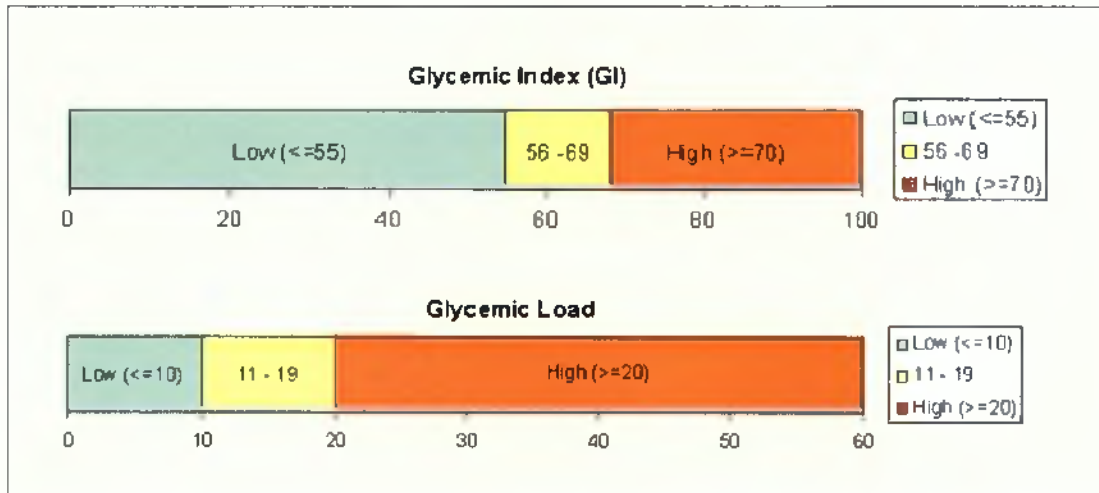


ΑΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών

ΓΛΥΚΑΙΜΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ



Πτυχιακή εργασία

ΤΟΥ

ΧΡΗΣΤΟΥ ΚΟΥΒΕΛΑ

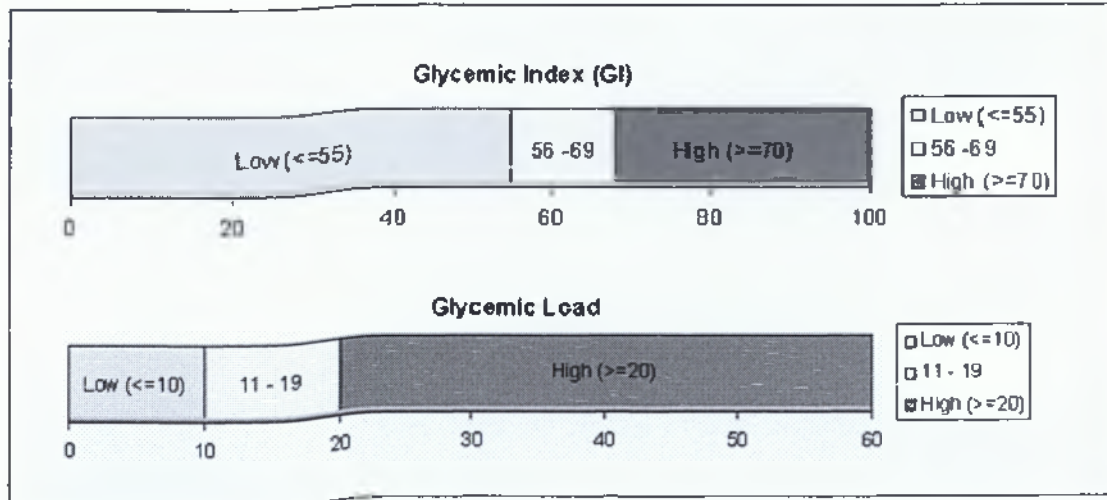
ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012

ΑΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών

ΓΛΥΚΑΙΜΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ



Πτυχιακή εργασία

ΤΟΥ

ΧΡΗΣΤΟΥ ΚΟΥΒΕΛΑ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ την κυρία Νάντια Αργύρη για τη συνεργασία και την ευκαιρία μου έδωσε να ασχοληθώ με αυτό το θέμα. Επίσης τον κυριο Στέφανο Τυροβολά, ο οποίος με βοήθησε στην διόρθωση και ολοκλήρωση της και για τη βοήθεια που μου πρόσφερε στη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Επίσης θέλω να ευχαριστήσω όλους τους φίλους μου και συμφοιτητές μου για την βοήθεια τους όλα αυτά τα χρόνια σπουδών που περάσαμε μαζί.

Τέλος ένα θερμό ευχαριστώ στην οικογένειά μου που με στηρίζει σε όλα τα χρόνια των σπουδών μου και έδειξαν αρκετή υπομονή και πίστη σε εμένα και το κουράγιο που μου δώσανε ώστε να φτάσω σε αυτό το σημείο

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	6
1.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
2.0 ΟΙ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ.....	8
2.1 Γενικά για τους υδατάνθρακες.....	8
2.2 Οι μονοσακχαρίτες	9
2.3 Οι δισακχαρίτες	20
2.4 Οι πολυσακχαρίτες	14
3.0 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΓΛΥΚΑΙΜΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ.....	26
2.1 Τι είναι ο γλυκαιμικός δείκτης.....	26
2.2 Ο γλυκαιμικός δείκτης και οι υδατάνθρακες	18
2.3 Η χρησιμότητα του γλυκαιμικού δείκτη.....	20
2.4 Το γλυκαιμικό φορτίο.....	24
4.0 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟΝ ΓΛΥΚΑΙΜΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ	26
4.1 Η ποικιλία του τροφίμου	26
4.2 Το μέγεθος της δομικής μονάδας	26
4.3 Η παρουσία λίπους και πρωτεΐνης.....	27
4.4 Η παρουσία του κυτταρικού τοιχώματος.....	27
4.5 Η παρουσία άπεπτων φυτικών ινών	27
4.6 Η πολυγευματική δράση	28
4.7 Η ωρίμανση του τροφίμου	28
4.8 Η αναλογία αμυλόζης και αμυλοπεκτίνης	29
4.9 Η μέθοδος μαγειρεύματος.....	29
5.0 ΣΚΟΠΟΣ.....	33
6.0 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	34
7.0 ΚΥΡΙΑ ΕΥΡΥΜΑΤΑ.....	35
7.0,0 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΙΘΕΝΤΑΙ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΩΣΤΕ ΝΑ ΜΕΙΩΣΟΥΝ ΤΟΝ ΓΛΥΚΑΙΜΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ.....	35
7.1 Φυσικές τροφές και διαίτολογία	35

