

2017

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
Ι Δ Ρ Υ Μ Α



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ  
ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΚΟΥΚΟΥΝΑΚΗ  
ΜΑΡΙΑ



**[«ΠΑΣΤΕΛΙ, ΕΝΑ ΣΝΑΚ ΜΕ  
ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ. ΑΓΟΡΑ,  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ  
ΜΕΤΕΞΕΛΙΞΗ ΣΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ  
ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΜΠΑΡΕΣ»]**



## Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΤΟ ΠΑΣΤΕΛΙ.....	6
1.1 Ιστορική Ανασκόπηση.....	6
1.2 Διατροφικά Στοιχεία.....	7
1.3 Ανά Περιοχή.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΤΟ ΣΗΣΑΜΙ.....	12
2.1 Καταγωγή Σησαμιού.....	12
2.2 Γενετική Ποιότητα του Σησαμιού.....	15
2.3 Παραγωγή.....	16
2.4 Ποικιλότητα.....	18
2.5 Νέες Προσεγγίσεις.....	19
2.6 Συστατικά Σησαμιού.....	20
2.7 Αντιοξειδωτικές Ιδιότητες Σησαμιού.....	21
2.8 Οφέλη για την Υγεία.....	22
2.9 Παραδοσιακές Χρήσεις.....	22
2.10 Σησαμικές Βιομηχανικές Χρήσεις.....	23
2.11 Διατροφικές Χρήσεις.....	23
2.12 Οι Ευεργετικές Ιδιότητες του Σησαμιού.....	25
2.13 Φαρμακευτικές Ιδιότητες.....	27
2.14 Αλλεργία.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΑ ΣΝΑΚ.....	30
3.1 Η Θρεπτική Αξία των Σνακ.....	30
3.2 Ορισμός των Σνακ.....	32
3.3 Πείνα.....	33
3.4 Αδιάφορο Φαγητό.....	33
3.5 Τρόφιμα για Σνακ.....	34
3.6 Ποτά ως Σνακ.....	35
3.7 Σνακ Δημογραφικά Χαρακτηριστικά.....	36
3.8 Το Σνακ δεν είναι Φαγητό.....	38
3.9 Κοινωνική Παιδεία και Περιβάλλον.....	45
3.10 Ηδονικό Φαγητό.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΤΑ ΦΡΟΥΤΑ ΣΤΙΣ ΜΠΑΡΕΣ.....	49
4.1 Εήρανση των Φρούτων.....	50
4.1.1 Ηλιακή Εήρανση.....	51

4.1.2 Διαδικασία Ξήρανσης Υπέρυθρων.....	52
4.1.3 Ξήρανση με Κατάψυξη.....	53
4.2 Επιδράσεις της Ξήρανσης στην Ποιότητα.....	54
4.3 Διαθροσμένα Προϊόντα Φρούτων.....	57
4.4 Διατροφικές Πτυχές.....	60
4.5 Σχέσεις Μεταξύ του Περιεχομένου των Αντιοξειδωτικών και της.....	62
Αντιοξειδωτικής Δραστηριότητας.....	62
4.6 Πτυχές Ποιότητας.....	63
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	68

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο καλλιεργημένος σουσάμι, *Sesamum indicum* L., ανήκει στην οικογένεια Pedaliaceae. Αν και η προέλευση του σησαμιού βρίσκεται ακόμη σε συζήτηση, οι Mehra (1967) και Mahajan (2007) δήλωσαν ότι η αιθιοπική περιοχή είναι αποδεκτή ως η προέλευση του καλλιεργημένου σουσαμιού. Επιπλέον, ο Bedigian (1981) υποστηρίζει ότι, λόγω της ευρείας γενετικής ποικιλομορφίας στην Αφρική, είναι λογικό να υποθέσουμε ότι αυτή η υποήπειρος είναι το κύριο κέντρο προέλευσης και ότι τότε η Ινδία θα θεωρείται δευτερεύον κέντρο για το σησαμέλαιο. Είναι ίσως μια από τις παλαιότερες καλλιέργειες που καλλιεργούνται από τον άνθρωπο, έχουν καλλιεργηθεί στην Εγγύς Ανατολή και την Αφρική για πάνω από 5.000 χρόνια για μαγείρεμα και ιατρικές ανάγκες. Γενικά, το 65% της παγκόσμιας παραγωγής σουσαμιού χρησιμοποιείται για την εξόρυξη βρώσιμου ελαίου και 35% για τη ζαχαροπλαστική. Η σύνθεση λιπαρών οξέων είναι μάλλον ελκυστική, λόγω του υψηλού επιπέδου των ακόρεστων λιπαρών οξέων.

Το σουσάμι καλλιεργείται σε περισσότερες από 60 χώρες στον κόσμο. Σύμφωνα με τον FAO (2011), η Αιθιοπία κατατάσσεται στην 6η θέση στην παραγωγή σουσαμιού με 327.741 τόνους (10%) παραγωγής ετησίως. Οι σπόροι του σουσαμιού είναι μακράν η κορυφαία καλλιέργεια στις χώρες εξαγωγής ελαιούχων σπόρων, όπου περισσότερο από το 90% της παραγωγής κατευθύνεται προς εξαγωγή ακολουθούμενη από τον σπόρο του Νίγηρα CSA (2010). Ο αιθιοπικός λευκόχρυσος τύπος Humera είναι γνωστός για τη γεύση του (γλυκιά) στην παγκόσμια αγορά και ως εκ τούτου εξάγεται στην αγορά ζαχαροπλαστικής όπου απαιτούνται λευκοί σπόροι από τους καταναλωτές (Wijnands et al., 2009).

Το σουσάμι είναι ένας από τους παλαιότερους ελαιούχους σπόρους που είναι γνωστός, εξημερωμένος πριν από περίπου 3000 χρόνια. Ήταν μια μεγάλη καλοκαιρινή καλλιέργεια στη Μέση Ανατολή για χιλιάδες χρόνια, όπως επιβεβαιώνεται από την ανακάλυψη πολλών αρχαίων περσών για το σησαμέλαιο στην περιοχή. Το σουσάμι είναι ανεκτικό σε ξηρασία και είναι σε θέση να αναπτυχθεί σε περίπτωση αποτυχίας άλλων καλλιεργειών. Για χιλιάδες χρόνια, οι σπόροι σουσαμιού αποτελούν πηγή τροφής και πετρελαίου. Η παρέμβαση τείνει να αυξάνει τις ορμόνες φύλου στον ορό (Wu WH, Kang YP.2006) .

Ο σπόρος του σουσαμιού περιέχει πολύ υψηλά επίπεδα (έως 2,5%) φουροφουρανινινινών με ευεργετικές φυσιολογικές δραστηριότητες, κυρίως σησαμίνη, σεσαμολίνη και γλυκοσίδες σησαμινόλης. Οι σπόροι του σησαμιού περιλαμβάνουν αντιοξειδωτικές και βιταμινούχες ε-προστατευτικές επιδράσεις, υποτασικές επιδράσεις, βελτίωση των ηπατικών λειτουργιών σε σχέση με τον μεταβολισμό του αλκοόλ και αντιγηραντικές επιδράσεις (Kamal-Eldin A 2011).

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΤΟ ΠΑΣΤΕΛΙ

## 1.1 Ιστορική Ανασκόπηση

Το Παστέλι είναι ένα ελληνικό παραδοσιακό γλύκισμα με βάση το σουσάμι και το μέλι. Και τα δύο συστατικά του είναι φυσικά προϊόντα με θρεπτική αξία. Οι ρίζες του γλυκίσματος χάνονται στην αρχαιότητα. Τόσο το μέλι όσο και το σουσάμι ήταν συστατικά της διατροφής των αρχαίων Ελλήνων, οι οποίοι είχαν επινοήσει διάφορα εδέσματα για να τα αξιοποιήσουν. Το Παστέλι είναι τροφή πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και ενέργεια, ιδιότητες που θα πρέπει να προβληθούν ώστε να ενταχθεί στις διατροφικές συνήθειες των παιδιών αλλά και των ενηλίκων.

Η κοινή ονομασία του παστελιού στα αρχαία χρόνια ήταν σησάμης-(ίδος). Στην αρχαιότητα αναφέρεται όμως και το έδεσμα σησαμιού, που διέφερε από τη σησαμίδα διότι παρασκευαζόταν από μέλι και σουσάμι με την προσθήκη αλφίτων (κριθαράλευρα) και σιτάλευρων (εγκυκλοπαίδεια).

Αυτό επιβεβαιώνεται και από το σχολιαστή του Αριστοφάνη που αναφέρει ότι «σησαμούς Δε και σησαμή διαφέρει». Ο στίχος «ο πλακούς πέπεπται, σησαμή ξυμπλάπεται» (Αριστοφάνης «Ειρήνη» στ. 869) καθιστά σαφή τη διάκριση μεταξύ του σησαμούς (είδος μικρού πλακούντα) και της σησαμίδος. Και η σησαμή και ο σησαμούς ήταν σύμβολα γονιμότητας και προσφέρονταν στους καλεσμένους και κυρίως στη νύφη, μετά τη γαμήλια τελετή, καθώς διάβαινε το κατώφλι του σπιτιού.

Η ονομασία σησαμής επικράτησε μέχρι τα μέσα βυζαντινά χρόνια (Θεόδωρος Πρόδρομος «Τα κατά Ροδάνθη και Δοσικλέα» Θ.420). Αντίθετα, ο Φαίδων Κουκουλές στο έργο του «Βυζαντινός Βίος και Πολιτισμός» αναφέρει «ήτο Δε ο σησαμούς το σημερινόν παστέλι» και επιβεβαιώνει ότι ο σησαμούς ήταν το γλύκισμα που προσφερόταν στους γάμους, έθιμο που έφτασε ως τις μέρες μας σε πολλά νησιά του Αιγαίου και στη Μάνη. Πότε ο σησαμούς άλλαξε όνομα και έγινε Παστέλι (εξελληνισμός της λατινικής λέξης *pastillu*) είναι άγνωστο (εγκυκλοπαίδεια).

Ο Φ.Κουκουλές στο ίδιο έργο αναφέρει «είδος πλακούντος εκκαλείτο πάστελος ή πάστιλλος, τούτο Δε και υπό το υποκοριστικόν τύπον παστέλιν αναφέρεται κατά διαφόρους αιώνας. Κατά τον Ζ΄αίωνα μ.Χ. η κατανάλωση του πρέπει να είναι τόσο μεγάλη ώστε να δικαιολογείται η λειτουργία πασταλλαρίου όπως μαρτυρείτε».

Άλλη μια εκδοχή για την προέλευση της λέξης Παστέλι είναι από το αρχαίο ρήμα πάσσω και πάττω, ο παθητικός αόριστος του οποίου είναι επάσθην και ο παρακείμενος πεπασμαι. Το ρήμα σημαίνει επιπάσσω, πασπαλίζω, περιχύνω, παντίζω, διαδικασία που δεν είναι άσχετη με την παρασκευή γλυκισμάτων όπως το παστέλι.

Η εκδοχή γίνεται ισχυρότερη αν λάβουμε υπόψιν ότι το ρηματικό επίπεδο του πάσσω είναι ο παστέος, η παστέα, το παστέον-εκ του οποίου και η νυφική παστάδα-και ότι ανάμεσα στο παστέον γλύκισμα και το παστέλι η φωνητική παραφθορά είναι μικρή, η δε υποκατάσταση του ουσιαστικού από τον επιθετικό προσδιορισμό είναι συνηθισμένη στη γλώσσα μας «(π.χ. δος μοι κράσιν οίνου-δος μου κρασί). Είναι πολύ λογική εξάλλου η μεγέθυνση της λέξης παστέον σε πάστελλον ή πάστιλλον, το μεγάλο δηλαδή κομμάτι όπως και το υποκοριστικό παστέλλιν (εγκυκλοπαίδεια).

## 1.2 Διατροφικά Στοιχεία

Το παστέλι είναι Ελληνικό παραδοσιακό προϊόν με βάση το σουσάμι και το μέλι. Τα δύο αυτά υλικά παρασκευής προσδίδουν στο τελικό προϊόν, δηλαδή το παστέλι, θρεπτική αξία.

Η άποψη αυτή ενισχύθηκε από τα αποτελέσματα ερευνών, τα οποία παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Το μέλι είναι η μόνη γλυκαντική ύλη που μπορεί να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί ακριβώς όπως παράγεται στη φύση, διατηρώντας αναλλοίωτα τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες της.

Το μέλι παράγεται από τις μέλισσες, είναι ένα προϊόν με διακυμάνσεις στη σύνθεση, που προέρχεται από την ποικιλομορφία της χλωρίδας, τις διαφοροποιήσεις των κλιματολογικών και περιβαλλοντικών συνθηκών και τις διαφορετικές ικανότητες και δεξιότητες των μελισσοουργών.



**Πίνακας 1.1.1** Διατροφική Σύνθεση Παστελιού και υλικών παρασκευής του.

Τρόφιμο	Πρωτεΐνες	Λιπίδια	Υδατάνθρακες	Διαιτητικές ίνες	Ενεργειακή Αξία Kca	Κορεσμένα	Λιπαρά οξέα Μονοκόρεστα	Πολυκορεσμένα
100g	g	g	G	Ίνες g	Αξία Kca	Κορεσμένα	Μονοκόρεστα	Πολυκορεσμένα
Σουσάμι	24,5	50,2	9,1	9,6	630	7,5	19,1	21,4
Μέλι	1,8	0	84,5	0	310	0	0	0
Παστέλι	11,1	33,4	42,1	6,8	470	5	12,3	14,6

**Πηγή:** (εγκυκλοπαίδεια)

Το μέλι είναι τροφή απόλυτα βιολογική, που αποτελείται κυρίως από πολλά ζάχαρα που αφομοιώνονται εύκολα από τον ανθρώπινο οργανισμό, αποδίδοντας άμεσα ενέργεια.

Η χαρακτηριστική γεύση του μελιού οφείλεται σε διάφορες αρωματικές ουσίες και εν μέρει στην περιεκτικότητά του μελιού σε οξέα. Περιέχει, επίσης σε μικρές ποσότητες χρωστικές ουσίες, αμινοξέα, βιταμίνες, μέταλλα και άλλα στοιχεία.

Μέχρι σήμερα έχουν ανιχνευθεί και πιστοποιηθεί 182 διαφορετικές ουσίες στο μέλι. Από τον **πίνακα 1.1.1** φαίνεται ότι το σουσάμι έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, διαιτητικές ίνες και ακόρεστα λιπίδια.

Οι σπόροι του σουσαμιού περιέχουν ακόμη μέταλλα και αμέταλλα, όπως ασβέστιο, μαγνήσιο, σίδηρο, φώσφορο, ψευδάργυρο και κάλιο. Οι σπόροι του σουσαμιού περιέχουν χαρακτηριστικά πενταπλάσια ποσότητα ασβεστίου από το πλήρες πρόβειο γάλα (183 mg/100g τρόφιμου), διπλάσια ποσότητα σιδήρου από το σπανάκι (4,1g/100g τρόφιμου) και μεγαλύτερη περιεκτικότητα φωσφόρου από αρκετά ιχθυηρά.

**Πίνακας 1.1.2** Περιεκτικότητα μετάλλων – αμετάλλων

Τρόφιμο	K	Na	Ca	Mg	Fe	P	Zn
100g	Mg	Mg	mg	mg	mg	mg	mg
Σουσάμι	429,2	15,5	1.028,80	314,9	9,8	620,5	7,8
Μέλι	84,5	21,9	13,5	2,8	0,8	70,4	0,2
Παστέλι	326,2	20,1	786,1	173,9	5	352,2	5,4

**Πηγή:** (εγκυκλοπαίδεια).

Το παστέλι σε σύγκριση με άλλα τρόφιμα τύπου snack με παρόμοια ενεργειακή (θερμική) αξία, όπως σοκολάτες, ντόνατ, γεμιστά μπισκότα, προσφέρει εξαιρετικά θρεπτικά συστατικά.

Περιέχει μεγάλο ποσοστό πρωτεϊνών και διαιτητικών ινών από τα άλλα snack και παρόλο του ότι περιέχει υψηλό ποσοστό λιπιδίων, η χοληστερόλη απουσιάζει και τα κορεσμένα λιπαρά οξέα είναι χαμηλά, ενώ προέχουν τα μονοακόρεστα και τα πολυακόρεστα. **πίνακας 1.1.3.**

Αξίζει να σημειωθεί ότι στα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα επικρατούν το λινελαϊκό και το λινολινικό, τα οποία είναι απαραίτητα λιπαρά οξέα που ο ανθρώπινος οργανισμός δεν μπορεί να τα συνθέσει, αλλά τα προμηθεύεται από τα λιπίδια του φυτικού βασιλείου.

**Πίνακας 1.1.3** Διατροφική Σύνθεση Παστελιού και διαφόρων σνακ.

Λιπαρά οξέα										
Τρόφιμο	Υγρασία	Πρωτεΐνες	Λιπίδια	Υδατάνθρακες	Διαιτητικές	Ενεργειακή	SFA	MUFAg	PUFAg	Χοληστερόλη
100g	G	g	g	G	Ίνες g	Αξία Kcal	g	g	g	mg
Παστέλι	4,9	11,1	33,4	42,1	6,8	470	5	12,3	14,6	0
Σοκολάτα Γάλακτος	2,2	8,4	30,3	59,4	Ίχνη	529	17,8	9,5	1,5	30
Mars Bar	6,9	5,3	18,9	66,5	Ίχνη	441	10	7,2	0,8	25
Kit Kat	1,3	8,2	26,6	60,5	-	499	13,8	9,7	1,6	-
Μπισκότα γεμιστά	2,6	5	25,9	69,2	-	513	14,5	8	1,8	51
Μπισκότα απλά	9	6,2	21,9	64,3	1,5	463	6,6	8,5	5,7	84
Κέικ	15,2	6,4	26,3	52,4	0,9	459	8	10,5	6,5	152
Ντόνατς μαρμελάδα	26,9	5,7	14,5	48,8	-	336	4,3	5,4	3,6	15

**Πηγή:** (εγκυκλοπαίδεια).

Επίσης το παστέλι περιέχει συγκριτικά με άλλα snack, πλούσιες ποσότητες ασβεστίου, μαγνησίου, σιδήρου και φωσφόρου και δεν είναι αλατισμένο.

Παρατηρήθηκε ότι η κατανάλωση παστελιού από διαβητικά άτομα προκαλεί μικρότερη υπογλυκαιμία από αυτή που προκαλεί η κατανάλωση ψωμιού. Αυτό αποδίδεται στη σύνθεση του παστελιού, το οποίο έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε λιπίδια και φυτικές ίνες παρόλο που έχει το ίδιο ποσοστό υδατανθράκων με το ψωμί. Συνεπώς ένα διαβητικό άτομο θα μπορούσε να καταναλώσει παστέλι, με την

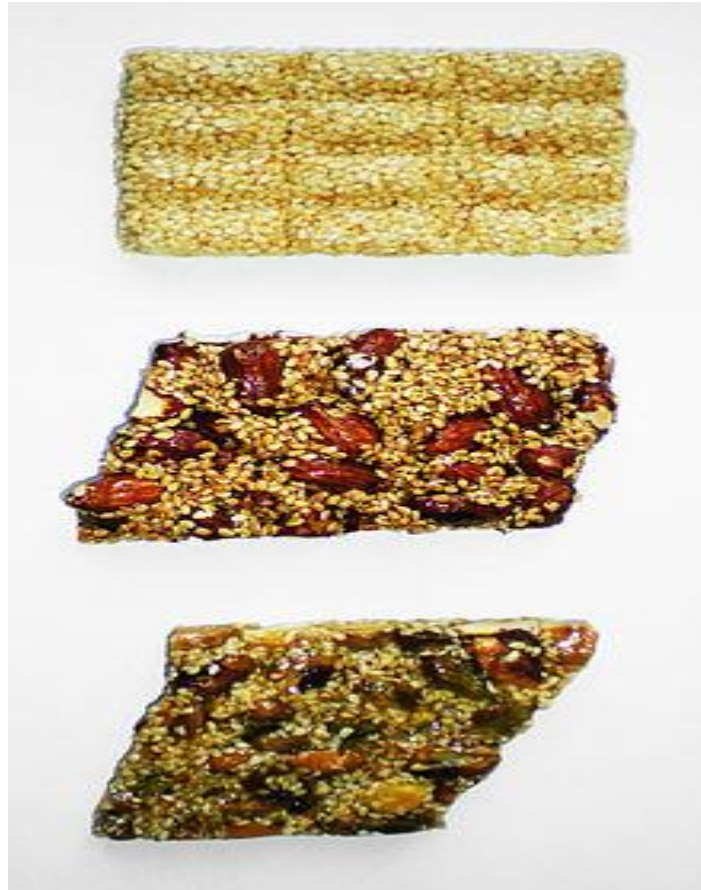
προϋπόθεση ότι θα λάβει υπόψη του τη θερμική αξία και τη περιεκτικότητά του σε λιπίδια. Παρόμοια αποτελέσματα έδειξε και ο χαλβάς (βασισμένος σε σουσάμι) (εγκυκλοπαίδεια).

Οι υψηλές τιμές των μετάλλων και αμέταλλων, διαιτητικών ινών και ενεργειακής (θερμιδικής) αξίας σε συνδυασμό με τις χαμηλές τιμές κορεσμένων λιπαρών οξέων, χοληστερόλης και νατρίου δείχνουν ότι το παστέλι είναι ένα θρεπτικό και υγιεινό snack, του οποίου τα χαρακτηριστικά δεν είναι πολύ γνωστά στο καταναλωτικό κοινό, με αποτέλεσμα η κατανάλωσή του να μην έχει τη θέση που θα του άξιζε.

### **1.3 Ανά Περιοχή**

Στην Ελλάδα και την Κύπρο, η караμέλα σουσάμι ονομάζεται παστέλι και είναι γενικά ένας επίπεδος, επιμήκης ράβδος με μέλι και συχνά με καρύδια **εικόνα 1.3.1**. Αν και το μοντέρνο όνομα παστέλι είναι ιταλικής προέλευσης, πολύ παρόμοια τρόφιμα τεκμηριώνονται στην αρχαία ελληνική κουζίνα: το κρητικό κοτόπουλο (κοττόπλακος) ή γαστρίς (γαστρίς) ήταν ένα στρώμα αλεσμένων ξηρών καρπών σάντουιτς ανάμεσα σε δύο στρώματα σησαμιού που συνθλίβονται με μέλι (Samí Zubaida, 1994). Ο Ηρόδοτος αναφέρει επίσης "γλυκά κέικ με σουσάμι και μέλι", αλλά χωρίς λεπτομέρειες (Herodotus, Histories 3:48;).

**Εικόνα 1.3.1** Είδη παστέλι.



**Πηγή:** (Sami Zubaida, 1994)

Διάφορα είδη καραμέλα σουσάμι βρίσκονται στην ινδική κουζίνα. Το Assamese tilor lagu είναι ένα αναμνηστικό σνακ πρωινού. Το Maharashtra tilgul ladoo είναι μια σάλτσα σουσάμι και ζάχαρη με αράπικα φιστίκια και κάρδαμο και συνδέεται με το φεστιβάλ του Makar Sankranti. Το Sesame Candy ή το Rewri είναι επίσης ευρέως καταναλωμένο στο Πακιστάν. Η πόλη Chakwal του Πακιστάν είναι πολύ γνωστή για αυτό το προϊόν. Πολλοί άνθρωποι γύρω από το Πακιστάν ζητούν από τους συναδέλφους τους να το φέρουν, καθώς δεν είναι ευρέως διαθέσιμο σε οποιοδήποτε άλλο μέρος του Πακιστάν.

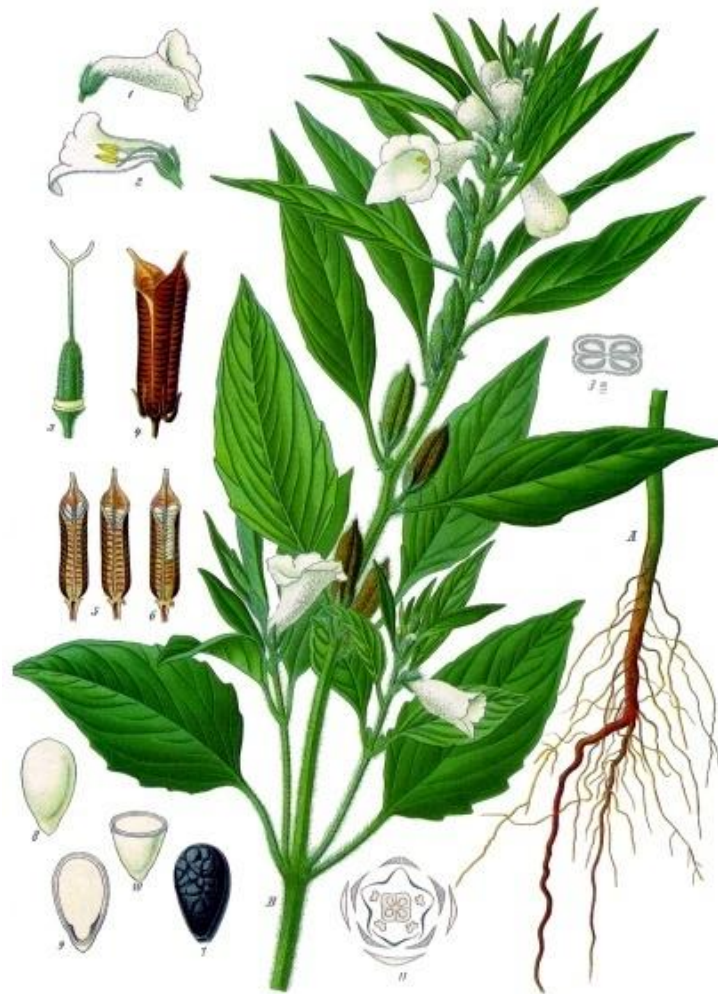
Το σουσάμι είναι επίσης παραδοσιακό στο βόρειο Ιράν (επαρχία Mazandaran) και ονομάζεται Peshtezik σε Mazandarani και περσικά. Το Peshtezik είναι συνήθως ένα λεπτό επίπεδο στρώμα σουσαμιού σπόρου με ζάχαρη ή μέλι και συχνά περιλαμβάνει καρύδια (ειδικά καρύδια). Το Peshtezik σερβίρεται σε ειδικές περσικές διακοπές, όπως το Nowruz και το Yalda.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΤΟ ΣΗΣΑΜΙ

### 2.1 Καταγωγή Σησαμιού

Το σουσάμι (*Sesamum indicum* L.) που ανήκει στην τάξη tubiflorae, και στην οικογένεια Pedaliaceae, είναι ένα ποώδες ετήσιο φυτό που καλλιεργείται για τους βρώσιμους σπόρους, του **εικόνα 2.1.1**. Είναι επίσης γνωστός ως gingelly, til, benne σπόρος και δημοφιλώς ως "βασίλισσα των ελαιούχων σπόρων" λόγω του υψηλού βαθμού της αντοχής στην οξείδωση και στο τάγγισμα (Bedigian D, 1986). Το σουσάμι περιέχει 50-60% έλαιο υψηλής ποιότητας που είναι πλούσιο σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) και φυσικά αντιοξειδωτικά, σησαμίνη, σησαμόλη και τοκοφερόλη (Brar G, 1979). Αυτά τα βιοδραστικά συστατικά βελτιώνουν τη σταθερότητα και διατηρούν την ποιότητα του σησαμελαίου μαζί με πολλά οφέλη για την υγεία. Το σουσάμι θεωρείται πολύτιμο τρόφιμο καθώς ενισχύει τη διατροφή με το ευχάριστο άρωμα και τη γεύση και προσφέρει θρεπτικά και φυσιολογικά οφέλη. Πρόσφατες μελέτες σχετικά με τις αντιοξειδωτικές και αντικαρκινογόνες δραστηρότητες του σπόρου σησαμιού έχουν αυξήσει σημαντικά τις εφαρμογές του σε προϊόντα διατροφής για την υγεία που υποστηρίζουν την προστασία του ήπατος και της καρδιάς και την πρόληψη των όγκων (Cheng FC, 2006). Ο σπόρος του σουσαμιού έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, βιταμίνη B1, διαιτητικές ίνες καθώς και εξαιρετική πηγή φωσφόρου, σιδήρου, ασβεστίου μαγνησίου, μαγγανίου, χαλκού και ψευδαργύρου. Εκτός από αυτά τα σημαντικά θρεπτικά συστατικά, οι σπόροι σουσαμιού περιέχουν δύο μοναδικές ουσίες, τη σησαμίνη και τη σεσαμολίνη. Και οι δύο αυτές ουσίες ανήκουν σε μια ομάδα ειδικών ευεργετικών ινών που ονομάζονται λιγνάνες και έχουν αποτέλεσμα μείωσης της χοληστερόλης στους ανθρώπους και αποτρέπουν την υψηλή αρτηριακή πίεση και αυξάνουν τις ποσότητες βιταμίνης E στα ζώα.

