

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
Ι Δ Ρ Υ Μ Α



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : «Η β-ΓΛΥΚΑΝΗ ΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ ΤΡΟΦΙΜΩΝ.  
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ : ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΠΑΣΤΑΣ ΕΛΙΑΣ ΜΕ β-  
ΓΛΥΚΑΝΗ»



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΖΑΚΥΝΘΙΝΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΒΕΡΟΥΤΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2017

*Η μελέτη είναι αφιερωμένη στους γονείς μου,  
την οικογένειά μου και τους ανθρώπους που είναι γύρω μου, για την  
κατανόηση, την αγάπη και την υλική συμπαράσταση που μου παρείχαν καθ'  
όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.*

*Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα  
καθηγητή Ζακυνθινό Γιώργο για την ευκαιρία που μου έδωσε να  
πραγματοποιήσω αυτή τη μελέτη, καθώς και για την πολύτιμη καθοδήγηση,  
στήριξη και βοήθειά του κατά την συγγραφή της μελέτης αυτής.*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ .....	6
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ.....	8
1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ.....	9
1.3 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΕ ΧΑΜΗΛΑ ΛΙΠΑΡΑ.....	11
1.4 ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ.....	14
1.4.1 Ορισμός φυτικών ινών.....	15
1.5 ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ.....	18
1.6 ΠΡΕΒΙΟΤΙΚΑ .....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ β- ΓΛΥΚΑΝΩΝ.....	23
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	23
2.1. ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ .....	23
2.2. ΠΟΛΥΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ .....	23
2.3 β-ΓΛΥΚΑΝΗ .....	24
2.3.1 β-γλυκάνη από κριθάρι .....	25
2.3.1.1 Το κριθάρι.....	26
2.3.2 β-γλυκάνη από βρώμη .....	29
2.3.2.1 Βρώμη.....	30
2.3.2.2 Αλεύρι βρώμης .....	32
2.3.3 β-γλυκάνη από μανιτάρια .....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....	35
3.1 ΜΟΡΙΑΚΗ ΔΟΜΗ β-ΓΛΥΚΑΝΩΝ.....	35
3.2 ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ Β-ΓΛΥΚΑΝΩΝ.....	40
3.2.1. Διαλυτότητα – Συμπεριφορά σε διαλύματα .....	40
3.2.2 Ικανότητα σχηματισμού πηκτινωμάτων .....	42
3.3 ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ Β-ΓΛΥΚΑΝΩΝ .....	45
3.4 ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ Β-ΓΛΥΚΑΝΩΝ .....	48
3.5 ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ Β-ΓΛΥΚΑΝΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ .....	50
3.5.1 Επιδράσεις β-γλυκανών στα λιπίδια .....	50
3.5.2 Επιδράσεις των β-γλυκανών στο μεταβολισμό των υδατανθράκων .....	53
3.6 ΆΛΛΕΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ .....	55
3.7 ΆΛΛΕΣ ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ Β-ΓΛΥΚΑΝΩΝ.....	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....	59
ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΠΑΣΤΑ ΕΛΙΑΣ.....	59
4.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	63
4.1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ .....	63
4.1.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΠΑΣΤΑΣ ΕΛΙΑΣ ΓΙΑ ΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΙ ΣΚΟΥΡΑ ΕΛΙΑ. ....	63
4.1.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ .....	63
4.1.4 ΓΕΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ .....	64

4.1.4.1 Αποτελέσματα Πειράματος Για Σκούρα Πάστα.....	64
4.1.4.2 Αποτελέσματα πειράματος για πράσινη πάστα .....	73
.....	75
4.4 Συσκευασία προϊόντος καφέ και πράσινης πάστας ελιάς με β - γλυκάνη .....	81
Εικόνα 1: Συσκευασία για την πράσινη και την καφέ πάστα ελιάς με β - γλυκάνη.....	81
4.4.1 Διατροφική επισήμανση για την πράσινη και την καφέ πάστα ελιάς με β- γλυκάνη.....	82
.....	82
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>83</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>91</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι β-γλυκάνες είναι σύνθετοι πολυσακχαρίτες με δομική μονάδα τη γλυκόζη. Αποτελούν σημαντικό συστατικό, το οποίο απαντάται κυρίως στα κυτταρικά τοιχώματα του κριθαριού και της βρώμης και λιγότερο στα υπόλοιπα σιτηρά. Μελέτες της δομής και των ιδιοτήτων των γλυκανών άρχισαν να δημοσιεύονται από τους ερευνητές στην προσπάθεια να ταυτοποιηθεί ο ρόλος τους στη βιομηχανία. Από την άλλη πλευρά, ο ευεργετικός ρόλος των β-γλυκανών στη διατροφή του ανθρώπου αποδεικνύεται ολοένα και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Σκοπός της μελέτης είναι η αποδελτίωση της βιβλιογραφίας και ο εντοπισμός των σημαντικότερων αναφορών που σχετίζονται με τη βιοσύνθεση, την απομόνωση, τις ιδιότητες και τις πιθανές εφαρμογές τους. Οι β-γλυκάνες ανήκουν στην κατηγορία των διαιτητικών ινών οι οποίες δεν είναι πεπτές από τον ανθρώπινο οργανισμό, λόγω της έλλειψης του σχετικού ενζύμου (γλυκανάση) που υδρολύει το β-γλυκοζιτικό δεσμό. Διατροφικές μελέτες έδειξαν ότι, αύξηση των διαλυτών διαιτητικών ινών, όπως οι διαλυτές γλυκάνες, μειώνουν τον κίνδυνο που προκαλούν τα αυξημένα επίπεδα χοληστερόλης του αίματος, ρυθμίζουν την ανταπόκριση σε γλυκόζη και ινσουλίνη και την υψηλή αρτηριακή πίεση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

Λειτουργικά τρόφιμα: μπορεί να ακούγεται σαν ένας νεολογισμός του 21<sup>ου</sup> αιώνα, αλλά σίγουρα έχετε ακούσει και ίσως έχετε ήδη δοκιμάσει κάποια από τα λεγόμενα «λειτουργικά» τρόφιμα. Πρόκειται για τρόφιμα που έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να παρέχουν κάποιο συγκεκριμένο όφελος για την υγεία, πέρα από τα θρεπτικά συστατικά που ούτως ή άλλως περιέχουν.

Στον 21ο αιώνα, οι έννοιες της ευημερίας και ευεξίας, έχουν κάνει την εμφάνιση τους στον τομέα της διατροφής. Ύστερα από μελέτες, αποδείχθηκε ότι κάποια θρεπτικά συστατικά και μη, έχουν ισχυρή βιολογική επίδραση εκτός της θρεπτικής τους αξίας. Αυτή η ανακάλυψη, κέντρισε το ενδιαφέρον για την μελέτη των μικροθρεπτικών συστατικών και άλλων βιολογικά ενεργών θρεπτικών συστατικών. Και αυτό είναι που χαρακτηρίζει τα λειτουργικά τρόφιμα.

Τα τρόφιμα αυτά, πέραν της θρεπτικής τους αξίας, περιέχουν κάποιο συστατικό, που έχει ευεργετική επίδραση σε κάποια λειτουργία του οργανισμού. Τα λειτουργικά τρόφιμα είναι μια πρόσφατη έννοια (Γκέγκιου-Χατζούδη, 2005) που προέρχεται από την Ιαπωνία αλλά αναπτύχθηκε περαιτέρω στις Ηνωμένες Πολιτείες και στην Ευρώπη. Η έννοια υποδηλώνει ότι τα τρόφιμα και τα συστατικά τους, έχουν την ικανότητα να επιδρούν ευεργετικά στις ανθρώπινες λειτουργίες και να βοηθούν στην βελτίωση τους, μειώνοντας τον κίνδυνο από ασθένειες. Για παράδειγμα, στην ανάπτυξη, στον μεταβολισμό, στην αντιοξειδωτική άμυνα, στην προστασία από καρδιαγγειακά νοσήματα, στην καλή λειτουργία του γαστρεντερικού συστήματος καθώς επίσης και στην ψυχική κατάσταση.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Μελέτης των Λειτουργικών Τροφίμων (FUFOSE), ως λειτουργικό, ορίζεται το τρόφιμο, το οποίο προσφέρει ικανοποιητικά, ένα ή περισσότερα οφέλη σε κάποια φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού, εκτός των θρεπτικών του αποτελεσμάτων, και με τρόπο που να βελτιώνει την κατάσταση της υγείας ή να μειώνει τον κίνδυνο ασθένειας. Τα λειτουργικά τρόφιμα θα πρέπει να παραμένουν τρόφιμα, και όχι χάπια ή κάψουλες, έτσι ώστε να αποτελούν μέρος μιας φυσιολογικής και ισορροπημένης διατροφής (Shizimu et al.,2003).

Από πρακτική άποψη ένα λειτουργικό τρόφιμο μπορεί να είναι:

α) Φυσικό τρόφιμο το οποίο έχει εμπλουτισθεί με κάποιο συστατικό, μέσω ειδικών συνθηκών ανάπτυξης.

β) Τρόφιμο στο οποίο έχει προστεθεί κάποιος παράγοντας για βελτίωση της υγείας του εντέρου (π.χ. προσθήκη επιλεγμένων προβιοτικών βακτηρίων με αποδεδειγμένα οφέλη στην υγεία.

γ) Τρόφιμο από το οποίο έχει αφαιρεθεί ένα συστατικό, έτσι ώστε να έχει μειωμένα, δυσμενή αποτελέσματα στην υγεία (π.χ. μείωση κορεσμένων λιπαρών οξέων, μείωση λακτόζης).

δ) Τρόφιμο του οποίου η φύση έχει τροποποιηθεί χημικά, για την βελτίωση της υγείας (π.χ. υδρολυμένος τύπος για μείωση της πιθανότητας αλλεργιογόνου επίδρασης).

ε) Τρόφιμο στο οποίο η βιοδιαθεσιμότητα ενός ή περισσότερων συστατικών έχει αυξηθεί ώστε να παρέχει μεγαλύτερη απορρόφηση κάποιου ενεργού συστατικού.

στ) Οποιοσδήποτε συνδυασμός από τις προαναφερθείσες δυνατότητες.

Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα βιοενεργών συστατικών φυσικής προέλευσης που μπορεί να περιέχονται ή να ενσωματώνονται κατά το σχεδιασμό και την παραγωγή λειτουργικών τροφίμων. Παραδείγματα αποτελούν οι φυτικές ίνες, οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί (π.χ. *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*), πρεβιοτικά (π.χ. φρουκτο-και γαλακτο-ολιγοσακχαρίτες, ινουλίνη), πρωτεΐνες και πεπτίδια (κ-καζεΐνη και λακτοφερρίνη), ορισμένα λιπαρά οξέα (π.χ. συζευγμένο λινελαϊκό οξύ – CLA και ω-3 λιπαρά οξέα), οι βιταμίνες (π.χ. E , C και φυλλικό οξύ), τα ανόργανα στοιχεία (π.χ. τα καροτενοειδή , α και β-καροτένιο), τα φλαβονοειδή και οι φυτικές στερόλες.

Ένα λειτουργικό τρόφιμο μπορεί να είναι φυσικής προέλευσης (π.χ. ελαιόλαδο, ψάρια, καρότα, τομάτα, σκόρδο, μπρόκολο κι άλλα σταυρανθή λαχανικά, εσπεριδοειδή), ή να έχει υποστεί αφαίρεση ή προσθήκη κάποιου συστατικού με τη βοήθεια κάποιας τεχνολογικής ή βιοτεχνολογικής μεθόδου (π.χ. μαργαρίνη εμπλουτισμένη με φυτοστερόλες, επιδόρπιο γιαουρτιού με προβιοτικά, χυμός ή γάλα εμπλουτισμένο με βιταμίνες και ασβέστιο) ή να έχει γίνει τροποποίηση της φύσης ή/και της βιοδιαθεσιμότητας κάποιων συστατικών του (π.χ. αυγά πλούσια σε ω-3 λιπαρά οξέα ή φτωχά σε χοληστερόλη) (Jacobs et al., 2004).

Στα λειτουργικά τρόφιμα περιλαμβάνονται οι εξής κατηγορίες προϊόντων: γαλακτοκομικά προϊόντα, βρεφικά γάλατα, δημητριακά, μπισκότα, προϊόντα αρτοποιίας, έτοιμα γεύματα, κρεατοσκευάσματα, προϊόντα διαίτης, υποκατάστατα γευμάτων, γλυκαντικές ύλες, παγωτά και αναψυκτικά.

Σε αντίθεση με τα συμβατικά τρόφιμα που μπορούν να φέρουν στην επισήμανσή τους μόνο ισχυρισμούς περί διατροφής, τα λειτουργικά τρόφιμα μπορούν

να φέρουν και ισχυρισμούς περί υγείας. Σε κάθε περίπτωση όμως, οι ισχυρισμοί περί θεμάτων διατροφής και υγείας που υπάρχουν στα τρόφιμα θα πρέπει να είναι σύμφωνοι με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών και την ειδική νομοθεσία που διέπει η χώρα κατανάλωσης.

## 1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Ακόμη δεν υπάρχει ένας καθολικά αποδεκτός ορισμός για τα λειτουργικά τρόφιμα, γι' αυτό και θα αναφερθούμε σε έναν από τους επικρατέστερους του ευρύ κοινού:

«Λειτουργικό τρόφιμο είναι εκείνο το τρόφιμο το οποίο περιέχει πρόσθετα συστατικά, ή από το οποίο έχουν αφαιρεθεί συστατικά-είτε από το ίδιο το τρόφιμο, είτε ως απόρροια ειδικής παραγωγής του-με αποτέλεσμα το τελικό προϊόν να εμφανίζει ευεργετικές ιδιότητες για την υγεία του ανθρώπου. Τα πρόσθετα συστατικά μπορεί είτε να περιέχονται ήδη στο τρόφιμο (σε μικρή περιεκτικότητα), είτε να μην περιέχονται.»

Ακόμα αυτά τα τρόφιμα πρέπει:

- Να αποτελούν μέρος της συνήθους διατροφής και αυτό δεν αποκλείει όλα τα παρασκευάσματα που λαμβάνονται ως συμπληρώματα διατροφής. π.χ. γάλα με σίδηρο ή ασβέστιο.
- Να καταναλώνονται ως μέρος της καθημερινής διατροφής.
- Να περιγράφουν την σχέση μεταξύ του τροφίμου και μιας ασθένειας ή άλλου κινδύνου, που έχει εκτιμηθεί από ειδικούς. Με αυτές τις ιδιότητες τους είναι φανερό ότι αποτελούν τρόφιμα ποιότητας.

Τα λειτουργικά τρόφιμα ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.1:

### Πίνακας 1.1: Κατηγορίες Λειτουργικών Τροφίμων

(Πηγή: <http://food-info.net/gr/ff/table.htm>)

Όρος	Ορισμός
<i>Λειτουργικά τρόφιμα</i>	Ένας κανονικός τύπος τροφίμων με ένα πρόσθετο συστατικό που παρέχει ένα όφελος υγείας πέρα από την ικανοποίηση των παραδοσιακών θρεπτικών απαιτήσεων.



	Παραδείγματα είναι τρόφιμα που ενισχύονται με βιταμίνες ή ασβέστιο.
<b>Τρόφιμα για συγκεκριμένη χρήση υγείας (FOSHU)</b>	Αγγλική μετάφραση μιας ιαπωνικής ταξινόμησης των λειτουργικών τροφίμων. Η Ιαπωνική κυβέρνηση καθορίζει ως FOSHU τα «τρόφιμα που αναμένονται να έχουν ορισμένα οφέλη υγείας και τους έχει χορηγηθεί άδεια να φέρουν ετικέτα υποστηρίζοντας ότι για συγκεκριμένη χρήση μπορεί να αναμένει την βελτίωση της υγείας του μέσω της κατανάλωσης αυτού του τροφίμου». Η ταξινόμηση ή ο κατάλογος δεν έχει καμία θέση έξω από την Ιαπωνία
<b>Nutraceutical</b>	Ειδικά λειτουργικά τρόφιμα από τα οποία αναμένεται βελτίωση της υγείας, συμπεριλαμβανομένης της πρόληψης ή της θεραπείας ασθένειας.
<b>Τρόφιμα του παχέως εντέρου</b>	Τρόφιμα τα οποία δε διαλύονται στο στομάχι και φθάνουν ως το παχύ έντερο, συνήθως υπό τη μορφή αδιάλυτων υδρογονανθράκων και τα οποία παρέχουν θρεπτικές ουσίες στην εντερική μικροχλωρίδα.
<b>Πρεβιοτικό</b>	Ένα συστατικό τροφίμων που βελτιώνει την λειτουργία του παχέως εντέρου.
<b>Προβιοτικό</b>	Ένας μόνος ή μικτός πολιτισμός μικροοργανισμών με ευεργετικά αποτελέσματα στην υγεία.
<b>Ιατρικά τρόφιμα</b>	Μια ειδική κατηγορία τροφίμων που αναφέρεται στο νόμο τροφίμων των ΗΠΑ. Πρέπει να χρησιμοποιείται υπό ιατρική επίβλεψη για μια ασθένεια, έχει καθορισμένα θρεπτικά χαρακτηριστικά, βασίζεται στις αναγνωρισμένες επιστημονικές αρχές και έχει υποβληθεί σε ιατρική αξιολόγηση. Τα ιατρικά τρόφιμα δεν πωλούνται σε υγιείς καταναλωτές.

## 1.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

### ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2 : Συστατικά Λειτουργικών Τροφίμων

(Πηγή: <http://food-info.net/gr/ff/table.htm>)

<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ / ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ</b>	<b>ΠΗΓΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ</b>	<b>ΙΣΧΥΡΙΖΟΜΕΝΟ Η ΠΙΘΑΝΟ ΟΦΕΛΟΣ</b>
<b>Κ Α Ρ Ο Τ Ε Ν Ο Ε Ι Δ Η</b>		
Α-καροτένιο	Καρότα	Ουδετεροποιεί τις ελεύθερες ρίζες που προκαλούν ζημιές στα κύτταρα
Β-καροτένιο	Φρούτα, λαχανικά	Ουδετεροποιεί τις ελεύθερες ρίζες
Λουτεΐνη	Πράσινα λαχανικά	Συνεισφέρει στη διατήρηση της υγιούς όρασης
Λυκοπίνιο	Προϊόντα τομάτας	Μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο καρκίνου του προστάτη
Ζεαξανθίνη	Αυγά, εσπεριδοειδή, καλαμπόκι	Συνεισφέρει στη διατήρηση της υγιούς όρασης
<b>Π Ρ Ο Ϊ Ο Ν Τ Α Υ Δ Ρ Ο Λ Υ Σ Η Σ Κ Ο Λ Λ Α Γ Ο Ν Ο Υ</b>		
Προϊόντα Υδρόλυσης κολλαγόνου	ζελατίνη	Μπορεί να διορθώσει συμπτώματα οστεοαρθρίτιδας

<b>ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΤΝΕΣ</b>		
Αδιάλυτες ίνες	Σταρένιο πίτουρο	Μειώνει τον κίνδυνο για τον καρκίνο του στήθους και του παχέως εντέρου
Βήτα γλυκάνη	βρώμη	Μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων
Διαλυτές ίνες	<i>psyllium</i>	Μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων
Ολόκληροι σπόροι	Σπόροι δημητριακών	Μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων
<b>ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ</b>		
Ωμέγα-3 λιπαρά οξέα - DHA / EPA	Τόνος, ψάρια και ιχθυέλαια	Μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων και βελτιώνει τις πνευματικές και οπτικές λειτουργίες
Ακόρεστο λινολεϊκό οξύ (CLA)	Τυρί και προϊόντα κρέατος	Βελτιώνει τη σύνθεση του σώματος και μειώνει το κίνδυνο για ορισμένους τύπους καρκίνου
<b>ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ</b>		
Ανθοκυανιδίνες	φρούτα	Μειώνουν τον κίνδυνο για ορισμένους τύπους καρκίνου
Κατεκίνια	τσάι	Μειώνουν τον κίνδυνο για ορισμένους τύπους καρκίνου
Φλαβονόνες	κίτρα	Μειώνουν τον κίνδυνο για ορισμένους τύπους καρκίνου
Φλαβόνες	φρούτα / λαχανικά	Μειώνουν τον κίνδυνο για ορισμένους τύπους καρκίνου
<b>ΛΥΚΟΣΙΝΟΛΙΚΑ-ΙΝΔΟΛΕΣ-ΙΣΟΘΕΙΟΚΥΑΝΙΚΑ</b>		
Σουλφοραφάνη	λαχανικά του γένους <i>cruciferous</i>	Μειώνει τον κίνδυνο για ορισμένους τύπους καρκίνου
<b>ΦΑΙΝΟΛΕΣ</b>		
Καφεϊκό οξύ, Φερουλικό οξύ	φρούτα, λαχανικά, κίτρα	Μειώνει τον κίνδυνο εκφυλιστικών ασθενειών, καρδιακών παθήσεων και ασθενειών στα μάτια
<b>ΦΥΤΟΣΤΕΡΟΛΕΣ</b>		
Στανολικός εστέρας	Καλαμπόκι, σόγια, σιτάρι	Μειώνει τα επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα
<b>ΠΡΕΒΙΟΤΙΚΑ-ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΑ</b>		
Φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες (FOS)	Αγκινάρες Jerusalem, φρέσκο κρεμμύδι, κρεμμύδι σε σκόνη	Βελτιώνουν την γαστροεντερική υγεία
<i>Lactobacillus</i>	Γιαούρτι, γαλακτοκομικά προϊόντα	Βελτιώνουν την γαστροεντερική υγεία, μειώνουν την διάρροια από τα βακτήρια
<b>ΣΑΠΩΝΕΣ</b>		
Σάπωνες	σόγια, τρόφιμα από σόγια, τρόφιμα που περιέχουν πρωτεΐνη σόγιας	Μειώνουν την LDL χοληστερόλη και περιέχουν αντικαρκινικά ένζυμα
<b>ΠΡΩΤΕΪΝΗ ΣΟΓΙΑΣ</b>		
Πρωτεΐνη σόγιας	Σόγια και τρόφιμα από σόγια	25 g /ημέρα μειώνουν τον κίνδυνο καρδιακών παθήσεων
<b>ΦΥΤΟΙΣΤΡΟΓΟΝΑ</b>		
σοφλαβόνες	Σόγια και τρόφιμα από σόγια	Μειώνουν τα συμπτώματα της εμμηνόπαυσης
Λίγκνανς	λινάρι, σίκαλη, λαχανικά	Προφυλάσσουν από καρδιακές παθήσεις και μερικούς καρκίνους, μειώνουν την LDL χοληστερόλη, την ολική χοληστερόλη και τα τριγλυκερίδια
<b>ΣΟΥΛΦΙΔΙΑ-ΘΕΙΟΛΕΣ</b>		
Διαλλυλ-σουλφίδια	κρεμμύδια, σκόρδο, ελιές,	μειώνουν την LDL χοληστερόλη,

	πράσα, φρέσκα κρεμμύδια	διατηρούν την υγεία του ανοσοποιητικού συστήματος
Αλλύλιο μεθυλο τρισουλφίδιο, Διθειολθιόνες	λαχανικά του γένους <i>cruciferous</i>	μειώνουν την LDL χοληστερόλη, διατηρούν την υγεία του ανοσοποιητικού συστήματος
<b>TANNINES</b>		
Προανθοκυανιδίνες	Προϊόντα μούρων, κακάο, σοκολάτα	Βελτιώνουν την υγεία του συστήματος ούρησης, μειώνουν τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων

### 1.3 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΕ ΧΑΜΗΛΑ ΛΙΠΑΡΑ

Τα τελευταία χρόνια, οι καταναλωτές στρέφουν το ενδιαφέρον τους σε προϊόντα διατροφής με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά. Αυτό το ενδιαφέρον πηγάζει από την ανησυχία για την υγεία. Η ανάπτυξη των καρδιαγγειακών παθήσεων και του καρκίνου αποδίδεται, σε μεγάλο βαθμό, στην υψηλή πρόσληψη λίπους από τη διατροφή. Η αποφυγή αυτών των παθήσεων έχει οδηγήσει σε διατροφικές συνήθειες που προτείνουν τη μειωμένη πρόσληψη θερμίδων και λίπους στο 30% της συνολικής θερμιδικής κατανάλωσης. Ως αποτέλεσμα, ο αριθμός των καταναλωτών που ακολουθεί υγιεινή διατροφή, αυξάνεται συνεχώς (Setser et al., 1992). Η επιλογή, συνεπώς που έχει να κάνει ένας καταναλωτής είναι είτε να μειώσει την προτίμησή του σε τρόφιμα πλούσια σε λίπη είτε να βρει εναλλακτικές λύσεις τροφίμων με ευχάριστη γεύση και χαμηλή λιποπεριεκτικότητα. Το κοινό επιλέγει όλο και περισσότερο τρόφιμα που έχουν εκ φύσεως χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, καθώς και τρόφιμα με μειωμένα ή καθόλου λιπαρά που παρασκευάζονται με βιομηχανικές μεθόδους.

Οι καταναλωτές που προσέχουν τη διατροφή τους και αναζητούν την μειωμένη πρόσληψη λίπους χωρίς όμως να θυσιάζουν τη γεύση και την υφή των προϊόντων αυτών, φέρνουν κέρδη στην παγκόσμια αγορά. Για τις βιομηχανίες, η ποιότητα και η γεύση είναι οι παράγοντες κλειδί στην αγορά των τροφίμων με μειωμένα επίπεδα λίπους.

Το λίπος είναι ένα από τα κύρια θρεπτικά συστατικά των τροφίμων και είναι σημαντικό για την διατήρηση της καλής υγείας. Τα λίπη μεταφέρουν τις λιποδιαλυτές βιταμίνες A, D, E και K και ενισχύουν την απορρόφησή τους στο έντερο. Είναι η μόνη πηγή για τα απαραίτητα λιπαρά οξέα λινελαϊκό και λινολενικό οξύ. Είναι επίσης μια σημαντική πηγή θερμίδων για τους ενήλικες και τα βρέφη που έχουν υψηλές ενεργειακές ανάγκες (το λίπος προσφέρει 10 θερμίδες ανά γραμμάριο, σε

σύγκριση με τις πρωτεΐνες και τους υδατάνθρακες που προσφέρουν 4 θερμίδες ανά γραμμάριο) (Μπόσκου, 2004).

Το λίπος είναι σημαντικό ως συστατικό τροφίμων, δεδομένου ότι δίνει γεύση, συνοχή και σταθερότητα στα τρόφιμα και η κατανάλωση του προάγει το αίσθημα κορεσμού. Φυσικά υπάρχουν όρια για την ποσότητα του λίπους που θα πρέπει να καταναλώνεται επειδή είναι υπεύθυνο για τα καρδιακά νοσήματα, το καρκίνο και το υπερβολικό βάρος, όπως προαναφέρθηκε.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (2003) συνιστά ότι η συνολική ημερήσια πρόσληψη λίπους θα πρέπει να περιορίζεται το ανώτερο στο 30% των θερμίδων και τα κορεσμένα λιπαρά να μην υπερβαίνουν το 10%. Η πρόσληψη χοληστερόλης επίσης, θα πρέπει να περιορίζεται σε όχι περισσότερες από 300mg την ημέρα (Μπόσκου, 2004).

Στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια στροφή των καταναλωτών προς το γάλα με μειωμένα λιπαρά. Πρόσφατες έρευνες δείχνουν, το 16,3% των Ελλήνων καταναλώνει γάλα με χαμηλά λιπαρά, ενώ τα γιαούρτια με χαμηλά λιπαρά καταναλώνονται από το 30%.

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών ο όρος «μειωμένης περιεκτικότητας σε λιπαρά» χρησιμοποιείται για τα προϊόντα που έχουν περιεκτικότητα σε λιπαρά άνω του 41% μέχρι και 62%, ενώ ο όρος «χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά», «ελαφρύ» ή «light» χρησιμοποιείται για τα προϊόντα που έχουν περιεκτικότητα σε λιπαρά μέχρι και 41%.

Στη διαδικασία παραγωγής ενός προϊόντος με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, το έλαιο συμμετέχει σε ελάχιστο ποσοστό στο προϊόν, ενώ το υπόλοιπο αντικαθίσταται από κάποιο υποκατάστατο το οποίο έχει τις ίδιες λειτουργικές ιδιότητες με το έλαιο αλλά πολύ λιγότερες ή και καθόλου θερμίδες. Νέα υλικά, φυσικά και συνθετικά, έχουν ενταχθεί στη βιομηχανία τροφίμων ως υποκατάστατα λίπους για την παραγωγή προϊόντων με μειωμένα λιπαρά. Τα υποκατάστατα λίπους βοηθούν στη μείωση του λίπους της τροφής, διατηρώντας παράλληλα μερικές από τις επιθυμητές ιδιότητες που προσδίδουν τα λίπη στα τρόφιμα όπως η αίσθηση λίπους στο στόμα, η υφή και η γεύση. Επίσης τα υποκατάστατα λίπους χρησιμοποιούνται για να ρυθμίσουν το ιζώδες να συγκρατούν νερό και να σταθεροποιούν τα προϊόντα στα οποία προστίθενται (Μπόσκου, 2004). Υπάρχουν τρεις κύριες κατηγορίες των υποκατάστατων λίπους που χρησιμοποιούνται, αυτές είναι με βάση:

- τους υδατάνθρακες

- τις πρωτεΐνες
- τα λίπη

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η θερμιδική περιεκτικότητα των υποκατάστατων λίπους, οι ιδιότητες τους και σε ποια τρόφιμα χρησιμοποιούνται αυτά.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3 : Θερμιδική περιεκτικότητα των υποκατάστατων λίπους, οι ιδιότητες αυτών και τρόφιμα που χρησιμοποιούνται.**

Υποκατάστατα λίπους	Περιεκτικότητα σε θερμίδες	Λειτουργικές ιδιότητες	Χρήση σε τρόφιμα
<b>Που παραγονται από υδατανθρακες</b>			
Πολυδεξτρόζη (Polydextrose)	1 θερμίδα/γραμμάριο	Διογκωτικό και συγκρατεί την υγρασία	Σε ευρεία γκάμα τροφών όπως ψημένα τρόφιμα, παγωμένα επιδόρπια και εμβάσματα σαλάτας
Τροποποιημένο άμυλο	1-4 θερμίδες/γραμμάριο	Τροποποιημένη υφή κολλώδες, παχύρρευστο, και σταθεροποιητής	Επεξεργασμένα κρέατα, εμβάσματα σαλάτας, ψημένα τρόφιμα, παγωμένα επιδόρπια και άλλα
Δεξτρίνη και μαλτοδεξτρίνες (Dextrin, maltodextrins)	4 θερμίδες/γραμμάριο	Διογκωτικό και τροποποιεί την υφή	Ψημένα τρόφιμα, γαλακτοκομικά προϊόντα, εμβάσματα σαλάτας, σάλτσες, αλοιφές και άλλα
Κόμμεα και πηκτίνες	0 θερμίδες	Συγκρατεί την υγρασία τροποποιεί την υφή και την αίσθηση στο στομα	Σε ευρεία γκάμα τροφών όπως ψημένα τρόφιμα, εμβάσματα σαλατας
κυτταρινη	0 θερμίδες	τροποποιεί την αίσθηση στο στόμα και την υφή	Γαλακτοκομικά προϊόντα
β -γλυκάνη	1-4 θερμίδες/	Προσθέτει πυκνότητα	Σε ψημένα τρόφιμα και σε

	γραμμάριο	και υφή	ποικιλία από τρόφιμα
<b>Που παράγονται από πρωτεΐνες</b>			
Μετουσιωμένη πρωτεΐνη και τροποποιημένος ορός γάλατος	1-4 θερμίδες/γραμμάριο	Τροποποιεί την αίσθηση στο στόμα	Γαλακτοκομικά, αλοιφές και προϊόντα αρτοποιίας
<b>Που παράγονται από λίπη</b>			
Olestra	0 θερμίδες	Τροποποιεί την υφή και την αίσθηση στο στόμα	Αλμυρά σνακ (σταθεροποιητής για τηγανητά τρόφιμα)
Caprenin και salatrim	5 θερμίδες/γραμμάριο	Παρόμοιες ιδιότητες με το βούτυρο από κακάο	Ψημένα τρόφιμα και γαλακτοκομικά προϊόντα
Μονο -ή Δι - γλυκερίδια	9 θερμίδες/γραμμάριο μειώνουν την ποσότητα του λίπους που χρειάζεται για την παρασκευή ενός τροφίμου	Προσθέτει υγρασία, τροποποιεί την υφή και την αίσθηση στο στόμα	ψημένα τρόφιμα, φυτικοί αντικαταστάτες γαλακτοκομικών

<http://www.nutrition.gr/docs/articles/05de55af9cd832eb9ef07b5cadaf772e.htm>

#### 1.4 ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ

Οι διαιτητικές ίνες έγιναν γνωστές και αναγνωρίστηκαν ως σημαντικό συστατικό των τροφίμων από τα μέσα της δεκαετίας του 1970. Το 1976 η ομάδα του Trowell διεύρυνε τον ορισμό, για να προσθέσει όλους τους «ανθεκτικούς» στην πέψη πολυσακχαρίτες, όπως τα κόμμεα, την τροποποιημένη κυτταρίνη, τις φυτοβλένες, τους ολιγοσακχαρίτες και την πηκτίνη. Τα επόμενα χρόνια αναπτύχθηκε και βελτιώθηκε η μεθοδολογία ανάλυσης και έρευνας των ινών, ενώ στον ορισμό τους

συμπεριελήφθη και η επίδρασή τους στη φυσιολογία του οργανισμού. (AACC Report 2001).

Μετά από τουλάχιστον τέσσερις δεκαετίες ερευνών και συζητήσεων, οι επιστήμονες κατέληξαν στον εξής ορισμό: «Οι διαιτητικές ίνες είναι το εδώδιμο μέρος των φυτών ή τα ανάλογα υδατανθράκων, που είναι ανθεκτικά στην πέψη και απορρόφηση στο λεπτό έντερο του ανθρώπου, με ολική ή μερική ζύμωση στο παχύ έντερο». Οι διαιτητικές ίνες περιλαμβάνουν τους πολυσακχαρίτες, τους ολιγοσακχαρίτες, τη λιγνίνη και σχετιζόμενα φυτικά συστατικά. Ορισμένες φυτικές ίνες προστιθέμενες στα τρόφιμα, έχει φανεί ότι έχουν ωφέλιμες επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό και γι' αυτό ορίζονται ως «λειτουργικές» διαιτητικές ίνες. (Devries JW et al 1999).

