

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

του Χρύσου Ιωάννη

“Ανάλυση θρεπτικών συστατικών,  
ωμής και ψημένης πίτσας εμπορίου”



Επιβλέπων Καθηγητής

➤ Ανδρικόπουλος Ν.

Τριμελής επιτροπή

➤ Ανδρικόπουλος Ν.

➤ Γιαννάκης Ι.

➤ Δεδούσης Γ.

ΠΤΥ  
ΧΡΥ

Αθήνα, 1999.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου, του Τμήματος Διαιτολογίας κατά το Ακαδημαϊκό Έτος 1998-1999.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Τριμελή Επιτροπή της Πτυχιακής μου μελέτης, τους κ.κ. Ανδρικόπουλο Νικόλαο, Αναπληρωτή Καθηγητή Γιαννάκη Ιωάννη και Δεδούση Γεώργιο διδάσκοντα ΠΔ 407/80 και ιδιαίτερα τον επιβλέποντα Δρ. Ν. Κ. Ανδρικόπουλο για την πολύτιμη βοήθεια του τόσο στο πειραματικό μέρος όσο και κατά την συγγραφή της παρούσας εργασίας, καθώς και τον Δρ. Νικόλαο Καλογερόπουλο για την βοήθεια του.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή έγινε ανάλυση των θρεπτικών συστατικών της πίτσας και μελετήθηκε η μεταβολή τους κατά το ψήσιμο. Η πίτσα που μελετήθηκε κυκλοφορεί στο εμπόριο από την εταιρεία “ΥΦΑΝΤΗΣ Α.Β.Ε.Ε.”, με την ονομασία “ROCK ‘n ROLL”. Το ψήσιμο έγινε σε φούρνο στους 220 °C, για 15 λεπτά.

Τα ολικά λιποειδή απομονώθηκαν και μετρήθηκαν σύμφωνα με την μέθοδο Bligh-Dyer, αρχικά από την ωμή πίτσα και στην συνέχεια για την ψημένη. Ομοίως και οι πρωτεΐνες απομονώθηκαν και μετρήθηκαν με την μέθοδο Kjeldhal. Η ανάλυση των λιπαρών οξέων έγινε με αέρια χρωματογραφία. Κατά το ψήσιμο παρατηρήθηκε μείωση των ολικών λιποειδών και των πρωτεϊνών. Αντιθέτως όσον αφορά τα λιπαρά οξέα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές κατά το ψήσιμο. Τα λιπαρά οξέα που περιείχε η πίτσα ήταν το λαυρικό οξύ (12:0), το μυριστικό οξύ (14:0), το παλμιτικό οξύ (16:0), το στεατικό οξύ (18:0), το ελαϊκό οξύ (18:1) και το λινελαϊκό οξύ (18:2).



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....                                             | 1  |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....                                             | 2  |
| <br><b>A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>                             |    |
| 1. ΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ.....                                    | 5  |
| 1.1 ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ .....                                    | 5  |
| 1.2 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ .....                                       | 7  |
| 1.3 ΛΙΠΙΔΙΑ.....                                          | 9  |
| 1.3.1 Λιπαρά οξέα .....                                   | 9  |
| 1.3.2 Απαραίτητα λιπαρά οξέα.....                         | 10 |
| 1.3.3 Trans λιπαρά οξέα.....                              | 11 |
| 1.3.4 Χοληστερόλη.....                                    | 11 |
| 1.4 ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ.....                                        | 12 |
| 1.5 ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.....                               | 13 |
| 2. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗ.....    | 14 |
| 2.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ.....                         | 14 |
| 2.2 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ.....                            | 15 |
| 2.3 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΛΙΠΙΔΙΩΝ.....                             | 16 |
| 2.4 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ.....                            | 18 |
| 2.5 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ.....                 | 19 |
| 3. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ.....                                    | 21 |
| 4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ.....                              | 23 |
| 4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....                                           | 23 |
| 4.2 ΨΥΞΗ - ΚΑΤΑΨΥΞΗ.....                                  | 24 |
| 4.3 ΘΕΡΜΑΝΣΗ.....                                         | 25 |
| 4.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ..... | 26 |
| 4.4.1 Πρωτεΐνες.....                                      | 26 |
| 4.4.2 Λιπίδια.....                                        | 26 |
| 4.4.3 Υδατάνθρακες.....                                   | 27 |
| 4.4.4 Βιταμίνες.....                                      | 27 |
| 4.4.5 Ανόργανα συστατικά.....                             | 28 |
| 4.5 ΨΗΣΙΜΟ ΣΤΑ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ.....                           | 29 |
| 5. ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ.....                                  | 30 |
| 5.1 ΓΕΝΙΚΑ.....                                           | 30 |
| 5.2 Η ΠΙΤΣΑ ΩΣ ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΤΡΟΦΙΜΟ.....                      | 31 |
| 5.3 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΙΤΣΑΣ.....                             | 32 |
| 6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ.....                              | 33 |
| 6.1 ΓΕΝΙΚΑ.....                                           | 33 |
| 6.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ ΛΙΠΟΕΙΔΩΝ.....             | 33 |
| 6.2.1 Μέθοδος “Bligh-Dyer”.....                           | 34 |
| 6.2.2 Αέρια Χρωματογραφία (GC).....                       | 35 |
| 6.2.3 Παρασκευή μεθυλεστέρων λιπαρών οξέων.....           | 37 |
| 6.2.3.1 Μέθοδος μεταεστεροποίησης.....                    | 37 |
| 6.2.3.2 Μέθοδος Εστεροποίησης.....                        | 37 |
| 6.3 ΓΕΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ.....            | 38 |
| 6.3.1 Μέθοδος “Kjeldhal”.....                             | 39 |





## **1. ΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ**

Οι ζωντανοί οργανισμοί αποτελούνται από δομικά συστατικά τα οποία δεν είναι αμετάβλητα, αλλά συνεχώς αποδομούνται και ανασυντίθενται. Οι ύλες που βρίσκονται στα τρόφιμα και με την λήψη τους συντελούν στην συντήρηση και ανάπτυξη του οργανισμού, παρέχοντας τις απαραίτητες ενώσεις στον οργανισμό για να συνθέσει τα δομικά συστατικά του, ονομάζονται θρεπτικές ύλες. Για να θεωρηθεί μία ύλη σαν θρεπτική θα πρέπει :

1. να έχει την ικανότητα να αναπληρώνει κάποιο συστατικό του σώματος,
2. να μπορεί να απορροφηθεί από τον οργανισμό και
3. να μην είναι τοξική ούτε αυτή αλλά ούτε και τα προϊόντα αποικοδόμησης της.

Κάθε ουσία που περιέχει περισσότερες από μία θρεπτική ύλη ονομάζεται τρόφιμο. Κανένα τρόφιμο δεν μπορεί να παρέχει στον οργανισμό όλα τα συστατικά που χρειάζεται και μάλιστα στις αναγκαίες ποσότητες, γι' αυτό κατά την σύνταξη διαιτολογίου θα πρέπει να υπάρχει συνδυασμός διάφορων τροφίμων. Τα κυριότερα είδη θρεπτικών υλών είναι :

- Οι υδατάνθρακες,
- Οι πρωτεΐνες,
- Τα λιποειδή
- Οι βιταμίνες και
- Τα ανόργανα συστατικά

### **1.1 ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ**

Οι υδατάνθρακες αποτελούν την κύρια πηγή για τον άνθρωπο, παρέχοντας σχεδόν τις μισές από τις προσλαμβανόμενες θερμίδες. Σχεδόν οι μισοί από τους προσλαμβανόμενους υδατάνθρακες βρίσκονται με την μορφή πολυσακχαριτών, όπως το άμυλο και η δεξτρίνη, οι οποίοι περιέχονται κυρίως σε δημητριακά και λαχανικά. Οι υπόλοιποι μισοί λαμβάνονται σε μορφή απλών σακχάρων, τα σπουδαιότερα των οποίων είναι η σακχαρόζη, η λακτόζη, η μαλτόζη, η γλυκόζη και η φρουκτόζη.

Οι υδατάνθρακες είναι ομάδα οργανικών ενώσεων οι οποίες συντίθενται από άτομα άνθρακα, οξυγόνου και υδρογόνου. Ο χημικός τύπος στις πιο απλές



μορφές του δίνεται από τον τύπο  $(CH_2O)_n$ , στον οποίο οφείλουν και το όνομα τους. Διακρίνονται σε τρεις κύριες τάξεις:

- σε μονοσακχαρίτες,
- σε ολιγοσακχαρίτες και
- σε πολυσακχαρίτες.

Οι μονοσακχαρίτες, δομικώς, αποτελούν την απλούστερη μορφή υδατανθράκων, οι οποίοι δεν μπορούν να υδρολυθούν περαιτέρω. Συχνά αναφέρονται και ως απλά σάκχαρα. Ο πιο άφθονος μονοσακχαρίτης στην φύση αλλά και ο πιο σπουδαίος από διατροφική άποψη είναι η γλυκόζη.

Οι ολιγοσακχαρίτες αποτελούνται από μικρές αλυσίδες μονοσακχαριτών, ενωμένων με ομοιοπολικούς δεσμούς (γλυκοσιδικούς δεσμούς). Ο αριθμός των ενωμένων μονάδων αναφέρεται ως πρόθεμα στην ονομασία (δι-, τρι-, τετρά-, κλπ), ακολουθούμενο από την λέξη –σακχαρίτης. Από τους ολιγοσακχαρίτες, οι δισακχαρίτες είναι αυτοί που απαντώνται πιο συχνά στην φύση. Σε αυτή την ομάδα ανήκει η σακχαρόζη, η οποία αποτελείται από γλυκόζη και φρουκτόζη.

Οι πολυσακχαρίτες είναι μεγάλες αλυσίδες μονοσακχαριτών. Από διατροφικής πλευράς ενδιαφέρουν κυρίως το άμυλο, το γλυκογόνο, οι δεξτρίνες και τέλος μία ομάδα πολυσακχαριτών που ονομάζονται “άπεπτες φυτικές ίνες”. Οι τρεις πρώτοι πολυσακχαρίτες για δομική μονάδα έχουν την γλυκόζη. Οι φυτικές ίνες οι οποίες περιέχουν και άλλα συστατικά εκτός της γλυκόζης, αποτελούν το μη απορροφούμενο τμήμα των τροφών. Δηλαδή δεν υποβάλλονται σε πέψη από τις ενδογενείς εκκρίσεις του γαστρεντερικού σωλήνα. Μόνο μικρό ποσοστό αυτών πέπτονται και μεταβολίζονται από την εντερική χλωρίδα στο παχύ έντερο.

Το ποσό των υδατανθράκων που θεωρείται απαραίτητο για έναν άνδρα μέσου βάρους για αποφυγή οξέωσης ανέρχεται περίπου στα 100 γραμ/ημέρα. Γενικά μία πρόσληψη υδατανθράκων που καλύπτει το 50% των ημερήσιων θερμίδων της δίαιτας θεωρείται ιδεώδης (Recommended Dietary Allowances, 1990). Προσοχή όμως θα πρέπει να δίνεται και στα επιμέρους ποσοστά των σύνθετων και απλών υδατανθράκων στην δίαιτα. Έτσι για την αποφυγή διαφόρων δυσάρεστων επιπλοκών καλό θα είναι η πρόσληψη απλών σακχάρων να μην ξεπερνά το 15% των συνολικών θερμίδων, ενώ η

πρόσληψη σύνθετων υδατανθράκων να κυμαίνεται ημερησίως από 35 – 40% επί του συνόλου των θερμίδων (Recommended Dietary Allowances, 1990).

## 1.2 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

Οι πρωτεΐνες αποτελούν βασικό δομικό συστατικό όλων των κυττάρων, των αντισωμάτων, των ενζύμων και των περισσότερων ορμονών του οργανισμού μας. Η σπουδαιότητα τους βασίζεται στο ότι κάθε ιστός αποτελείται κατά ένα μεγάλο μέρος από πρωτεΐνη. Η δομική μονάδα των πρωτεϊνών είναι τα αμινοξέα, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με πεπτιδικούς δεσμούς. Κάθε πρωτεΐνη περιέχει ένα συγκεκριμένο αριθμό ορισμένων αμινοξέων που συνδέονται σε καθορισμένη σειρά για κάθε μία. Η δομική αυτή εξειδίκευση της πρωτεΐνης είναι αυτή που δίνει στους διάφορους ιστούς καθορισμένη μορφή, λειτουργία και χαρακτήρα. Μερικά από τα αμινοξέα θεωρούνται απαραίτητα αφού ο ανθρώπινος οργανισμός δεν μπορεί να συνθέσει τους αντίστοιχους ανθρακικούς σκελετούς. Τα απαραίτητα αυτά αμινοξέα είναι η ισολευκίνη, η λευκίνη, η λυσίνη, η μεθειονίνη, η φαινυλαλανίνη, η θρεονίνη, η τρυπτοφάνη, η βαλίνη. Η ιστιδίνη, είναι απαραίτητη στα παιδιά, καθώς και στους ενήλικους αλλά σε μικρότερα ποσά. Η κυστεΐνη και η θρεονίνη ονομάζονται ημι-απαραίτητα αμινοξέα, αφού συνθέτονται στον οργανισμό από την μεθειονίνη και φαινυλαλανίνη που θεωρούνται απαραίτητα.

Στον πίνακα 1 αναγράφονται οι απαιτήσεις του ανθρώπου σε απαραίτητα αμινοξέα, σε διάφορες ηλικίες. Τα υπόλοιπα αμινοξέα βρίσκονται στα τρόφιμα αλλά και συνθέτονται από τον ίδιο τον οργανισμό.

Οι πρωτεΐνες, όπως και οι υδατάνθρακες, περιέχουν κυρίως υδρογόνο, οξυγόνο, άζωτο, θείο και σε μικρότερα ποσοστά άλλα στοιχεία όπως φωσφόρος, σίδηρος και κοβάλτιο σε ποσοστό περίπου 16%.

Ανάλογα με την προέλευση τους οι πρωτεΐνες διακρίνονται σε ζωικές –κρέας, αυγό, τυρί, γάλα κ.α.– και σε φυτικές –όσπρια, δημητριακά κ.α.–

Η αποδοτικότητα με την οποία μία πρωτεΐνη χρησιμοποιείται από τον οργανισμό για αύξηση ή διατήρηση προσδιορίζει την ποιότητα της. Βασικά η ποιότητα μίας πρωτεΐνης εξαρτάται από την σύνθεση της σε αμινοξέα και καθορίζεται από το χημικό της σκορ. Πιο συγκεκριμένα το χημικό σκορ των πρωτεϊνών της δίαιτας καθορίζεται από την παρουσία των απαραίτητων



αμινοξέων στην ελάχιστη εκείνη ποσότητα, η οποία θα είναι επαρκής για την κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου. Έτσι έχει καθιερωθεί ο όρος του περιοριστικού αμινοξέος, δηλαδή του αμινοξέος που περιορίζει την αναβολική – συνθετική ικανότητα της πρωτεΐνης. Όλα τα αμινοξέα είναι δυνατό να είναι περιοριστικά για κάθε πρωτεΐνη. Όμως οι πρωτεΐνες που περιέχονται στις συνηθισμένες τροφές έχουν συνήθως ως περιοριστικά αμινοξέα :

- την λυσίνη (σιτάλευρο),
- τα θειικά αμινοξέα – κυστίνη , μεθειονίνη – (όσπρια, βοδινό)
- την θρεονίνη (σε μίγματα τροφών) και
- την τρυπτοφάνη (καλαμποκάλευρο), (Παπανικολάου, 1993).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1 :** Απαιτήσεις απαραίτητων αμινοξέων σε ανθρώπους διαφόρων ηλικιών (Munro, 1972)

| ΑΜΙΝΟΞΕΑ                    | ΒΡΕΦΗ | ΠΑΙΔΙΑ | ΑΝΔΡΕΣ | ΓΥΝΑΙΚΕΣ |
|-----------------------------|-------|--------|--------|----------|
| Ιστιδίνη                    | (25)  | -      | -      | -        |
| Ισολευκίνη                  | 111   | 28     | 10     | 10       |
| Λευκίνη                     | 153   | 49     | 11     | 13       |
| Λυσίνη                      | 96    | 59     | 9      | 10       |
| Μεθειονίνη &<br>Κυστίνη     | 50    | 27     | 14     | 13       |
| Φαινυλαλανίνη &<br>τυροσίνη | 90    | 27     | 14     | 13       |
| Θρεονίνη                    | 66    | 34     | 6      | 7        |
| Τρυπτοφάνη                  | 19    | 4      | 3      | 3        |
| Βαλίνη                      | 95    | 33     | 14     | 11       |
| Σύνολο ΑΑ*                  | 680   | 261    | 81     | 80       |

\*Εκτός ιστιδίνης

Για την κάλυψη των αναγκών του ο οργανισμός χρειάζεται καθημερινά περίπου 0,8-1,0 γραμμάριο πρωτεΐνης ανά κιλό βάρους σώματος (Recommended Dietary Allowances, 1990). Σε περίπτωση που η πρωτεΐνη είναι φυτικής προέλευσης, τότε θα πρέπει να προέρχεται από διάφορες πηγές, ώστε να εξασφαλιστεί η ελάχιστη πρόσληψη των απαραίτητων αμινοξέων. Οι απαιτήσεις σε απαραίτητα αμινοξέα μειώνονται με την ηλικία: τα βρέφη (υψηλός ρυθμό ανάπτυξης) απαιτούν μία συμμετοχή των απαραίτητων αμινοξέων κατά 43% των ολικών απαιτήσεων, τα παιδιά 10-12

χρονών (μικρότερος ρυθμός ανάπτυξης) κατά 36% και οι ενήλικοι (χωρίς ανάπτυξη) κατά 19% (Παπανικολάου, 1993).

### 1.3 ΛΙΠΙΔΙΑ

Τα λίπη είναι η πλέον συμπυκνωμένη μορφή ενέργειας για τον οργανισμό του ανθρώπου παρέχοντας 9 kcal/g λίπους και είναι η μορφή υπό την οποία η ενέργεια αποθηκεύεται στο σώμα. Όλοι οι ιστοί του σώματος εκτός από το κεντρικό νευρικό σύστημα έχουν την ικανότητα να χρησιμοποιούν τα λιπαρά οξέα για ενέργεια. Η προέλευση τους είναι τόσο ζωική όσο και φυτική. Στις τροφές βρίσκονται κυρίως με την μορφή τριγλυκεριδίων. Έρευνες έδειξαν ότι οι περισσότεροι άνθρωποι του δυτικού κόσμου λαμβάνουν καθημερινά περισσότερο από το 1/3 των συνολικών θερμίδων από λίπη. (Heinonen, et al, 1997).