**Εικόνα 2.1.1** Sesame plants



**Πηγή:** (Rahman et al., 2007).

Το σουσάμι, μια πλούσια πηγή πρωτεΐνης, είναι μια από τις πρώτες καλλιέργειες που έχουν υποστεί επεξεργασία για την παραγωγή ελαίου (Anilakumar et al., 2010), επίσης γνωστή ως bennised, benne, sesamum, gingelly, sim-sim και tila (Hassan, 2012). Έχει καλλιεργηθεί για αιώνες, ιδιαίτερα στην Ασία και την Αφρική, ειδικά το Σουδάν, την Αιθιοπία και τη Νιγηρία (FAO, 2003). Σχεδόν το 70% της παγκόσμιας παραγωγής προέρχεται από την Ασία. Η Αφρική μεγαλώνει το 26% του σησαμιού του κόσμου, με τη Σιέρα Λεόνε, το Σουδάν, τη Νιγηρία και την Ουγκάντα να είναι βασικοί παραγωγοί. Η Λατινική Αμερική αυξάνει το 4% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής (Abou-Gharbia et al., 2000). Το σουσάμι διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διατροφή των ανθρώπων, στις φαρμακευτικές, βιομηχανικές και γεωργικές χρήσεις. Ο σπόρος του σουσαμιού έχει πολλές μαγειρικές εφαρμογές σε πολλά προϊόντα αρτοποιίας και για την παραγωγή πετρελαίου (ακατέργαστη ή ψημένη). Το



ποικιλίες και η ωριμότητα των φυτών αντίστοιχα (Rahman et al., 2007). **Εικόνα 2.1.2**  
Σπόροι σησαμιού



Πηγή: (Rahman et al., 2007).

## **2.2 Γενετική Ποιότητα του Σησαμιού**

Το σουσάμι πιστεύεται ότι προέρχεται από την Ινδία όπου διατίθεται μέγιστη ποικιλία σε γενετικούς πόρους. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία στο σησαμέλαιο για τα διαφορετικά επιθυμητά χαρακτηριστικά όπως το ύψος των φυτών, το σχήμα των διακλαδώσεων, το σχήμα των φύλλων, ο αριθμός των καψουλών ανά αυτί, ο αριθμός των σπόρων ανά κάψουλα, το βάρος των σπόρων, το περιεχόμενο σε έλαιο, το χρώμα των σπόρων, ασθένειες κλπ. Τα δείγματα σουσαμιών από διάφορες αγρό-οικολογικές ζώνες της Ινδίας μελετήθηκαν από τους Bhat et al. χρησιμοποιώντας τυχαία ενισχυμένη τεχνική πολυμορφικής δεοξυριβονουκλεϊνικού οξέος. Τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλό επίπεδο γενετικής ποικιλότητας, που έδειξε τη γέννηση της καλλιέργειας (Bhat KV, 1999). Το Ρατζαστάν και οι βορειοανατολικές χώρες έδειξαν τη μέγιστη γενετική ποικιλότητα. Η εκμετάλλευση της διαθέσιμης ποικιλίας σουσάμι



από αυτές τις περιοχές θα επέτρεπε τη βελτίωση της παραγωγικότητας των υπαρχουσών σουσάμι ποικιλιών.

Μεγάλες συλλογές σουσαμιού είναι παρούσες στην National Gene Bank στο NBPGR, Νέο Δελχί με 9630 προσθήκες αποθηκευμένες για μακροχρόνια διατήρηση στους  $-20^{\circ}\text{C}$  στα ψυχρά δομοστοιχεία και 255 είδη *Sesamum* που διατηρούνται σε cryobank (NBPGR data, 2013, [www.nbpgr.ernet.in](http://www.nbpgr.ernet.in)). Το σπερματικό βλαστικό πλαστικό περιλαμβάνει τα άγρια είδη, τα αγροκτήματα και τις βελτιωμένες ποικιλίες και τις προηγμένες σειρές αναπαραγωγής. Ωστόσο, η παρουσία μεγάλου αριθμού μη χαρακτηρισμένων προσχωρήσεων είναι ένας περιορισμός στην αποτελεσματική χρήση της γενετικής ποικιλότητας. Ο χαρακτηρισμός, η τεκμηρίωση και η διατήρηση του σπερματικού γενετικού πλασμιδίου για τους θρεπτικούς παράγοντες μαζί με άλλα χαρακτηριστικά ενδιαφέροντος είναι ουσιαστικής σημασίας για την αποτελεσματική διατήρηση και αξιοποίηση των σουσαμιών γενετικών πόρων.

## 2.3 Παραγωγή

### Καλλιέργεια

Οι ποικιλίες σουσάμι έχουν προσαρμοστεί σε πολλούς τύπους εδάφους. Οι καλλιέργειες υψηλής απόδοσης ευδοκούν καλύτερα σε καλά στραγγιζόμενα, γόνιμα εδάφη μέσης υφής και ουδέτερου pH. Ωστόσο, έχουν χαμηλή ανοχή σε εδάφη με υψηλές συνθήκες αλατιού και υδατοδεξαμενής. Οι καλλιέργειες σουσαμιού για εμπορικούς σκοπούς απαιτούν 90 έως 120 ημέρες χωρίς παγετό. Οι θερμές συνθήκες άνω των  $23^{\circ}\text{C}$  ( $73^{\circ}\text{F}$ ) ευνοούν την ανάπτυξη και τις αποδόσεις. Ενώ οι καλλιέργειες σουσαμιού μπορούν να αναπτυχθούν σε φτωχά εδάφη, οι καλύτερες αποδόσεις προέρχονται από κατάλληλα γονιμοποιημένα αγροκτήματα **εικόνα 1.3.1** (TJAI, 2002).

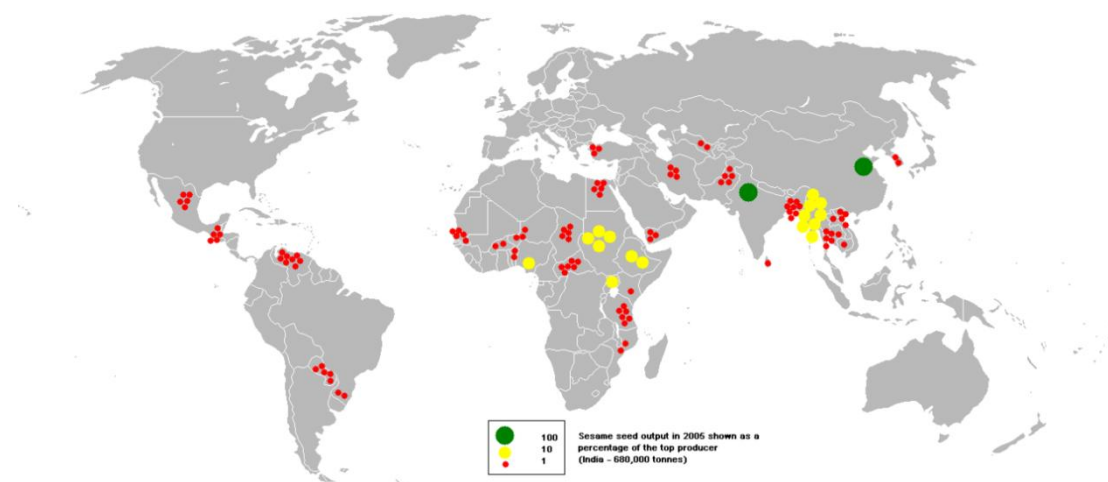
Η έναρξη της ανθοφορίας είναι ευαίσθητη στην φωτοπερίοδο και στην ποικιλία σουσάμι. Η φωτοπερίοδος επηρεάζει επίσης την περιεκτικότητα σε έλαιο στους σπόρους σησαμιού. Η αυξημένη φωτοπερίοδος αυξάνει την περιεκτικότητα σε έλαιο.

Η περιεκτικότητα σε έλαιο του σπόρου είναι αντιστρόφως ανάλογη της περιεκτικότητάς του σε πρωτεΐνες.

Το σουσάμι είναι ανεκτικό σε ξηρασία, εν μέρει λόγω του εκτεταμένου ριζικού συστήματος. Ωστόσο, απαιτεί επαρκή υγρασία για τη βλάστηση και την πρώιμη ανάπτυξη. Ενώ η σοδειά επιζητεί ξηρασία, η παρουσία περίσσειας νερού, φέρει σημαντικά χαμηλότερες αποδοσεις σε αμφότερες τις συνθήκες. Τα επίπεδα υγρασίας πριν από τη φύτευση και την επίπτωση της ανθοφορίας αποφέρουν τα περισσότερα.

Οι περισσότερες εμπορικές ποικιλίες σουσαμιού είναι δυσανεκτικές στην καταγραφή του νερού. Οι αργές βροχοπτώσεις στη διάρκεια της σεζόν παρατείνουν την ανάπτυξη του φυτού και αυξάνουν την απώλεια του σπόρου καταστρέφοντας και διασκορπίζοντας τον. Ο άνεμος μπορεί επίσης να προκαλέσει θρυμματισμό κατά τη συγκομιδή (TJAI, 2002).

**Εικόνα 2.3.1** Χάρτης καλλιέργειας σησαμιού.



Οι αποδόσεις σουσαμιού ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με το αναπτυσσόμενο περιβάλλον, τις πολιτιστικές πρακτικές και την ποικιλία. Οι παγκόσμιες αποδόσεις ήταν κατά μέσο όρο περίπου 340 κιλά ανά εκτάριο το 1986. Ωστόσο, οι αποδόσεις που φθάνουν 2.250 kg / ha έχουν ληφθεί σε δοκιμαστικές παρατηρήσεις στο Τέξας (Brigham 1985). Ένας σημαντικός παράγοντας που συμβάλλει στις χαμηλές αποδόσεις στο σουσάμι είναι ότι οι κάψουλες σπόρων καταστρέφονται προκαλώντας απώλεια μεγάλων ποσοτήτων σπόρων, ιδιαίτερα όταν η καλλιέργεια συλλέγεται

μηχανικά. Η Sesaco Corporation στην Yuma, Αριζόνα, έχει αναπτύξει ημι-ανεπιθύμητη εμπορική ποικιλία με αποδόσεις που κυμαίνονται από 600-1600 kg / ha (Brigham 1987).

Μια ομάδα εμπειρογνομόνων για το σουσάμι συναντήθηκε πρόσφατα στη Βιέννη υπό την αιγίδα του FAO και συνοψίζει τους στόχους αναπαραγωγής φυτών για τη βελτίωση του σουσαμιού (Ashri 1987). Αυτές περιλαμβάνουν βελτιωμένη κατακράτηση σπόρου στην κάψουλα, αυξημένη περιεκτικότητα σε έλαιο, ομοιόμορφη ωριμότητα και αντίσταση σε ασθένειες.

Έχει πραγματοποιηθεί σημαντική εργασία μετάλλαξης και αναπαραγωγής φυτών σε πολλά εργαστήρια σε ολόκληρο τον κόσμο. Η αναπαραγωγή των μεταλλαγμάτων ήταν επιτυχής στην παραγωγή γενικών γραμμών με τη συγκεκριμένη συνήθεια. Ο συνδυασμός του χαρακτηριστικού υψηλής απόδοσης με το χαρακτηριστικό ημι-αδιάκλησης μπορεί να αποδειχθεί πλεονεκτικό για την ανάπτυξη μιας καλλιέργειας σουσάμι που έχει συγκομιστεί με μηχανή.

Μία πρόιμη γραμμή ωρίμανσης με 3 κάψουλες σπόρων ανά μασχάλη επιλέχθηκε από έναν σύνθετο πληθυσμό στην Καλιφόρνια (Paul Brookhouzen, προσωπική επικοινωνία). Οι προκαταρκτικές δοκιμές σε ένα φυτώριο πεδίου στη Μινεσότα έδειξαν ενθαρρυντικές αποδόσεις, δείχνοντας έτσι τη δυνατότητα επιλογής των γραμμών που είναι κατάλληλες για μια σύντομη καλλιεργητική περίοδο.

## **2.4 Ποικιλότητα**

Το σουσάμι έχει ένα ευρύ φάσμα προσαρμογής και έχει αναπτυχθεί ένας εξαιρετικά μεγάλος αριθμός ποικιλιών που ταιριάζουν σε ποικίλες γεωργοκλιματικές συνθήκες. Αυτές οι ποικιλίες περιλαμβάνουν ορισμένες που είναι ευρέως προσαρμοσμένες και άλλες είναι τοποθεσίες και ειδικές εποχές (Duhoon SS, 2002). Το φάσμα ποικιλιακής ποικιλότητας αντιπροσωπεύεται από διάφορες αγροοικολογικές περιοχές που κατανέμονται ως - Ανατολή: Bihar-B-67, Krishna. Δυτική Βεγγάλη - B-67, Ράμα. Δύση: Gujarat-Gujarat til I, Purva; Βόρεια: Haryana - RT-46; Punjab-Punjab til, TC-289, TC-25, RT-46. Βορειοανατολικά: Assam - Madhavi, Gauri; Άντρα Πραντές - Γκάρι, Μαντάβι, Ρατζεσβάρι. Karnataka- E-8, OO-1; Κεράλα - Thilothama; Κεντρική

- Madhya Pradesh - JT-7, TKG-22; Ουτάρ Πραντές - CST (2001) 1, T-12. Η πλούσια ποικιλότητα υπάρχει σε άγρια είδη στην αφρικανική ήπειρο (Bhat KV, 1999). Στην Ινδία εμφανίζονται περίπου πέντε είδη και το ινδικό υλικό περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο το *Sesamum malabaricum*, το *Sesamum radiatum*, το *Sesamum alatum*, το *Sesamum laciniatum* και το *Sesamum prostratum*. Το *Sesamum indicum* είναι το μόνο καλλιεργούμενο είδος που αντιπροσωπεύει το σησαμέλαιο.

## 2.5 Νέες Προσεγγίσεις

Υπάρχουν πολλές ευκαιρίες τώρα για τη βελτίωση του σουσαμιού ως αποτέλεσμα των πρόσφατων εξελίξεων στην καλλιέργεια φυτικών ιστών και τη γενική χειραγώγηση των καλλιεργούμενων φυτών. Τα φυτά του σουσαμιού μπορούν να αναγεννηθούν από βλαστάρια μελισσώματα και υποκοτυλικά τμήματα και να αναπτυχθούν έως την ωριμότητά τους σε λιγότερο από τέσσερις μήνες. Παρόμοιες αναφορές επιτυχούς αναγέννησης φυτών από υποκοτυλικά τμήματα έχουν πρόσφατα δημοσιευθεί (George et al., 1987). Αυτό παρέχει μια ευκαιρία για γενικό μετασχηματισμό χρησιμοποιώντας *Agrobacterium* ως φορέα.

Τα αιμοφόρα αγγεία που έχουν αναγεννηθεί μέσω οργανογένεσης από τα κορυφαία μεριστάμια και τα υποκοτυλικά τμήματα περιλαμβάνουν μικρή ή μηδενική παραγωγή φύλλου και η μεταβλητότητα των απογόνων αναγεννημένων φυτών αναμένεται να είναι ελάχιστη. Τριάντα εννέα σπόροι από 12 αναγεννημένα φυτά φυτεύτηκαν στο θερμοκήπιο. Οι σπόροι από αυτά τα φυτά δεύτερης γενεάς αναλύθηκαν και δεν παρουσίασαν σημαντική μεταβολή στη σύνθεση λιπαρών οξέων.

Οι μέθοδοι καλλιέργειας ιστών που περιλαμβάνουν φάση κάλους ή αναγέννηση μέσω σωματικής εμβρυογένεσης είναι γνωστό ότι παράγουν σταθερές παραλλαγές (Armstrong and Phillips 1988). Έχουμε καταφέρει με επιτυχία σωματικά έμβρυα απευθείας από την επιφάνεια των ζυγωτικών εμβρύων του σουσαμιού σε καλλιέργεια. Η επαγωγή σωματικών εμβρύων σε έξι ποικιλίες («Aceitera», «Agawaca», «Turen», «Piritu», «Maporal» και «Inamar») κυμαίνεται από 50 έως 100%. Ένας μεγάλος αριθμός φυτών μπορεί να αναγεννηθεί χρησιμοποιώντας ένα τέτοιο σύστημα (Σχήμα 1B). Μέχρι σήμερα έχουν αναγεννηθεί πάνω από 500 φυτά

των πέντε γονότυπων σησαμιού. Οι απόγονοί τους θα υποβληθούν σε διαλογή για τη μεταβολή των χαρακτηριστικών όπως η ανάπτυξη των δενδρυλλίων, η σφριγηλότητα, το πάχος του πλακούντα, η απόσπαση της κάψουλας, το μέγεθος του σπόρου, η ηρεμία των σπόρων, η απόδοση, η περιεκτικότητα σε έλαιο και η ποιότητα του ελαίου.

Οι καλλιέργειες κάλων που προέρχονται από κοτυληδόνες και υποκοτυλικά τμήματα προκλήθηκαν για να παράγουν έμβρυα, αν και οι συχνότητες επαγωγής ήταν χαμηλές. Τα μακροχρόνια συστήματα καλλιέργειας τύλου θα ήταν χρήσιμα για μελέτες *in vitro* επιλογής που περιλαμβάνουν εκλεκτικούς παράγοντες όπως παθογόνες μυκητικές τοξίνες, ζιζανιοκτόνα και ανόργανα στοιχεία .

Για να ενισχυθεί περαιτέρω η μεταβλητότητα που επάγεται στην ιστοκαλλιέργεια, καλλιέργειες εμβρυογόνου σισάμης υποβλήθηκαν επίσης σε *in vitro* μεταλλαξιογένεση κατά την επαγωγή καλλιέργειας. Αρκετά φυτά που αναγεννήθηκαν από αυτές τις καλλιέργειες έδειξαν μορφολογικές παραλλαγές όπως ο εμβολιασμός των στελεχών και οι διαφορές στη σφριγηλότητα και τη διακλάδωση. Ο σπόρος των απογόνων θα υποβληθεί σε περαιτέρω αξιολόγηση πεδίου και βιοχημική ανάλυση.

Οι μέθοδοι καλλιέργειας ιστών μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να διευκολύνουν ευρείες διασταυρώσεις χρησιμοποιώντας τεχνικές καλλιέργειας εμβρύων. Παρόλο που επιχειρήθηκαν συμβατικοί υβριδικοί σταυροί μεταξύ καλλιεργημένου σουσαμιού και άγριων συγγενών του (Nayar και Mehra 1970), στις περισσότερες περιπτώσεις τα υβρίδια ήταν δύσκολο να παραχθούν. Σε προκαταρκτικές μελέτες, καλλιεργήσαμε ζυγωτικά έμβρυα σε διάφορα αναπτυξιακά στάδια και τα φυτά αναγεννήθηκαν από έμβρυα που ελήφθησαν 15 ημέρες μετά την γονιμοποίηση. Παρόμοιες μέθοδοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την αναγέννηση φυτών από έμβρυα που παράγονται από ευρείες υβριδικές διασταυρώσεις.

## **2.6 Συστατικά Σησαμιού**

Οι σπόροι του σουσαμιού έχουν πολλά αποτελέσματα που προάγουν την υγεία, μερικά από τα οποία έχουν αποδοθεί σε μια ομάδα ενώσεων που ονομάζονται λιγνάνες (σησαμίνη, σησαμολίνη, σησαμινόλη και σεσαμολινόλη). Ο σπόρος του σουσαμιού περιέχει επίσης αγγλιόνες λιγνάνης σε έλαιο και γλυκοσίδες λιγνάνης. Ο σπόρος του σουσαμιού είναι πλούσιος σε έλαιο, περιέχει υψηλές ποσότητες ακόρεστων λιπαρών οξέων (83-90%), κυρίως λιγνολαϊκό οξύ (37-47%), ελαϊκό οξύ (35-43%), παλμιτικό (9-11%) και στεατικό οξύ (5-10%) με ίχνη λινολενικού οξέος (Kamal-Eldin A, 1992). Οι σπόροι είναι πλούσια πηγή αντιοξειδωτικών και βιοδραστικών ενώσεων, συμπεριλαμβανομένων φαινολικών, φυτοστερολών, φυτικών, PUFA και πεπτιδίων βραχείας αλυσίδας. Το σουσάμι είναι μια πλούσια πηγή πρωτεϊνών, υδατανθράκων και ανόργανων θρεπτικών ουσιών. Το σουσάμι έχει ιδιαίτερη σημασία για την ανθρώπινη διατροφή λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε θειικά αμινοξέα και φυτοστερόλες (El-Adawy TA, 2000). Οι αντιοξειδωτικοί παράγοντες (η σησαμίνη, η σεσαμολίνη, η σησαμόλη, οι γλυκοζυλιωμένες μορφές τους, οι σεσμεινολικές γλυκοσίδες και η τοκοφερόλη) καθιστούν το έλαιο πολύ σταθερό και συνεπώς έχει μακρά διάρκεια ζωής (Chung CH, 2004, Sujia KP, 2004). Μεταξύ των βιταμινών στο σουσάμι, η παρουσία βιταμίνης E είναι πολύ ενδιαφέρουσα σε σχέση με την αποτελεσματικότητα των σπόρων σουσαμιού ως τρόφιμα για την υγεία.

## **2.7 Αντιοξειδωτικές Ιδιότητες Σησαμιού**

Τα τρόφιμα φυτικής προέλευσης είναι γνωστό ότι παρέχουν ένα σύνθετο μίγμα φυσικών ουσιών με αντιοξειδωτικά αποτελέσματα. Αυτή η αντιοξειδωτική δράση φαίνεται να σχετίζεται στενά με την πρόληψη εκφυλιστικών ασθενειών όπως ο καρκίνος, οι καρδιαγγειακές παθήσεις, η αθηροσκλήρωση και η διαδικασία γήρανσης. Οι σπόροι σησαμιού περιέχουν μια ομάδα ενώσεων φαινυλοπροπανοειδούς, δηλαδή λιγνάνες, ένα έμφυτο μη ενζυματικό αντιοξειδωτικό αμυντικό μηχανισμό έναντι αντιδραστικών ειδών οξυγόνου που παίζουν ζωτικό ρόλο στην προαγωγή της υγείας. Οι λιγνάνες σουσαμιού έχουν διάφορες φαρμακολογικές ιδιότητες, π.χ. αντιοξειδωτική δράση, (Sujia KP, 2004) αντιπολλαπλασιαστική δραστηριότητα (Yokota T, 2007) και είναι υπεύθυνες για την ενίσχυση της αντιοξειδωτικής δράσης της βιταμίνης E σε συστήματα υπεροξειδάσης λιπιδίων, (Ghafoorunissa, Hemalatha S, 2004) μειώνουν τα επίπεδα χοληστερόλης, (Visavadiya

NP,2008) αυξάνουν τα ενζύμα οξειδωσης των ηπατικών λιπαρών οξέων (Ashakumary L,1999) και εμφάνιζουν αντιυπερτασική δράση (Lee CC, 2004, Nakano D, 2008). Εκτός από τις σισαμιούχες λιγνάρες, οι σπόροι σησαμιού και το έλαιο περιέχουν επίσης άλλες σημαντικές βιολογικά ενεργές ενώσεις όπως η βιταμίνη E (ομόλογα τοκοφερόλης), ειδικά γ-τοκοφερόλη (Williamson KS, 2008, Hemalatha S, 2004).

## **2.8 Οφέλη για την Υγεία**

Οι σπόροι και το έλαιο του σουσάμι διαθέτουν τεράστιες φαρμακευτικές εφαρμογές και έχουν διαδραματίσει εξέχοντα ρόλο στα κινεζικά και ινδικά συστήματα ιατρικής. Το σησαμέλαιο έχει αποτελέσματα επούλωσης με καύση, (Ang ES, 2001) όταν τρίβεται στο δέρμα καταπραΰνει ένα μικρό έγκαυμα ή ηλιακό έγκαυμα, καθώς επίσης βοηθά στη διαδικασία επούλωσης. Το σησαμέλαιο είναι ιδανικό για το λάδι μασάζ λόγω των εξαιρετικών μαλακτικών ιδιοτήτων του. Όταν εφαρμόζεται τοπικά, βοηθά στη θεραπεία των χρόνιων παθήσεων του δέρματος. Στην Ινδία, έχει χρησιμοποιηθεί ως αντιβακτηριακό στοματικό διάλυμα, για την ανακούφιση του άγχους και της αϋπνίας και για τη θεραπεία της θολής όρασης, της ζάλης και της κεφαλαλγίας (Annussek G, 2001). Το σησαμέλαιο είναι φυσικά αντιβακτηριακό για κοινά παθογόνα του δέρματος όπως ο Staphylococcus και ο Streptococcus καθώς επίσης και για τους κοινούς μύκητες του δέρματος όπως ο μύκητας του ποδιού του αθλητή.