Περισσότερο από το 95% των συστατικών του φυτικού κυττάρου αποτελείται από διαιτητικές ίνες, που συμπεριλαμβάνουν την κυτταρίνη, ημικυτταρίνη, πηκτίνη, λιγνίνη, κόμμεα, β-γλυκάνες και ολιγοσακχαρίτες, όπως είναι για παράδειγμα οι φρουκτάνες και η ινουλίνη. Όλες οι προαναφερόμενες, εκτός από την ημικυτταρίνη, θεωρούνται λειτουργικές ίνες, στις οποίες συγκαταλέγονται επίσης η χιτίνη, η χιτοσάνη, το ψύλλιο, η πολυδεξτρόζη, η πολυόλη και οι ανθεκτικές δεξτρίνες. Υπάρχουν και διαιτητικές ίνες που δεν ανήκουν στο κυτταρικό τοίχωμα, όπως οι κηροί, η κουτίνη και η φελλώδης ουσία. Προσδιορίζοντας τα χημικά χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες των ουσιών αυτών μπορούμε να δούμε πως οι διαιτητικές ίνες επηρεάζουν τις φυσιολογικές και μεταβολικές λειτουργίες του ανθρώπου.

#### **1.4.1 Ορισμός φυτικών ινών**

Οι φυτικές ίνες είναι γνωστές από παλιά, αλλά μόλις τα τελευταία χρόνια έχει αναγνωριστεί η αξία τους στη διατροφή, σε σημείο ώστε να θεωρούνται σήμερα βασικές για τη θεμελίωση της υγείας και την προφύλαξη από πολλές νόσους. Έμεινε για πολλά χρόνια παραγνωρισμένο και παραμελημένο, επειδή ακριβώς οι φυτικές ίνες, είναι ένα κομμάτι της τροφής που δεν έχει θρεπτική αξία, δεν παρέχει καθόλου ενέργεια και θεωρούσαν ότι με την αφαίρεσή τους η ποιότητα των φυτικών τροφών θα βελτιωνόταν.

Πολλοί επιστήμονες, χημικοί και διατροφολόγοι είχαν εκφράσει αντιρρήσεις με τον τρόπο κατεργασίας των δημητριακών. Μόνο πρόσφατα η επιστήμη απέδειξε

πως η αφαίρεση του περιβλήματος από το σιτάρι είναι μια πλάνη, αφού αποτελούσε το κυριότερο δημητριακό με τις περισσότερες φυτικές ίνες, βιταμίνες, μέταλλα και ιχνοστοιχεία. (Bessesen DH, 2001).

Στην ευρεία διάδοση των φυτικών ινών βοήθησαν παλαιότερα, αλλά και νεότερα δεδομένα από τη διεθνή βιβλιογραφία που υποστηρίζουν τον ευεργετικό ρόλο στην πρόληψη της εμφάνισης νοσημάτων του κατώτερου γαστρεντερικού σωλήνα, καρδιαγγειακών νοσημάτων, διαβήτη τύπου 2, αρτηριακής υπέρτασης, υπερλιπιδαιμίας και καρκίνου του παχέος εντέρου. (Căprița A et al. 2010, Viuda-Martos M et al., 2010).

Κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, εντοπίζονται πολυάριθμοι ορισμοί για την έννοια της φυτικής ίνας, οι οποίοι χρησιμοποιούνται από μελετητές και αρμόδιους φορείς σε όλο τον κόσμο. Οι παραλλαγές στους ορισμούς, που προκύπτουν με το πέρασμα των χρόνων οφείλονται στην πολυπλοκότητα των αντιλήψεων-ιδεών που σχετίζονταν με την «διαιτητική ίνα» και εν μέρει με τις δυσκολίες που προκύπτουν με τη μέτρηση και τον προσδιορισμό τους. (Căprița A et al. 2010).

Οι πιο επίσημοι ορισμοί που χρησιμοποιούνται από διάφορους φορείς σε όλο τον κόσμο. Οι σημαντικότεροι είναι οι εξής:

#### I. American Association of Cereal Chemists (AACC 2001)

Οι φυτικές ίνες είναι το βρώσιμο τμήμα των φυτών ή συνθετικά ανάλογα που είναι ανθεκτικά στην πέψη και απορρόφηση στο λεπτό έντερο του ανθρώπου, με πλήρη ή μερική ζύμωση στο παχύ έντερο. Οι φυτικές ίνες συμπεριλαμβάνουν τους πολυσακχαρίτες, ολιγοσακχαρίτες, λιγνίνη και τα επιμέρους συστατικά των φυτών. Οι διαιτητικές ίνες παρέχουν ευεργετικές, φυσιολογικές επιδράσεις συμπεριλαμβανομένου της εκκένωσης του εντέρου, μείωση της χοληστερόλης του αίματος και μείωση της γλυκόζης του αίματος.

#### II. Food and Nutrition Board (FNB 2001)

- Διαιτητικές ίνες αναφέρονται στους άπεπτους υδατάνθρακες και στη λιγνίνη, που είναι ακέραια μόρια και απαντώνται στο εσωτερικό των φυτών.



- Λειτουργικές φυτικές ίνες αποτελούνται από άπεπτους υδατάνθρακες που έχουν απομονωθεί, εκχυλιστεί ή παρασκευαστεί και φαίνεται να έχουν φυσιολογικές επιδράσεις στον άνθρωπο.
- Ολικές ίνες είναι το σύνολο των διαιτητικών και λειτουργικών ινών.

### III. Food Standards Australia New Zealand (FSANZ 2001)

Οι φυτικές ίνες ορίζονται ως το εδώδιμο τμήμα των φυτών ή εκχυλισμάτων τους ή συνθετικά ανάλογα, τα οποία είναι ανθεκτικά στην πέψη και απορρόφηση στο λεπτό έντερο, συνήθως με πλήρη ή μερική ζύμωση στο παχύ έντερο. Οι φυτικές ίνες περιλαμβάνουν τους πολυσακχαρίτες, ολιγοσακχαρίτες (βαθμός πολυμερισμού > 2), λιγνίνες και προωθεί ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα ευεργετικά φυσιολογικά αποτελέσματα:

- (i) εκκένωση του εντέρου
- (ii) μείωση της χοληστερόλης στο αίμα
- (iii) ρύθμιση της γλυκόζης του αίματος

### IV. Codex Alimentarius Commission, FAO/WHO (2006)

Ορισμός: Διαιτητικές ίνες είναι πολυμερή υδατανθράκων με βαθμό πολυμερισμού (DP>3), τα οποία δεν πέπτονται ούτε απορροφώνται από το λεπτό έντερο. Ο βαθμός πολυμερισμού είναι μεγαλύτερος του 3 ώστε να μη συμπεριλαμβάνει τους μονό- και δισακχαρίτες. Οι διαιτητικές ίνες αποτελούνται από ένα ή περισσότερα:

- Εδώδιμα πολυμερή υδατανθράκων που εμφανίζονται φυσικά στα τρόφιμα που καταναλώνονται.
- Πολυμερή υδατανθράκων που λαμβάνονται απ' τις πρώτες ύλες των τροφίμων με φυσικά, ενζυμικά ή χημικά μέσα.
- Συνθετικά πολυμερή υδατανθράκων.

Ιδιότητες: Οι διαιτητικές ίνες γενικότερα έχουν τις εξής ιδιότητες:

- Αυξάνουν τον όγκο των κοπράνων και μειώνουν το χρόνο διέλευσής τους από το έντερο.
- Ζυμώνονται από τα βακτήρια της μικροχλωρίδας του παχέος εντέρου.
- Μειώνουν τα επίπεδα της ολικής και LDL χοληστερόλης στο αίμα.
- Μειώνουν τα επίπεδα της μεταγευματικής γλυκόζης και ινσουλίνης στο αίμα.

## 1.5 ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

Η έρευνα και η ανάπτυξη των λειτουργικών τροφίμων με ευεργετική δράση στην υγεία του ανθρώπου εμφανίζουν ραγδαία εξέλιξη με δεδομένο ότι η υγεία του ανθρώπου είναι συνδεδεμένη με την διατροφή του (Siró et al,2007). Τα λειτουργικά τρόφιμα δεν αποτελούν μια καθορισμένη ομάδα προϊόντων. Ο ορισμός που έχει προταθεί από την Ευρωπαϊκή Αρχή (FUFLOSE) είναι «εγκεκριμένος» σύμφωνα με τον οποίο: « Ένα τρόφιμο μπορεί να θεωρηθεί ως λειτουργικό αν αποδεικνύεται ικανοποιητικά ότι επηρεάζει ευεργετικά μία ή περισσότερες λειτουργίες του σώματος, πέρα από τα επαρκή θρεπτικά αποτελέσματα, κατά τέτοιο τρόπο που να έχει σχέση είτε με βελτίωση της υγείας είτε με ευημερία και/ ή τη μείωση κινδύνων από ασθένειες.

Ένα λειτουργικό τρόφιμο πρέπει να παραμένει τρόφιμο και να εκδηλώνει τα αποτελέσματά του σε ποσότητες που αναμένεται ότι θα καταναλωθούν στο πλαίσιο μιας κανονικής διατροφής: δεν είναι δισκίο ή κάψουλα, αλλά μέρος μιας συνηθισμένης διατροφής » (Diplock et all, 1999).

Τα προβιοτικά τρόφιμα κατέχουν ένα μεγάλο μέρος των λειτουργικών τροφίμων. Πρόκειται, για τρόφιμα εμπλουτισμένα με καλλιέργειες μικροοργανισμών που έχουν προβιοτικές ιδιότητες (probiotic). Η λέξη προβιοτικό προέκυψε από τη σύνθεση «προ» και «βιοτικό» που σημαίνει «ζωή» (δηλ. προβιοτικό: για την ζωή). Ένας ορισμός που προσεγγίζει την έννοια του προβιοτικού είναι ο εξής: «προβιοτικό είναι ένα σκεύασμα ή ένα προϊόν το οποίο περιέχει σε επαρκείς αριθμούς ζώντες, συγκεκριμένους μικροοργανισμούς, που μεταβάλλουν θετικά την μικροχλωρίδα σε ένα τμήμα του ξενιστή, ασκώντας έτσι ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία του». Κατ' επέκταση, ως προβιοτικές καλλιέργειες ορίζονται συγκεκριμένα στελέχη ζωντανών μικροοργανισμών, η παρουσία των οποίων στο έντερο, στην δραστική τους μορφή και σε επαρκή πληθυσμό, επιδρά με θετικό τρόπο στην υγεία του ανθρώπου (ξενιστή) (FAO / WHO, 2001). Οι μικροοργανισμοί του γένους *Lactobacillus* και *Bifidobacterium*, είναι τα κύρια γένη των βακτηρίων που χρησιμοποιούνται σήμερα ως προβιοτικά για τον εμπλουτισμό διαφορετικών κατηγοριών τροφίμων.

Τα προβιοτικά προϊόντα κατέχουν ένα ολοένα αυξανόμενο μερίδιο στην αγορά με τα γαλακτοκομικά προϊόντα βρίσκονται στην πρώτη θέση της ζήτησης (Siro

et al., 2008). Η προβιοτική καλλιέργεια *Lactobacillus acidophilus* ή/και *Bifidobacterium* spp. εμπλουτίζει πολλά γαλακτοκομικά προϊόντων, όπως γάλα, γιαούρτι και ροφήματα γιαουρτιού (Champagne & Gardner, 2005). Επίσης, σε πολλά είδη τυριών η προβιοτική καλλιέργεια χρησιμοποιείται μαζί με την καλλιέργεια εκκίνησης συμμετέχοντας και στην ωρίμανσή τους. Προβιοτικοί μικροοργανισμοί έχουν ενσωματωθεί και στην σκόνη γάλακτος που αποτελεί βάση για παιδικές τροφές, γλυκά, προϊόντα ζαχαροπλαστικής, παγωτά και σοκολάτες και σε διάφορους χυμούς φρούτων και λαχανικών (Champagne et al., 2005; Siro et al., 2008; Espinoza & Navarro, 2008).

Οφέλη στην υγεία που προέρχονται από τους προβιοτικούς μικροοργανισμούς Η ευεργετική δράση των προβιοτικών μικροοργανισμών έχει συσχετιστεί κυρίως με την αυξημένη αντοχή τους έναντι παθογόνων μικροοργανισμών και την ικανότητά τους να τους αναστέλλουν, λόγω της παραγωγής αντιμικροβιακών ουσιών (βακτηριοσίνες ή οξέα), αλλά και εξαιτίας της ανταγωνιστικής δράσης, και της ενίσχυσης του ανοσοποιητικού συστήματος (Shah, 2007). Μελέτες, έχουν καταδείξει τη δράση των προβιοτικών μικροοργανισμών έναντι διαφόρων ασθενειών που σχετίζονται κυρίως με την διαταράξη της φυσιολογικής μικροχλωρίδας του εντέρου, όπως:

- Πρόληψη διάρροιας που προκαλείται από παθογόνα βακτήρια και ιούς
- Μόλυνση και επιπλοκές από το *Helicobacter pylori*
- Φλεγμονώδεις ασθένειες και εντερικό
- Καρκίνος
- Αλλεργίες

Κριτήρια που πρέπει να πληρούν οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί:

Τα στελέχη των προβιοτικών οργανισμών θα πρέπει να είναι ικανά να παρέχουν τα οφέλη τους στο ξενιστή μέσω της ενεργοποίησής τους, της ανάπτυξης και της δραστηριότητάς τους στον ανθρώπινο οργανισμό. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η διατήρηση της ζωτικότητας τους μέχρι να φτάσουν στην περιοχή στόχο και να παραμείνουν δραστικά μέχρι και εκείνο το σημείο (Champagne & Gardner, 2005, Κιοσέογλου & Μπλέκας, 2009).

Τα κριτήρια που πρέπει να ικανοποιεί ένας μικροοργανισμός ώστε να χαρακτηρίζεται ως προβιοτικό είναι τα παρακάτω (Saarela et al. 2000, Salminen et al, 1998, Κιοσέογλου & Μπλέκας, 2009):

- Να μην είναι παθογόνος και να μην έχει ιστορικό παθογένειας.
- Να είναι αποδεκτός ως ασφαλής (GRAS).
- Να μην έχει ιστορικό σύνδεσης με ασθένειες όπως η λοιμώδης ενδοκαρδίτιδα.
- Να μη φέρει μεταβιβάσιμα γονίδια για ανθεκτικότητα στα αντιβιοτικά.
- Να μη δεσμεύει το ινοδογόνο (πρωτεΐνη του πλάσματος) και να μην έχει αιμολυτική δράση. Να μην αποικοδομεί τα χολικά άλατα και τις μουκίνες (γλυκοπρωτεΐνες που αποτελούν συστατικά του γαστρικού και του εντερικού υγρού).
- Να μην ευνοεί τον σχηματισμό βιογενών αμινών.
- Να μην ενεργοποιεί προ-καρκινογόνους παράγοντες και να μην αποικοδομεί θρόμβους με την δράση των υδρολυτικών του ενζύμων.
- Για χρήση στα τρόφιμα πρέπει να είναι ανθρώπινης προέλευσης.
- Να αντέχει σε όξινο περιβάλλον και στο περιβάλλον του ανθρώπινου γαστρικού υγρού.
- Να προσκολλάται στα επιθηλιακά κύτταρα του βλεννογόνου του εντέρου του ανθρώπου.
- Να αποικεί το έντερο του ανθρώπου .
- Να παρουσιάζει ανταγωνιστική δράση έναντι των παθογόνων μικροοργανισμών (*Helicobacter pylori*, *Salmonella Sp.*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium difficile*).
- Να έχει αντι-μεταλλαξιγόνες και αντικαρκινογενετικές ιδιότητες.

Για να διατηρηθούν τα διατροφικά πλεονεκτήματα των προβιοτικών τροφίμων είναι απαραίτητη η βελτιστοποίηση των συνθηκών καλλιέργειας του μικροοργανισμού, καθώς και της τεχνολογίας παραγωγής του τροφίμου με την ενσωμάτωση του μικροοργανισμού σε αυτό. Στόχος είναι να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή βιωσιμότητα του μικροοργανισμού (10<sup>6</sup>-10<sup>7</sup>cfu/gτροφίμου) τόσο κατά την παραγωγή και διατήρηση του προβιοτικού τροφίμου, όσο και κατά την κατανάλωση του (Richardson, 1996; Talwalkaretal. 2004) χωρίς να επηρεαστούν αρνητικά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου στόχου.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την επιβίωση του μικροοργανισμού είναι η σύσταση και το pH του τροφίμου και η θερμοκρασία αποθήκευσής του. Επίσης, σε τρόφιμα με pH χαμηλότερο του 4,4 ο συνδυασμός του όξινου περιβάλλοντος και της μακράς διάρκειας αποθήκευσης του τροφίμου έχει

βρεθεί ότι επηρεάζει αρνητικά την επιβίωση του μεγαλύτερου αριθμού των προβιοτικών στελεχών (Jardine, 2009).

## 1.6 ΠΡΕΒΙΟΤΙΚΑ

Ο όρος πρεβιοτικό εισήχθη από τους Gibson & Roberfroid (1995) οι οποίοι αντάλλαξαν το πρόθεμα «προ», με το πρόθεμα «πρε», που σημαίνει «πριν» αντί «για».

Ο ορισμός που θα μπορούσε να δοθεί για το πρεβιοτικό είναι: « πρεβιοτικό είναι ένα άπεπτο συστατικό ενός τροφίμου το οποίο επιδρά ευεργετικά στον ξενιστή, διεγείροντας εκλεκτικά την ανάπτυξη και/ή τη δραστηριότητα ενός περιορισμένου αριθμού βακτηρίων στο έντερο».

Τα προβιοτικά συνδυάζονται συχνά με συστατικά που έχουν πρεβιοτικές ιδιότητες. Τα πρεβιοτικά είναι μη διασπώμενα από τον οργανισμό συστατικά των τροφίμων που δρουν και ενεργοποιούν την ανάπτυξη και τη δραστηριότητα των βακτηρίων του παχέως εντέρου με αποτέλεσμα την ευεργετική επίδραση στην υγεία του ξενιστή.

Τα πρεβιοτικά φτάνουν στο κόλον χωρίς να διασπαστούν και εκεί λειτουργούν ως υπόστρωμα για τα ενδογενή βακτήρια του ξενιστή. Πολλά συστατικά των τροφίμων, ιδιαίτερα αρκετοί ολιγοσακχαρίτες και πολυσακχαρίτες (συμπεριλαμβάνονται οι διαιτητικές ίνες), διεκδικούν να έχουν πρεβιοτική δραστηριότητα, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα απαιτούμενα κριτήρια. Δεν είναι όλοι οι διαιτητικοί υδατάνθρακες πρεβιοτικά. Αυτά τα κριτήρια είναι:

- Αντοχή στη γαστρική δραστηριότητα, στην υδρόλυση από τα ένζυμα των θηλαστικών και στη γαστρεντερική απορρόφηση
- Ζύμωση από την εντερική μικροχλωρίδα
- Εκλεκτική αύξηση της ανάπτυξης ή / και της δραστηριότητας αυτών των εντερικών βακτηρίων που συμβάλλουν στη υγεία και στη ευεξία (Roberfroid, 1999). Στην κατηγορία των πρεβιοτικών ανήκουν μη αφομοιώσιμοι υδατάνθρακες (ολιγοσακχαρίτες, όπως για παράδειγμα η ραφφινόζη, η ινουλίνη, οι β-γλυκάνες και οι φρούκτοολιγοσακχαρίτες).

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί μία ακόμη ευεργετική δράση των πρεβιοτικών, η παρουσία των οποίων διεγείρουν την αύξηση των βακτηρίων του γαλακτικού οξέος

με αποτέλεσμα την ακόλουθη διέγερση της παραγωγής βουτυρικού οξέος ( Olano – Martin et al., 2000). Το βουτυρικό οξύ χρησιμεύει ως πηγή ενέργειας για τα εντεροκύτταρα και πιθανώς συνδέεται με τις αντικαρκινικές ιδιότητες των πρεβιοτικών. Το προπιονικό οξύ που παράγεται επίσης, παρεμποδίζει τη διαδικασία σύνθεσης χοληστερόλης και ίσως αυτός είναι ο λόγος που τα πρεβιοτικά συνδέονται με τη μείωση της χοληστερόλης στο αίμα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ β- ΓΛΥΚΑΝΩΝ

### 2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### 2.1. ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

Οι υδατάνθρακες είναι μια μεγάλη τάξη οργανικών ενώσεων που υπάρχουν στο φυτικό και στο ζωικό κόσμο. Οι υδατάνθρακες είναι κατ' εξοχήν προϊόντα του φυτικού κόσμου, παράγονται στα φυτά με τη φωτοσύνθεση και η παρουσία τους είναι σημαντικότερη, ώστε να αντιστοιχεί με τη σημασία των πρωτεϊνών στο ζωικό κόσμο. Στους ζωικούς οργανισμούς η σύνθεση υδατανθράκων είναι περιορισμένη και αυτοί προσλαμβάνονται με την τροφή για να χρησιμεύσουν κυρίως ως πηγή ενέργειας. Οι υδατάνθρακες κατατάσσονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με τη μοριακή τους σύσταση ως ακολούθως:

1. **μονοσακχαρίτες** ή απλά σάκχαρα, ενώσεις που δε μπορούν να υδρολυθούν σε απλούστερους υδατάνθρακες
2. **ολιγοσακχαρίτες**, οι οποίοι υδρολυόμενοι παρέχουν 2-6 μόρια απλών σακχάρων.
3. **πολυσακχαρίτες**, οι οποίοι υδρολυόμενοι παρέχουν πάνω από 6 μόρια απλών σακχάρων.

Οι μονοσακχαρίτες και οι δισακχαρίτες έχουν γλυκιά γεύση διάφορης έντασης, ενώ οι πολυσακχαρίτες είναι άγλυκοι. Γενικά οι υδατάνθρακες είναι λευκά στερεά διαλυτά στο νερό, εκτός ορισμένων πολυσακχαριτών, και ελαφρά διαλυτά σε οργανικούς διαλύτες.

#### 2.2. ΠΟΛΥΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ

Πολλά χρόνια πριν ακόμη ο άνθρωπος αρχίσει να χρησιμοποιεί τα πλαστικά και συνθετικά πολυμερή, η φύση χρησιμοποιούσε τα φυσικά πολυμερή για να κάνει τη ζωή ευκολότερη.

Ένα είδος φυσικού πολυμερούς είναι και οι πολυσακχαρίτες, οι οποίοι είναι ομοπολυμερή ή συμπολυμερή σακχάρων. Οι ενώσεις αυτές οικοδομούνται από

πολλές εκατοντάδες ή ακόμα και χιλιάδες μονάδες μονοσακχάρων ανά μόριο μέσω του πολυμερισμού.

Οι πολυσακχαρίτες αποτελούνται από πολλά μόρια μονοσακχαριτών ενωμένων μεταξύ τους με γλυκοζιτικό δεσμό. Οι ενώσεις αυτές είναι μεγάλου μοριακού βάρους, είναι ελαφρά διαλυτές ή αδιάλυτες στο κρύο νερό, ενώ με θέρμανση κάνουν κολλοειδή διαλύματα. Δεν έχουν γλυκιά γεύση και δεν παρουσιάζουν ιδιότητες που να προέρχονται από αλδεϋδομάδες ή κετονομάδες.

Όταν ο πολυσακχαρίτης αποτελείται από ένα μόνο είδος μονοσακχαριτών, τότε καλείται **ομοπολυσακχαρίτης**, ενώ όταν αποτελείται από διάφορα είδη μονοσακχαριτών καλείται **ετεροπολυσακχαρίτης**.

Οι πολυσακχαρίτες εξυπηρετούν ουσιαστικά δύο σκοπούς στη φύση και διακρίνονται σε δυο ομάδες. Η μια ομάδα των αδιάλυτων, όπως είναι η κυτταρίνη και η χιτίνη, αποτελούν τη στηρικτική σκληρή δομή των φυτών και ορισμένων ασπόνδυλων ζώων και η άλλη ομάδα περιλαμβάνει σχετικά μαλακά συστατικά, όπως το άμυλο, το γλυκογόνο και άλλα που αποτελούν μορφές εναποθήκευσης απλών σακχάρων.

Οι σημαντικότεροι πολυσακχαρίτες της φύσης είναι το άμυλο, η κυτταρίνη, η ινουλίνη, οι πηκτίνες (φυτικής προέλευσης), το γλυκογόνο (ζωικής προέλευσης), οι δεξτρίνες (παράγονται από τις ζύμες και τα βακτήρια) και το άγαρ από τα θαλάσσια φύκη.

### 2.3 β-ΓΛΥΚΑΝΗ

Η β-γλυκάνη είναι ένα σύνθετο ομοπολυμερές της γλυκόζης, το οποίο βρίσκεται στα κυτταρικά τοιχώματα των ζυμών, των μυκήτων και δημητριακών φυτών, όπως η βρώμη, το κριθάρι και στα λεγόμενα φαρμακευτικά μανιτάρια, όπως το *Phellinus linteus* ή το *Sparassis crispa*. (Jung et al., 2007; Kim et al., 2006). Μερικές πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι η β-γλυκάνη έχει διάφορες επιδράσεις, όπως η αναστολή της επέκτασης των όγκων, η παραγωγή νιτρικού οξέος, η αύξηση της αιματοποίησης και επαγωγή της απελευθέρωσης μακροφάγων από παράγοντες που ελευθερώνονται στα τραύματα. Οι ευεργετικές επιδράσεις της β-γλυκάνης στο ανοσοποιητικό σύστημα και η έλλειψη παρενεργειών έχει αυξήσει το ενδιαφέρον για



τη χρήση της. Πρόσφατα βρέθηκε ότι είναι ένας ισχυρός τροποποιητής της ανοσοποιητικής απόκρισης (Jung et al., 2007).

Η β-γλυκάνη είναι ο τύπος φυτικών ινών που χαρακτηρίζονται ως μη εύπεπτοι φυτικοί υδατάνθρακες και έχει μελετηθεί σύμφωνα με το είδος των δράσεών της. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται οι διαμορφωτικές επιδράσεις στο ανοσοποιητικό, οι αντικαρκινικές της ιδιότητες, η ικανότητά της να μειώνει τα επίπεδα των λιπιδίων και τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, καθώς και η μείωση ή διατήρηση του σωματικού βάρους. Για τη διατήρηση του σωματικού βάρους ευθύνεται το αίσθημα πληρότητας που προκαλείται από τις διαιτητικές ίνες, μέσω της καθυστερημένης γαστρικής εκκένωσης του λεπτού εντέρου. Η καθυστερημένη γαστρική εκκένωση μπορεί επίσης να μειώσει τα επίπεδα της μεταγευματικής γλυκόζης, συμβάλλοντας έτσι σε μεγαλύτερη ινσουλινοευσαιθησία (Kim et al., 2006; Queenan et al., 2007).

### **2.3.1 β-γλυκάνη από κριθάρι**

Τα τελευταία χρόνια, η Διεύθυνση Τροφίμων και Φαρμάκων Αμερικής (US Food and Drug Administration) υποστήριξε τη συσχέτιση μεταξύ της αυξημένης πρόσληψης διαλυτών ινών και της μείωσης της ολικής χοληστερόλης ορού, επικυρώνοντας τους ισχυρισμούς ότι οι ίνες από δημητριακά βοηθούν την υγεία. Το ενεργό συστατικό στο κριθάρι έχει αποδειχθεί ως μία γραμμική (1→3)(1→4)-β-D-γλυκάνη, η οποία μειώνει την ολική χοληστερόλη ορού κατά 5-10% και βρίσκεται σε περιεκτικότητα περίπου 5-10% κατά βάρος, β-γλυκάνη με (1→3) και (1→4) δεσμούς έχει και η βρώμη σε ποσοστό 4% οπότε αναμένεται να έχει παρόμοιες δράσεις μείωσης της χοληστερόλης (Queenan et al., 2007; Keogh et al., 2003).

Επιπλέον, επιδημιολογικές καθώς και μελέτες σε ανθρώπους και ζώα, έδειξαν ότι διατροφή πλούσια σε διαλυτές φυτικές ίνες βελτιώνει επίσης και τον έλεγχο της γλυκόζης και της ινσουλίνης, και απομακρύνει τον κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη τύπου 2 (Keogh et al., 2003). Το υψηλό ιξώδες της β-γλυκάνης μπορεί να έχει μια ιδιαίτερη επίδραση στη μείωση της μεταγευματικής γλυκαιμίας και μάλιστα αρκετές μελέτες έδειξαν ότι προϊόντα από κριθάρι και βρώμη σημείωσαν σημαντική μείωση στην γλυκαιμική απάντηση. (Keogh et al., 2003).

Έχει αναφερθεί γενικότερα ότι το απόσταγμα από κριθάρι έχει θετικές επιδράσεις στα επίπεδα των λιπιδίων, μειώνοντας την ολική χοληστερόλη. Έτσι, σε

έρευνα των Mcintosh et al. που έγινε σε 21 ασθενείς με ελαφριάς μορφής υπερχοληστερολαιμία, δόθηκαν 8g β-γλυκάνης, μέσω διαίτας με κριθάρι, για τέσσερις εβδομάδες. Παρατηρήθηκε μείωση στην ολική και στην LDL χοληστερόλη, της τάξης των 6% και 7%, αντίστοιχα, συγκριτικά με αυτούς που έλαβαν την ίδια ποσότητα σιταριού. Σε αντίθεση με τα παραπάνω, η έρευνα των Keogh et al. χώρισε 18 ασθενείς με μέτρια υπερλιπιδαιμία σε 2 ομάδες. Στη μία ομάδα χορηγήθηκε εκχύλισμα β-γλυκάνης (8.1-11.9 g τη μέρα) από κριθάρι και στην άλλη γλυκόζη (6.5-9.2 g), ισάξια σε θερμίδες, για τέσσερις εβδομάδες. Δε σημειώθηκε καμία σημαντική διαφορά στα επίπεδα της χοληστερόλης (Kim et al., 2006).

### **2.3.1.1 Το κριθάρι**

Το κριθάρι είναι πιθανώς η αρχαιότερη τροφή δημητριακών του ανθρώπου. Ήταν το πρώτο γνωστό σιτηρό που καλλιέργησε ο άνθρωπος πριν από 10.000 χρόνια και το κυριότερο δημητριακό στους νεότερους χρόνους .

Το κριθάρι καλλιεργείται σε πολλές χώρες του κόσμου. Η μεγάλη του εξάπλωση οφείλεται στο ότι διαθέτει διάφορους τύπους που το κάνουν ικανό να χαρακτηριστεί ως το φυτό με τη μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα από όλα τα άλλα σιτηρά. Το κριθάρι είναι το δεύτερο σε σπουδαιότητα χειμερινό σιτηρό μετά το σιτάρι. Καλλιεργείται σε ευρύτερες περιοχές από άποψη κλιματολογικών συνθηκών σε σχέση με τα άλλα σιτηρά και καταλαμβάνει σημαντικές εκτάσεις σε περιοχές όπου το κλίμα δεν είναι ευνοϊκό για τα άλλα τα σιτηρά.

Το κριθάρι χρησιμοποιείται στη κτηνοτροφία, και μικρή ποσότητα για ανθρώπινη κατανάλωση. Επίσης από το κριθάρι παρασκευάζεται η βύνη που είναι η πρώτη ύλη για την παρασκευή μπίρας.

Το κριθάρι ανήκει στο γένος *Hordeum*, της οικογένειας των αγρωστωδών. Το καλλιεργούμενο κριθάρι ανήκει στο είδος *Hordeum vulgare*. Είναι φυτό ετήσιο, συγγενεύει με το σιτάρι, τη βρώμη, τη σίκαλη κ.ά. Η βλάστηση του είναι σύντομη, μόλις φτάνει τους 5 μήνες.

Το κριθάρι είναι ταξινομημένο σε δύο τύπους και πολλές ποικιλίες που δεν είναι όλοι εξίσου χρήσιμοι όσον αφορά τη ζυθοποίηση.

Τα κριθάρια μπορούν να διακριθούν σε χειμερινά κριθάρια και σε κριθάρια άνοιξης. Τα χειμερινά κριθάρια σπέρνονται στα μέσα του Σεπτεμβρίου και τα

κριθάρια άνοιξης σπέρνονται το Μάρτιο και τον Απρίλιο. Μεγαλύτερη απόδοση δίνουν τα χειμερινά κριθάρια. Οι ανοιξιάτικοι τύποι παρουσιάζουν μικρότερη αντοχή στο κρύο, αλλά επειδή συμπληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο μέσα σε διάστημα ολίγων μηνών από τη σπορά, μπορούν να καλλιεργηθούν την άνοιξη σε περιοχές με μικρή βλαστική περίοδο.

Ανάλογα με τους τύπους που αναφέρθηκαν υπάρχουν πάρα πολλές ποικιλίες που διαφέρουν μεταξύ τους στις διάφορες ιδιότητες. Για την ταξινόμηση και τη διάκριση των ποικιλιών χρησιμοποιούνται διάφορα μορφολογικά χαρακτηριστικά όπως είναι η μορφή των λεπύρων και αγάνων, το ύψος του φυτού, το μέγεθος των φύλλων κλπ. Οι ποικιλίες διακρίνονται σε κτηνοτροφικές, ζυθοποιίας ή διπλής κατεύθυνσης, κτηνοτροφής και ζυθοποιίας .