7.2	Ισοµαλτουλόζη (παλατινόζη).....	42
7.3	Φρουκτόζη.....	46
7.4.	Κανέλα και κιτρικό οξύ	64
7.5.	Προσθήκη πρωτεϊνών.....	50
7.6.	Μίγµα παχύρευστων ινών.....	52
7.7	Κριτική σχετικά µε τον γλυκαιµικό δείκτη.....	58
8.0	ΓΛΥΚΑΙΜΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ.....	59
8.1	Σακχαρώδης διαβήτης.....	59
8.2	Ελεγχος σωματικού βάρους - παχυσαρκία	64
8.2.1	Απαγορευτικές τροφές-πολύ υψηλό GI	64
8.2.2.	Τροφές µε µεσαίο προς υψηλό γλυκαιµικό δείκτη.....	65
8.2. 3.	Τροφές µε χαμηλό προς µεσαίο γλυκαιµικό δείκτη	65
8.2. 4.	Τροφές µε πολύ χαμηλό γλυκαιµικό δείκτη.....	66
8.2.5	Τροφές µε γλυκαιµικό δείκτη µηδέν	66
8.3	Καρδιαγγειακές παθήσεις	67
9.0	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	69
10.0	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	70

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια έγινε κατανοητό ότι διαφορετικά τρόφιμα που περιέχουν ίδια ποσότητα υδατανθράκων δεν έχουν την ίδια επίδραση στα επίπεδα σακχάρου του αίματος. Ο γλυκαιμικός δείκτης είναι ένας τρόπος να καταταχθούν τα τρόφιμα που περιέχουν υδατάνθρακες σύμφωνα με τον βαθμό που αυξάνουν τα επίπεδα σακχάρου του αίματος μετά το φαγητό. Ο γλυκαιμικός δείκτης έχει περισσότερο να κάνει με την ποιότητα των υδατανθράκων, παρά με την ποσότητα, η παράμετρος που έχει να κάνει με την ποσότητα είναι το γλυκαιμικό φορτίο καθώς λαμβάνει υπόψη της την ποσότητα των υδατανθράκων που καταναλώνονται ανά μερίδα και προσδιορίζει την ολική γλυκαιμική επίδραση του τροφίμου. Υπάρχουν επίσης παράγοντες που επηρεάζουν τον γλυκαιμικό δείκτη όπως η ποικιλία του τροφίμου, το μέγεθος της δομικής μονάδας, η παρουσία των άπεπτων φυτικών ινών, η πολυγευματική δράση, η ωρίμανση του τροφίμου, η αναλογία αμυλόζης και αμυλοπεκτίνης ακόμα και η μέθοδος μαγειρέματος. Για να μειωθεί ο γλυκαιμικός δείκτης στα τρόφιμα προστίθενται διάφορα συστατικά όπως το PolyGlycopleX (PGX®), ισουμαλτόζη, φρουκτόζη, κανέλα και κιτρικό οξύ, προθήκη πρωτεϊνών και μιγμάτων παχύρευστων ινών. Οι υδατάνθρακες έχουν ξεχωριστή σημασία, τόσο σε μια διατροφή που στοχεύει στην πρόληψη της εμφάνισης του σακχαρώδη διαβήτη, όσο και για τη δίαιτα που θέλει να ρυθμίσει τα επίπεδα του σακχάρου ενός διαβητικού ατόμου. Η μέτρηση των υδατανθράκων από τις τροφές που καταναλώνονται συμβάλλει στον καλύτερο έλεγχο του ζαχάρου του αίματος και στην αποφυγή ή στην καθυστέρηση των επιπλοκών που σχετίζονται με τον σακχαρώδη διαβήτη. Αυτό συμβαίνει γιατί οι υδατάνθρακες επηρεάζουν, περισσότερο από άλλα θρεπτικά συστατικά, το ζάχαρο αίματος (γλυκόζη αίματος). Η κατανάλωση τροφών με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη και άρα απότομη αύξηση του σακχάρου στο αίμα συνδέεται με την αύξηση της παχυσαρκίας, του ενδοκοιλιακού λίπους και των καρδιαγγειακών νοσημάτων. Αντίθετα η κατανάλωση κυρίως τροφών με χαμηλό και μεσαίο γλυκαιμικό δείκτη ανεβάζει με βραδύτερο ρυθμό το σάκχαρο, οι απαιτήσεις για ινσουλίνη μικραίνουν, και έτσι ο οργανισμός προστατεύεται από τις απότομες μεταπτώσεις του σακχάρου, η ενεργητικότητα διατηρείται, η πείνα ελαττώνεται και, το πιο σημαντικό μειώνεται ο ρυθμός αποθήκευσης σωματικού λίπους.

ABSTRACT

In recent years it became clear that different foods containing the same amount of carbohydrates have the same effect on blood sugar levels. The glycemic index is a way to be classified as food containing carbohydrates according to the extent that raise blood sugar levels after eating. The glycemic index has more to do with the quality of carbohydrates, rather than quantity, the parameter that has to do with the quantity is the glycemic load, which takes account of the amount of carbohydrates consumed per serving and determines the total glycemic effect of foodstuff. There are also factors that affect the glycemic index as the variety of foodstuff, the size of the structural unit, the presence of indigestible fiber, the action poligefmatiki, maturation of the food, the ratio of amylose and amylopectin even cooking method. To To reduce the glycemic index of the foods added various ingredients like PolyGlycopleX (PGX®), isoumaltozi, fructose, cinnamon and citric acid, and mixtures of proteins showcase viscous fibers. Carbohydrates have special significance, both in a diet aimed at preventing the occurrence of of diabetes and the diet that wants to regulate blood sugar levels of a diabetic person. Measurement of carbohydrates from foods consumed contributes to better control of blood sugar and prevent or delay complications associated with diabetes. This is because carbohydrates affect more than other nutrients, blood sugar (blood glucose). Eating foods with a high glycemic index and hence a sharp increase in blood sugar associated with increasing obesity, abdominal fat and cardiovascular diseases . Unlike eating mainly foods with a low glycemic index and middle raises slower sugar, insulin requirements diminish, and so the body is protected against sudden shifts of the sugar, the energy is retained, reduced hunger, and most importantly reduced the rate of body fat storage

1.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έννοια του γλυκαιμικού δείκτη (GI) αναπτύχθηκε αρχικά στη δεκαετία του '80, όταν κατέστη κατανοητό ότι διαφορετικά τρόφιμα που περιέχουν ίδια ποσότητα υδατανθράκων δεν έχουν την ίδια επίδραση στα επίπεδα σακχάρου αίματος. Για παράδειγμα, 30g υδατανθράκων ως ψωμί μπορεί να μην έχουν την ίδια επίδραση με 30g υδατανθράκων ως φρούτα ή ζυμαρικά. Ο γλυκαιμικός δείκτης είναι ουσιαστικά ένας τρόπος να καταταχθούν τα τρόφιμα που περιέχουν υδατάνθρακες, σύμφωνα με τον βαθμό στον οποίο αυξάνουν τα επίπεδα σακχάρου αίματος μετά από το φαγητό. Τα φαγητά αυτά ταξινομούνται σε μια κλίμακα από το 0 έως το 100, με το 100 να είναι η τιμή που αντιστοιχεί στα τρόφιμα αναφοράς, όπως η γλυκόζη ή το άσπρο ψωμί. Με το ίδιο επίπεδο υδατανθράκων, τα τρόφιμα με υψηλό GI οδηγούν σε χαρακτηριστικές διακυμάνσεις στα επίπεδα σακχάρου αίματος, ενώ τα τρόφιμα χαμηλού GI προκαλούν μικρότερη αύξηση στο σάκχαρο.