## **2.9 Παραδοσιακές Χρήσεις**

Από τα αρχαία χρόνια, το σουσάμι χρησιμοποιούνται για παραδοσιακούς σκοπούς. Οι σουσάμι χρησιμοποιούνται στον ινδουιστικό πολιτισμό ως «σύμβολο της αθανασίας» και το λάδι του χρησιμοποιείται ευρέως σε προσευχές και τελετουργίες που εκτελούνται κατά τη διάρκεια του θανάτου ενός ατόμου. «Βούτυρο της Μέσης Ανατολής», το ταχίνι, μια ομαλή, κρεμώδης πάστα που αποτελείται από φρυγμένους σπόρους σουσάμι, είναι ένα παραδοσιακό συστατικό στη μαγειρική της Μέσης Ανατολής. Ένα μέρος του θρεπτικού κέικ σπόρου χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή, ενώ το υπόλοιπο είναι αλεσμένο σε αλεύρι σουσαμιού και προστίθεται σε υγιεινά τρόφιμα (Bedigian D, 2011). Η νότια ινδική κουζίνα εξαρτάται από το σησαμέλαιο για το μαγείρεμα ενώ στην Κίνα ήταν το μόνο μαγειρικό λάδι μέχρι πρόσφατα. Οι σπόροι

σησαμιού ωφελούν το σώμα ως σύνολο, ιδιαίτερα το ήπαρ, τους νεφρούς, τον σπλήνα και το στομάχι. Η υψηλή περιεκτικότητά του σε έλαιο όχι μόνο λιπαίνει τα έντερα αλλά τρέφει όλα τα εσωτερικά σπλάχνα. Είναι επίσης γνωστό ότι μαυρίζει τα μαλλιά, ειδικά το μαύρο σουσάμι. Ως εκ τούτου, εφαρμόζεται σε λευκά μαλλιά, συνηθισμένη δυσκοιλιότητα και ανεπαρκή γαλουχία. Το σησαμέλαιο είναι επίσης χρήσιμο για τη θεραπεία εντερικών σκωλήκων όπως ασκάρι, ταινία κ.λπ.

## **2.10 Σησαμικές Βιομηχανικές Χρήσεις**

Διάφορες βιομηχανικές χρήσεις έχουν εντοπιστεί για το σησάμι. Οι Αφρικανοί χρησιμοποιούν λουλούδια σουσάμι για την παρασκευή αρωμάτων και κολόνιας (The nut factory, 1999). Το μυριστικό οξύ χρησιμοποιείται ως συστατικό των καλλυντικών. Η σησαμίνη έχει βακτηριοκτόνες και εντομοκτόνες δραστηριότητες (Beckstrom-Sternberg SM, 1994) και επίσης δρα ως αντιοξειδωτικό, το οποίο μπορεί να εμποδίσει την απορρόφηση και την παραγωγή χοληστερόλης στο ήπαρ (Home cooking, 1998). Χρησιμοποιείται ως συνεργάτης για τα εντομοκτόνα πυρεθρούς (Simon JE, 1984). Το σησαμέλαιο χρησιμοποιείται ως διαλύτης, ελαιώδες όχημα για φάρμακα και μαλακτικό δέρματος, επίσης στην κατασκευή μαργαρίνης και σαπουνιού. Το σησαμέλαιο χρησιμοποιείται στην παραγωγή μαργαρίνης, σαπουνιού, φαρμάκων, χρωμάτων και λιπαντικών (Morris J.B, 2002). Η χλωροσεμπόνη που λαμβάνεται από τις ρίζες του σουσαμιού έχει αντιμυκητιακή δράση (Hasan AF, 2000). Η παραγωγή βιοντίζελ από σησαμέλαιο έχει αναφερθεί από τους Ahmad et al. (Ahmad M, 2010) με την μετεστεροποίησή της με μεθανόλη παρουσία NaOH ως καταλύτη. Επίσης, διερεύνησαν ότι οι περιβαλλοντικές επιδόσεις του βιοντίζελ σουσάμι ήταν ανώτερη από εκείνη του πετρελαίου ντίζελ. Η μελέτη αυτή υποστηρίζει την παραγωγή βιοντίζελ από σησαμέλαιο ως βιώσιμη εναλλακτική λύση στο ντίζελ.

## **2.11 Διατροφικές Χρήσεις**

Υπάρχουν πολλά τρόφιμα στα οποία το σουσάμι είναι ένα συστατικό. Οι Ευρωπαίοι το χρησιμοποιούν μερικές φορές ως υποκατάστατο του ελαιόλαδου. Το σησαμέλαιο είναι ένα εξαιρετικό λάδι σαλάτας και χρησιμοποιείται από τους Ιάπωνες για το μαγείρεμα των ψαριών (The Nut Factory 1999). Οι σπόροι του σουσαμιού Aqua υποβάλλονται σε ειδική διαδικασία θήρας η οποία παράγει ένα καθαρό λευκό σπόρο.



Αυτοί οι σπόροι στη συνέχεια διπλά πλένονται, ξηραίνονται και χρησιμοποιούνται σε κουλουράκια και χάμπουργκερ. Αυτή η ειδική διαδικασία επιτρέπει στον σπόρο να κολλήσει στο κουλούρι διατηρώντας ένα λευκό χρώμα μετά το ψήσιμο. Περίπου το ένα τρίτο της εισαγόμενης καλλιέργειας από το Μεξικό αγοράζεται από την McDonalds για το σουσάμι τους (The Nut Factory 1999). Οι σπόροι χρησιμοποιούνται επίσης στο ψωμί και στη συνέχεια καταναλώνονται στη Σικελία. Ο σπόρος του σουσαμιού είναι πολύ γευστικός όταν ο σπόρος ψήνεται. Το ψωμί, τα μπισκότα, η σοκολάτα και το παγωτό είναι ιδανικά προϊόντα για φρυγμένους φυσικούς σπόρους σησαμιού. Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται σπόροι σε κέικ, ενώ στην Αφρική αποτελούν το κύριο συστατικό σούπας. Ο μηχανικά σπασμένος σπόρος από σουσάμι εμπλουτίζει τα είδη αρτοποιείου και τις καραμέλες και συνιστά επίσης τη βάση για το κρεμώδες, υγιεινό γλυκό το ταχίνι. Το ταχίνι είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες και είναι πολύ καλή πηγή ενέργειας. Το αλεύρι σουσαμιού είναι βρώσιμο, κρεμώδες και είναι μια ανοιχτή καφέ σκόνη από σουσάμι. Το αλεύρι σουσαμιού έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, υψηλά επίπεδα μεθειονίνης και τρυπτοφάνης και 10% έως 12% σησαμέλαιο (Dipasa). Οι σπόροι του σουσαμιού περιέχουν τρεις φορές περισσότερο ασβέστιο από ό, τι ένα συγκρίσιμο μέτρο γάλακτος (Home Cooking 1998). Το εκλεπτυσμένο σησαμέλαιο είναι ένα λεπτό έλαιο, λόγω των αντιοξειδωτικών του ιδιοτήτων που επιτρέπουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και βελτιώνοντας τη γεύση και για χρήση στη βιομηχανία τροφίμων. Το φρυγμένο σησαμέλαιο αντιστέκεται στην τάγγιση λόγω των αντιοξειδωτικών που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια του ψησίματος των σπόρων και η ιδιαίτερη γεύση σουσαμιού που έχει φρυγανισθεί βελτιώνει τη γεύση των τηγανισμένων προϊόντων. Οι αφρικανικές χώρες χρησιμοποιούν τους σπόρους ως μπαχαρικό, και ως λάδι, τηγανίζοντας λαχανικά και κρέας, τρώγοντας ωμά ή τηγανητά και χρησιμοποιούνται σε γλυκά όπως καραμέλες και ψήσιμο. Τα μυστικά μέσου σουσαμιού παρασκευάζονται συνδυάζοντας σπόρους σουσαμιού με μέλι από λουλούδι κάκτων στο Μεξικό (Dipasa). Πρόσθετα προϊόντα που πωλούνται σε αμερικανικά παντοπωλεία και καταστήματα υγιεινής διατροφής με σουσάμι ως συστατικό περιλαμβάνουν σουσάμι κέικ, μέλι φουσκωμένα kashi επτά ολικής αλέσεως δημητριακά και σουσάμι, σπασμένα μπριζόλες σησαμιού, σπόρους σησάμι χωρίς σπόρους και καραμέλα σουσαμιού σπόρου. Πολλές συνταγές περιέχουν σπόρους σησαμιού ως συστατικό όπως βλαστοί σησαμιού, σπέρματα σησαμιού, μανταρίνι και σουσάμι, μπισκότα σουσαμιού σπόρου, χούμους, σουσάμι σέσκουλα, σουσάμι

granola, σουσάμι μπρόκολο σως, σάλτσα σουσάμι, τζίντζερ κοτόπουλο σουσάμι, σουσάμι σάλτσα σπόρων και σουσάμι πράσινα φασόλια (Home Cooking 1998). Το σουσάμι αλεύρι είναι εξαιρετική τροφή για πουλερικά και ζώα (Orplinger et al., 1990).

Διάφορες βιομηχανικές χρήσεις έχουν εντοπιστεί στο σησάμι. Οι Αφρικανοί χρησιμοποίησαν το σησάμι για την παρασκευή αρωμάτων (το εργοστάσιο The Nut 1999) και η Κολωνία έχει γίνει από λουλούδια σουσάμι. Το μυριστικό οξύ (C14: 0) χρησιμοποιείται ως συστατικό των καλλυντικών. Το σουσάμι έχει βακτηριοκτόνες και εντομοκτόνες δραστικές ιδιότητες καθώς και αντιοξειδωτικό που μπορεί να εμποδίσει την απορρόφηση της χοληστερόλης και την παραγωγή χοληστερόλης στο ήπαρ (Home Cooking 1998). Το Sesamolin έχει επίσης εντομοκτόνες ιδιότητες (Beckstrom-Sternberg και Duke 1994) και χρησιμοποιείται ως συνεργιστικό για εντομοκτόνα πυρεθρούν (Simon et al., 1984). Το σησαμέλαιο χρησιμοποιείται ως διαλύτης, για φάρμακα, αποσκληρυντικό του δέρματος και χρησιμοποιείται στην παρασκευή μαργαρίνης και σαπουνιού (Dark 1998). Η χλωροεσόνη που λαμβάνεται από τις ρίζες σησαμιού έχει αντιμυκητιακή δραστηριότητα (Begum et al., 2000).

## **2.12 Οι Ευεργετικές Ιδιότητες του Σησαμιού**

Το σησαμέλαιο είναι ένα αρωματισμένο έλαιο υψηλής θρεπτικής αξίας που περιέχει, μεταξύ άλλων σημαντικών θρεπτικών συστατικών, ισχυρές αντιοξειδωτικές ουσίες. Τα πλέον μελετημένα αντιοξειδωτικά στο σησαμέλαιο (σεσαμίνη και σεσαμόλη), εκτός από την αντιοξειδωτική τους δράση, έχουν προταθεί να έχουν ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία, όπως μείωση των συγκεντρώσεων λιπαρών οξέων στο ήπαρ και τον ορό και μείωση των επιπέδων χοληστερόλης στον ορό<sup>1</sup>. Επιπλέον, το σησαμέλαιο μπορεί ακόμη και να έχει αντικαρκινικές και αντιυπερτασικές ιδιότητες (Namiki M.2007, Shimizu S, 1991) .

Παρά τις διάφορες μελέτες σε αρουραίους (Nakano D, 2003, Nakano D,2002) μόνο τρεις μελέτες σε ανθρώπους έχουν διερευνήσει τις πιθανές επιδράσεις της καθημερινής κατανάλωσης σησαμιού σε συνθήκες που σχετίζονται με καρδιαγγειακές παθήσεις, υπέρταση, οξειδωτικό στρες, λιπιδικό προφίλ και φλεγμονώδεις δείκτες (Sankar D, 2006, Sankar D, 2005). Αυτές οι μελέτες υποδεικνύουν ότι η υποκατάσταση του σησαμελαίου (~ 35 γραμμάρια σησαμέλαιο

καθημερινά) για ένα άλλο βρώσιμο έλαιο επί 45 ημέρες μειώνει σημαντικά την αρτηριακή πίεση αίματος σε υπερτασικά άτομα. Τα αποτελέσματα από τις προαναφερθείσες μελέτες των Sankar et al. και από παρόμοιες μελέτες σε αρουραίους υποδηλώνουν ότι το σησαμέλαιο μειώνει το οξειδωτικό στρες και την ενδοθηλίνη 1 (ET1), η οποία προκαλεί αγγειοσυστολή και αυξάνει το νιτρικό οξείδιο (NO), το βασικό αγγειοδιασταλτικό που προέρχεται από το ενδοθήλιο (Lee CC, 2004).

Αν και αυτά τα δεδομένα υποδηλώνουν ευνοϊκή επίδραση της κατανάλωσης σησαμιού για ενδοθηλιακή λειτουργία, αυτό δεν έχει ποτέ διερευνηθεί άμεσα στον άνθρωπο. Είναι δυνατόν, αν και δεν έχει εξεταστεί ακόμη, ότι το σησαμέλαιο μπορεί να επηρεάσει το ενδοθηλιακό εξαρτώμενο FMD, το οποίο κυρίως προκαλείται από την απελευθέρωση NO και επιπλέον έναν προγνωστικό παράγοντα για μελλοντικά καρδιαγγειακά συμβάντα (Cohn JN, 2004, Mancini GB, 2004). Ταυτοχρόνως, δεν υπάρχουν σχεδόν δεδομένα που να αξιολογούν τον πιθανό μηχανισμό πίσω από τη διαμόρφωση NO από το σησαμέλαιο, δηλαδή την επαγωγή της NO συνθάσης ή την αναστολή των αναστολέων NO όπως η ασύμμετρη διμεθυλαργινίνη (ADMA) (Boger RH, 2009). Τέλος, η επίδραση της κατανάλωσης σησαμιού σε άλλες ιδιότητες του ενδοθηλίου, όπως η καταστολή της ενδοθηλιακής ενεργοποίησης, δεν έχει εξεταστεί (Chen YH, 2006).

Προηγούμενες μελέτες σε υπερτασικά και διαβητικά υπερτασικά (Sankar D, 2006, Sankar D, 2005) έδειξαν ότι η ημερήσια κατανάλωση για 45 ημέρες 35 g σησαμέλαιο βελτίωσε τα επίπεδα στο αίμα αρκετών ενζυματικών και μη ενζυματικών αντιοξειδωτικών όπως η υπεροξειδάση γλουταθειόνης και η καταλάση. Αν και δεν μετρήσαμε αυτά τα αντιοξειδωτικά στην παρούσα μελέτη, προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι η ενδοθηλιακή δυσλειτουργία συνήθως αποδίδεται στην αυξημένη οξειδωτική καταπόνηση (Matsuoka H, 2001) και η χορήγηση αντιοξειδωτικών ουσιών ως συμπληρωμάτων διατροφής ή μέσω τροφής και ποτού μπορεί να αντισταθμίσει αυτό το φαινόμενο (Karatzi K, 2009, Plantinga Y, 2007).

## 2.13 Φαρμακευτικές Ιδιότητες

Οι λιγνάρες σουσαμιού έχουν αντιοξειδωτικές και υγιεινές δραστηριότητες (Kato et al., 1998). Υψηλές ποσότητες τόσο σησαμίνης όσο και σησαμολίνης έχουν ταυτοποιηθεί στο σουσάμι (Sirato-Yasumoto et al., 2001). Και η σησαμίνη και η σεσαμολίνη αναφέρθηκαν ότι αυξάνουν τόσο το ρυθμό οξείδωσης του μιτοχονδριακού όσο και του υπεροξεισωματικού λιπαρού οξέος. Η κατανάλωση σουσαμιού φαίνεται να αυξάνει τη γ-τοκοφερόλη στο πλάσμα και την ενισχυμένη δραστικότητα βιταμίνης E που πιστεύεται ότι προλαμβάνει τον καρκίνο και την καρδιακή νόσο (Cooney et al., 2001). Η σησαμίνη παρέμεινε στο 90% του αρχικού επιπέδου μετά το ψήσιμο (Abe et al., 2001). Το Cephalin από σπόρους σησαμιού έχει αιμοστατική δράση και κυμαίνεται από 133.168 έως 233.856 ppm (Beckstrom-Sternberg et al., 1994a). Ιστορικά, οι ίνες χρησιμοποιούνται ως αντιδιαβητικοί, αντικαρκινικοί, προληπτικοί για τον καρκίνο, καρδιοπροστατευτικοί και καθαρτικοί. Οι ίνες κυμαίνονται από 27.100 ppm έως 67.000 ppm στους σπόρους με έως και 166.000 ppm στο φύλλο. (Beckstrom-Sternberg et al., 1994a). Ο σπόρος του σουσαμιού περιέχει λεκιθίνη που έχει αντιοξειδωτική και ηπατοπροστατευτική δράση και κυμαίνεται από 58 ppm έως 395 ppm (Beckstrom-Sternberg et al., 1994a). Η λεκιθίνη είναι επίσης πιθανό να είναι αποτελεσματική για τη μείωση της ηπατικής στεάτωσης σε ασθενείς με μακροχρόνια παρεντερική διατροφή και μια επιτυχημένη θεραπεία για δερματίτιδα και ξηρό δέρμα (Jellin et al., 2000).

Διάφορες φαρμακευτικές χρήσεις έχουν αναγνωριστεί από το σουσάμι. Το μυριστικό οξύ έχει επίσης ικανότητα πρόληψης του καρκίνου και βρίσκεται σε σπόρους σησαμιού που κυμαίνονται από 328 έως 1.728 ppm (Beckstrom-Sternberg et al., 1994a).

Το σησαμέλαιο είναι ένα φαρμακευτικό βοήθημα που χρησιμοποιείται ως διαλύτης για ενδομυϊκές ενέσεις και έχει θρεπτικές, διαβρωτικές και μαλακτικές ιδιότητες (Tyler et al., 1976) και έχει χρησιμοποιηθεί ως καθαρτικό (Dark 1998). Το πετρέλαιο χρησιμοποιήθηκε κατά τον 4ο αιώνα από τους Κινέζους ως φάρμακο για πονόδοντο και ασθένεια των ούλων. Το σησαμέλαιο είναι γνωστό ότι μειώνει τη χοληστερόλη λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε πολυακόρεστα λιπαρά του ελαίου. Άλλες χρήσεις περιλαμβάνουν τη θεραπεία της θολής όρασης, της ζάλης και των

πονοκεφάλων. Οι Ινδοί χρησιμοποίησαν το σησαμέλαιο ως αντιβακτηριακό στοματικό διάλυμα για να ανακουφίσει το άγχος και την αϋπνία (Annussek 2001). Μια πρόσφατη κλινική δοκιμή έδειξε ότι το σησαμέλαιο ήταν σημαντικά πιο αποτελεσματικό για τη θεραπεία της ξηρότητας του ρινικού βλεννογόνου λόγω ξηρού χειμωνιάτικου κλίματος από το ισοτονικό διάλυμα χλωριούχου νατρίου (Johnson et al., 2001). Επιπλέον, το σησαμέλαιο περιέχει μεγάλες ποσότητες λινολεϊκού άλατος σε μορφή τριγλυκεριδίων, οι οποίες αναστέλλουν επιλεκτικά την ανάπτυξη κακοήθων μελανωμάτων (Smith and Salerno 2001), (Beckstrom-Sternberg et al., 1994).

## **2.14 Αλλεργία**

Το σουσάμι και το σησαμέλαιο είναι ένα σοβαρό αλλεργιογόνο σε μερικούς ανθρώπους, συμπεριλαμβανομένων των βρεφών. Στην Αυστραλία, η εμφάνιση αλλεργίας στους σπόρους σησαμιού εκτιμάται ότι είναι 0,42% μεταξύ όλων των παιδιών, ενώ στο Ηνωμένο Βασίλειο, η αλλεργική αντίδραση βρέθηκε να επηρεάζει 0,04% των ενηλίκων. Η εμφάνιση αλλεργίας στο σουσάμι σε ασθενείς με κάποια μορφή τροφικής αλλεργίας βρέθηκε να είναι πολύ υψηλότερη από ό, τι στο γενικό πληθυσμό, κυμαινόμενη από 0,5% στην Ελβετία έως 8,5% στην Αυστραλία. Με άλλα λόγια, η αλλεργία στο σουσάμι επηρεάζει ένα μικρό ποσοστό του συνολικού ανθρώπινου πληθυσμού, αλλά είναι υψηλή σε άτομα που ήδη εμφανίζουν συμπτώματα αλλεργίας σε άλλα τρόφιμα (Dorothea Bedigian, 2010).

**Τα συμπτώματα αλλεργίας σπόρου σουσαμιού μπορούν να ταξινομηθούν σε:**

**Συστηματικές αντιδράσεις:** Παρουσιάζεται κυρίως αναφυλαξία (Bedigian, D, 2010) που χαρακτηρίζεται από συμπτώματα όπως κυψέλες (κνίδωση), πρήξιμο στα χείλη και στα βλέφαρα (αγγειοοίδημα) φτάρνισμα, ρινική φαγούρα, συμφόρηση, ρινόρροια, συριγμός, βήχας, σφίξιμο στο λαιμό, πόνος, απώλεια αισθήσεων, καταπληξία με πτώση της αρτηριακής πίεσης. Στις συστημικές αντιδράσεις μπορούν επίσης να συμπεριληφθούν σοβαρές αντιδράσεις όπως ζάλη, υπνηλία, ρίγη και κατάρρευση όπως έχει αναφερθεί σε ασθενείς μετά την κατάποση ενός μπιφτεκιού falafel.

**Άλλα συμπτώματα:** Ερυθρότητα προσώπου ή γενικευμένο ερύθημα, κνίδωση σε μικρότερα ή μεγαλύτερα μέρη του σώματος, πρήξιμο των βλεφάρων, στα χείλη ή σε άλλα μέρη του προσώπου, κνησμός των ματιών ή του δέρματος εν γένει. Τα αναπνευστικά συμπτώματα που παρατηρούνται περιλαμβάνουν πυρετό του αλόγου, άσθμα, βήχα, συριγμό ή δυσκολία στην αναπνοή. Γαστρεντερικά συμπτώματα: Κνησμός στο στόμα ή τη γλώσσα αμέσως μετά το μάσημα και την κατάποση (Σύνδρομο αλλεργίας στο στόμα) και κοιλιακό άλγος.

Οι ποσότητες έως και 100 mg σουσάμι ή αλεύρι και 3 ml πετρελαίου μπορούν να προκαλέσουν αλλεργικές αντιδράσεις σε σοβαρές περιπτώσεις αλλεργικών ατόμων στο σουσάμι. Οι περισσότεροι ασθενείς, ωστόσο, παρουσιάζουν αλλεργικές αντιδράσεις μετά την κατανάλωση 2-10 g σουσάμι ή αλεύρι. Η εμφάνιση των συμπτωμάτων μπορεί να συμβεί μέσα σε λίγα λεπτά έως 90 λεπτά μετά την κατάποση ενός προϊόντος σπόρου σησαμιού. Οι περισσότεροι ασθενείς είχαν άλλες αλλεργικές ασθένειες όπως άσθμα, αλλεργική ρινίτιδα και έκζεμα και οι περισσότεροι ασθενείς είχαν επίσης συγγενή με μια αλλεργική ασθένεια. Περισσότεροι από τα δύο τρίτα των ασθενών με αλλεργία στο σουσάμι είχαν επίσης αλλεργικές αντιδράσεις σε άλλα τρόφιμα (Bedigian, D, 2010).

Η διάδοση της αλλεργίας σε σουσάμι ποικίλλει ανά χώρα. Ενώ είναι ένα από τα τρία πιο συνηθισμένα αλλεργιογόνα στο Ισραήλ, (Milder, 2005) ο επιπολασμός αλλεργιών σε σουσάμι θεωρείται μικρός σε σχέση με άλλα αλλεργιογόνα στις Ηνωμένες Πολιτείες (D. Ray Langham, 2008). Ορισμένοι εμπειρογνώμονες θεωρούν ότι οι αλλεργίες σε σουσάμι έχουν «αυξηθεί περισσότερο από κάθε άλλο είδος τροφικής αλλεργίας τα τελευταία 10 έως 20 χρόνια» στις Ηνωμένες Πολιτείες (Gouveia Lde A, 2016). Αυτός ο αυξανόμενος επιπολασμός οδήγησε τον Καναδά να εκδώσει κανονισμούς που απαιτούν επισήμανση των τροφίμων για να σημειωθεί η παρουσία σησαμιού (Milder, 2005).

Εκτός από τα προϊόντα που παράγονται από το σουσάμι, όπως το ταχίνι και το σησαμέλαιο (Kuo PC, 2011), τα άτομα με αλλεργίες σε σουσάμι προειδοποιούνται να παραμείνουν μακριά από μια ευρεία ποικιλία επεξεργασμένων τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων των ψημένων προϊόντων, του tempheh και του γενικού "φυτικού ελαίου"(Kuo PC, 2011). Εκτός από τις πιθανές πηγές τροφίμων, τα άτομα

που έχουν αλλεργία στο σουσάμι δεν καταναλώνουν τρόφιμα που περιέχουν προϊόντα σησαμιού γιατί μπορεί επίσης να προκαλέσει αντίδραση, συμπεριλαμβανομένων αυτοκόλλητων επιδέσμων, καλλυντικών, προϊόντων περιποίησης μαλλιών, αρωμάτων, σαπουνιών και αντηλιακών, εντομοκτόνα, λιπαντικά, αλοιφές και τοπικά έλαια και τροφές για κατοικίδια ζώα (Kuo PC, 2011).

Τουλάχιστον μία μελέτη διαπίστωσε ότι "ο τυπικός έλεγχος του δέρματος και του αίματος για τροφικές αλλεργίες [δεν προβλέπει] αν ένα παιδί έχει πραγματική αλλεργία στο σουσάμι." (Aaropon, D. 2008, Ben-Shoshan M, 2010). Σε αυτή την περίπτωση, μια πρόκληση για τρόφιμα υπό την καθοδήγηση ενός γιατρού μπορεί να είναι που απαιτούνται για τη σωστή διάγνωση μιας αλλεργίας σε σουσάμι.