Η περιεκτικότητα σε υγρασία του κριθαριού είναι 14 έως 14,5 %. Η περιεκτικότητα σε υγρασία μπορεί να ποικίλει μεταξύ 12% στις πολύ ξηρές συνθήκες συγκομιδής και πάνω από 20% σε υγρές συνθήκες. Το πολύ υγρό κριθάρι πρέπει να είναι ξηρό επειδή δεν μπορεί να αποθηκευτεί για πολύ και χάνει τη δυνατότητα του να βλαστήσει κατάλληλα. Το κριθάρι πρέπει να έχει μια περιεκτικότητα σε υγρασία κάτω από 15% κατά την μακροπρόθεσμη αποθήκευση. Τα ποσοστά των άλλων συστατικών σχετίζονται με το ξηρό βάρος. Η ξερή ουσία κριθαριού έχει την ακόλουθη μέση χημική σύνθεση:

- Υδατάνθρακες 70-85%
- Πρωτεΐνη 10.5-11,5%
- Ανόργανο υλικό 2-4%
- Λιπαρά 1,5-2%
- Άλλες ουσίες 1-2%

Τα συστατικά του κριθαριού είναι τα εξής:

- Υδατάνθρακες: είναι ποσοτικά η σημαντικότερη κατηγορία ενώσεων, αλλά διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους όσον αφορά τις ιδιότητες τους και επομένως τη σημασία τους στην επεξεργασία και την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Οι σημαντικότερες ενώσεις είναι το άμυλο, τα σάκχαρα, η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη και οι γόμες.

- Το άμυλο είναι το σημαντικότερο συστατικό και διαμορφώνει το 50 με 63% του κριθαριού. Το άμυλο υπάρχει σε μορφή κόκκων στα κύτταρα ενδοσπερμίων. Οι κόκκοι αποτελούνται από δύο ουσίες: την αμυλοπηκτίνη και την αμυλόζη. Η αμυλόζη και η αμυλοπηκτίνη χτίζονται από τα υπολείμματα γλυκόζης. Παρόλο που έχουν πολύ διαφορετικές δομές και διαφέρουν συνεπώς στην ευκολία με την οποία χωρίζονται κατά τη διάρκεια της ανάμειξης και της πολτοποίησης. Η περιεκτικότητα σε ζάχαρη του κριθαριού είναι πολύ μικρή από 1,8-2%. Οι ημικυτταρίνες είναι τα κύρια συστατικά των τοιχωμάτων των ενδοσπερμίων των κυττάρων. Αποτελούνται από β-γλυκάνες και πεπτοζάνες, έχουν τις διαφορετικές δομές και πολύ διαφορετικά αποτελέσματα στην παραγωγή και ποιότητα της μύρας. Οι ημικυτταρίνες αποτελούνται από: 80-90% β-γλυκάνες και 10-20% πεπτοζάνες. Το 5-6% της κυτταρίνης βρίσκεται αποκλειστικά μέσα στο φλοιό και δρα ως δομικό συστατικό. Η κυτταρίνη όπως η αμυλόζη αποτελείται από αλυσίδες γλυκόζης.
- Αζωτούχες ενώσεις: η περιεκτικότητα σε άζωτο του κριθαριού, που υπολογίζεται ως πρωτεΐνη κυμαίνεται μεταξύ 8-16%. Μόνο το 1/3 αυτής της πρωτεΐνης περνάει στη τελική μύρα. Παρόλο που η ποσότητα της πρωτεΐνης στο τελικό προϊόν της μύρας είναι μικρή, παρουσιάζει σημαντική επίδραση στην ποιότητα της.
- Πρωτεΐνες : το κριθάρι περιέχει τις πρωτεΐνες των ακόλουθων ομάδων:

*Glutelin*: περίπου το 30% της πρωτεΐνης κριθαριού είναι glutelin που διαλύει μόνο στο αραιό αλκάλιο. Αυτή η πρωτεΐνη είναι εντοπισμένη σχεδόν εξ ολοκλήρου στο aleurone στρώμα.

*Prolamin*: το prolamin στο κριθάρι καλείται hordein και αποτελεί περίπου 37% της πρωτεΐνης κριθαριού. Διαλύεται στο οινόπνευμα 80% και μέρος απ' αυτό περνά στα σιτάρια.

*Σφαιρίνη*: το μέρος σφαιρίνης του κριθαριού καλείται edestin. Διαλύεται στην ανάμειξη. Διαμορφώνει περίπου 15%της πρωτεΐνης κριθαριού. *Λευκωματίνη (αλβουμίνη)*: η λευκωματίνη του κριθαριού καλείται leucosin. Διαλύεται στο καθαρό νερό και αποτελεί περίπου 11%της πρωτεΐνης κριθαριού.

- **Λίπη:** το κριθάρι περιέχει λίπος περίπου 2%. Το λίπος αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από τριγλυκερίδια στα οποία η γλυκερόλη σχηματίζει εστέρες με τρία λιπαρά οξέα. Τα λίπη επιδρούν σημαντικά στο αφρό της μύρας.
- **Ανόργανο υλικό:** το κριθάρι περιέχει μεταξύ 2 και 3% mineral material, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου είναι παρόν σε ανόργανες ενώσεις. Σημαντικές ανόργανες ενώσεις περιλαμβάνουν: φωσφορικά άλατα περίπου 35%, πυριτικά άλατα περίπου 25% και άλατα καλίου περίπου 20%.
- **Άλλες ουσίες:** το κριθάρι περιέχει επίσης διάφορες άλλες ουσίες οι οποίες παρόλο που βρίσκονται σε μικρές ποσότητες επηρεάζουν την ποιότητα της μύρας αλλά και τη διαδικασία παραγωγής της. Εδώ περιλαμβάνονται πολυφαινόλες, οι βιταμίνες B1, B2, C, E και ένζυμα.

### **2.3.2 β-γλυκάνη από βρώμη**

Φυτικές ίνες δημητριακών που είναι υψηλά διαλυτές στο νερό, όπως η β-γλυκάνη μπορεί να βελτιώνουν καρδιαγγειακές ασθένειες, μέσω βελτιώσεων στις τιμές χοληστερόλης ορού και σε άλλους σχετικούς παράγοντες κινδύνου. Η βρώμη έχει υψηλά διαλυτές φυτικές ίνες και φαίνεται να μειώνει αυτούς τους παράγοντες, όταν καταναλώνεται σαν μέρος μίας μέτριας σε περιεκτικότητα λίπους, ισορροπημένης διατροφής. Το δραστικό συστατικό της βρώμης που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της χοληστερόλης, είναι η β-γλυκάνη. Η τελευταία, όπως άλλωστε και οι υπόλοιπες διαιτητικές ίνες με μεγάλο ιξώδες, εμπλέκονται στην απορρόφηση του διαιτητικού λίπους και χοληστερόλης, ενώ παράλληλα παρεμβαίνουν και στην εντεροηπατική κυκλοφορία της χοληστερόλης και των χολικών οξέων. Έτσι η μείωση της ολικής χοληστερόλης προκύπτει από την μειωμένη απορρόφηση των λιπιδίων από τα χολικά οξέα. Το γεγονός αυτό προκαλεί απομάκρυνση των στεροειδών από το σώμα, μέσω των κοπράνων και έτσι παρατηρείται αύξηση του καταβολισμού της χοληστερόλης, αύξηση της έκκρισης των χολικών οξέων, μείωση της έκκρισης των λιποπρωτεϊνών και τελικά μείωση της αποθηκευμένης χοληστερόλης στο σώμα (Queenan et al., 2007). Ωστόσο, υπάρχουν και άλλοι μηχανισμοί μείωσης της χοληστερόλης από διαιτητικές ίνες, όπως η δέσμευσή τους από τη χολή, η επίδρασή τους στο ιξώδες του λεπτού εντέρου, η

αναστολή της απορρόφησης της γλυκόζης και η αύξηση της παραγωγής των μικρής αλύσου λιπαρών οξέων (SCFA) (Kim et al., 2006).

Η β-γλυκάνη από βρώμη είναι ένα φυσικό πολυμερές το οποίο αποτελείται από ξεχωριστά μόρια γλυκόζης, συνδεδεμένα μεταξύ τους με μια σειρά από β-(1 — >3) και β-(1—>4) δεσμούς. Η β- γλυκάνη ταυτοποιήθηκε ως το κύριο ζυμώσιμο συστατικό και σε μαγειρεμένη και σε ωμή βρώμη, αφού το μαγείρεμα δεν την επηρεάζει. Ρολά βρώμης (Rolled oats) και απομονωμένη β-γλυκάνη (γνωστή ως oat gum) συμβάλλουν στην αύξηση στο κολλώδες στο έντερο σε αρσενικά Wistar ποντίκια (Queenan et al., 2007).

Σε μελέτη για την αξιολόγηση των πρεβιοτικών ιδιοτήτων διαιτητικών ινών (β-γλυκάνη από κριθάρι και βρώμη), *in vitro* μελετήθηκε κατά πόσο, και εάν, μεταβάλλεται ο αριθμός συγκεκριμένων μικροοργανισμών της εντερικής μικροχλωρίδας, όταν καλλιεργηθούν οι συγκεκριμένοι υδαάνθρακες σε κλειστές καλλιέργειες (Παπουτσή, 2007)

### **2.3.2.1 Βρώμη**

Η βρώμη (*Avena sativa*) ανήκει στην οικογένεια των αγροστωδών (Graminae). Είναι φυτό ποώδες, μονοετές, προτιμάει καλά στραγγιζόμενα εδάφη, μεσαίες θερμοκρασίες και αρκετή ηλιοφάνεια για τη βέλτιστη ανάπτυξη και απόδοση, ενώ παρουσιάζει αντοχή στο κρύο. Καλλιεργείται παντού αλλά κυρίως στη βόρεια Ευρώπη. Χρησιμοποιείται εκτεταμένα ως ζωοτροφή ενώ αποτελεί άριστη τροφή και για τον άνθρωπο. Επίσης σύμφωνα με την European Medicines Agency Evaluation of Medicines for Human Use (2008), η βρώμη έχει θεραπευτικές ιδιότητες, χρησιμοποιείται ως ηρεμιστικό και επουλωτικό, καθώς βρίσκει εφαρμογή και σε άλλους τομείς της Ιατρικής.

Η βρώμη χρησιμοποιείται στη διατροφή του ανθρώπου με πολλούς τρόπους. Συνήθως παρασκευάζεται πληγούρι μετά από τεμαχισμό των καρπών, ή αλεύρι βρώμης μετά από άλεση. Η βρώμη καταναλώνεται κυρίως σε μορφή χυλού. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και ως συστατικό σε πολλές συνταγές όπως για παράδειγμα για γλυκά βρώμης, πληγούρι βρώμης, μπισκοτάκια και ψωμί βρώμης.

Θεωρείται ιδιαίτερα υγιεινή τροφή. Παρουσιάζει ολοένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον εξαιτίας των άριστων ευεργετικών ιδιοτήτων στην υγεία. Η βρώμη

περιέχει ανά 100 γραμμάρια :

- Ενέργεια 1,628 kJ (389 kcal)
- Υδατάνθρακες 66,3 g
- Διαιτητικές ίνες 10,6 g,
- Λιπαρά 6,9 g,
- Πρωτεΐνες 16,9 g,
- Βιταμίνη (B5) 1,3 mg (26%)
- Βιταμίνη (B9) 56 µg (14%)
- Ασβέστιο 54 mg (5%)
- Σίδηρο 5 mg (38%)
- Μαγνήσιο 177 mg (50%)
- β-γλυκάνη 4 g,

Τα ποσοστά συνιστώμενης ημερησίας πρόσληψης (που αναφέρονται εντός των παρενθέσεων) είναι σύμφωνα με τις οδηγίες του Αμερικανικού Οργανισμού Τροφίμων (USDA βάση δεδομένων θρεπτικών ουσιών). Είναι επίσης πηγή αντιοξειδωτικών, περιέχει τοκοφερόλες (Peterson & Qureshi, 1993) και φαινολικές ουσίες (Xing & White, 1997).

Οι πρωτεΐνες της βρώμης θεωρούνται υψηλής βιολογικής αξίας λόγω των απαραίτητων αμινοξέων που περιέχουν όπως η λυσίνη και η κυστίνη και πολλά άλλα, σε σχέση με άλλους δημητριακούς καρπούς (EMEA, 2008). Το πρωτεϊνικό περιεχόμενο της βρώμης είναι υψηλότερο από το αντίστοιχο άλλων δημητριακών καρπών και το έλαιο της βρώμης περιέχει αξιόλογη αναλογία σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (BeMiller και Whistler, 2009). Οι διαιτητικές ίνες βοηθούν στην καλή λειτουργία του πεπτικού συστήματος. Οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β είναι απαραίτητες μεταξύ άλλων, για την προστασία του ανοσοποιητικού, το σχηματισμό των ιστών του οργανισμού, την παραγωγή ενέργειας και τον μεταβολισμό των υδατανθράκων. Τα αντιοξειδωτικά εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες και τις μετατρέπουν σε άλλες μη επιβλαβείς ουσίες ενισχύοντας την καλή λειτουργία του οργανισμού (Μπόσκου, 2004).

Η βρώμη εξαιτίας της παρουσίας των β – γλυκανών που είναι διαλυτές φυτικές ίνες, οδηγεί σε μείωση των επιπέδων της «κακής» χοληστερόλης στο αίμα (LDL), με παράλληλη διατήρηση των επιπέδων της «καλής» χοληστερόλης στο αίμα

(HDL) σε υψηλά επίπεδα. Οι  $\beta$  - γλυκάνες της βρώμης επηρεάζουν την απορρόφηση και την παραγωγή χοληστερόλης, ώστε να απομακρύνεται από το αίμα η μεγαλύτερη δυνατή ποσότητά της. Επιπρόσθετα, η κατανάλωσή της συμβάλλει στον έλεγχο σακχάρου και ινσουλίνης στο αίμα. Ενισχύει το αίσθημα κορεσμού, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στον έλεγχο του σωματικού βάρους.

Εξαιτίας όλων αυτών των ιδιοτήτων της βρώμης, οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται για την ανθρώπινη κατανάλωση αυξάνονται όλο και περισσότερο. Οι βιομηχανίες παράγουν συνεχώς νέα προϊόντα, όπως δημητριακά για πρωινό, ροφήματα, προϊόντα αρτοποιίας, snack, ζυμωμένα τρόφιμα, γαλακτοκομικά προϊόντα, μπισκότα και παιδικές τροφές.

Στη βιομηχανία τροφίμων η βρώμη και τα συστατικά της, ως επί το πλείστον οι  $\beta$  - γλυκάνες, χρησιμοποιούνται ως φυσικά υδροκολλοειδή, εξαιτίας της ικανότητας τους να δημιουργούν ένα τρισδιάστατο πλέγμα που συγκρατεί το νερό. Ικανότητα η οποία αυξάνει το ιξώδες υδατικών διαλυμάτων σχηματίζοντας σταθερές πηκτές. Με αυτό τον τρόπο τροποποιούν αρκετά αποτελεσματικά την υφή και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά διαφόρων προϊόντων όπως οι σάλτσες και τα εμβάσματα σαλάτας, τα παγωτά και γενικότερα πάσης φύσης εδώδιμα γαλακτώματα. Ακόμη χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατα λίπους στην παραγωγή τροφίμων χαμηλής θερμιδικής αξίας. Επίσης πολλές μελέτες γίνονται για να βελτιώσουν την θρεπτική αξία και την σταθερότητα αυτών των τροφίμων.

### **2.3.2.2 Αλεύρι βρώμης**

Το αλεύρι παράγεται στις αλευροβιομηχανίες από τον σπόρο της βρώμης ή από ολόκληρο τον καρπό με σύνθλιψη και το προϊόν που παράγεται είναι το αλεύρι βρώμης και το ολικής αλέσεως αλεύρι βρώμης. Είναι πλούσιο σε διαιτητικές ίνες και κυρίως σε  $\beta$  - γλυκάνες γι' αυτό το λόγο αποτελεί άριστη πρώτη ύλη για την παραγωγή προϊόντων υψηλής διατροφικής αξίας. Σύμφωνα με τη εργασία των Biel και των συνεργατών (2009), που προσδιόρισαν τη χημική σύνθεση και τη διατροφική αξία του καρπού με και χωρίς τα πίτυρα (φλοιό), αναφέρουν πως ο αποφλοιωμένος καρπός της βρώμης περιείχε υψηλότερο επίπεδο πρωτεϊνών και λιπαρών υλών και μικρότερη συγκέντρωση διαιτητικών ινών από ολόκληρο το καρπό. Οι ίδιοι αναφέρουν επίσης πως από θρεπτική άποψη, λόγω της μεγαλύτερης περιεκτικότητας



σε απαραίτητα λιπαρά οξέα, ο αποφλοιωμένος καρπός αποτελεί καλύτερη τροφή για τα μονογαστρικά ζώα και τον άνθρωπο.

Ένα πολύ σημαντικό συστατικό του αλεύρου βρώμης με τεχνολογικό ενδιαφέρον είναι το άμυλο λόγω της ιδιότητάς του να ζελατινοποιείται. Το άμυλο βρίσκεται με τη μορφή κοκκιδίων που περιέχουν γραμμικές αλυσίδες αμυλόζης και διακλαδισμένες αλυσίδες αμυλοπηκτίνης. Οι κόκκοι είναι αδιάλυτοι στο κρύο νερό ωστόσο κατά τη θέρμανση ενυδατώνονται και διογκώνονται. Οι αλυσίδες της αμυλόζης και της αμυλοπηκτίνης διαχέονται στο διάλυμα και το ιξώδες αυξάνεται απότομα (Μπόσκου, 2004). Αναφέρεται επίσης από τους BeMiller και Whistler (2009) ότι το άμυλο βρώμης βρίσκει εφαρμογή στα παγωτά, στα παγωμένα γλυκίσματα, στα milkshakes, στα εμβάσματα σαλάτας και στις σούπες. Τέλος, αναφέρεται ότι ο συνδυασμός αμύλου βρώμης με υδρολυμένη βρώμη ή με ξανθάνη χρησιμοποιείται ως παχυντής σε γλυκόζινες σος.

### **2.3.3 β-γλυκάνη από μανιτάρια**

Από τις β-γλυκάνες που έχουν μελετηθεί πιο πολύ είναι η λεντινάνη από το *Lentinus edodes*, η σχιζοφυλλάνη από το *Schizophyllum commune*, η γριφολάνη από το *Grifóla frondosa* και η SSG από το *Sclerotinia sclerotiorum*. Βασική υπομονάδα αποτελούν η β-(1→3),(1→6)-0-γλυκάνες που συνδέονται μεταξύ τους με γλυκοζιτικούς δεσμούς. Το μήκος της β-γλυκάνης στους διάφορους μύκητες διαφέρει.

Τα διαθέσιμα στοιχεία υποδεικνύουν ότι οι β-γλυκάνες αυξάνουν τον αριθμό ή και τη δραστηριότητα των μακροφάγων κυττάρων, των ουδετερόφιλων και των T-λεμφοκυττάρων του οργανισμού. Τα κύτταρα αυτά αποτελούν μέρος του ανοσοποιητικού συστήματος του οργανισμού και έχουν την ικανότητα να εξουδετερώνουν όλους σχεδόν τους τύπους μικροβίων και τοξινών που μπορεί να προκαλέσουν βλάβες στους ιστούς και τα όργανα του σώματος. Έτσι, δίαιτα πλούσια σε μανιτάρια θεωρείται ότι αυξάνει την ανοσία του οργανισμού και κατά αυτόν τον τρόπο την ικανότητά του να εξουδετερώνει πιθανά καρκινογόνα. Έχουν προταθεί, όμως, και άλλοι μηχανισμοί δράσης των μανιταριών κατά του καρκίνου, μέσω άλλων συστατικών τους: αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του οργανισμού, αναστολή της έναρξης ή εξέλιξης του καρκίνου με άμεση κυτταροτοξική δράση στα καρκινικά

κύτταρα και επίδραση στην αγγειογένεση του όγκου (απαραίτητη για τη θρέψη του όγκου).

Τα στοιχεία που υπάρχουν για τη σχέση των μανιταριών με την καρκινογένεση προέρχονται κυρίως από μελέτες σε ζώα ή στο εργαστήριο. Υπάρχουν, όμως, και στοιχεία από ανθρώπους. Μία επιδημιολογική μελέτη (δημοσιευμένη στο επιστημονικό περιοδικό *International Journal of Cancer* το 2002) έχει δείξει την αντίστροφη σχέση μεταξύ πρόσληψης μανιταριών και καρκίνου του στομάχου. Τα άτομα με μεγάλη πρόσληψη μανιταριών είχαν 70% λιγότερο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του στομάχου σε σχέση με τα άτομα με τη χαμηλότερη πρόσληψη.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 ΜΟΡΙΑΚΗ ΔΟΜΗ β-ΓΛΥΚΑΝΩΝ

Οι (1→3), (1→4) -β-D-γλυκάνες των κυτταρικών τοιχωμάτων των σπόρων των δημητριακών είναι γραμμικοί ομοπολυσακχαρίτες που απαντώνται στα κυτταρικά τοιχώματα του ενδοσπερμίου και της στοιβάδας της αλευρώνης. Οι (1→3), (1→4) -β- $\ddot{u}$ -γλυκάνες αποτελούνται από μονάδες  $\ddot{u}$ -γλυκοπυρανόζης ενωμένες με δύο τύπους γλυκοζιτικών δεσμών, τους β-(1→4) σε ποσοστό περίπου 70% και τους β-(1→3) σε ποσοστό περίπου 30%. Η πρωτοταγής δομή αυτών των γλυκανών αποτελείται κυρίως από διαδοχικές ομάδες β-(1→4)-ενωμένων μονάδων γλυκόζης (δηλ. ολιγομερή κυτταρίνης), οι οποίες διακόπτονται από κάποιο μεμονωμένο β-(1→3) δεσμό. Συνεχόμενοι β-(1→3) δεσμοί στις αλυσίδες του πολυσακχαρίτη συνήθως δεν παρατηρούνται. Πιο συγκεκριμένα, το μακρομόριο μπορεί να θεωρηθεί κυρίως ως μία τυχαία αλληλουχία των ολιγομερών κελλοτριόζης (τρισακχαρίτης) και κελλοτετραόζης (τετρασακχαρίτης), ενώ υπάρχουν και ολιγομερή κυτταρίνης με περισσότερες μονάδες γλυκόζης μέχρι 14. Τη μεγαλύτερη αναλογία (κατά βάρος) στα μόρια των β- $\ddot{u}$ -γλυκανών την καταλαμβάνουν τα τριμερή, 58-72%, (δομή Α στην Εικόνα 3) και τα τετραμερή, 20-34%, δομικά συστατικά, ενώ τα μεγαλύτερα τμήματα ολιγομερών τύπου κυτταρίνης καταλαμβάνουν μόλις το 7-8% του συνολικού βάρους των β-γλυκανών των δημητριακών (Cui, 2001).

Οι (1→3) και (1→4) δεσμοί δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη αλληλουχία στο μόριο της β-γλυκάνης, αλλά κατανέμονται τυχαία (Varum & Smidsrod, 1988). Οι β-(1→4) δεσμοί καθιστούν τον πολυσακχαρίτη άκαμπτο, αδιάλυτο στο νερό, του προσδίδουν συμπεριφορά παρόμοια με αυτή της κυτταρίνης και κανονικότητα στη διαμόρφωση. Αντιθέτως, οι β-(1→3) δεσμοί φαίνεται ότι διαταράσσουν την κανονικότητα στη διαμόρφωση του μορίου και διαφοροποιούν το μόριο των β-γλυκανών από εκείνο της κυτταρίνης, προσδίδοντάς του ταυτόχρονα διαλυτότητα και ευλυγισία (Buliga *et al.*, 1986).

Η μοριακή δομή των β-γλυκανών καθορίζει τις φυσικές και φυσιολογικές τους ιδιότητες. Η δομή αυτή περιλαμβάνει την αναλογία β-(1→4)/ β-(1→3)

γλυκοζιτικών δεσμών<sup>1</sup>, την παρουσία και τον αριθμό των τμημάτων ολιγομερών κυτταρίνης με πολλές συνεχόμενες μονάδες γλυκόζης, την αναλογία τριμερή/τετραμερή και το μοριακό βάρος (Izydorczyk & Biliaderis, 2000).

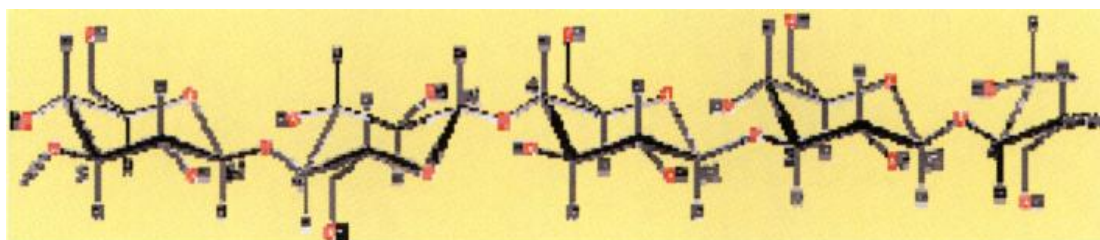
Η λιχενάνη (lichenan) που είναι ένζυμο, είναι επίσης μία γραμμική (1—>3), (1—4) β-υ-γλυκάνη, η οποία απαντάνται σε λειχήνες, όπως η *Cetraria islandica* και έχει την ίδια πρωτοταγή δομή με τις β-γλυκάνες των δημητριακών, με μόνη διαφορά στις ποσοστιαίες αναλογίες των διαφόρων ολιμερών κυτταρίνης στο μόριό της. Έτσι, η λιχενάνη αποτελείται από 78% τριμερές, 4% τετραμερές και 18% ολιγομερή κυτταρίνης με περισσότερες από τέσσερις μονάδες γλυκόζης (Wood et al., 1994a).

Οι τιμές των μοριακών βαρών των β-γλυκανών που αναφέρονται στη βιβλιογραφία εμφανίζουν διακυμάνσεις που μπορούν να αποδοθούν στις διακυμάνσεις που εμφανίζουν οι δομές των κυτταρικών τοιχωμάτων (τα παχιά κυτταρικά τοιχώματα εμφανίζουν μεγαλύτερη αντίσταση στην εκχύλιση των πολυμερών υψηλού μοριακού βάρους), στις διαφορετικές μεθόδους εκχύλισης και απομόνωσης (ο διαλύτης και η θερμοκρασία επηρεάζουν τη διαλυτοποίηση), στα φαινόμενα συσσωμάτωσης (εξαρτώνται από τη διαμόρφωση και την ποιότητα του διαλύτη) και στο φαινόμενο του αποπολυμερισμού που λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια της εκχύλισης (λόγω ενδογενών ή μικροβιακών β-γλυκανών από μικροοργανισμούς επιμόλυνσης) (Izydorczyk & Biliaderis, 2000). Διάφορες μελέτες δείχνουν ότι το μοριακό βάρος των β-γλυκανών από δημητριακά μειώνεται κατά τη διάρκεια της απομόνωσης και της εκχύλισης (Beer et al., 1995; Skendi et al., 2003). Συνήθως όσο πιο ακραίες είναι οι συνθήκες εκχύλισης τόσο πιο πιθανή είναι η ανάκτηση β-γλυκανών χαμηλού μοριακού βάρους. Επιπλέον, η ομογενοποίηση σε υψηλές ταχύτητες, η εφαρμογή υπερήχων, και οι υψηλοί ρυθμοί διάτμησης βρέθηκε ότι μειώνουν το ιξώδες και το μοριακό βάρος (Lazaridou et al., 2007).

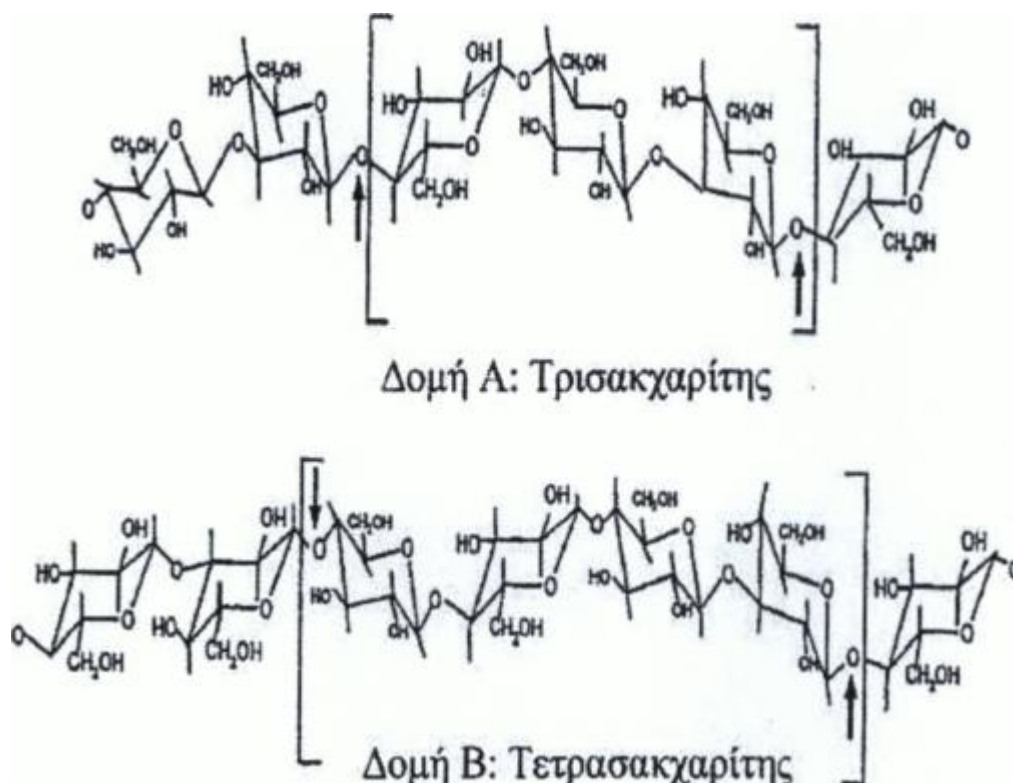
Άλλα μοριακά χαρακτηριστικά των β-γλυκανών δημητριακών τα οποία λαμβάνονται από ανιχνευτές σκεδασμού του φωτός υπό πολλαπλές γωνίες (Multi Angle Laser Light Scattering, MALLS), όπως είναι ο δείκτης μοριακής διασποράς (Mw/Mn) και η μέση γυροσκοπική ακτίνα (Rg) βρέθηκαν να κυμαίνονται από 1,2 έως 3,1 και 30 έως 75, αντίστοιχα (Lazaridou et al, 2007).

---

<sup>1</sup> γλυκοζιτικός δεσμός (glycosidic bond) = τύπος ομοιοπολικού δεσμού που συνδέει μεταξύ τους τα μονομερή σακχάρων σε έναν πολυσακχαρίτη



*Εικόνα 1: στερεοχημικός τύπος β-γλυκανών*



*Εικόνα 2: τριμερή και τετραμερή δομικά ουσιαστικά β-γλυκανών*

Η αποδοχή των β-γλυκανών την τελευταία δεκαετία ως βιοενεργά <sup>2</sup> συστατικά έχει αυξήσει την κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν δημητριακά. Οι β-γλυκάνες πέρα από το ότι αποτελούν πλούσια πηγή διαιτητικών ινών, φαίνεται ότι συμβάλλουν στη μείωση της χοληστερίνης του πλάσματος και στη ρύθμιση των επιπέδων της γλυκόζης του αίματος (Klopfenstein, 1988, Bhatt, 1999). Μερικές από τις ιδιότητες αυτές των β-γλυκανών αποδόθηκαν στην διαλυτότητα και στην ικανότητά τους να

<sup>2</sup> Βιοενεργά = τα συστατικά εκείνα των τροφίμων για τα οποία υπάρχουν επαρκώς τεκμηριωμένα επιστημονικά δεδομένα ότι μπορούν να βελτιώσουν την υγεία μέσω της μείωσης του κινδύνου εμφάνισης ασθενειών ή της βελτίωσης της λειτουργίας των συστημάτων του οργανισμού

δίνουν διαλύματα υψηλού ιξώδους. Αυξάνοντας το ιξώδες<sup>3</sup> του περιεχομένου του εντερικού σωλήνα οι β-γλυκάνες περιορίζουν την απορρόφηση λιπιδίων ή την επαναπρόσληψη των χολικών αλάτων και των μεταβολιτών τους (Shinnick και Marlet, 1993). Οι Wood και συν. (1994) βρήκαν να υπάρχει μία αντιστρόφως ανάλογη σχέση ανάμεσα στη μεταγευματική μέγιστη τιμή της γλυκόζης του πλάσματος ή στο εμβαδόν της καμπύλης της γλυκόζης (γλυκαιμικός δείκτης) και στην ποσότητα της β-γλυκάνης που καταναλώνεται ή στο λογάριθμο του ιξώδους των υδατικών αιωρωμάτων του πολυσακχαρίτη.

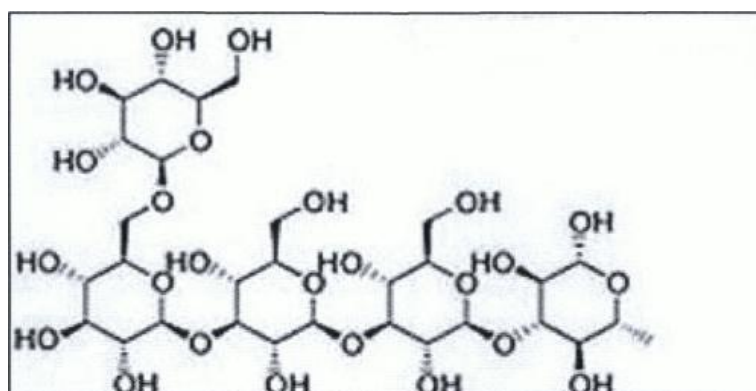
Στη βιομηχανία τροφίμων οι β-γλυκάνες θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν ως φυσικά υδροκολλοειδή εξαιτίας της ικανότητάς τους να αυξάνουν σημαντικά το ιξώδες υδατικών διαλυμάτων, αλλά και της δυνατότητάς τους να σχηματίζουν πηκτές (Izydorczyk και Biliaderis, 2000). Επίσης οι β-γλυκάνες έχουν προταθεί ως υδροκολλοειδή για την τροποποίηση της υφής και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών εμβυμμάτων σαλάτας και παγωτών (Wood, 1986) ή ως μιμητικά λίπους στην ανάπτυξη τροφίμων χαμηλής θερμιδικής αξίας. Άλευρο βρώμης ολικής αλέσεως ή πίτυρα βρώμης έχουν πρόσφατα χρησιμοποιηθεί σε διάφορα τρόφιμα μειωμένης λιποπεριεκτικότητας και εμπλουτισμένα σε διαλυτές ίνες, κυρίως σε δημητριακά πρωινού και snacks (Cui, 2001).