Η γνώση των γλυκαιμικών δεικτών των τροφίμων μπορεί να είναι χρήσιμη σε ανθρώπους με διαβήτη, οι οποίοι πρέπει να ελέγξουν τα επίπεδα σακχάρου του αίματός τους. Η ενσωμάτωση στο διαιτολόγιο τροφίμων χαμηλών GI μπορεί να τους βοηθήσει να κατανείμουν την απελευθέρωση της γλυκόζης στο αίμα πιο ομοιόμορφα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η έννοια του γλυκαιμικού δείκτη μπορεί, επίσης, να εφαρμοστεί στον αθλητικό τομέα. Τα τρόφιμα με χαμηλούς GI μπορούν να βοηθήσουν στην αύξηση της αντοχής, ενώ τα τρόφιμα και τα ποτά υψηλών GI οδηγούν σε καλύτερη επαναφόρτιση του γλυκογόνου των μυών μετά από άσκηση.⁹

Διαφαίνονται στοιχεία ότι οι δίαιτες με χαμηλότερους γενικούς γλυκαιμικούς δείκτες μπορούν να είναι ευεργετικές στην πρόληψη του ύστερου διαβήτη και της

στεφανιαίας καρδιακής νόσου, ενδεχομένως επειδή μειώνουν τις απαιτήσεις για ινσουλίνη και βελτιώνουν τα επίπεδα χοληστερόλης του αίματος. Οι έρευνες κατευθύνονται επίσης προς τη χρήση του γλυκαιμικού δείκτη σε σχέση με την παχυσαρκία· έχει προταθεί ότι οι δίαιτες χαμηλών GI μπορούν να βοηθήσουν τους ανθρώπους να χάσουν βάρος, επειδή είναι πιο χορταστικές⁹. Εντούτοις, δεν είναι σαφές εάν αυτό οφείλεται στον γλυκαιμικό δείκτη ή σε άλλα χαρακτηριστικά των τροφίμων με χαμηλούς GI. Απαιτούνται καλά σχεδιασμένες μακροχρόνιες μελέτες για να απαντήσουν στο ερώτημα αυτό.

Ο γλυκαιμικός δείκτης δεν είναι ο μοναδικός παράγοντας που καθορίζει σε ποια έκταση η κατανάλωση τροφίμων αυξάνει τα επίπεδα σακχάρου του αίματός σας. Εάν καταναλωθούν παρόμοιες ποσότητες δύο τροφίμων με ίδιους GI (π.χ. ρέβα και κρουασάν), θα υπάρχει χαμηλότερη αύξηση του σακχάρου του αίματος με το τρόφιμο που έχει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες (π.χ. ρέβα, βλέπε πίνακα). Επίσης, εάν καταναλωθούν δύο τρόφιμα παρόμοιων GI (π.χ. κρουασάν και κουσκούς), η συνηθισμένη μερίδα σας σε ένα από αυτά μπορεί να είναι μικρότερη (π.χ. στο κρουασάν, βλέπε πίνακα) και το σάκχαρο του αίματός σας θα αυξηθεί λιγότερο. Γι' αυτόν τον λόγο έχει εισαχθεί η έννοια του γλυκαιμικού φορτίου (GL)⁹.

Στηρίζεται στην έννοια του γλυκαιμικού δείκτη για να παρέχει ένα μέτρο της συνολικής γλυκαιμικής αντίδραση σε ένα τρόφιμο ή γεύμα ($GL = GI/100 \times$ γραμμάρια υδατανθράκων ανά μερίδα). Στην πράξη σημαίνει ότι μπορείτε άμεσα να συγκρίνετε τις επιπτώσεις δύο τροφίμων στο σάκχαρο του αίματος σας, αξιολογώντας το GL μιας μερίδας του ενός σε σχέση με το GL μιας μερίδας του άλλου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.0: ΟΙ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

2.1 Γενικά για τους υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες έχουν ευρεία διάδοση στη φύση, συνιστώντας τα 3/4 του βιολογικού κόσμου. Οι υδατάνθρακες σχηματίζονται στα φυτά με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Υπό τη μορφή του αμύλου οι υδατάνθρακες αποτελούν το αποταμιευτικό υλικό στα φυτά. Είναι εξαιρετικά σημαντικοί ως συστατικό των

τροφίμων, στα οποία αποτελούν πηγή ενέργειας, παράγοντα γεύσης και στοιχείο δομής. Το 80% της ενέργειας στην ανθρώπινη διαίτα προέρχεται από υδατάνθρακες.

Ο όρος «υδατάνθρακας» χρησιμοποιήθηκε αρχικά για να δείξει ότι αυτές οι ενώσεις στοιχειακά περιγράφονται από το γενικό τύπο $C_x (H_2O)_y$, πρόκειται δηλαδή για «ενυδατωμένο» άνθρακα, όπου το οξυγόνο και το υδρογόνο περιέχονται στην ίδια όπως και στο νερό αναλογία.

Υπάρχουν όμως γνωστοί υδατάνθρακες που δεν ανταποκρίνονται στον τύπο αυτό καθώς ενώσεις του τύπου $C_x (H_2O)_y$ που δεν έχουν τα χαρακτηριστικά υδατανθράκων όπως π.χ. το οξικό οξύ ($C_2H_4O_2$) και το γαλακτικό οξύ ($C_3H_6O_3$).

2.2 Μονοσακχαρίτες

Οι μονοσακχαρίτες, οι απλούστεροι υδατάνθρακες, που αποτελούν και τη δομική μονάδα όλων των υπόλοιπων είναι αλειφατικές πολυυδροξυαλδεύδες (αλδόζες) ή αλειφατικές πολυυδροξυκετόνες (κετόζες):