#### 1.3.1 Λιπαρά οξέα

Τα τριγλυκερίδια διασπώνται στον πεπτικό σωλήνα σε γλυκερίνη και λιπαρά οξέα από τα ένζυμα που εκκρίνονται σε αυτόν. Επειδή οι ιδιότητες των τριγλυκεριδίων εξαρτώνται από το είδος και την ποσότητα των διαφόρων λιπαρών οξέων τα οποία συμμετέχουν στην σύνθεσή τους, θα αναφερθούν ορισμένες πληροφορίες για τα λιπαρά οξέα χρήσιμες από άποψη τροφών και διατροφής. Τα πιο κοινά λιπαρά οξέα των τροφίμων αναφέρονται στον πίνακα. Τα λιπαρά οξέα που βρίσκονται στα τρόφιμα διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των ατόμων άνθρακα και των διπλών δεσμών που περιέχουν. Έτσι λοιπόν έχουμε

- Τα κορεσμένα, που δεν έχουν διπλό δεσμό και παρουσιάζουν σταθερότητα στις μεταβολές τους,
- Τα μονοακόρεστα και περισσότερο
- Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, τα οποία έχουν δύο και πλέον διπλούς δεσμούς και οξειδώνονται βαθμιαία παρουσία αέρα.

Το ποσοστό κορεσμένων και ακόρεστων λιπαρών οξέων στα λίπη εξαρτάται από την προέλευσή τους. Στον πίνακα 2 αναφέρεται η περιεκτικότητα κάποιων τροφών σε λίπος αλλά και η ποσότητα κορεσμένων, μονοακόρεστων και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων ξεχωριστά.



**ΠΙΝΑΚΑΣ 2 :** Περιεκτικότητα ορισμένων τροφών σε κορεσμένα, μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (Ζερφυρίδης, 1995)

| ΤΡΟΦΙΜΟ       | ΛΙΠΟΣ % | Λιπαρά οξέα, %λίπους κατά βάρος * |              |              |
|---------------|---------|-----------------------------------|--------------|--------------|
|               |         | Κορεσμένα                         | Μονοακόρεστα | Πολυακόρεστα |
| Γάλα Αγελάδας | 3,8     | 62                                | 30           | 3            |
| Τυρί σκληρό   | 34,5    | 62                                | 30           | 3            |
| Αυγά          | 10,9    | 33                                | 45           | 17           |
| Βοδινό        | 17,1    | 48                                | 44           | 3            |
| Αρνί          | 30,2    | 54                                | 37           | 4            |
| Χοιρινό       | 29,6    | 36                                | 42           | 17           |
| Κοτόπουλο     | 6,7     | 32                                | 37           | 26           |
| Ήπαρ          | 8       | 34                                | 27           | 26           |
| Ρέγγα         | 18,5    | 19                                | 10           | 66           |
| Βούτυρο       | 81      | 62                                | 30           | 3            |
| Μαργαρίνη     | 81,5    | 39                                | 41           | 15           |
| Αραβοσιτέλαιο | 99,9    | 15                                | 29           | 51           |
| Ελαιόλαδο     | 99,9    | 11                                | 74           | 10           |

\* Το σύνολο των ποσοστών των λιπαρών οξέων είναι μικρότερο του 100 διότι το λίπος περιέχει και συστατικά που δεν είναι τριγλυκερίδια όπως φωσφατίδια και στερόλες.

### 1.3.2 Απαραίτητα λιπαρά οξέα

Ο ανθρώπινος οργανισμός παρ' όλο που έχει ανάγκη από κάποια λιπαρά οξέα για ανάπτυξη, συντήρηση και καλή λειτουργία φυσιολογικών δράσεων, εντούτοις δεν έχει την δυνατότητα να τα συνθέσει ενδογενώς ή τα συνθέτει σε ανεπαρκείς ποσότητες. Για αυτό τον λόγο ονομάζονται απαραίτητα λιπαρά οξέα. Τα πιο σπουδαία από αυτά είναι το λινελαϊκό (18:2), το λινολενικό (18:3) και το αραχιδονικό (20:4). Το αραχιδονικό μπορεί να συντεθεί στο σώμα του ενήλικου από το λινελαϊκό που συνήθως βρίσκεται στον υποδόριο ιστό αλλά για τα νήπια είναι απαραίτητο να περιέχεται στις τροφές που απαρτίζουν το διαιτολόγιο του. Ανεπάρκεια των απαραίτητων λιπαρών οξέων στον άνθρωπο και κυρίως στους νέους προκαλεί μειωμένη ανάπτυξη, ξηροδερμία, απολέπιση, άλλες δερματίτιδες και έκζεμα.

### 1.3.3 Trans λιπαρά οξέα

Οι διπλοί δεσμοί ανάμεσα στα άτομα άνθρακα μπορούν να υπάρχουν είτε σε μορφή cis είτε trans.

Τα περισσότερα φυσικά λίπη και έλαια βρίσκονται στην φύση με διπλούς δεσμούς με μορφή cis. Τα περισσότερα trans λιπαρά οξέα βρίσκονται στην μαργαρίνη και στα προϊόντα της, στα τηγανισμένα λίπη και στα πολυακόρεστα που έχουν υποστεί υδρογόνωση. Το πιο συνηθισμένο trans λιπαρό οξύ της διατροφής του ανθρώπου είναι το ελαϊδικό (18:1) και τα ισομερή του. Έχει αναφερθεί ότι δόσεις πλούσιες σε trans λιπαρά οξέα οδηγούν σε υπερχοληστερολαιμία και κατά συνέπεια σε αθηρωματικές νόσους αφού όχι μόνο αυξάνουν την ολική χοληστερόλη και την LDL αλλά παράλληλα μειώνουν και την HDL (Mensink and Katan, 1990).

### 1.3.4 Χοληστερόλη

Η χοληστερόλη σε μεγάλα ποσά βρίσκεται σε διάφορες τροφές όπως το αυγό, το συκώτι, τους νεφρούς, στο κρέας, στα τυριά, στο γάλα κ.α. Η λειτουργική της σημασία έγκειται στα εξής: είναι βασικό συστατικό της κυτταρικής μεμβράνης και κατέχει ενδιάμεση θέση-κλειδί στην βιοσύνθεση των στεροειδών. Διακρίνεται σε εξωγενή (αυτή που προέρχεται από την διατροφή) και σε ενδογενή (αυτή που συνθέτει ο οργανισμός).

Έχει βρεθεί ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ αυξημένων επιπέδων χοληστερόλης στο πλάσμα και αθηροσκλήρωσης (Beckman, 1988). Ακόμα έχει αναφερθεί ότι η ενδογενή σύνθεση χοληστερόλης αυξάνεται σε περιπτώσεις αυξημένης πρόσληψης κορεσμένων λιπών (Jackson et al, 1978). Όμως σε περιπτώσεις που η αύξηση της πρόσληψης λιπών οφείλεται μόνο στην αύξηση των μονοακόρεστων λιπών τότε δεν υπάρχει αυξημένος κίνδυνος για αθηροσκλήρωση (American Diabetes Association, 1998).

Βάση όλων των παραπάνω οι συστάσεις για την ημερήσια πρόσληψη λιπών θα πρέπει να αφορούν αρχικά το ποσοστό των θερμίδων που θα προέρχονται από τα λίπη και στην συνέχεια τα μέρη του ποσοστού αυτού που θα καλύπτεται από κορεσμένα, μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λίπη.

Έτσι λοιπόν οι θερμίδες που θα προέρχονται από λίπος ημερησίως δεν θα πρέπει να ξεπερνούν το 30-35% του συνόλου αυτών. Ειδικότερα, λιγότερο



από το 10% των συνολικών θερμίδων θα πρέπει να προέρχεται από κορεσμένα λίπη,  $\leq 10\%$  από πολυακόρεστα και 10-15% από μονοακόρεστα. Τέλος η ημερήσια πρόσληψη χοληστερόλης δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 300 mg (Recommended Dietary Allowances, 1990).

#### 1.4 BITAMINEΣ

Οι βιταμίνες είναι οργανικές ενώσεις που έστω και σε μικρές ποσότητες θεωρούνται ουσιώδεις και απαραίτητες για την υγεία, την αύξηση, την αναπαραγωγή και την διατήρηση του οργανισμού. Κάθε βιταμίνη επιτελεί κάποια συγκεκριμένη λειτουργία και αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι καμία δεν έχει την δυνατότητα να αντικαταστήσει κάποια άλλη. Η πρόσληψη τους μέσω της διατροφής θεωρείται απαραίτητη αφού ο οργανισμός δεν έχει την δυνατότητα να τις συνθέσει, τουλάχιστον στις ποσότητες που τις χρειάζεται. Εξαιρέση αποτελεί η βιταμίνη D, την οποία μπορεί να συνθέσει ο οργανισμός από την πρόδρομη ουσία της, την 7 – διυδροχοληστερόλη, η οποία βρίσκεται στο δέρμα του ανθρώπου, όταν εκτεθεί σε ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό συμβαίνει μετά από μία σειρά φωτοχημικών αντιδράσεων. Ο χρόνος που απαιτείται για την διεργασία αυτή είναι περίπου 3 ημέρες (Παπανικολάου, 1993).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι βιταμίνες κατατάσσονται στην ίδια τάξη θρεπτικών υλών, για ιστορικούς και μόνο λόγους αν και έχουν διαφορετικές δομές και έχουν διαφορετικό ρόλο στο μεταβολισμό.

Η διάκριση των βιταμινών γίνεται με βάση την διαλυτότητα τους. Έτσι τις διακρίνουμε σε υδατοδιαλυτές και σε λιποδιαλυτές.

Στις υδατοδιαλυτές υπάγονται οι βιταμίνες του συμπλέγματος B και η βιταμίνη C. Στο σύμπλεγμα βιταμινών B υπάγονται αρκετές βιταμίνες οι κυριότερες των οποίων είναι οι B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub> και B<sub>12</sub>. Τροφές που αποτελούν πηγές αυτών των βιταμινών είναι το συκώτι, τα νεφρά, η καρδιά, γενικά τα κόκκινα κρέατα, τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά, οι ξηροί καρποί, το πύργο ρυζιού, το πύργο σιταριού. Πηγές της βιταμίνης C είναι τα πορτοκάλια, τα λεμόνια, τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά, το μπρόκολο, η τομάτα κ.α.

Στις λιποδιαλυτές βιταμίνες υπάγονται οι A, D, E και K. Η απορρόφηση και η μεταφορά αυτών σε αντίθεση με τις υδατοδιαλυτές, σχετίζεται άμεσα με την

απορρόφηση και μεταφορά των λιπιδίων. Έτσι λοιπόν για να μεταφερθούν μέσα στο σώμα απαιτούν την παρουσία χυλομικρών. Ακόμα θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο οργανισμός έχει την δυνατότητα αποθήκευσης μικρών ποσοτήτων αυτών των βιταμινών. Ενδεικτικά κάποιες καλές πηγές αυτών των βιταμινών είναι για την Α το συκώτι και τα καρότα, για την D η έκθεση στον ήλιο όπως ήδη αναφέρθηκε και το γάλα, για την Ε τα φυτικά έλαια και για την Κ τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά και το συκώτι, αν και στον οργανισμό από κάποια εντερικά βακτήρια.

## 2.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΡΡΕΤΩΝ

### 1.5 ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Στην διατροφή με τον όρο αυτό χαρακτηρίζουμε τα στοιχεία αυτά που βρίσκονται στην τέφρα που απομένει μετά την καύση κάποιας τροφής. Τα ανόργανα αυτά συστατικά αποτελούν το 4% του βάρους του ανθρώπινου σώματος και είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη και συντήρηση του οργανισμού. Τα διακρίνουμε σε μακροστοιχεία που περιλαμβάνουν το ασβέστιο, τον φώσφορο, το νάτριο, το χλώριο, το μαγνήσιο, το κάλιο και το θείο και σε μικροστοιχεία που περιλαμβάνουν το χρώμιο, το κοβάλτιο, το χαλκό, το φθόριο, το ιώδιο, το σίδηρο, το μαγγάνιο, το μολυβδαίνιο, το σελήνιο, το πυρίτιο και ο ψευδάργυρος.

Η παραπάνω διάκριση γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του οργανισμού στα στοιχεία αυτά. Έτσι όσον αφορά τα μακροστοιχεία, οι απαιτήσεις του οργανισμού σε ημερήσια βάση κυμαίνονται από λίγα δέκατα του γραμμαρίου μέχρι ένα ή περισσότερα γραμμάρια την ημέρα, ενώ για τα μικροστοιχεία από ποσότητες μικρογραμμαρίου έως και χιλιοστογραμμαρίου (Παπανικολάου, 1993).



## **2. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΘΡΕΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗ**

Όπως ήδη είπαμε για την διατήρηση του οργανισμού στην ζωή και την ομαλή λειτουργία του, εκτός από οξυγόνο και νερό, απαιτείται και η πρόσληψη των παραπάνω θρεπτικών συστατικών μέσω της διατροφής. Κάθε θρεπτικό συστατικό όμως έχει τον ή τους δικούς του ρόλους στον μεταβολισμό του ατόμου. Οι ρόλοι των θρεπτικών συστατικών παρατίθενται ξεχωριστά παρακάτω.

### **2.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΩΝ**

Βασική λειτουργία των υδατανθράκων είναι η παροχή ενέργειας στον οργανισμό ανεξάρτητα από το αν προέρχεται από μονοσακχαρίτες, δισακχαρίτες ή πολυσακχαρίτες. Η ενέργεια αυτή υπολογίζεται περίπου σε 4 θερμίδες ανά γραμμάριο. Αξίζει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο ότι η γλυκόζη αποτελεί την κύρια και μοναδική πηγή ενέργειας για το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα υπό φυσιολογικές συνθήκες. Ακόμα οι υδατάνθρακες αφού διασπασθούν και μετατραπούν σε γλυκόζη χρησιμοποιούνται από τον οργανισμό ως πρώτη ύλη για την βιοσύνθεση διάφορων συστατικών μεγάλης βιολογικής σημασίας όπως νουκλεϊκά οξέα, αμινοξέα, λιπαρές ύλες, διάφορα συνένζυμα κ.α. Εκτός όμως από την χρήση για βιοσύνθεση αμινοξέων, οι υδατάνθρακες ασκούν και πρωτεϊνο -προστατευτική επίδραση, αφού αν προσλαμβάνονται σε ανεπαρκείς ποσότητες, ο οργανισμός μετατρέπει ορισμένα αμινοξέα σε γλυκόζη με ταυτόχρονο κίνδυνο κετοξέωσης. Επίσης συμμετέχουν στην ενεργητική και παθητική μεταφορά κάποιων στοιχείων διαμέσου των μεμβρανών με αποτέλεσμα να παίζουν σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση αρκετών ανόργανων συστατικών όπως το ασβέστιο (παρουσία λακτόζης αυξάνεται το ποσοστό απορρόφησης ασβεστίου), (Shills et al, 1993α),. Ακόμα συμβάλουν και στην διατήρηση της ωσμωτικής ισορροπίας. Εκτός όλων των παραπάνω γενικών λειτουργιών των υδατανθράκων, υπάρχουν και κάποιοι υδατάνθρακες που εκτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες όπως το άμυλο το οποίο λόγω της παρατεταμένης παραμονής του κατά μήκος του εντέρου, βοηθά στην ανάπτυξη χρήσιμων μικροοργανισμών και οι διαιτητικές ίνες, οι οποίες προσροφώντας μεγάλες ποσότητες ύδατος,

αυξάνουν τον όγκο των προς αποβολή υπολειμμάτων των τροφών στο παχύ έντερο και, κατά συνέπεια, μειώνουν την συγκέντρωση ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε αυτό.

Πολύ λίγες είναι οι περιπτώσεις που αναφέρονται για άτομα με ανεπαρκή πρόσληψη υδατανθράκων, αφού το ελάχιστο επίπεδο πρόσληψης υδατανθράκων καλύπτεται από το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού. Σε αυτές όμως τις περιπτώσεις προκαλούνται αρνητικές αλλαγές στον μεταβολισμό αφού καταναλίσκονται αμινοξέα για βιοσύνθεση γλυκόζης, με αντίστοιχη πιθανή ελάττωση της βιοσύνθεσης πρωτεϊνών και φθοράς των ιστών. Σε αντίθετη περίπτωση (υψηλή πρόσληψη υδατανθράκων) υπάρχει κίνδυνος παχυσαρκίας αλλά και εμφάνισης άλλων μεταβολικών παθήσεων όπως “Σακχαρώδη Διαβήτη”. Επίσης, από το 1961, είναι γνωστόν ότι η πρόσληψη υδατανθράκων επηρεάζει τα επίπεδα λιπιδίων στο αίμα (Shills et al, 1993α). Αυτό εξαρτάται και από το είδος των προσλαμβανόμενων υδατανθράκων, αφού η φρουκτόζη φαίνεται να είναι περισσότερο λιπογόνο από την γλυκόζη (Κωσταντινίδου, 1998). Αποτελέσματα ερευνών που έγιναν σε άτομα που ακολουθούσαν δίαιτα υψηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες δείχνουν ότι παράλληλα μειώνουν και τα επίπεδα της HDL χοληστερόλης (Shills et al, 1993α)., . Ακόμα η υψηλή πρόσληψη υδατανθράκων έχει συσχετισθεί με :

- την τερηδόνα, κυρίως όταν η υψηλή πρόσληψη υδατανθράκων οφείλεται στην αύξηση πρόσληψης απλών σακχάρων (Rugg Gunh, 1989)
- και με τον καταρράκτη των ματιών, κυρίως σε ασθενείς που πάσχουν από Σακχαρώδη Διαβήτη (Shills et al, 1993α).

## 2.2 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ

Οι πρωτεΐνες είναι τάξη θρεπτικών υλών με ιδιαίτερη σημασία για τους ζωντανούς οργανισμούς, γιατί αποτελούν την κύρια δομική ύλη τους. Εκτός όμως από την παροχή αμινοξέων για την δόμηση ιστών και άλλων μεταβολικών διεργασιών, οι πρωτεΐνες επιτελούν και ένα μεγάλο αριθμό άλλων βασικών λειτουργιών. Έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την δόμηση νέων ιστών με χορήγηση των απαραίτητων αμινοξέων, να συνεισφέρουν συστατικά σε πολλά εκκρίματα και υγρά του οργανισμού, αλλά



και να επιταχύνουν ή να επιβραδύνουν κάποια μεταβολική οδό, δρώντας ως ένζυμα ή συνένζυμα. Ακόμα οι πρωτεΐνες και ιδιαίτερα οι λευκωματίνες είναι απαραίτητες για την διατήρηση φυσιολογικής ωσμωτικής πίεσης. Πρωτεΐνες με μορφή ανοσοσφαιρινών παίζουν σημαντικό ρόλο στην αντίσταση του οργανισμού σε διάφορες ασθένειες, ενώ με μορφή τρανσφερασών χρησιμεύουν για την μεταφορά κάποιων ουσιών.