Τα δομικά χαρακτηριστικά των β-γλυκανών, όταν αυτές υπάρχουν ως συστατικά των τροφίμων που περιέχουν δημητριακά ή όταν προστίθενται ως υδροκολλοειδή σε άλλα τρόφιμα, είναι πολύ πιθανόν ότι καθορίζουν τις φυσικοχημικές και λειτουργικές τους ιδιότητες συμπεριλαμβανομένων και των θετικών επιδράσεων στην υγεία του ανθρώπου. Αυτά τα χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν την αναλογία β-(1→4)/ β-(1→3) των γλυκοζιτικών δεσμών, την παρουσία και την ποσότητα των τμημάτων των oligομερών κυτταρίνης με πολλές συνεχόμενες μονάδες γλυκόζης, την αναλογία τριμερή/τετραμερή και το μοριακό βάρος (Izydorczyk και Biliaderis, 2000). Είναι πιθανόν ότι η πηγή (γένος δημητριακών, ποικιλία) των β-γλυκανών, οι διεργασίες επεξεργασίας (άλεση, επιδράσεις θερμοκρασίας, pH, διατμητικής τάσης κ.λπ.) και οι αλληλεπιδράσεις με άλλα συστατικά (πολυμερή ή σάκχαρα μικρού μοριακού βάρους) στη αρχική πηγή προέλευσης ή σ' ένα σύνθετο τρόφιμο επηρεάζουν τη συγκέντρωση, τα δομικά χαρακτηριστικά, τη διαλυτότητα και ικανότητα διασποράς αυτών των

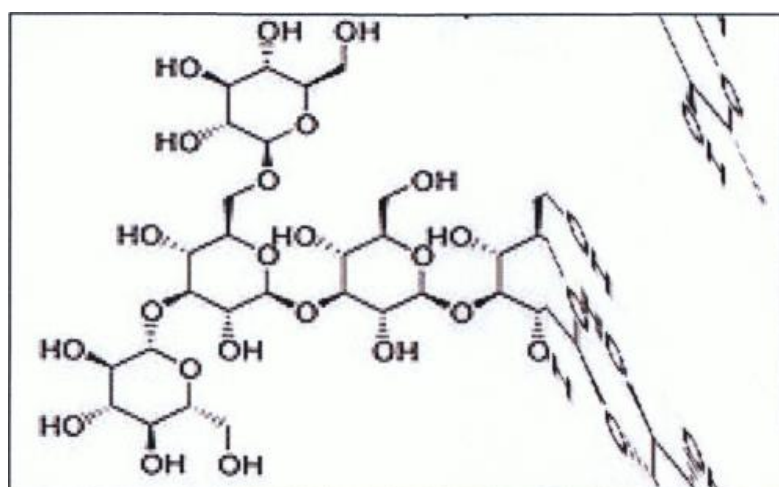
<sup>3</sup> Ιξώδες = η εσωτερική τριβή ενός ρευστού, η αντίσταση του ρευστού στην ομοιόμορφη και χωρίς διατάραξη ροή του

πολυσακχαριτών και επομένως καθορίζουν τη φυσιολογική τους δράση στο γαστρεντερικό σωλήνα.

Αν και υπάρχουν αναφορές στη βιβλιογραφία πάνω στις σχέσεις ανάμεσα στη δομή και λειτουργικότητα των β-γλυκανών, οι σχέσεις αυτές δεν έχουν διερευνηθεί σε μεγάλη έκταση, πιθανώς λόγω απουσίας αποτελεσματικών μεθόδων για την απομόνωση των β-γλυκανών σε μεγάλη κλίμακα και υψηλή καθαρότητα. Συγκεκριμένα, ο Morgan και οι συνεργάτες του (Morgan και Ofman, 1998, Morgan et al., 1999) πέτυχαν να απομονώσουν β-γλυκάνη κριθαριού υψηλής καθαρότητας χρησιμοποιώντας μία διεργασία επαναλαμβανόμενων κύκλων κατάψυξης-απόψυξης, με την οποία παραλάμβαναν μετά από κάθε κύκλο ένα ίζημα υπό τη μορφή πηκτής ή ινών.



*Εικόνα 3: Παράδειγμα γραμμικής β-1,6 γλυκάνης*



*Εικόνα 4: Παράδειγμα γραμμικής β-1,3-1,6 γλυκάνης*

### 3.2 ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ Β-ΓΛΥΚΑΝΩΝ

Η διαλυτότητα των β-γλυκανών επηρεάζει σε μεγάλο ποσοστό την δυνατότητα εκχύλισης τους από το αρχικό φυτικό υλικό, αλλά και τις λειτουργικές τους ιδιότητες στα τρόφιμα και τον ανθρώπινο οργανισμό. Ένα μεγάλο ποσοστό των β-γλυκανών δεν εκχυλίζονται στο νερό (αδιάλυτες) και το γεγονός αυτό έχει αποδοθεί στην πιθανή ύπαρξη εσωτερικών δεσμών που κρατούν τις αλυσίδες του πολυμερούς εγκλωβισμένες και δεν επιτρέπουν τη διαλυτοποίησή τους από το σύνθετο μοριακό πλέγμα των κυτταρικών τοιχωμάτων του ενδοσπερμίου γενικά, η διαλυτότητα των β-γλυκανών φαίνεται να εξαρτάται έντονα από το μοριακό βάρος και τη μοριακή δομή του πολυσακχαρίτη. Τμήματα της αλυσίδας στο μόριο των β-γλυκανών που φέρουν αλληλουχίες τύπου κυτταρίνης, με μονάδες γλυκόζης ενωμένες με περισσότερους από τρεις συνεχόμενους δεσμούς, μπορούν να λειτουργήσουν ως πυρήνες συσσωμάτωσης των αλυσίδων του πολυσακχαρίτη και επομένως, να οδηγήσουν σε χαμηλότερη διαλυτότητα του πολυμερούς. Από την άλλη πλευρά, έχει αναφερθεί ότι είναι δυνατόν να σχηματιστούν σταθερές ελικοειδούς φύσης διαμορφώσεις, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε μία στοιχειώδη κρυσταλλική οργάνωση των μακρομορίων της β-γλυκάνης. Επιπλέον, κάτω από ορισμένες συνθήκες, οι β-γλυκάνες έχουν την ικανότητα να σχηματίζουν πηκτές <sup>4</sup> σε υδατικό περιβάλλον. Η ικανότητα σχηματισμού πηκτών, όπως και οι μηχανικές και θερμικές ιδιότητες των πηκτωμάτων βρέθηκαν να εξαρτώνται από το μοριακό μέγεθος, την πρωτοταγή δομή και τη συγκέντρωση της β-γλυκάνης, καθώς και από τη θερμοκρασία σχηματισμού τους (Lazaridou et al., 2003, 2004)

#### 3.2.1. Διαλυτότητα – Συμπεριφορά σε διαλύματα

Το μοριακό μέγεθος και τα δομικά χαρακτηριστικά των β-γλυκανών παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαλυτότητα και στη διαμόρφωση της αλυσίδας ή το σχήμα τους, άρα και στις ρεολογικές τους ιδιότητες. Τα τμήματα ολιγομερών τύπου κυτταρίνης συμβάλλουν στην ακαμψία της αλυσίδας του μακρομορίου στο διάλυμα (Varum &

---

<sup>4</sup> Οι πηκτές δημιουργούνται με απλή επαφή ορισμένων μοριακών κολλοειδών με υγρό.



Smidsrod, 1988). Επιπλέον, οι β-γλυκάνες που περιέχουν ολιγομερή τμήματα με πολλούς β-(1→3) δεσμούς συνδεδεμένους σε σειρά πιθανόν να εμφανίζουν την τάση να σχηματίζουν διαμοριακά συσσωματώματα, μέσω δημιουργίας ισχυρών δεσμών υδρογόνου κατά μήκος αυτών των τμημάτων, και συνεπώς επιδεικνύουν χαμηλότερη διαλυτότητα. Αντίθετα, οι β-(1→4) δεσμοί φαίνεται ότι διακόπτουν την κανονικότητα της ακολουθίας των β-(1→3) δεσμών και προσδίδουν στο μόριο μεγαλύτερη διαλυτότητα και ευλυγισία (Buliga *et al*, 1986). Η μη-κανονική διαμόρφωση που επιδεικνύει ο πολυσακχαρίτης έχει αποδοθεί στη μη κανονική κατανομή των β-(1→3) δεσμών στην αλυσίδα των β-γλυκανών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι αλυσίδες του πολυσακχαρίτη να μη μπορούν να στοιχηθούν η μια κοντά στην άλλη στις εκτεταμένες περιοχές, με αποτέλεσμα ο πολυσακχαρίτης να παραμένει στο αδιάλυτο στο διάλυμα (Woodward *et al*, 1988). Έχει επίσης προταθεί ότι τρεις επαναλαμβανόμενες μονάδες του τρισακχαρίτη 3-0-β-E)-κελλοβιόζη-υ-γλυκόζη, μπορούν να σχηματίσουν ένα σταθερό τμήμα έλικας, το οποίο μπορεί να προσδώσει κρυσταλλική δομή στα μόρια της β-γλυκάνης. Είναι λοιπόν πιθανό, ότι υψηλότερος αριθμός μονάδων του τρισακχαρίτη να προσδίδει κανονικότητα στη διαμόρφωση των β-γλυκανών και συνεπώς μεγαλύτερο βαθμό οργάνωσης αυτών των πολυμερών, χαρακτηριστικό το οποίο συνδέεται με τη χαμηλότερη διαλυτότητα του πολυμερούς στα κυτταρικά τοιχώματα (Izydorczyk *et al.*, 1998).

Οι τιμές του εσωτερικού ή οριακού ιξώδους ( $[\eta]$ ) που αναφέρονται στη βιβλιογραφία κυμαίνονται από 0,28 έως 9,6dl/g, αναλόγως με το μοριακό βάρος του πολυμερούς (Lazaridou *et al*, 2007). Το εσωτερικό ιξώδες πολλαπλασιαζόμενο με τη συγκέντρωση δίνει μια νέα παράμετρο, την ανηγμένη συγκέντρωση ( $c[\eta]$ ).

Από ρεολογική άποψη, τα διαλύματα των β-γλυκανών δημητριακών, κατατάσσονται στην κατηγορία των ιξωδοελαστικών ρευστών. Συμπεριφέρονται παρόμοια με τους πολυσακχαρίτες τυχαίας διαμόρφωσης αλυσίδας, όπως το κόμμι γκουάρ και το κόμμι χαρουπιού. Δηλαδή, σε χαμηλούς ρυθμούς διάτμησης εμφανίζουν Νευτώνεια περιοχή. Καθώς αυξάνει ο ρυθμός διάτμησης πάνω από μια ορισμένη τιμή, το ιξώδες μειώνεται και έτσι τα διαλύματα εμφανίζουν ψευδοπλαστική ροή. Η ψευδοπλαστική συμπεριφορά στη ροή προκαλείται από τη διάσπαση των μοριακών συζευγμάτων του πολυσακχαρίτη, λόγω της εφαρμοζόμενης τάσης. Πιστεύεται ότι σε χαμηλούς ρυθμούς διάτμησης υπάρχει αρκετός χρόνος να σχηματιστούν νέα συζεύγματα μεταξύ των διαφορετικών αλυσίδων, γεγονός το οποίο δεν οδηγεί σε μεταβολή του δικτύου και συνεπώς το ιξώδες παραμένει αμετάβλητο.

Σε υψηλούς ρυθμούς διάτμησης ο ρυθμός επανασηματισμού των συζευγμάτων είναι πιο αργός από το ρυθμό διάσπασης των ήδη υπάρχοντων συζευγμάτων, οπότε η συνολική οργάνωση του τρισδιάστατου δικτυώματος μειώνεται προοδευτικά και επομένως μειώνεται η αντίσταση στη ροή.

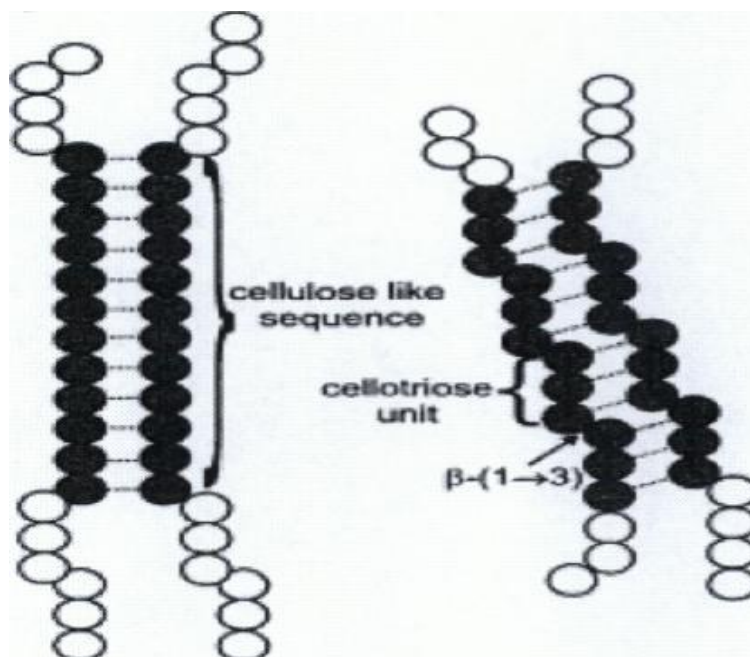
Η χρονικά εξαρτημένη ρεολογική συμπεριφορά (θιξοτροπία) είναι ιδιότητα των πολυσακχαριτών όταν στην εν διασπορά φάση είναι δυνατόν να σχηματιστούν συναθροίσματα ή συσσωματώματα σε μικρή ή μεγάλη έκταση. Επιπλέον, η χρονικά εξαρτημένη συμπεριφορά συνδέεται συχνά με την ψευδοπλαστική συμπεριφορά. Λόγω της θιξοτροπίας, η εφαρμογή τάσης δίνει το έναυσμα για μια διαδικασία αποικοδόμησης της δομής, η οποία οδηγεί σε μείωση των διαστάσεων των συσσωματωμάτων, ενώ το ιξώδες προοδευτικά μειώνεται. Τα πρόσφατα διαλύματα β-γλυκάνης επιδεικνύουν τυπική συμπεριφορά πολυσακχαρίτη τυχαίας διαμόρφωσης αλυσίδας, ενώ καθώς αυξάνεται ο χρόνος αποθήκευσης, τα διαλύματα εμφανίζουν μια ασυνήθιστη ψευδοπλαστική ροή σε χαμηλούς ρυθμούς διάτμησης (κάτι το οποίο είναι πιο εμφανές για δείγματα χαμηλού μοριακού βάρους καθώς και σε περιπτώσεις όπου αυξάνει ο χρόνος αποθήκευσης πριν τη μέτρηση). Επιπλέον, τα πρόσφατα διαλύματα δεν δείχνουν χρονική εξάρτηση στη ρεολογική συμπεριφορά. (Lazaridou *et al*, 2007).

### **3.2.2 Ικανότητα σχηματισμού πηκτινωμάτων**

Τα φρέσκα διαλύματα β-γλυκανών συμπεριφέρονται ως τυπικά μοριακά συστήματα σε διασπορά. Υπερισχύει ο ρευστός χαρακτήρας του υλικού. Ωστόσο, μετά από μια περίοδο προσαρμογής (induction period), οι δύο συνιστώσες αρχίζουν να αυξάνονται με το χρόνο και το σύστημα αποκτάει ιδιότητες πηκτής (Böhm & Kulicke, 1999).

Υπάρχουν δύο μοντέλα ερμηνείας του σχηματισμού πηκτώματος. Το πρώτο, αναπτύχθηκε από τους Fincher και Stone (1986) και αναφέρει ότι η πηκτή σχηματίζεται όταν τμήματα της αλυσίδας των ολιγομερών τύπου κυτταρίνης με περισσότερες από τρεις συνεχόμενες β-(1→4) μονάδες γλυκόζης συνδέονται έτσι ώστε να σχηματίσουν συσσωματώματα (Εικόνα 9). Το δεύτερο μοντέλο προτάθηκε από τους Böhm και Kulicke (1999) και αναφέρει ότι είναι πιθανό εκτεταμένες ζώνες σύνδεσης να σχηματίζονται μέσω της συνάθροισης αλληπάλληλων μονάδων του

τρισακχαρίτη δ-O-β-D-κελλοβιόζη-D-γλυκόζη με αποτέλεσμα την ανάπτυξη ενός τρισδιάστατου δικτύωματος μιας πηκτής.



**Εικόνα 5: Προτεινόμενα μοριακά μοντέλα σχηματισμού πηκτής από (1→3), (1→4)-β-D-γλυκάνες (οι διακεκομμένες γραμμές υποδηλώνουν δεσμό υδρογόνου) α)Fincher και Stone 1986, β)Bohm και Kulicke 1999**

Οι ιδιότητες των σχηματιζόμενων πηκτών εξαρτώνται από το μοριακό βάρος, τη δομή, τη συγκέντρωση της β-γλυκάνης και τη θερμοκρασία (Lazaridou *et al.*, 2003; Lazaridou *et al.*, 2004; Vaikousi *et al.*, 2004).

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος άμεσου προσδιορισμού του χρόνου σχηματισμού πηκτής ( $t_c$ ) περιλαμβάνει την εφαρμογή στο σύστημα περιοδικής ταλάντωσης χαμηλού πλάτους και χαμηλής συχνότητας. Η μελέτη των δυναμικών μηχανικών ιδιοτήτων των βιοπολυμερών, ιδιαίτερα της ελαστικής συνιστώσας ( $G'$ ) ως συνάρτηση του χρόνου, αποτελεί τον πιο συνηθισμένο τρόπο παρακολούθησης του σχηματισμού πηκτής ή της πήξης (gelation) και της τήξης της πηκτής (melting) χωρίς να καταστρέφεται η δομή του συστήματος λόγω της εφαρμογής μικρών παραμορφώσεων (Lazaridou *et al.*, 2003).

Οι παράμετροι που εκτιμώνται κατά τη μελέτη της κινητικής πήξης είναι ο χρόνος σχηματισμού πηκτής ή ο χρόνος πήξης και η ταχύτητα (ρυθμός) σχηματισμού πηκτής. Ως χρόνος πήξης ορίζεται ο χρόνος που απαιτείται για να εξισωθεί η ελαστική με την ιξώδη συνιστώσα. Η ταχύτητα σχηματισμού πηκτής σχετίζεται με το ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλεται το  $G'$ . Οι Böhm και Kulicke (1999) εισήγαγαν μια

νέα παράμετρο προσδιορισμού της ταχύτητας πήξης, το "συντελεστή αύξησης της ελαστικότητας" (elasticity increment,  $I_e$ ). Οι ερευνητές αυτοί όρισαν το  $I_e$  ως την κλίση της καμπύλης του λογαρίθμου του  $G'$  ως συνάρτηση του χρόνου [ $\log G'(t)$ ], στο σημείο εκείνο όπου παρατηρείται η απότομη αλλαγή στην κλίση της καμπύλης (turning point) και υπολογίζεται από τη σχέση:  $I_e = d(\log G' / dt)_{\max}$ , ενώ έχει ως μονάδα του το αντίστροφο του χρόνου. Όταν το  $I_e$  είναι υψηλό, αυτό συνεπάγεται ταχεία πήξη (Bohm & Kulicke, 1999).

Μεταξύ των διαφόρων β-γλυκανών δημητριακών ίδιου μοριακού βάρους, ο χρόνος πήξης μειώνεται και ο ρυθμός σχηματισμού πηκτής αυξάνεται ακολουθώντας τη σειρά βρώμης, κριθαριού και σιταριού, γεγονός το οποίο αντανακλά τη σειρά της μοριακής αναλογίας των μονάδων στην αλυσίδα του πολυσακχαρίτη. Εκτός από τη δομή, εκείνο που φαίνεται να επηρεάζει την ικανότητα σχηματισμού πηκτής του πολυσακχαρίτη είναι το μοριακό βάρος. Για δείγματα με παρόμοια κατανομή των ολιγομερών τύπου κυτταρίνης, ο χρόνος πήξης μειώνεται και ο ρυθμός σχηματισμού πηκτής αυξάνει καθώς μειώνεται το μοριακό βάρος, πιθανόν λόγω της μεγαλύτερης κινητικότητας που παρουσιάζουν οι πιο μικρές αλυσίδες, γεγονός το οποίο ενισχύει τη διάχυση και τη συσσωμάτωση των αλυσίδων. Επιπλέον, ο ρυθμός σχηματισμού πηκτής αυξάνει καθώς αυξάνει η συγκέντρωση του πολυσακχαρίτη και η θερμοκρασία πήξης έως ένα ορισμένο εύρος θερμοκρασίας (20-35°C), ενώ με περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας ο ρυθμός πήξης μειώνεται (Doublier & Wood, 1995; Bohm & Kulicke, 1999; Lazaridou *et al.*, 2003; Skendi *et al.*, 2003; Lazaridou *et al.*, 2004; Vaikousi *et al.*, 2004; Tosh *et al.*, 2004). Τέλος, η ενσωμάτωση διαφόρων σακχάρων σε συγκέντρωση 30%(w/v), σε πηκτές β-γλυκάνης κριθαριού, έδειξε να οδηγεί σε αύξηση του χρόνου πήξης με την ακόλουθη σειρά: μάρτυρας (χωρίς σάκχαρο) < γλυκόζη < φρουκτόζη < σουκρόζη < ξυλόζη < ριβόζη (Irakli *et al.*, 2004).

Μια διαφορετική ερμηνεία της τήξης των πηκτών σε δύο στάδια, θα μπορούσε να είναι η ετερογένεια στη δομή των πηκτών. Η μελέτη της συμπεριφοράς κατά την τήξη, ως συνάρτηση της συγκέντρωσης της β-γλυκάνης και της θερμοκρασίας πήξης, έδειξε ότι ακόμα και οι πηκτές που σχηματίζονταν από β-γλυκάνες μεγάλου μοριακού βάρους παρουσίαζαν τήξη δύο σταδίων σε υψηλές συγκεντρώσεις πολυμερούς, καθώς επίσης και στις περιπτώσεις εκείνες όπου η θερμοκρασία πήξης ευνοούσε τον γρήγορο σχηματισμό της πηκτής (μικροί χρόνοι πήξης) (Lazaridou *et al.*, 2004). Σε αντίθεση τα τρισδιάστατα δικτυώματα των β-γλυκανών εμφανίζουν μια απλή μετάπτωση κατά την τήξη σε χαμηλές συγκεντρώσεις β-γλυκάνης και υψηλές

θερμοκρασίες πήξης ακόμα και στην περίπτωση δειγμάτων χαμηλού μοριακού μεγέθους. Οι παραπάνω παρατηρήσεις δείχνουν ότι συνθήκες οι οποίες ευνοούν το γρήγορο σχηματισμό πηκτής έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση δύο σταδίων πτώσης του  $G'$  στα προφίλ τήξης των πηκτών. Για τα δείγματα εκείνα που ο σχηματισμός των πηκτών γίνεται κάτω από αυτές τις συνθήκες, παρατηρούνται κάποιες ανωμαλίες στο  $G''$  κατά τη θέρμανση, οι οποίες πιθανόν να οφείλονται στο φαινόμενο της συναίρεσης. Το φαινόμενο αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την απελευθέρωση νερού στην επιφάνεια της πηκτής, το οποίο οδηγεί στο σχηματισμό ενός υδατικού στρώματος που παρεμποδίζει την άμεση επαφή του δείγματος με το αισθητήριο του ρεόμετρου και έχει σαν αποτέλεσμα την ολίσθηση και την εξαγωγή λανθασμένων συμπερασμάτων (Lazaridou et al, 2003).

### 3.3 ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ Β-ΓΛΥΚΑΝΩΝ

Η απομόνωση των β-γλυκανών από αλεύρι δημητριακών αποτελεί τη βάση, πλήθους πειραμάτων, τα οποία συναντάμε τόσο στην ξένη όσο και στην ελληνική βιβλιογραφία. Παρακάτω περιγράφονται οι τεχνικές και οι μέθοδοι οι οποίες εφαρμόστηκαν σε αντίστοιχα πειράματα.

Σύμφωνα με πείραμα της Λαζαρίδου (Λαζαρίδου, 2003) τα αλεύρια των δημητριακών από τα οποία εκχυλίστηκαν οι β-γλυκάνες περιέχουν και πλήθος άλλων συστατικών όπως άμυλο, αραβινοξυλάνες (πεντοζάνες), κυτταρίνη, πρωτεΐνες, λιπίδια, μονοσακχαρίτες και ολιγοσακχαρίτες. Το εύρος της περιεκτικότητας των β-γλυκανών στα σπέρματα των δημητριακών έχει βρεθεί να κυμαίνεται μεταξύ 3,2-9,4% στη βρώμη, 2,2-11,0% στο κριθάρι και 0,38-0,84% στο σιτάρι (Cui, 2001, Izydorczyk και Biliaderis, 2000). Οι περιοχές εναπόθεσης των β-γλυκανών στα σπέρματα των δημητριακών και οι αλληλεπιδράσεις τους με άλλα συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων (π.χ. αραβινοξυλάνες) καθορίζουν τις διαδικασίες απομόνωσης και καθαρισμού, οι οποίες αποσκοπούν στην παραλαβή δειγμάτων ή κλασμάτων εμπλουτισμένων σε β-γλυκάνες. Οι β-γλυκάνες κατανέμονται ομοιόμορφα σ' όλο το σπέρμα της βρώμης και του κριθαριού, εκτός από ορισμένες περιπτώσεις ποικιλιών βρώμης με χαμηλή περιεκτικότητα σε β-γλυκάνες, στις οποίες οι β-γλυκάνες βρίσκονται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στη στοιβάδα της αλευρώνης. Σε αντίθεση, στο σιτάρι οι β-γλυκάνες βρίσκονται κυρίως στη στοιβάδα της

αλευρώνης και σε μικρή συγκέντρωση στα κυτταρικά τοιχώματα του ενδοσπερμίου (Cui, 2001).

Η διεργασία απόσταξης εν ροή (βρασμός) του αλευριού σε μίγμα αιθανόλης-νερού πριν την εκχύλιση και στις δύο διαδικασίες απομόνωσης που ακολουθήθηκαν αποσκοπούσε στην απομάκρυνση των λιπιδίων, ελεύθερων σακχάρων, αμινοξέων και ορισμένων φαινολικών ουσιών και στην αδρανοποίηση των ενδογενών β-γλυκανών, οι οποίες είναι δυνατόν να μειώσουν το μοριακό μέγεθος της εκχυλιζόμενης β-γλυκάνης. Η απομόνωση των β-γλυκανών από τα αλεύρια της βρώμης και του κριθαριού πραγματοποιήθηκε με υδατική εκχύλιση (στους 52°C για 2h) και ο καθαρισμός τους έγινε με ενζυμική κατεργασία με α-αμυλάση και παγκρεατίνη, ώστε να απομακρυνθούν το άμυλο και οι πρωτεΐνες, αντίστοιχα, που εκχυλίστηκαν μαζί με τις β-γλυκάνες. Τα υδρολύματα αμύλου και πρωτεϊνών που απελευθερώθηκαν, απομακρύνθηκαν με εκτενή διαπίδυση μέσω μεμβρανών. Παράλληλα η θερμοκρασία εκχύλισης ήταν σχετικά χαμηλή, μικρότερη από τη θερμοκρασία ζελατινοποίησης του αμύλου, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η απελευθέρωση γλυκανών από τους αμυλόκοκκους. Το εμπορικό σκεύασμα της θερμοανθεκτικής μικροβιακής α-αμυλάσης που χρησιμοποιήθηκε στην ενζυμική κατεργασία, περιείχε και ίχνη β-γλυκάνης εκτός από την α-αμυλάση, η οποία όμως αδρανοποιήθηκε με προθέρμανση του σκευάσματος στους 95°C για 30 λεπτά. Η ίδια ενζυμική κατεργασία με την α-αμυλάση ακολουθήθηκε και για την απομόνωση της β-γλυκάνης σιταριού, με τη διαφορά ότι έγινε αρχικά αλκαλική εκχύλιση (στους 25 C για 2h). Αυτό κρίθηκε απαραίτητο επειδή έχει βρεθεί ότι η β-γλυκάνη σιταριού δεν είναι δυνατόν να εκχυλιστεί με νερό, πιθανώς εξαιτίας του 'εγκλωβισμού' της μέσα στο δικτύωμα των πολυμερών των κυτταρικών τοιχωμάτων μαζί με πεντοζάνες, οι οποίες σχηματίζουν ομοιοπολικές γέφυρες με φαινολικές ουσίες (Cui et al., 1999, Cui et al., 2000). Σύμφωνα με έρευνες υπάρχουν ισχυρισμοί για την ύπαρξη ισχυρών διαμοριακών αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στις μη-υποκατεστημένες περιοχές της κύριας αλυσίδας της αραβινοξυλάνης και στα κυτταρινικά τμήματα (με μεγάλο αριθμό μονάδων γλυκόζης) της αλυσίδας των β-γλυκανών. Για την απαλλαγή του πιτύρου του σιταριού από τις αραβινοξυλάνες έγινε ο αποπολυμερισμός τους με το ένζυμο ξυλανάση και οι ολιγοσακχαρίτες που απελευθερώθηκαν απομακρύνθηκαν με εκτενή διαπίδυση. Η ρύθμιση του pH του διαλύματος στο 4,75 κατά την ενζυμική κατεργασία έγινε επειδή είναι το άριστο pH για τη δράση της ξυλανάσης, καθώς επίσης επειδή αποτελεί και τρόπο απομάκρυνσης ορισμένων πρωτεϊνών, λόγω

καταβύθισής τους σ' αυτό το pH, όπως έχει άλλωστε διαπιστωθεί από άλλες μελέτες (Skendi et al., 2003).

Η συνήθης μέθοδος καταβύθισης με θειικό αμμώνιο (σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις κορεσμού) που χρησιμοποιείται (Izydorczyk et al., 1998) για την εκλεκτική κλασμάτωση και συνεπώς το διαχωρισμό των β-γλυκανών από τις αραβινοξυλάνες δεν χρησιμοποιήθηκε, διότι έχει αποδειχθεί στο παρελθόν ότι δεν είναι αποτελεσματική για τον καθαρισμό της β-γλυκάνης σιταριού (Cui et al., 2000). Τα πιθανά αίτια γι' αυτό το γεγονός είναι η χαμηλή περιεκτικότητα των β-γλυκανών στο κλάσμα των μη-αμυλούχων πολυσακχαριτών του πιτύρου του σιταριού (Cui et al., 2000) και η ενίσχυση των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στις β-γλυκάνες και στις αραβινοξυλάνες παρουσία του θειικού αμμωνίου (Izydorczyk και Mac Gregor, 2000). Επιπλέον, πέρα από τη μειωμένη εκχυλισιμότητα των β-γλυκανών και των αραβινοξυλανών, οι ισχυρές διαμοριακές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σ' αυτά τα πολυμερή πιθανόν να συνεισφέρουν και στην αδυναμία αποπολυμερισμού τους από υδρολυτικά ένζυμα. Γι' αυτό το λόγο, χρησιμοποιήθηκε ένα επιπλέον στάδιο καθαρισμού για τη β-γλυκάνη σιταριού που περιλάμβανε την παρασκευή ενός υδατικού διαλύματος του κλάσματος C και της αποθήκευσής του, μέχρις ότου ένα ίζημα υπό τη μορφή πηκτής σχηματιστεί στους 25°C (για ~ 48h). Οι β-γλυκάνες είναι το μοναδικό συστατικό του κλάσματος C που έχει την ικανότητα να σχηματίζει υδροπηκτές. Η απομάκρυνση του υπερκείμενου υγρού από το παραπάνω σύστημα είχε ως αποτέλεσμα την παραλαβή μιας φάσης υπό τη μορφή πηκτής που περιείχε β-γλυκάνες υψηλής καθαρότητας σχετικά απαλλαγμένες από υπολείμματα άλλων συστατικών, που συνεκχυλίστηκαν μαζί με τις β-γλυκάνες και δεν απομακρύνθηκαν με τις ενζυμικές κατεργασίες (κυτταρίνη, αραβινοξυλάνες, υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες). Η μέθοδος της καταβύθισης με θειικό αμμώνιο δεν εφαρμόστηκε ούτε στον καθαρισμό των β-γλυκανών βρώμης και κριθαριού, διότι σε δοκιμαστικές πειραματικές εκχυλίσεις διαπιστώθηκε πως η καθαρότητα των παραγόμενων β-γλυκανών δεν αυξήθηκε σημαντικά προσθέτοντας στο πρωτόκολλο καθαρισμού το επιπλέον αυτό στάδιο και επιπλέον δεν ανιχνεύτηκαν αραβινοξυλάνες στα φάσματα C-NMR των απομονωθέντων δειγμάτων. Μια πιθανή αιτία αυτού του γεγονότος είναι η χαμηλή περιεκτικότητα των αλευριών ολικής αλέσεως βρώμης και κριθαριού σε αραβινοξυλάνες.

Τέλος, για τη βελτίωση της υδατοδιαλυτότητας των β-γλυκανών από δημητριακά χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις περιπτώσεις η μέθοδος των Cui et al.

(1999), δηλαδή εκείνη της εναλλαγής του διαλύτη (solvent exchange) στο ίζημα του πολυσακχαρίτη, που περιλαμβάνει, την καταβύθιση του υδροκολλοειδούς αρχικά με αιθανόλη και την αιώρηση και διαδοχικά ξεπλύματα του ιζήματος με 2-προπανόλη.

### 3.4 ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ Β-ΓΛΥΚΑΝΩΝ

Η βιοσύνθεση των β-γλυκανών αποτελεί αντικείμενο πλήθους πειραμάτων με το οποίο έχουν ασχοληθεί πολλοί ερευνητές. Ανατρέχοντας στη βιβλιογραφία θα παρατηρήσουμε μελέτες που ασχολούνται με τη βιοσύνθεση των β-γλυκανών στον αραβόσιτο (Marcos et al, 1999) στο κριθάρι (Becker et al, 1995) στη βρώμη (Tsai et al, 1993).