Υπάρχει προφανώς διασταυρούμενη αντιδραστικότητα μεταξύ αλλεργιογόνων σουσαμιού και φιστικιών, σίκαλης, ακτινιδίων, παπαρούνας και διαφόρων καρυδιών (όπως φουντούκι, μαύρη καρυδιά, Κασίους, macadamia και φιστίκια) (Permaul P, 2009).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΑ ΣΝΑΚ**

### **3.1 Η Θρεπτική Αξία των Σνακ**

Αν και τα τρέχοντα στοιχεία της εγκάρσιας τομής δείχνουν ότι οι περισσότεροι Αμερικανοί, συμπεριλαμβανομένων των παιδιών και των εφήβων, καταναλώνουν σημαντικό μέρος της καθημερινής τους ενέργειας ως σνακ, το σνακ παραμένει μια κακώς κατανοητή συμπεριφορά (US Department of Agriculture, 2009). Υπάρχουν λίγες πληροφορίες για το πώς και γιατί τα άτομα και οι οικογένειες επιλέγουν σνακ δεν υπάρχει συνεπής ορισμός των «σνακ» ή των «snacking» που χρησιμοποιούνται από τους περισσότερους καταναλωτές ή ακόμη και από την ερευνητική κοινότητα (Johnson GH, 2010, Hess JM, 2016). Πολλές μελέτες, συμπεριλαμβανομένων των εθνικών ερευνών για την υγεία και τη διατροφή, βασίζονται στους συμμετέχοντες για να ορίσουν οι ίδιοι τα «σνακ». ορίστε σνακ ως διατροφικές ευκαιρίες μεταξύ των γευμάτων, άλλοι ορίζουν σνακ με βάση τον τύπο κατανάλωσης τροφής, την τοποθεσία κατανάλωσης τροφής ή την ώρα της κατανάλωσης (Hess JM, 2016). Σε

αντίθεση με άλλες ετικέτες περίπτωσης κατανάλωσης όπως πρωινό, μεσημεριανό γεύμα ή δείπνο, περιγράφει ένα είδος φαγητού καθώς και μια διατροφική ευκαιρία. Ακόμα και η διατροφική καθοδήγηση είναι επιρρεπής σε ασυνέπεια όσον αφορά τον ορισμό του σνακ. Οι κατευθυντήριες γραμμές για τους Αμερικανούς για το 2015, για παράδειγμα, προειδοποιούν για την υπερβολική κατανάλωση «σνακ» σε σχέση με τον τύπο τροφής, επειδή προσθέτουν σάκχαρα και κορεσμένα λιπαρά στην αμερικανική διατροφή, αλλά προτείνουν σνακ ως διατροφική ευκαιρία, υποδεικνύοντας καρότα με το hummus ως δείγμα "γεύμα σνακ." (US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services, 2015)

Ωστόσο, σύμφωνα με τους ορισμούς των καταναλωτών, οι Αμερικανοί λαμβάνουν το ένα τέταρτο της καθημερινής τους ενέργειας από σνακ. Η Επιστημονική Έκθεση 2015 της Επιτροπής Διαιτητικών Οδηγιών αναφέρει ότι το 96% του πληθυσμού των ΗΠΑ ηλικίας άνω των 2 ετών καταναλώνει τουλάχιστον ένα σνακ κάθε μέρα και ότι η καθημερινή κατανάλωση από 2 έως 3 σνακ είναι ακόμη πιο συνηθισμένη. Τα αποτελέσματα δύο πρόσφατων μελετών δείχνουν ότι ο τύπος σνακ και όχι η συχνότητα κατανάλωσης σνακ είναι ο σημαντικότερος καθοριστικός παράγοντας για το αν η κατανάλωση σνακ συνδέεται με την λιπώδη ισορροπία, την ποιότητα της διατροφής ή τον δείκτη μάζας σώματος (Barnes TL, 2015, O'Connor L, 2015). Ωστόσο, Το "σνακ" εξακολουθεί να συνδέεται συχνά με την κατανάλωση τροφών με υψηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά, ζάχαρη και νάτριο, (Wansink B, 2010) που συνήθως αναφέρονται ως «σνακ» (Piernas C 2010, Barnes TL, 2015, O'Connor L, 2015).

Ενώ τα "σνακ τρόφιμα" συσχετίζονται συχνά με θρεπτικά συστατικά για να περιορίσουν, όπως τα περισσότερα τρόφιμα, τα "σνακ" περιλαμβάνουν επίσης θρεπτικά συστατικά για να ενθαρρύνουν. Ωστόσο, η καθοδήγηση σχετικά με τη συνολική θρεπτική σύνθεση και τη θρεπτική πυκνότητα των σνακ παραμένει σε μεγάλο βαθμό μη διαθέσιμη. Οι ετικέτες τροφίμων, για παράδειγμα, προσελκύουν την προσοχή των καταναλωτών στην περιεκτικότητα σε θερμίδες και λίπος (που θεωρούνται από πολλούς ως λιγότερο υγιεινά θρεπτικά συστατικά) στην κορυφή της ετικέτας, αλλά όχι στα άλλα θρεπτικά συστατικά όπως το ασβέστιο, το κάλιο και οι ίνες, κάτω από την ετικέτα. Οι καταναλωτές που διαβάζουν ετικέτες, συμπεριλαμβανομένων των ενηλίκων που αγοράζουν σνακ για τα παιδιά τους, τείνουν να διαβάζουν μόνο τα πρώτα 5 συστατικά (μερίδες, θερμίδες, ολικό λίπος,



κορεσμένα λιπαρά και trans λιπαρά) (Graham DJ, 2011). Αυτό μπορεί να εξηγήσει γιατί η ανάγνωση των ετικετών δεν οδηγεί απαραίτητα στην επιλογή τροφίμων με υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά για να ενθαρρυνθεί (Nelson D, 2014). Η περιεκτική διατροφική καθοδήγηση σχετικά με τις κοινές επιλογές σνακ με βάση την πυκνότητα των θρεπτικών ουσιών θα ήταν χρήσιμη για διάφορους ενδιαφερόμενους. Με αυτή την καθοδήγηση, οι γονείς θα μπορούσαν να αναγνωρίσουν πιο εύκολα τα υγιεινά σνακ για τα παιδιά τους, οι κλινικοί γιατροί θα είχαν αξιόπιστες πληροφορίες για την παροχή συμβουλών στους ασθενείς σχετικά με τα σνακ και τις διατροφικές ανάγκες και οι ερευνητές θα μπορούσαν να εκτιμήσουν ευκολότερα τον αντίκτυπο των διαιτητικών τάσεων ή παρεμβάσεων που περιλαμβάνουν σνακ.

### **3.2 Ορισμός των Σνακ**

Οι κυβερνητικές διατροφικές οδηγίες θα μπορούσαν επίσης να ωφεληθούν από τη χρήση ενός σαφούς και συνεπούς ορισμού των σνακ και των σνακ τροφίμων ή την πλήρη εξάλειψη αυτών των όρων. Βάσει της βιβλιογραφίας που συζητήθηκε σε αυτό το τμήμα, οι καταναλωτές φαίνεται να ορίζουν με διαφορετικό τρόπο τα «σνακ» και τα «σνακ» (Wansink B, 2010, Chamontin A, 2003). Ωστόσο, κανένας από αυτούς τους όρους δεν έχει σαφή ορισμό σε ορισμένες κυβερνητικές οδηγίες διατροφής (Department of Nutrition, 2009, US Department of Agriculture, 2015). Οι γενικές κατευθυντήριες γραμμές για τους Αμερικανούς (DGA) του 2010, για παράδειγμα, ενθαρρύνουν τη μείωση της κατανάλωσης «σνακ», αλλά και λίγες προτάσεις για «σνακ». Παρόλο που το νόημά τους δεν φαίνεται να είναι δύσκολο να διακριθεί, ο πληθωρισμός των σνακ μεταξύ του αμερικανικού κοινού μπορεί να περιπλέξει την ερμηνεία αυτών των κατευθυντήριων γραμμών από ορισμένους τομείς του ευρέος κοινού, το επιδιωκόμενο κοινό για αυτές τις κατευθυντήριες γραμμές (US Department of Agriculture, 2010). Για να διευκρινιστούν οι συστάσεις, οι οδηγίες διατροφής πρέπει να δώσουν ορισμούς για τα «σνακ» και τα «σνακ», ειδικά επειδή η ετικέτα που εφαρμόζεται σε μια γεύση μπορεί να επηρεάσει την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών, την κορεσμό και την ποιότητα των τροφίμων (Bellisle F, 2003, Chapelot D, 2011, Johnson GH, 2010, Wansink B, 2010).

### **3.3 Πείνα.**

Αν και το σνακ τείνει να συσχετιστεί με την κατανάλωση τροφίμων που προάγουν την υγεία, το σνακ οδηγεί στην κατανάλωση λιπών, ζάχαρης και πλούσιων σε νάτριο τροφίμων (Bellisle F, 2014). Το περιττό σνακ προωθεί την «αύξηση βάρους και την κακή διατροφή» (Bellisle F, 2014) , και τα αποτελέσματα των μελετών των Chapelot et al. (Chapelot D, 2011) υποστηρίζουν αυτή την υπόθεση. Σε μία μελέτη, στους συνηθισμένους nonsnackers προσφέρθηκε ένα σνακ μεταξύ του μεσημεριανού γεύματος και του δείπνου (Chapelot D, 2014). Παρόλο που όλοι οι συμμετέχοντες κατανάλωναν  $\geq 1$  τρόφιμα που προσφέρονται ως σνακ, οι ερευνητές δεν βρήκαν στοιχεία βιολογικού δείκτη (αλλαγή της πείνας, μείωση της συγκέντρωσης ινσουλίνης ή γλυκόζης) που προκάλεσε την επιθυμία για φαγητό (Chapelot D, 2011). Ο Chapelot et al. κατέληξε στο συμπέρασμα ότι αυτοί οι συμμετέχοντες έτρωγαν επειδή τα τρόφιμα ήταν διαθέσιμα ακόμη και αν δεν υπήρχαν βιολογικά σήματα, θα ήταν ένα παράδειγμα άσκοπου σνακ. Ωστόσο, η ομάδα ελέγχου των τακτικών σνακ ρύθμιζε το χρόνο και το μέγεθος του επόμενου γεύματος τους αφού κατανάλωναν ένα σνακ (Chapelot D, 2011). Σύμφωνα με αυτές τις μελέτες, οι μη συνηθισμένοι στα σνακ δεν έχουν βιολογικά κίνητρα να τρώνε σνακ και, για αυτούς τους «ανυποψίαστους», η κατανάλωση σνακ χωρίς κάποιος να πεινάει οδηγεί σε αυξημένη κατανάλωση ενέργειας, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει ενδεχόμενη αύξηση βάρους.

### **3.4 Αδιάφορο Φαγητό.**

Άλλα κίνητρα για την κατανάλωση σνακ περιλαμβάνουν το αποσπασματικό φαγητό και η συσχέτιση με ορισμένες δραστηριότητες. Αρκετά άρθρα έχουν δημοσιευθεί σχετικά με το πώς το φαγητό ενώ αποσπά την προσοχή επηρεάζει την ποσότητα των ατόμων που επιλέγουν να καταναλώσουν αργότερα την ημέρα (Robinson E, 2013, Oldham-Cooper RE, 2011). Για παράδειγμα, το μεσημεριανό φαγητό ενώ παρακολουθείτε τηλεόραση ή παίζετε βιντεοπαιχνίδια τείνει να αυξήσει την ποσότητα σνακ που οι άνθρωποι τρώνε αργότερα (Robinson E, 2013, Oldham-Cooper RE, 2011). Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε σε πρόσφατη μετα-ανάλυση και συστηματική ανασκόπηση, αυτό το εύρημα έχει αντιγραφεί κυρίως σε σχετικά ομογενείς πληθυσμούς με υγιή BMI και ηλικιακό εύρος 20-47 ετών (Robinson E, 2013).

Εκτός από τη μεταγενέστερη μνήμη των καταναλωθέντων τροφίμων, η παρακολούθηση της τηλεόρασης έχει επίσης συσχετιστεί με τον αριθμό των σνακ που καταναλώνονται ανά ημέρα (Thomson M, 2008). Στους канаδούς φοιτητές (n = 613), οι «μέσοι» έως «ψηλοί» τηλεθεατές (όπου το "υψηλό" ήταν  $\geq 4$  ώρες τηλεθέασης καθημερινά και το "μέσο" ήταν μεταξύ 1 και 4 ωρών τηλεθέασης) από ό, τι οι «χαμηλοί» τηλεθεατές (Thomson M, 2008). Η συχνότητα του Snacking εκτιμήθηκε χρησιμοποιώντας μια κλίμακα Likert 5 βαθμών που ζήτησε από τους συμμετέχοντες να αξιολογήσουν πόσο συχνά σνακάρουν, βλέποντας τηλεόραση («ποτέ» σε «καθημερινή») (Thomson M, 2008). Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης υποδηλώνουν ότι τα άτομα που παρακολουθούν τηλεόραση συχνά αντιλαμβάνονται ότι σνακάρουν συχνότερα ενώ παρακολουθούν τηλεόραση.

Οι λόγοι για μεγαλύτερη κατανάλωση σνακ κατά την παρακολούθηση της τηλεόρασης δεν έχουν εξηγηθεί πλήρως στη βιβλιογραφία, αλλά 1 ερευνητική ομάδα αξιολόγησε την επίδραση διαφόρων τύπων τηλεοπτικών προγραμμάτων («τρυπώντας» ή «εμπλέκοντας») στην πρόσληψη τροφής σε κανονικό κολλέγιο ηλικίας γυναικών συμμετεχόντων (n = 18) (Charman CD, 2014). Μετά από μια 4η ώρα, οι συμμετέχοντες είχαν ελεύθερη πρόσβαση στις καραμέλες σοκολάτας και τα σταφύλια, ενώ παρακολουθούσαν τηλεόραση ή διαβάζονταν για 30 λεπτά. Ένα κείμενο "μη δεσμευτικού" για ανάγνωση χρησιμοποιήθηκε ως έλεγχος. Οι συμμετέχοντες κατανάλωναν σημαντικά περισσότερο σνακ (κατά μάζα) κατά τη διάρκεια της βαριάς τηλεόρασης (P = 0,009) και την κατάσταση του κειμένου (P = 0,05) σε σχέση με τη συνθήκη της τηλεόρασης. Ωστόσο, οι συμμετέχοντες κατανάλωναν σημαντικά περισσότερα σταφύλια από τα καραμέλες σοκολάτας σε όλες τις συνθήκες (P = 0,006). Αν και ο πληθυσμός της μελέτης περιοριζόταν σε νεαρές γυναίκες και τα περισσότερα σνακ φαγητού ήταν φρούτα, η πλήξη φαίνεται να συνέβαλε στην απόφαση για σνακ.

### **3.5 Τρόφιμα για Σνακ.**

Οι προτιμήσεις για φαγητό για σνακ είναι παρόμοιες σε πολλές περιοχές του κόσμου. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, "αλμυρά σνακ, επιδόρπια, καραμέλες και γλυκά ποτά" είναι δημοφιλείς επιλογές σνακ (Wang Z, 2012) και τα αλμυρά σνακ έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλή από το 1977 (Piernas C, 2010). Το 2006, αλμυρά σνακ,

συμπεριλαμβανομένων των τσιπς και των ξηρών καρπών, αποτελούσαν το 14,3% των συνολικών σνακ που καταναλώθηκαν (Piernas C, 2012). Αλατισμένα σνακ, όπως κροτίδες, ποπ κορν και κουλουράκια, είναι επίσης δημοφιλή μεταξύ των канаδικών νέων (Mercille G, 2010). Από το 1977 έως το 2006, η προτίμηση για γλυκά σνακ στις Ηνωμένες Πολιτείες μειώθηκε συνολικά, αλλά το 2006 τα επιδόρπια εξακολουθούσαν να αποτελούν το 19,6% των σνακ (Ovaskainen M-L, 2010). Το γάλα / τα γαλακτοκομικά προϊόντα και τα φρούτα / χυμοί έχουν επίσης γίνει λιγότερο δημοφιλή σνακ και στις Ηνωμένες Πολιτείες ( Piernas C, 2006). Ωστόσο, παρόλο που τα φρούτα και τα γλυκά μειώθηκαν ελαφρώς ως επιλογές σνακ στις Ηνωμένες Πολιτείες, είναι πολύ δημοφιλή σνακ στο Μεξικό, τη Βραζιλία, την Κίνα, το Ομάν και τη Γαλλία (Duffey KJ, 2013, Duffey KJ, 2014, Mercille G, 2010, Wang Z, 2012). Τα φρούτα είναι το πιο συνηθισμένο φαγητό στο Μεξικό (Duffey KJ, 2014) και ένα από τα πιο δημοφιλή είδη σνακ στη Βραζιλία (Duffey KJ, 2013). Άλλα δημοφιλή είδη σνακ στη Βραζιλία είναι άλλα γλυκά, επιδόρπια και "σάλγκαντος (τηγανισμένη / ψημένη ζύμη με κρέας / τυρί / λαχανικό)" (Duffey KJ,2013). Ομοίως, ανάμεσα στους Έλληνες ενήλικες, 2 από τα πιο δημοφιλή είδη σνακ είναι επιδόρπια (σοκολάτες, κέικ και παγωτό) και αλμυρές πίτες (Elena F, 2006). Στην Κίνα, τόσο τα φρούτα όσο και τα σιτηρά είναι δημοφιλή σνακ ( Wang Z, 2012). Τα σνακ στη Γαλλία τείνουν επίσης να περιλαμβάνουν και ζαχαρούχα τρόφιμα με βάση δημητριακά, όπως τα «γλυκά, οι ράβδοι δημητριακών και τα μπισκότα» (Bellisle F, 2003), και τα канаδικά παιδιά τείνουν επίσης να επιλέγουν γλυκά προϊόντα με βάση τα σιτηρά (Mercille G, 2010). Στη Φινλανδία, ωστόσο, τα ίδια τρόφιμα καταναλώνονται σε σνακ και γεύματα (Ovaskainen M-L, 2010). Με εξαίρεση τα φρούτα, πολλά από αυτά τα σνακ ταιριάζουν με το προφίλ των "σνακ" και είναι σχετικά χαμηλής περιεκτικότητας σε θρεπτικά συστατικά και πυκνά σε ενέργεια. Επομένως, με βάση τα στοιχεία της εγκάρσιας τομής, η επιλογή των τροφίμων που καταναλώνονται για σνακ είναι ένας τομέας ανησυχίας για τη δημόσια υγεία.

### **3.6 Ποτά ως Σνακ.**

Η αυξημένη κατανάλωση θερμίδων ως σνακ αξίζει επίσης να ανησυχούν, διότι τα ζαχαρούχα ποτά παρέχουν ενέργεια και λίγα, αν υπάρχουν, άλλα θρεπτικά συστατικά. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η ενεργειακή πυκνότητα των αναψυκτικών που καταναλώνονται ως σνακ έχει αυξηθεί από το 1977 (Piernas C, 2010). Από το 1977 έως το 2006, το ποσοστό των σνακ που αποτελούσαν μόνο τα ποτά αυξήθηκε κατά

4% και τα ποτά τώρα ανέρχονται σε 100 kcal / d στις διαιτολόγους Αμερικανών ενηλίκων (Popkin BM, 2010, Piernas C, 2006). Τα ποτά είναι επίσης δημοφιλή σνακ μεταξύ των παιδιών της Αμερικής (Piernas C, 2010). Στο Μεξικό, τα ποτά (γάλα, σόδα, καφές και τσάι) ήταν μεταξύ των κορυφαίων 5 σνακ για όλες τις ηλικιακές ομάδες (Duffey KJ, 2014). Οι ζαχαρωμένοι καφές, το τσάι και τα ζαχαρούχα ποτά ήταν 2 από τα 5 καλύτερα σνακ στη Βραζιλία (Duffey KJ, 2013) και τα ποτά συνολικά είναι μια δημοφιλή κατηγορία σνακ στην Κίνα (Wang Z, 2012). Ο καφές είναι ένα από τα 3 πιο δημοφιλή σνακ στην Ελλάδα (Elena F, 2006), η σόδα είναι σνακ στη Γαλλία (Bellisle F, 2003) και το τσάι είναι ένα δημοφιλές σνακ μεταξύ των κοριτσιών της Ομάν (Musaiger AO, 1994).

### **3.7 Σνακ Δημογραφικά Χαρακτηριστικά.**

Τα δημογραφικά στοιχεία για τα άτομα που καταναλώνουν snack αξιολογήθηκαν για τις ακόλουθες χώρες: Αυστραλία, Βραζιλία, Καναδά, Κίνα, Αγγλία, Φινλανδία, Γαλλία, Ελλάδα, Μεξικό, Σουηδία, Ελβετία, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα και Ηνωμένες Πολιτείες. Παρόλο που μεγάλο μέρος των ενηλίκων και των παιδιών σε ορισμένες από αυτές τις χώρες καταναλώνουν σνακ, οι συστάσεις για επιλογές σνακ θα μπορούσαν να κατευθύνονται περαιτέρω προς τομείς του πληθυσμού, όπως οι γυναίκες και οι νεαροί ενήλικες, που σνακ συχνά σε ορισμένες περιοχές.

Σε ορισμένες χώρες, όπως η Βραζιλία, το Μεξικό, ο Καναδάς, οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Ελλάδα και η Γαλλία, η σνακ συνεισφέρει σημαντικά στην καθημερινή κατανάλωση ενέργειας. Και στη Βραζιλία και στο Μεξικό, τα στοιχεία των εθνικών ερευνών δείχνουν ότι περίπου τα τρία τέταρτα του πληθυσμού (74% στη Βραζιλία, 73% στο Μεξικό) καταναλώνουν κατά μέσο όρο 1,6 σνακ / δ (Duffey KJ, 2013, Duffey KJ, 2014). Ωστόσο, τα σνακ συνεισφέρουν μια πιο σημαντική ποσότητα στην ημερήσια ενεργειακή πρόσληψη Βραζιλιανών (21% της ημερήσιας πρόσληψης) από ό, τι οι Μεξικανοί (12% της ημερήσιας πρόσληψης). (Duffey KJ, 2013, Duffey KJ, 2014) Οι «βαριές σνακέρες» ( $\geq 3$  snacks / d) από τη Βραζιλία λαμβάνουν ~ 35% της ημερήσιας ενεργειακής τους πρόσληψης από σνακ (Duffey KJ, 2014). Τόσο στον Καναδά όσο και στις Ηνωμένες Πολιτείες, τα σνακ αποτελούν σχεδόν το ένα τέταρτο της ημερήσιας πρόσληψης ενέργειας για ενήλικες: το 23% της ενεργειακής πρόσληψης για τους Καναδούς και το 24% για τους Αμερικανούς (Garriguet D, 2007,

Piernas C, 2006). Στην Ελλάδα, μια μικρή εγκάρσια μελέτη (n = 200) έδειξε ότι τα σνακ αποτελούνται από 33,5% της ημερήσιας ενεργειακής πρόσληψης ή 628 kcal για τους ενήλικες (Elena F, 2006). Το ογδόντα τοις εκατό των ενηλίκων που ερωτήθηκαν για την ελληνική μελέτη καταλάβαιναν σνακ (Elena F, 2006). Σε μια μελέτη διατροφικής πρόσληψης σε 54 γαλλικούς ενήλικες, τα σνακ παρείχαν κατά μέσο όρο 18,5% της ημερήσιας ενεργειακής τους πρόσληψης και αυτοί οι ενήλικες έτρωγαν σνακ σε 20 από τα 28 άτομα και τους ζητήθηκε να κρατήσουν ένα ημερολόγιο τροφίμων (Bellisle F, 2003).

Στις χώρες για τις οποίες υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία σνακ ανά φύλο και ηλικία, οι γυναίκες τείνουν να σνακάρουν συχνότερα από τους άνδρες, αλλά δεν υπήρχαν διακριτές παγκόσμιες τάσεις ανά ομάδα. Τα μικρά γεύματα και τα σνακ είναι κοινά μεταξύ των γυναικών στην Αυστραλία, την Κίνα, την Ελβετία, τη Σουηδία, τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα και τις Ηνωμένες Πολιτείες (Hartmann C, 2013, Ng SW, 2011, Piernas C, 2010, Wang Z, 2012, Kant AK, 2015). Περισσότεροι άντρες είναι "σνακ" στη Φινλανδία, ωστόσο (Ovaskainen M-L, 2010), και στην Ελλάδα, οι συνήθειες σνακ των ανδρών και των γυναικών είναι παρόμοιες (Elena F, 2006). Όσον αφορά την ηλικία, οι ενήλικες της Βραζιλίας > 60 ετών καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια από τα σνακ από ό, τι οι νεότεροι ενήλικες (Bellisle F, 2003), αλλά οι канаδικοί ενήλικες άνω των 71 ετών καταναλώνουν το χαμηλότερο μέρος της καθημερινής κατανάλωσης ενέργειας από σνακ (16%). Οι ενήλικες σνακάρουν στις Ηνωμένες Πολιτείες και το Μεξικό, αντίθετα, τείνουν να είναι μεταξύ των ηλικιών 19 και 39 ετών (Duffey KJ, 2014, Piernas C, 2010). Στον Καναδά, οι έφηβοι ηλικίας 14-18 ετών καταναλώνουν την περισσότερη ενέργεια από τα σνακ, ενώ τα αρσενικά σε αυτή την περιοχή καταναλώνουν ~ 30% των ημερήσιων θερμίδων τους από τα σνακ και τα θηλυκά που καταναλώνουν ~ 28%. Ομοίως, τα αμερικανικά παιδιά λαμβάνουν ~ 27% της ημερήσιας ενεργειακής τους πρόσληψης από σνακ (Piernas C, 2010). και τόσο στην Κίνα όσο και στο Μεξικό, τα παιδιά σνακάρουν συχνότερα από τους ενήλικες (Duffey KJ, 2014, Wang Z, 2012). Στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, οι γυναίκες προτιμούν περισσότερο από τα παιδιά, αλλά τα στοιχεία για τις συνήθειες σνακ των ανδρών της Εμιράτης δεν ήταν διαθέσιμα για σύγκριση (Ng SW, 2011).