Σε περιπτώσεις που η πρόσληψη πρωτεϊνών είναι μικρότερη από την ελάχιστη απαιτούμενη παρουσιάζονται αρκετές ανωμαλίες στην λειτουργία του οργανισμού. Έτσι πιο συγκεκριμένα αν το άτομο που υφίσταται την έλλειψη βρίσκεται στην παιδική ηλικία, δηλαδή σε περίοδο ανάπτυξης (κυρίως σε υποανάπτυκτες και χώρες) τότε παρατηρείται επιβράδυνση της αύξησης και αποτυχία στην προσπάθεια ανάπτυξης φυσιολογικής δραστηριότητας (Torun, 1990). Αν το άτομο είναι ενήλικο, τότε οι επιπτώσεις δεν είναι τόσο σημαντικές αλλά και πάλι παρατηρούμε είτε διαταραχή σε πολλές μεταβολικές οδούς, αλλά και αδυναμία του οργανισμού να αντιμετωπίσει τις περισσότερες ασθένειες (Keusch, 1990). Σε αντίθετη περίπτωση που η πρόσληψη είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη, τότε εκτός από τον κίνδυνο παχυσαρκίας, το μόνο πρόβλημα που παρατηρείται αφορά τους ενήλικους και πιο συγκεκριμένα την δημιουργία νεφρικών και αγγειακών βλαβών (Shills et al, 1993β).

### 2.3 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΛΙΠΙΔΙΩΝ

Ο ρόλος των λιπιδίων στην διατροφή είναι εξίσου σημαντικός με τα προηγούμενα θρεπτικά στοιχεία. Μια από τις βασικές τους λειτουργίες είναι το γεγονός ότι αποτελούν αναντικατάστατο δομικό συστατικό των κυττάρων με σύγχρονη συμμετοχή τους στην μεταφορά συστατικών διαμέσου των μεμβρανών του. Ακόμα αποτελούν μια συμπυκνωμένη μορφή ενέργειας, αφού αποδίδουν 9 θερμίδες ανά γραμμάριο. Λόγω της θερμιδικής τους πυκνότητας και της μειωμένης διαλυτότητας τους χρησιμοποιούνται και για εναποθήκευση ενέργειας. Ο λιπώδης ιστός περιέχει περίπου 80% λίπη, 3-4% πρωτεΐνη και 16-17% νερό. Επιπρόσθετα, προσφέρει στήριξη και προστασία ορισμένων οργάνων και νεύρων του σώματος. Ακόμα τα λίπη είναι απαραίτητα για την απορρόφηση αλλά και μεταφορά των λιποδιαλυτών

βιταμινών στο σώμα ενώ παράλληλα προσθέτουν γευστικότητα στην τροφή και προάγουν την σωστή λειτουργία του πεπτικού συστήματος (ως λιπαντικό). Τέλος, σημαντικός είναι και ο ρόλος του υποδόριου λίπους όπου προφυλάσσει από την απώλεια και θερμότητας και προάγει την διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος.

Οι τεκμηριωμένες προτάσεις της ιατρικής και διαιτολογίας για την ανάγκη μείωσης των προσλαμβανόμενων λιπαρών υλών, έχουν οδηγήσει, κατά καιρούς, πολλούς στην σχεδόν ανεξέλεγκτη απομάκρυνση των βασικών αυτών συστατικών της τροφής μας από το καθημερινό διαιτολόγιο. Η ελλιπής πρόσληψη λιπαρών υλών, εκτός του ότι εγκυμονεί κινδύνους στην παρουσία των λιποδιαλυτών βιταμινών, στερεί από τον οργανισμό και τα απαραίτητα λιπαρά οξέα (λινολεϊκό, λινολενικό και αραχιδονικό), τα οποία δεν μπορεί να συνθέσει. Η λίστα με τα συμπτώματα σε περίπτωση ανεπαρκούς πρόσληψης των απαραίτητων λιπαρών οξέων είναι πολύ μεγάλη (Holman, 1970). Κάποια από αυτά είναι ο μειωμένος ρυθμός ανάπτυξης, μη φυσιολογική λειτουργία των νεφρών (αιματοουρία, νεφρική υπέρταση), η αυξημένη ευθραυστότητα των ερυθροκυττάρων, η μειωμένη βιοσύνθεση προσταγλανδινών και οι νευρολογικές διαταραχές (Shills et al, 1993γ). Οι περιπτώσεις υψηλότερης πρόσληψης λιπών από την απαιτούμενη αναφέρονται αρκετά συχνότερα. Αυτό οφείλεται στις υιοθέτηση διατροφικών συνθηκών του δυτικού τρόπου ζωής (υψηλή πρόσληψη λιπών λόγω αυξημένης λήψης γευμάτων από εστιατόρια τύπου "fast food"). Συνέπεια αυτού είναι η αύξηση της συχνότητας εμφάνισης κάποιων χρόνιων ασθενειών με κυριότερες τις καρδιαγγειακές νόσους και κάποιους τύπους καρκίνου, όπως του παχέως εντέρου (Beckman, 1988). Όσον αφορά τις καρδιαγγειακές νόσους, οφείλονται στην αύξηση της χοληστερόλης. Τα περισσότερα λιπαρά οξέα αυξάνουν την χοληστερόλη πλάσματος. Τα μόνα λιπαρά οξέα που δεν προκαλούν αύξηση της χοληστερόλης είναι αυτά που αποτελούνται από 8 – 10 άτομα άνθρακα και το στεαρικό οξύ (18:0) (Denke and Grundy, 1991).



## 2.4 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ

Ιδιαίτερη σημασία στην διατροφή έχουν και οι βιταμίνες. Ο συνολικός αριθμός των λειτουργιών στις οποίες εμπλέκονται είναι αρκετά μεγάλος. Συνοπτικά, οι λιποδιαλυτές βιταμίνες, είναι απαραίτητες για την ρύθμιση του μεταβολισμού δομικών μονάδων του σώματος, στην λειτουργία των ματιών, στην ανάπτυξη των οστών και στην καλή ανάπτυξη και διατήρηση των δοντιών, στην πήξη του αίματος. Οι υδατοδιαλυτές συμμετέχουν σε λειτουργίες όπως τον σχηματισμό κολλαγόνου, πρωτεϊνσύνθεση, στην απορρόφηση μετάλλων. Επίσης, κάποιες βιταμίνες που προέρχονται και από τις δύο κατηγορίες, όπως η βιταμίνη E, η A και η C δρουν και ως αντιοξειδωτικά, προσταπίζοντας τον οργανισμό έναντι καρδιαγγειακών παθήσεων, μην επιτρέποντας την οξείδωση των LDL στο εσωτερικό των αρτηριών, αλλά και δεσμεύοντας διάφορα δραστικές και πολλές φορές καρκινογόνες ελεύθερες ρίζες. Η κατηγορία αυτή θα αναφερθεί παρακάτω.

Απουσία ή σχετική έλλειψη μιας ή και περισσότερων βιταμινών στη διαίτα πιθανό να οδηγήσει σε μειονεκτική ανάπτυξη ή σε χαρακτηριστικές παθολογικές καταστάσεις. Σήμερα μεγάλο μέρος του πληθυσμού εμφανίζει ασθένειες που οφείλονται σε έλλειψη βιταμινών με κυριότερες τις εξής :

- την διαταραχή της ανοσολογικής απάντησης του οργανισμού (Zeman, 1993),
- την διαταραχή της λειτουργίας του περιφερικού νευρικού συστήματος (Zeman, 1993) και
- την διαταραχή των αισθήσεων της γεύσης και της όσφρησης (Gershoff, 1977).

Πάντως μία σωστή διατροφή μπορεί να παρέχει όλες τις απαραίτητες βιταμίνες στις απαραίτητες ποσότητες, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος ασθενειών ή ανάγκη για λήψη βιταμινούχων συμπληρωμάτων. Η λήψη συμπληρωμάτων σε καταστάσεις που δεν την απαιτούν μπορεί να οδηγήσει σε υπερβιταμίνωση του οργανισμού. Η τελευταία μπορεί να αποδειχθεί επικίνδυνη κυρίως όταν οφείλεται σε υψηλή πρόσληψη λιποδιαλυτών βιταμινών A, D και E, οι οποίες δεν αποβάλλονται εύκολα από τον οργανισμό. Από τις υδατοδιαλυτές, τοξικότητα σε λήψη υψηλών ποσοτήτων, παρουσιάζει η βιταμίνη B<sub>6</sub>. Πιο συγκεκριμένα έρευνες έχουν δείξει ότι πολύ υψηλή πρόσληψη,

- βιταμίνης A οδηγεί σε τοξικά σύνδρομα και τερατογένεση (Olson, 1990),
- βιταμίνης D οδηγεί σε υπερκαλσιαιμία και φωσφαταιμία (Shills et al, 1993δ),
- βιταμίνης E οδηγεί σε θρομβοκυτοπενία, ηπατική και νεφρική κίρρωση και αυξημένη θνησιμότητα (Shills et al, 1993δ),
- βιταμίνης B6 έχει συσχετισθεί με συμπτώματα αταξίας και διαταραχές στις αισθήσεις θέσης και κίνησης (Shills et al, 1993δ).

## 2.5 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

Τα μακροστοιχεία φαίνονται να εμπλέκονται σε περισσότερους του ενός ρόλους μέσα στον οργανισμό, ενώ τα μικροστοιχεία φαίνονται να έχουν κάποιους πολύ εξειδικευμένους ρόλους. Σε γενικές γραμμές, οι λειτουργίες των ανόργανων συστατικών είναι οι ακόλουθες :

1. Συμμετέχουν στην αύξηση της σκληρότητας των σκελετικών ιστών,
2. προάγουν την ενεργοποίηση ενζυμικών συστημάτων σα μέρος του ενζύμου,
3. είναι απαραίτητα για ρύθμιση πολλών φυσιολογικών λειτουργιών όπως της οξεοβασικής ισορροπίας,
4. συμμετέχουν στην μεταφορά των νευρικών ερεθισμάτων στους μύες και στα νεύρα και τέλος
5. συνεργάζονται με βιταμίνες και ορμόνες στην ρύθμιση του μεταβολισμού.

Τα τελευταία χρόνια συχνά αναφέρονται περιστατικά ανεπαρκούς πρόσληψης ανόργανων συστατικών, τα οποία είναι πιθανό να οφείλονται στην τάση του πληθυσμού να καταναλώνει συνθετικές και βιομηχανοποιημένες τροφές. Στα τρόφιμα αυτά η συγκέντρωση των ανόργανων συστατικών μπορεί να είναι τόσο χαμηλή ώστε να μην καλύπτει τις ημερήσιες συνιστώμενες ποσότητες για ένα άτομο. Εξάλλου ορισμένα ανόργανα συστατικά δεν απορροφούνται εξίσου καλά από όλες τις μορφές τροφίμων στις οποίες βρίσκονται. Οι πιο συχνά εμφανιζόμενες επιπλοκές είναι η οστεοπόρωση, λόγω έλλειψης ασβεστίου και η μεγαλοβλαστική αναιμία λόγω μειωμένης πρόσληψης σιδήρου. Σε αντίθετη περίπτωση δηλαδή σε υπερβολική λήψη μετάλλων, λόγω της τοξικής τους δράσης, μπορεί να οδηγήσει σε ήπιες αλλά και χρόνιες δηλητηριάσεις, οι οποίες συχνά καταλήγουν σε ασθένειες όπως πέτρα στα



νεφρά, πίεση, καρδιακή ανεπάρκεια κ.α. Πρέπει να τονισθεί ότι τα όρια μεταξύ ωφέλιμης και τοξικής δράσης των ανόργανων συστατικών - και ειδικά των μικροστοιχείων - είναι πολύ στενά. Γι' αυτό τον λόγο, λήψη συμπληρωμάτων (χάπια) επιτρέπεται μόνο μετά από την συμβουλή διαιτολόγου για κάποιο συγκεκριμένο λόγο και για ορισμένο διάστημα.

### **3. ANTIOΞΕΙΔΩΤΙΚΑ**

Τα τελευταία έτη, με την βοήθεια ενός αυξανόμενου αριθμού επιστημονικών αποδείξεων, το οξειδωτικό στρες έχει σαφώς ενοχοποιηθεί ότι συμμετέχει στο μηχανισμό διάφορων ασθενειών του ανθρώπου. Επιπροσθέτως, διατροφικοί παράγοντες έχουν εμπλακεί ως αιτιολογικοί παράγοντες του οξειδωτικού στρες και ως προστατευτικοί παράγοντες στην αντιοξειδωτική άμυνα έναντι του στρες. Τα τρόφιμα περιέχουν τόσο φυσικές όσο και προσθετικές ουσίες που συμμετέχουν σε αυτές τις διαδικασίες στις οποίες συμπεριλαμβάνονται βιταμίνες και μέταλλα, πρόσθετα αντιοξειδωτικά, μικροβιοκτόνα, πολυακόρεστα λιπίδια και μία ποικιλία από τοξίνες που προέρχονται από φυτά και μικροοργανισμούς. Μία από τις πιο ισχυρές αντιοξειδωτικές ουσίες, για την οποίες έχουν γίνει πολλές μελέτες είναι η α-τοκοφερόλη (βιταμίνη Ε) (Pongracz, 1984). Βέβαια η ικανότητα της αυτή εξαρτάται από την συγκέντρωση και την θερμοκρασία (Schuler, 1990)

Το οξειδωτικό στρες έχει ορισθεί ως διαταραχή στην κατάσταση ισορροπίας ανάμεσα σε προοξειδωτικά (prooxidant) και αντιοξειδωτικά (antioxidant) συστήματα στα κύτταρα (Sies, 1985). Αυτός ο ορισμός του οξειδωτικού στρες υποδηλώνει ότι τα κύτταρα έχουν στο εσωτερικό τους προοξειδωτικά και αντιοξειδωτικά συστήματα τα οποία δρουν συνεχώς, προκειμένου οξειδωτικά μέσα αφενός να σχηματιστούν και αφετέρου να αποτοξικοποιηθούν κατά την διάρκεια του φυσιολογικού αερόβιου μεταβολισμού. Όταν λαμβάνουν χώρα επιπρόσθετα οξειδωτικά «γεγονότα», πιθανότατα τα προοξειδωτικά συστήματα υπερτερούν των αντιοξειδωτικών συστημάτων, προκαλώντας οξειδωτικές βλάβες σε λιπίδια, πρωτεΐνες, υδαάνθρακες και νουκλεϊκά οξέα. Σε τελευταία ανάλυση, κυτταρικός θάνατος μπορεί να λάβει χώρα εξαιτίας σοβαρού οξειδωτικού στρες. Το οξειδωτικό στρες μπορεί επίσης να προκαλέσει μία ταχύτατη μεταβολή των αντιοξειδωτικών συστημάτων επηρεάζοντας πρωτεΐνες που συμμετέχουν σε αυτά τα συστήματα και εξαντλώντας κυτταρικές αποθήκες αντιοξειδωτικών ουσιών όπως η γλουταθειόνη και η βιταμίνη Ε.

Διαταραχή στην ισορροπία προοξειδωτικών / αντιοξειδωτικών συστημάτων μπορεί να προκληθεί αφενός από αναρίθμητες διαφορετικές οξειδωτικές αιτίες στις οποίες συμπεριλαμβάνονται η ακτινοβολία, ο ξеноβιοτικός μεταβολισμός



περιβαλλοντικών μολυσματικών ουσιών και άλλες ουσίες, και αφετέρου από «προσβολές» κατά του αμυντικού συστήματος σε διάφορες ασθένειες του ανθρώπου ή σε ανώμαλη αμυντική λειτουργία. Σαφείς αποδείξεις για τον ρόλο ποικιλίας ειδών ριζών (radical species) σε αυτές τις διαδικασίες έχουν προκαλέσει αξιοσημείωτο ενδιαφέρον για τις αντιδράσεις των μερικώς αναχθεισών μορφών οξυγόνου και των ριζικών (radical) και μη ριζικών (nonradical) ειδών που προέρχονται από αυτές.

Εκτός από φυσικούς παράγοντες, όπως για παράδειγμα η όλητη των διατροφικών, η επίδραση ενζύμων και η θερμότητα που υφίσταται για κατηγορία κυρίων, είναι τόσο καλά εδραιωμένες και από πολλές κατευθύνσεις επιδράσεις τροφίμων θεωρούνται ως φυσικές. Αναλογικά οι παραδοσιακές τεχνικές συντήρησης τροφίμων, όπως η ξήρανση και το κάπνισμα, με χρήση χημικών ουσιών όπως το αλάτι, το αέριο οξύ ή το άνθρακιο είναι τόσο παλιές και συχνά θεωρούνται φυσολογικές. Οι παραδοσιακές αυτές μορφές επιδράσεων τροφίμων, άρχισαν να χρησιμοποιούνται σταδιακά αφού βελτίωναν την διατηρησιμότητα αλλά και την διατροφική αξία των μη επεξεργασμένων τροφίμων. Επίσης ήταν ένας τρόπος επιμήκυνσης του χρόνου ζωής των τροφίμων. Η επιβράδυνση της αλλοίωσης των τροφίμων ήταν απαραίτητη για περάδους έλλειψης τροφής.

Αρκούν από τα τρόφιμα που αναφέρονται ως φυσικά έχουν υποστεί κάποια μορφή επεξεργασίας, έστω και αν η επεξεργασία είναι η αποθήκευση. Η περιγραφή των τροφίμων ως φυσικά δεν έχει καμία επιστημονική σημασία, αφού οι τεχνικές παραγωγής φυτικών και ζωικών προϊόντων έχουν εξελιχθεί από τους παραγωγούς τροφίμων (Southerin, 1984). Κανονιστικοί οργανισμοί, όπως ο UK Ministry of Agriculture, Fisheries and Food's (MAFF) και ο Food Advisory Committee, συστήνουν να μην χρησιμοποιείται πιο ο όρος φυσικά για τα τρόφιμα, αφού οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται από την επεξεργασία των τροφίμων επδράν στις συγκεντρώσεις των διατροφικών συστατικών στα τρόφιμα. Όπως και την θερμότητα που προκαλείται μείωση του ποσού των θιαμινών. Αυτό βέβαια δεν αφορά το γεγονός ότι οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται δεν μελετώνται πολύ σοβαρά. Τα πιο πρόσφατα μηνύματα από τους διατροφολόγους αφορούν κυρίως την σχέση της διατροφής με την υγεία και την πρόληψη ασθενειών ως αποτέλεσμα των καταναλωτών επένδυναν στους

## **4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

### **4.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη αλλά και την καλή συντήρηση του οργανισμού παρέχονται μέσω των τροφών. Τα περισσότερα τρόφιμα που καταναλώνονται στις ανεπτυγμένες χώρες έχουν υποστεί κάποια μορφή επεξεργασίας. Οι περισσότερες από τις παραδοσιακές μεθόδους επεξεργασίας τροφίμων, όπως για παράδειγμα η άλεση των δημητριακών, η επίδραση ενζύμων και η θέρμανση που υφίσταται μία κατηγορία τυριών, είναι τόσο καλά εδραιωμένες που από πολλούς κριτικούς επεξεργασίας τροφίμων θεωρούνται ως φυσικές. Αναλογικά οι παραδοσιακές τεχνικές συντήρησης τροφίμων, όπως η ξήρανση και το κάπνισμα, με χρήση χημικών ουσιών όπως το αλάτι, το οξικό οξύ ή το οινόπνευμα είναι τόσο παλιές, που συχνά θεωρούνται φυσιολογικές. Οι παραδοσιακές αυτές μορφές επεξεργασίας τροφίμων, άρχισαν να χρησιμοποιούνται σταδιακά αφού βελτίωναν την διαθεσιμότητα αλλά και την θρεπτική αξία των μη επεξεργασμένων τροφίμων. Επίσης ήταν ένας τρόπος επιμήκυνσης του χρόνου ζωής των τροφίμων. Η επιβράδυνση της αλλοίωσης των τροφίμων ήταν απαραίτητη για περιόδους έλλειψης τροφής.