Από την πρώτη μελέτη της φυτικής σύνθεσης γλυκάνης in vitro (Feingold et al. 1958), η πρόοδος προς την κατεύθυνση των χαρακτηριστικών και τον καθαρισμό των σχετικών ενζύμων βιοσύνθεσης υπήρξε αργή. Η μελέτη του Becker (Becker 1995), αφορά στην ανάπτυξη μιας σειράς πειραματικών τεχνικών που θα επέτρεπαν τις αναλύσεις για να πραγματοποιηθεί η σύνθεση των (1→3) (1→4) - β-γλυκανών απο κριθάρι απλά και γρήγορα για τη χρήση τους σε πείραμα. Αρχικά επιλέχθηκε το σπορόφυτο κριθαριού ως, κατάλληλη, μη εποχιακή πηγή του ιστού.

Σε αυτή την έρευνα βιοσύνθεσης (1→3)(1→4)-β-γλυκάνης από κριθάρι, εισήχθησαν νέες τεχνικές που βασίζονται στην ποσοτική ψηφιακή αυτοραδιογραφία. Οι παραπάνω τεχνικές επιτρέπουν την παρακολούθηση των ποσοτήτων και τις χημικές δομές σε όλα τα in-vitro πειράματα βιοσύνθεσης των διαφόρων προϊόντων πολυσακχαριτών που σχηματίζονται από UDP[14C]Glc, και την ποσοτική αξιολόγηση των αντιδράσεων που καταλύουν τη μετατροπή των UDP [14C]Glc.

Τα ενζυμικά συστήματα που καταλύουν τη σύνθεση των (1→3)- και (1→4) (1→4)-β-γλυκανών διέφεραν σε σχέση με τη δραστηριότητα του pH τους, καθώς και τις απαιτήσεις τους σε δισθενή κατιόντα μετάλλων. Ως συστήματα απομόνωσης χρησιμοποιήθηκαν μεμβράνες που παρασκευάζονται από κυτταρικές καλλιέργειες του ενδοσπερμίου του multiflorum Lolium (Henry και Stone 1982) και της Ζέας mays coleoptiles (Gibeaut και Carpita 1993). Το βέλτιστο pH για σύνθεση (1→3) (1→4)-β-γλυκάνης διαπιστώθηκε ότι ήταν pH 8,5. Οι ασυνήθιστα υψηλές ιδανικές τιμές pH μπορεί να σημαίνει ότι η τιμή του pH στο εσωτερικό των μικροσωμικών κυστιδίων είναι σημαντική στον καθορισμό της ενζυμικής δραστηριότητας και ότι οι



διαφορετικές ζώνες δεν επηρεάζουν το pH των κυστιδίων του εσωτερικού χώρου με εξίσου αποτελεσματικό τρόπο. Φαίνεται απίθανο ότι η σύνθεση γλυκάνης *in vivo* λειτουργεί σε τιμές pH πάνω από 8.5. Η απαίτηση σε Mg<sup>+</sup> για τη σύνθεση (1→3) (1→4)-β-γλυκάνης μπορεί να αποδοθεί σε ένζυμα του βιοσυνθετικού συστήματος. Η εκτεταμένη διέγερση από Mg<sup>2+</sup> στο decimolar φάσμα είναι πιο πιθανόν να αντανakλά μια επίδραση ιόντων Mg στις μεμβράνες. Ελήφθησαν υπόψη δεδομένα συγκέντρωσης του υποστρώματος τόσο για τη σύνθεση της (1→3) (1→4)-β-γλυκάνης όσο και τη σύνθεση της (1→3) -β-γλυκάνη υπό συνθήκες στις οποίες δεν παρεμβαίνουν άλλες αντιδράσεις στο υπόστρωμα. Παρ'όλα αυτά, τα δεδομένα μας καταδεικνύουν σημαντικές διαφορές μεταξύ της συγκέντρωσης του υποστρώματος για τη σύνθεση των δύο γλυκανών. Αυτά ήταν: το σχετικό ποσό των (1→3) - και (1→3) (1→4) -β-γλυκάνης το οποίο διαμορφώθηκε σε διαφορετικές συγκεντρώσεις UDP[14C]Glc κάτω από πειραματικές συνθήκες που επέτρεψαν την ταυτόχρονη σύνθεση και των δύο τύπων γλυκάνης. Παρατηρούνταν συστηματικά οι μοριακές δομές (1→3) (1→4) - β-γλυκάνης που διαμορφώθηκαν *in vitro* υπό μεγάλη ποικιλία από πειραματικές συνθήκες (pH, ιοντικό περιβάλλον, θερμοκρασία, συγκέντρωση υποστρώματος), με ενζυματικό κατακερματισμό χρησιμοποιώντας το B. lichenase, και δεν παρατηρηθήκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ αυτών. Επιπλέον, η μοριακές αναλογίες των τρι-, τετρά- και υψηλότερων σακχαριτών που απελευθερώνονται στην πέψη των lichenase ήταν πάντα το ίδιο με το ενδοσπέρμιο γλυκάνης μεικτής σύνδεσης στο κριθάρι. Έχει αναφερθεί (Henry και Stone 1982) ότι η (1→3) (1→4) - β-γλυκάνη συντίθενται από 10 mM UDP [14C]Glc ενώ η παρουσία των μεμβρανών του multiflorum Lolium έχει μεγαλύτερο ποσοστό μονάδων τετρασακχαρίτη από εκείνο που σχηματίζεται με την παρουσία του 1 mM UDP [14C]Glc. Επίσης στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν χαμηλές μικρομοριακές συγκεντρώσεις των UDP [14C]Glc μόνο μετά την αναστολή άλλων ενζύμων για την προστασία των υποστρωμάτων UDP [14C]Glc. Το προϊόν (1→3) (1→4)-β-γλυκάνης που λαμβάνεται υπό αυτές τις συνθήκες ήταν το ίδιο με εκείνα που λαμβάνονταν σε υψηλότερες UDP [14C]Glc συγκεντρώσεις. (Carpita 1984, Carpita και Kanabus 1988, Gibeaut & Carpita 1991).

Πρέπει επίσης, να σημειωθεί ότι οι δομές των (1→3) (1→4) - β-γλυκάνων που συντίθενται *in vitro* χρησιμοποιούν μεμβράνες που παρασκευάζονται από ιστούς βλαστών του κριθαριού και είναι αντίστοιχες με την παραγωγή β-γλυκάνης από το ενδοσπέρμιο κριθαριού . Αυτό δείχνει ότι οι ενζυματικοί μηχανισμοί βιοσύνθεσης

(1—>3) (1—>4) -β-γλυκάνη σε σπορόφυτα και ενδοσπέρμια είναι ταυτόσημες, και δικαιολογεί τη χρήση των ιστών από σπορόφυτα ως πρώτη ύλη για την απομόνωση και τον καθαρισμό της (1—>3) (1—>4)-β-γλυκάνης.

### **3.5 ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ Β-ΓΛΥΚΑΝΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ**

Οι β-γλυκάνες θεωρούνται ως διαιτητικές ίνες, διότι το πεπτικό σύστημα του ανθρώπου δεν διαθέτει τα κατάλληλα ένζυμα για τη διάσπαση και αφομοίωσή τους, εκτός του παχέος εντέρου όπου σε κάποια έκταση αποικοδομούνται από την εντερική χλωρίδα.

Είναι πιθανόν ότι η πηγή (είδος, ποικιλία) των β-γλυκανών, οι διεργασίες επεξεργασίας (άλεση, επιδράσεις θερμοκρασίας-χρόνου επεξεργασίας και συντήρησης του προϊόντος, pH, διαμητικής τάσης κ.λπ.) και οι αλληλεπιδράσεις με άλλα συστατικά (βιοπολυμερή ή σάκχαρα μικρού μοριακού βάρους) στην αρχική πηγή προέλευσης ή σ' ένα σύνθετο τρόφιμο επηρεάζουν τη συγκέντρωση, τα δομικά χαρακτηριστικά, τη διαλυτότητα, την ικανότητα μοριακής διασποράς αυτών των πολυσακχαριτών και, επομένως, καθορίζουν τη φυσιολογική τους δράση στο γαστρεντερικό σωλήνα.

#### **3.5.1 Επιδράσεις β-γλυκανών στα λιπίδια**

Παρόλες τις προσπάθειες που γίνονται τα τελευταία χρόνια, οι καρδιαγγειακές παθήσεις συνεχίζουν να αποτελούν τη σημαντικότερη αιτία θανάτου στον κόσμο. Για την πρόληψη αυτών των ασθενειών έχει προταθεί η κατανάλωση τροφών με δημητριακά ολικής αλέσεως. Οι ευεργετικές επιδράσεις αυτών των τροφίμων αποδίδονται στην επίδραση των περιεχομένων φυτικών ινών στη συγκέντρωση χοληστερόλης (Behall *et al*, 2004). Η ικανότητα μείωσης της χοληστερόλης αποδόθηκε αρχικά στη βρώμη αλλά πιο πρόσφατα και στο κριθάρι (Kalra & Jood, 2000).

Μέσα από ένα σημαντικό μεγάλο αριθμό κλινικών δεδομένων των τελευταίων 40 χρόνων αποτυπώνεται ο ευεργετικός ρόλος των β-γλυκανών από δημητριακά στη μείωση των επιπέδων της χοληστερόλης του αίματος και στην καλύτερη ρύθμιση του μεταβολισμού των λιποπρωτεϊνών (Brown *et al.*, 1999, Ripsin *et al.*, 1992). Συγκεκριμένα, η κατανάλωση προϊόντων που περιέχουν δημητριακά (κυρίως

προϊόντων ολικών δημητριακών σπόρων) φαίνεται ότι επιφέρει επιλεκτική μείωση της LDL-χοληστερόλης (low-density-lipoprotein-cholesterol) ή «κακής» χοληστερόλης, ενώ είτε αυξάνει την HDL-χοληστερόλη (low-density-lipoprotein-cholesterol) ή «καλή» χοληστερόλη ή αυξάνει την αναλογία της HDL προς LDL χοληστερόλης.

Στις 21 Ιανουαρίου του 1997, η FDA (Food and Drug Administration) των Η.Π.Α., έχοντας λάβει υπόψη 37 μελέτες στις οποίες η βρώμη καταναλώνονταν ως κρύο ή ζεστό δημητριακό, ή ενσωματώνονταν σε διάφορα τρόφιμα (ψωμί, τηγανίτες, ροφήματα κ.ά.), επέτρεψε τον εξής ισχυρισμό υγείας: «ένα διαιτολόγιο πλούσιο σε διαλυτές ίνες βρώμης, και χαμηλό σε κορεσμένο λίπος, μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών ασθενειών». Σύμφωνα πάντα με την FDA, τα τρόφιμα που περιέχουν βρώμη, θα πρέπει να παρέχουν τουλάχιστον 0,75g διαλυτών ινών ανά μερίδα. Επίσης, η συνολική ποσότητα διαλυτών ινών που απαιτείται προκειμένου να υπάρξει επίδραση στη χοληστερόλη είναι 5g/ημέρα. Τέλος, για να μπορούν να ανταποκριθούν στον παραπάνω ισχυρισμό, τα προϊόντα αυτά, θα πρέπει να καταναλώνονται τουλάχιστον τέσσερις φορές την ημέρα.

Σε μια συνολική αξιολόγηση (meta-analysis) 12 διαφορετικών μελετών οι Ripsin et al. (1992), εξετάζοντας τη σχέση μεταξύ κατανάλωσης προϊόντων βρώμης και επιπέδων χοληστερόλης, βρήκαν μια στατιστικά σημαντική μείωση στη χοληστερόλη του αίματος κατά 0,13 mmol/L. Σε μια ανάλογη μελέτη, οι Brown et al. (1999), συνοψίζοντας τα αποτελέσματα 25 διαφορετικών μελετών, βρήκαν στατιστικά σημαντική μείωση των επιπέδων της χοληστερόλης ανά 3,0 γρ. ημερήσιας κατανάλωσης β-γλυκανών βρώμης κατά 0,12 mmol/L στην ολική και 0,11 mmol/L στην LDL χοληστερόλη, ενώ τα επίπεδα της HDL-χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων δεν μεταβλήθηκαν σημαντικά. Αυτά τα επίπεδα μείωσης αντιστοιχούν σε πολλαπλάσια επίπεδα ελάττωσης του ρίσκου εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων στο πλαίσιο μιας υγιεινής διατροφής (πλούσιας σε προϊόντα δημητριακών καρπών, φρούτων και λαχανικών και μειωμένη κατανάλωση κορεσμένων λιπαρών) και ενός υγιούς τρόπου ζωής. Η σχέση μεταξύ χοληστερόλης και κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα σε διαφορετικούς πληθυσμούς και μορφωτικές-ηλικιακές ομάδες έχει μελετηθεί εκτενώς. Μάλιστα, η συγκέντρωση της χοληστερόλης στο αίμα θεωρείται ως ένας αρκετά αξιόπιστος δείκτης κινδύνου. Αρκετές μελέτες δείχνουν ότι στατιστικά οι πληθυσμοί με υψηλά επίπεδα χοληστερόλης βρίσκονται σε μεγαλύτερο κίνδυνο για την εμφάνιση της στεφανιαίας

νόσου. Αντίθετα, μια μείωση της συγκέντρωσης της χοληστερόλης στο αίμα φαίνεται να ελαττώνει τον κίνδυνο. Επίσης, μικρές μεταβολές (μείωση) στην ολική- και LDL-χοληστερόλη, σε επίπεδο πληθυσμού, μπορεί να έχουν πολλαπλάσια μεγαλύτερες επιπτώσεις για τη Δημόσια Υγεία σε ό,τι αφορά τη μείωση της συχνότητας εμφάνισης περιστατικών με καρδιαγγειακά νοσήματα. Οι Law et al. (1994), με βάση τα στοιχεία ελεγχόμενων κλινικών μελετών, υπολόγισαν ότι για μια μείωση της ολικής χοληστερόλης στο αίμα κατά 0,6 mmol/L (10%), η αναμενόμενη μείωση του κινδύνου εκδήλωσης στεφανιαίας νόσου είναι της τάξης του 50%. Αντίστοιχα, με μείωση της LDL-χοληστερόλης κατά 1%, η εκτιμώμενη ποσοστιαία μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακού νοσήματος είναι μεταξύ 2 και 3%. Ο ακριβής μηχανισμός δράσης των β-γλυκανών βρώμης σε ό,τι αφορά τη μείωση των επιπέδων της χοληστερόλης δεν είναι ακριβώς γνωστός.

Η επίδραση της β-γλυκάνης στην χοληστερόλη έχει βρεθεί να σχετίζεται με την καθαρότητα, τη διαλυτότητα, το ιξώδες και το μοριακό βάρος του πολυσακχαρίτη (Beer et al., 1995). Οι υψηλής διαλυτότητας β-γλυκάνες με μέτριο ή υψηλό μοριακό βάρος, βρέθηκε ότι μειώνουν περισσότερο τα επίπεδα χοληστερόλης από ότι εκείνα χαμηλού μοριακού βάρους. Οι β-γλυκάνες μεγαλύτερης διαλυτότητας και μοριακού βάρους δημιουργούν υψηλότερο ιξώδες στον εντερικό σωλήνα, γεγονός το οποίο οδηγεί σε μεγαλύτερη μείωση της χοληστερόλης. Το αυξημένο ιξώδες στο έντερο οδηγεί στο σχηματισμό ενός στρώματος στο επιθήλιο το οποίο λειτουργεί ως φυσικό εμπόδιο για την απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών και την επαναπορρόφηση των χολικών οξέων. Ωστόσο, σε διάφορες μελέτες που έγιναν (Naumann et al., 2006; Frank et al., 2004) βρέθηκε ότι τόσο οι υψηλού, οι μέσου όσο και οι χαμηλού μοριακού βάρους β-γλυκάνες μπορούν να μειώσουν τα επίπεδα της χοληστερόλης. Συνεπώς δεν μπορεί κανείς να ισχυριστεί με βεβαιότητα ότι το μοριακό βάρος των β-γλυκανών από μόνο του, μπορεί να προβλέψει την ικανότητα μείωσης της χοληστερόλης από τη β-γλυκάνη (Naumann et al., 2006; Kerckhoffs et al., 2003). Επιπλέον, τα σκευάσματα εκείνα τα οποία φαίνεται να εμφανίζουν υποχοληστεριναιμική δράση προσδίδουν υψηλό ή μέτριο ιξώδες και ψευδοπλαστικές ιδιότητες σε υδατικά συστήματα. Τα σκευάσματα τα οποία είναι αναποτελεσματικά ή λιγότερο αποτελεσματικά φαίνεται ότι είναι εκείνα που αποδίδουν υδατικά εκχυλίσματα χαμηλού ιξώδους (Malkki et al., 1992).

Επιπλέον, έχει προταθεί ότι η ικανότητα μείωσης της χοληστερόλης από τη β-γλυκάνη εξαρτάται από τη σύνθεση του τροφίμου και τη μέθοδο επεξεργασίας των

προϊόντων. Πράγματι, οι Naumann *et al* (2006), διαπίστωσαν ότι όταν η β-γλυκάνη ενσωματωθεί σε χυμό φρούτων, τότε μειώνει τη συγκέντρωση της ολικής και LDL χοληστερόλης πιο πολύ από ότι αν ενσωματωθεί σε ψωμί ή μπισκότα, κάτι το οποίο είχε επιχειρηθεί προηγουμένως από τους Kerckhoffs *et al* (2003). Τέλος, ο Wood (2002), πρότεινε ότι η ποσότητα της β-γλυκάνης (ή παρόμοιων διαλυτών ινών) από μόνη της δεν μπορεί να σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα της β-γλυκάνης στη μείωση της χοληστερόλης. Το θέμα είναι πιο πολύπλοκο, και φαίνεται ότι δεν υπάρχουν ακόμα σαφείς πληροφορίες. Προς το παρόν οι παράγοντες που επηρεάζουν τη βιολογική διαθεσιμότητα ή τη βιοδραστικότητα (συγκέντρωση x Μοριακό Βάρος) έχουν κάποια αξία, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύγκριση κάποιων προϊόντων ως προς ένα πρότυπο, αλλά απαιτούνται περισσότερες μελέτες για την επίδραση της θερμικής επεξεργασίας στα μοριακά χαρακτηριστικά του πολυσακχαρίτη.

### **3.5.2 Επιδράσεις των β-γλυκανών στο μεταβολισμό των υδατανθράκων**

Πολλά από τα τρόφιμα που καταναλώνουμε σήμερα περιέχουν υδατάνθρακες που πέπτονται και απορροφώνται γρήγορα από το έντερο, περνώντας στο αίμα και προκαλώντας υψηλή γλυκαιμική απόκριση ή αύξηση του γλυκαιμικού δείκτη (GI) και γρήγορη έκκριση ινσουλίνης από το πάγκρεας.

Η υπογλυκαιμική δράση υπολογίζεται μέσω του γλυκαιμικού δείκτη (Glycémie Index-GI) ο οποίος ορίζεται ως η περιοχή κάτω από την καμπύλη των ανταποκρίσεων της γλυκόζης σε ένα τρόφιμο το οποίο περιέχει υδατάνθρακες σε σύγκριση με κατανάλωση μιας συγκεκριμένης δόσης γλυκόζης ή μιας συγκεκριμένης ποσότητας άσπρου ψωμιού.

Η αδυναμία του σώματος να ελέγξει τη γλυκόζη του αίματος με κανονικά επίπεδα ινσουλίνης σχετίζεται με την παχυσαρκία και μπορεί να αποτελεί ένα πρώτο στάδιο για την ανάπτυξη μη-ινσουλινο-εξαρτώμενου διαβήτη (non-insulin-dependent diabetes mellitus- NIDDM). Η μείωση του επιπέδου ινσουλίνης που απαιτείται για να διατηρηθεί σε κανονικά επίπεδα η γλυκόζη του αίματος, αποτελεί μια ένδειξη της βελτίωσης της αντίστασης στην ινσουλίνη ή μεγαλύτερη ευαισθησία στην ινσουλίνη.

Η αύξηση των επιπέδων της ινσουλίνης πιστεύεται ότι αποτελεί παράγοντα κλειδί στην ανάπτυξη σοβαρών ασθενειών, όπως διαβήτης τύπου-II, παχυσαρκία και καρδιαγγειακά νοσήματα. Πολλές κλινικές μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση

τροφίμων εμπλουτισμένων σε β-γλυκάνες από βρώμη και κριθάρι συμβάλλουν στη μείωση του γλυκαιμικού δείκτη και του δείκτη ινσουλίνης (GII) (Cavallero et al., 2002, Hallfrisch et al., 1995, Wood et al., 1994, Wursch & Pi-Sunyer, 1997, Yokoyama et al., 1997). Οι παράγοντες που επηρεάζουν το γλυκαιμικό δείκτη είναι: οι διαλυτές ίνες, η περιεκτικότητα σε αμυλόζη, το μέγεθος των σωματιδίων της τροφής και η μέθοδος προετοιμασίας του τροφίμου. Όσο πιο μεγάλο είναι το μέγεθος των σωματιδίων, τόσο πιο χαμηλή είναι η ανταπόκριση γλυκόζης και ινσουλίνης. Όσο πιο υψηλό το επίπεδο επεξεργασίας και εξευγενισμού του αλεύρου, τόσο πιο υψηλή είναι η γλυκαιμική ανταπόκριση. Τέλος, σπόροι με υψηλά επίπεδα διαλυτών β-γλυκανών (βρώμη, σίκαλη, κριθάρι) είναι πιο αποτελεσματικοί στο να βελτιώνουν την ευαισθησία στην ινσουλίνη σε σύγκριση με το σιτάρι, το οποίο περιέχει κυρίως αδιάλυτες διαιτητικές ίνες (Hallfrisch & Behall, 2000; Bhatt, 1999).

Οι Wursch και Pi-Sunyer (1997) δημοσίευσαν ένα άρθρο πάνω στην επίδραση που μπορεί να έχει η κατανάλωση διαφόρων προϊόντων με υψηλή περιεκτικότητα σε β-γλυκάνες στους δείκτες GI και GII υγείων και διαβητικών ατόμων, συμπεραίνοντας ότι μια περιεκτικότητα 8-10 % σε β-γλυκάνη στα δημητριακά μπορεί να μειώσει την μέγιστη τιμή της γλυκόζης κατά 50%.

Ο μηχανισμός με τον οποίο οι β-γλυκάνες μειώνουν τη μεταγευματική ανταπόκριση της γλυκόζης δεν συνδέεται μόνο με τη μείωση της αποικοδόμησης του αμύλου από την α-αμυλάση, αλλά και με το υψηλό ιξώδες που οι ίδιες προκαλούν στο περιεχόμενο του γαστρεντερικού σωλήνα (Cavallero et al, 2002).

Ο Wood (1994b) βρήκε ότι η χορήγηση γλυκόζης, παρουσία β-γλυκάνης βρώμης, σε υγιή άτομα μείωσε τη μεταγευματική ανταπόκριση της γλυκόζης του αίματος, και μάλιστα η επίδραση αυτή ήταν ανάλογη προς το λογάριθμο του ιξώδους που παρουσίαζε το χορηγούμενο διάλυμα. Σε μια δεύτερη μελέτη που ακολούθησε, οι Wood et al. (1994a) βρήκαν ότι η ανταπόκριση της γλυκόζης και της ινσουλίνης εξαρτώνται από τη δόση της β-γλυκάνης καθώς και από το ιξώδες. Η μείωση για παράδειγμα του ιξώδους οδηγεί σε μείωση της ικανότητας μείωσης των μεταγευματικών επιπέδων γλυκόζης και ινσουλίνης. Οι ερευνητές αυτοί κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μεταβολή της γλυκόζης και της ινσουλίνης αποδίδεται κατά 79-96% στο ιξώδες και ότι οι μεταβολές αυτές γίνονται ακόμα και σε σχετικά χαμηλές δόσεις και ιξώδη. Αργότερα, οι Wood et al. (2000) διαπίστωσαν ότι η γλυκαιμική ανταπόκριση σχετίζεται λογαριθμικά τόσο με τη συγκέντρωση όσο και με το μοριακό βάρος των β-γλυκανών.

Η επίδραση της β-γλυκάνης στα επίπεδα γλυκόζης του αίματος και της ινσουλίνης εκτιμήθηκε σε ένα μεγάλο αριθμό κλινικών μελετών, στις οποίες δοκιμάστηκαν επεξεργασμένα προϊόντα (κουρκούτι, νιφάδες, αλεύρι κ.τ.λ.) τα οποία προέρχονταν από ποικιλίες βρώμης ή σιταριού με κανονικά ή υψηλά επίπεδα β-γλυκανών είτε προϊόντα που περιέχουν εκχυλίσματα β-γλυκάνης (Cavallero *et al*, 2002). Η επίδραση της ενσωμάτωσης υψηλής ποσότητας β-γλυκάνης σε αμυλούχα τρόφιμα (ζυμαρικά, ψωμί) έχει μελετηθεί και τα αποτελέσματα ήταν αντικρουόμενα. Στα ζυμαρικά (τα οποία αποτελούν ένα τρόφιμο με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη) ο εμπλουτισμός με β-γλυκάνη κριθαριού μείωσε σημαντικά το επίπεδο γλυκόζης του αίματος (Yokoyama *et al*, 1997). Ενώ σε άλλο πείραμα, παρόλο που παρατηρήθηκε μια μείωση στην ανταπόκριση της ινσουλίνης, δεν υπήρξε επιπλέον μεταγευματική μείωση της γλυκόζης (Bourdon *et al*, 1999). Η ενσωμάτωση β-γλυκάνης σε ψωμί έδειξε ότι προκαλεί μείωση στις γλυκαιμικές και ινσουλιναιμικές ιδιότητες σε σύγκριση με το άσπρο ψωμί (Ostman *et al*, 2006).

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι επιδράσεις των β-γλυκανών στη γλυκαιμική και ινσουλιναιμική ανταπόκριση είναι πιο εμφανείς όταν καταναλώνονται από άτομα μεγάλης ηλικίας, υπερχοληστεριναιμικούς, παχύσαρκους και διαβητικούς. Οι επιδράσεις είναι λιγότερο σημαντικές αν τα άτομα είναι νεαρής ηλικίας, βρίσκονται σε καλή φυσική κατάσταση και εμφανίζουν κανονικές ανταποκρίσεις γλυκόζης και ινσουλίνης (Hallfrisch & Behall, 2000; van Der Sluijs *et al*, 1999).

### **3.6 ΆΛΛΕΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ**

Οι β-γλυκάνες, ως διαιτητικές ίνες, είναι άπεπτες στο λεπτό έντερο, αλλά ζυμώνονται ολοκληρωτικά ή μερικά από τη μικροχλωρίδα του παχέους εντέρου, παράγοντας μικρού μοριακού βάρους λιπαρά οξέα, όπως το προπιονικό και το βουτυρικό οξύ, τα οποία αποτελούν πηγή ενέργειας των κυττάρων του εντερικού επιθηλίου και επομένως εξασφαλίζοντας την καλή υγεία του εντέρου.

Είναι γνωστό ότι δίαιτες πλούσιες σε διαιτητικές ίνες, όπως είναι οι β-γλυκάνες, μπορεί να έχουν προστατευτική δράση ενάντια στον καρκίνο του παχέος εντέρου. Έχει βρεθεί ότι δίαιτες εμπλουτισμένες σε β-γλυκάνη επιφέρουν μείωση της αναλογίας των παραγώγων των χολικών αλάτων, τα οποία αποτελούν πρόδρομους παράγοντες για καρκινογένεση στο παχύ έντερο. Συγκεκριμένα, πιστεύεται ότι οι

«ενυδατωμένες» διαιτητικές ίνες που δεν έχουν βιοαποικοδομηθεί «αραιώνουν» τα χολικά άλατα και δεν τους επιτρέπουν να αλληλεπιδράσουν με το επιθήλιο. Επίσης, φαίνεται ότι οι β-γλυκάνες παίζουν ένα ρόλο στη μείωση των χρωμοσωμικών ανωμαλιών που προκαλούνται από διάφορους παράγοντες, συμβάλλοντας με τον τρόπο αυτό στη μείωση του κινδύνου εμφάνισης νεοπλασιών (Tohamy, 2003). Τέλος, οι β-γλυκάνες θα μπορούσαν να παίζουν κάποιο ρόλο στον έλεγχο του σωματικού βάρους, όχι μόνο μέσω της ρύθμισης της γλυκόζης και ινσουλίνης και της ευεργετικής της δράση στο μεταβολισμό των λιπιδίων, αλλά και μέσω της αύξησης της αίσθησης του κορεσμού, λόγω αύξησης του ιξώδους στο περιεχόμενο του στομάχου και της μείωσης της απορρόφησης της τροφής από το λεπτό έντερο, δράσεις που φαίνεται ότι οδηγούν στη μείωση της όρεξης. Η μείωση της επιθυμίας για πρόσληψη τροφής, σε συνδυασμό με μία υγιεινή και ισορροπημένη δίαιτα και ικανοποιητική άσκηση, μπορεί να βοηθήσει στον καλύτερο έλεγχο του σωματικού βάρους (Saltzmann et al., 2001).

### 3.7 ΆΛΛΕΣ ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ Β-ΓΛΥΚΑΝΩΝ

Έχει προταθεί ότι τα διαιτολόγια τα οποία είναι πλούσια σε διαιτητικές ίνες, όπως είναι οι β-γλυκάνες δημητριακών, παρουσιάζουν προστατευτική δράση κατά του καρκίνου του εντέρου (Klopfenstein, 1988; Bhatti, 1999; Dongowski *et al*, 2002). Η ζύμωση της άπεπτης β-γλυκάνης από τους μικροοργανισμούς του εντέρου, στο κάτω μέρος του εντερικού σωλήνα, οδηγεί στο σχηματισμό υψηλών επιπέδων λιπαρών οξέων βραχείας αλυσίδας (κυρίως βουτυρικού οξέος) τα οποία είναι πολύ σημαντικά για την ανάπτυξη υγιούς βλεννογόνου (Klopfenstein, 1988).

Μια πρόσφατη μελέτη προτείνει ότι οι β-γλυκάνες μπορούν να βοηθήσουν τη διαδικασία επούλωσης των πληγών (Son *et al*, 2005), ενώ μια άλλη πρόσφατη έρευνα υποστηρίζει ότι η β-γλυκάνη μπορεί να ασκήσει προστατευτική δράση κατά της σήψης (Sener *et al*, 2005). Ενδιαφέρουσα είναι και μια άλλη μελέτη, η οποία υποστηρίζει ότι ο συνδυασμός γυμναστικής άσκησης και β-γλυκάνης βρώμης μπορεί να μειώσει τη μετάσταση του όγκου των πνευμόνων (Murphy *et al*, 2004).

Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι β-γλυκάνες δημητριακών εμφανίζουν πρεβιοτική δράση, δείχνοντας κυρίως προτίμηση στο γένος *Lactobacillus* και όχι τόσο στα *Bacteroides* και τα coliforms (Dongowski *et al*, 2002). Αντίθετα, οι Crittenden *et al*.



(2002), οι οποίοι εξέτασαν *in vitro* ένα εύρος προβιοτικών και άλλων εντερικών βακτηρίων για την ικανότητά τους να ζυμώνουν τη β-γλυκάνη κριθαριού, βρήκαν ότι η β-γλυκάνη ζυμώνεται από τα είδη *Bacteroides* spp. και το *Clostridium beijerinckii* αλλά δε ζυμώνεται από τους λακτοβάκιλλους, τα *Bifidobacteria*, τους εντερόκοκκους ή την *Escherichia coli*, δείχνοντας έτσι ότι τα βακτήρια αυτά δεν διαθέτουν γλυκοσιδάσες ικανές να υδρολύσουν αυτόν τον πολυσακχαρίτη. Σε μια άλλη μελέτη οι Jaskari *et al* (1998), έδειξαν ότι τα ολιγομερή από β-γλυκάνες βρώμης, τα οποία ανθίστανται στην πέψη στο πάνω τμήμα του εντέρου, ευνοούν την ανάπτυξη του γένους *Lactobacillus* spp.

Ο Wood (1991) ανέφερε τις φυσικοχημικές και θρεπτικές ιδιότητες των β-γλυκανών. Οι β-γλυκάνες διαφέρουν από την κυτταρίνη ως προς την περιεκτικότητά τους σε D-γλυκοσιδικά β-(1→4) και β-(1→3) συνδεδεμένες άνυδρο-γλυκόζες σε αναλογία 2.4:1, εμφανίζουν χαμηλότερο μοριακό βάρος και έχουν την τάση να σχηματίζουν υδατικά διαλύματα υψηλού ιξώδους. Επίσης κατά τους Woodward *et al.* (1988), οι β-γλυκάνες κριθαριού εμφανίζονται στα διαλύματα ως εκτεταμένες, ελικοειδείς αλυσίδες. Επίσης, είναι επιρρεπείς στην υδρόλυση από τις β-D-γλυκανάσες, οι οποίες δεν μπορούν να υδρολύσουν την κυτταρίνη. Στα φυτά οι β-γλυκάνες πιθανόν να δρουν τόσο ως δομικά, όσο και ως αποθησαυριστικοί πολυσακχαρίτες σε φυτικούς ιστούς.

Η παραδοχή των β-γλυκανών ως λειτουργικά, βιοενεργά συστατικά τις δύο τελευταίες δεκαετίες, αύξησε το ενδιαφέρον τόσο των επιστημόνων όσο και των βιομηχανιών τροφίμων, ιδιαίτερα για την ενσωμάτωση των β-γλυκανών από δημητριακά σε τρόφιμα. Η προσθήκη αλεύρου, πίτουρων ή πλούσιων κλασμάτων β-γλυκάνης από βρώμη ή κριθάρι σε τρόφιμα τα οποία έχουν ως βάση τα δημητριακά όπως τα δημητριακά πρωινού, τα ζυμαρικά, και προϊόντα αρτοποιίας (ψωμί, τηγανίτες), η οποία αύξησε την ποσότητα των β-γλυκανών στα προϊόντα αυτά, μελετήθηκε εκτεταμένα. Επιπλέον, μελέτη γίνεται τα τελευταία χρόνια όσον αφορά στη χρήση συμπυκνωμάτων ή απομονωμένων β-γλυκανών από δημητριακά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως παχυρευστοποιητές, ως σταθεροποιητές ή ως μιμητικά λίπους προκειμένου να τροποποιηθεί η υφή και η εμφάνιση τροφίμων με χαμηλά λιπαρά και μειωμένη θερμιδική αξία (Lazaridou *et al*, 2007).