### 3.8 Το Σνακ δεν είναι Φαγητό

Αυξήσεις στον επιπολασμό της παχυσαρκίας μεταξύ των μικρών παιδιών συνοδεύονται από διατροφικές συμπεριφορές που φαίνεται να ευνοούν την ενέργεια ανισορροπία, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης μεγαλύτερων μεγεθών μερίδας τροφίμων (Nielsen & Popkin, 2003, Piernas & Popkin, 2011), τις υπερβολικές προσλήψεις (Reedy & Krebs-Smith, 2010, Slining & Popkin, 2013) και συχνότερα σνακ (Piernas & Popkin, 2010). Τα αμερικανικά παιδιά προσχολικής ηλικίας καταναλώνουν σήμερα περίπου το 27% της καθημερινής τους ενέργειας από τα σνακ (Piernas & Popkin, 2011). Η συμβολή του σνακ στην παιδική παχυσαρκία, ωστόσο, δεν είναι σαφή. Στην πραγματικότητα, μια πρόσφατη μετα-ανάλυση προτείνει μια ελαφρά προστατευτική επίδραση (OR = 0,78) της συχνότητας κατανάλωσης στην παχυσαρκία στις 11 διατομές μελέτες στις οποίες συμμετείχαν 18.849 παιδιά ηλικίας 2-19 ετών (Kaisari, Γιαννακούλεια & Παναγιωτάκος, 2013). Το σνακ φαίνεται επίσης να έχει μικτές επιδράσεις όταν πρόκειται για διαιτητική πρόσληψη. Δεδομένα από την Εθνική Έρευνα Εξέτασης Υγείας και Διατροφής (NHANES) αποκαλύπτει ότι το σνακ συνεισφέρει στην πρόσληψη των βασικών μικροθρεπτικών συστατικών μεταξύ των παιδιών (Nicklas, O'Neil & Fulgoni, 2013, Sebastian, Cleveland & Goldman, 2008), παρέχοντας > 25% ασβέστιο, κάλιο και βιταμίνη Α σε δεσμεύσεις παιδιών ηλικίας 2-5 ετών το 2009-2010 (Γεωργική Έρευνα Υπηρεσία, 2012). Ταυτόχρονα όμως, τα επιδόρπια, τα αλμυρά σνακ, και τα γλυκά ποτά παρέχουν τη μεγαλύτερη συμβολή της ενέργειας που καταναλώνεται ως σνακ από παιδιά των ΗΠΑ (Piernas, 2010).

Τα δεδομένα NHANES αποκάλυψαν ότι πολλά πρότυπα σνακ (π.χ. γλυκά, αλμυρά σνακ, αναψυκτικά) είχαν ως αποτέλεσμα υψηλότερες ημερήσιες δόσεις του SoFAS (Nicklas et al., 2013). Δεδομένων αυτών των αμφιλεγόμενων είναι εκπληκτικό ότι σχετικά λίγα είναι γνωστά για τους καθοριστικούς παράγοντες στα σνακ μεταξύ των παιδιών.

Η οικογένεια είναι ένα θεμελιώδες πλαίσιο για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα παιδιά αναπτύσσουν τις συνήθειες των σνακ. Μεταξύ των παιδιών των ΗΠΑ ηλικίας 2-6 ετών, το 71% της ημερήσιας πρόσληψης της ενέργειας πραγματοποιείται στο σπίτι (Poti & Popkin, 2011). Οι γονείς κοινωνικοποιούν τις διατροφικές συμπεριφορές των παιδιών μέσω των τύπων και των ποσών στα τρόφιμα που διατίθενται στα παιδιά εντός και εκτός του σπιτιού, με τη συμπεριφορά των μοντέλων

και μέσω των τρόπων και πρακτικών παιδικής διατροφής (Esposito, 2009). Ένα σώμα ερευνητικών εγγράφων με τη σημασία της γονικής μέριμνας για τη διαμόρφωση των διατροφικών συμπεριφορών των παιδιών και τον κίνδυνο παχυσαρκίας (Hurley, 2008), διαπίστωσε ότι η ανατροφή των παιδιών σχετικά με τα σνακ δεν είναι καλά κατανοητή. Μια χούφτα μελετών έχει αξιολογήσει τους συσχετισμούς παιδικής πρόσληψης των σνακ με τις εγκατεστημένες διαστάσεις παιδικής διατροφής (π.χ. περιορισμός) (Ogden, 2006; Rodenburg, 2013. Sleddens, 2010. Van Strien, 2009), αλλά λίγα είναι γνωστά για το πώς οι γονείς αντιλαμβάνονται και πλησιάζουν τη σίτιση των παιδιών τους. Δεδομένης της σημαντικής συμβολής των σνακ στην ενέργεια των μικρών παιδιών και τις θρεπτικές ουσίες (υπηρεσία γεωργικής έρευνας, 2012), οι φροντιστές, οι αντιλήψεις και οι προσεγγίσεις για το σνακ παιδιών μπορεί να είναι σημαντική για τη διατροφή μικρών παιδιών.

Το σνακ θεωρείται συχνά ότι συμβάλλει στην επιδημία της παχυσαρκίας μέσω της διακοπής του ομοιοστατικού ελέγχου της συμπεριφοράς κατανάλωσης που οδηγεί στην υπερκατανάλωση τροφής. Δυστυχώς, οι επιδημιολογικές μελέτες δεν έδωσαν πολλά επιχειρήματα υπέρ αυτού του ισχυρισμού. Πολλές πιθανές εξηγήσεις για την αποτυχία να αποδειχθεί ο επιβλαβής ρόλος του σνακ στην ενεργειακή ισορροπία έχουν αναφερθεί αλλού (Rodriguez G, 2006). Ωστόσο, μία, η οποία είναι πάντοτε υποεκτιμημένη, είναι ότι δεν υπάρχει σαφής διαφορά μεταξύ μιας υψηλής συχνότητας γεύματος και σνακς με τους ισχύοντες ορισμούς. Το snacking συχνά ορίζεται ως οποιαδήποτε διατροφική ευκαιρία μεταξύ των γευμάτων, αλλά το ερώτημα τότε γίνεται: τι είναι το γεύμα; Συνήθως, θεωρείται ότι είναι πρωινό, μεσημεριανό γεύμα και δείπνο, αλλά αυτό είναι περισσότερο ιστορικός και κοινωνιολογικός ορισμός από φυσιολογικός. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας, το πρότυπο διατροφής αποτελείται από 4-8 γεύματα / ημέρα, εκ των οποίων προηγείται ένα σαφές ενδογενές κίνητρο για φαγητό, τουλάχιστον κατά τη διάρκεια των πρώτων ετών ζωής. Το γεγονός ότι μερικά από αυτά θεωρούνται σνακ και όχι γεύματα δεν έχει επιστημονική αιτιολόγηση. Αντίθετα, η επισήμανση προέρχεται από την ορολογία που χρησιμοποιείται συνήθως. Μια ακριβής διάκριση μεταξύ των γευμάτων και των σνακ είναι σημαντική, διότι υποτίθεται ότι έχουν αντίθετες επιπτώσεις στο ενεργειακό ισοζύγιο. Συγκεκριμένα, μια υψηλή συχνότητα γευμάτων μπορεί να εμποδίσει την εναπόθεση λίπους, ωστόσο η σνακ μπορεί να



συμβάλει σε αυτό (Louis-Sylvestre J, 2003). Επιπλέον, η απουσία σαφούς ορισμού των γευμάτων εμποδίζει τη διάδοση αυτών των πληροφοριών σε ευρεία κλίμακα, διότι ο κίνδυνος είναι να ενθαρρυνθεί η σνακ, έστω και αν σε μια μελέτη τα σνακ δεν εξασθενήσουν την απώλεια βάρους κατά τη διάρκεια της θεραπείας με παχυσαρκία. Υπάρχει λοιπόν η ανάγκη για διάκριση μεταξύ γευμάτων και σνακ. Αυτό είναι ακόμα πιο επείγον, που ακόμη και ορίζεται ως πρόσληψη επιπλέον γεύματος, η συμβολή των σνακ στην καθημερινή κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται στις περισσότερες χώρες. Στους έφηβους της Ιρλανδίας (Kerr MA, 2009), το 30% της ημερήσιας ενεργειακής πρόσληψης προήλθε από σνακ το 1997 και > 32% το 2005. Στις ΗΠΑ, τα σνακ (που ορίστηκαν ως πρόσληψη τροφής σε περίοδο 15 λεπτών και που δεν συμπεριλήφθηκαν σε γεύμα) αναφέρθηκε ότι αυξήθηκε από 71% σε 97% μεταξύ 1977-1978 και 2003-2006, με αύξηση της ημερήσιας ενεργειακής πρόσληψης από 18% σε 24% κατά την ίδια χρονική περίοδο (Piernas C, 1977). Το 2005, μεταξύ ενός Αμερικανού φοιτητή πανεπιστημίου, το 20% ανέφερε ότι έτρωγε ένα πρωινό σνακ, το 54% ένα σνακ το απόγευμα και το 73% ένα βραδινό / βραδινό σνακ, με αύξηση αυτών των συχνοτήτων στο ανώτερο σε σύγκριση με χαμηλότερο επίπεδο φοιτητές (Driskell JA, 2005). Αυτά τα αποτελέσματα πρέπει να λαμβάνονται με προσοχή, διότι είναι προκατειλημμένα από την ανεπαρκή αναφορά, ιδιαίτερα σημαντική για την σνακ (Bellisle F, 1997), αλλά δείχνουν μια συνεχή εξέλιξη της συμβολής της πρόσληψης ενέργειας που παρέχεται από το σνακ. Αυτό δεν θα συνέβαινε, ωστόσο, εάν μερικές από αυτές τις περιπτώσεις φαγητού ήταν στην πραγματικότητα γεύματα. Μια προσέγγιση για τη διάκριση των σνακ από τα γεύματα προτάθηκε σε μια μελέτη στην οποία οι Γάλλοι ενήλικες κατέγραψαν όλες τις πρόσληψης τροφίμων και υγρών και τους ζητήθηκε να αποφασίσουν εάν κάθε περίπτωση ήταν ένα γεύμα ή ένα σνακ (Bellisle F, 2003). Οι συμμετέχοντες αναφέρουν ότι καταναλώνουν κατά μέσο όρο 2,7 γεύματα και 1,3 σνακ ημερησίως. Επιπλέον, υπήρχαν πολύ λίγες μέρες κατά τις οποίες τα σνακ δεν καταναλώνονταν. Δυστυχώς, οι συγγραφείς δεν εξέτασαν τους κύριους λόγους για τους οποίους οι συμμετέχοντες ταξινομούν τις περιπτώσεις φαγητού ως γεύματα ή σνακ, αλλά βάσει των ερωτηματολογίων που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη, ενδεχομένως την ώρα της ημέρας (μεταξύ παραδοσιακών ωρών γεύματος), τη φύση των φαγητών που τρώγονται οι ποσότητες που καταναλώνονται (λιγότερο από τα γεύματα) και το επίπεδο πείνας (χαμηλότερο από πριν από το γεύμα) ήταν σημαντικοί παράγοντες για τον προσδιορισμό μιας ευκαιρίας φαγητού ως σνακ. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι τα σνακ είναι υψηλότερα

σε υδατάνθρακες (CHO) και χαμηλότερα σε λιπαρά και πρωτεΐνες από τα γεύματα, αλλά αυτό πρέπει να λαμβάνεται με προσοχή, επειδή οι συμμετέχοντες όρισαν ποιες τροφές ήταν σνακ.

### **Σνακ και υπερβολικό βάρος**

Μια σημαντική ανασκόπηση για το ρόλο του σνακ στην ενεργειακή ισορροπία δημοσιεύθηκε το 1996 από τους Drummond et al. (Drummond S, 1996). Η ανάλυση της βιβλιογραφίας προέκυψε από τον ορισμό ενός σνακ ως "... κάθε τρόφιμο που λαμβανόταν έξω από ένα κανονικό γεύμα (πρωινό, μεσημεριανό και δείπνο) το σνακ που πήραμε στη θέση αυτού του γεύματος." Ήταν επομένως ένας διπλός ορισμός, διότι τα σνακ θα μπορούσε να είναι είδη διατροφής ή φαγητό. Σε αυτή τη βάση, το συμπέρασμα των συγγραφέων ήταν ότι υπήρχαν "... αποδεικτικά στοιχεία ότι το σνακ δεν μπορεί να προδιαθέτει σε υπέρβαρα και μπορεί να έχει θετικά πλεονεκτήματα όσον αφορά τον έλεγχο σωματικού βάρους." Μέχρι πρόσφατα, το συμπέρασμα αυτό δεν είχε λάβει σαφή αντίρρηση.

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, μερικές μελέτες έχουν παράσχει κάποια υποστήριξη στην υπόθεση του επιζήμιου ρόλου του σνακ, ο οποίος ορίζεται κυρίως ως γεύματα μεταξύ των γευμάτων, στο υπερβολικό βάρος και στην παχυσαρκία. Ανάμεσά τους ήταν η μελέτη XENDOS, η οποία έδειξε ότι τα παχύσαρκα άτομα ήταν συχνότερα σνακάρικα από τους συμμετέχοντες που δεν συμμετείχαν στο πρόγραμμα και ότι η κατανάλωση σνακ συσχετίστηκε θετικά με την ενεργειακή πρόσληψη, ανεξάρτητα από τη σωματική δραστηριότητα (Berteus Forslund H, 2005). Στη συνέχεια, για να εκτιμηθεί εάν το σνακ σχετιζόταν με την παράλειψη γευμάτων, οι Avige et al. (Savigne G, 2007) άρχισε να εισάγει την απαραίτητη διάκριση μεταξύ αυτών των 2 ευκαιριών φαγητού. Στην πραγματικότητα διαπίστωσαν ότι οι έφηβοι που σνακάρουν ήταν πιο πιθανό να παραλείψουν τα γεύματα (που θεωρούνται εδώ ως πρωινό, μεσημεριανό γεύμα και δείπνο). Στη μελέτη του Howarth et al. (Howarth NC, 2007), η κατηγοριοποίηση των σνακ βελτιώθηκε ακόμα περισσότερο, επειδή οι συμμετέχοντες ανέφεραν αυτομάτως τον τύπο της διατροφής σύμφωνα με μια λίστα 6 κατηγοριών: πρωινό, brunch, γεύμα, δείπνο, δείπνο και σνακ. Το μάρμπεκιου ανακαινίστηκε ως πρωινό ή μεσημεριανό γεύμα και το δείπνο ανακαινίστηκε ως μεσημεριανό γεύμα ή δείπνο και οι μη ρευστοποιήσιμοι δημοσιογράφοι (οι οποίοι ορίστηκαν ως  $\pm 22\%$  των προβλεπόμενων ενεργειακών απαιτήσεων) αποκλείστηκαν από την ανάλυση. Τα

αποτελέσματα έδειξαν ότι τα νεότερα άτομα με υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα και τα παλαιότερα άτομα με παχύσαρκους είχαν υψηλότερη πρόσληψη σνακ από ό, τι τα αντίστοιχα φυσιολογικά άτομα. Ωστόσο, παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν για πρωινό, μεσημεριανό γεύμα και δείπνο. Έτσι, σε αυτή τη μελέτη, το σνακ συνδέθηκε με το υπερβολικό βάρος και την παχυσαρκία, αλλά δεν αποτελούσε μεμονωμένο παράγοντα κινδύνου. Στη Γαλλία, μεταξύ των υπέρβαρων εφήβων που συμμετείχαν σε θεραπεία παχυσαρκίας, περισσότερα σνακ ήταν ένας από τους σημαντικούς παράγοντες που εξηγούσαν γιατί δεν κατάφεραν να διατηρήσουν την απώλεια βάρους (Peneau S, 2008). Στην Κολομβία, μεταξύ 3075 παιδιών ηλικίας μεταξύ 5 και 12 ετών, το πρότυπο σνακ ήταν ο μοναδικός συμπεριφοριστικός παράγοντας που συνδέεται με το υπερβολικό βάρος (McDonald CM, 2009). Καμία από τις μελέτες αυτές δεν υποστηρίζει το συμπέρασμα των Drummond et al. (Drummond S, 1996).

Είναι ενδιαφέρον ότι οι γενετικοί καθοριστικοί παράγοντες θα μπορούσαν επίσης να συμβάλουν στη συμπεριφορά σνακ. Έτσι, στα γαλλικά παχύσαρκα παιδιά, στους Ελβετούς παχύσαρκους ενήλικες και στον φινλανδικό γενικό πληθυσμό, 1 αλληλόμορφο (C) του γονιδίου rs17782313, που βρίσκεται κοντά στον υποδοχέα MC4R της μελανοκορτίνης, συσχετίστηκε με μεγαλύτερη επικράτηση σνακ (Stutzmann F, 2009). Αυτό δεν συνέβη για το γονίδιο FTO (rs1421085) που σχετίζεται με την παχυσαρκία και την παχυσαρκία, ένα άλλο γονίδιο που φαίνεται να επηρεάζει την πρόσληψη τροφής και του οποίου το αλληλόμορφο A έχει αποδειχθεί ότι μειώνει την κορεσμό (Wardle J, 2009). Πρέπει να σημειωθεί ότι σε αυτές τις μελέτες, τα σνακ δεν ορίστηκαν διαφορετικά από τα προηγούμενα και ως εκ τούτου το φαινόμενο σνακ φαίνεται αρκετά ισχυρό για να βρεθεί ακόμη και αν ένα άγνωστο ποσοστό έχει ταξινομηθεί εσφαλμένα ως γεύματα.

Αυτά τα αποτελέσματα, ωστόσο, δεν ρίχνουν φως στους μηχανισμούς στους οποίους οφείλονται οι επιπτώσεις του σνακ στο ενεργειακό ισοζύγιο. Ορισμένοι συγγραφείς (Drummond S, 1996) ισχυρίστηκαν ότι μέρος της επίδρασης του τρόπου κατανάλωσης στο σωματικό βάρος μπορεί να επηρεάζεται από τις επιδράσεις τους στη σωματική άσκηση. Επειδή η υψηλή συχνότητα κατανάλωσης φαγητού και η σνακ έχουν αντίθετες επιδράσεις στο σωματικό βάρος, αυτό υποδηλώνει ότι η υψηλή συχνότητα γεύματος σχετίζεται με υψηλότερη σωματική δραστηριότητα και σνακ με την καθιστική καθυστέρηση. Αυτή η έννοια υποστηρίζεται από μερικές μελέτες για τη συχνότητα γεύματος (Dallosso HM, 1982, Verboeket-van de Venne WP, 1991 )

αλλά η αιτιώδης συνάφεια και η κατεύθυνση αυτής της πιθανολογούμενης αιτιώδους συνάφειας (σνακ που προκαλεί ή προκαλείται από χαμηλή σωματική δραστηριότητα, συχνότητα φαγητού που οδηγεί ή προκαλείται από υψηλότερη σωματική δραστηριότητα) είναι αδύνατον να προσδιοριστεί από τις μελέτες αυτές. Πρόσφατα, αποδείχθηκε ότι η αύξηση της κατανάλωσης υψηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες και καφεΐνη στους πυροσβέστες συνδέεται με την αύξηση της αυθόρμητης δραστηριότητας κατά τη διάρκεια της εργασίας ( Montain SJ, 2008), αλλά οι συνθήκες της μελέτης αυτής ήταν πολύ συγκεκριμένες και αποκλείουν οποιαδήποτε παρέκταση στη συμπεριφορά των καθιστικών ατόμων.

Πριν από μερικά χρόνια, αναπτύξαμε μια πειραματική προσέγγιση που ονομάσαμε *biobehavioral* για να προσπαθήσουμε να καταλάβουμε πώς το σνακ μπορεί να βλάψει τον φυσιολογικό έλεγχο της πρόσληψης τροφής έτσι ώστε το ενεργειακό του περιεχόμενο να συμβάλλει ελάχιστα στη διατροφική συμπεριφορά και τον μεταβολισμό. Η εννοιολογική βάση της προσέγγισής μας ήταν ότι φυσιολογικά ο κορεσμός ρυθμίζεται κυρίως από το χρονικό διάστημα έως το επόμενο γεύμα, είτε σε ζώα (Le Magnen J, 1980) είτε σε ανθρώπους (Bernstein IL, 1981). Οι κοινωνικοί περιορισμοί αντισταθμίζουν αυτό το αυθόρμητο πρότυπο, οδηγώντας σε μια μετάβαση από αυτή τη μεταγευματική συσχέτιση σε μια *preprandial*, με το μέγεθος του γεύματος να εξαρτάται από το διάστημα από το προηγούμενο γεύμα (De Castro JM, 1987). Η υπόθεσή μας ήταν ότι η αναδημιουργία ενός αυθόρμητου «φυσιολογικού» τρόπου κατανάλωσης μπορεί να μας βοηθήσει να αποκαλύψουμε υποκειμενικές και αντικειμενικές διαφορές μεταξύ των γευμάτων και των σνακ. Για το σκοπό αυτό, οι συμμετέχοντες είχαν τυφλή τύχη, δηλαδή στερήθηκαν χρονικές ενδείξεις και έπρεπε να ζητήσουν αυθόρμητα τα γεύματά τους. Για να εκτιμηθεί η πρόσληψη και όχι η επιλογή φαγητού, αυτά τα γεύματα αποτελούνται από μία κύρια πορεία, με τους συμμετέχοντες να ενθαρρύνονται να τρώνε μέχρι την κορεσμό. Για τον εντοπισμό διακριτών αποκλίσεων στις ορμόνες και τα υποστρώματα που εμπλέκονται στη διατροφική συμπεριφορά, το αίμα τραβούσε συνεχώς χρησιμοποιώντας έναν ειδικά σχεδιασμένο καθετήρα διπλού αυλού.

Στην πρώτη μας μελέτη (Marmonier C, 1999), αξιολογήσαμε τις συνέπειες ενός σνακ σύμφωνα με το χρόνο της κατανάλωσής του. Για να μιμηθεί μια κατάσταση σνακ, αυτή η πρόσληψη έπρεπε να συμβεί κατά τη διάρκεια μιας συνήθους περιόδου

κορεσμού. Ως εκ τούτου, προγραμματίστηκε μια βασική συνεδρία κατά την οποία οι συμμετέχοντες έτρωγαν το μεσημεριανό γεύμα μέχρι την κορεσμό και τους ζητήθηκε να ζητήσουν γεύμα δείπνου όταν αισθανόταν την ανάγκη φαγητού. Είναι σημαντικό ότι αυτοί οι συμμετέχοντες ποτέ ή πολύ σπάνια έτρωγαν σνακ στην καθημερινή τους ζωή. Στις επόμενες ημέρες μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις γλυκόζης και στις 3 περαιτέρω συνεδρίες παρέχεται ένα τυχαίο σνακ (1045 kJ, 51% CHO, 17% πρωτεΐνη και 32% λίπος) σε τυχαία σειρά είτε 5 λεπτά πριν είτε 40 λεπτά μετά την κορυφή γλυκόζης που μετρήθηκε σε αυτή τη βασική συνεδρία ή 2 ώρες πριν από το αίτημα δείπνου σε αυτή τη βασική συνεδρία. Όλες αυτές οι περιόδους αντιστοιχούσαν σε μια διαφορετική μεταγευματική μεταβολική κατάσταση που συζητήθηκε αλλού (Marmonier C, 1999). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, ανεξάρτητα από το χρόνο κατανάλωσης, το σνακ απέτυχε να καθυστερήσει σημαντικά το αίτημα του δείπνου, δεν μείωσε τις βαθμολογίες της πείνας και δεν μείωσε την κατανάλωση ενέργειας στο δείπνο, οδηγώντας σε υψηλότερη συνολική κατανάλωση ενέργειας σε όλη τη διάρκεια της συνεδρίασης. Έτσι, η ενέργεια από το σνακ δεν είχε καμία επίδραση σε οποιαδήποτε διάσταση κορεσμού: διάρκεια, αντίληψη ή κατανάλωση. Από βιολογικό τρόπο, το σνακ μόνο αύξησε οριακά την γλυκόζη πλάσματος, αλλά προκάλεσε αύξηση της ινσουλίνης κατά τη διάρκεια των επόμενων 2 ωρών και κατέστρεψε δραματικά την αύξηση της ελεύθερης λιπαρών οξέων (FFA) FFA που παρατηρήθηκε στο τέλος του διαστήματος μεταξύ των γευμάτων.

Η ερμηνεία μας ήταν ότι για την καταστολή της συγκέντρωσης της FFA στο τελευταίο μέρος του μεσογειακού διαστήματος, τα σνακ απέκλεισαν τους να βελτιώσουν την κορεσμό. Μια υπόθεση είναι ότι το FFA μπορεί να καθυστερήσει την έναρξη της γεύσης για τη διατήρηση της γλυκόζης στο διάστημα μεταξύ των γευμάτων μέσω του κύκλου γλυκόζης-λιπαρών οξέων (Randle PJ, 1963). Όσο περισσότερο FFA διατίθεται για οξείδωση στο διάστημα μεταξύ των γευμάτων, τόσο περισσότερη οξείδωση γλυκόζης θα εξοικονομηθεί και όσο μεγαλύτερη είναι η διάθεση γλυκόζης για εγκεφαλικά κύτταρα που εμπλέκονται στη διατροφική συμπεριφορά θα αυξηθεί. Στην πραγματικότητα, στα ζώα (Louis-Sylvestre J, 1980) και στους ανθρώπους ( Melanson KJ, 1999) παρατηρείται μείωση της γλυκόζης στο πλάσμα προτού ξεκινήσει μια αυθόρμητη περίσταση. Αυτή η έλλειψη γλυκόζης διεγείρει τα κύτταρα του κεντρικού νευρικού συστήματος που εμπλέκονται στη διατροφική συμπεριφορά και ιδιαίτερα στην ενεργοποίηση της πρόσληψης (Routh

VH, 2002). Σε ένα δεύτερο πείραμα που χρησιμοποιεί μια παρόμοια διαδικασία (Marmonier C, 2000) αλλά χωρίς μετρήσεις αίματος, αξιολογήσαμε τις συνέπειες ενός σνακ στο κορεσμό σύμφωνα με τη σύνθεση του μακροθρεπτικού συστατικού. Το σνακ καταναλώθηκε 4 ώρες μετά το μεσημεριανό, είχε το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο με την προηγούμενη μελέτη, αλλά περιείχε 84% CHO, 58% λίπος ή 77% πρωτεΐνη. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα είδη διατροφής που περιέχουν τα σνακ διαφέρουν.

### **3.9 Κοινωνική Παιδεία και Περιβάλλον**

Το σνακ μπορεί επίσης να επηρεαστεί από την κοινωνική κουλτούρα, την κουλτούρα των τροφίμων και την κοινωνικοοικονομική κατάσταση (Bellisle F, 2014). Παρόλο που μια εκτεταμένη συζήτηση σχετικά με την πληθώρα των περιβαλλοντικών παραγόντων που επηρεάζουν την κατανάλωση είναι πέρα από το πεδίο αυτής της ανασκόπησης, θα εξεταστούν ορισμένοι παράγοντες που σχετίζονται με το σνακ, συμπεριλαμβανομένης της κοινωνικής μοντελοποίησης και της επισιτιστικής ανασφάλειας.