Αρκετά από τα τρόφιμα που αναφέρονται ως *φυσικά* έχουν υποστεί κάποια μορφή επεξεργασίας, έστω και αν η επεξεργασία είναι η αποθήκευση. Η περιγραφή των τροφίμων ως φυσικά δεν έχει καμία επιστημονική σημασία, αφού οι τεχνικές παραγωγής φυτικών και ζωικών προϊόντων έχουν εξελιχθεί από τους παραγωγούς τροφίμων (Southgate, 1984). Κανονιστικοί οργανισμοί, όπως ο UK Ministry of Agricultural, Fisheries and Food's (MAFF) και ο Food Advisory Committee, συστήνουν να μην χρησιμοποιείται πια ο όρος *φυσικά* για τα τρόφιμα, αφού οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται κατά την επεξεργασία των τροφίμων επιδρούν στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών συστατικών στα τρόφιμα, ιδίως κατά την θέρμανση που προκαλείται μείωση του ποσού των βιταμινών. Αυτό βέβαια δεν αναιρεί το γεγονός ότι οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται δεν μελετώνται πολύ σοβαρά. Τα πιο πρόσφατα μηνύματα από τους διαιτολόγους αφορούν κυρίως την σχέση της διατροφής με την υγεία και την ασθένεια αυξάνοντας τις απαιτήσεις των καταναλωτών απέναντι στους



παραγωγούς. Τέτοιες απαιτήσεις είναι η μείωση των επιπέδων λίπους, αλατιού και ζάχαρης σε κάποια τρόφιμα.

Οι επεξεργασίες για την προετοιμασία των τροφίμων χρειάζονται ακόμα για τους εξής λόγους :

- Να έρθουν σε κατάσταση κατάλληλη για κατανάλωση.
- Να θανατωθούν οι μικροοργανισμοί ή να αδρανοποιηθούν τα ένζυμα ώστε τα τρόφιμα να διατηρούνται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.
- Να βελτιωθούν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους.
- Να δημιουργηθούν νέα είδη τροφίμων.

Τα διάφορα είδη επεξεργασίας τροφίμων είναι :

- Η θέρμανση.
- Η ψύξη και η κατάψυξη.
- Η αφυδάτωση.
- Η μικροβιακή ζύμωση.
- Η συσκευασία.
- Η προσθήκη χημικών πρόσθετων.
- Η επιλογή κατάλληλης πρώτης ύλης (ξεφλούδισμα, άλεση κ.α.)

Εμείς θα αναφερθούμε κυρίως σε μεταβολές που υφίστανται τα θρεπτικά συστατικά κατά την επεξεργασία τροφίμων στο σπίτι. Δηλαδή κατά την ψύξη και θέρμανση (ψήσιμο, μαγείρεμα) των τροφίμων.

## 4.2 ΨΥΞΗ - ΚΑΤΑΨΥΞΗ

Η ψύξη και η κατάψυξη είναι ένας τύπος θερμικής επεξεργασίας κατά την οποία μειώνεται η θερμοκρασία του προϊόντος. Στις θερμοκρασίες από 3-5 °C έχουμε σημαντική επιβράδυνση της ανάπτυξης των περισσότερων βακτηρίων (Garrow and James, 1993). Αυτή η ιδιότητα καθιστά την κατάψυξη ως μία πολύ χρήσιμη επεξεργασία για παράταση του “χρόνου ζωής” των προϊόντων. Διατροφικώς είναι ικανοποιητική αφού μειώνεται η ενζυμική δραστηριότητα με συνέπεια να είναι μειωμένος και ο μεταβολισμός των θρεπτικών συστατικών. Βαθιά κατάψυξη, κατά την οποία τα τρόφιμα φέρονται σε θερμοκρασίες από (-18) - (-20) °C, επιμηκύνει ακόμα περισσότερο το χρόνο αποθήκευσής τους. Όμως οξειδωτικές μετατροπές στα λίπη συνεχίζουν να συμβαίνουν. Έτσι

τρόφιμα με υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος μπορούν να καταψυχθούν για περιορισμένο χρονικό διάστημα.

Σε γενικές γραμμές η κατάψυξη θεωρείται ως η καλλίτερη μέθοδος για την διατήρηση των τροφίμων, χωρίς σημαντικές απώλειες των θρεπτικών τους συστατικών. Όσο πιο μικρή και σταθερή είναι η θερμοκρασία κατάψυξης, τόσο μικρότερη φαίνεται να είναι και η απώλεια. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει και το είδος του τροφίμου αλλά και η συσκευασία του. Η μεγαλύτερη απώλεια θρεπτικών συστατικών και κυρίως βιταμινών έχει βρεθεί κατά την αποθήκευση για μεγάλο χρονικό διάστημα και κατά το ξεπάγωμα των τροφίμων.

### 4.3 ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Η επεξεργασία τροφίμων με θέρμανση στο σπίτι περιλαμβάνει το ψήσιμο και το μαγείρεμα. Τα τρόφιμα υφίστανται πολλαπλές μεταβολές κατά την θέρμανση. Πιο συγκεκριμένα, κατά την θέρμανση παρατηρούνται οι εξής μεταβολές :

- Απενεργοποίηση διαφόρων ενζύμων που περιέχονται στα τρόφιμα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την υπερλειτουργία του παγκρέατος για την κάλυψη των αναγκών του οργανισμού σε πρωτεάση (απαραίτητο ένζυμο για την διάσπαση πρωτεϊνών). Τελευταίες έρευνες έχουν δείξει ότι “όσο περισσότερο χρησιμοποιούμε το απόθεμα ενζύμων του οργανισμού, τόσο γρηγορότερα θα τελειώσει”.
- Μερικά από τα θρεπτικά συστατικά καταστρέφονται. Τα περισσότερα ευαίσθητα είναι οι βιταμίνες, τα ανόργανα στοιχεία και τα αμινοξέα.
- Η αναλογία των θρεπτικών συστατικών αλλάζει. Αυτό συμβαίνει επειδή μερικά είναι περισσότερα ευαίσθητα. Έτσι η βιταμίνη B<sub>6</sub> καταστρέφεται πιο εύκολα και σε μεγαλύτερο βαθμό από την μεθειονίνη.
- Σχηματίζονται τοξικά παράγωγα. Αρκετά από αυτά τα τοξικά παράγωγα είναι μεταλαξιγόνα και καρκινογόνα.
- Μειώνεται η περιεκτικότητα των τροφίμων σε νερό.

Όλες οι παραπάνω μεταβολές έχουν πολλαπλές αρνητικές επιδράσεις στον οργανισμό του ανθρώπου. Για αυτό το λόγο οι περισσότερες οδηγίες από



τους διαιτολογικούς οργανισμούς αναφέρονται στην αύξηση του ποσοστού κατανάλωσης ωμών τροφίμων σε καθημερινή βάση.

#### **4.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΤΑ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ**

Πολλές αλλαγές στην χημική δομή των θρεπτικών συστατικών παρατηρούνται κυρίως κατά την θέρμανση. Κάποιες από αυτές τις αλλαγές μπορεί να μειώνουν την θρεπτική αξία των τροφίμων ενώ κάποιες άλλες να έχουν τοξικά παράγωγα.

##### **4.4.1 Πρωτεΐνες**

Η θέρμανση των πρωτεϊνών προκαλεί αλλαγές της τριτοταγούς δομής τους, με αποτέλεσμα την μείωση της βιολογικής τους δραστηριότητας όταν αυτές δρουν ως ένζυμα. Επίσης μπορεί να γίνει αδιάλυτη και να σχηματίσει ίζημα. Η μείωση της βιολογικής δράσης δεν επιφέρει αλλαγές στην θρεπτική αξία των πρωτεϊνών, αφού στα αρχικά στάδια της πρωτεολυτικής πέψης συμπεριλαμβάνονται παρόμοιου τύπου αλλαγές. Όταν οι πρωτεΐνες θερμαίνονται παρουσία σακχάρων, ειδικά όταν αυτά είναι μονοσακχαρίτες, συμβαίνει μία σειρά αντιδράσεων, γνωστή ως αντίδραση Maillard.

Οι μονοσακχαρίτες ενώνονται με τις ελεύθερες αμινομάδες των πρωτεϊνών. Οι αμινομάδες αυτές είναι περιορισμένου αριθμού και η αντίδραση με την έφιλον αμινομάδα της λυσίνης είναι η πιο σημαντική από διατροφικής πλευράς, αφού μειώνει την θρεπτική αξία της πρωτεΐνης μετατρέποντας την λυσίνη σε μη διαθέσιμη. Οι δράσεις αυτές σχετίζονται άμεσα με το ύψος της θέρμανσης που προκαλούμε στο τρόφιμο. Έτσι σε χαμηλές θερμοκρασίες έχουμε μείωση των απωλειών. Κατά το ψήσιμο δημητριακών έχει παρατηρηθεί σχηματισμός προϊόντων της αντίδρασης Maillard στην επιφάνεια των τροφίμων και απώλεια λυσίνης κατά 10 – 15% της συνολικής (Garrow and James, 1993).

##### **4.4.2 Λιπίδια**

Οι αλλαγές που συμβαίνουν κατά την θερμική επεξεργασία λιπών, εξαρτάται από την σύσταση τους σε λιπαρά οξέα και από την ύπαρξη κάποιων άλλων συστατικών (Liu and Huang, 1995). Οι περισσότερες αλλαγές αφορούν τα

ακόρεστα λιπαρά οξέα και γίνονται παρουσία οξυγόνου. Η πιο σημαντική είναι η μετατροπή της μορφής των λιπαρών οξέων από “cis” σε “trans”. Έτσι πολλές φορές, το αποτέλεσμα των αλλαγών είναι η παραγωγή τοξικών ουσιών για τον ανθρώπινο οργανισμό. Τα τελευταία χρόνια παράγονται επεξεργασμένα λίπη και έλαια που περιέχουν αντιοξειδωτικές ουσίες, οι οποίες όπως αναφέρθηκε ελαχιστοποιούν τις μετατροπές των λιπών.

#### 4.4.3 Υδατάνθρακες

Από την θέρμανση, οι κύριες μεταβολές που προκαλούνται στα σάκχαρα είναι η καραμελοποίηση και οι αντιδράσεις Maillard.

1. Η καραμελοποίηση είναι μία πολύπλοκη μεταβολή που οφείλεται σε μία σειρά από αντιδράσεις, όπως ιμβερτοποίηση (του καλαμοσάκχαρου), συμπύκνωση ενδομοριακή ή εξωμοριακή, ισομερισμό αλδοζών προς κετόζες, αφυδάτωση, αμαύρωση κλπ. Τα προϊόντα των αντιδράσεων της καραμελοποίησης εξαρτώνται από τις συνθήκες και το pH.
2. Οι αντιδράσεις Maillard είναι αντιδράσεις αμαύρωσης, στις οποίες συμμετέχουν αμινοξέα, πεπτιδία και πρωτεΐνες, των οποίων η αμινομάδα αντιδρά με ένα σάκχαρο δίνοντας προϊόντα συμπύκνωσης. Τα προϊόντα αυτά δρουν ως αυτοκαταλύτες σε μία σειρά αντιδράσεων που ακολουθούν. Τα τελικά προϊόντα είναι οι μελανοϊδίνες. Γενικά η αντίδραση Maillard είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο μερικώς μόνο γνωστό. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι έχει βρεθεί ότι οι μελανοϊδίνες δείχνουν αντιοξειδωτική ενέργεια στο λινολενικό οξύ και στα σκούρα ποτά.

Πάντως σε σύγκριση με τα λίπη και τις πρωτεΐνες, υπό την επίδραση θερμότητας, τα σάκχαρα είναι μάλλον αυτά που δέχονται τις λιγότερες αλλαγές όσον αφορά τις διατροφικές τους ιδιότητες.

#### 4.4.4 Βιταμίνες

Η επίδραση της θερμότητας στις βιταμίνες συχνά αναφέρεται ως η πιο επιβλαβής δράση των επεξεργασιών στην θρεπτική αξία των τροφίμων. Οι απώλειες εξαρτώνται από το είδος της βιταμίνης και από τις συνθήκες που



επικρατούν. Έτσι λοιπόν όταν η θέρμανση του τροφίμου παίρνει μέρος σε υδάτινο περιβάλλον, υπάρχει κίνδυνος διαλυτοποίησης των υδατοδιαλυτών βιταμινών. Επίσης μερικές βιταμίνες είναι ασταθής με αποτέλεσμα την καταστροφή τους όταν περιέχονται σε τρόφιμα, τα οποία θερμαίνονται παρουσία οξυγόνου, όπως η βιταμίνη C. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρεται η σταθερότητα των κυριοτέρων βιταμινών κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3 :** Η σταθερότητα των κυριοτέρων βιταμινών κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες (Garrow, James, 1993).

| ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ              | pH 7 | ΟΞΙΝΟ | ΑΛΚΑΛΙΚΟ | ΑΕΡΑΣ | ΦΩΣ | ΘΕΡΜΑΝΣΗ | % ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΜΑΓΕΙΡΕΜΑ |
|------------------------|------|-------|----------|-------|-----|----------|------------------------------|
| Ρεπινόλη               | Σ    | Α     | Σ        | Α     | Α   | Α        | 0 – 40                       |
| Βιταμίνη Α             | Σ    | Α     | Σ        | Α     | Α   | Α        | 0 – 30                       |
| Βιταμίνη D             | Σ    | Α     | Α        | Α     | Α   | Α        | 0 – 40                       |
| Βιταμίνη Ε             | Σ    | Σ     | Σ        | Α     | Α   | Α        | 0 – 55                       |
| Θειαμίνη               | Α    | Σ     | Α        | Α     | Σ   | Α        | 0 – 80                       |
| Ριβοφλαβίνη            | Σ    | Σ     | Α        | Σ     | Α   | Α        | 0 – 75                       |
| Νιασίνη                | Σ    | Σ     | Σ        | Σ     | Σ   | Σ        | 0 – 75                       |
| Βιταμίνη Β6            | Σ    | Σ     | Σ        | Σ     | Α   | Α        | 0 – 40                       |
| Βιταμ. Β <sub>12</sub> | Σ    | Σ     | Σ        | Α     | Α   | Σ        | 0 – 10                       |
| Βιταμίνη C             | Α    | Σ     | Α        | Α     | Α   | Α        | 0 – 100                      |

- Οι απώλειες εξαρτώνται από την διάρκεια της έκθεσης των τροφίμων στις αναφερόμενες συνθήκες
- Α : Ασταθής – Σ : Σταθερή

#### 4.4.5 Ανόργανα συστατικά

Η θέρμανση επιδρά ελάχιστα στα ανόργανα συστατικά των τροφών. Μικρή απώλεια υπάρχει κατά το βράσιμο των τροφίμων. Έμεσα όμως, επιδρώντας στα υπόλοιπα θρεπτικά συστατικά, η θέρμανση φαίνεται να μειώνει την βιοδιαθεσιμότητα των ανόργανων συστατικών, όπως του σιδήρου και του ασβεστίου.

#### 4.5 ΨΗΣΙΜΟ ΣΤΑ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΑ

Πρόσφατα έχει αναπτυχθεί μία νέα μέθοδος μαγειρέματος που συνέχεια κερδίζει την προτίμηση του κόσμου και η οποία γίνεται με μικροκύματα. Η προσφορά δηλαδή της ενέργειας δεν γίνεται με θέρμανση, αλλά τα τρόφιμα εκτίθενται σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα που διεισδύουν μέχρι και 5 εκατοστά μέσα στο κρέας και κάνουν τα μόρια νερού και άλλα πολικά μόρια να ταλαντεύονται με συχνότητα 2450 MHz, μετατρέποντας έτσι την ενέργεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε θερμότητα.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της μεθόδου έγκειται στο ότι απαιτείται ελάχιστος χρόνος (λίγα λεπτά) για να ψηθούν ή να ζεσταθούν τα τρόφιμα (Lin and Anantheswaran, 1988). Όμως έχει βρεθεί ότι κατά το ψήσιμο κρεάτων σε μικροκύματα, έχουμε μεγαλύτερες απώλειες σε ιχνοστοιχεία, πρωτεΐνες, υδατοδιαλυτές βιταμίνες και λίπη, σε σύγκριση με το συνηθισμένο ψήσιμο (Giese, 1992). Αντίθετα η απώλεια σε ασκορβικό οξύ είναι σημαντικά μικρότερη κατά το ψήσιμο σε μικροκύματα (Klein, 1989). Το 1987, το Ινστιτούτο Τεχνολόγων Τροφίμων, ειδικών στην ασφάλεια των τροφίμων, ανέφερε ότι η μείωση των βιταμινών σε τρόφιμα που ψήθηκαν σε μικροκύματα είναι μικρότερη, αφού απαιτείται λιγότερος χρόνος ψήσιματος.

Η παρουσία επεξεργασμένων τροφίμων όπως και τροφίμων έτοιμων για κατανάλωση στο εμπόριο γίνεται όλο και πιο έντονη. Η κατανάλωση αυτών όμως θα πρέπει να είναι περιορισμένη αφού τα φρέσκα τρόφιμα περιέχουν μεγαλύτερο ποσοστό θρεπτικών συστατικών και έχουν υποστεί μικρότερη προσθήκη χημικών πρόσθετων.



