δεσμών στο μόριο των πρωτεϊνών των μικροοργανισμών. Τα SO_2 και SO_3^- μεταβολίζονται στον οργανισμό σε SO_4^{2-} και αποβάλλονται με τα ούρα.

2. Τα NO_2^- και NO_3^- . Τα μετά Na και K άλατα των NO_2^- και NO_3^- χρησιμοποιούνται κατά κόρο στα κρέατα για τη σταθεροποίηση του χρώματος, την ανάπτυξη επιθυμητής γεύσης και την καταστροφή των μικροοργανισμών. Η πιο δραστική μορφή είναι τα NO_2^- . Πιστεύεται πως ο μηχανισμός δράσης των NO_2^- περιλαμβάνει την αντίδρασή τους με τις σουλφιδρυλικές ομάδες των πρωτεϊνών για το σχηματισμό ενώσεων που δεν μεταβολίζονται από τους μικροοργανισμούς κάτω από αναερόβιες συνθήκες. Πρόσφατα αποδείχτηκε πως τα NO_2^- συμμετέχουν στον σχηματισμό των νιτροζαμινών, καρκινογόνων ουσιών. Πιστεύεται πάντως πως η συνεισφορά τους ως αντιμικροβιακών παραγόντων είναι πιο σημαντική από την πιθανή καρκινογόνο τους δράση.

3. Βενζοϊκό οξύ. Την αντιμικροβιακή δράση έχει η μη ιονισμένη μορφή του βενζοϊκού οξέος. Το *optimum* της δράσης του είναι σε pH μεταξύ 2.5-4.0 και γι' αυτό χρησιμοποιείται στα όξινα τρόφιμα, όπως σε χυμούς φρούτων, αναψυκτικά και τουρσιά. Συνήθως χρησιμοποιείται το μετά Na άλας του βενζοϊκού οξέος επειδή είναι περισσότερο διαλυτό στο νερό. Δρα αποτελεσματικά εναντίον των ζυμομυκήτων και των βακτηρίων. Απομακρύνεται εύκολα από τον οργανισμό μετά τη σύζευξή του με τη γλυκίνη για τον σχηματισμό ιππουρικού οξέος κατά την αντίδραση:



4. Σορβικό οξύ. Είναι μονοκαρβονικό, αλιφατικό, ακόρεστο οξύ του τύπου:



Υπό μορφή αλάτων με Na ή K χρησιμοποιείται ευρύτατα για την αναστολή της ανάπτυξης των ζυμομυκήτων και μυκήτων, στα τυριά, κρασιά και

στα είδη αρτοποιίας. Η δραστηριότητά του αυξάνει με την ελάττωση του pH. Η δράση του στηρίζεται στο γεγονός ότι οι μύκητες δεν μπορούν να μεταβολίσουν τα α-ακόρεστα διενικά οξέα.

5. Προπιονικό και οξικό οξύ. Αυτούσια ή υπό μορφή των μετά Na ή K αλάτων τους το προπιονικό και το οξικό οξύ χρησιμοποιούνται για την αναστολή της ανάπτυξης των ζυμομυκήτων.

6. CO₂. Η προσθήκη CO₂ σε υγρά προϊόντα, όπως τα αναψυκτικά, η μπύρα, τα κρασιά, έχει ευρύτατα χρησιμοποιηθεί σαν αντιμικροβιακός παράγων. Το ποσό και η μέθοδος προσθήκης του CO₂ διαφέρουν από προϊόν σε προϊόν.

8.3 Ανεπιθύμητα συστατικά

A. Σαπωνίνες. Είναι γλυκοζίτες που απαντούν στα φυτικά τρόφιμα, προκαλούν αιμόλυση των ερυθρών αιμοσφαιρίων και έχουν πικρή γεύση.

B. Κυανογόνα. Απαντούν σε ίχνη στους φυτικούς οργανισμούς με τη μορφή γλυκοζιτών. Από τα κυανογόνα έχουν απομονωθεί μέχρι τώρα η αμυγδαλίνη, η ντουρίνη και η λιναμαρίνη. Οι ουσίες αυτές περιέχουν HCN σε ποσότητα 200–600mg/100g φυτού. Η θανατηφόρα δόση HCN για τον άνθρωπο είναι 0.5–3.5 mg/kg βάρους.