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η ποσότητα τροφής που καταναλώνεται από τους συντρόφους του φαγητού επηρεάζει το μέγεθος της μερίδας, ένα φαινόμενο που αναφέρεται ως "κοινωνική μοντελοποίηση" (Prinsen S, 2013, Hermans RCJ, 2010). Σύμφωνα με πρόσφατη ανασκόπηση, το αποτέλεσμα αυτό έχει μελετηθεί κυρίως στο πλαίσιο της κατανάλωσης φαγητού. Εάν οι σύντροφοι που καταναλώνουν μεγάλο μέρος τροφής, το άτομο που τρώει μαζί τους τείνει επίσης να τρώνε περισσότερο. Το αντίστροφο ισχύει και με μικρές ποσότητες τροφής. Ακόμη και αν δεν υπάρχει ένας σύντροφος που τρώει, οι περιβαλλοντικές επισημάνσεις σχετικά με την πρόσληψη τροφής των προηγούμενων ατόμων και τις επιλογές, όπως τα άδειά περιτυλίγματα τροφίμων, μπορούν να επηρεάσουν την πρόσληψη (Prinsen S, 2013, Hennegan JM, 2013). Η αυξημένη επιρροή της κατανάλωσης συντρόφων κατά τη διάρκεια των ωρών σνακ μπορεί να οφείλεται στην έλλειψη μιας "διατροφικής ρουτίνας" ή μιας "δέσμης ενεργειών" για σνακ (Hermans RCJ, 2010, Preedy VR, 2011), ενώ τα γεύματα τείνουν να είναι πιο περιορισμένα από ορισμένες συμπεριφορές ή μέρη.

Η κατανάλωση σνακ μπορεί επίσης να ξεκινήσει λόγω των εορταστικών κοινωνικών περιστάσεων καθώς και της διαθεσιμότητας ή της επιθυμίας για δελεαστικό φαγητό. Μια ερευνητική ομάδα δημιούργησε ένα απόθεμα "Λόγοι για σνακ" με 35 διαφορετικές επιλογές και χρησιμοποίησε αυτόν τον κατάλογο σε μια μελέτη σε 1544 ενήλικες (Verhoeven AAC, 2015). Αυτός ο κατάλογος αναπτύχθηκε ειδικά για να εκτιμήσει τους λόγους των ατόμων για κατανάλωση ανθυγιεινών σνακ που περιέχουν μεγάλες ποσότητες λίπους ή ζάχαρης και διαπίστωσε ότι οι συνηθέστεροι λόγοι για την κατανάλωση ανθυγιεινών σνακ περιλάμβαναν γιορτές σε πάρτι ή ειδική περίσταση ή φαγητό για νόστιμο φαγητό. Μια άλλη μελέτη ζήτησε από 55 ενήλικες να κρατήσουν ένα ημερολόγιο διατροφής για 5 ημέρες και να αξιολογήσουν τους λόγους για τους οποίους τρώνε με τη χρήση παρόμοιας κλίμακας με μόνο 13 στοιχεία (Cleobury L, 2014). Σε αυτή τη μελέτη, ο συνηθέστερος λόγος για κατανάλωση ανθυγιεινών σνακ ήταν ότι «φαινόταν ή μύριζε τόσο δελεαστικό» (55% των περιστατικών σνακ), ακολουθούμενη από «πείνα» (49%) και «ανάγκη ενέργειας» (23%) (55% ).

Ωστόσο, σε ορισμένες χώρες, συμπεριλαμβανομένης της Γαλλίας (Bellisle F, 2003, Chapelot D, 2011), των Φιλιππίνων (Taillie LS, 2015) και του Μεξικού (Caamaño MC, 2015), ένα τέταρτο "γεύμα" το σνακ είναι μέρος ενός παραδοσιακού γεύματος. Οι Γάλλοι έχουν μια γεύση που λέγεται *gouster* μεταξύ γεύματος και δείπνου (Bellisle F, 2014). Ένα μικρό γεύμα μεταξύ μεσημεριανού γεύματος και δείπνου, *merienda*, είναι συνηθισμένο στις Φιλιππίνες (Taillie LS, 2015). Στο Μεξικό, ένα μεσημεριανό γεύμα (*almuerzo*) είναι σχετικά κοινό (Duffey KJ, 2014). Στις χώρες αυτές, επομένως, η παράδοση μπορεί να παρακινήσει τα σνακ.

Ωστόσο, σε πληθυσμούς με επισιτιστική ανασφάλεια, το σνακ μπορεί να υιοθετηθεί ως στρατηγική για την παράλειψη γευμάτων (Zizza CA, 2008). Τα άτομα με ανασφάλεια στα τρόφιμα έχουν περιορισμένη ή αβέβαιη "πρόσβαση ανά πάσα στιγμή σε αρκετά τρόφιμα για μια ενεργό, υγιεινή ζωή" (Zizza CA, 2008, Zizza CA, 2014). Το NHANES συλλέγει δεδομένα για την ασφάλεια των τροφίμων σε άτομα μέσω της Μονάδας Έρευνας Ασφάλειας Τροφίμων (Zizza CA, 2014, NHANES 2009–2010 ). Οι πρόσφατα δημοσιευθείσες μελέτες σχετικά με το σνακ και την επισιτιστική ανασφάλεια (Zizza CA, 2008) χρησιμοποίησαν πληροφορίες από την Μονάδα Έρευνας για την Ασφάλεια Τροφίμων (1999-2002), η οποία χωρίζει τα άτομα σε τέσσερις

ομάδες: ασφαλή τρόφιμα, οριακά τρόφιμα ασφαλή, ασφαλή τρόφιμα χωρίς πείνα, Zizza CA, 2014.). Αυτές οι μελέτες διαπίστωσαν ότι τα άτομα που είναι τρόφιμα ανασφαλισμένα χωρίς σνακ πείνας πιο συχνά, τρώνε μεγαλύτερα γεύματα και μπορούν να καταναλώνουν περισσότερες θερμίδες από τα σνακ από ό, τι τα άτομα που είναι ασφαλή για τα τρόφιμα (Zizza CA,2008). Οι μη ασφαλείς στις τροφές γυναίκες χωρίς πείνα καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια σε σνακ, ενώ οι ανθυγιεινοί άνδρες χωρίς πείνα καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια στα γεύματα από ό, τι οι ομοφυλόφιλοι (Zizza CA,2008). Επειδή η κύρια πηγή ενέργειας για σνακ μεταξύ των ενηλίκων με αναπηρία ως τρόφιμα ήταν «ζάχαρη, γλυκά και ποτά», αυτή η τάση προς την αύξηση του σνακ υποδηλώνει ότι τα σνακ μπορεί να εξυπηρετούν διαφορετικούς ρόλους στη διατροφή και να έχουν διαφορετικές επιπτώσεις στην υγεία βάσει κοινωνικοοικονομικής κατάστασης).

### **3.10 Ηδονικό Φαγητό**

Εκτός από την παρακίνηση που προκαλείται από τη διάσπαση της προσοχής, το σνακ μπορεί επίσης να παρακινείται από τις ανταμείβοντας ιδιότητες των τροφίμων ή από την «ηδονική κατανάλωση». Ένα μοντέλο προσωπικότητας, η θεωρία ευαισθησίας ενίσχυσης, ισχυρίζεται ότι η ρύθμιση της πρόσληψης τροφής μπορεί να καθοδηγείται από την ευαισθησία ενός ατόμου προς ανταμοιβή (Franken IHA, 2005). Η αρχική μελέτη που αξιολόγησε τις σχέσεις ανάμεσα στην ευαισθησία ανταμοιβής και τις συμπεριφορές διατροφής έβλεπε τους φοιτητές κολεγίων ( $n = 99$ ) με ερωτηματολόγια σχετικά με την επιθυμία για φαγητό και την ευαισθησία τους στην τιμωρία και την ανταμοιβή (Franken IHA, 2005). Οι γυναίκες που ήταν πιο ευαίσθητες στην ανταμοιβή είχαν υψηλότερα ΔΜΣ και υψηλότερες βαθμολογίες φαγητού ( $P < 0,05$ ) (Franken IHA,2005). Ομοίως, μια διατομεακή μελέτη σε 1104 εφήβους διαπίστωσε ότι τα άτομα ηλικίας 14 έως 16 ετών που ήταν "ευαίσθητα στην ανταμοιβή" κατανάλωναν πιο πολλά σνακ με ενεργειακή κατανάλωση και ζαχαρούχα ποτά από ό, τι τα άτομα που ήταν λιγότερο «ευαίσθητα στην ανταμοιβή» (De Cock N, 2015).

Ωστόσο, σε μια άλλη μελέτη, η έναρξη της κατανάλωσης χωρίς την πείνα δεν συσχετίστηκε σημαντικά με την ευαισθησία στην ανταμοιβή (De Cock N, 2015). Η μελέτη αυτή έδωσε 50 ενήλικες με "δοκιμή γεύσης σνακ" από καραμέλες σοκολάτας, οι οποίες οι συμμετέχοντες είχαν οδηγίες να καταναλώνουν μέχρι κορεσμού. Αμέσως



μετά την πρώτη δοκιμασία, οι συμμετέχοντες έλαβαν μια δεύτερη, απρόβλεπτη και εθελοντική ευκαιρία να καταναλώσουν μια διαφορετική καραμέλα σοκολάτας. Όλοι οι ενήλικες δεν δέχτηκαν τη δεύτερη δοκιμή γεύσης. Ωστόσο, η μόνη σημαντική διαφορά μεταξύ των ενηλίκων που επέλεξαν να συμμετάσχουν στο δεύτερο γευστικό τεστ και εκείνων που δεν συμμετείχαν ήταν ότι οι ενήλικες που συμμετείχαν είχαν σημαντικά υψηλότερες ανασταλτικές βαθμολογίες ελέγχου από ότι οι ενήλικες που μειώθηκαν ( $P = 0,03$ ). Δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές στο ΔΜΣ, την παρορμητικότητα, την πείνα ή την ευαισθησία ανταμοιβής τροφίμων μεταξύ των δύο ομάδων.

Επομένως, παρόλο που δύο μελέτες εγκάρσιας τομής (Franken IHA, 2005, De Cock N, 2015 ) έδειξαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ της ευαισθησίας ανταμοιβής, του BMI, της επιθυμίας για φαγητό και της κατανάλωσης φαγητού, τα αποτελέσματα μιας μελέτης παρέμβασης δεν υποστήριζαν αυτά τα ευρήματα. Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται στους διάφορους πληθυσμούς που αξιολογήθηκαν σε κάθε μελέτη. Ωστόσο, ο τομέας αυτός μελέτης είναι σχετικά νέος και οι συνδέσεις μεταξύ της ευαισθησίας στην ανταμοιβή και των διατροφικών συνηθειών, ιδίως των συνήθων σνακ, αξίζουν περαιτέρω διερεύνηση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΤΑ ΦΡΟΥΤΑ ΣΤΙΣ ΜΠΑΡΕΣ

Τα φρούτα είναι προϊόντα που καταναλώνονται από τις αρχαίες εποχές σε ορισμένες ασιατικές χώρες. Στην Ινδία, τα πιο γνωστά είναι εκείνα που παρασκευάζονται με ένα μείγμα πολτού μάνγκο και χυμού ζαχαροκάλαμου που φορούσε στο μπαμπού για να στεγνώσει στον ήλιο.

Το προϊόν που παράγεται από αυτή την παραδοσιακή και ανθυγιεινή διαδικασία καλείται "δέρμα μάνγκο" (Gujral, 2003).

Μια βιομηχανοποιημένη μέθοδος για την παρασκευή αυτών των σνακ χρησιμοποιεί βασικά την ίδια σειρά επεξεργασίας του πολτού φρούτων που αναμιγνύεται με πάστα ζάχαρης για να σχηματίσουν φύλλα που αφυδατώνονται σε (50-60 ° C, 18-24 ώρες), επιτυγχάνοντας έτσι τη μικροβιολογική τροφή με χαρακτηριστικά, σε χρώμα και γεύση αποδεκτά (Abdelhaq, 1987). Οι μπάρες φρούτων που κατασκευάζονται με αυτές τις διαδικασίες ονομάζονται καρποί δέρματος επειδή έχουν μια υφή που μοιάζει με δέρμα. Αντίθετα, τα τυριά φρούτων είναι πολτοί που βράζουν μέχρι το βράδυ και έχουν τελική περιεκτικότητα σε σάκχαρα 75-85%. Όταν κρυώσουν, θέτουν ως ένα στερεό μπλοκ και μπορούν να κοπούν σε ράβδους ή κύβους. Ο καρπός, τα δέρματα ή τα τυριά μπορούν να καταναλωθούν από το χέρι ως είδη ζαχαροπλαστικής ή ενσωματώνονται σε ψημένα κονσερβοποιημένα και κατεψυγμένα τρόφιμα. Πέφτουν στην κατηγορία των τροφίμων της ενδιάμεσης υγρασίας, που έχουν νερό με δραστηριότητα περίπου 0,6 και τιμή υγρασίας μεταξύ 8% και 15%.

Υπάρχουν πολλές παραλλαγές στη βασική διατύπωση και διαδικασία. Το σκεύασμα μπορεί να περιλαμβάνει ένα μίγμα πολτού, νωπού ή ξηρά φρούτα, ζάχαρη (δηλ. σακχαρόζη, μαλτοδεξτρίνη και συμπυκνώματα χυμού), συνδετικά (τυπικά πηκτίνη) και μια ποικιλία μικρών συστατικών (π.χ. χρώματα, γεύσεις και οξέα). Μικρές ποσότητες

ελαίου και λεκιθίνης μπορούν επίσης να προστεθούν για να μειώσουν την κόλλα στα φρούτα δέρματα έχουν φρουκτόζη και είναι επιρρεπείς στο να απορροφούν το νερό (Torley, 2006). Ποικιλία φρούτων όπως το μήλο, durian (CheMan, 1997), τα χρυσά ακτινίδια (Vatthanakul, 2010), το σταφύλι (Maskan., 2002), guava (Vijayanand., 2000), jackfruit (CheMan, 1995), kiwi (Lodge, 1981), longan (Jaturonglumlert, 2010), μάνγκο (Gujral, 2003), αχλάδι (Huang, 2005), ροδάκινο (McHugh, 1999), και τομάτα (Ahmad, 2005) έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρασκευή φρούτων σε μπάρες. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το φρούτο bar mango είναι

παραδοσιακό και παρασκευάζεται με την προσθήκη ζάχαρης ζαχαροκάλαμου στο ώριμο πουρέ μάνγκο, την εξάπλωση του πουρέ σε μπαμπού χαλάκια και την ξήρανση του πολτού στον ήλιο (Gujral, 2003). Τα φρούτα μπάρες που προετοιμάζονται όπως αυτό από πουρέ φρούτων όπως η μπανάνα και η γκουάβα, ωστόσο, οδήγησαν ώστε οι ράβδοι να μην είναι αποδεκτές. Για να ξεπεράσουν αυτό το πρόβλημα, υπάρχουν προτεινόμενες ενζυματικές θεραπείες και κατάλληλων προσθέτων στο μίγμα όπως μαλτοδεξτρίνη, πηκτίνη, διαλυτή, άμυλο και αλεύρι σίτου (Vijayanand, 2000).

#### **4.1 Ξήρανση των Φρούτων**

Το στέγνωμα ή η αφυδάτωση είναι μια από τις παλαιότερες μεθόδους τροφίμων συντήρησης για μεταγενέστερη χρήση και μπορεί να οριστεί ως μια ταυτόχρονη λειτουργία μεταφοράς θερμότητας και μάζας στην οποία η δραστηριότητα νερού ενός υλικού μειώνεται με την απομάκρυνση του νερού. Η ξήρανση γίνεται με την εξάτμιση του υγρού και με την παροχή θερμότητας στο υγρό τροφοδοτικό υλικό.

Η αφυδάτωση του φρούτου είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει ταυτόχρονη μεταφορά θερμότητας και μάζας. Ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας είναι μια λειτουργία του εξωτερικού συντελεστή μεταφοράς θερμότητας και της θερμικής αγωγιμότητας του υλικού, ενώ η ταχύτητα μεταφοράς μάζας γενικά εξαρτάται από τον συντελεστή μεταφοράς μαζών και της διάχυσης της μάζας του ύδατος (Sakai and Hanzawa, 1994). Η θερμότητα μπορεί να τροφοδοτηθεί από την αγωγιμότητα (επαφή ή έμμεσοι ξηραντές), με θέρμανση (άμεσοι ξηραντές), με ακτινοβολία ή ογκομετρικά, τοποθετώντας το υγρό υλικό σε ηλεκτρομαγνητικό πεδίο μικροκυμάτων ή ραδιοσυχνότητας.

Πάνω από το 85% των βιομηχανικών στεγνωτηρίων είναι τύπου convective με ζεστό αέρα ή αέρια άμεσης καύσης ως το μέσο ξήρανσης (Mujumdar, 2007). Η διαδικασία ξήρανσης μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στις φυσικοχημικές ιδιότητες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την τελική ποιότητα του προϊόντος. Αυτές οι τροποποιήσεις είναι αλλαγές στις οπτικές ιδιότητες (χρώμα και εμφάνιση), αισθητικές ιδιότητες (οσμή, γεύση), δομικές ιδιότητες (πυκνότητα, πορώδες και συγκεκριμένος όγκος), ιδιότητες υφής, ιδιότητες επανυδάτωσης (επανυδάτωση ταχύτητα και ικανότητα επανυδάτωσης) και διατροφικά χαρακτηριστικά (βιταμίνες και πρωτεΐνες).

Οι παραδοσιακές συνθήκες που χρησιμοποιούνται στην ανοικτή ξήρανση του ήλιου (δηλ. μολύνσεις και ανεξέλεγκτες περιστάσεις όπως απροσδόκητη βροχή, υπερβολική ξήρανση, ανεπαρκή ξήρανση και αποχρωματισμό από την υπεριώδη ακτινοβολία) δεν πληρούν τα διεθνή πρότυπα ποιότητας.

Έτσι, η ανοικτή ξήρανση του ήλιου έχει αντικατασταθεί από ενισχυμένα ηλιακά στεγνωτήρια. Η συμβατική ξήρανση με υψηλή θερμοκρασία αέρα και περισσότερο ο χρόνος στεγνώματος μπορεί επίσης να προκαλέσει σοβαρή βλάβη στα χαρακτηριστικά ποιότητας του προϊόντος, όπως γεύση, χρώμα, θρεπτικά συστατικά και μείωση σε πυκνότητα όγκου και ικανότητα επαναθυλάτωσης του ξηρού προϊόντος (Vadivambal and Jayas, 2007). Έτσι, η διαφορετική επεξεργασία αφυδάτωσης έχει προταθεί για την παραγωγή φρούτων σε ράβδους περιλαμβανομένης της αφυδάτωσης ενός τύπου ή συνδυασμένων μεθόδων ξήρανσης. Ορισμένα από αυτά είναι: η μεταφορική ξήρανση, η ηλιακή ακτινοβολία (Maskan, 2002), η θέρμανση ακτινοβολίας με υπέρυθρη ακτινοβολία (IR) (Nowak, 2004, Timoumi, 2007), η ξήρανση υπό κενό (Jaya, 2003), κενού-μικροκυμάτων (Vadivambal, 2007, Cui, 2008) και η λυοφιλοποίηση (Nussinovitch, 2004, Cui, 2008).

#### **4.1.1 Ηλιακή Ξήρανση**

Η θερμότητα από τον ήλιο, σε συνδυασμό με τον άνεμο, ήταν που χρησιμοποιούνταν για την ξήρανση και τη διατήρηση των φρούτων και των καλλιεργειών τροφίμων που εξακολουθούν να ασκούνται σε μεγάλο βαθμό αμετάβλητο από τους αρχαίους χρόνους. Τρία βασικά σχέδια των ηλιακών ξηραντών είναι άμεσοι, έμμεσοι και εξειδικευμένοι ηλιοροί. Σε απευθείας ηλιακά στεγνωτήρια, το προϊόν θερμαίνεται από τον ήλιο και το υλικό που πρόκειται να αποξηραθεί τοποθετείται σε ένα περίβλημα, με ένα διαφανές κάλυμμα σε αυτό. Στον έμμεσο ξηραντήρα ή στον ξηραντήρα μεταφοράς, το προϊόν εκτίθεται σε θερμαινόμενο αέρα που θερμαίνεται μέσω ηλιακού απορροφητή ή εναλλάκτη θερμότητας. Οι ειδικευμένοι ξηραντές είναι συνήθως σχεδιασμένοι με ένα συγκεκριμένο προϊόν στο μυαλό και μπορεί να περιλαμβάνει στεγνωτήρια που συνδυάζουν τις αρχές των ανωτέρω 2, στις οποίες εκτίθεται το προϊόν στον ήλιο και ένα ρεύμα προθερμανθέντος αέρα ταυτόχρονα ή υβριδικό σε συστήματα όπου χρησιμοποιούνται και άλλες μορφές ενέργειας (Sharma, 2009).

Για ξηρή και ηλιακή ξήρανση των φρούτων και φρούτων σε μπάρες δημητριακών, υπάρχουν πολλές έρευνες όπως αυτές από τους Pande και Thanvi (1991) που σχεδίασε, και ανέπτυξε για να δοκιμάσει ένα ηλιακό θερμοσίφωνα για την αφυδάτωση των οπωροκηπευτικών ή του θερμαντικού νερού αποκλειστικά.

Δύο σημαντικά χαρακτηριστικά αυτού του εξοπλισμού ήταν η δυνατότητα να συνεχίσει τη διαδικασία ξήρανσης τη νύχτα, και την ικανότητά της (αυτό μπορεί να εξοικονομήσει 418 kWh ηλεκτρικής ενέργειας ως θερμοσίφωνα ή να αφυδατώσει 500 kg φρούτων ή λαχανικών / έτος) (Pande and Thanvi, 1991).

Οι Sharma et al. (1993) μελέτησαν διαφορετικά ηλιακά στεγνωτήρια για φρούτα και λαχανικά με προτεινόμενες μέγιστες επιτρεπόμενες θερμοκρασίες και τυπικές κλίμακες αρχικής και τελικής περιεκτικότητας σε υγρασία για ασφαλή αφυδάτωση και αποθήκευση ορισμένων καλλιεργειών. Οι Mahmutoglu et al. (1996) ανέλυσε τις επιδράσεις των λύσεων προεπεξεργασίας και των τύπων στεγνωτήρα (ηλιακή ) για τα σταφύλια της σουλτανίνας. Μελέτη της φυσικής και της ηλιακής ξήρανσης για τη συντήρηση των φρούτων και των λαχανικών δίνεται από (Gallali., 2000). Παρόμοια αξιολόγηση για ξήρανση με ζεστό αέρα και ξήρανση του ψαριού του pestil, το οποίο είναι γνωστό φρούτο στην Τουρκία, έγινε από τους Maskan et al. (2002). Οι Sreekumar et al. (2008) δοκιμάσαν ένα νέο τύπο ηλιακού στεγνωτηρίου, ιδιαίτερα για την ξήρανση λαχανικών και φρούτων, με 2 διαμερίσματα: ένα για η συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας και παραγωγή θερμικής ενέργειας και το άλλο για την εξάπλωση του προϊόντος που πρόκειται να ξηρανθεί (Sreekumar, 2008).

#### **4.1.2 Διαδικασία Ξήρανσης Υπέρθρων**

Ένας από τους τρόπους μείωσης του χρόνου στεγνώματος είναι η παροχή θερμότητας από το IR. Το IR έχει μερικά πλεονεκτήματα έναντι της θερμικής θέρμανσης. Στη μεταφορά θερμότητας οι συντελεστές είναι υψηλοί, ο χρόνος διαδικασίας είναι σύντομος και το κόστος της ενέργειας είναι χαμηλό. Δεδομένου ότι ο ξηρός αέρας είναι ουσιαστικά διαφανής σε IR (N<sub>2</sub> και O<sub>2</sub> δεν απορροφούν IR), και η διαδικασία μπορεί να γίνει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος αέρα (Nowak, 2004). Με τη χρήση IR που εφαρμόζεται ως συμπληρωματική θερμότητα σε συμβατικό μεταφορέα και το στέγνωμα, με τα υψηλά ποσοστά μεταφοράς θερμότητας και μάζας στην επιφάνεια θα έχει ως αποτέλεσμα τη γρήγορη θέρμανση, και υπερθέρμανση ή υπερβολική ξήρανση του υλικού, το οποίο θα οδηγούσε σε προβλήματα ποιότητας χωρίς μεγάλη

αύξηση των ποσοστών ξήρανσης. Οι κίνδυνοι αυτοί μπορούν να ξεπεραστούν με τον συμπαγές και αυτοματοποιημένο εξοπλισμό με υψηλό βαθμό ελέγχου των παραμέτρων διεργασίας (Sakai and Hanzawa, 1994, Nowak, 2004). Αυτή η μέθοδος θέρμανσης είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για να στεγνώσουν λεπτά στρώματα όπως φέτες μήλου (Nowak, 2004, Timoumi, 2007) και το φρούτο δέρμα (Jaturonglumlert, 2010). Η μαθηματική μοντελοποίηση φωτοεκπομπής φρούτων με ξήρανση έχει μελετηθεί για την καλλιέργεια μήλων (Sun, 2007) και μακρόστενο φρούτο (Jaturonglumlert, 2010). Το λογαριθμικό μοντέλο και το μοντέλο σελίδας ήταν τα πλέον κατάλληλα στην περιγραφή ξήρανσης λεπτών στρώσεων για προϊόντα μήλου.

### 4.1.3 Ξήρανση με Κατάψυξη

Υπάρχουν αρκετές τεχνικές ξήρανσης για την παραγωγή αφυδατωμένων τροφίμων όπως το ξηραντικό με θερμικό αέρα, η υποπίεση, η κατάψυξη, και η ξήρανση με ψεκασμό, μεταξύ αυτών, η κατάψυξη είναι η καταλληλότερη για τη διατήρηση της διατροφικής και αντιοξειδωτικής περιεκτικότητας στα φρέσκα φρούτα (Ortego, 2009). Η ξήρανση με ψύξη είναι η διαδικασία ξήρανσης για την μακροπρόθεσμη διατήρηση των ευαίσθητων στη θερμότητα τροφίμων και άλλων βιολογικών υλικών με βάση τα φαινόμενα εξάχνωσης. Το προϊόν είναι πρώτα κατεψυγμένο και στερεό. Στη συνέχεια εκτίθεται σε ελεγχόμενη θερμοκρασία και μειωμένη πίεση (<300 Pa).

Μια επιτυχημένη

διαδικασία ξήρανσης με ψύξη διατηρεί το μεγαλύτερο μέρος της αρχικής πρώτης ύλης

όπως το σχήμα, οι διαστάσεις, η εμφάνιση, η γεύση, το χρώμα, η υφή και η βιολογική δραστηριότητα. Το προϊόν, σε ξηρή κατάσταση, είναι συνήθως εξαιρετικά πορώδες, εύθραυστο, υγροσκοπικό, και με εξαιρετική ικανότητα επανυδάτωσης (Ortego, 2008). Η χρήση της ξήρανσης με κατάψυξη στην παραγωγή προϊόντων με υφή φρούτων για ενσωμάτωση σε τρόφιμα όπως το γιαούρτι γίνεται από το 1976 (Luh, 1976). Τα λουκάνικα που έχουν αποξηρανθεί με λυοφιλοποίηση μπορούν να παραχθούν με αφυγραντικές γέλες αποτελούμενες από συμπύκνωμα φρούτων ή πουρέ. Τα προϊόντα ήταν ξηρά και τραγανά με υψηλή περιεκτικότητα σε συστατικά φρούτων (Nussinovitch, 2004). Η θέρμανση με μικροκύματα παρέχει τη δυνατότητα συντόμευσης του χρόνου ξήρανσης λόγω ψύξης και λόγω της ογκομετρικής διάχυσης των μικροκυμάτων ενέργειας και την προώθηση της μεταφοράς θερμότητας και

μαζών. Ωστόσο, οι διαφορετικοί συνδυασμοί θα οδηγήσουν σε ανόμοια χαρακτηριστικά και αποτελέσματα ξήρανσης. Ο Cui et al. (2008) έκανε μια σύγκριση μεταξύ της ξήρανσης με κατάψυξη και του κενού μικροκυμάτων στα τσιπς μήλων.