## **5. ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ**

### **5.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Σύμφωνα με μία μελέτη με τίτλο “Ο καταναλωτής στην αρχή του 21<sup>ου</sup> αιώνα”, που παρουσιάστηκε κατά την διάρκεια των εργασιών του “International Food Forum”, στο άμεσο μέλλον η επιλογή της τροφής θα γίνεται με κριτήρια, τα οποία θα βασίζονται σχεδόν αποκλειστικά στην χρησιμότητα της. Οι καταναλωτές θα αντιμετωπίζουν όλο και περισσότερο την τροφή ως απαραίτητο καθημερινό «καύσιμο». Αυτός ο τύπος κατανάλωσης έχει ήδη αρχίσει να κάνει αισθητή την παρουσία του στις αναπτυσσόμενες δυτικές κοινωνίες, στις οποίες τα παραδοσιακά οικογενειακά γεύματα οργανώνονται πλέον μόνο τα Σαββατοκύριακα. Αυτό ώθησε την βιομηχανία τροφίμων στην παραγωγή νέων κατεψυγμένων προϊόντων, με βασικά χαρακτηριστικά τον γρήγορο χρόνο ετοιμασίας και τον συνδυασμό τροφών για την δημιουργία νέων γεύσεων. Έτσι, ενώ κάποτε τα μόνα προϊόντα που υπήρχαν στα ψυγεία των Σούπερ Μάρκετ ήταν η κατεψυγμένη πίτσα και λίγα ακόμη, τώρα υπάρχουν ακόμα κατεψυγμένα λαχανικά, κατεψυγμένα κρουασάν, πίτες και πολλών ειδών γλυκά.

Κατά την αλλαγή του τρόπου ζωής, από τον παραδοσιακό στον σύγχρονο, δημιουργήθηκε στους ανθρώπους η ανάγκη για κατανάλωση τροφίμων, τα οποία θα μπορούσαν να διατηρηθούν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από τα φρέσκα τρόφιμα, αλλά συγχρόνως μπορούσαν να μαγειρευτούν εύκολα και γρήγορα. Αυτό ήταν μία πρόκληση για τους παραγωγούς και κατασκευαστές τροφίμων. Βάση αυτών, δεν αποτελεί έκπληξη ότι στην βόρεια και δυτική Ευρώπη, το 70 % των καταναλισκόμενων τροφίμων είναι επεξεργασμένα, συσκευασμένα τρόφιμα (Garrow and James, 1993). Το φαινόμενο αυτό δεν θα πρέπει να υποτιμηθεί. Για να μπορέσουν οι βιομηχανίες τροφίμων να προσελκύσουν γευστικά τον καταναλωτή ώστε να αυξήσουν και τις πωλήσεις τους, κατασκευάζουν τρόφιμα πλούσια σε λίπος, ζάχαρη και αλάτι. Φυσικό επακόλουθο είναι η αύξηση εμφάνισης χρόνιων ασθενειών όπως είναι ο Σακχαρώδης Διαβήτης, Καρδιαγγειακές νόσοι και Υπέρταση (Garrow and James, 1993). Επίσης, αφού τα τρόφιμα αυτά είναι επεξεργασμένα, θα έχουν υποστεί και την σχετική μείωση των θρεπτικών συστατικών.

Οι λόγοι που οδηγούν στην συνεχή αύξηση των κατεψυγμένων τροφίμων, βάση στοιχείων του Αμερικάνικου Ινστιτούτου Κατεψυγμένων Τροφίμων (AFFI- American Frozen Food Institute) είναι :

- Η αναγνώριση των κατεψυγμένων τροφίμων από τους καταναλωτές, ως την καλλίτερη λύση γεύματος λόγω του υπερφορτωμένου ωραρίου τους.
- Η αύξηση του αριθμού των εργαζόμενων μητέρων.
- Η διαφήμιση των κατεψυγμένων προϊόντων.
- Το χαμηλό κόστος.
- Τέλος, η εύκολη αποθήκευση (AFFI, 1999)

Σύμφωνα με σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στις ΗΠΑ, το 61 % των καταναλωτών θα επέλεγε με άνεση ένα κατεψυγμένο τρόφιμο εφόσον είχε ετικέτα με τα ποσοστά θρεπτικών συστατικών που περιέχει.

## 5.2 Η ΠΙΤΣΑ ΩΣ ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΤΡΟΦΙΜΟ

Η πίτσα ως εμπορικό τρόφιμο είναι διαθέσιμη στους καταναλωτές στα ψυγεία των “Super markets” για περισσότερα από 25 χρόνια. Οι πωλήσεις της αυξάνονται κάθε χρόνο περίπου κατά 7%. Η προέλευση της είναι Ιταλική και η μορφή στην οποία διατίθεται είναι κατεψυγμένη και συσκευασμένη. Η προτίμηση των καταναλωτών, η οποία συνεχώς αυξάνεται, οφείλεται κυρίως στην γεύση της, στην ποικιλία στην οποία διατίθεται όσον αφορά την γέμιση της, αλλά και στη ταχύτητα ετοιμασίας της. Το ψήσιμο γίνεται βάζοντας την παγωμένη πίτσα στο ζεστό φούρνο (230°C), για 10 – 15 λεπτά. Το 1995, το Ινστιτούτο Κατεψυγμένης Πίτσας (National Frozen Pizza Institute) σε συνεργασία με το Information Resources Inc., ξεκίνησε μία έρευνα για να εξετάσει τις πωλήσεις και το κέρδος σημαντικών κατηγοριών κατεψυγμένων τροφίμων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κατεψυγμένη πίτσα ήταν πρώτη στην αύξηση των πωλήσεων, στις πωλήσεις ανά κομμάτι αλλά και στο άμεσο κέρδος. Άλλη μια έρευνα, αυτή την φορά του Αμερικάνικου Ινστιτούτου Κατεψυγμένων Τροφίμων (AFFI) έδειξε ότι το 56 % των εργαζόμενων μητέρων με παιδιά κάτω των 13 ετών δήλωσε ότι το αγαπημένο φαγητό των παιδιών τους είναι η πίτσα. Ακόμα, θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπ’ όψη ότι η



πίτσα μπορεί να ψηθεί σε φούρνο μικροκυμάτων. Αποτέλεσμα αυτού είναι η ακόμα γρηγορότερη ετοιμασία της.

### 5.3 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΙΤΣΑΣ

Η πίτσα αποτελείται από δύο κύρια μέρη, την βάση-ζύμη και την γέμιση. Η σύνθεση της ζύμης είναι σε γενικές γραμμές η ίδια στους περισσότερους τύπους πίτσας, σε αντίθεση με την γέμιση, η οποία διαφέρει.

#### Η βάση αποτελείται από

1. αλεύρι σίτου,
2. μαγιά,
3. αλάτι,
4. ζάχαρη,
5. νερό και
6. φυτικά έλαια.

Η σύσταση της γέμισης, όπως αναφέρθηκε, διαφέρει ανάλογα με τον τύπο της πίτσας, ώστε να μπορεί να καλύπτει ευρύτερο φάσμα προτιμήσεων των καταναλωτών. Τα βασικά της συστατικά είναι πάντα το τυρί και η τομάτα ενώ τα υπόλοιπα μπορεί να είναι ζαμπόν, μπέικον, σαλάμι, πιπεριά, μανιτάρια, κρεμμύδι, λουκάνικο, χοιρινό, γαλοπούλα ή ακόμα και φρούτα όπως ανανά. Η σύσταση της πίτσας χαρακτηρίζεται από το όνομα της. Το όνομα της συνήθως προέρχεται από κάποιο συστατικό που περιέχει εκτός του τυριού και της τομάτας, όπως πίτσα «ζαμπόν-μπέικον». Επίσης μπορεί να είναι ένα άλλο όνομα το οποίο έχει καθιερωθεί με το πέρασμα των χρόνων, όπως π.χ. πίτσα “Hawaiian”, η οποία περιέχει ανανά.

## **6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

### **6.1 ΓΕΝΙΚΑ**

Η ανάλυση των τροφίμων, ως επιστήμη αλλά και ως τέχνη, είναι ένας από τους πιο ζωτικούς κλάδους της Επιστήμης και της Τεχνολογίας Τροφίμων. Ως διαδικασία όμως η ανάλυση των τροφίμων είναι μία επίπονη διεργασία που θέτει ως προϋπόθεση για την επιτυχή επιτέλεση της πολύ καλή γνώση της Χημείας και της Βιοχημείας, εμπειρία αλλά και δεξιότητες.

Γενικά ο στόχος της αναλύσεως στα τρόφιμα είναι κάθε φορά εξειδικευμένος και αποβλέπει στον προσδιορισμό ορισμένων μόνο συστατικών.

Η ανάλυση, όπως και άλλοι κλάδοι της επιστήμης, έχει επηρεασθεί βαθύτατα από τις αλματώδεις εξελίξεις της σύγχρονης τεχνολογίας. Τα όργανα τα οποία έχει σήμερα στην διάθεση του ο αναλυτής τροφίμων είναι υψηλής πολυπλοκότητας και αποτελεσματικότητας, έτσι ώστε να διευκολύνουν στο έπακρο το έργο του. Οι μέθοδοι και οι τεχνικές αναλύσεως πέρασαν επίσης από διάφορα στάδια εξέλιξης και τελειοποίησης από τις αρχές του αιώνα μας μέχρι και σήμερα. Πολλές νέοι μέθοδοι επινοήθηκαν, που υπήρξαν επαναστατικές σε ότι αφορά την ταχύτητα, την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια των μετρήσεων.

### **6.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ ΛΙΠΟΕΙΔΩΝ**

Τα λιπίδια είναι αδιάλυτα σε νερό και διαλυτά σε οργανικούς διαλύτες. Στην πρακτική, το μεγάλο εύρος της πολικότητας των λιποειδών, αποτέλεσμα των ποικιλόμορφων δομών, κάνει την επιλογή ενός κοινού οργανικού διαλύτη αδύνατη.

Η επιτυχής απομόνωση απαιτεί την διάσπαση των δεσμών μεταξύ των λιπιδίων και των άλλων συστατικών, ώστε τα λιπίδια να γίνουν διαλυτοποιήσιμα. Γενικά η ικανότητα διάλυσης επιτυγχάνεται όταν εξισωθούν οι πολικότητες των λιπιδίων και του διαλύτη.

Σε περίπτωση που τα λιποειδή απομονωθούν μερικώς, τότε τα αποτελέσματα θα είναι ανακριβή. Για καλλίτερα αποτελέσματα θα πρέπει :

- Οι διαλύτες που χρησιμοποιούνται να είναι καθαροί (χωρίς άλλες προσμίξεις) και στην κατάλληλη αναλογία,



- η θέρμανση να ελαχιστοποιείται και
- τα απομονωμένα λιπίδια να αποθηκεύονται σε συνθήκες που ελαχιστοποιούν τον βαθμό αλλοίωσης τους (Ανδρικόπουλος, 1998α).

Δεν υπάρχει μία συγκεκριμένη μέθοδος απομόνωσης λιπιδίων. Αυτή εξαρτάται από την φύση του υλικού προς ανάλυση. Κοινό τους χαρακτηριστικό είναι ότι είναι μέθοδοι εκχύλισης, οι οποίες είτε χρησιμοποιούν διαφορετικούς διαλύτες, είτε διαφορετικές συσκευές. Οι κυριότερες και πιο συχνά χρησιμοποιούμενες είναι η μέθοδος απομόνωσης “Bligh-Dyer”, και η μέθοδος “Soxhlet”.

### 6.2.1 Μέθοδος “Bligh-Dyer”.

Η παραλαβή του συνόλου των λιποειδών, ουδετέρων και πολικών, γίνεται συνήθως με την μέθοδο “Bligh – Dyer”, η οποία προτάθηκε από τους “Folch et al” (Folch et al, 1957) και απλοποιήθηκε από τους “Bligh” και “Dyer” (Bligh and Dyer, 1959). Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε όλα τα είδη των φυσικών προϊόντων, σε αναλογία 1 – 10 γρ. φυσικού προϊόντος προς 60 – 100 ml τελικού μίγματος διαλυτών.

Το σύστημα διαλυτών που χρησιμοποιείται, είναι μίγμα χλωροφορμίου – μεθανόλης – νερού σε αναλογία 1 : 2 : 0,8, το οποίο συνιστά μονοφασικό σύστημα. Το χλωροφόρμιο και η μεθανόλη διαλύουν το σύνολο των λιποειδών και επιπλέον η μεθανόλη ως πολικός διαλύτης αποδεσμεύει τα λιποειδή από τις λιποπρωτεΐνες στις οποίες είναι δεσμευμένες με δυνάμεις Van der Waals ή με δεσμούς υδρογόνου και με ηλεκτροστατικές δυνάμεις. Το περιεχόμενο νερό στο σύστημα εκχύλισης διαλύει τα υδατοδιαλυτά συστατικά του φυσικού προϊόντος και έτσι στο μονοφασικό σύστημα περιέχονται και τα λιποειδή και τα υδατοδιαλυτά συστατικά μαζί. Στην συνέχεια στο μίγμα με τα εκχυλισμένα λιποειδή προστίθενται οι κατάλληλες ποσότητες χλωροφορμίου και νερού 1 :1, μετατρέποντας έτσι την αναλογία του μίγματος σε 1 : 1 : 0,9, στην οποία το σύστημα των διαλυτών μετατρέπεται σε διφασικό, με την πάνω φάση αποτελούμενη από μεθανόλη - νερό και την κάτω φάση από το χλωροφόρμιο. Η πάνω φάση περιέχει τα υδατοδιαλυτά συστατικά και η κάτω φάση τα λιποειδή.

### 6.2.2 Αέρια Χρωματογραφία (GC)

Η χρήση της αέρια χρωματογραφίας προτάθηκε το 1952 (James and Martin, 1952), για τον διαχωρισμό των κορεσμένων καρβοξυλικών οξέων με αλυσίδες μήκους μέχρι και δώδεκα ατόμων άνθρακα. Στην συνέχεια, το 1953 τροποποιήθηκε (Cropper and Heywood, 1953), για τον διαχωρισμό μεθυλεστέρων αρκετών λιπαρών οξέων. Από τότε, η αέρια χρωματογραφία βρίσκεται σε συνεχή τροποποίηση και χρήση για την ανάλυση λιπιδίων. Η σπουδαιότητα της αυξήθηκε σημαντικά με την χρήση πολυεστερικής σταθερής φάσης που επέτρεψε τον διαχωρισμό μεθυλεστέρων λιπαρών οξέων ανάλογα με τον βαθμό ακορεστότητας τους. Τα πλεονεκτήματα της σε σχέση με άλλες μεθόδους, όπως η TLC, είναι :

- Απαιτεί χρήση μικρών ποσοτήτων δείγματος,
- είναι απλή και
- συνδυάζει ποσοτική και ποιοτική ανάλυση.

Η αέρια χρωματογραφία εκτελείται με την συσκευή “αerioχρωματογράφο”, στην οποία ως κινητή φάση χρησιμοποιούνται αδρανή αέρια σε ελεγχόμενες θερμοκρασίες, ενώ η στατική φάση είναι είτε στερεό προσροφητικό, είτε στερεό προσροφητικό που συνιστά την στερεή ή φέρουσα φάση με μόνιμη επικάλυψη υγρής φάσης. Έτσι, ανάλογα με το είδος της στατικής φάσης, η αέρια χρωματογραφία διακρίνεται σε αέρια-στερεή χρωματογραφία (GSC) και αέρια-υγρή χρωματογραφία (GLC). Με την GSC, οι χρωματογραφικοί διαχωρισμοί γίνονται με την αρχή της προσρόφησης, ενώ με την GLC, γίνονται σύμφωνα με την αρχή της κατανομής ή με συνδυασμό προσρόφησης-κατανομής.

Ο αerioχρωματογράφος αποτελείται από τα εξής όργανα :

1. Οι φιάλες των αερίων κινητής φάσης και των αερίων καύσης του δείγματος.
2. Ο θάλαμος εισαγωγής του δείγματος ή εκχυτής του δείγματος.
3. Η στήλη ανάλυσης μέσα στον θάλαμο θέρμανσης.
4. Ο φούρνος με τους θερμοστάτες για την ρύθμιση της θερμοκρασίας του φούρνου.
5. Ο ανιχνευτής για την ανίχνευση των διαχωρισμένων συστατικών του δείγματος.



6. Ο υπολογιστής ή ολοκληρωτής για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

7. Ο καταγραφέας για την καταγραφή του χρωματογραφήματος επί χάρτου.

Τα διάφορα είδη οργανικών ενώσεων απαιτούν διαφορετικές συνθήκες ανάλυσης GC. Δηλαδή απαιτείται διαφορετική ρύθμιση της ροής και της πίεσης των αερίων της κινητής φάσης, διαφορετική ρύθμιση θερμοκρασίας του εισαγωγέα αλλά και του φούρνου, επιλογή του κατάλληλου ανιχνευτή, του κατάλληλου διαλύτη και της κατάλληλης στήλης.

Έτσι για να είναι αποδεκτό το αποτέλεσμα ανάλυσης GC, πρέπει :

- τα συστατικά του δείγματος να έχουν διαχωριστεί από την στήλη κατά το δυνατόν πληρέστερα, μέσα σε λογικό χρόνο,
- η ποσότητα μάζας ή η % αναλογία κάθε συστατικού να έχει υπολογισθεί από τον υπολογιστή,
- η ταυτότητα κάθε συστατικού να έχει καθορισθεί είτε έμμεσα είτε άμεσα από τον ανιχνευτή και
- οι συνθήκες και το είδος της ανάλυσης να είναι καθορισμένες και επαναλήψιμες.

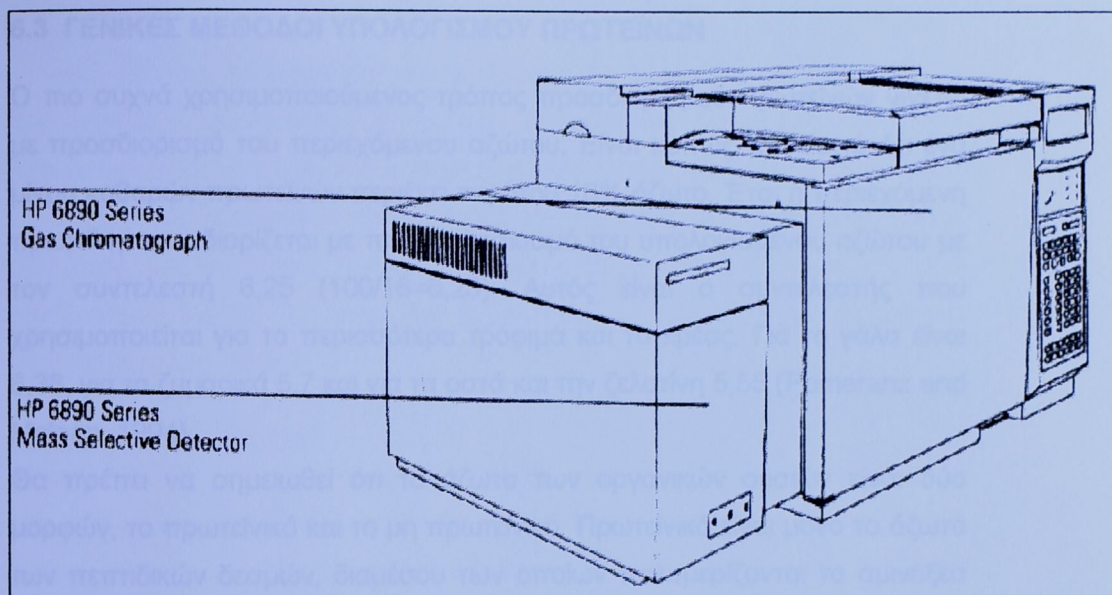
Η αέρια χρωματογραφία τέλος, διακρίνεται σε διάφορα είδη ανάλογα με το δείγμα που χρησιμοποιείται, την θερμοκρασία και το είδος της στήλης.

Στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται μετατροπή των λιπαρών οξέων σε μεθυλεστέρες, πριν τον διαχωρισμό τους στον “αεριοχρωματογράφο”.

Μέθοδοι που συνήθως χρησιμοποιούνται για μετατροπή των λιπαρών οξέων σε μεθυλεστέρες είναι :

- η μετεστεροποίηση των γλυκεριδίων παρουσία μεθανόλης και
- η σαπωνοποίηση των γλυκεριδίων με αλκάλια, απομόνωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων και εστεροποίηση τους με οξέα.

Η μέθοδος μετεστεροποίησης είναι λιγότερο χρονοβόρα. Επιπροσθέτως προκαλεί μικρότερο ισομερισμό των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων συγκρινόμενη με την μέθοδο σαπωνοποίησης-εστεροποίησης (Jamieson and Reid, 1965).



**ΣΧΗΜΑ 3 :** Ο “αέριοχρωματογράφος”

### 6.2.3 Παρασκευή μεθυλεστέρων λιπαρών οξέων

#### *6.2.3.1 Μέθοδος μετεστεροποίησης*

Με την μέθοδο αυτή διασπώνται τα εστεροποιημένα γλυκερίδια σε λιπαρά οξέα με ταυτόχρονο μετασχηματισμό τους σε μεθυλεστέρες.

Κατά την διαδικασία, μικρό δείγμα γλυκεριδίων αντιδρά με αντιδραστήριο  $\text{BF}_3/\text{CH}_3\text{OH}$ , παρουσία βενζολίου και μεθανόλης. Το διάλυμα τοποθετείται σε υδατόλουτρο. Οι σχηματιζόμενοι μεθυλεστέρες εκχυλίζονται με πετρελαϊκό αιθέρα. Μετά τον διαχωρισμό της υδατικής και αιθερικής στιβάδας, η αιθερική πλένεται με νερό μέχρι pH 7. Τέλος ο διαλύτης απομακρύνεται σε ρεύμα αζώτου και οι μεθυλεστέρες επαναδιαλύονται σε μικρή ποσότητα εξαίνιου.

#### *6.2.3.2 Μέθοδος Εστεροποίησης*

Με την μέθοδο αυτή εστεροποιούνται τα ελεύθερα λιπαρά οξέα.

Στην μέθοδο αυτή, το δείγμα γλυκεριδίων υποβάλλεται στην ίδια ακριβώς κατεργασία, όπως και στην μέθοδο της μετεστεροποίησης, αλλά με παραμονή στο υδατόλουτρο για μικρότερο χρονικό διάστημα.



### 6.3 ΓΕΝΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ

Ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος τρόπος προσδιορισμού πρωτεϊνών γίνεται με προσδιορισμό του περιεχόμενου αζώτου. Είναι κοινώς αποδεκτό ότι ένα μίγμα καθαρών πρωτεϊνών περιέχει περίπου 16% άζωτο. Έτσι η περιεχόμενη πρωτεΐνη προσδιορίζεται με πολλαπλασιασμό του υπολογισμένου αζώτου με τον συντελεστή 6,25 ( $100/16=6,25$ ). Αυτός είναι ο συντελεστής που χρησιμοποιείται για τα περισσότερα τρόφιμα και το κρέας. Για το γάλα είναι 6,38, για τα ζυμαρικά 5,7 και για τα οστά και την ζελατίνη 5,55 (Pomeranz and Meloan, 1994).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το άζωτο των οργανικών ουσιών είναι δύο μορφών, το πρωτεϊνικό και το μη πρωτεϊνικό. Πρωτεϊνικό είναι μόνο το άζωτο των πεπτιδικών δεσμών, διαμέσου των οποίων πολυμερίζονται τα αμινοξέα και δίνουν διπεπτίδια, τριπεπτίδια, ολιγοπεπτίδια και τελικά πολυπεπτίδια και πρωτεΐνες. Το μη πρωτεϊνικό άζωτο είναι υποβαθμισμένη μορφή για την διατροφή του ανθρώπου και είναι ενωμένο με τα άλλα στοιχεία του μορίου της οργανικής ουσίας με τρόπο διαφορετικό από ότι είναι το άζωτο των πεπτιδικών δεσμών. Τέτοιο είναι το άζωτο των μεμονωμένων αμινοξέων, των νουκλεϊνικών οξέων, ορισμένων υδατανθράκων, ορισμένων λιπιδίων, ορισμένων βιταμινών κ.α. (Μπαλατσούρας, 1985)

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των πρωτεϊνών είναι οι εξής :

1. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη είναι η μέθοδος "kjeldhal", η οποία θα αναφερθεί εκτενέστερα παρακάτω.
2. Οι φασματοφωτομετρικές μέθοδοι, με τις οποίες ανιχνεύονται από 1-10 mg έως και 5-10  $\mu$ g πρωτεϊνών. Εφαρμόζονται σε διαλύματα καθαρών δειγμάτων πρωτεϊνών ή για καθαρά ξηρά δείγματα, τα οποία μπορούν να διαλυτοποιηθούν. Οι πρωτεΐνες μετατρέπονται με κατάλληλες αντιδράσεις σε έγχρωμα παράγωγα τα οποία στην συνέχεια φωτομετρούνται σε καθορισμένα μήκη κύματος και η συγκέντρωση προκύπτει από την σύγκριση των τιμών απορρόφησης με αυτές πρότυπων διαλυμάτων πρωτεϊνών, βάση των οποίων έχουν κατασκευασθεί πρότυπες καμπύλες αναφοράς. Οι πλέον εν χρήσει μέθοδοι φωτομέτρησης με τις αντίστοιχες

χρωστικές τους αντιδράσεις είναι η μέθοδος “διουρίας”, η μέθοδος “Lowry” και η μέθοδος σουλφοσαλικυλικού οξέος.

Για ακριβείς προσδιορισμούς πρέπει τα πρότυπα διαλύματα να έχουν παρασκευασθεί με απολύτως καθαρές, απαλλαγμένες από άλατα πρωτεΐνες και ζυγισμένες επακριβώς στην στερεή τους μορφή. Το βάρος του ξηρού δείγματος μιας πρότυπης πρωτεΐνης λαμβάνεται μετά από ξήρανση της υπό κενό, στους 50-100 °C, μέσα σε ξηραντήρα με το κατάλληλο ξηραντικό (Ανδρικόπουλος, 1998β)

### 6.3.1 Μέθοδος “Kjeldhal”

Είναι μέθοδος προσδιορισμού της μάζας των συνολικών περιεχόμενων πρωτεϊνών σε στερεά δείγματα, όπως σε διάφορα τρόφιμα όπως αλεύρι, σκόνη γάλατος κ.α. Ονομάστηκε Kjeldhal από το όνομα ενός Δανού ερευνητή το 1883.

Οι πρωτεΐνες υπολογίζονται μετά από πλήρη καύση τους και με υπολογισμό του περιεχόμενου αζώτου σε αυτές με ογκομέτρηση ενός προκύπτοντος αμμωνιακού διαλύματος. Μία τυποποιημένη συσκευή kjeldhal αποτελείται από τρία μέρη, την συσκευή πέψης, την συσκευή δέσμευσης των ατμών της πέψης και την συσκευή απόσταξης με υδρατμούς.

Πιο συγκεκριμένα, κατά την διαδικασία, οι πρωτεΐνες του προζυγισμένου δείγματος καίγονται με περίσσεια  $\text{H}_2\text{SO}_4$  με θέρμανση τους στην συσκευή πέψης της συσκευής kjeldhal και το άζωτο των πρωτεϊνών μετατρέπεται έτσι σε αμμωνιακά άλατα. Τα ιόντα  $\text{NH}_4$  των αλάτων μετατρέπονται σε  $\text{NH}_3$  με επίδρασης δτος αλκάλειος  $\text{NaOH}$  32% και η πτητική  $\text{NH}_3$  αποσπάζεται με υδρατμούς στην συσκευή απόσταξης και το σύνολο της εξουδετερώνεται με γνωστή περίσσεια διαλύματος οξέος  $\text{HCl}$  0,5N. Η περίσσεια τους οξέος υπολογίζεται με ογκομέτρηση διαλύματος βάσης  $\text{NaOH}$  0,5N και από την κατανάλωση της ογκομέτρησης υπολογίζεται η αποσταχθείσα  $\text{NH}_3$  και μετά το άζωτο της αμμωνίας, δηλ. το άζωτο των πρωτεϊνών και τελικά η ποσότητα των πρωτεϊνών του δείγματος (Ανδρικόπουλος, 1998γ)

Η μέθοδος είναι γενική, ταχεία αλλά έχει το μειονέκτημα ότι απαιτούνται σχετικά μεγάλες ποσότητες δείγματος (~ 1 gr), το οποίο καταστρέφεται τελείως. Σε περιπτώσεις που η ποσότητα δείγματος είναι περιορισμένη, τότε



χρησιμοποιείται η μέθοδος "Micro-kjeldhal", η οποία απαιτεί μερικά χιλιοστόγραμμα).

## 1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Η πηλη στην οποία αναφέρονται και οι παρακάτω αναλύσεις του παραπάνω μέρους παράγεται και δίδεται στο εμπόριο από την εταιρεία «Υφανής Α.Ε.Ε.Ε.» με εμπορική ονομασία "ROCK 'N' ROLL". Βάση της επίσκεψης στο χώρο μέρος της συσκευασίας στην οποία αναγράφονται τα συστατικά, η πηλη αποτελείται από αλεύρι από πολυαλέλια, μαγειρεμένο, ζάχαρη, νερό και φυτικό έλαιο όταν αφορά την βίωση και απορρυπαντικές τσιμέντες, τσιγκ, ζαμπόν, μπέικον, κοκκώδη πατάτες, σπανάκι και καρυκεύματα όταν αφορά την γάλαξη. Βάση των συστατικών της κατασκευαστικής πηλης με την γενική ονομασία «Πηλη πατάτες».

Επιβεβαιώθηκε, σε αυτή και ψημένη μορφή, με σκοπό την επιβεβαίωση και ποσοτική μέτρηση των αλβίων λιπιδίων, των λιπαρών οξέων και των πρωτεϊνών.

## 1.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

### 1.2.1 Ποσοποίηση λιπιδίων

Οργανο - συσκευή : Ζυγός ("OHAUS" - Precision Standard), φούρνος (PITSOS 7630 PK), Stomacher 400, πυρηντήριο (Milestone).

Διαδικασία : Η ωμή πηλη χρησιμοποιήθηκε ως έχει, ενώ για την υπέρψη προηγήθηκε ψήσιμο στους 220 °C για 15 λεπτά. Η ωμή ζυγίστηκε 416.8 γραμμάκια και η ψημένη 361.27 γραμμάκια.

Η επεξεργασία του δείγματος είχε σκοπό την δημιουργία μίγματος, το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στις μεθόδους αποδόμησης-δυστηκτών συστατικών και είναι αντιπροσωπευτικό για την πηλη. Αρχικά κάθε πηλη κόπηκε σε τέσσερα παρόμοια κομμάτια, τα οποία στην συνέχεια κόπηκαν σε πολύ μικρά τεμαχίδια. Τα τεμαχίδια μπήκαν στις ειδικές συσκευές "Stomacher", στις οποίες προστέθηκαν και 100 ml αποσταθευμένο νερό σε κάθε συσκευή. Το μίγμα αναγεννητήθηκε σε συσκευή "Stomacher" σε ένταση "Normal" και χρόνο περίπου 7 λεπτά για κάθε συσκευή. Τα δύο δείγματα

## **1. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ**

### **1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ**

Η πίτσα στην οποία αναφέρονται και οι παρακάτω αναλύσεις του πειραματικού μέρους παράγεται και δίδεται στο εμπόριο από την εταιρεία «Υφαντής Α.Β.Ε.Ε.» με εμπορική ονομασία "ROCK 'n ROLL". Βάση της ετικέτας, στο πίσω μέρος της συσκευασίας, στην οποία αναγράφονται τα συστατικά, η πίτσα αποτελείται από αλεύρι σίτου πολυτελείας, μαγιά, αλάτι, ζάχαρη, νερό και φυτικά έλαια όσον αφορά την βάση και αποφλοιωμένες τομάτες, τυρί, ζαμπόν, μπέικον, λουκάνικο πεπερόνε, πιπεριά και καρυκεύματα όσον αφορά την γέμιση. Βάση των συστατικών της κατατάσσεται στις πίτσες με την γενική ονομασία «Πίτσα πεπερόνε».

Επεξεργάστηκε, σε ωμή και ψημένη μορφή, με σκοπό την απομόνωση και ποσοτική μέτρηση των ολικών λιπιδίων, των λιπαρών οξέων και των πρωτεϊνών.

### **1.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ**

#### **1.2.1 Προετοιμασία δείγματος.**

*Όργανα - συσκευές :* Ζυγός ("OHAUS" – Precession Standard), φούρνος (PITSOS 7680 PK), Stomacher 400, πυριαντήριο (Memmert).

*Διαδικασία :* Η ωμή πίτσα χρησιμοποιήθηκε ως έχει, ενώ για την ψημένη προηγήθηκε ψήσιμο στους 220 °C, για 15 λεπτά. Η ωμή ζύγιζε 418,6 γρ και η ψημένη 361,27 γρ.

Η προετοιμασία του δείγματος είχε σκοπό την δημιουργία μίγματος, το οποίο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στις μεθόδους απομόνωσης θρεπτικών συστατικών και είναι αντιπροσωπευτικό για την πίτσα. Αρχικά κάθε πίτσα κόπηκε σε τέσσερα παρόμοια κομμάτια, τα οποία στην συνέχεια κόπηκαν σε πολύ μικρά τεμαχίδια. Τα τεμαχίδια μπήκαν στις ειδικές σακούλες "Stomacher", στις οποίες προστέθηκαν και 100 ml απιονισμένο νερό σε κάθε σακούλα. Το μίγμα ομογενοποιήθηκε σε συσκευή "Stomacher", σε ένταση "Normal" και χρόνο περίπου 7 λεπτά για κάθε σακούλα. Τελικά λήφθηκαν 4



σακούλες με ομογενοποιημένο μίγμα ωμής πίτσας και 4 με ομογενοποιημένο μίγμα ψημένης πίτσας.

Από κάθε σακούλα λήφθηκε μικρό δείγμα για μέτρηση της υγρασίας με θέρμανση στο πυριαντήριο, στους 105 °C, για 24 ώρες.

Κατασκευή μίγματος C : M : W

### 1.2.2 Προσδιορισμός και Απομόνωση Ολικών Λιποειδών

**Αντιδραστήρια :** Χλωροφόρμιο(ZL de Valdonne) και μεθανόλη (ZL de Valdonne).

**Όργανα – συσκευές :** Rotary Evaporator , μαγνητικός αναδευτήρας .

Η απομόνωση ολικών λιποειδών έγινε με την μέθοδο “Bligh-Dyer”. Τα μίγματα στα οποία προστέθηκαν οι οργανικοί διαλύτες ζύγιζαν περίπου 200 γρ και προήλθαν και από τις 4 σακούλες (50 γρ από την κάθε μία), για την ωμή και την ψημένη αντίστοιχα.

Με γνωστή την περιεκτικότητα του μίγματος κάθε φορά σε νερό (145 γρ για την ωμό δείγμα και 140 γρ. για την ψημένο), γινόταν προσθήκη κατάλληλης ποσότητας χλωροφορμίου και μεθανόλης (186 ml  $\text{CHCl}_3$  και 372 ml  $\text{CH}_3\text{OH}$  για το ωμό δείγμα - 175 ml  $\text{CHCl}_3$  και 350 ml  $\text{CH}_3\text{OH}$  για το ψημένο) για την δημιουργία μίγματος C : M : W σε αναλογία 1 : 2 : 0,8. Το μίγμα στην συνέχεια αναδευόταν σε μαγνητικό αναδευτήρα για 45 λεπτά, με σκοπό την πλήρη διάλυση των υδατοδιαλυτών και λιποδιαλυτών συστατικών. Για απομάκρυνση των στερεών σωματιδίων, το μίγμα διηθούνταν 2 φορές σε χωνί “Buchner”. Μετά την διήθηση συμπληρωνόταν ο όγκος με διάλυμα C : M : W, σε αναλογία 1 : 2 : 0,8. Τέλος, προστέθηκε κατάλληλη ποσότητα χλωροφορμίου και νερού (186 ml  $\text{CHCl}_3$  και 186 ml  $\text{H}_2\text{O}$  για το ωμό δείγμα – 175 ml  $\text{CHCl}_3$  και 175 ml  $\text{H}_2\text{O}$  για το ψημένο), για μετατροπή της αναλογίας του μίγματος σε 1 : 1 : 0,9, οπότε και των διαχωρισμό των δύο στιβάδων, της χλωροφορμικής με τα λιποδιαλυτά συστατικά και της μεθανολικής με τα υδατοδιαλυτά συστατικά. Ο διαχωρισμός των δύο στιβάδων έγινε με χρήση διαχωριστικής χοάνης.

Η χλωροφορμική στιβάδα, αφού απομονώθηκε, μεταφέρθηκε στη συσκευή “Rotary Evaporator”, όπου εξατμίσθηκε το μεγαλύτερο μέρος του

χλωροφορμίου. Τα ίχνη που ίσως απέμειναν, απομακρύνθηκαν σε ρεύμα αζώτου.

Έτσι με ζύγιση της φιάλης του “Rotary Evaporator”, της οποίας το καθαρό βάρος είναι γνωστό, υπολογίσθηκε το σύνολο των λιποειδών που έχουν απομείνει μέσα σε αυτή.

### 1.2.3 Προσδιορισμός Λιπαρών Οξέων.

*Αντιδραστήρια* : Kit PCS 611C που περιέχει τα πρότυπα μεθυλεστέρων λιπαρών οξέων “Methyl-exanoate”, “Methyl-Heptanoate”, “Methyl-Octanoate”, “Methyl-Nanoate”, “Methyl-Decanoate”, “Methyl-Hendecanoate”, “Methyl-Dodecanoate”, “Methyl-Tetradecanoate”, “Methyl-Hexadecanoate”, “Methyl-Octadecanoate”, “Methyl-Eicosanoate”, “Methyl-Docosanoate”, “Methyl-10-Hendecenoate”, “Methyl-Oleate” and “Methyl-Linoleate”.

*Όργανα – συσκευές* : Αεριοχρωματογράφος “HP 6890”.

Η περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα μετρήθηκε με αέρια χρωματογραφία. Τα δείγματα που εισήχθηκαν στον “αεριοχρωματογράφο” περιείχαν μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων που προήλθαν από την μετεστεροποίηση των λιποειδών.