Η ποσότητα της β-γλυκάνης στα προϊόντα τροφίμων θα πρέπει να είναι αρκετή ώστε να φτάνει το επίπεδο που απαιτείται προκειμένου να έχει θετική επίδραση στην υγεία. Η FDA (U.S. Food and Drug Administration ) ορίζει ως όριο

τουλάχιστον 0,75g β-γλυκάνης/μερίδα προϊόντος και προτείνει 3g β-γλυκάνης ημερησίως, προκειμένου τα τρόφιμα που περιέχουν β-γλυκάνη να θεωρούνται ότι προάγουν την υγεία.

Ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζει την επιλογή των καινοτόμων προϊόντων από το καταναλωτικό κοινό, είναι τα ποιοτικά και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν β-γλυκάνες, και συνεπώς να καταστεί δυνατή η αξιοποίηση των θετικών τους επιδράσεων στην υγεία, τα προϊόντα αυτά θα πρέπει να είναι αποδεκτά στο σύνολο της οργανοληπτικής τους ποιότητας και να προκαλούν ευχαρίστηση στους καταναλωτές. Ωστόσο, το υψηλό ιξώδες των β-γλυκανών μπορεί να προκαλέσει προβλήματα κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των τροφίμων. Για το λόγο αυτό ίσως οι χαμηλού μοριακού βάρους β-γλυκάνες προσδίδουν καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στα προϊόντα τροφίμων από ότι οι υψηλού μοριακού βάρους β-γλυκάνες, λόγω του χαμηλότερου ιξώδους, όμως δεν υπάρχουν αποδείξεις ακόμα ότι οι β-γλυκάνες χαμηλού μοριακού βάρους εμφανίζουν τις ίδιες φυσιολογικές ιδιότητες με εκείνες του υψηλού μοριακού βάρους. Έτσι ο σχεδιασμός τροφίμων πλούσιων σε β-γλυκάνες υψηλού μοριακού βάρους είναι ένας τομέας που εμφανίζει μεγάλο ενδιαφέρον και αποτελεί πρόκληση για πολλούς ερευνητές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΠΑΣΤΑ ΕΛΙΑΣ

Η πάστα ελιάς είναι ένα προϊόν που παράγεται από την επεξεργασμένη βρώσιμη ελιά και τα χαρακτηριστικά της ορίζονται από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία που αναφέρεται στον τομέα των τροφίμων (Κανονισμός 2081/92). Ο κανονισμός αυτός ορίζει ότι η πάστα ελιάς πρέπει να έχει χαρακτηριστικό χρωματισμό που δεν πρέπει να είναι ούτε πράσινος ούτε πολύ σκουρόχρωμος. Η πάστα πρέπει να είναι παχύρρευστη, με άρωμα συγκρίσιμο με το χαρακτηριστικό άρωμα του ελαιολάδου.

Η παραγωγή της πάστας ελιάς επηρεάζεται, όπως είναι αναμενόμενο, από την εξέλιξη του βιομηχανικού τομέα της βρώσιμης ελιάς. Σε αντίθεση με το ελαιόλαδο και τα άλλα προϊόντα της ελιάς, ο τομέας της πάστας βρίσκεται αρκετά πίσω όσον αφορά τη βιομηχανική παραγωγή και την προώθησή της στην αγορά, αφού η πλειονότητα των μονάδων που φτιάχνουν το συγκεκριμένο προϊόν βασίζονται κατά βάση σε εμπειρικές μεθόδους. Πάντως η αργοπορία ανάπτυξης στο συγκεκριμένο τομέα είναι από μια άποψη δικαιολογημένη, αφού το προϊόν εμφανίστηκε σε παγκόσμια κλίμακα μόλις πριν 4-5 χρόνια. (Κυριτσάκης, 2007).

- **Προϋποθέσεις για την Παρασκευή πάστας ελιάς**

Στον κανονισμό της ΕΟΚ υπ. αριθμ. 2081/92, που δημοσιεύτηκε στις 3 Απριλίου 2004 ορίζονται οι προϋποθέσεις που θα πρέπει να πληροί ο ελαιώνας η παραγωγή του οποίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την Παρασκευή της πάστας της ελιάς. Ορίζονται επίσης, η διαδικασία συγκομιδής των ελιών και οι συνθήκες επεξεργασίας τους πριν αυτές αποτελέσουν την πρώτη ύλη για το προϊόν της πάστας ελιάς. Ο κανονισμός αυτός ορίζει μέτρα που αφορούν:

#### *1. Ποικιλία ελιάς και διαμόρφωση του ελαιώνα*

Η πάστα ελιάς (ελαιόπαστα) πρέπει να παράγεται από ελιές συγκεκριμένης ποικιλίας. Επιτρέπεται όμως εντός κάθε ελαιώνα η φύτευση ελαιοδέντρων από ποικιλίες που θα λειτουργούν ως επικονιαστές ή η ύπαρξη παλαιών τοπικών ποικιλιών όταν είναι διατεταγμένες κατά τρόπο αρμονικό και ο αριθμός τους δεν υπερβαίνει το 5% του αριθμού των ελαιόδεντρων του συγκεκριμένου ελαιώνα.

Κάθε ελαιόδεντρο πρέπει να διαθέτει μια ελάχιστη επιφάνεια 24 τετραγωνικών μέτρων. Τα ελαιόδεντρα πρέπει να κλαδεύονται τουλάχιστον μια φορά ανά διετία. Τα κλαδιά πρέπει να απομακρύνονται από τους ελαιώνες πριν από την επόμενη συγκομιδή. Οι ετήσιες καλλιέργειες επιτρέπονται μόνο σε αρδευόμενους ελαιώνες στους οποίους τα δέντρα έχουν ηλικία τουλάχιστον 5 ετών.

Επιτρέπεται η άρδευση κατά την περίοδο της βλάστησης και μέχρι την ωρίμανση.

## **2. Συγκομιδή των ελιών**

Οι ελιές πρέπει να συγκομίζονται όταν το 50% τουλάχιστον των ελιών έχουν το χαρακτηριστικό χρώμα κάθε ποικιλίας που χαρακτηρίζει την ωρίμανσή της.

Δεν επιτρέπεται η χρήση καρποπρωτικών ουσιών. Οι ελιές μετά την συγκομιδή πρέπει να τοποθετούνται σε πλαστικά τελάρα και να μεταφέρονται για επεξεργασία.

- **Παραλαβή πρώτης ύλης**

Οι επεξεργασμένες ελιές είτε ως πράσινες τύπου Ισπανίας είτε ως μαύρες σε άλμη, παραλαμβάνονται μέσα σε δοχεία που περιέχουν και την άλμη. Ελιές ακατάλληλες που δεν έχουν υποστεί κανονική επεξεργασία δεν πρέπει να παραλαμβάνονται για την παρασκευή πάστας.

- **Αφαλάτωση**

Οι επεξεργασμένες ελιές οδηγούνται σε μια δεξαμενή με παροχή νερού και εκεί πραγματοποιείται η αφαλάτωση και η απομάκρυνση των ξένων ουσιών.

Στη συνέχεια οι επεξεργασμένες ελιές μεταφέρονται σε ειδικούς χώρους με ρυθμιζόμενη θερμοκρασία για ξήρανση, όπου και παραμένουν για χρονικό διάστημα από 24 έως 48 ώρες.

- **Εκπυρήνωση**

Οι ελιές οδηγούνται στο μηχάνημα εκπυρήνωσης, το οποίο έχει έμβολα διαμέτρου 4-5mm, όπου και πραγματοποιείται η απομάκρυνση του πυρήνα.

- ***Πολτοποίηση***

Μετά την εκτυρήνωση οι ελιές με ειδική μεταφορική ταινία οδηγούνται στην είσοδο του μηχανήματος πολτοποίησης. Αμέσως μετά, η πολτοποιημένη σάρκα της ελιάς μεταφέρεται σε δεξαμενή εφοδιασμένη με αναδευτήρα συνεχούς λειτουργίας όπου γίνεται η προσθήκη των διάφορων αρωματικών υλών, συστατικών δηλαδή που θα δώσουν στο προϊόν χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση.

Η πάστα που περιέχει πλέον τα διάφορα πρόσθετα θερμαίνεται γύρω στους 60°C και στη συνέχεια περνάει στη μηχανή γεμίσματος των δοχείων τα οποία κλίνονται αεροστεγώς αφού αφαιρεθεί ο αέρας και αντικατασταθεί με αδρανή αέρια (αργό ή άζωτο).

Τα δοχεία που χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση της πάστας είναι συνήθως γυάλινα βάζα τα οποία έχουν χωρητικότητα 100-200gr. Επίσης χρησιμοποιούνται και δοχεία 1kg όταν πρόκειται το προϊόν να διατεθεί σε εστιατόρια ή άλλες παρεμφερείς επιχειρήσεις.

Στη συνέχεια τα δοχεία που περιέχουν την πάστα περνούν από ταινίες διαλογής και κατευθύνονται στον παστεριωτή όπου παστεριώνονται σε θερμοκρασία 78°C περίπου για 20 λεπτά. Η θέρμανση της πάστας θα πρέπει να γίνεται ομοιόμορφα στο δοχείο.

Για την καλύτερη δυνατή παστερίωση προτιμάται αποστειρωτήρας τύπου Autogione που χρησιμοποιεί ως θερμαντικό μέσο το νερό και μας επιτρέπει να μεταβάλλουμε τη θερμοκρασία κατά βούληση και σε ακρίβεια.

Γενικά η θερμοκρασία παστερίωσης του προϊόντος πρέπει να είναι ανάλογη του μικροβιολογικού φορτίου που φέρει η πάστα ώστε να καταστραφούν όλοι οι μικροοργανισμοί.

Μετά την παστερίωση τα βαζάκια αφήνται να ψυχθούν μέχρι να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος τοποθετούνται σε κινούμενες ταινίες και οδηγούνται σε ένα θάλαμο στο εσωτερικό του οποίου εκτοξεύεται αέρας με πίεση για να στεγνώσουν. Αμέσως μετά περνούν στο τυποποιητήριο, όπου τοποθετούνται οι ετικέτες και γίνεται η απαραίτητη κωδικοποίηση.

Τέλος το προϊόν τοποθετείται σε παλέτες και μεταφέρεται στην αποθήκη μέχρι την στιγμή που θα διοχετευτεί στην αγορά.

- ***Διατήρηση της πάστας***

Τα δοχεία με την πάστα της ελιάς πρέπει να φυλάσσονται σε δροσερό και ξηρό περιβάλλον σε θερμοκρασία από 0 έως 20°C και να αποφεύγεται η έκθεσή τους σε πηγές θερμότητας ή ηλιακού φωτός.

Η πάστα ελιάς μπορεί να συντηρηθεί χωρίς προβλήματα για περίπου τρεις μήνες αρκεί βέβαια να έχουν τηρηθεί οι κατάλληλες συνθήκες υγιεινής κατά την διάρκεια της προετοιμασίας της πρώτης ύλης και της επεξεργασίας.

Μετά το άνοιγμα των δοχείων το προϊόν θα πρέπει να φυλάσσεται στο ψυγείο. Η θερμοκρασία του ψυγείου θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να αναστέλλει την επώαση και ανάπτυξη του μικροβιολογικού φορτίου. Αν επιτευχθεί αυτό η πάστα μπορεί να διατηρηθεί χωρίς προβλήματα για 2 χρόνια περίπου.

Γενικά για να αυξήσουμε το χρονικό διατήρησης της συγκεκριμένης πάστας είναι απαραίτητο να καταστρέψουμε το μικροβιολογικό φορτίο και να αδρανοποιήσουμε τα ένζυμα κατά την παστερίωση.

- ***Παστερίωση βιολογικής πάστας ελιάς σε οικιακή βάση***

Η παρασκευή βιολογικής πάστας ελιάς σε οικιακή βάση γίνεται από βρώσιμες ελιές, μαύρες ή πράσινες. Για το σκοπό αυτό απομακρύνεται το κουκούτσι της ελιάς και προετοιμάζεται μίγμα αρωματικών όπως ρίγανη, μάραθο, ψιλοκομμένο κρεμμύδι, δυόσμο, σκόρδο, καυτερή πιπεριά, ξύσμα εσπεριδοειδούς, χυμός λεμονιού και τέλος λίγο ελαιόλαδο. Αναμιγνύονται οι ελιές μαζί με τα αρωματικά σε μπλέντερ και τοποθετείται το προϊόν σε μικρά βάζα αφού καλυφθεί με λεπτή στρώση ελαιόλαδο. Μετά από 3-4 ώρες, οπότε έχει γίνει το δέσιμο των υλικών τοποθετούνται τα βαζάκια με την πάστα στο ψυγείο σε χαμηλές θερμοκρασίες, για να αποφευχθεί η ανάπτυξη μυκήτων.

### ***Διατροφική αξία της πάστας της ελιάς***

Η διατροφική αξία της πάστας της ελιάς διαφέρει ανάλογα με την σύνθεση του καρπού της ελιάς, το είδος και τις συνθήκες επεξεργασίας στην οποία υποβάλλεται, καθώς και τα συστατικά που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή της. Γενικά όμως έχει υψηλή θρεπτική αξία καθώς περιέχει βιταμίνες, ανόργανα συστατικά, φαινολικές ουσίες και άλλα χρήσιμα συστατικά για την διατροφή μας. (Κυριτσάκης, 2007).

## 4.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 4.1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Σκοπός του πειράματος είναι ο εμπλουτισμός της πράσινης και της σκούρας πάστας ελιάς με β-γλυκάνη έτσι ώστε να δημιουργήσουμε ένα νέο τρόφιμο με αυξημένη διατροφική αξία.

### 4.1.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΠΑΣΤΑΣ ΕΛΙΑΣ ΓΙΑ ΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΙ ΣΚΟΥΡΑ ΕΛΙΑ.

- 1) Πλένουμε τις ελιές και προχωράμε στην εκπυρήνωση των ελιών.
- 2) Αλέθουμε τις ελιές.
- 3) Προσθέτουμε διάφορα καρυκεύματα, εάν θέλουμε να δώσουμε συγκεκριμένη γεύση στην πάστα μας και αναμιγνύουμε.

### 4.1.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

- 1) Ζυγίζουμε κάθε φορά την αντίστοιχη ποσότητα πάστας που χρειαζόμαστε για κάθε μία παρασκευή που θέλουμε να κάνουμε σύμφωνα με το παρακάτω πίνακα.
- 2) Παρασκευάζουμε 5 δείγματα πάστας ελιάς με διαφορετική ποσότητα β-γλυκάνης κάθε φορά.

Πίνακας 4.1: Δείγματα και αναλογίες δειγμάτων.

ΔΕΙΓΜΑΤΑ	ΜΕΙΓΜΑΤΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ β-ΓΛΥΚΑΝΗΣ ΣΕ ΚΑΘΕ ΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑ 100G
Δείγμα 1	50g πάστα 50g βρώμη	6.5g
Δείγμα 2	66,66g πάστα 33,33g βρώμη	4,33g
Δείγμα 3	75g πάστα 25g βρώμη	3,25g
Δείγμα 4	80g πάστα 20g βρώμη	2.6g
Δείγμα 5	83,34g πάστα 16,66g βρώμη	2,16g

- 3) Ακολουθεί η παστερίωση των δειγμάτων στους 75 °C για 50 δευτερόλεπτα .
- 4) Ακολουθεί η γευσιολογική δοκιμή ελέγχου του προϊόντος από εθελοντές.

Αντίστοιχη διαδικασία χρησιμοποιούμε και για την σκούρα και για την πράσινη ελιά για την παρασκευή του προϊόντος.

#### 4.1.4 ΓΕΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ

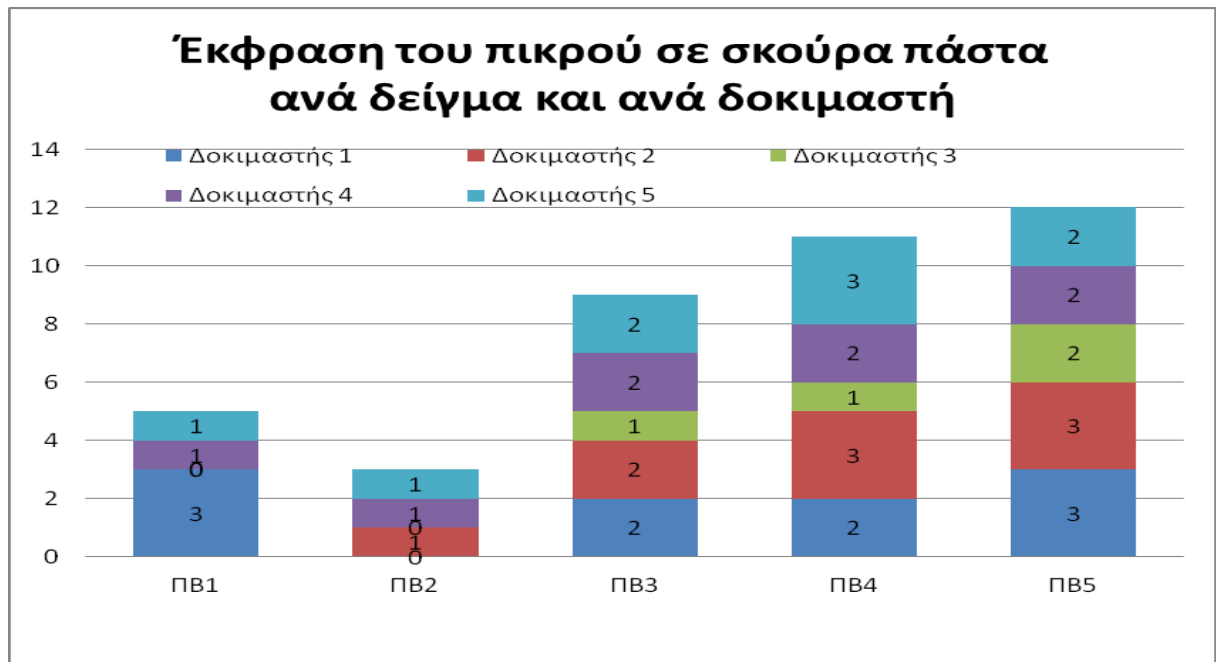
Η γευσιολογική δοκιμή πραγματοποιήθηκε από φοιτητές στο ΤΕΙ Πελοποννήσου οι οποίοι κλήθηκαν να βαθμολογήσουν το προϊόν με βαθμό από το 1 έως το 5.

##### 4.1.4.1 Αποτελέσματα Πειράματος Για Σκούρα Πάστα

Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα για το πικρό: Γευσιολογική δοκιμή ελέγχου για σκούρα πάστα.

Πικρό για σκούρα πάστα (αναλογία στα 100g συνολικά )					
Αναλογίες μειγμάτων	50g πάστα 50g βρώμη	66,66g πάστα 33,33g βρώμη	75g πάστα 25g βρώμη	80g πάστα 20g βρώμη	83,34g πάστα 16,66g βρώμη
Κωδικός Μείγματος	ΠΒ1	ΠΒ2	ΠΒ3	ΠΒ4	ΠΒ5
Δοκιμαστής 1	3	0	2	2	3
Δοκιμαστεί 2	0	1	2	3	3
Δοκιμαστεί 3	0	0	1	1	2
Δοκιμαστεί 4	1	1	2	2	2
Δοκιμαστεί 4	1	1	2	3	2
Σύνολο- Σκορ στα 25	5	3	9	11	12





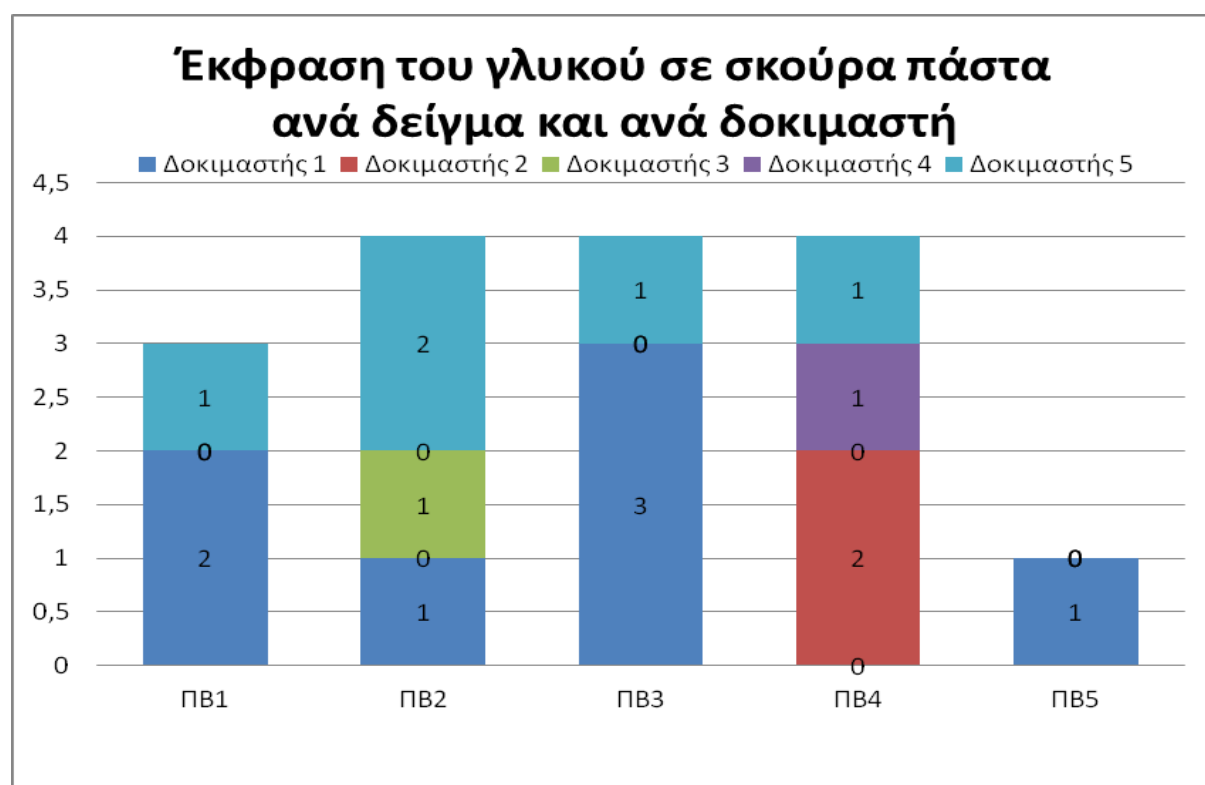
Γράφημα 4.1: Αποτελέσματα έκφρασης για το πικρό σε σκούρα πάστα ανά δείγμα και ανά δοκιμαστή.

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΙΚΡΟ

- 1) Από τον πίνακα 4.2 και από το γράφημα 4.1 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ1 ( 50g πάστα 50g βρώμη ) είναι 5 στα 25 σκόρ .
- 2) Από τον πίνακα 4.2 και από το γράφημα 4.1 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ2 ( 66,66g πάστα 33,33g βρώμη ) είναι 3 στα 25 σκόρ .
- 3) Από τον πίνακα 4.2 και από το γράφημα 4.1 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ3 (75g πάστα 25g βρώμη) είναι 9 στα 25 σκόρ .
- 4) Από τον πίνακα 4.2 και από το γράφημα 4.1 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ4 ( 80g πάστα 20g βρώμη ) είναι 11 στα 25 σκόρ .
- 5) Από τον πίνακα 4.2 και από το γράφημα 4.1 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ5 ( 83,34g πάστα 16,66g βρώμη ) είναι 12 στα 25 σκόρ .

Πίνακας 4.3: Αποτελέσματα για την γλυκύτητα: Γευσιολογική δοκιμή ελέγχου για σκούρα πάστα.

Γλυκύτητα της σκούρα πάστα (αναλογία στα 100g συνολικά )					
Αναλογίες μειγμάτων	50g πάστα 50g βρώμη	66,66g πάστα 33,33g βρώμη	75g πάστα 25g βρώμη	80g πάστα 20g βρώμη	83,34g πάστα 16,66g βρώμη
Κωδικός Μείγματος	ΠΒ1	ΠΒ2	ΠΒ3	ΠΒ4	ΠΒ5
Δοκιμαστέι 1	2	1	3	0	1
Δοκιμαστέι 2	0	0	0	2	0
Δοκιμαστέι 3	0	1	0	0	0
Δοκιμαστέι 4	0	0	0	1	0
Δοκιμαστέι 4	1	2	1	1	0
Σύνολο- Σκορ στα 25	3	4	4	4	1



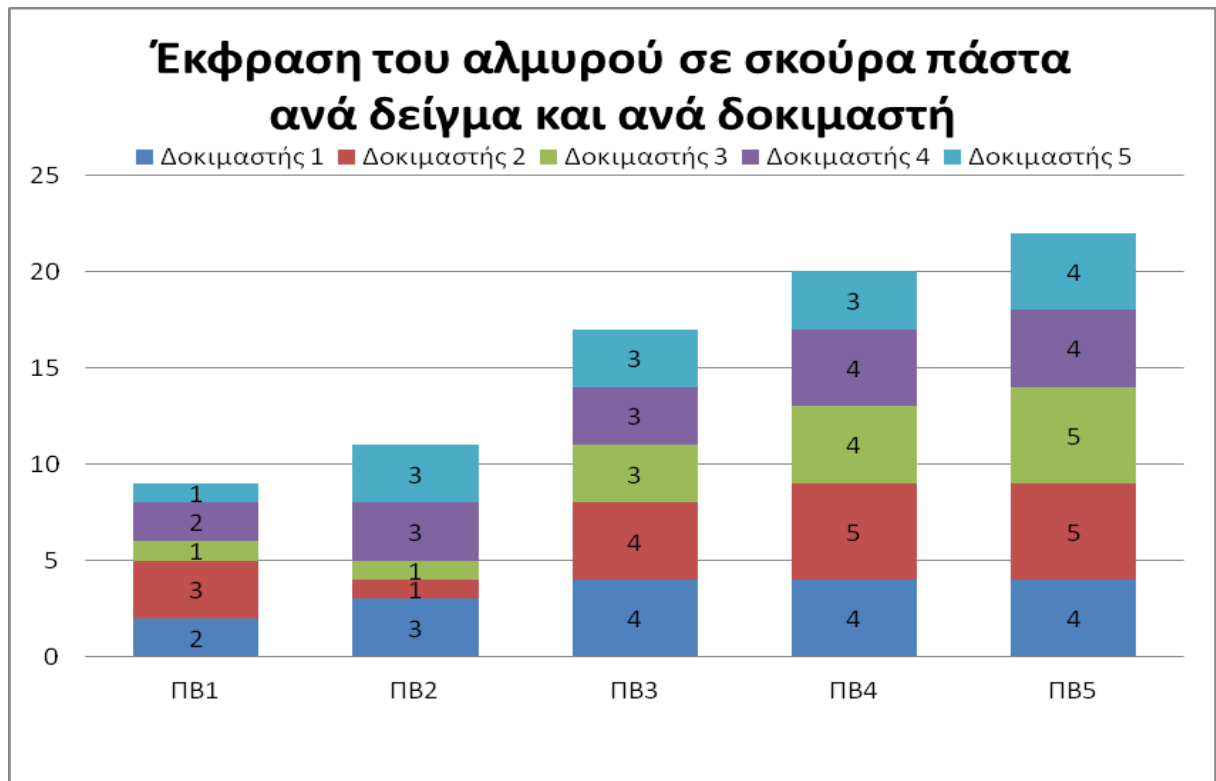
Γράφημα 4.2: Αποτελέσματα έκφρασης για την γλυκύτητα σε σκούρα πάστα ανά δείγμα και ανά δοκιμαστέι.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ

- 1) Από τον πίνακα 4.3 και από το γράφημα 4.2 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ1 ( 50g πάστα 50g βρώμη ) είναι 3 στα 25 σκόρ .
- 2) Από τον πίνακα 4.3 και από το γράφημα 4.2 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ2 ( 66,66g πάστα 33,33g βρώμη ) είναι 4 στα 25 σκόρ .
- 3) Από τον πίνακα 4.3 και από το γράφημα 4.2 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ3 (75g πάστα 25g βρώμη) είναι 4 στα 25 σκόρ .
- 4) Από τον πίνακα 4.3 και από το γράφημα 4.2 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ4 ( 80g πάστα 20g βρώμη ) είναι 4 στα 25 σκόρ .
- 5) Από τον πίνακα 4.3 και από το γράφημα 4.2 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ5 ( 83,34g πάστα 16,66g βρώμη ) είναι 1 στα 25 σκόρ .

Πίνακας 4.4: Αποτελέσματα για το αλμυρό: Γευσιολογική δοκιμή ελέγχου για σκούρα πάστα.

Αλμυρό για σκούρα πάστα (αναλογία στα 100g συνολικά )					
Αναλογίες μειγμάτων	50g πάστα 50g βρώμη	66,66g πάστα 33,33g βρώμη	75g πάστα 25g βρώμη	80g πάστα 20g βρώμη	83,34g πάστα 16,66g βρώμη
Κωδικός Μείγματος	ΠΒ1	ΠΒ2	ΠΒ3	ΠΒ4	ΠΒ5
Δοκιμαστής 1	2	3	4	4	4
Δοκιμαστής 2	3	1	4	5	5
Δοκιμαστής 3	1	1	3	4	5
Δοκιμαστής 4	2	3	3	4	4
Δοκιμαστής 4	1	3	3	3	4
Σύνολο- Σκορ στα 25	9	11	17	20	22



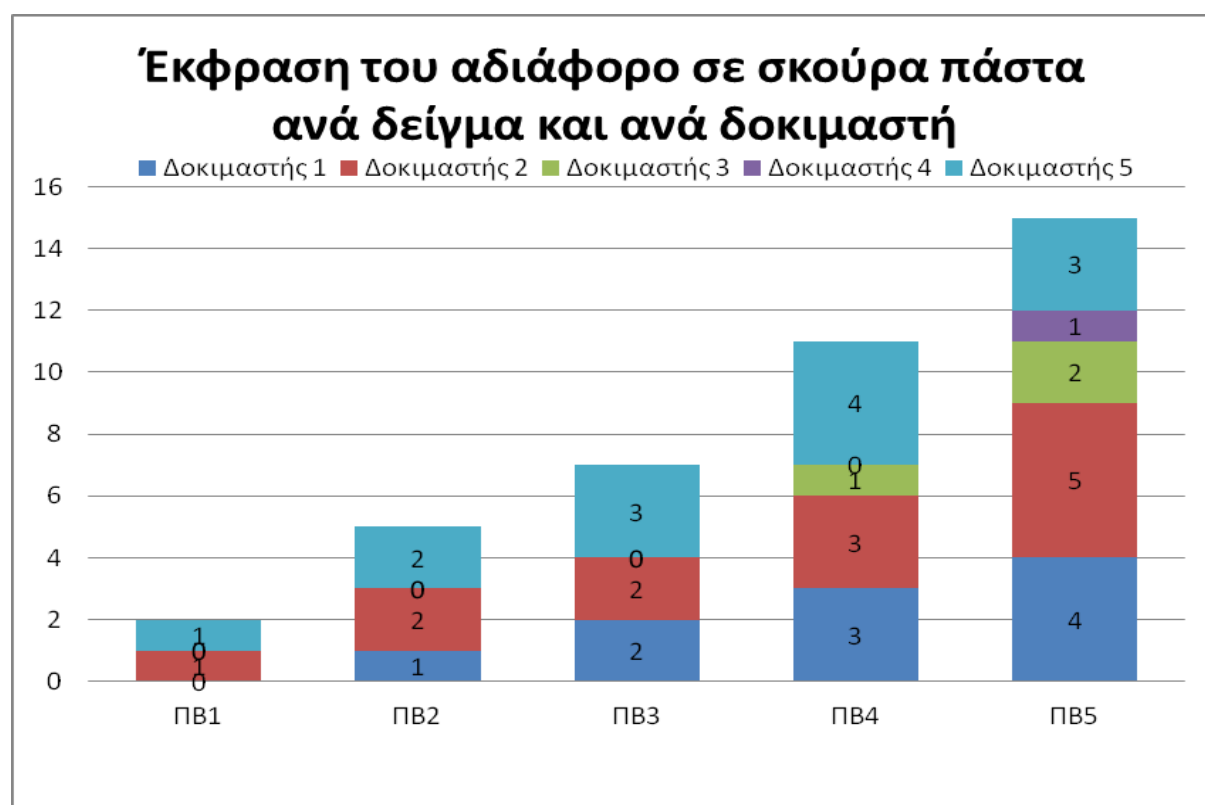
Γράφημα 4.3: Αποτελέσματα έκφρασης για το του αλμυρό σε σκούρα πάστα ανά δείγμα και ανά δοκιμαστεί.

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΑΛΜΥΡΟ

- 1) Από τον πίνακα 4.4 και από το γράφημα 4.3 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ1 ( 50g πάστα 50g βρώμη ) είναι 9 στα 25 σκόρ .
- 2) Από τον πίνακα 4.4 και από το γράφημα 4.3 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ2 ( 66,66g πάστα 33,33g βρώμη ) είναι 11 στα 25 σκόρ .
- 3) Από τον πίνακα 4.4 και από το γράφημα 4.3 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ3 (75g πάστα 25g βρώμη) είναι 17 στα 25 σκόρ .
- 4) Από τον πίνακα 4.4 και από το γράφημα 4.3 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ4 ( 80g πάστα 20g βρώμη ) είναι 20 στα 25 σκόρ .
- 5) Από τον πίνακα 4.4 και από το γράφημα 4.3 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ5 ( 83,34g πάστα 16,66g βρώμη ) είναι 22 στα 25 σκόρ .