Γ. Φαβισμός. Είναι το κλινικό σύνδρομο, κατά το οποίο ο ασθενής εμφανίζει οξεία αιμολυτική αναιμία. Προέρχεται από την κατανάλωση φάβας ή από εισπνοή γύρης των φυτών. Εμφανίζεται σε μεγαλύτερη συχνότητα στις μεσογειακές χώρες.

Δ. Παραλυτική δηλητηρίαση από οστρακοειδή. Το σύνδρομο προκαλείται από κατανάλωση οστρακοειδών που έχουν την ιδιότητα να συμπεκνώνουν τοξικές ουσίες με τις οποίες τρέφονται. Τα οστρακοειδή που θεωρούνται επικίνδυνα ανήκουν στο είδος GONYAULAX. Η ουσία που προκαλεί τη δηλητηρίαση απομονώθηκε και έχει εμπειρικό τύπο C₁₀H₁₇N₇O₄.2HCl. Είναι θερμοανθεκτική και δεν καταστρέφεται με το μαγείρεμα. Η θανατηφόρα δόση για τον άνθρωπο είναι περίπου 1–4 mg/70 kg βάρους. Η τοξίνη παρεμποδίζει το αναπνευστικό και κυκλοφοριακό κέντρο στον εγκέφαλο. Ο θάνατος προέρχεται συνήθως από αναπνευστική αδυναμία.

E. Carrageenan. Είναι ολόκληρη τάξη υδροκολλοειδών που αποτελούνται από θειωμένους πολυσακχαρίτες. Εκχυλίζονται από φυσικά σακχαρούχα προϊόντα. Προκαλούν μεγάλης έκτασης φλεγμονή.

ΣΤ. Καρκινογόνες ουσίες σε καπνιστά – ψημένα φαγητά. Έχει αποδειχτεί πως φαγητά εκτεθειμένα απευθείας στον καπνό ξύλων ή και κάρβουνου,

μολύνονται με πολυκυκλικούς υδρογονάνθρακες, πολλοί από τους οποίους θεωρούνται καρκινογόνοι στα πειραματόζωα. Πιστεύεται πως το υψηλό ποσοστό εμφάνισης καρκίνου του στομάχου στην Ισλανδία συνδέεται με την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων καπνιστού κρέατος από τον πληθυσμό.

Βιβλιογραφία

1. **M.R. Aston.:** The Occurrence of Nitrates and Nitrites in Foods, Literature Survey No. 7, B.F.M.I.R.A., Leatherhead, Surrey, England, April (1970).
2. **T.E. Furia and N. Bellanca (eds.):** Fenarolis Handbook of Flavor Ingredients, CRC Press, Cleveland (1971).
3. **J. M. Deman and P. Melnychyn (eds.):** Symposium: Phosphates in Food Processing, AVI. Publ. Co. Inc., Westport (1971).
4. **G.E. Inglett (edit.):** Symposium-Sweeteners, AVI. Publ. Co. Inc., Westport (1974).
5. **S. Kadis, A. Ciegler and S.J. Ajl (eds.):** Microbial Toxins, Vol. 7, Academic Press, New York (1971).
6. **I.E. Liener (edit.):** Toxic Constituents in Plant Foodstuffs, Academic Press, New York (1969).
7. **B.W. Halstead.:** Poisonous and Venomous Marine Animals. Vol. I, II, III, U.S Government Printing Office, Washington D.C. (1965).
8. **J.T. Davies and E.K. Rideal.:** Interfacial Phenomena, Academic Press, New York (1963).
9. **P. Becher.:** Emulsions: Theory and Practice, 2nd edit., Am. Chem. Soc. Monograph, No. 162, Reinhold Publ. Co., New York (1965).
10. **G.G. Birch, C.F. Green and C.B. Coulsen (eds.):** Sweeteners and Sweetness, Applied Science Publ. Ltd., London(1971).

**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων**

Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



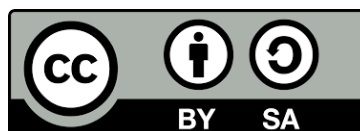
Σημειώματα

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Διδάσκων: Καθηγητής Μιχάλης Κοντομηνάς. «Χημεία Τροφίμων. Πρόσθετα τροφίμων - Ανεπιθύμητα συστατικά». Έκδοση: 1.0. Ιωάννινα 2014.
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://ecourse.uoi.gr/course/view.php?id=1312>.

Σημείωμα Αδειοδότησης

- Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή, Διεθνής Έκδοση 4.0 [1] ή μεταγενέστερη.



[1] <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.