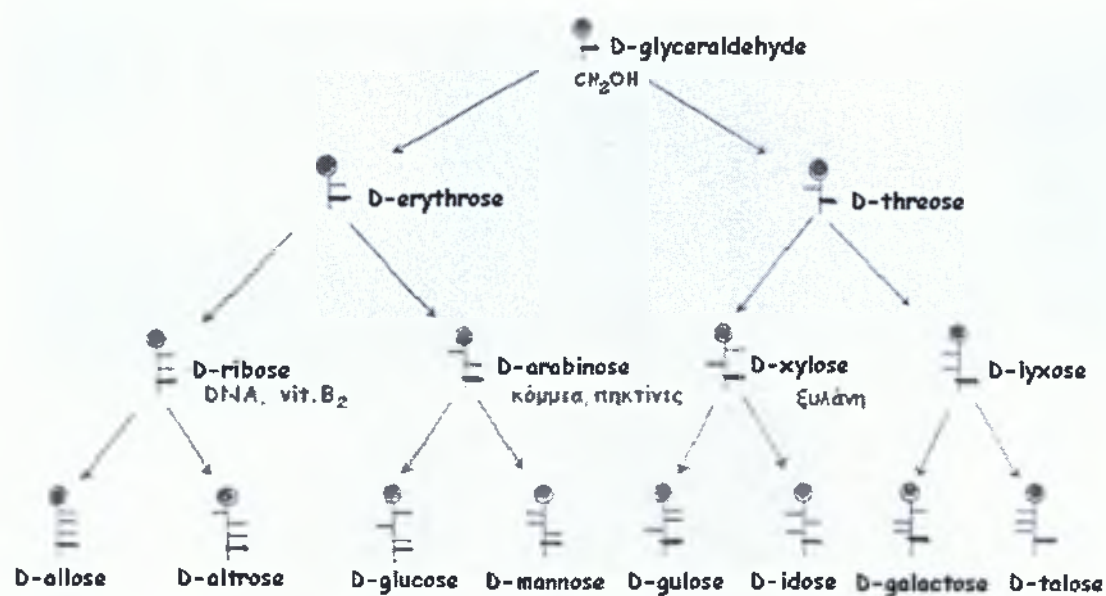
$HO-(CHOH)_n-CHO$ ή $OH-(CHOH)_n-1-CO-CH_2OH$

Οι μονοσακχαρίτες ταξινομούνται σύμφωνα με τον αριθμό των ατόμων του άνθρακα στο μόριό τους. Έτσι έχουμε τριόζες, τετρόζες, πεντόζες, εξόζες, από τις οποίες οι περισσότερες ενδιαφέρουσες τη χημεία των τροφίμων είναι ορισμένες εξόζες (γλυκόζη, φρουκτόζη, γαλακτόζη, μανόζη) και πεντόζες (αραβινόζη, ξυλόζη). Η αρίθμηση των ατόμων του άνθρακα στο μόριό τους αρχίζει από το πλησιέστερο προς την ανάγουσα ομάδα ακραίο άτομο άνθρακα.

Τα απλούστερα σάκχαρα είναι οι τριόζες, και είναι η γλυκεριναλδεύδη από τις αλδόζες και η διυδροξυακετόνη από τις κετόζες.

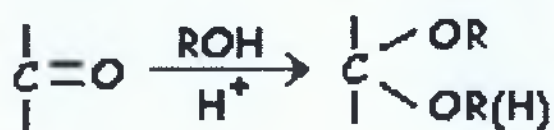
Η ύπαρξη στα μόρια των σακχάρων ασύμμετρων ατόμων άνθρακα έχει ως συνέπεια την εμφάνιση στερεοϊσομερών μορφών και στροφική ικανότητα του επιπέδου του πολωμένου φωτός. Μία ένωση που είναι δεξιόστροφη αναφέρεται με το σύμβολο (+) ή (d) ενώ μία ένωση που είναι αριστερόστροφη αναφέρεται με το σύμβολο (-) ή (l). Τα κεφαλαία γράμματα **D** και **L** αποτελούν ένδειξη εναντιομέρειας που

χρησιμοποιείται στα σάκχαρα και άλλα οργανικά μόρια με βιολογική σημασία όπως τα αμινοξέα και δεν χαρακτηρίζουν στροφική ικανότητα. Η γλυκεριναλδεύδη που λαμβάνεται ως ουσία αναφοράς έχει ένα ασύμμετρο άτομο άνθρακα (το C2) και κατά συνέπεια έχει δύο ισομερή που αναγράφονται με τα σύμβολα D και L. Με βάση τη γλυκεριναλδεύδη τα φυσικά σάκχαρα έχουν διαμόρφωση D (βλ. Πίνακα 2.1). Η διεύθυνση στροφής του επιπέδου του πολωμένου φωτός είναι ανεξάρτητη από το αν το σάκχαρο ανήκει στην D ή στην L σειρά. Για παράδειγμα αναφέρεται η D-φρουκτόζη που είναι αριστερόστροφη (D (-) φρουκτόζη). Η διεύθυνση και το μέγεθος της στροφής έχουν σημαντική σημασία, τόσο για την αναγνώριση, όσο και για τον ποσοτικό προσδιορισμό των σακχάρων. Μετράται η ειδική στροφική ικανότητα $[\alpha]_D^{20}$ σε θερμοκρασία 20°C και μονοχρωματικό φως της γραμμής D του νατρίου δηλ. η γωνία στροφής που προκαλείται μετά από διαδρομή της φωτεινής δέσμης 10cm μέσα από σακχαροδιάλυμα περιεκτικότητας 1g/ml.



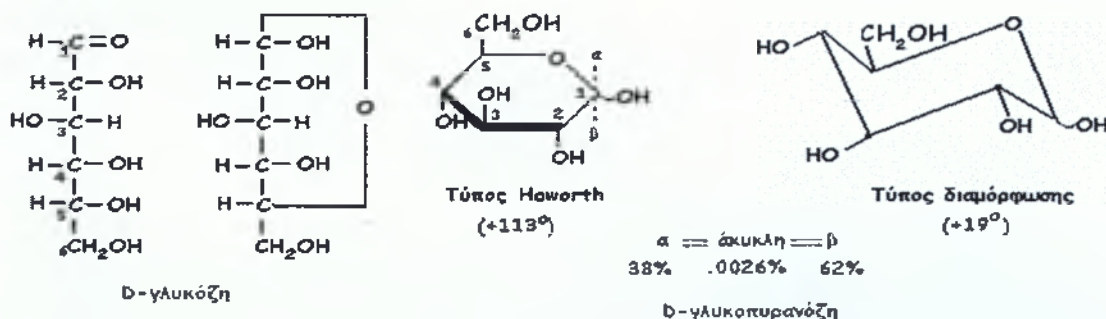
Σχήμα 2.1 Σειρά των D- αλδοζών

Είναι γνωστό ότι το καρβονύλιο των αλδευδών και των κετονών αντιδρά με ένα ή δύο μόρια με υδροξύλια για την παραγωγή ημιακετάλης ή κετάλης αντίστοιχα.



Τέτοιος ημιακεταλικός δεσμός δημιουργείται ενδομοριακά μεταξύ του καρβονυλίου (στη θέση 1 στις αλδόζες, στη θέση 2 στις κετόζες) και του υδροξυλίου στη θέση ν-1 (π.χ. θέση 5 στις εξόζες) των μονοσακχαριτών. Έτσι ο πραγματικός συντακτικός τύπος είναι κυκλοημιακεταλικής μορφής και όχι η ανοικτή αλυσίδα.