Οι συνθήκες του χρωματογραφήματος ήταν οι εξής :

- Ως αέριο κινητής φάσης χρησιμοποιήθηκε He.
- Η ροή των αερίων καύσης ήταν για το υδρογόνο 40,0 ml/min και για τον αέρα 450 ml/min.
- Η θερμοκρασία ήταν 100 °C, για 5 λεπτά και στην συνέχεια αυξανόταν με ρυθμό 5 °C/min, μέχρι τους 250 °C, στην οποία και διατηρήθηκε για 10 λεπτά.
- Χρησιμοποιήθηκε ανιχνευτής ιονισμού φλόγας (FID)
- Η θερμοκρασία του ανιχνευτή ήταν 260 °C.
- Χρησιμοποιήθηκε τριχοειδής στήλη “SGE BPX70 500C2 CYANOPROPYL SILICONE”, με μήκος 50m, διάμετρο 220μm και πάχος φιλμ 0,25μm.

Από το χρωματογράφημα που λήφθηκε από τον καταγραφέα του “αεριοχρωματογράφου”, υπολογίσθηκαν τα περιεχόμενα λιπαρά οξέα.



### 1.2.3.1 Μεθυλεστεροποίηση λιπαρών οξέων

*Αντιδραστήρια* :  $\text{BF}_3/\text{CH}_3\text{OH}$  (Merck), βενζόλιο (Merck), εξάνιο (Merck) και άνυδρο θειικό νάτριο (Merck), πετρελαϊκός αιθέρας (ZL de Valdonne) και μεθανόλη (ZL de Valdonne).

*Όργανα – συσκευές* : Υδατόλουτρο “Memmert”.

Τα εστεροποιημένα γλυκερίδια διασπάσθηκαν σε λιπαρά οξέα με ταυτόχρονο μετασχηματισμό τους σε μεθυλεστέρες.

Αρχικά λήφθηκαν 15  $\mu\text{mole}$  γλυκεριδίων από τα απομονωμένα λιποειδή. Ο διαλύτης στον οποίο ήταν διαλυμένα εξατμίσθηκε σε ρεύμα αζώτου. Στην συνέχεια προστέθηκαν 1,5 ml  $\text{BF}_3/\text{CH}_3\text{OH}$ , 1 ml βενζόλιο και 1,5 ml  $\text{CH}_3\text{OH}$ . Το διάλυμα αυτό τοποθετήθηκε σε υδατόλουτρο, στους 60 °C για 45 λεπτά. Οι μεθυλεστέρες εκχυλίστηκαν με 30 ml πετρελαϊκού αιθέρα. Ο διαχωρισμός της αιθερικής στιβάδας από την υδατική έγινε με χρήση διαχωριστικής φιάλης. Η αιθερική στιβάδα πλύθηκε με 5x30 ml απιονισμένου νερού. Ακολούθησε ξήρανση με άνυδρο θειικό νάτριο και διήθηση. Τέλος ο διαλύτης εξατμίσθηκε σε ρεύμα αζώτου και οι μεθυλεστέρες επαναδιαλυτοποιήθηκαν σε 1 ml εξανίου.

### 1.2.4 Προσδιορισμός Ολικών Πρωτεϊνών

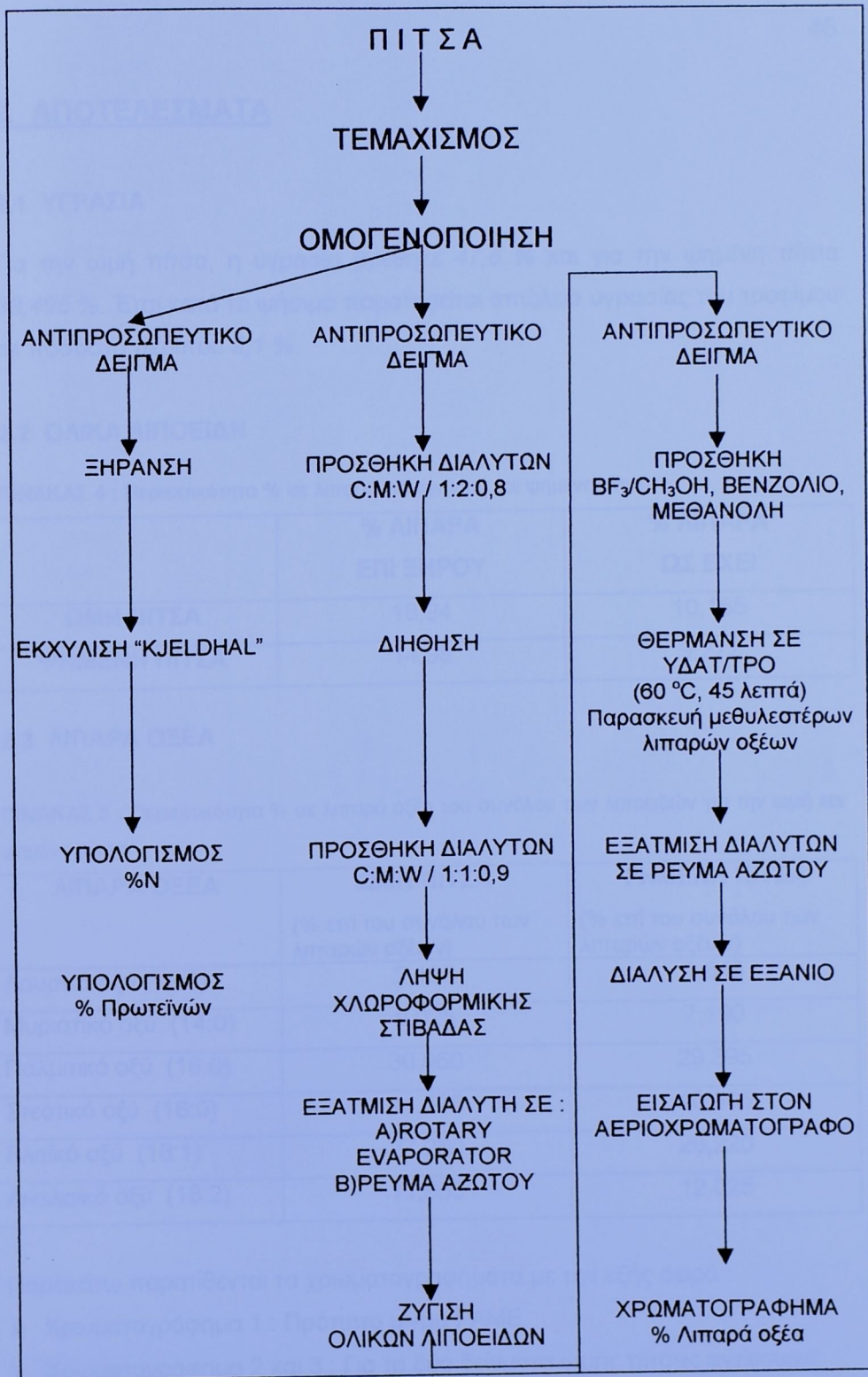
*Αντιδραστήρια* : Πρότυπο διάλυμα  $\text{HCl}$  0,5N, πρότυπο διάλυμα  $\text{NaOH}$  0,5N.

*Όργανα – συσκευές* : Συσκευή “Kjeldhal” (BUCHI / B-316), πυριαντήριο (Memmert).

Η μέτρηση των ολικών πρωτεϊνών έγινε έμμεσα, με υπολογισμό του ολικού αζώτου, με την μέθοδο “Kjeldhal”.

Στην συσκευή “Kjeldhal”, εισήχθηκαν τρία δείγματα από την ωμή και τρία από την ψημένη. Κάθε δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν αντιπροσωπευτικό (είχε προέλθει και από τις τέσσερις σακούλες), είχε ξηρανθεί στους 105 °C, για 24 ώρες σε πυριαντήριο και είχε ζυγιστεί.

Το διάλυμα που λήφθηκε μετά την απόσταξη στην συσκευή “Kjeldhal”, με την περίσσεια  $\text{HCl}$  0,5N, ογκομετρήθηκε με διάλυμα  $\text{NaOH}$  0,5N. Από την κατανάλωση του καυστικού νατρίου μπορούμε να υπολογίσουμε το περιεχόμενο άζωτο, οπότε και την περιεχόμενη πρωτεΐνη.





## 2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 2.1 ΥΓΡΑΣΙΑ

Για την ωμή πίτσα, η υγρασία βρέθηκε 47,6 % και για την ψημένη πίτσα 38,495 %. Έτσι κατά το ψήσιμο παρατηρείται απώλεια υγρασίας του τροφίμου σε ποσοστό περίπου 9,1 %.

### 2.2 ΟΛΙΚΑ ΛΙΠΟΕΙΔΗ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4 :** Περιεκτικότητα % σε λιπαρά για την ωμή και ψημένη πίτσα.

|                     | <b>% ΛΙΠΑΡΑ<br/>ΕΠΙ ΞΗΡΟΥ</b> | <b>% ΛΙΠΑΡΑ<br/>ΩΣ ΕΧΕΙ</b> |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| <b>ΩΜΗ ΠΙΤΣΑ</b>    | 18,94                         | 10,165                      |
| <b>ΨΗΜΕΝΗ ΠΙΤΣΑ</b> | 14,98                         | 9,212                       |

### 2.3 ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5 :** Περιεκτικότητα % σε λιπαρά οξέα του συνόλου των λιποειδών για την ωμή και ψημένη πίτσα.

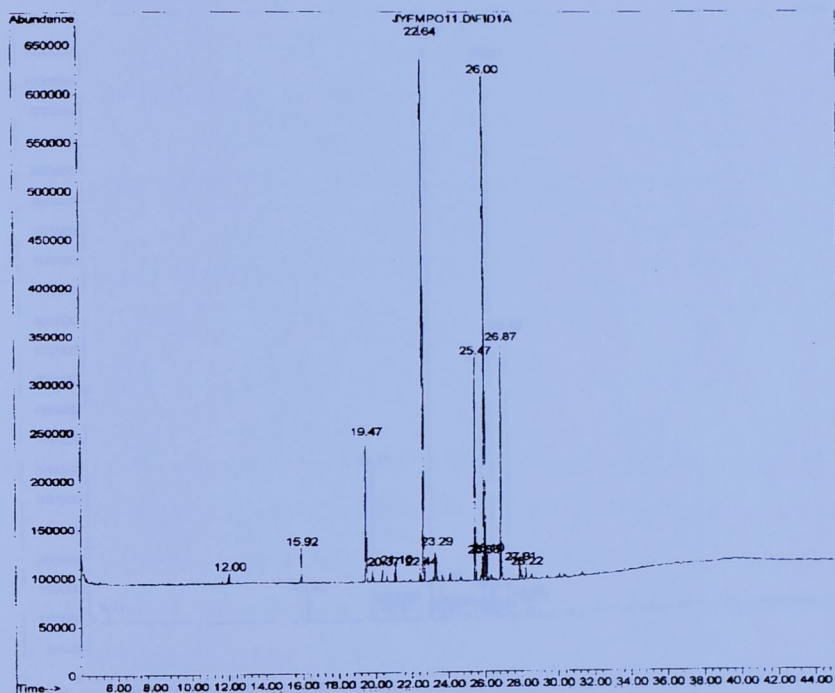
| <b>ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ</b>   | <b>ΩΜΗ ΠΙΤΣΑ</b><br>(% επί του συνόλου των<br>λιπαρών οξέων) | <b>ΨΗΜΕΝΗ ΠΙΤΣΑ</b><br>(% επί του συνόλου των<br>λιπαρών οξέων) |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Λαυρικό οξύ (12:0)   | 2,195                                                        | 1,645                                                           |
| Μυριστικό οξύ (14:0) | 8,025                                                        | 7,190                                                           |
| Παλμιτικό οξύ (16:0) | 30,960                                                       | 29,395                                                          |
| Στεατικό οξύ (18:0)  | 11,575                                                       | 10,905                                                          |
| Ελαϊκό οξύ (18:1)    | 27,260                                                       | 28,220                                                          |
| Λινελαϊκό οξύ (18:2) | 11,965                                                       | 12,025                                                          |

Παρακάτω παρατίθενται τα χρωματογραφήματα με την εξής σειρά :

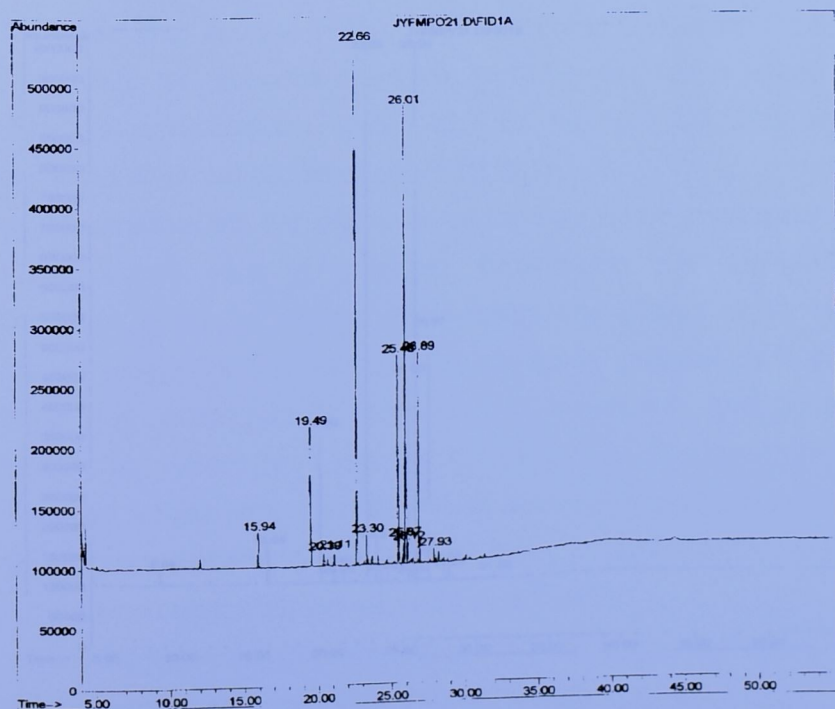
- Χρωματογράφημα 1 : Πρότυπο μίγμα FAME.
- Χρωματογράφημα 2 και 3 : Για τα δύο δείγματα ωμής πίτσας αντίστοιχα.
- Χρωματογράφημα 4 και 5 : Για τα δύο δείγματα ψημένης πίτσας αντίστοιχα.



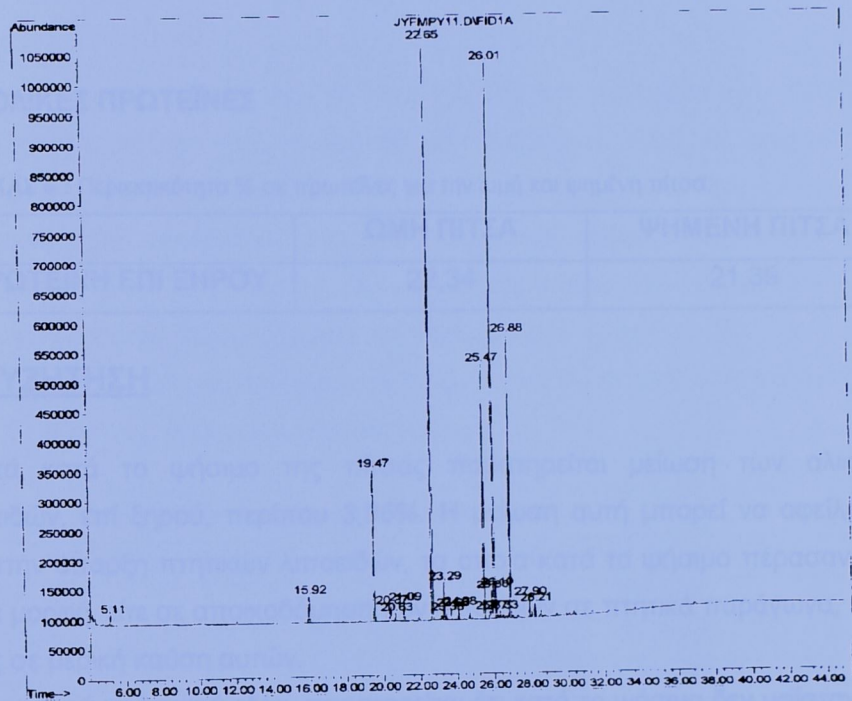




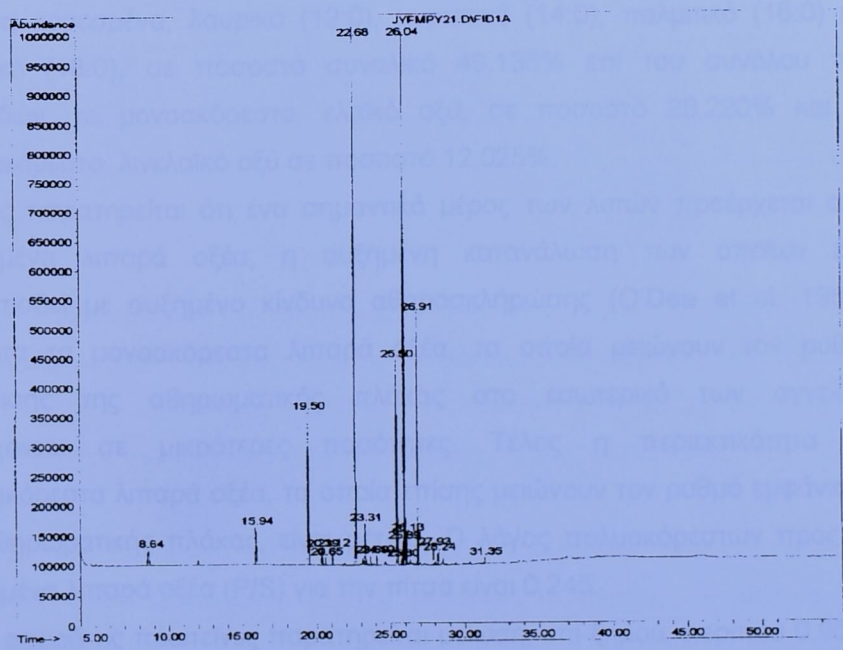
ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΗΜΑ 2 : Χρωματογράφημα 1<sup>ου</sup> δείγματος ωμής πίτσας.



ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΗΜΑ 3 : Χρωματογράφημα 2<sup>ου</sup> δείγματος ωμής πίτσας.



ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΗΜΑ 4 : Χρωματογράφημα 1<sup>ου</sup> δείγματος ψημένης πίτσας.



ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΗΜΑ 5 : Χρωματογράφημα 2<sup>ου</sup> δείγματος ψημένης πίτσας.