Πίνακας 4.5: Αποτελέσματα για το αδιάφορο: Γευσιολογική δοκιμή ελέγχου για σκούρα πάστα

Αδιάφορο για καφέ πάστα (αναλογία στα 100g συνολικά )					
Αναλογίες μειγμάτων	50g πάστα 50g βρώμη	66,66g πάστα 33,33g βρώμη	75g πάστα 25g βρώμη	80g πάστα 20g βρώμη	83,34g πάστα 16,66g βρώμη
Κωδικός Μείγματος	ΠΒ1	ΠΒ2	ΠΒ3	ΠΒ4	ΠΒ5
Δοκιμαστής 1	0	1	2	3	4
Δοκιμαστής 2	1	2	2	3	5
Δοκιμαστής 3	0	0	0	1	2
Δοκιμαστής 4	0	0	0	0	1
Δοκιμαστής 4	1	2	3	4	3
Σύνολο- Σκορ στα 25	2	5	7	11	15



Γράφημα 4.4: Αποτελέσματα έκφρασης για το αδιάφορο σε σκούρα πάστα ανά δείγμα και ανά δοκιμαστή .

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΑΔΙΑΦΟΡΟ

- 1) Από τον πίνακα 4.5 και από το γράφημα 4.4 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ1 ( 50g πάστα 50g βρώμη ) είναι 2 στα 25 σκόρ .
- 2) Από τον πίνακα 4.5 και από το γράφημα 4.4 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ2 ( 66,66g πάστα 33,33g βρώμη ) είναι 5 στα 25 σκόρ .
- 3) Από τον πίνακα 4.5 και από το γράφημα 4.4 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ3 (75g πάστα 25g βρώμη) είναι 7 στα 25 σκόρ .
- 4) Από τον πίνακα 4.5 και από το γράφημα 4.4 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ4 ( 80g πάστα 20g βρώμη ) είναι 11 στα 25 σκόρ .
- 5) Από τον πίνακα 4.5 και από το γράφημα 4.4 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ5 ( 83,34g πάστα 16,66g βρώμη ) είναι 15 στα 25 σκόρ .

### **Ερωτήσεις στους δοκιμαστές για την γευσιολογική δοκιμή τους για σκούρα πάστα**

#### ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 1:

Ποιό από τα δείγματα που δοκιμάσατε θα τρώγατε και θα αγοράζατε εάν είχατε να επιλέξετε;

#### ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 1:

Το δείγμα που θα με ενδιέφερε είναι το δείγμα 4 (80g πάστα 20g βρώμη).

#### ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 1:

Ποιό δείγμα θεωρείτε ότι θα μπορούσε να βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο;

#### ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 1:

Το δείγμα που θεωρώ ότι μπορεί βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο είναι το δείγμα 4 ή το δείγμα 5.

ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 2:

Ποιό από τα δείγματα που δοκιμάσατε θα τρώγατε και θα αγοράζατε εάν είχατε να επιλέξετε;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 2:

Το δείγμα που θα με ενδιέφερε είναι το δείγμα 5 (83,34g πάστα 16,66g βρώμη).

ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 2:

Ποιό δείγμα θεωρείτε ότι θα μπορούσε να βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 2:

Το δείγμα που θεωρώ ότι μπορεί βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο είναι το δείγμα 5.

ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 3:

Ποιό από τα δείγματα που δοκιμάσατε θα τρώγατε και θα αγοράζατε εάν είχατε να επιλέξετε;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 3:

Το δείγμα που θα με ενδιέφερε είναι το δείγμα 4 (80g πάστα 20g βρώμη).

ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 3:

Ποιό δείγμα θεωρείτε ότι θα μπορούσε να βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 3:

Το δείγμα που θεωρώ ότι μπορεί βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο είναι το δείγμα 4 ή το δείγμα 5.

ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 4:

Ποιό από τα δείγματα που δοκιμάσατε θα τρώγατε και θα αγοράζατε εάν είχατε να επιλέξετε;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 4:

Το δείγμα που θα με ενδιέφερε είναι το δείγμα 4 (80g πάστα 20g βρώμη).

ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 4:

Ποιό δείγμα θεωρείτε ότι θα μπορούσε να βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 4:

Το δείγμα που θεωρώ ότι μπορεί βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο είναι το δείγμα 4 ή το δείγμα 5.

ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 5:

Ποιό από τα δείγματα που δοκιμάσατε θα τρώγατε και θα αγοράζατε εάν είχατε να επιλέξετε;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 5:

Το δείγμα που θα με ενδιέφερε είναι το δείγμα 4 (80g πάστα 20g βρώμη).

ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 5:

Ποιό δείγμα θεωρείτε ότι θα μπορούσε να βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 5:

Το δείγμα που θεωρώ ότι μπορεί βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο είναι το δείγμα 4.

### **Συμπέρασμα ερωτήσεων από την γευσιολογική δοκιμή για σκούρα πάστα**

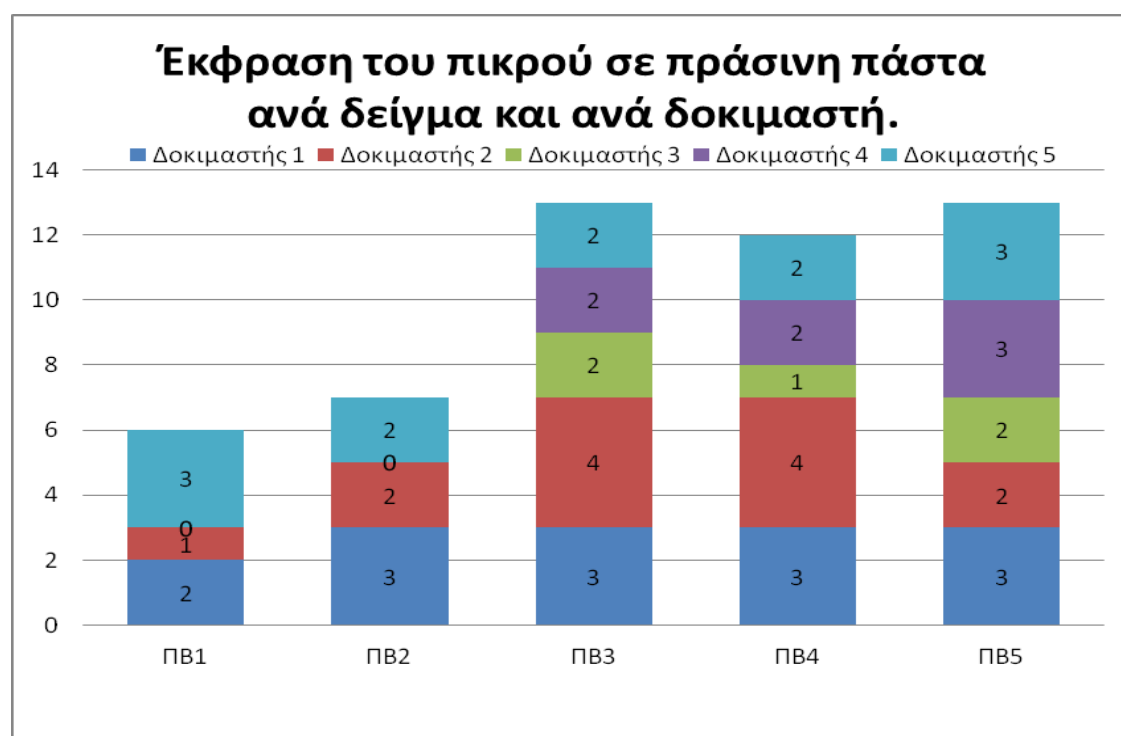
Οι δοκιμαστές στις ερωτήσεις απάντησαν ότι τα δείγματα που θα τους ενδιέφεραν να γεύονται, είναι οι το δείγμα 4 (80g πάστα 20g βρώμη) με β – γλυκάνη 2,6g ή το δείγμα 5 (83,34g πάστα 16,66g βρώμη) με β – γλυκάνη 2,16g.



#### 4.1.4.2 Αποτελέσματα πειράματος για πράσινη πάστα

Πίνακας 4.6: Αποτελέσματα για το πικρό: Γευσιολογική δοκιμή ελέγχου για πράσινη πάστα.

Πικρό για πράσινη πάστα (αναλογία στα 100g συνολικά )					
Αναλογίες μειγμάτων	50g πάστα 50g βρώμη	66,66g πάστα 33,33g βρώμη	75g πάστα 25g βρώμη	80g πάστα 20g βρώμη	83,34g πάστα 16,66g βρώμη
Κωδικός Μείγματος	ΠΒ1	ΠΒ2	ΠΒ3	ΠΒ4	ΠΒ5
Δοκιμαστής 1	2	3	3	3	3
Δοκιμαστής 2	1	2	4	4	2
Δοκιμαστής 3	0	0	2	1	2
Δοκιμαστής 4	0	0	2	2	3
Δοκιμαστής 5	3	2	2	2	3
Σύνολο- Σκορ στα 25	6	7	13	12	13



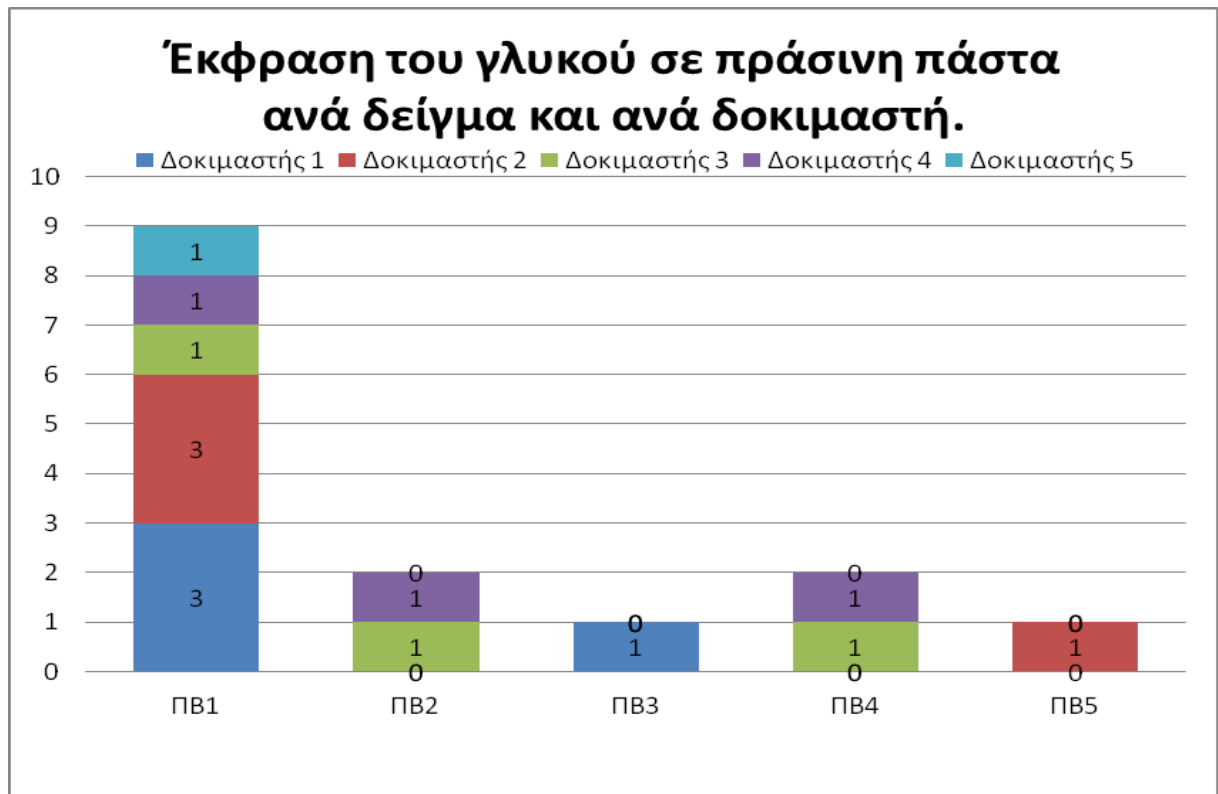
Γράφημα 4.5: Αποτελέσματα έκφρασης για το πικρό σε πράσινη πάστα ανά δείγμα και ανά δοκιμαστή.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΙΚΡΟ

- 1) Από τον πίνακα 4.6 και από το γράφημα 4.5 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ1 ( 50g πάστα 50g βρώμη ) είναι 6 στα 25 σκόρ .
- 2) Από τον πίνακα 4.6 και από το γράφημα 4.5 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ2 ( 66,66g πάστα 33,33g βρώμη ) είναι 7 στα 25 σκόρ .
- 3) Από τον πίνακα 4.6 και από το γράφημα 4.5 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ3 (75g πάστα 25g βρώμη) είναι 13 στα 25 σκόρ .
- 4) Από τον πίνακα 4.6 και από το γράφημα 4.5 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ4 ( 80g πάστα 20g βρώμη ) είναι 12 στα 25 σκόρ .
- 5) Από τον πίνακα 4.6 και από το γράφημα 4.5 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ5 ( 83,34g πάστα 16,66g βρώμη ) είναι 13 στα 25 σκόρ .

Πίνακας 4.7: Αποτελέσματα για την γλυκύτητα: Γευσιολογική δοκιμή ελέγχου για πράσινη πάστα.

Γλυκύτητα για πράσινη πάστα (αναλογία στα 100g συνολικά )					
Αναλογίες μειγμάτων	50g πάστα 50g βρώμη	66,66g πάστα 33,33g βρώμη	75g πάστα 25g βρώμη	80g πάστα 20g βρώμη	83,34g πάστα 16,66g βρώμη
Κωδικός Μείγματος	ΠΒ1	ΠΒ2	ΠΒ3	ΠΒ4	ΠΒ5
Δοκιμαστής 1	3	0	1	0	0
Δοκιμαστής 2	3	0	0	0	1
Δοκιμαστής 3	1	1	0	1	0
Δοκιμαστής 4	1	1	0	1	0
Δοκιμαστής 5	1	0	0	0	0
Σύνολο- Σκορ στα 25	9	2	1	2	1



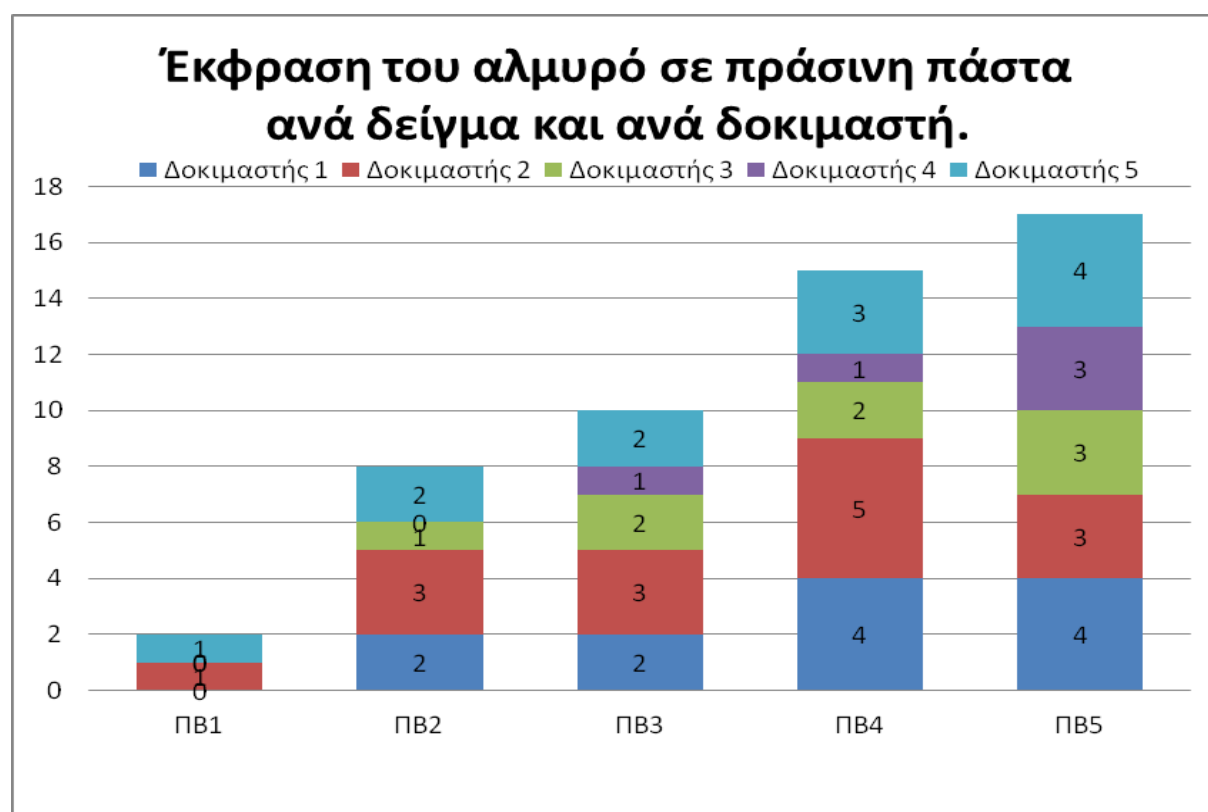
Γράφημα 4.6: Αποτελέσματα έκφρασης της γλυκύτητας σε πράσινη πάστα ανά δείγμα και ανά δοκιμαστή.

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΓΛΥΚΥΤΗΤΑ

- 1) Από τον πίνακα 4.7 και από το γράφημα 4.6 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ1 ( 50g πάστα 50g βρώμη ) είναι 9 στα 25 σκόρ .
- 2) Από τον πίνακα 4.7 και από το γράφημα 4.6 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ2 ( 66,66g πάστα 33,33g βρώμη ) είναι 2 στα 25 σκόρ .
- 3) Από τον πίνακα 4.7 και από το γράφημα 4.6 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ3 (75g πάστα 25g βρώμη) είναι 1 στα 25 σκόρ .
- 4) Από τον πίνακα 4.7 και από το γράφημα 4.6 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ4 ( 80g πάστα 20g βρώμη ) είναι 2 στα 25 σκόρ .
- 5) Από τον πίνακα 4.7 και από το γράφημα 4.6 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ5 ( 83,34g πάστα 16,66g βρώμη ) είναι 1 στα 25 σκόρ .

Πίνακας 4.8: Αποτελέσματα για το αλμυρό: Γευσιολογική δοκιμή ελέγχου για πράσινη πάστα.

Αλμυρό για πράσινη πάστα (αναλογία στα 100g συνολικά )					
Αναλογίες μειγμάτων	50g πάστα 50g βρώμη	66,66g πάστα 33,33g βρώμη	75g πάστα 25g βρώμη	80g πάστα 20g βρώμη	83,34g πάστα 16,66g βρώμη
Κωδικός Μείγματος	ΠΒ1	ΠΒ2	ΠΒ3	ΠΒ4	ΠΒ5
Δοκιμαστής 1	0	2	2	4	4
Δοκιμαστής 2	1	3	3	5	3
Δοκιμαστής 3	0	1	2	2	3
Δοκιμαστής 4	0	0	1	1	3
Δοκιμαστής 5	1	2	2	3	4
Σύνολο- Σκορ στα 25	2	8	10	15	17



Γράφημα 4.7: Αποτελέσματα έκφρασης για το αλμυρό σε πράσινη πάστα ανά δείγμα και ανά δοκιμαστή.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΑΛΜΥΡΟ

- 1) Από τον πίνακα 4.8 και από το γράφημα 4.7 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ1 ( 50g πάστα 50g βρώμη ) είναι 2 στα 25 σκόρ .
- 2) Από τον πίνακα 4.6 και από το γράφημα 4.7 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ2 ( 66,66g πάστα 33,33g βρώμη ) είναι 8 στα 25 σκόρ .
- 3) Από τον πίνακα 4.8 και από το γράφημα 4.7 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ3 (75g πάστα 25g βρώμη) είναι 10 στα 25 σκόρ .
- 4) Από τον πίνακα 4.8 και από το γράφημα 4.7 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ4 ( 80g πάστα 20g βρώμη ) είναι 15 στα 25 σκόρ .
- 5) Από τον πίνακα 4.8 και από το γράφημα 4.7 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ5 ( 83,34g πάστα 16,66g βρώμη ) είναι 17 στα 25 σκόρ .

Πίνακας 4.9: Αποτελέσματα για το αδιάφορο: Γευσιολογική δοκιμή ελέγχου για πράσινη πάστα.

Αδιάφορο για πράσινη πάστα (αναλογία στα 100g συνολικά )					
Αναλογίες μειγμάτων	50g πάστα 50g βρώμη	66,66g πάστα 33,33g βρώμη	75g πάστα 25g βρώμη	80g πάστα 20g βρώμη	83,34g πάστα 16,66g βρώμη
Κωδικός Μείγματος	ΠΒ1	ΠΒ2	ΠΒ3	ΠΒ4	ΠΒ5
Δοκιμαστής 1	0	0	0	0	0
Δοκιμαστής 2	0	0	0	0	0
Δοκιμαστής 3	0	0	0	0	0
Δοκιμαστής 4	0	0	0	0	0
Δοκιμαστής 5	0	0	0	0	0
Σύνολο- Σκορ στα 25	0	0	0	0	0



Γράφημα 4.8: Αποτελέσματα έκφρασης για το αδιάφορο σε πράσινη πάστα ανά δείγμα και ανά δοκιμαστή.

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΑΔΙΑΦΟΡΟ

- 1) Από τον πίνακα 4.9 και από το γράφημα 4.8 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ1 ( 50g πάστα 50g βρώμη ) είναι 0 στα 25 σκόρ .
- 2) Από τον πίνακα 4.9 και από το γράφημα 4.8 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ2 ( 66,66g πάστα 33,33g βρώμη ) είναι 0 στα 25 σκόρ .
- 3) Από τον πίνακα 4.9 και από το γράφημα 4.8 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ3 (75g πάστα 25g βρώμη) είναι 0 στα 25 σκόρ .
- 4) Από τον πίνακα 4.9 και από το γράφημα 4.8 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ4 ( 80g πάστα 20g βρώμη ) είναι 0 στα 25 σκόρ .
- 5) Από τον πίνακα 4.9 και από το γράφημα 4.8 παρατηρούμε ότι για την σκούρα πάστα η γευσιολογική του πίκρα για το δείγμα με κωδικός μείγματος ΠΒ5 ( 83,34g πάστα 16,66g βρώμη ) είναι 0 στα 25 σκόρ .

**Ερωτήσεις στους δοκιμαστές για την γευσιολογική δοκιμή τους για πράσινη πάστα**

**ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 1:**

Ποιό από τα δείγματα που δοκιμάσατε θα τρώγατε και θα αγοράζατε εάν είχατε να επιλέξετε;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 1:**

Το δείγμα που θα με ενδιέφερε είναι το δείγμα 5 (83,34g πάστα 16,66g βρώμη).

**ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 1:**

Ποιό δείγμα θεωρείτε ότι θα μπορούσε να βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 1:**

Το δείγμα που θεωρώ ότι μπορεί βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο είναι το δείγμα 5.

**ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 2:**

Ποιό από τα δείγματα που δοκιμάσατε θα τρώγατε και θα αγοράζατε εάν είχατε να επιλέξετε;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 2:**

Το δείγμα που θα με ενδιέφερε είναι το δείγμα 4 (80g πάστα 20g βρώμη).

**ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 2:**

Ποιό δείγμα θεωρείτε ότι θα μπορούσε να βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο;

**ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 2:**

Το δείγμα που θεωρώ ότι μπορεί βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο είναι το δείγμα 4.

**ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 3:**

Ποιό από τα δείγματα που δοκιμάσατε θα τρώγατε και θα αγοράζατε εάν είχατε να επιλέξετε;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 3:

Το δείγμα που θα με ενδιέφερε είναι το δείγμα 4 (80g πάστα 20g βρώμη).

ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 3:

Ποιό δείγμα θεωρείτε ότι θα μπορούσε να βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 3:

Το δείγμα που θεωρώ ότι μπορεί βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο είναι το δείγμα 4 ή το δείγμα 5 .

ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 4:

Ποιό από τα δείγματα που δοκιμάσατε θα τρώγατε και θα αγοράζατε εάν είχατε να επιλέξετε;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 4:

Το δείγμα που θα με ενδιέφερε είναι το δείγμα 4 (80g πάστα 20g βρώμη).

ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 4:

Ποιό δείγμα θεωρείτε ότι θα μπορούσε να βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 4:

Το δείγμα που θεωρώ ότι μπορεί βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο είναι το δείγμα 4 .

ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 5:

Ποιό από τα δείγματα που δοκιμάσατε θα τρώγατε και θα αγοράζατε εάν είχατε να επιλέξετε;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 5:

Το δείγμα που θα με ενδιέφερε είναι το δείγμα 4 (80g πάστα 20g βρώμη).

ΕΡΩΤΗΣΗ ΣΤΟΝ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 5:

Ποιό δείγμα θεωρείτε ότι θα μπορούσε να βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗ 5:



Το δείγμα που θεωρώ ότι μπορεί βγει στην παραγωγή για κατανάλωση και θα είχε ανταπόκριση από τον κόσμο είναι το δείγμα 4 .

#### **Συμπέρασμα ερωτήσεων από την γευσιολογική δοκιμή για πράσινη πάστα**

Η πλειοψηφία των δοκιμαστών στις ερωτήσεις απάντησαν ότι τα δείγματα που θα τους ενδιέφεραν να γεύονται είναι οι το δείγμα 4 (80g πάστα 20g βρώμη) με β - γλυκάνη 2,6g.

#### **4.4 Συσκευασία προϊόντος καφέ και πράσινης πάστας ελιάς με β - γλυκάνη**

Η συσκευασία των προϊόντων για την πράσινη και την καφέ πάστα με β - γλυκάνη θα γίνει σε γυάλινους περιέκτες.



Εικόνα 1: Συσκευασία για την πράσινη και την καφέ πάστα ελιάς με β - γλυκάνη.



Διατροφική επισήμανση	Άνα 100g	Άνα 20g
Ενέργεια		
Λιπαρά Εκ των οποίων κορεσμένα		
Υδατάνθρακες		
Φυτικές ίνες Εκ των οποίων β - γλυκάνη	2,6	0,52
Αλάτι		

Συστατικά : Ελιά καλαμών, σκόνη βρώμης, λάδι, αλάτι, μείγμα μπαχαρικών.

Περιέχει : β - γλυκάνη

100g

Εικόνα 2 : Μορφή ετικέτας συσκευασίας προϊόντος

#### 4.4.1 Διατροφική επισήμανση για την πράσινη και την καφέ πάστα ελιάς με β-γλυκάνη.

Διατροφική επισήμανση	Άνα 100g	Άνα 20g
<b>Ενέργεια</b>		
<b>Λιπαρά Εκ των οποίων κορεσμένα</b>		
<b>Υδατάνθρακες</b>		
<b>Φυτικές ίνες Εκ των οποίων β - γλυκάνη</b>	2,6	0,52
<b>Αλάτι</b>		

Εικόνα 3 : Διατροφική επισήμανση προϊόντος

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με τον όρο «λειτουργικά» (**functional foods ή nutraceuticals**), χαρακτηρίζουμε τα τελευταία χρόνια, όλα εκείνα τα τρόφιμα, φυσικά (δηλαδή τρόφιμα της καθημερινής μας διατροφής, μη γενετικά τροποποιημένα) ή εμπλουτισμένα, τα οποία έχουν σύμφωνα με μελέτες και επίσημα επιστημονικά ευρήματα, συγκεκριμένες ευεργετικές επιδράσεις σε μία ή περισσότερες παραμέτρους υγείας. Είναι τρόφιμα που ο κάθε καταναλωτής μπορεί να προμηθευτεί και τα οποία περιέχουν ένα θρεπτικό συστατικό που να επιδρά θετικά σε κάποια λειτουργία του οργανισμού και για αυτό πολλοί τα χαρακτηρίζουν και ως « διατροφικά θεραπευτικά τρόφιμα». Στα τρόφιμα αυτά έχει γίνει συνήθως προσθήκη βιταμινών, ιχνοστοιχείων και εξειδικευμένων άλλων ουσιών με ειδική δράση, π.χ. στερόλες, ω3 λιπαρά οξέα, προβιοτικά.

Τα λειτουργικά τρόφιμα γενικά:

- είτε έχουν υποστεί τροποποίηση έτσι ώστε να αυξηθεί η περιεκτικότητά τους στο οποιοδήποτε συστατικό τους προσδίδει το όφελος για την υγεία του καταναλωτή (π.χ. αβγά πλούσια σε ω3, λόγω τροποποιημένης ποιότητας τροφής στις κότες και φτωχά σε χοληστερόλη),
- είτε έχουν εμπλουτιστεί με ένα νέο συστατικό με θετική δράση στην υγεία (εμπλουτισμός γαλακτοκομικών με ασβέστιο ή σίδηρο),
- είτε έχουν υποστεί αντικατάσταση ή ακόμα και πλήρη αφαίρεση ενός βλαβερού συστατικού το οποίο θεωρείται επιζήμιο (π.χ. αφαίρεση κορεσμένου λίπους από ένα αλλαντικό και προσθήκη ελαιολάδου),

• είτε τέλος έχουν εμπλουτιστεί με ένα συστατικό που συμβάλει στη διατήρηση των ωφέλιμων επιπτώσεων της κατανάλωσης του λειτουργικού τροφίμου. Είναι δηλαδή τρόφιμα τα οποία:

1) είτε συμβάλουν στη βελτίωση της κατάστασης της υγείας και της ευημερίας (π.χ. μειώνοντας τη χοληστερίνη, προλαμβάνοντας την οστεοπόρωση, ρυθμίζοντας την αρτηριακή πίεση),

2) είτε παίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη ή στη μείωση του κινδύνου εμφάνισης συγκεκριμένων ασθενειών (καρκίνος, διαβήτης, στεφανιαία νόσος, υπέρταση) λόγω ύπαρξης κάποιων ουσιών σε αυτά,

3) είτε μπορούν να βελτιώσουν την πνευματική και σωματική ευεξία, πάντα βέβαια όταν καταναλώνονται στο πλαίσιο μιας ισορροπημένης διατροφής και από συγκεκριμένες ομάδες του γενικού πληθυσμού που τα έχει ανάγκη.

Οι ειδικά τροποποιημένες, με τους παραπάνω τρόπους, συνθέσεις των ποικίλων λειτουργικών τροφίμων επιδρούν υγιεινά σε φυσιολογικές λειτουργίες του οργανισμού, όπως καλύτερη πέψη, μείωση λιπιδίων αίματος, καλύτερη εντερική λειτουργία, πρόληψη καρκίνου και βελτιώσεις στους μεταβολικούς ρυθμούς, πίεση του αίματος, ενεργειακά επίπεδα κλπ. Πρόκειται δηλαδή για τρόφιμα που έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο από τη βιομηχανία, με τη συμβολή της επιστήμης της Διατροφής, ώστε να παρέχουν όφελος για την υγεία, πέρα από τα θρεπτικά συστατικά που ούτως ή άλλως περιέχουν (μακροθρεπτικά ή μικροθρεπτικά), και τα οποία ασφαλώς είναι απαραίτητα για τον οργανισμό μας. Βασικό χαρακτηριστικό, αλλά και επιδίωξη της Βιομηχανίας είναι ασφαλώς τα προϊόντα αυτά να έχουν την ίδια όψη, άρωμα και γεύση με τα αντίστοιχα συμβατικά, έτσι ώστε να καταναλώνονται ευκολότερα από τον αγοραστή.

Αν και τα λειτουργικά τρόφιμα είναι ένα σχετικά νέο δεδομένο για τη διατροφή μας, υπάρχει ήδη ένα πολύ αυστηρό νομοθετικό πλαίσιο και ένας αυστηρός κανονισμός σε ισχύ από την 1η Ιουλίου του 2007, από την ΕΕ σχετικά με την επισήμανση των τροφίμων και τον τρόπο διαφήμισης των θετικών ισχυρισμών αυτών των προϊόντων, το οποίο και έχει εναρμονισθεί με το δίκαιο της κάθε χώρας μέλους, όπως και της χώρας μας. Επίσης, ο διεθνής οργανισμός Codex Alimentarius του FAO / WHO (Food and Agriculture Organization-Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας / World Health Organization-Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας) του ΟΗΕ, το Συμβούλιο της Ευρώπης και εθνικοί ρυθμιστικοί φορείς προβαίνουν σταδιακά στη θέσπιση πολύ

συγκεκριμένων κανόνων, ώστε να διασφαλίσουν και να προστατέψουν τον καταναλωτή.

Για να κυκλοφορήσει στην Ευρωπαϊκή αγορά ένα νέο λειτουργικό τρόφιμο, πρέπει η παραγωγός εταιρεία να καταθέσει στην EFSA πλήρη φάκελο με στοιχεία σχετικά με την επιστημονική τεκμηρίωση όλων των υγιεινών ιδιοτήτων (health claims) που αναγράφονται στις συσκευασίες. Τόσο η ΕΕ, όσο και το Διεθνές Ινστιτούτο Βιολογικών Επιστημών (ILSI), που ασχολούνται με την Επιστήμη των Λειτουργικών Τροφίμων στην Ευρώπη (FUFUSE), έχουν επισημάνει δύο βασικά χαρακτηριστικά, τα οποία είναι ύψιστης σημασίας για τα λειτουργικά τρόφιμα:

- 1) το οποιοδήποτε προϊόν κυκλοφορεί στην αγορά ως «λειτουργικό τρόφιμο», με οποιαδήποτε επισήμανση θα πρέπει να είναι βασισμένο σε έγκυρους δείκτες βελτίωσης της λειτουργίας-στόχου.
- 2) το οποιοδήποτε προϊόν κυκλοφορεί στην αγορά ως «λειτουργικό τρόφιμο», να είναι βασισμένο σε έγκυρους δείκτες των ενδιάμεσων παραμέτρων της ασθένειας, ή ακόμα και της ίδιας της ασθένειας.

Δεδομένου ότι ο καταναλωτής πρέπει να προστατεύεται από την παραπλανητική διαφήμιση, αλλά και να είναι βέβαιος για την ευεργετική δράση του κάθε τροφίμου, είναι απαραίτητο στην ετικέτα και στη συσκευασία τους:

- να υπάρχουν όλες οι απαραίτητες επισημάνσεις σχετικά με τα οφέλη του προϊόντος για την υγεία, που να βασίζονται σε επιστημονικές αποδείξεις
- να μην υπάρχουν παραπλανητικά σχόλια ή επισημάνσεις, που να ωθούν στην αγορά του.