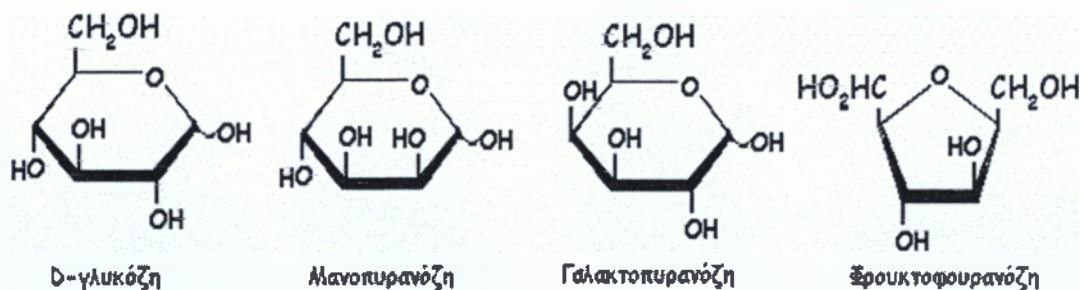
Με την παραδοχή της ημιακεταλικής μορφής το άτομο του άνθρακα C1, προκειμένου για τις αλδόζες, και το C2, προκειμένου για τις κετόζες, γίνεται ασύμμετρο και έτσι παρουσιάζονται δυο ισομερείς μορφές. Στην περίπτωση της γλυκόζης σχηματίζονται η α-γλυκόζη και η β-γλυκόζη, οι οποίες είναι κατοπτρικά ισομερή ως προς το άτομο C1 ενώ κατά το υπόλοιπο μόριο είναι επιθέσιμες. Οι μορφές αυτές της D-γλυκόζης μπορούν να απομονωθούν: η μεν α-D- γλυκόζη κρυσταλλώνεται από υδατικό της διάλυμα και σε πρόσφατο υδατικό της διάλυμα έχει ειδική στροφή $[\alpha]$: + 112,2° που τείνει βαθμιαία να πάρει την τιμή +52,5° η δε β-D-γλυκόζη κρυσταλλώνεται από διάλυμά της σε πυριδίνη και σε πρόσφατο υδατικό της διάλυμα έχει ειδική στροφή $[\alpha]$: + 18,7° που και αυτή τείνει σταδιακά να πάρει την τιμή + 52,5°. Η παρουσία των δύο αυτών μορφών της γλυκόζης εξηγεί τον πολυστροφισμό των υδατικών της διαλυμάτων, γιατί κατά την παραμονή του σακχαρούχου διαλύματος η μία μορφή μεταπίπτει στην άλλη και τελικά αποκαθίσταται ισορροπία, οπότε η στροφή του πολωμένου φωτός παίρνει τη σταθερή τελική της τιμή. Στη γλυκόζη η ισορροπία είναι σε αναλογία περίπου 38% α- και 62% β- ενώ υπάρχει και ένα ελάχιστο ποσοστό 0,0026% σε άκυκλη μορφή που εξηγεί την δυνατότητα των σακχάρων να αντιδρούν ως άκυκλες αλδεύδες ή κετόνες.



Πηγή: Brand Miller, Janette et al. "The GI of foods containing sugars: comparison of foods with naturally occurring versus added sugars" Br J Nutr, vol 73, 1995, pp 613-623

Γενικά οι κυκλικές ημιακετάλες των σακχάρων έχουν δακτυλίους με 5 ή 6 άτομα, και τα σάκχαρα με αυτές τις δομές είναι γνωστά με τα ονόματα φουρανόζες και πυρανόζες αντίστοιχα.

Από τις δομές αυτές η μορφή της πυρανόζης με εξαμελή δακτύλιο είναι η συνήθως απαντώμενη στη φύση λόγω της σταθερότητάς της. Απεικονίζεται συνήθως με τον τύπο Haworth, αν και στο χώρο ο τύπος διαμόρφωσης ανακλίντρου είναι ο ορθότερος. Οι πενταμελούς δακτυλίου φουρανόζες απαντώνται συχνά σε κετόζες ενωμένες με άλλα μόρια σακχάρων όπως π.χ. στην περίπτωση της φρουκτόζης στο μόριο της σακχαρόζης.



Πηγή: Brand Miller, Janette et al. "The GI of foods containing sugars: comparison of foods with naturally occurring versus added sugars" Br J Nutr, vol 73, 1995, pp 613-623

2.3 Δισακχαρίτες

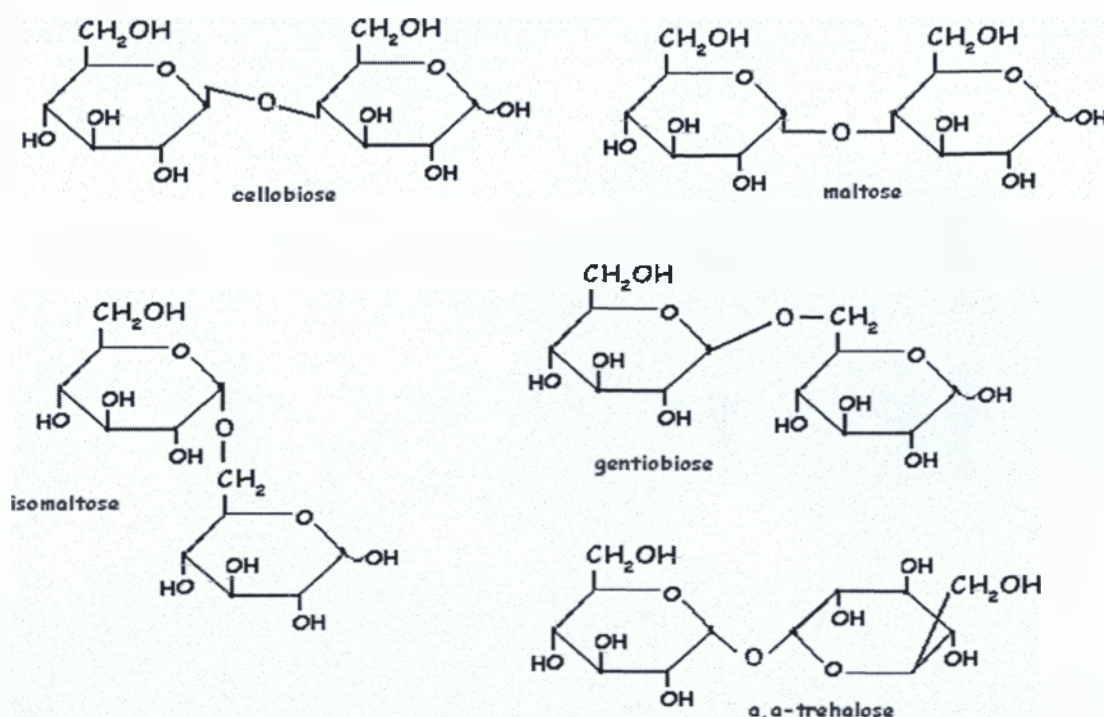
Η ένωση μεταξύ δύο μονοσακχαριτών μπορεί να προκύψει κατά δύο τρόπους και έτσι διακρίνουμε δύο διαφορετικούς τύπους δισακχαριτών