Τα δείγματα που παρασκευάστηκαν με την τελευταία μέθοδο παρουσίασαν πολύ κοντά

την ικανότητα επαναθλάτωσης, την κατακράτηση χρώματος και την υφή με αυτά της

λυοφιλοποίησης αλλά με λίγο μεγαλύτερη συρρίκνωση.

Κατά την αφυδάτωση των μπανανών σε φέτες και των μπανανών, τα οποία αφρώνονται με ανάμιξη με ένα παράγοντα αφρισμού, με ξήρανση οι συντελεστές θα μπορούσαν να αυξηθούν κατά ένα συντελεστή 16 χρησιμοποιώντας μικροκύματα αντί για ζεστό αέρα μόνο (Drouzos, 1996).

## **4.2 Επιδράσεις της Ξήρανσης στην Ποιότητα**

Από την άποψη της ποιότητας, μια βελτιστοποιημένη λειτουργία επεξεργασίας τροφίμων πρέπει να ελαχιστοποιεί τις απώλειες της θρεπτικής αξίας, διατηρώντας το προϊόν. Στη συγκεκριμένη περίπτωση της ξήρανσης των τροφίμων, αυτό σημαίνει τη μείωση της απώλειας πτητικών και γεύσεων και αλλαγές στο χρώμα και την υφή, διατηρώντας το μεγαλύτερο μέρος της πρωτότυπης θρεπτικής αξίας για το αποξηραμένο προϊόν. Οι συνέπειες στις διαδικασίες ξήρανσης σε φυσικοχημικές και θρεπτικές ιδιότητες των φρούτων σε μπάρες είναι μάλλον σπάνια. Αντίθετα, τα αποτελέσματα της αφυδάτωσης στα αποξηραμένα φρούτα και λαχανικά έχουν συζητηθεί σε κάποιο βάθος (Nijhuis., 1998, Nicoli , 1999; Vadivambal, 2007). Παρ'όλα αυτά, τα περισσότερα των γενικών συμπερασμάτων για την αποξήρανση φρούτων και λαχανικών θα μπορούσε να ακολουθηθεί για τον προσδιορισμό της κατάλληλης ξήρανσης με τη μέθοδο και τις συνθήκες που ελαχιστοποιούν την απώλεια ποιότητας αφυδάτωση στις ράβδους φρούτων. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η μαζική παραγωγή αποξηραμένων τροφίμων και ράβδων φρούτων συχνά κατασκευάζονται σε κονσέρβες ξηραντές. Η σκλήρυνση της υπόθεσης και η συρρίκνωση είναι τα κύρια προβλήματα. Τα τελευταία χρόνια, η βελτίωση της διατήρησης της ποιότητας από τα αποξηραμένα προϊόντα με τη μεταβολή της διαδικασίας και τις συνθήκες ή προεπεξεργασίες, ήταν μια πρώτη έρευνα (Nijhuis, 1998, Doymaz, 2004).

Μεταξύ των τεχνικών ξήρανσης, η λυοφιλοποίηση είναι η πλέον κατάλληλη για τη διατήρηση της διατροφικής και αντιοξειδωτικής περιεκτικότητας σε φρέσκα φρούτα (Asami, 2003, Orrego, 2009). Η σύγκριση μεταξύ ξήρανσης υπό κενό-μικροκύματα και ξήρανσης με κατάψυξη είχαν παρόμοια αποτελέσματα με συγκράτηση των ανθοκυανινών και αντιοξειδωτική δράση, η οποία ήταν και οι δύο σχετικά υψηλότερες από αυτές που ανακτήθηκαν από τα βακκίνια (Leusink, 2010). Ο Lin et al. (1998) μελέτησε τα χαρακτηριστικά της υφής με ξήρανση στον αέρα σε λυοφιλωμένες φέτες καρότου. Απαιτείται η απαιτούμενη δύναμη παρακέντησης για να σπάσει το κενό-ξηραμένο σε φούρνο μικροκυμάτων και το καρότο που έχει στεγνώσει στον αέρα σε φέτες ήταν 11,0 και 18,1 N, αντίστοιχα, υποδεικνύοντας ότι η σκλήρυνση του σκελετού συνέβη με κερύ-ξηρό καρότο από μικροκύματα. Οι λυοφιλωμένες φέτες καρότου απαιτούσαν τη μικρότερη δύναμη σε παρακέντηση. Ωστόσο, η ξήρανση με κατάψυξη είναι πολύ πιο ακριβή από τη μεταφορά ξήρανσης και χρησιμοποιείται για την παραγωγή μικρής ποσότητας προϊόντων με φρούτα υψηλής προστιθέμενης αξίας. Οι Yongsawatdigul και Gunasekaran (1996) αξιολόγησαν την ποιότητα των μικροκυμάτων-κενού σε αποξηραμένα βακκίνια με δοκιμές στο χρώμα και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ο φούρνος μικροκυμάτων στεγνώθηκε με κενό και τα βακκίνια είχαν καλύτερο χρώμα από το προϊόν που αποξηράθηκε στον αέρα. Οι Funebo και Ohlsson (1998) μελέτησαν την αφυδάτωση του μήλου και τις τιμές L, a, και b που ήταν παρόμοιες για το ζεστό αέρα και τα μήλα που ξηράθηκαν με μικροκύματα.

Ο Maskan (2001) μελέτησε τα χαρακτηριστικά επανυδάτωσης του kiwi σε φέτες ακτινιδίων που έχουν αποξηρανθεί με μικροκύματα και εμφάνισαν χαμηλότερη επανυδάτωση και χωρητικότητα και ταχύτερο ρυθμό απορρόφησης νερού από ό, τι σε ξήρανση στον αέρα.

Η θερμική επεξεργασία που συνδέεται με τις εργασίες κατασκευής ράβδων φρούτων που συχνά μειώνει τον αριθμό των αρχικών πτητικών ενώσεων και γεύσης των φρούτων, εισάγοντας επιπλέον πτητική γεύση και ενώσεις μέσω της αυτοξειδωσίας των ακόρεστων λιπαρών οξέων και θερμική αποσύνθεση, στην έναρξη των αντιδράσεων Maillard.

Τα προϊόντα αυτών των αντιδράσεων (κυρίως υδροξυμεθυλοφουρφουράλη) χαρακτηρίζονται από αυξημένο αντιοξειδωτικό δυναμικό. Για παράδειγμα στα αποξηραμένα δαμάσκηνα η υδροξυμεθυλοφουρφουράλη είναι παρούσα σε επίπεδα κατά μέσο όρο 22 mg / 100 g νωπού βάρους (Donovan., 1998). Τα νεοσχηματισμένα



προϊόντα Maillard, εκτός από την αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας, μπορεί να μειώσει την οξείδωση πολυφαινόλης με την αναστολή της πολυφαινολικής οξειδάσης (Tan, 1995, Tarko, 2009).

Ωστόσο, οι αναφερόμενες επιδράσεις των προϊόντων Maillard στην υγεία του ανθρώπου είναι αρκετά αντιφατικές. Ανάλογα με τη σύνθεση των τροφίμων και τις συνθήκες επεξεργασίας, έχουν βρεθεί ότι έχουν μεταλλαξιογόνο ή αντιμυκητιακή δράση (στενά συνδεδεμένη με την αντιοξειδωτική τους δραστηριότητα) (Nicoli., 1999).

### 4.3 Διαρθρωμένα Προϊόντα Φρούτων

Η έρευνα σε δομημένα φρούτα ξεκίνησε στα μέσα του 20ού αιώνα όταν η Peschardt κατοχύρωσε μια διαδικασία αναδιάρθρωσης της παραγωγής κεράσια με χρήση κερασιού και αλγινικού άλατος με πηκτή σε λουτρό άλατος ασβεστίου (Peschardt, 1946). Τα δομημένα προϊόντα με βάση τα φρούτα από πολύ φρούτων, είναι ένα ευρύ φάσμα υδροκολλοειδών πηκτωμάτων και άλλα παραδοσιακά πρόσθετα τροφίμων, που αποτέλεσαν αντικείμενο πολλών διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας και εμπορικών εφαρμογών (Szczeniak, A., 1968, Tolstoguzov, 1971, Lugai et al., 1992). Τα προϊόντα αυτά είναι, στις περισσότερες περιπτώσεις, σύνθετα υλικά στα οποία τα συστατικά φρούτων είναι ενσωματωμένα σε μια μήτρα πολυμερούς γέλης.

Ο Nussinovitch έχει πραγματοποιήσει αρκετές μελέτες σχετικά με το σχηματισμό και τις ιδιότητες των δομημένων φρούτων. Στην πρώτη μελέτη, περιέλαβε τους εξαιρετικά όξινους πολτούς και χυμούς φρούτων (πολτός μήλου και ανασυστάθηκαν χυμός φρούτων σταφυλιών) σε πηκτές αλγινικού ασβεστίου (Kaletunc, 1990).

Σε ένα περαιτέρω έργο, ο πολτός σμέουρων συνδυάστηκε με αλγινικό ασβέστιο σε πηκτώματα, με και χωρίς προσθήκη άγαρ για αύξηση σε ευθραυστότητα και ακαμψία (Nussinovitch and Peleg, 1990). Οι Nussinovitch et al. (1991) μελέτησαν επίσης το συνδυασμένο αποτέλεσμα των φρούτων, πολτός (πορτοκάλι, μπανάνα και βερίκοκο), ζάχαρη και κόμμα σε υφή σε προϊόντα φρούτων. Η προσθήκη ζάχαρης ενισχύει τις γέλες μέχρι το μέγιστο μετά από την οποία μειώθηκε αυτή η ιδιότητα. Αντιστρόφως, ο πολτός φρούτων αποδυνάμωσε τη δύναμη πηκτής σε ένα ελάχιστο σημείο μετά όμως το σύστημα πηκτής ανακτεί δύναμη.

Μια εύλογη εξήγηση των βελτιώσεων υφής πηκτώματος της προσθήκης σακχαρόζης, όταν η συγκέντρωσή του είναι μεταξύ 300 και 400 g / kg, είναι αυτή η ζάχαρη που είναι ικανή να μειώνει την αλληλεπίδραση διαλύτη-πολυμερούς και έτσι αυξάνει την έλξη πολυμερούς-πολυμερούς, αλλά φαίνεται να προκαλεί μείωση σε ομοιογένεια πηκτώματος σε υψηλές συγκεντρώσεις (Nussinovitch, 1991; Mouquet et al., 1997). Έχουν διερευνηθεί και άλλα δομημένα συστήματα φρούτων. Το πηκτικό πήγμα θα μπορούσε να σχηματιστεί με αφυδάτωση μιας σύνθεσης φρούτου πουρέ προστιθέμενο με σακχαρόζη και οργανικό οξύ, με θεματικό μηχανισμό της ζελατινοποίησης πηκτίνης με μέσον ζάχαρης-οξέος. Καθώς προχωράει η ξήρανση, η καλά ενυδατωμένη διασπορά ζάχαρης και πηκτίνης σχηματίζει ένα δίκτυο που παράγεται από συνδέσεις μεταξύ μορίων πηκτίνης, παγιδεύοντας ένα συμπυκνωμένο

διάλυμα στερεών ζάχαρης-φρούτων. Αυτά τα πηκτώματα δεν είναι θερμοαναστρέψιμα. Μέσω αυτής της διαδικασίας, χρησιμοποιώντας ένα χρόνο ξήρανσης των 6,67 ωρών στους 60 ° C, παράχθηκε ένα φύλλο μήλου με υψηλή αποδοχή από μια ομάδα καταναλωτών (D'iaz et al.,2009). Οι Owen et al. (1991) ανέφεραν μια διαδικασία για την αφυδάτωση σε αναδιάρθρωση φραγμών φρούτων που περιλαμβάνει πηκτωματοποίηση του πουρέ μήλου προσθέτοντας χαμηλή μεθοξυλική πηκτίνη και φωσφορικό ασβέστιο μονοϋδρογόνο.

Η υφή και η θερμοσταθερότητα του δομημένου μάνγκο με 90% πολτό φρούτων αξιολογήθηκαν σε μία μελέτη του Mouquet et al.(1992). Σε αυτή τη μελέτη επιτεύχθηκε σταθερότητα των αναδιαρθρωμένων καρπών χωρίς το κοινό βήμα προηγούμενης εξουδετέρωσης του οξέος πολτού με NaOH.

Ένα μίγμα αλγινικού και πηκτίνης, το οποίο επίσης σχηματίζει θερμοαναστρέψιμη γέλη, έδειξαν πλεονεκτήματα έναντι των καθαρών υδροκολλοειδών. Η φύση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ πηκτίνης και αλγινικών στα μικτά πηκτώματα δεν είναι γνωστά, αλλά φαίνεται να είναι ετερογενή σε συσχετισμό μεταξύ συγκεκριμένων αλληλουχιών αλυσίδων 2 πολυμερών: αλγινικό πολυ-L-γλουλορονικό "μπλοκ" και πηκτίνη πολυ-Dgalacturonate ακολουθίες χαμηλής πυκνότητας φορτίου (Thakur, 1997). Σε μια μελέτη αλληλεπιδράσεων φρούτων-αλγινικής-πηκτίνης, οι γέλες που σχηματίστηκαν, ακόμη και σε χαμηλό pH, ήταν σταθερά, σε κοπή στήριξης και δοχείο για να ληφθεί χωρίς την προσθήκη ασβεστίου, που απαιτείται για τη διάρθρωση με καθαρό αλγινικό άλας (Mancini and McHugh, 2000).

Με βάση τα αναφερόμενα η επίδραση της γλυκερίνης στα συστήματα τροφίμων ως αφαίρεσης της ακινητοποίησης (Boyle et al., 1993), μια βραζιλιάνικη ερευνητική ομάδα διερεύνησε πόσο διαφορετικές συγκεντρώσεις αλγινικού, με χαμηλή μεθοξυ πηκτίνη και η γλυκερόλη θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να ληφθεί την αναδιάρθρωση του συμπυκνωμένου πολτού ανανά, με τη βοήθεια της απόκρισης σε επιφανειακή μεθοδολογία. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν αλλαγές σε επίπεδα πηκτίνης και αλγινικού ενώ έχουν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα σχετικά με τη σταθερότητα των αναδιαρθρωμένων φρούτων ανανά, και τη γλυκερόλη, που χρησιμοποιήθηκε σε συγκέντρωση 100 g / kg, και μείωσε τη δραστηριότητα του νερού

του αναδιαρθρωμένου προϊόντος σε ενδιάμεσο επίπεδο υγρασίας (0,880) (Grizotto κ.ά., 2007).



#### 4.4 Διατροφικές Πτυχές

Τα αντιοξειδωτικά στα φρούτα και σε μπάρες φρούτων περιέχουν διαφορετικές αντιοξειδωτικές ενώσεις, όπως η βιταμίνη C, η βιταμίνη E, τα καροτενοειδή και οι ενώσεις πολυφαινόλης, όπως τα φλαβονοειδή (Garc'aa-Alonso, 2004). Τα πολυφαινολικά είναι ευρέως κατανεμημένα στη φύση ως δευτερεύοντες μεταβολίτες από φυτά. Περισσότερα από 8000 φυσικά φαινολικά είναι επί του παρόντος γνωστό ότι συμβαίνουν σε φυτικές πηγές (Dae-Ok, 2004). Τα φρούτα και τα λαχανικά είναι επίσης υψηλά σε περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή. Υπάρχουν πάνω από 4000 που εμφανίζονται φυσικά σε φλαβονοειδή (Einbond, 2004). Οι φλαβανόλες, και ανθοκυανίνες περιλαμβάνονται σε φλαβονοειδή. Μεταξύ των φλαβανόλ, τα πιο συνηθισμένα στα φρούτα είναι η κατεχίνη και η γαλλοκατεχίνη και μπορούν να υπάρχουν στη μονομερή μορφή ή μπορούν να πολυμεριστούν, δημιουργώντας συμπυκνωμένες τανίνες ή προανθοκυανιδίνες (Garc'ia-Alonso., 2004). Οι ανθοκυάνες, είναι μια υποκατηγορία στα φλαβονοειδή, που είναι σημαντικές χρωστικές λουλουδιών και φρούτων.

Η συνολική φαινολική περιεκτικότητα προσδιορίζεται συνήθως στις πρώτες ύλες και στις ράβδους φρούτων με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu με ή χωρίς τροποποιήσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως φερουλικό οξύ σε ισοδύναμα mg δείγματος φερουλικού οξέος / g (db) με τη χρήση βαθμονόμησης καμπύλης με φερουλικό οξύ (Altan et al., 2009). Εναλλακτικά, η φαινολική περιεκτικότητα των σνακ μπαρ μπορεί να εκφραστεί ως κατεχίνη (Sun-Waterhouse et al., 2010).

Η πιο δημοφιλής και ευρέως διαδεδομένη προσέγγιση για το καροτενοειδές είναι η ποσοτικοποίηση που βασίζεται σε υγρό υψηλής απόδοσης αντίστροφης φάσης σε χρωματογραφία (RP-HPLC) χρησιμοποιώντας συζευγμένες στήλες C18 ή C30 σε ανίχνευση συστοιχίας διόδων. Η RP-HPLC επιτρέπει τον διαχωρισμό και την ποσοτικοποίηση όλων των επιμέρους ενώσεων καροτενοειδών συμπεριλαμβανομένων

και τα καροτενοειδή προβιταμίνης A που έχουν διατροφική βιταμίνη. Οι εναλλακτικές μέθοδοι περιλαμβάνουν τη φασματοφωτομετρία στο ορατό εύρος για τον προσδιορισμό της συνολικής περιεκτικότητας σε καροτενοειδή. Πρόσφατα, έχει προταθεί μια νέα ορατή και σχεδόν υπέρυθρη ανάλυση φασματοσκοπίας ανάκλασης που έχει καλές δυνατότητες για την υψηλής διαλογής των περιεχομένων

καροτενοειδών και ειδικότερα για τις συνολικές περιεκτικότητες σε καροτενοειδή των λυοφιλοποιημένων καρπών Musa (Davey et al., 2009).

#### 4.5 Σχέσεις Μεταξύ του Περιεχομένου των Αντιοξειδωτικών και της Αντιοξειδωτικής Δραστηριότητας

Αρκετές σχέσεις μεταξύ χημικής δομής και αντιοξειδωτικής δραστηριότητας των φαινολικών ενώσεων.

Συγκεκριμένα, το αντιοξειδωτικό δυναμικό των φαινολικών εξαρτάται από τον αριθμό και τη διάταξη των ομάδων υδροξυλίου και τη συμβολή της ομάδας 3-OH σε φλαβονοειδή (Fernandez-Panchon., 2008).

Η περιεκτικότητα σε φαινόλη έχει συσχετιστεί καλά με την αντιοξειδωτική ικανότητα σε φρέσκα, καθαρισμένα και αποξηραμένα φρούτα. Είκοσι δύο φρούτα που καταψύχονται εξετάστηκαν από τους Isiwata et al. (2004) έδειξε μεγάλη συσχέτιση σε

περιεκτικότητα πολυφαινόλης και σε δραστικότητα δέσμευσης ριζών (Ishiwata., 2004). Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν για αντιοξειδωτικές δραστηριότητες σε (Δοκιμή ORAC) φράουλα, ροδάκινο και μήλο, και φρέσκα φρούτα, κομμένα σε φέτες, και καθαρισμένα και τα συνολικά περιεχόμενα φαινολικών τους (Rababah et al., 2005). Σε μια διαφορετική δουλειά που έχει σχεδιαστεί για να καθορίσει το ποσό και την ποιότητα των αντιοξειδωτικών φαινόλης στα αποξηραμένα φρούτα (βερίκοκα, βακκίνια, σύκα, σταφίδες και αποξηραμένα δαμάσκηνα) και να τα συγκρίνετε με τα αντίστοιχα φρέσκα φρούτα (βερίκοκα, βακκίνια, σύκα, σταφύλια και δαμάσκηνα), τα αποξηραμένα φρούτα έδειξαν μεγαλύτερη θρεπτική αξία σε πυκνότητα, και μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ίνες, και αυξημένη διάρκεια ζωής και σημαντικά

μεγαλύτερο περιεχόμενο αντιοξειδωτικού φαινόλης σε σύγκριση με τα νωπά φρούτα. Η ποιότητα των αντιοξειδωτικών στα επεξεργασμένα αποξηραμένα φρούτα ήταν η ίδια όπως και στους αντίστοιχους νωπούς καρπούς (Vinson.,2005). Η αφυδάτωση προκάλεσε την ίδια αναμενόμενη αύξηση στο σύνολο σε φαινολικά, ολικές ανθοκυανίνες και επίπεδα ORAC για τα αποξηραμένα μήλα, βατόμουρα, ροδάκινα και φράουλες σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές τους για τους νωπούς καρπούς. Και πάλι, βρέθηκε μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των συνολικών φαινολικών, των συνολικών ανθοκυανινών, και ORAC στους ξηρούς καρπούς (Threlfall et al., 2007). Μέχρι στιγμής, η βιταμίνη C, είναι ένα μόλις σταθερό αντιοξειδωτικό του διατροφικού

ενδιαφέροντος και έχει εκτιμηθεί από κοινού ως δείκτης ζημιάς στη μεταποίηση. Αυτός είναι ο κύριος λόγος που υποβλήθηκαν σε επεξεργασία τα φρούτα και θεωρούνται από καιρό ότι έχουν χαμηλότερη θρεπτική αξία από τα νωπά φρούτα λόγω της μείωσης της βιταμίνης C κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας. Απροσδόκητα, η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C, τα μήλα και τα μούρα συνεισφέρουν ελάχιστα στην ολική αντιοξειδωτική δραστηριότητα, υποδεικνύοντας το μεγαλύτερο μέρος της δραστηριότητας να προέρχεται από τον φυσικό συνδυασμό των φυτοχημικών, κυρίως στα φαινολικά (Eberhardt et al., 2002, Kalt, 2005). Με βάση τα στοιχεία αυτά, είχε προταθεί ότι, σε ορισμένα προϊόντα, η θερμική επεξεργασία μπορεί να διατηρήσει το σύνολο των φαινολικών, φλαβονοειδών και ολικής αντιοξειδωτικής δράσης παρά την απώλεια βιταμίνης C. Αυτή ήταν η κατάσταση σε μια μελέτη στην οποία δεν υπήρξαν μεταβολές των ολικών φαινολικών και των συνολικών φλαβονοειδών στο περιεχόμενο σε ντομάτες με θερμική επεξεργασία σε 88°C (Dewanto et al., 2002). Κατά την αξιολόγηση των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων και στη διάρκεια αποθήκευσης μιας απλής και μιας τυποποιημένης ράβδου μήλου εμπλουτισμένης με σόγια, οι Agrahari et al. (2004) δεν διαπίστωσαν σημαντικές αλλαγές στα φαινολικά περιεχόμενα κατά τη διάρκεια της αφυδάτωσης ή της αποθήκευσης σε δύο μπάρες μήλου, ανεξάρτητα από τις συνθήκες αποθήκευσης. Αντίθετα, το ασκορβικό οξύ ήταν οξειδωμένο κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και της αποθήκευσης.

## 4.6 Πτυχές Ποιότητας

### Προτιμήσεις καταναλωτών

Οι καταναλωτές από διαφορετικές χώρες προτιμούν τις μπάρες φρούτων που είναι πιο γευστικές ακολουθούμενες από τα κατάλληλα χαρακτηριστικά. Οι καταναλωτές της Ταϊλάνδης ήθελαν ακτινίδια σε δέρματα ακτινίδιο περισσότερο αρωματισμένα με φρούτα, με μικρότερη σκληρότητα (Vatthanakul et al., 2010). Για μπάρες με δημητριακά τα λεγόμενα σνακ, η πλειοψηφία των καταναλωτών της Σκωτίας ταξινομήθηκε επίσης ότι η γεύση είναι το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό που επηρεάζει την αγορά τους, ακολουθούμενη από χαρακτηριστικά τιμής και εμφάνισης. Η πτυχή της υγιούς εικόνας ήταν σχετικά λιγότερο σημαντική. Η ανάλυση της σχέσης μεταξύ των αισθητηριακών μέτρων και του βαθμού ομοειδούς επιβεβαίωσε τον παραπάνω διαχωρισμό της προτίμησης, με αισθησιακά αρώματα και γεύσεις που



έχουν την μεγαλύτερη επιρροή σχετικά με τη διαβίωση των καταναλωτών (Bower and Whitten, 2000). Εξάλλου, σε μια κινεζική μελέτη, φαίνεται ότι η λαμπερή επιφάνεια, και οι γεύσεις ξινών φρούτων ήταν σημαντικά αισθητήρια χαρακτηριστικά στα φρούτα, τα οποία θα μπορούσαν να προκαλέσουν στους καταναλωτές την επιθυμία τους. Δεν φαίνεται να παρατηρείται σημαντική διαφορά προτίμησης μεταξύ δύο φύλων ή ηλικιακών ομάδων (Huang and Hsieh, 2005).

Το χρώμα του δέρματος μάνγκο μπορεί να περιγραφεί ως κιτρινωπό πορτοκαλί και αποτελεί μια πολύ σημαντική παράμετρο σε σχέση με την προτίμηση του καταναλωτή (Gujral και Brar, 2003).

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το Sesame (*Sesamum indicum*) είναι ένα ανθοφόρο φυτό στο γένος *Sesamum*, το οποίο ονομάζεται επίσης benne. Πολλοί άγριοι συγγενείς του σησαμιού εμφανίζονται στην Αφρική και ένας μικρότερος αριθμός στην Ινδία. Είναι ευρέως πολιτογραφημένο σε τροπικές περιοχές σε όλο τον κόσμο και καλλιεργείται για τους βρώσιμους σπόρους του, που αναπτύσσονται σε λοβούς ή «κουλουράκια». Ο κόσμος συγκέντρωσε 6,2 εκατομμύρια μετρικούς τόνους σουσάμι το 2014, με την Τανζανία, την Ινδία και το Σουδάν ως τους μεγαλύτερους παραγωγούς .