#### Γιατί γίνονται ολοένα και πιο δημοφιλή;

Τα λειτουργικά τρόφιμα αποκτούν διαρκώς όλο και μεγαλύτερο μερίδιο στη διεθνή αγορά και είναι σίγουρο ότι το μερίδιο αυτό θα αυξηθεί ακόμα περισσότερο τα επόμενα έτη. Γιατί όμως συμβαίνει αυτό; Τα αίτια είναι πολλά και σχετίζονται κυρίως με την αύξηση και διαφοροποίηση των καταναλωτικών επιθυμιών, τις διαδοχικές διατροφικές κρίσεις και σκάνδαλα, την εύρεση καινοτόμων τρόπων παραγωγής και μεθόδων εμπλουτισμού όλων των λειτουργικών τροφίμων, την επιβάρυνση της υγείας λόγω του τρόπου ζωής, την αύξηση του κόστους της υγειονομικής περιθαλψής και τη σημασία της πρόληψης των ασθενειών, καθώς και τη νέα νομοθεσία που επιτρέπει την ευκολότερη είσοδο των λειτουργικών τροφίμων στην αγορά.

#### Παραδείγματα λειτουργικών τροφίμων

Κάποια από τα πιο χαρακτηριστικά και καινοτόμα λειτουργικά τρόφιμα είναι τα παρακάτω:

1) Προϊόντα γάλακτος που έχουν υποστεί ζύμωση, γιαούρτια με προβιοτικές καλλιέργειες που χαρακτηρίζονται «ζωντανά» (περιέχουν ζωντανούς ευεργετικούς μικροοργανισμούς και προβιοτικά βακτηρίδια) και τα οποία βελτιώνουν τη λειτουργία του πεπτικού συστήματος. Οι προβιοτικοί οργανισμοί είναι ανθεκτικοί στη διαδικασία της πέψης και περνούν στο έντερο, όπου και ασκούν την ευεργετική τους δράση. Στα προβιοτικά γαλακτοκομικά προϊόντα, ανήκουν κυρίως στα γένη *Lactobacillus* και *Bifidobacterium*.

2) Μαλακές μαργαρίνες, γιαούρτι, τυρί σε μορφή κρέμας, τα οποία είναι εμπλουτισμένα κατάλληλα ώστε να αποτελούν πηγές φυτικών στερολών και στανολών, οι οποίες σύμφωνα με αρκετές επιστημονικές μελέτες μειώνουν τη χοληστερόλη και κατά συνέπεια και τον κίνδυνο για καρδιοπάθεια.

3) Προϊόντα με αντιοξειδωτικούς παράγοντες π.χ ροφήματα με φρούτα και λαχανικά.

4) Χυμοί, μαργαρίνες και μπάρες με ω3 ή ακόμα και αβγά πλούσια σε λιπαρά οξέα ωμέγα-3 (που αν καταναλωθούν 3 - 4 φορές την εβδομάδα) παρέχουν την συνιστώμενη ποσότητα ω-3 λιπαρών οξέων για τη μείωση του κινδύνου καρδιοπάθειας.

5) Γαλακτοκομικά προϊόντα ή ροφήματα χυμού για τον έλεγχο της υψηλής πίεσης που παρασκευάζονται με την προσθήκη πεπτιδίων, που είναι γνωστά ως καζοκινίνες ή με την προσθήκη καλίου αντίστοιχα.

6) Δημητριακά πρωινού εμπλουτισμένα με φυλλικό οξύ που συμβάλουν στη μείωση του κινδύνου εμφάνισης γέννησης βρεφών με προβλήματα του νευρικού σωλήνα (π.χ. δισχιδή ράχη).

7) Ψωμί, μπάρες από μούσλι εμπλουτισμένα με ισοφλαβόνες, η προσθήκη των οποίων μειώνει πιθανά τον κίνδυνο καρκίνου του μαστού και του προστάτη, καρδιοπαθειών και οστεοπόρωσης.

Πλεονεκτήματα των λειτουργικών τροφίμων :

- Προάγουν την υγεία και ενισχύουν την ποιότητα ζωής.
- Ενισχύουν το αμυντικό σύστημα του οργανισμού.
- Συμβάλουν στον περιορισμό πολλών ασθενειών.
- Συμπληρώνουν μια ανεπαρκή και μη-ισορροπημένη διατροφή ειδικών ομάδων του γενικού πληθυσμού.

- Συμβάλουν στη μείωση του κόστους της ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης.

### Η θέση του καταναλωτή

Ο καταναλωτής, που αποτελεί και τον άμεσα ενδιαφερόμενο, πρέπει να είναι επιφυλακτικός και ιδιαίτερα σκεπτικός πριν αγοράσει κάποιο λειτουργικό προϊόν. Τα τρόφιμα αυτά αποτελούν σαφώς μια εναλλακτική διατροφική λύση, αλλά θα πρέπει να καταναλώνονται με πολλή προσοχή. Ακόμα καλύτερα, ο υποψήφιος καταναλωτής θα πρέπει να συμβουλευτεί κάποιον ειδικό (π.χ. το διαιτολόγο του), έτσι ώστε να είναι σίγουρος ότι χρειάζεται το τρόφιμο αυτό και ότι αυτό κρίνεται ευεργετικό για την περίπτωσή του.

Είναι σημαντικό να αντιπετοπίζει πιο σφαιρικά το κάθε λειτουργικό τρόφιμο και να μην στηρίζεται μόνο στη μια συγκεκριμένη δράση του. Έτσι η κατανάλωση ενός προϊόντος όπως η μαργαρίνη με στερόλες ή στανόλες από ένα παχύσαρκο άτομο με υψηλή χοληστερόλη αίματος, είναι μια επιλογή που θα έπρεπε να διερευνηθεί, δεδομένου ότι πέρα από το όποιο όφελος για τα λιπίδια θα του προσδώσει και επιπλέον θερμίδες. Η η σύσταση για κατανάλωση αλλαντικών πλούσιων σε ελαιόλαδο-φτωχών σε ζωικό λίπος, από καρδιοπαθείς είναι επίσης ένα θέμα που ο καταναλωτής-ασθενής θα πρέπει να συζητήσει με τον ειδικό (γιατρό ή διαιτολόγο), ειδικά αν προηγουμένως δεν κατανάλωνε αλλαντικά ή τέτοιου είδους τρόφιμα.

Ο **εμπλουτισμός τροφίμων (food fortification)** είναι η προσθήκη μικροθρεπτικών συστατικών, όπως βιταμίνες, μέταλλα και ιχνοστοιχεία, με κυριότερα το σίδηρο, το φυλικό οξύ, τη βιταμίνη D, βιταμίνες συμπλέγματος Β κ.α., σε ευρέως καταναλισκόμενα τρόφιμα με σκοπό την διατήρηση ή την βελτίωση της ποιότητας ζωής των καταναλωτών.

Πιο συγκεκριμένα, γίνεται προσθήκη κάποιων συστατικών σε ποσότητες μεγαλύτερες από αυτές που βρίσκονται στο πραγματικό τρόφιμο. Το τρόφιμο το οποίο φέρει το συστατικό ονομάζεται φορέας (vehicle), ενώ το προστιθέμενο συστατικό ονομάζεται fortificant.

Ο εμπλουτισμός των τροφίμων δεν είναι καινούργια τεχνική. Εφαρμόστηκε για πρώτη φορά τις δεκαετίες του 1930-1940, όπου οι Ηνωμένες Πολιτείες και οι Ευρωπαϊκές χώρες επιδοκίμασαν τον εμπλουτισμό Εθνικών κύριων προϊόντων, όπως το αλεύρι σταριού. Μάλιστα, η τεχνική του εμπλουτισμού εδώ και μισό αιώνα είναι

εθελοντική ή ρυθμίζεται με κανονισμούς ή και σε ορισμένες περιπτώσεις είναι νομοθετημένη.

Στις ανεπτυγμένες χώρες, όπου η βιομηχανία είναι εκσυγχρονισμένη και αποδοτική και η εξάρτηση από τα κατεργασμένα τρόφιμα μεγάλη, ο εμπλουτισμός έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην αύξηση της διαιτητικής πρόσληψης μικροθρεπτικών συστατικών. Το αποτέλεσμα είναι ότι έχουν περιοριστεί στο ελάχιστο οι ελλείψεις μικροθρεπτικών συστατικών στις χώρες του Δυτικού κόσμου με τη βοήθεια της στρατηγικής εμπλουτισμού τροφίμων.

Από την άλλη πλευρά, στις αναπτυσσόμενες χώρες, η τεχνική του εμπλουτισμού ολοένα και περισσότερο αναγνωρίζεται ως ένα αποτελεσματικό μακροπρόθεσμο μέσο για την βελτίωση της διατροφικής κατάστασης του πληθυσμού.

Τα πλεονεκτήματα του εμπλουτισμού είναι ότι δεν απαιτεί αλλαγές στις διατροφικές συνήθειες του πληθυσμού, εφαρμόζεται τις περισσότερες φορές γρήγορα και μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Θεωρείται ένα από τα πιο αποτελεσματικά σε σχέση με το κόστος (cost-effective) μέσα για την αντιμετώπιση ελλείψεων μικροθρεπτικών συστατικών. Παρόλη την έκταση που έχουν καταλάβει τα εμπλουτισμένα προϊόντα, εξακολουθούν να διεξάγονται έρευνες για να αποδειχθεί εάν είναι αποτελεσματικά και ασφαλή στις διάφορες πληθυσμιακές ομάδες.

Τα τελευταία χρόνια έχει εμφανιστεί μια νέα κατηγορία τροφίμων τα οποία από κάποιους επιστήμονες θεωρούνται λειτουργικά. Πρόκειται για τα **νεοφανή τρόφιμα**, τα οποία προκύπτουν κυρίως από τεχνικές χρήσης μοριακής βιολογίας και γενετικής τροποποίησης των σπόρων, ενώ πιθανές αρνητικές επιπτώσεις τους στην υγεία βρίσκονται υπό διερεύνηση. Η αποδοχή των β-γλυκανών την τελευταία δεκαετία ως βιοενεργών συστατικών έχει αυξήσει την κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν δημητριακούς καρπούς, είτε ως ολόκληρα συστατικά είτε ως κλάσματα αλεύρων, ιδιαίτερα με τη μορφή των προϊόντων ολικής άλεσης.

Η παραδοχή των β-γλυκανών ως λειτουργικά, βιοενεργά συστατικά τις δύο τελευταίες δεκαετίες, αύξησε το ενδιαφέρον τόσο των επιστημόνων όσο και των βιομηχανιών τροφίμων, ιδιαίτερα για την ενσωμάτωση των β-γλυκανών από δημητριακά σε τρόφιμα. Η προσθήκη αλεύρου, πίτουρων ή πλούσιων κλασμάτων β-γλυκάνης από βρώμη ή κριθάρι σε τρόφιμα τα οποία έχουν ως βάση τα δημητριακά όπως τα δημητριακά πρωινού, τα ζυμαρικά, και προϊόντα αρτοποιίας (ψωμί, τηγανίτες), η οποία αύξησε την ποσότητα των β-γλυκανών στα προϊόντα αυτά, μελετήθηκε εκτεταμένα



Η ποσότητα της β-γλυκάνης στα προϊόντα τροφίμων θα πρέπει να είναι αρκετή ώστε να φτάνει το επίπεδο που απαιτείται προκειμένου να έχει θετική επίδραση στην υγεία. Η FDA ορίζει ως όριο τουλάχιστον 0,75g β-γλυκάνης/μερίδα προϊόντος και προτείνει 3g β-γλυκάνης ημερησίως, προκειμένου τα τρόφιμα που περιέχουν β-γλυκάνη να θεωρούνται ότι προάγουν την υγεία.

Ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζει την επιλογή των καινοτόμων προϊόντων από το καταναλωτικό κοινό, είναι τα ποιοτικά και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν β-γλυκάνες, και συνεπώς να καταστεί δυνατή η αξιοποίηση των θετικών τους επιδράσεων στην υγεία, τα προϊόντα αυτά θα πρέπει να είναι αποδεκτά στο σύνολο της οργανοληπτικής τους ποιότητας και να προκαλούν ευχαρίστηση στους καταναλωτές.

### **Πάστα ελιάς : ένα προϊόν που αρχίζει να έχει απήχηση**

Η πάστα ελιάς χρησιμοποιείται ως ορεκτικό και είναι 100% φυσικό, φυτικό προϊόν, χωρίς συντηρητικά. Είναι ιδανικό για άλειμμα στο ψωμί ή με κριτσίνι πριν το γεύμα ή και ως συνοδευτικό κατά τη διάρκεια του γεύματος. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα σάντουιτς και στα τوست αλλά και ως συστατικό στη μαγειρική (π.χ. σάλτσα για σαλάτα, μακαρόνια, πίτσα).

Επιπλέον, είναι προϊόν πλούσιο σε θρεπτική αξία και αρέσει σε όλη την οικογένεια, από τα παιδιά, τους μεσήλικες, μέχρι και τους ηλικιωμένους. Προσφέρεται σε μοντέρνα συσκευασία, με έντονα τα στοιχεία των διαφορετικών γεύσεων για να μπορεί ο καταναλωτής να ξεχωρίζει και να διαλέγει εύκολα τη γεύση που του αρέσει. Το είδος της συσκευασίας, το γυάλινο βάζο δηλαδή, τονίζει τη φυσικότητα, τη φρεσκάδα και την αυθεντικότητα του προϊόντος.

Τον τελευταίο καιρό η πάστα ελιάς αρχίζει να έχει απήχηση και να γίνεται σιγά-σιγά γνωστή στους καταναλωτές. Σημαντικό ρόλο σε αυτό έχει διαδραματίσει η διάθεσή του ως ορεκτικό από τα εστιατόρια. Όταν κάποιος δοκιμάζει για πρώτη φορά την πάστα ελιάς σε κάποιο εστιατόριο, μαθαίνει το προϊόν και σε μερικές περιπτώσεις, αν του αρέσει αρκετά, μπορεί να του γίνει συνήθεια και να αποτελέσει μέρος της καθημερινής του διατροφής.

Επιπλέον, προς αυτήν την κατεύθυνση βοήθησε σε μεγάλο βαθμό και η προβολή του προϊόντος στα Μ.Μ.Ε. ως μέρος της μεσογειακής διατροφής και η

σύνδεση του με την αρχαιότητα. Η ελιά αποτελούσε ανέκαθεν μέρος της διατροφής των Ελλήνων, οι οποίοι τώρα έχουν τη δυνατότητα να τη γευτούν σε μια διαφορετική μορφή, ασυνήθιστη γι' αυτούς. Η πάστα ελιάς αποτελεί το νέο, μοντέρνο τρόπο για να τρώμε την ελιά.

Τέλος, η πάστα ελιάς είναι ένα προϊόν, το οποίο ανταποκρίνεται στην σύγχρονη ανάγκη του καταναλωτή για γευστική και υγιεινή διατροφή. Όλοι ξέρουμε ότι στη σημερινή εποχή η υγιεινή διατροφή τείνει να εκλείψει και οι περισσότεροι τρώνε έτοιμα προϊόντα αμφιβόλου προελεύσεως. Το γεγονός αυτό και τη σημαντικότητα της υγιεινής διατροφής αρχίζει ολοένα και περισσότερο να τη συνειδητοποιεί ο καταναλωτής, ο οποίος πια φαίνεται να δίνει μεγάλη έμφαση στην υγιεινή της διατροφής του. Ως αποτέλεσμα, πολλοί είναι αυτοί που στρέφονται σε υγιεινά προϊόντα, ένα από τα οποία είναι και η πάστα ελιάς.

Στην αγορά σήμερα, δεν κυκλοφορεί προϊόν σαν και αυτό του πειράματός μας. Θα ήταν κάτι το διαφορετικό για τους καταναλωτές.....

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. AACC (American Association of Cereal Chemists), 2001. Dietary Fiber Technical Committee. The Definition of Dietary Fiber. *Cereal Foods World*, 46:112–26.
2. Bech-Larsen, T. and Grunert, K.G. (2003). “The perceived healthiness of functional foods. A conjoint study of Danish, Finnish and American consumers’ perception of functional foods”, *Appetite*, Vol. 40, 1, pp. 9-14.
3. Becker M, Vincent C, Reid JSG (1995). Biosynthesis of (1,3)(1,4)-P-glucan and (1,3)-p-glucan in barley (*Hordeum vulgare* L.): properties of the membrane bound glucan synthases. *Planta* 195: 331-338.
4. Beer M.U., Arrigoni E. and Amado R. (1995). Effects of oat gum on blood cholesterol levels in healthy young men. *European Journal of Clinical Nutrition*, 49, 517-522.
5. Behall K.M., Scholfield D.J. and Hallfrisch J. (2004). Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemia men and women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80, 1185-1193.
6. Be Miller J. & Whistler R. (eds) 2009. *Starch: Chemistry and Technology*. 3rd edition, Academic Press, Amsterdam, Netherlands.
7. Bessen DH, 2001. The role of carbohydrates in insulin resistance. *J Nutr.* 131:2782S-2786S.
8. Bhatta R.S. (1999). The potential of Hull-less Barley. *Cereal Chemistry*, 16 (5), 589-599.

9. Bohm N. and Kulicke W.M. (1999). Rheological studies of barley (1 →<sup>3</sup>)(1 →<sup>4</sup>)-glucan in concentrated solution: mechanistic and kinetic investigation of the gel formation. *Carbohydrate Research*, 315, 302-311.
10. Buliga, G. S., Brant, D. A., & Fincher, G. B. (1986). The sequence statistics and solution configuration of a barley (1 →<sup>3</sup>), (1 →<sup>4</sup>)-D-glucan. *Carbohydrate Research*, 157, 139-156.
11. Champagne C. & Gardner N. 2005. Challenges in the Addition of probiotics cultures to foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45, 61-84.
12. Champagne C. P., Gardner N. J. & Roy D. 2005. Challenges in the addition of probiotic cultures to foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45, 61–84.
13. Căpriță A, Căpriță R, Vasile Octavian Gianet Simulescu, Raluca-Mădălina Drehe, 2010. Dietary Fiber: Chemical and Functional Properties, *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 16(4):406-416
14. Carpita, N.C. (1984) Cell wall development in maize coleoptiles. *Plant Physiol.* 76, 205—212
15. Carpita, N.C., Kanabus, J. (1988) Chemical structure of the cell walls of dwarf maize and changes mediated by gibberellin. *Plant Physiol.* 88, 671-678
16. Cui S.W. and Wood P.J. (2000). Relationships between structural features, molecular weight and rheological properties of cereal P-D-glucans. In: Nishinari, K., (Ed.) *Hydrocolloids -Part 1*, Elsevier Science BV, Amsterdam, pp. 159-168.
17. Cui, S. W. (2001). *Polysaccharides gums from agricultural products: processing, structure and functionality*, Lancaster, USA: Technomic Publishing Company Inc.
18. Cui, W., Wood, P.J., Weisz, J., Beer, M.U., 1999. Nonstarch polysaccharides from preprocessed wheat bran: carbohydrate analysis and novel rheological properties. *Cereal Chemistry* 76, 129-133.
19. DeVries JW, 2004. On defining dietary fibre. *Proceedings of the Nutrition Society* 62: 37–43 Dikeman CL, Fahey GC, 2006. Viscosity as related to dietary fiber: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(8):649–663.

20. Doublier J.L. and Wood P.J. (1995). Rheological properties of aqueous solutions (1→3)-(1→4)-P-D-glucan from oats (*Avena sativa* L.). *Cereal Chemistry*, 72, 335-340.
21. Espinoza-Rivera Y. & Navarro-Gallardo Y., 2008. Non-dairy probiotic products-a review. *Food Microbiology*, 27, 1-11
22. European Medicines Agency Evaluation of Medicines for Human Use. London 4 September 2008, Doc. Ref. EMEA/HMPC/202967/2007
23. FAO/WHO (Food and Agricultural Organisation/World Health Organization), 2006. Report of the 27th Session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses. Bonn, Germany.
24. Fernandez, M.L., 2001. Soluble fibre and non-digestible carbohydrate effects on plasma lipids and cardiovascular risk. *Curr. Opin. Lipidol.* 12, 35-40.
25. Fincher G.B. and Stone B.A. (1986). Cell walls and their components in cereal grain technology. In: Pomeroy, Y., (Ed.), *Advances in Cereal Science and Technology*, American Association of Cereal Chemists, StPaul, MN, pp. 207-295.
26. Flores-Diaz M, Alape-Giron A, Persson B, Pollesello P, Moss M, Eichel-Streiber C, Thelestam M, Florin I (1997). Cellular UDP-glucose deficiency caused by a single point mutation in the UDP-glucose pyrophosphorylase. *J. Biol. Chem.* 272: 23784-23791.
27. FNB (Food and Nutrition Board), 2001. Dietary Reference Intakes: Proposed Definition of Dietary Fiber. Institute of Medicine. Washington, DC: The National Academy Press. 13:49-52.
28. Frank J., Sundberg B., Kamal-Eldin A, Vessby B. and Aman P. (2004). Yeast leavened oat breads with high or low molecular weight beta-glucan do not differ in their effects on blood concentrations of lipids, insulin or glucose in humans. *Journal of Nutrition*, 134, 1384-1388.
29. FUFOSE (1999) Scientific Concepts of Functional Foods in Europe: Consensus Document, *British Journal of Nutrition* 81, Supp.1.
30. FSANZ (Food Standards Australia New Zealand), 2001. Section 1.2.8 of the Food Standards Code. Available at: <http://www.foodstandards.gov.au/thecode/foodstandardscode.cfm> (accessed November 2006).

31. Gibson G., Beatty E., Wang X. & Cummings, J. 1995. Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology*, 108, 975-982.
32. Jacobs Jr and Gallagher D.D., Whole grain intake and cardiovascular disease: a review, (2004) *Current Atherosclerosis Reports* 6, pp:415-423
33. Jardine S. (ed) 2009. *Prebiotics and Probiotics*, 2nd edition, Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
34. Irakli M., Biliaderis C.G., Izydorczyk M.S. and Papadoyannis I.N. (2004). Isolation, structural features and rheological properties of water-extractable P\* glucans from different Greek barley cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1170-1178.
35. Izydorczyk M.S., Macri L.J. and MacEregor A.W. (1998). Structure and physicochemical properties of barley non-starch polysaccharidesII. Alkali-extractable P-glucans and arabinoxylans. *Carbohydrate Polymers*, 35, 259-269.
36. Izydorczyk MS, MacGregor AW. 2000. Evidence of intermolecular interactions of P-glucans and arabinoxylans. *Carbohydrate Polymers* 41: 417-420.
37. Izydorczyk, M. S., & Biliaderis, C. G. (2000). Structural and functional aspects of cereal arabinoxylans and P-glucans. In G. Doxastakis, & V. Kiosseoglou, (eds.), *Novel macromolecules in food systems* (pp. 361-384). Amsterdam: Elsevier Science B. V
38. Izydorczyk, M.S., Lagasse, S.L., Hatcher, D.W., Dexter, J.E., Rosnagel, B.G., 2005. The enrichment of Asian noodles with fiber rich fractions derived from roller milling of hull-less barley. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 85, 2094-2104.
39. Jung K. H., Kim M., Ha E., Kim H. K., Kim Y. O., Kang S. A., Chung J. & Yim S. (2007). The Suppressive Effect of  $\alpha$ -Glucan on the Production of Tumor Necrosis Factor-Alpha in BV2 Microglial Cells. *Communication. Biosci. Biotechnol. Biochem.*,71(5): 1360-1364, Republic of Korea
40. Kalra S. and Jood S. (2000). Effect of Dietary Barley P-Glucan on Cholesterol and Lipoprotein Fractions in Rats. *Journal of Cereal Science*, 31, 141-145.

42. Keogh G. F., Cooper G. JS., Mulvey T. B., McArdle B. H., Coles G. D., Monro J. A. & Poppitt S. D. (2003). Randomized controlled crossover study of the effect of a highly a-glucan-enriched barley on cardiovascular disease risk factors in mildly hypercholesterolemic men. *Am. J. Clin. Nutr.*, American Society for Clinical Nutrition, 78: 711-718. USA
43. Kim S. Y., Song H. J., Lee Y. Y., Cho K. & Roh Y. (2006). Biomedical Issues of Dietary fiber a-Glucan. *J Korean Med Sci*, 21: 781-789, Republic of Korea
44. Kimura S, Mitsui T, Matsuoka T, Igaue I (1992). Purification, characterization and localization of rice UDP-glucose pyrophosphorylase. *Plant Physiol. Biochem.* 30: 683-693.
45. Kleczkowski LA (1994). Inhibitors of photosynthetic enzymes/carriers and metabolism. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 45: 339-367.
46. Klopfenstein C.F. (1988). The Role of Cereal Beta-Glucans in Nutrition and Flealth. *Cereal Foods World*, 33 (10), 865-869.
47. Knuckles B.E., Hudson C.A., Chiu M.M., Sayre R.N. (1997). Effect of p-Glucan Barley Fractions in High-Fiber Bread and Pasta. *Cereal Foods World*, 42 (2), 94-99.
48. Kontogiorgos V., Biliaderis C.G., Kiosseoglou V. and Doxastakis G. (2004). Stability and rheology of egg-yolk-stabilized concentrated emulsions containing cereal P-glucans of varying molecular size. *FoodHydrocolloids*, 18, 987-998.
49. Law, M. R., N. J. Wald, et al. (1994). "By how much and how quickly does reduction in serum cholesterol concentration lower risk of ischaemic heart disease?" *BMJ* 308: 367-373.
50. Lazaridou A., Biliaderis C.G., and Izydorczyk M.S. (2003). Molecular size effects on rheological properties of oat p-glucans in solutions and gels. *Food Hydrocolloids*, 17,693-712.
51. Lazaridou A., Biliaderis C.G., and Izydorczyk M.S. (2007). Cereal (3-Glucans: Structures, Physical Properties, and Physiological Functions In: *Functional Food Carbohydrates*. CRC Press, Taylor and Francis Group, pp. 1-72.
52. Lazaridou A., Biliaderis C.G., Micha-Screttas M., and Steele B.R. (2004). A comparative study on structure-function relations of mixed linkage (1-3), (1-4) linear P-D-glucans. *FoodHydrocolloids*, 18, 837-855.

53. Morgan K. R., Roberts, C. J., Tendler, S. J. B., Davies, M. C., & Williams, P. M. (1999). A <sup>13</sup>C CP/MAS NMR spectroscopy and AFM study of the structure of Glucagel™, a gelling β-glucan from barley, *Carbohydrate Research*, 315, 169-179.
54. Morgan, K. R., & Ofman, D. J. Glucagel, a gelling β-glucan from barley. (1998), *Cereal Chemistry*, 75, 879-881.
55. Naumann E., Van Rees A.B., Onning G., Oste R., Wydra M. and Mensink R.P. (2006). β- Glucan incorporated into a fruit drink effectively lowers serum LDL-cholesterol concentrations. *American Journal of Clinical Nutrition*, 83, 601-605.
56. Newman R.K., McGuire C.F. and Newman W.C. (1990). Composition and Muffin-Baking Characteristics of Flours from Four Barley Cultivars. *Cereal Foods World*, 35(6), 563-566.
57. Newman R.K., Newman W.C. and Graham H. (1989). The Hypocholesterolemic Function of Barley /TGlucans. *Cereal Foods World*, 34 (10), 883-886.
58. Ostman E., Rossi E., Larsson H., Brighenti F. and Bjorck I. (2006). Glucose and insulin responses in healthy men to barley bread with different levels of (1→3)(1→4)-β- glucans; predictions using fluidity measurements of in vitro enzyme digests. *Journal of Cereal Science*, 43, 230-235.
59. Richardson, D., 1996. Probiotics and product innovation. *Nutrition & Food Science*, 96, 27-33.
60. Saarela M., Mogensen G., Fonden R., Matto J. & Mattila-Sandholm T. 2000. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *Journal of Biotechnology*, 84, 197–215
61. Saarela M., Virkajarvi I., Mohynek L., Vaari A. & Matto J. 2006. Fibres as carriers for *Lactobacillus rhamnosus* during freeze-drying and storage in apple juice and chocolate-coated breakfast cereals. *International Journal of Food Microbiology*, 112, 171–178
62. Saltzman, E., S.K. Das, A.H. Lichtenstein, G.E. Dallal and A. Corrales *et al.*, 2001. An oat containing hypocaloric diet reduces systolic blood pressure and improves lipid profile beyond effects of weight loss in men and women. *J. Nutr.*, 131: 1465-1470.



63. Sener G., Toklu H., Ercan F. and Erkanli G. (2005). Protective effect of P-glucan against oxidative organ injury in a rat model of sepsis. *International Immunopharmacology*, 5, 1387-1396.
64. Setser, C. S. & Racette W. L. 1992. Macromolecule Replacers in Food Products. *Critical Reviews in Science and Nutrition*, 32, 275-297.
65. Shah N. P. 2007. Functional cultures and health benefits. *International Dairy Journal*, 17, 1262-1277.
66. Shinnick, F. L., & Marlet, J. A. (1993). Physiological responses to dietary oats in animal models. In P. J. Wood, (ed.), *Oat bran* (pp. 113-137). St. Paul, MN.: American Association of Cereal Chemists.
67. Shizimu, Toshio, (2003), Health claims of functional foods: The Japanese regulations and an international comparison, *Nutrition Research Reviews* 16(2): pg 241
68. Siró I., Kápolna E., Kápolna B. & Lugasi A. 2008. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance. A review. *Appetite*, 51, 456-467.
69. Skendi A., Biliaderis C.&, Lazaridou A. and Izydorczyk M.S. (2003). Structure and rheological properties of water soluble P-glucans from oat cultivars of *Avena sativa* and *Avena bysantina*. *Journal of Cereal Science*, 38, 15-31.
70. Smith, J.E., Rowan, N.J., & Sullivan, R. Medicinal mushrooms: their therapeutic properties and current medical usage with special emphasis on cancer treatments. University of Strathclyde, 2002.
71. Tohamy, A.A., El-Ghor, A.A., El-Nahas, S.M., Noshay, M.M., 2003. P-Glucan inhibits the genotoxicity of cyclophosphamide, adriamycin and cisplatin. *Mutat. Res.* 541, 45-53.
72. Tosh S.M., Brummer Y., Wood P.J., Wang Q. and Weisz J. (2004). Evaluation of structure in the formation of gels by structurally diverse (1→3)(W4)→D-glucans from four cereal and one lichen species. *Carbohydrate Polymers*, 57, 249-259.
73. Vaikousi H., Biliaderis C.G. and Izydorczyk M.S. (2004). Solution flow behavior and gelling properties of water-soluble barley (1-3),(1-4)<sup>α</sup>-glucans varying in molecular size. *Journal of Cereal Science*, 39, 119-137.

75. Van Der Sluijs A.M.C., Behall K.M., Douglass L., Prather E., Scholfield D.J. and Hallfrisch J. (1999). Effect of Cooking on the Beneficial Soluble  $\beta$ -Glucans in Oatrim. *Cereal Foods World*, 44 (4), 194-198.
76. Varum, K. M., & Smidsrod, O. (1988). Partial chemical and physical characterization of (1  $\rightarrow$ 3),( 1  $\rightarrow$ 4)-beta-glucans from oat (*Avena Sativa L*) aleurone. *Carbohydrate Polymers*, 9, 103-117.
77. Viuda-Martos M, Lopez-Marcos MC, Fernandez-Lopez J, Sendra E, Lopez-Vargas JH, Perez- Alvare JA, 2010. Role of Fiber in Cardiovascular Diseases: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Institute of Food Technologists
78. Wood P.J. (1994b). Evaluation of oat bran as a soluble fibre source. Characterization of oat  $\beta$ -glucan and its effects on glycaemic response. *Carbohydrate Polymers*, 25, 331-336.
79. Wood P.J.(1991). Oat  $\beta$ -glucan physicochemical properties and physiological effects. *Trends in Food Science and Technology*, p.311-314.
80. Wood, P. J. (1986). Oat  $\beta$ -glucan: structure, location and properties. In F. H. Webster, (ed.), *Oats: Chemistry and Technology*, (pp. 121-152). St. Paul, MN: American Association of Cereals Chemists.
81. Wood, P. J., Weisz, J., & Blackwell, B. A. (1994a). Structural Studies of (1 $\rightarrow$ 3)(1 $\rightarrow$ 4)-D-glucans by <sup>13</sup>C-nuclear magnetic resonance spectroscopy and by rapid analysis of cellulose-like regions using high-performance anion-exchange chromatography of oligosaccharides released by lichenase, *Cereal Chemistry*, 71, 301-307
82. Wood, P.J., 2002. Relationships between solution properties of cereal  $\beta$ -glucans and physiological effects—a review. *Trends in Food Science & Technology* 13, 313-320.
83. Yokoyama W.H., Hudson C.A., Knuckles B.E., Chiu M-C.M., Sayre R.N., Tumlund J R. and Schneeman B.O. (1997). Effect of Barley  $\beta$ -Glucan in Durum Wheat Pasta on Human Glucemic Response. *Cereal Chemistry*, 74 (3), 293-296.
84. Xing Y. M. & White P. J. 1997. Identification and function of antioxidants from oat groats and hulls. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 74, 303-307.

85. Γκέγκιου-Χατζούδη Κωνσταντίνα.( 2005) Άρθρο Λειτουργικά τρόφιμα, Χημικά χρονικά , τεύχος 4
86. Κυριτσάκης Α., 2007, Ελαιόλαδο – Συμβατικό και Βιολογικό, Βρώσιμη ελιά – Πάστα ελιάς, 4<sup>η</sup> έκδοση, Θεσσαλονίκη.
87. Λαζαρίδου Α., 2003, Σχέσεις δομής και ιδιοτήτων πολυσακχαριτών σε συστήματα χαμηλής και υψηλής συγκέντρωσης διαλύτη, Διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη.
88. Μπόσκου Δ, 2004. Χημεία Τροφίμων. Πέμπτη έκδοση. Θεσσαλονίκη: Γαρταγάνη.
89. Παπουτσή Ι. (2007) Αξιολόγηση των πρεβιοτικών ιδιοτήτων επιλεγμένων ολιγοσακχαριτών και διαιτητικών ινών. Πτυχιακή μελέτη, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας-Διατροφής.
90. <http://food-info.net/gr/ff/table.htm>
91. <http://www.functionalfoodnet.eu/asp/default.asp?p=6>
92. <http://www.nutrition.gr/docs/articles/05de55af9cd832eb9ef07b5cadaf772e.htm>