## 2.4 ΟΛΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6 :** Περιεκτικότητα % σε πρωτεΐνες για την ωμή και ψημένη πίτσα.

|                      | ΩΜΗ ΠΙΤΣΑ | ΨΗΜΕΝΗ ΠΙΤΣΑ |
|----------------------|-----------|--------------|
| % ΠΡΩΤΕΪΝΗ ΕΠΙ ΞΗΡΟΥ | 22,34     | 21,39        |

## 3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Αρχικά κατά το ψήσιμο της πίτσας παρατηρείται μείωση των ολικών λιποειδών, επί ξηρού, περίπου 3,96%. Η μείωση αυτή μπορεί να οφείλεται είτε στην ύπαρξη πτητικών λιποειδών, τα οποία κατά το ψήσιμο πέρασαν σε αέρια μορφή, είτε σε αποικοδόμηση των λιποειδών σε πτητικά παράγωγα, είτε τέλος σε μερική καύση αυτών.

Όσον αφορά τα λιπαρά οξέα, παρατηρείται ότι κατά το ψήσιμο δεν υφίστανται σημαντικές μεταβολές. Τα λιπαρά οξέα που περιέχονται κυρίως στην πίτσα είναι τα κορεσμένα, λαυρικό (12:0), μυριστικό (14:0), παλμιτικό (16:0) και στεατικό (18:0), σε ποσοστό συνολικά 49,135% επί του συνόλου των λιποειδών, το μονοακόρεστο, ελαϊκό οξύ, σε ποσοστό 28,220% και το πολυακόρεστο, λινελαϊκό οξύ σε ποσοστό 12,025%.

Επίσης παρατηρείται ότι ένα σημαντικό μέρος των λιπών προέρχεται από κορεσμένα λιπαρά οξέα, η αυξημένη κατανάλωση των οποίων έχει συσχετισθεί με αυξημένο κίνδυνο αθηροσκλήρωσης (O'Dea et al, 1988). Αντίθετα τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, τα οποία μειώνουν τον ρυθμό εμφάνισης της αθηρωματικής πλάκας στο εσωτερικό των αγγείων, περιέχονται σε μικρότερες ποσότητες. Τέλος η περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, τα οποία επίσης μειώνουν τον ρυθμό εμφάνισης της αθηρωματικής πλάκας, είναι μέτρια. Ο λόγος πολυακόρεστων προς τα κορεσμένα λιπαρά οξέα (P/S) για την πίτσα είναι 0,245.

Όσον αφορά τις πρωτεΐνες παρατηρείται μείωση, επί ξηρού, περίπου 0,95%. Η μείωση αυτή, πιθανότατα οφείλεται στην μερική καύση τους.

Οι περιεχόμενοι υδατάνθρακες, μπορούν να υπολογισθούν, κατά προσέγγιση, με αφαίρεση από τα 100 γραμμάρια πίτσας, του περιεχόμενου νερού, λίπους και πρωτεϊνών. Έτσι για την ωμή πίτσα ως έχει, το ποσοστό υδατανθράκων είναι 30,535% και επί ξηρού 58,27%. Ομοίως για την ψημένη το περιεχόμενο

ποσοστό υδατανθράκων, ως έχει είναι 38,79% και επί ξηρού είναι 63,06%. Παρατηρείται αύξηση του ποσοστού υδατανθράκων, κατά το ψήσιμο της πίτσας, επί ξηρού, σε ποσοστό 4,79%. Η μεταβολή αυτή δεν μπορεί να συμβαίνει στην πραγματικότητα. Κατά συνέπεια, πιθανότατα οφείλεται σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα της συγκεκριμένης πίτσας σε υδατανθρακούχα συστατικά (αλεύρι, ζάχαρη, τομάτα και πιπεριά).

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται τα θρεπτικά συστατικά που περιέχονται σε 100 γρ πίτσας, βάση των αποτελεσμάτων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 7 :** Περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα ανά 100 γρ πίτσας.

| ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ   | ΠΟΣΟ ΑΝΑ 100 γρ ΠΙΤΣΑΣ |
|----------------------|------------------------|
| Θερμίδες             | 292 kcal               |
| Υδατάνθρακες         | 38,79 γρ               |
| Πρωτεΐνες            | 13,5 γρ                |
| Λίπη                 | 9,212 γρ               |
| <b>ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ</b>   |                        |
| Λαυρικό οξύ (12:0)   | 0,151 γρ               |
| Μυριστικό οξύ (14:0) | 0,661 γρ               |
| Παλμιτικό οξύ (16:0) | 2,704 γρ               |
| Στεατικό οξύ (18:0)  | 1,003 γρ               |
| Ελαϊκό οξύ (18:1)    | 2,596 γρ               |
| Λινελαϊκό οξύ (18:2) | 1,106 γρ               |

Οι υδατάνθρακες προέρχονται κυρίως από το αλεύρι σίτου. Οι υδατάνθρακες που περιέχονται σε αυτό είναι κυρίως πολυσακχαρίτες (περίπου 98%), ενώ οι μονοσακχαρίτες καλύπτουν περίπου το υπόλοιπο 2%. Ακόμα μικρά ποσά υδατανθράκων προέρχονται από την ζάχαρη, τις αποφλοιωμένες τομάτες και την πιπεριά.

Οι πρωτεΐνες της πίτσας είναι κυρίως ζωικής προέλευσης, οπότε και υψηλής ποιότητας, αφού προέρχονται από το λουκάνικο “πεπερόνε”, το μπέικον, την χοιρινή ωμοπλάτη και το τυρί. Ακόμα μικρή ποσότητα πρωτεϊνών προέρχεται από το αλεύρι σίτου, οι οποίες είναι επίσης υψηλής ποιότητας πρωτεΐνη.

Τα λίπη της πίτσας προέρχονται κυρίως από την προσθήκη φυτικών ελαίων και από το λίπος που περιέχουν τα προϊόντα κρέατος. Μικρές ποσότητες προέρχονται από το τυρί και το αλεύρι σίτου.



Λαμβάνοντας υπ' όψη τα παραπάνω, για ένα μέσο ενήλικα με ύψος περίπου 180 εκ. και βάρος 80 κιλά, ο οποίος ημερησίως θα πρέπει να λαμβάνει περίπου 2200 kcal, θα πρέπει να ισχύουν τα παρακάτω.

Η προσλαμβανόμενη πρωτεΐνη είναι περίπου 1 γρ ανά κιλό βάρους σώματος ανά μέρα και κατά προτίμηση να είναι υψηλής βιολογικής αξίας. Δηλαδή περίπου 80 γρ ανά μέρα. Τα 80 γρ καλύπτουν το 15% των ολικών θερμίδων.

Οι υδατάνθρακες καλύπτουν το 50% των ολικών θερμίδων. Δηλαδή περίπου 275 γρ ανά μέρα. Κατά προτίμηση θα πρέπει να αποτελούνται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 80% από πολυσακχαρίτες και λιγότερο από απλά σάκχαρα.

Τα λίπη πρέπει να καλύπτουν περίπου το 35% των ολικών θερμίδων ημερησίως. Δηλαδή περίπου 85 γρ. Από αυτά, έως και 24,5 γρ θα πρέπει να προέρχονται από κορεσμένα λίπη, όπως και για τα πολυακόρεστα. Τα μονοακόρεστα καλύπτουν το υπόλοιπο ποσό (~36 γρ).

Έτσι με κατανάλωση, κατά μέσο όρο, περίπου τεσσάρων κομματιών σε ένα γεύμα (~ 180 γρ), καλύπτει τις εξής ανάγκες του όσον αφορά :

| ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ | 4 ΚΟΜΜΑΤΙΑ ΠΙΤΣΑΣ (~180 γρ ) |
|--------------------|------------------------------|
| ΘΕΡΜΙΔΕΣ           | 24 % του RDA                 |
| ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ       | 25 % του RDA                 |
| ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ          | 30 % του RDA                 |
| ΛΙΠΗ               | 20 του RDA                   |
| Κορεσμένα          | 33,2 % του RDA               |
| Μονοακόρεστα       | 13 % του RDA                 |
| Πολυακόρεστα       | 8,1 % του RDA                |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 8 :** Ποσοστά κάλυψης των συνιστώμενων ημερησίων προσλήψεων σε θρεπτικά συστατικά με κατανάλωση τεσσάρων κομματιών πίτσας.

Σχετικά με τα φυσικά χαρακτηριστικά της πίτσας παρατηρήθηκαν τα εξής :

- Είναι ιδιαίτερα εύγευστη,
- η εμφάνιση της είναι πολύ καλή και προσελκύει τον καταναλωτή και
- η τιμή της είναι αρκετά χαμηλή για τον καταναλωτή, ενώ παράγεται και σε οικονομικές συσκευασίες, που περιέχουν τρεις πίτσες.

Τα φυσικά αυτά χαρακτηριστικά της πίτσας, σε συνδυασμό με τις υψηλές ποσότητες θρεπτικών συστατικών και τις σωστές αναλογίες αυτών, που παρέχει στον καταναλωτή την καθιστούν ως ένα πολύ καλό και παράλληλα γρήγορο όσον αφορά την ετοιμασία γεύμα.

Όμως, τα παραπάνω αποτελέσματα δεν θα πρέπει να είναι τα μόνα που θα ληφθούν υπ' όψη. Οι Κλινικοί Διαιτολόγοι ανά τον κόσμο, συνιστούν την “στροφή” των καταναλωτών προς τα λεγόμενα “ζωντανά” τρόφιμα, δηλαδή τα ωμά, ώστε να αποφευχθεί κατά το δυνατόν η κατανάλωση των επεξεργασμένων τροφίμων, τα οποία για διατηρηθούν, εκτός από τις φυσικές μορφές επεξεργασίας, όπως ψύξη ή θέρμανση οι οποίες συνήθως μειώνουν την θρεπτική αξία του τροφίμου, περιέχουν και πρόσθετα, τα οποία είναι βλαβερά για την υγεία του ανθρώπου, όταν καταναλώνονται σε υψηλές ποσότητες.

Συμπερασματικά η θρεπτική αξία της πίτσας είναι ιδιαίτερα υψηλή και μάλιστα με πολύ καλή αναλογία στα επιμέρους θρεπτικά συστατικά. Δεν θα πρέπει όμως να καταναλώνεται ανεξέλεγκτα. Αντιθέτως θα πρέπει να καταναλώνεται με μέτρο, με συσπινόμενη συχνότητα 1 – 2 φορές ανά εβδομάδα, ενώ η συνιστώμενη ποσότητα εξαρτάται από την ηλικία, το βάρος, το ύψος και τη φυσική δραστηριότητα του καταναλωτή.

Έτσι η πίτσα προσφέρει στον καταναλωτή μία ακόμα επιλογή γεύματος, ιδιαίτερα θρεπτικού και γευστικού, αυξάνοντας παράλληλα και την ποικιλία των τροφίμων στο εβδομαδιαίο διαιτολόγιο του.

Μετά από επισταμένο έλεγχο στην παγκόσμια βιβλιογραφία, δεν βρέθηκε κάποια άλλη έρευνα, που να αφορά την μετατροπή των θρεπτικών συστατικών της πίτσας ή άλλων έτοιμων τροφίμων κατά το ψήσιμο.

9. Temple and Givvy. Effect of heat upon the nutritive value of dry-matter components in man. *Am. J. Clin. Nutr.* 20: 1991.

10. Polch, J., Lees, M., Stanley, G.H.S. A simple method for the quantitative purification of total lipids from animal tissues. *Br. J. Biol. Chem.* 265: 509, 1997.

11. Garrow, J.S. and Jones, W.P.T. Human Nutrition and Calorie, 1985, p. 335-348.

12. Gershoff, S.N. The role of vitamins and minerals in life. In: The Chemical Senses and Nutrition. New York, Academic Press, 1977.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. American Diabetes Association. Recommendations of clinical practice, 1998.
2. Ανδρικόπουλος, Κ.Ν. Εκχύλιση ολικών λιπιδίων. *Οργανική Χημεία & Δομική Βιοχημεία*. Αθήνα, 1998α. (pp 49-56)
3. Ανδρικόπουλος, Κ.Ν. Μέθοδοι προσδιορισμού συνολικών πρωτεϊνών. *Συνοπτική Οργανική Χημεία & Δομική Βιοχημεία*. Αθήνα, 1998β. (pp 207-209)
4. Ανδρικόπουλος, Κ.Ν. Προσδιορισμός αζώτου ολικών πρωτεϊνών στερεών τροφίμων. Μέθοδος kjeldhal. *Χημεία & Τεχνολογία Τροφίμων*. Αθήνα, 1998γ. (pp 233-236)
5. AFFI : American Frozen Food Institute, 1990 (<http://www.affi.com/facts/pizza.htm>).
6. Beckman, O. Atherosclerosis. Metabolism, risk and control. *Clin. Chem.* **34**: B1-B135, 1988.
7. Bligh, E.G. and Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* **37** : 911-917, 1959.
8. Cropper, F.R. and Heywood, A. Analytical separation of the methyl esters of the C<sub>12</sub>-C<sub>22</sub> fatty acids by vapor phase chromatography. *Nature*. **172** : 1101-1102, 1953.
9. Denke and Grundy. Effect of fats high in stearic acid on lipid and lipoprotein concentrations in men. *Am. J. Clin. Nutr.*, **54** : 1036-1040, 1991.
10. Folch, J., Lees, M., Stanley, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *In J. Biol. Chem.* **226** : 497-509, 1957.
11. Garrow, J.S. and James, W.P.T. *Human Nutrition and Dietetics*, 1993, pp 335-348.
12. Gershoff, S.N. The role of vitamins and minerals in taste. *In The Chemical Senses and Nutrition*. New York, Academic Press, 1977.

13. Giese, J. Advancers in microwave food processing. *Food Technology*. **9**: 118-123, 1992.
14. Heinonen, M, Valsta, L., Anttolainen, M., Ovaskainen, M.L., Hyvonen, L., Mutanen, M. *J. Food Comp. Anal.* **10** : 3-13, 1997.
15. Holman, R.T. Biological activities of and requirements for polyunsaturated fatty acids. *In Progress in the Chemistry of Fats and Other Lipids*. New York, Pergammon Press, **9** : 611-682, 1970
16. Jackson, R.L., Taunton, O.D., Morisset, J.D., Gotto, A.M. The role of dietary polyunsaturated fat in lowering blood cholesterol. *Circ. Res.* **42** : 447-453, 1978.
17. James, A.T. and Martin, A.J.P.: Gas-liquid partition chromatography; The separation and microestimation of volatile fatty acids from formic acid to dodecanoic acid. *Biochem. J.* **50** : 230-237, 1952.
18. Keusch, G.T. Malnutrition, infection and immune system function. *Nestle, Nutrition Workshop Series Vol. 19*, New York Raven Press, 1990, pp 37-59.
19. Κωσταντινίδου, Μ. Διατροφικές συστάσεις και αρχές για τους ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη. *Στο Διατροφή-Διαιτολογία*. **3-4** : 97-104, 1998.
20. Lin and Anantheswaran. Studies of popping of popcorn in a microwave oven. *J Food Sci.* **53** : 1746-1650, 1988
21. Liu, J.F. and Huang, C.J. Tissue α-tocopherol retention in male rats is compromised by feeding diets containing oxidized frying oil. *In J Nutr* **125**(12): 3071-3080, 1995.
22. Mensink, R.P. and Katan, M.B. Effect of dietary trans fatty acids on high density and low density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *New Engl. J. Med.* **323** : 439-445, 1990.
23. Μπαλατσούρας, Δ.Γ. *Μεθοδοι Αναλυσεως Τροφίμων*. Αθήνα 1985.
24. Munro, H.N. Amino acid requirements and metabolism and their relevance to parenteral nutrition. *In "Parenteral Nutrition"*. London, Churchill Livingstone, 1972, pp 34-67.
25. O'Dea, K., Steel, M., Naughton, J. Butter enriched diets reduce arterial prostacyclin production in rats. *In Lipids*. **23** : 234-241, 1988.
26. Olson, J.A. Recommended dietary intake of Vitamin A in humans. *In Am J Clin Nutr.* **45** : 704-716, 1987.



27. Παπανικολάου, Γ. Πρωτεΐνες και διατροφή. Στο "Συγχρονη Διατροφή και Διαιτολογία". Αθήνα, 1993, pp 101-133.
28. Pomeranz, Y., Meloan, E.C. *Food Analysis. Theory and practice*. New York, London, 1994.
29. Pougracz, G. Tocopherol als Natruliches Antioxidants. *Fette Seifen* **12**: 455-460, 1984.
30. Reccomended Dietary Allowances, (10<sup>th</sup> ed.), 1990.
31. Rugg-Gunn, A.J. Diet and Dental Carries. In "Prevention of Dental Disease", (2<sup>nd</sup> Ed.). Oxford, Blackwell Medical Publishers, 1989, pp 4-114.
32. Schuler, P. Natural Antioxidants exploited commercially. In *Food Antioxidants*. London, 1990, pp 99-170.
33. Shills, E.M., Olson, A.J., Shike M. Carbohydrates (ed. Mac Donald, I.). In *Modern nutrition in health and disease*. 1993α. pp 36-46
34. Shills, E.M., Olson, A.J., Shike M. Proteins and amino acids (ed. Marilyn, C.). In *Modern nutrition in health and disease*. 1993β. pp 3-35
35. Shills, E.M., Olson, A.J., Shike M. Lipids (ed. Willem, G.). In *Modern nutrition in health and disease*. 1993γ. pp 47-88
36. Shills, E.M., Olson, A.J., Shike M. Clinical manifestations of human vitamin and mineral disorders : A resume (ed. Mac Laren, S.D.). In *Modern nutrition in health and disease*. 1993δ. pp 909-926
37. Sies, H. Oxidative stress. Introductory remarks. In *Oxidative Stress*. Academic Press, 1985, pp 1-8.
38. Southgate. Natural or unnatural foods? In *Brit. Med. J.* **288** : 881-882, 1984.
39. Torun, B. Short and long term effects of low or restricted energy intakes on the activity of infants and children. In "Activity, Energy Expenditure and Energy Requirements of Infants and Children". Laussane, International Dietary Energy Consalting Group, 1990, pp 355-359.
40. Yung and Min. Effects of α-, γ- και δ- tocopherols on oxidative stability of soyabean oil. In *J. Food Sci.* **55** : 1464-1465,. 1990.
41. Zeman, J.F. Nutritional care in neurological, muscular, skeletal disorders. In *Clinical nutrition and dietetics*. Mac Millan Publishing Company, New York, 1993. pp 701-741

42. Ζερφυρίδης, Κ. Γρ. Λιπαρά οξέα. Στο *“Η Διατροφή του Ανθρώπου”*. Θεσσαλονίκη, 1995, pp 78-81.



ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΡΕΝΤΙΚΩΝ  
ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΩΜΗΣ....

ΠΤΥ ΧΡΥ  
664.02

I. Χρύσος

7064

5227

**ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ**

**ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ**



Υπερ.Βιβ/κης Χαροκόπειου Παν/μίου.954916

\* 7 0 6 4 \*



\*HU\*