1. Δισακχαρίτες του τύπου της τρεχαλόζης ή και σακχαρόζης, όπου οι δύο μονοσακχαρίτες είναι ενωμένοι με αιθερικό δεσμό των υδροξυλίων της αναγωγικής τους ομάδας. Οι δισακχαρίτες αυτοί δεν είναι ανάγοντες και δεν παρουσιάζουν πολυστροφισμό.
2. Δισακχαρίτες του τύπου της μαλτόζης, στους οποίους το ημιακεταλικό υδροξύλιο του ενός μορίου είναι ενωμένο με αιθερικό δεσμό με ένα από τα υπόλοιπα μη ακεταλικά υδροξύλια του άλλου μορίου μονοσακχαρίτη. Στην περίπτωση αυτή η αναγωγική ομάδα του ενός μορίου παραμένει ελεύθερη και ο σχηματιζόμενος

δισακχαρίτης είναι ανάγον σάκχαρο και παρουσιάζει πολυστροφισμό. Στην ομάδα αυτή ανήκουν οι περισσότεροι δισακχαρίτες όπως η μαλτόζη, η κελλοβιόζη και η λακτόζη.

ΔΙΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ ΓΛΥΚΟΖΗΣ

- Μαλτόζη: α (1 $\rightarrow$ 4) γλυκοζιτικός δεσμός
- Ισομαλτόζη: α (1 $\rightarrow$ 6) γλυκοζιτικός δεσμός
- Κελλοβιόζη: β (1 $\rightarrow$ 4) γλυκοζιτικός δεσμός
- Γεντοβιόζη: β (1 $\rightarrow$ 6) γλυκοζιτικός δεσμός
- Τρεχαλόζη: α, α (1 $\rightarrow$ 1) γλυκοζιτικός δεσμός



Πηγή: Buyken Anette E. et al. "Glycaemic index in the diet of European outpatients with type 1 diabetes: relations to glycated hemoglobin and serum lipids". Am J Clin Nutrition, vol 73, 2001, pp 574-581

ΑΛΛΟΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΔΙΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ

- **Σακχαρόζη = Γλυκόζη + Φρουκτόζη** : α (1 $\rightarrow$ 2) γλυκοζιτικός δεσμός ή β (2 $\rightarrow$ 1) φρουκτοζιτικός δεσμός.

Είναι ευρύτατα διαδεδομένη στη φύση ιδιαίτερα στο σακχαροκάλαμο και τα σακχαρότευτλα.

Τα καλλιεργούμενα σακχαρότευτλα περιέχουν 16- 20% σακχαρόζη. Υδρολυόμενη με οξύ δίνει μίγμα γλυκόζης και φρουκτόζης, το οποίο λόγω της επικρατήσεως της αριστερής στροφικής ικανότητας της φρουκτόζης είναι αριστερόστροφο, δηλαδή έχει αντίθετη στροφή από τη σακχαρόζη. Η μεταβολή αυτή ονομάζεται αναστροφή (inversion) και το ισομοριακό μίγμα των δύο σακχάρων (γλυκόζη και φρουκτόζη) ονομάζεται ιμβερτοσάκχαρο. Η υδρόλυση της σακχαρόζης γίνεται και με το ένζυμο ιμβερτάση.

• **Λακτόζη = Γαλακτόζη + Γλυκόζη:** β (1 $\rightarrow$ 4) γαλακτοζιπικός δεσμός

Είναι το μοναδικό σάκχαρο του γάλακτος των θηλαστικών. Βιομηχανικά παρασκευάζεται από τον ορό της τυροκομίας δηλ. το τυρογάλα, που παραμένει μετά την πήξη του γάλακτος. Η λακτόζη δεν ζυμώνεται από όλα τα είδη ζυμομυκήτων, αλλά μόνο από ορισμένους με σχηματισμό οينوπνεύματος. Τα γαλακτικά βακτήρια ζυμώνουν τη λακτόζη προς γαλακτικό οξύ.

2.4 Πολυσακχαρίτες

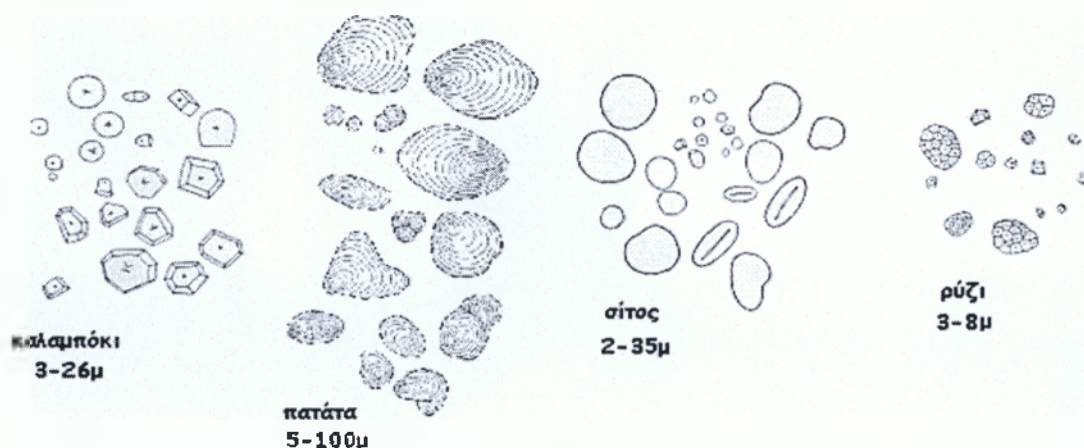
Ανάλογα με τη χημική τους σύσταση οι πολυσακχαρίτες διακρίνονται σε *ομοπολυσακχαρίτες* (άμυλο, κυτταρίνη, γλυκογόνο) όταν το μόριό τους αποτελείται από ένα είδος απλού σακχάρου, και σε *ετεροπολυσακχαρίτες* (ημικυτταρίνες, πηκτινικές ύλες, κόμμεα) όταν το μόριό τους αποτελείται από δύο ή περισσότερα συστατικά. Το συστηματικό τους όνομα προκύπτει από το όνομα του μονοσακχαρίτη από τον οποίο προέρχονται με αντικατάσταση της κατάληξης -όζη από την κατάληξη -ανη. Π.χ. πεντόζη-πεντοζάνη, μαννόζη-μαννάνη, γλυκόζη-γλυκάνη. Οι πολυσακχαρίτες είναι πολύ διαφορετικοί από τις βασικές δομικές μονάδες, που τους αποτελούν.

Μακροσκοπικά και μικροσκοπικά εμφανίζονται άμορφοι, αλλά εξεταζόμενοι με ακτίνες Χ αποκαλύπτουν μικροκρυσταλλική δομή. Δεν έχουν γλυκειά γεύση και δεν ανάγουν το φελίγγειο υγρό. Με όξινη ή ενζυμική υδρόλυση οι πολυσακχαρίτες διασπώνται στα βασικά δομικά τους συστατικά.