Το σουσάμι είναι ένας από τους παλαιότερους ελαιούχους σπόρους που είναι γνωστός, και εξημερωμένος πριν από περίπου 3000 χρόνια. Το *Sesamum* έχει πολλά άλλα είδη, τα περισσότερα από τα οποία είναι άγρια και προέρχονται από την υποσαχάρια Αφρική. Ο *Sesamum indicum*, ο καλλιεργημένος τύπος, προέρχεται από την Ινδία και είναι ανεκτικός σε συνθήκες ξηρασίας, που αυξάνονται όταν αποτυγχάνουν άλλες καλλιέργειες .

Το σουσάμι έχει μία από τις υψηλότερες περιεκτικότητες λαδιού οποιουδήποτε σπόρου. Με πλούσια γεύση καρυδιού, είναι ένα συνηθισμένο συστατικό στις κουζίνες σε ολόκληρο τον κόσμο. Όπως και άλλα καρύδια και τρόφιμα, μπορεί να προκαλέσει αλλεργικές αντιδράσεις σε μερικούς ανθρώπους.

Στην Ελλάδα και την Κύπρο, η καραμέλα σουσαμιού ονομάζεται παστέλι και είναι γενικά ένα επίπεδο, επιμήκη ράβδος με μέλι και συχνά με καρύδια. Αν και το σύγχρονο όνομα παστέλι είναι ιταλικής προέλευσης, πολύ παρόμοια τρόφιμα τεκμηριώνονται στην αρχαία ελληνική κουζίνα: το κρητικό κοτόπουλο (κοττόπλακος) ή γαστρίς ήταν ένα στρώμα αλεσμένων καρπών σάντουιτς μεταξύ δύο στρώσεων σησαμιού που συνθλίβονται με μέλι. Ο Ηρόδοτος αναφέρει επίσης «γλυκά κέικ σουσάμι και μέλι», αλλά χωρίς λεπτομέρειες.

Διάφορα είδη καραμέλα σουσάμι βρίσκονται στην ινδική κουζίνα. Το Assamese tilor lagu είναι ένα αναμνηστικό σνακ πρωινού. Το Maharashtra tilgul ladoo είναι μια σάλτσα σουσαμιού και ζάχαρης με αράπικα φιστίκια και κάρδαμο και συνδέεται με το φεστιβάλ του Makar Sankranti. Το Sesame Candy ή το Rewri είναι επίσης ευρέως καταναλωμένο στο Πακιστάν. Η πόλη Chakwal του Πακιστάν είναι πολύ γνωστή για αυτό το προϊόν. Πολλοί άνθρωποι γύρω από το Πακιστάν ζητούν από τους

συναδέλφους τους να το φέρουν, καθώς δεν είναι ευρέως διαθέσιμο σε οποιοδήποτε άλλο μέρος του Πακιστάν.

Το σουσάμι είναι επίσης παραδοσιακό στο βόρειο Ιράν (επαρχία Mazandaran) και ονομάζεται Peshtezik σε Mazandarani και περσικά. Το Peshtezik είναι συνήθως ένα λεπτό επίπεδο στρώμα σουσαμιού σπόρου με ζάχαρη ή μέλι και συχνά περιλαμβάνει καρύδια (ειδικά καρύδια). Το Peshtezik σερβίρετε σε ειδικές περσικές διακοπές, όπως το Nowruz και το Yalda. Στην Ινδονησία, η σουσάμι σπόρων σουσαμιού είναι γνωστή ως Ting-Ting Wijen. Ενώ τα φιστίκια αποκαλούνται Ting-Ting Kacang. Αυτοί οι τύποι καραμέλας επηρεάζονται από τους Κινέζους.

Η γενική αντίληψη είναι ότι τα σνακ μας παχαίνουν. Αυτή η ιδέα επικρατεί γιατί οι περισσότεροι έχουν συνδυάσει το σνακ με τροφές που είναι πλούσιες σε θερμίδες, χωρίς όμως να ισχύει κάτι τέτοιο.

Αν για παράδειγμα σκεφτούμε ότι στα σνακ συγκαταλέγονται και τα φρούτα, αλλά και απλά μικρογεύματα χαμηλά σε θερμίδες, όπως για παράδειγμα το παραδοσιακό κουλούρι Θεσσαλονίκης (σουσαμένιο), θα καταλάβουμε γιατί αυτό δεν ισχύει.

Από τις μελέτες που έχουν γίνει μέχρι και σήμερα, τα σνακ δεν έχουν συσχετιστεί με την παχυσαρκία, ενώ υπάρχουν και έρευνες που δείχνουν ότι τα σνακ μπορεί να βοηθήσουν στη διατήρηση φυσιολογικού σωματικού βάρους ή ακόμα και στην απώλεια βάρους.

Βασική προϋπόθεση βέβαια είναι η συνολική ημερήσια ενεργειακή πρόσληψη, οι θερμίδες που προσλαμβάνουμε μέσα σε μία ημέρα δηλαδή, να μην ξεπερνούν τις ημερήσιες ενεργειακές μας ανάγκες.

Μάλιστα τα σνακ συμβάλουν και στη διατήρηση των επιπέδων της γλυκόζης στο αίμα σε φυσιολογικά επίπεδα, κάτι που δεν προκαλεί έντονη αίσθηση πείνας κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Η κατανάλωση σνακ, κατά τη διάρκεια της ημέρας, μπορεί να έχει σημαντικό όφελος όχι μόνο στον έλεγχο του σωματικού βάρους, αλλά και στην εξισορρόπηση της διατροφής, καθώς η επιλογή υγιεινών τροφών σαν σνακ, συμβάλει και στην ικανοποιητική πρόσληψη των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών.

Τα σνακ έχουν γίνει πλέον τρόπος ζωής για πολλούς ανθρώπους, ενώ σε μερικές χώρες οι άνθρωποι τρώνε, κατά μέσο όρο, ακόμα και 6-7 φορές την ημέρα (γεύματα και σνακ).

Κάνοντας τις σωστές επιλογές τα σνακ μπορούν να αποτελέσουν κομμάτι του καθημερινού τρόπου διατροφής, με θετικές συνέπειες και για το σωματικό βάρος αλλά και για την ισορροπημένη διατροφή.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ashakumary L, Rouyer I, Takahashi Y, Ide T, Fukuda N, Aoyama T, et al. Sesamin, a sesame lignan, is a potent inducer of hepatic fatty acid oxidation in the rat. *Metabolism*. 1999; 48:1303–13.
2. Ahmad M, Khan MA, Zafar M, Sultana S. Environment friendly renewable energy from sesame biodiesel energy sources. *Energy Sources Part A*. 2010;32:189–96.
3. Ang ES, Lee ST, Gan CS, See PG, Chan YH, Ng LH, et al. evaluating the role of alternative therapy in burn wound management: Randomized trial comparing moist exposed burn ointment with conventional methods in the management of patients with second-degree burns. *MedGenMed*. 2001; 3:3.
4. Annussek G. *Gale Encyclopedia of Alternative Medicine*. Detroit, Michigan: Gale Group and Looksmart; 2001. Sesame oil.
5. Abdelhaq, E. H. and Labuza, T. P. (1987). Air drying characteristics of apricots. *J. Food Sci*. 52:342–345.
6. Agrahari, P. R., Khurdna, D. S., Lata, Kauri, C. and Kapoor, H. C. (2004). Antioxidant activity and quality of soy enriched apple bar. *J. Food Process. Preserv*. 28:145–159.
7. Ahmad, S., Vashney, A. K. and Srivasta, P. K. (2005). Quality attributes of fruit bar made from Papaya and Tomato by incorporating hydrocolloids. *Int. J Food Prop*. 8:89–99.
8. Altan, A., McCarthy, K. L. and Maskan, M. (2009). Effect of extrusion process on antioxidant activity, total phenolics and b-glucan content of extrudates developed from barley-fruit and vegetable by-products. *Int. J. Food Sci. Technol*. 44:1263–1271.
9. Asami, D. K., Hong, Y. J., Barrett, D. M. and Mitchell, A. E. (2003). Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried arionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *J. Agric. Food Chem*. 51: 1237–1241.
10. Avila, I. M. and Silva, C. L. (1999). Modelling kinetics of thermal degradation of colour in peach puree. *J. Food Eng*. 39:161–166.

11. Bhat KV, Babrekar PP, Lakhanpaul S. Study of genetic diversity in Indian and exotic sesame (*Sesamum indicum* L.) germplasm using random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *Euphytica*. 1999; 110:21–34.
12. Ben-Zion, O. and Nussinovitch, A. (1996). Predicting the deformability modulus of multi-layered texturized fruit and gels. *LWT - Food Sci. Technol.* 29:129–134.
13. Blake, J. R. 1980. Food product containing orange citrus juice vesicle solids. United States Patent No. 4205093.
14. Bourne, M. C., Moyer, J. C. and Hand, D. B. (1966). Measurement of food texture by a universal testing machine. *Food Technol.* 20:522–526.
15. Barnes TL, French SA, Harnack LJ, Mitchell NR, Wolfson J. Snacking behaviors, diet quality, and body mass index in a community sample of working adults. *J Acad Nutr Diet.* 2015; 115:1117-1123.
16. Bedigian D, Harlan JR. Evidence for cultivation of sesame in the ancient world. *Econ Bot.* 1986;40:137–54
17. Bedigian D. Cultivated sesame and wild relatives in the genus *Sesamum* L. In: Bedigian D, editor. *Medicinal and Aromatic Plants-Industrial Profiles Series. Sesame: the genus Sesamum*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor and Francis Group; 2011.
18. Beckstrom-Sternberg SM, Duke JA. The phytochemical database. 1994. Available from: <http://www.ars-grin.gov/duke>.
19. Brar G, Ahuja KL. Sesame: its culture, genetics, breeding and biochemistry. *Annu Rev Plant Sci.* 1979;1:245–313
20. Camire, M. E., Dougherty, M. P. and Briggs, L. J. (2007). Functionality of fruit powders in extruded corn breakfast cereals. *Food Chem.* 101:765–770.
21. Cui, Z. W., Li, C. Y., Song, C. F. and Song, Y. (2008). Combined microwavevacuum and freeze drying of carrot and Apple chips. *Drying Technol.* 26:1517–1523.
22. CheMan, Y. B., Jaswir, I., Yusof, S., Selamat, J. and Sugisawa, H. (1997). Effect on different dryers and drying conditions on acceptability and physic-chemical characteristics of durian leather. *J. Food Process. Press.* 21:425–441.
23. CheMan, Y. B. and Taufik. (1995). Development and stability of jack fruit leather. *Tropical Sci.* 35:245–250.
24. Cheng FC, Jinn TR, Hou RC, Tzen JT. Neuroprotective effects of sesamin and sesamol on gerbil brain in cerebral ischemia. *Int J Biomed Sci.* 2006;2:284–8

25. Chung CH, editor. Seoul: Proceedings of International Conference on Sesame Science, East Asian Society of Dietary Life; 2004. Molecular strategy for development of value-added sesame variety; pp. 15–39.
26. Dae-Ok, K. and Chang, Y. L. (2004). Comprehensive study on Vitamin C Equivalent Antioxidant Capacity (VCEAC) of various polyphenolics in scavenging
27. a free radical and its structural relationship. *Crit Rev. Food Sci. Nutr.* 44:253–273.
28. Davey, M. W., Saeys, W., Hof, E., Ramon, H., Swennen, R. L. and Keulemans, J. (2009). Application of Visible and Near-Infrared Reflectance Spectroscopy (Vis/NIRS) to determine carotenoid contents in banana (*Musa spp.*) fruit pulp. *J. Agric. Chem.* 57:1742–1751.
29. Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K. and Liu, R. H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of Tomatoes by increasing total antioxidant Activity. *J. Agric. Chem.* 50:3010–3014.
30. D'iaz, E. L., Giannuzzi, L. and Giner, S. A. (2009). Apple pectic gel produced by dehydration. *Food Bioprocess Technol.* 2:194–207.
31. Donovan, J. L., Meyer, A. S. and Waterhouse, A. L. (1998). Phenolic composition and antioxidant activity of prunes and prune juice (*Prunus domestica*). *J. Agric. Chem.* 46.
32. Doymaz, I. (2004). Pretreatment effect on sun drying of mulberry fruits (*Morus Alba L.*). *J. Food Eng.* 65:205–209.
33. Drouzos, A. E. and Schubert, H. (1996). Microwave application in vacuum drying of fruits. *J. Food Eng.* 28:203–209.
34. Duhoon SS, Jharia HK. Present status and future strategies for enhancing export of sesame (*Sesamum indicum L.*) in India. In: Duhoon SS, Tripathi AK, Jharia HK, editors. *Integrated Crop Management of Sesame and Niger*. [Project Coordinating Unit (Sesame and Niger), Jabalpur] Technical Manual No, PC-2, ICAR Publication; 2002. pp. 127–35.
35. El-Adawy TA, Mansour EH. Nutritional and physicochemical evaluations of tahina (sesame butter) prepared from heat-treated sesame seeds. *J Sci Food Agric.* 2000; 80:2005–11.
36. Eberhardt, M. V., Lee, C. Y. and Liu, R. H. (2002). Antioxidant activity of fresh apples. *Nature* 405:903–904.

37. Einbond, L. S., Reynertson, K. A., Xiao-DongLuo, Basile, M. J. and Kennelly, E. J. (2004). Anthocyanin antioxidants from edible fruits. *Food Chem.* 84:23–28.
38. Hasan AF, Begum S, Furumoto T, Fukui H. A new chlorinated red naphthoquinone from roots of *Sesamum indicum*. *Biosci Biotechnol Biochem.* 2000; 64:873–4.
39. Hemalatha S, Ghafoorunissa HS. Lignans and tocopherols in Indian sesame cultivars. *J Am Oil Chem Soc.* 2004; 81:467–70.
40. Hess JM, Jonnalagadda SS, Slavin JL. What is a snack, why do we snack, and how can we choose better snacks? A review of the definitions of snacking, motivations to snack, contributions to dietary intake, and recommendations for improvement. *Adv Nutr.* 2016; 7:466-475.
41. Home cooking. Sesame seeds homecooking. 1998. Available from: <http://homecooking.about.com/od/foodhistory/a/sesamehistory.htm>
42. Ghafoorunissa, Hemalatha S, Rao MV. Sesame lignans enhance antioxidant activity of vitamin E in lipid peroxidation systems. *Mol Cell Biochem.* 2004; 262:195–202.
43. Gallali, Y. M., Abjunah, Y. S. and Bannani, F. K. (2000). Preservation of fruits and vegetables using solar drier: A comparative study of natural and solar drying, III; chemical analysis and sensory evaluation data of the dried samples (grapes, figs, tomatoes and onions). *Renewable Energy* 19:203–212.
44. Gamlath, S. (2008). Impact of ripening stages of banana flour on the quality of extruded products. *Int. J. Food Sci. Technol.* 43:1541–1548.
45. Garc'ia-Alonso, M., Pascual-Teresa, S. D., Santos-Buelga, C. and Rivas-Gonzalo, J. C. (2004). Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food Chem.* 84:13–18.
46. Gil, M. I., Tom'as-Barber'an, F. A., Hess-Pierce, B. and Kader, A. A. (2002). Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from california. *J. Agric. Food. Chem.* 50:4976–4982.
47. Grizotto, R. K., Bruns, R. E., De-Aguirre, J. M. and De-Menezes, H. C. (2007). Technological aspects for restructuring concentrated pineapple puree. *LWT Food Sci. Technol.* 40:759–765.
48. Gujral, H. S. and Brar, S. S. (2003). Effect of hydrocolloids on the dehydration kinetics, color, and texture of mango leather. *Int. J. Food Prop.* 6:269–279.



49. Graham DJ, Jeffery RW. Location, location, location: eye-tracking evidence that consumers preferentially view prominently positioned nutrition information. *J Am Diet Assoc.* 2011; 111:1704-1711.
50. Johnson GH, Anderson GH. Snacking definitions: impact on interpretation of the literature and dietary recommendations. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2010; 50:848-871.
51. Kamal-Eldin A, Yousif G, Iskander GM, Appelqvist LA. Seed lipids of *Sesamum indicum* L. and related wild species in Sudan I: Fatty acids and triacylglycerols. *Fett/Lipid.* 1992; 94:254-9.
52. Kader, A. A. and Barrett, D. M. (1996). Classification, composition of fruits, and postharvest maintenance of quality. In: *Processing Fruits: Science and Technology: Biology, Principles, and Applications*. Vol. 1. pp. 1-24. Somogyi, L. P., Ramaswamy, H. S. and Hui, Y. H., Eds., Technomic Publishing, Lancaster, Pennsylvania.
53. Kaletunc, G., Nussinovitch, A. and Peleg, M. (1990). Alginate texturization of highly acid fruit pulps and juices. *J. Food Sci.* 55:1759-1761.
54. Leusink, G. J., Kitts, D. D., Yaghmaee, P. and Durance, T. (2010). Retention of antioxidant capacity of vacuum microwave dried cranberry. *J. Food Sci.* 75:311-316.
55. Lin, P. H., Aickin, M., Champagne, C., Craddick, S., Sacks, F. M., McCarron, P., Most-Windhauser, M., Rukenbrod, F. and Haworth, L. (2003). Food group sources of nutrients in the dietary patterns of the DASH-Sodium trial. *J. Am. Diet. Assoc.* 103:488-496.
56. Lock, K., Pomerleau, J., Causer, L., Altmann, D. R. and McKee, M. (2005). The global burden of disease attributable to low consumption of fruit and vegetables: Implications for the global strategy on diet. *Bull. W.H.O.* 84.
57. Lodge, N. (1981). Kiwi fruit: Two novel processed products. *Food Technol. New Zealand*: 35-43.
58. Lugai, J. C., Newkirk, J. L. and Morimoto, K., Roy, P.K. (1992). Process for making simulated fruit pieces. United States Patent No. 5.084.296.
59. Luh, N., Karel, M. and Flink, J. M. (1976). A simulated fruit gel suitable for freeze dehydration. *J. Food Sci.* 41:89-93.
60. Kalt, W. (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *J. Food Sci.* 75:11-18.

61. Kader, A. A. and Barret, D. M. (1996). Classification, composition of fruits, and postharvest maintenance of quality. In: *Processing Fruits: Science and echnology*.
62. Somogyi, L. P., Ramaswamy, H. S., and Hui, Y. H., Eds., Technomic Publishing Company Inc., Lancaster, Penn., USA, , vol. 1, pp. 1–24.
63. Khanum, F., Swamy, M. S., Krishna, K. R. S., Santhanam, K. and Viswanathan, K. R. (2000). Dietary fiber content of commonly fresh and cooked vegetables consumed in India. *Plant Foods Hum. Nutr.* 55:207–218.
64. Kraszewska, M., Zajac, J., Lans, I. A. V. D., Jasiulewicz, A., Berg, I. V. D. and Bolek, A. (2009). Role of product characteristics for the adoption of fruit and fruit product innovations. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 2009:28–33.
65. Lee CC, Chen PR, Lin S, Tsai SC, Wang BW, Chen WW, et al. Sesamin induces nitric oxide and decreases endothelin-1 production in HUVECs: Possible implications for its antihypertensive effect. *J Hypertens.* 2004; 22:2329–38.
66. Nakano D, Kurumazuka D, Nagai Y, Nishiyama A, Kiso Y, Matsumura Y. Dietary sesamin suppresses aortic NADPH oxidase in DOCA salt hypertensive rats. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2008; 35:324–6.
67. Nelson D, Graham D, Harnack L. An objective measure of nutrition facts panel usage and nutrient quality of food choice. *J Nutr Educ Behav.* 2014; 46:589-594.
68. Morris J.B. Food, industrial, nutraceutical, and pharmaceutical uses of sesame genetic resources. In: Janick J, Whipkey A, editors. *Trends in new crops and new uses*. Alexandria, VA: ASHA Press; 2002. pp. 153–6.
69. Nicoli, M. C., Anese, M. and Parpinelx, M. (1999). Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.* 10:94–100.
70. Nijhuis, H. H., Topping, H. M., Muresan, S., Yuksel, D., Leguijt, C. and Kloek, W. (1998). Approaches to improving the quality of dried fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.* 9:13–20.
71. Nowak, D. and Lewicki, P. P. (2004). Infrared drying of apple slices. *Innovat. Food Sci. Emerg. Tech.* 5:353–360.
72. Nussinovitch, A. and Gershon, Z. (1997). Physical characteristics of agar–yeast sponges. *Food Hydrocolloids* 11:231–237.
73. Nussinovitch, A., Gershon, Z. and Peleg, L. (1998). Characteristics of enzymatically produced agar-starch sponges. *Food Hydrocolloids* 12:105–110.

74. Nussinovitch, A., Jaffe, N. and Gillilov, M. (2004). Fractal pore-size distribution on freeze-dried agar-texturized fruit surfaces. *Food Hydrocolloids* 18:825–835.
75. Nussinovitch, A., Kopelman, I. J. and Mizrahi, S. (1991). Modeling of the combined effect of fruit pulp, sugar and gum on some mechanical parameters of agar and alginate gels. *Food Sci. Technol.* 24:513–517.
76. Nussinovitch, A., Nussinovitch, M., Shapira, R. and Gershon, Z. (1994). Influence of immobilization of bacteria, yeasts and fungi spores on the mechanical properties of agar and alginate gels. *Food Hydrocolloids* 8:361– 372.
77. Nussinovitch, A. and Peleg, M. (1990). Mechanical properties of a raspberry product texturized with alginate. *J. Food Process. Pres.* 14:267–278.
78. O'Connor L, Brage S, Griffin SJ, Wareham NJ, Forouhi NG. The cross-sectional association between snacking behaviour and measures of adiposity: the Fenland Study, UK. *Br J Nutr.* 2015; 114:1286-1293.
79. Piernas C, Popkin BM. Snacking increased among U.S. adults between 1977 and 2006. *J Nutr.* 2010;140:325-332
80. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Snacks: distribution of snack occasions, by gender and age, what we eat in America, NHANES 2009-2010. <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/fsrg>. Accessed September 30, 2016.
81. US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services. 2015-2020 Dietary guidelines for Americans. <http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/>. Accessed January 1, 2016.
82. Sakai, N. and Hanzawa, T. (1994). Applications and advances in far-infrared heating in Japan. *Trends Food Sci. Technol.* 5:357–362.
83. Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C. and Jiménez, L. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 45:287–306.
84. Sharma, A., Chen, C. R. and LAN, N. V. (2009). Solar-energy drying systems: A review. *Renew. Sust. Energ Rev.* 13:1185–1210.
85. Sloan, A. E. (2008). The Top 10 Functional Food Trends. pp. 24–35. *Food Technology Magazine*. Institute of Food Technologists. Chicago, IL.

87. Sreekumar, A., Manikantan, P. E. and Vijayakumar, K. P. (2008). Performance of indirect solar cabinet dryer. *Energy Convers. Manage.* 49:1388–1395.
88. Sun, J., Hu, X., Zhao, G., Wu, J., Wang, Z., Chen, F. and Liao, X. (2007). Characteristics of thin-layer infrared drying of apple pomace with and without hot air pre-drying. *Food Sci. Technol. Int.* 13:91–97.
89. Sun-Waterhouse, D., Teoh, A., Massarotto, C., Wibisono, R. and Wadhwa, S. (2010). Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. *Food Chem.* 119:1369–1379.
90. Szczesniak, A. (1968). Simulated fruits and vegetables. United States Patent No. 3362831.
91. Szczesniak, A. S., Brandt, M. A. and Friedman, H. H. (1963). Development of standard rating scales for mechanical parameters and correlation between the objective and sensory methods of texture evaluation. *J. Food Sci.* 28:397–403.
92. Suja KP, Jayalekshmy A, Arumughan C. Free radical scavenging behavior of antioxidant compounds of sesame (*Sesamum indicum* L.) in DPPH(\*) system. *J Agric Food Chem.* 2004;52:912–5
93. Simon JE, Chadwick AF, Craker LE. Hamden Connecticut: Archon Books; 1984. *Herbs: An Indexed Bibliography. The Scientific Literature on Selected Herbs, and Aromatic and Medicinal Plants of the Temperate Zone, 1971-1980*
94. The nut factory. The sesame seed family. 1999. <http://www.thenutfactory.com/kitchen/edible.html>.
95. Visavadiya NP, Narasimhacharya AV. Sesame as a hypocholesteremic and antioxidant dietary component. *Food Chem Toxicol.* 2008; 46:1889–95.
96. Vatthanakul, S., Jangchud, A., Jangchud, K., Therdthai, N. and Wilkinson, B.
97. (2010). Gold kiwifruit leather product development using Quality function
98. Deployment approach. *Food Qual. Preference* 21:339–345.
99. Velioglu, Y. S., Mazza, G., Gao, L. and Oomah, B. D. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J. Agric. Food. Chem.* 46:4113–4117.
100. Vidhya, R. and Narain, A. (2010). Development of preserved products Jam
101. And Fruit Bar) from under exploited wood apple “*Limonia acidissima*” fruits. *African J. Food Sci. Technol.* 1:51–57.

102. Vijayanand, P., Yadav, A. R., Balasubramanyam, N. and Narasimham, P. (2000). Storage stability of Guava fruit bar prepared using a new process. *Food Sci. Technol.* 33:133–137.
103. Vinson, J. A., Su, X., Zubik, L. and Bose, P. (2001). Phenol antioxidant quantity and quality in foods: Fruits. *J. Agric. Food. Chem.* 49:5315–5321.
104. Vinson, J. A., Zubik, L., Bose, P., Samman, N. and Proch, J. (2005). Dried fruits: Excellent in vitro and in vivo antioxidants. *J. Am. Coll. Nutr.* 24:44–50.
105. Wansink B, Payne CR, Shimizu M. “Is this a meal or snack?” Situational cues that drive perceptions. *Appetite.* 2010; 54:214-216.
106. Williamson KS, Morris JB, Pye QN, Kamat CD, Hensley K. A survey of sesamin and composition of tocopherol variability from seeds of eleven diverse sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes using HPLC-PAD-ECD. *Phytochem Anal.* 2008; 19:311–22.
107. Wang, H., Cao, G. and Prior, R. L. (1996). Total antioxidant capacity of fruits. *J. Agric. Food. Chem.* 44:701–705.
108. Weiner, G. and Nussinovitch, A. (1994). Succulent, hydrocolloid-based, texturized grapefruit products. *Food Sci. Technol.* 27:394–399.
109. Yağci, S. and Göğüş, F. (2008). Response surface methodology for evaluation of physical and functional properties of extruded snack foods developed from food-by-products. *J. Food Eng.* 86:122–132.
110. Yokota T, Matsuzaki Y, Koyama M, Hitomi T, Kawanaka M, Enoki-Konishi M, et al. Sesamin, a lignan of sesame, down-regulates cyclin D1 protein expression in human tumor cells. *Cancer Sci.* 2007;98:1447–53