ΑΜΥΛΟ (Starch)

Το άμυλο είναι γλυκάνη, και αποτελεί το σημαντικότερο τελικό προϊόν της φωτοσύνθεσης και σε αντίθεση με την κυτταρίνη, η γλυκόζη που το αποτελεί, μπορεί με τη βοήθεια των αμυλασών να επανέλθει στο μεταβολισμό του ανθρώπου για κάλυψη ενεργειακών αναγκών ή για σύνθεση άλλων υλικών.

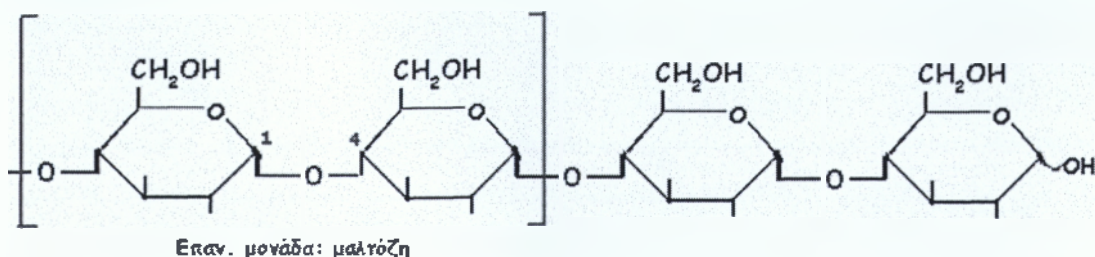
Το άμυλο ευρίσκεται υπό μορφή κόκκων (granules) δηλ. «πακέτα» χαρακτηριστικού μεγέθους και σχήματος. Οι κόκκοι του αμύλου ανάλογα με την προέλευσή τους διαφέρουν ως προς το μέγεθος και τη μορφή, πράγμα που επιτρέπει τη μικροσκοπική αναγνώριση του αμύλου διαφόρων προελεύσεων. Η δομή του κόκκου είναι ψευδοκρυσταλλική, δεν υπάρχει δηλαδή μια σαφής επαναλαμβανόμενη συμμετρία αλλά εμφανίζει περισσότερο τη μορφή ενός θυσάνου από στενά «πλεγμένους» έλικες αμυλόζης και μόρια αμυλοπηκτίνης με ένα κεντρικό σημείο έναρξης.



Σχήμα 2.1. Κόκκοι αμύλου από διάφορες πηγές.

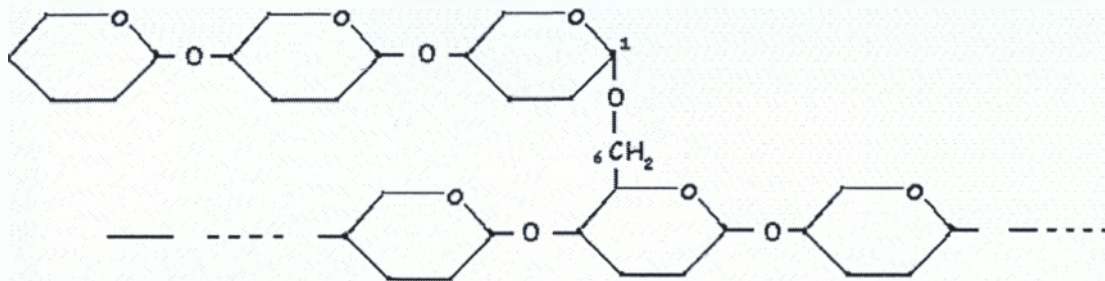
Η Αμυλόζη αποτελεί περίπου το 25% του αμύλου. Είναι άλυσος 350-1000 μορίων γλυκόζης ($MW=50,000-200,000$) διαλυτή στο νερό χωρίς διόγκωση.

Τα μόρια γλυκόζης είναι ενωμένα με α(1-4) δεσμούς, σε ευθεία δομή (διαμόρφωση α έλικα σε διάλυμα). Έχει την ικανότητα φυσικού εγκλεισμού άλλων μορίων π.χ. λιπαρά, ιώδιο (δείκτης αμύλου).



Σχήμα 2.2. Μόριο αμυλόζης.

Η αμυλοπηκτίνη είναι διακλαδωμένη άλυσος, με πλευρικές αλυσίδες 20-30 γλυκοζών και βαθμό πολυμερισμού (DP) = χιλιάδες γλυκόζες (MW = 1-10 εκατομύρια). Έχει α(1-4) δεσμούς και α(1-6) δεσμούς (διακλαδώσεις). Βρίσκεται κυρίως στο εξωτερικό του κόκκου του αμύλου. Δε διαλύεται στο νερό αλλά διογκώνεται και με θέρμανση δίνει αμυλόκολλα.



Σχήμα 2.3. Μόριο αμυλοπηκτίνης.

Το άμυλο (αμυλόζη και αμυλοπηκτίνη μαζί) είναι σώμα λευκό, αδιάλυτο στο ψυχρό νερό και στο οινόπνευμα. Στο ζεστό νερό εξ αιτίας της περιεχόμενης αμυλοπηκτίνης το άμυλο διογκώνεται, οι κόκκοι του διαρρηγνύονται και λαμβάνεται ιξώδες υγρό, που κατά την ψύξη γίνεται ζελατινώδες και αποτελεί την κοινή αμυλόκολλα.

Η υδρόλυση του αμύλου μπορεί να γίνει με οξέα ή ενζυμικά. Κατά την ενζυμική υδρόλυση του αμύλου με διάφορες αμυλάσες (α-αμυλάση, β-αμυλάση, γλυκοαμυλάση) σχηματίζονται ανάλογα με την περίπτωση; μαλτόζη, γλυκόζη και οριοδεξτρίνες, που ονομάζονται έτσι γιατί βρίσκονται στο όριο της υδρολυτικής ικανότητας του χρησιμοποιούμενου ενζύμου. Κατά την υδρόλυση του αμύλου με οξέα λαμβάνεται, ως τελικό προϊόν σχεδόν ποσοτικά η γλυκόζη, που αποτελεί το απλούστερο δομικό τμήμα του μορίου του αμύλου. Κατά την όξινη υδρόλυση του αμύλου σχηματίζονται μερικά ενδιάμεσα προϊόντα με κομμωδή σύσταση και χωρίς καθορισμένη σύνθεση, που ονομάζονται δεξτρίνες. Οι δεξτρίνες είναι ένας γενικός όρος για προϊόντα αποικοδομήσεως του αμύλου, που αποτελούν ενδιάμεση βαθμίδα, με ελ,α:ττούμενο μοριακό μέγεθος, ανάμεσα στο άμυλο και τους ολιγοσακχαρίτες. Οι δεξτρίνες είναι διαλυτές στο νερό και αδιάλυτες στο οινόπνευμα. Οι δεξτρίνες δεν έχουν γλυκεϊά γεύση ούτε ζυμώνονται κατ' ευθείαν από τους ζυμομύκητες. Με πλήρη υδρόλυση μετατρέπονται τελικά σε γλυκόζη.

Κατά την όξινη υδρόλυση του αμύλου λαμβάνεται πρώτα το *διαλυτό άμυλο* ή *αμυλοδεξτρίνη*, που σχηματίζει ακόμα μπλέ χρώμα με ιώδιο. Καθώς προχωρεί η υδρόλυση σχηματίζονται οι *ερυθροδεξτρίνες*, που με ιώδιο δίνουν κόκκινο χρώμα. Στη συνέχεια της υδρόλυσης σχηματίζονται οι *μαλτοδεξτρίνες* που δεν δίνουν κανένα χρώμα με το ιώδιο, κατόπιν σχηματίζεται μαλτόζη και τελικά γλυκόζη.

Στηρίζεται στην έννοια του γλυκαιμικού δείκτη για να παρέχει ένα μέτρο της συνολικής γλυκαιμικής αντίδραση σε ένα τρόφιμο ή γεύμα ($GL = GI/100 \times$ γραμμάρια υδατανθράκων ανά μερίδα). Στην πράξη σημαίνει ότι μπορείτε άμεσα να συγκρίνετε τις επιπτώσεις δύο τροφίμων στο σάκχαρο του αίματος σας, αξιολογώντας το GL μιας μερίδας του ενός σε σχέση με το GL μιας μερίδας του άλλου

3.0 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΓΛΥΚΑΙΜΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

3.1 Τι είναι ο γλυκαιμικός δείκτης

Η μεταγευματική υπεργλυκαιμία¹⁵ που παρατηρείται σε μη διαβητικά, αλλά και διαβητικά άτομα, μετά από τη λήψη διαφόρων τροφίμων που περιέχουν υδατάνθρακες δεν είναι ίδια, ακόμα και όταν λαμβάνονται ακριβώς οι ίδιες ποσότητες υδατανθράκων. Υπάρχουν τρόφιμα όπως θα φανεί παρακάτω που δίνουν πολύ υψηλές μεταγευματικές τιμές γλυκόζης, και οι οποίες είναι σημαντικό να καταναλώνονται με προσοχή, και άλλες που δίνουν χαμηλές τιμές και οι οποίες πρέπει να κυριαρχούν στο διαιτολόγιο, προκειμένου να επιτευχθεί ρύθμιση του σωματικού βάρους αλλά και καλύτερη ρύθμιση των τιμών γλυκόζης στο αίμα¹⁶.

Προκειμένου να καταταχθούν τα φαγητά ανάλογα με την επίδραση που έχουν στη γλυκόζη του αίματος μετά την κατανάλωση τους χρησιμοποιείται ο γλυκαιμικός δείκτης.

Ο γλυκαιμικός δείκτης αναπτύχθηκε για να βοηθήσει μέσα από τη διαιτητική θεραπεία στην βελτίωση του γλυκαιμικού ελέγχου τους διαβητικούς, αλλά ασφαλώς είναι ένα χρήσιμο εργαλείο και για τα μη διαβητικά άτομα. Δείχνει πόσο ανεβαίνουν τα επίπεδα ζαχάρου στο αίμα 2-3 ώρες μετά την κατανάλωση της τροφής και αφορά τροφές υψηλές σε περιεκτικότητα υδατανθράκων, όχι όμως και τρόφιμα υψηλά σε

λίπος ή πρωτεΐνη αφού αυτά δεν επηρεάζουν τόσο πολύ την άνοδο των επιπέδων γλυκόζης.

Ο γλυκαιμικός δείκτης έχει περισσότερο να κάνει με την ποιότητα των υδατανθράκων, παρά με την ποσότητα. Σαφώς η ποσότητα του φαγητού παίζει σημαντικό ρόλο, αλλά η μέτρηση του γλυκαιμικού δείκτη ενός φαγητού δεν είναι συσχετισμένη με το μέγεθος της μερίδας. Παραμένει ίδιος είτε μιλάμε για 10 γραμμάρια είτε για 1000 γραμμάρια, και αυτό γιατί για να κάνουμε ορθότερη σύγκριση μεταξύ των τροφίμων σχετικά με τους γλυκαιμικούς τους δείκτες χρησιμοποιούμε τα 50 γραμμάρια διαθέσιμων υδατανθράκων σε κάθε τρόφιμο.

Στη βιβλιογραφία ως γλυκαιμικός δείκτης δίνεται η μαθηματική έκφραση της υπεργλυκαιμίας που προκύπτει όταν τα υπό εξέταση τρόφιμα συγκριθούν με την υπεργλυκαιμία που προκαλεί η λήψη ψωμιού, που περιέχει την ίδια ποσότητα υδατανθράκων ή ποσότητα γλυκόζης, και ο προσδιορισμός του γίνεται με βάση τον παρακάτω τύπο¹²:

Γλυκαιμικός Δείκτης

$$= \frac{\text{Επιφάνεια καμπύλης σακχάρου αίματος της υπό εξέταση τροφής}}{\text{Επιφάνεια καμπύλη σακχάρου αίματος της τροφής αναφοράς}}$$

Ο Jenkins¹³ και οι συνεργάτες του ήταν από τους πρώτους που ασχολήθηκαν με το θέμα αυτό στις αρχές της δεκαετίας του 80.

3.2 Ο γλυκαιμικός δείκτης και οι υδατάνθρακες

Σήμερα όλοι οι επιστήμονες συμφωνούν ότι αυτό που χρειάζεται ένα διαβητικό άτομο είναι σωστή διαίτα (αποφυγή κορεσμένων και τρανς λιπαρών οξέων, συνετή κατανάλωση μονοακόρεστων και ω-3 λιπαρών οξέων, ικανοποιητική πρόληψη φυτικών ινών, υδατανθράκων και αλατιού) σε συνδυασμό με συχνή φυσική δραστηριότητα και σωστό σωματικό βάρος.

Όμως, το μεγάλο ίσως πρόβλημα για ένα διαβητικό άτομο, ακόμα και αν εφαρμόζει τα παραπάνω είναι οι υδατάνθρακες. Και ο γλυκαιμικός δείκτης είναι χρήσιμος σε αυτό, αφού μας βοηθάει να επιλέξουμε τι είδους τροφές υψηλές σε υδατάνθρακες θα καταναλώσουμε. Οι πιο πρόσφατες συστάσεις του FAO/WHO των Ενωμένων Εθνών για την κατανάλωση Υδατανθράκων επισημαίνουν ότι:

«ο γλυκαιμικός δείκτης των τροφίμων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τη διατροφική σύσταση τους, έτσι ώστε να κατευθύνει και να καθορίσει τις διατροφικές επιλογές»².

Πολλοί είναι αυτοί που πιστεύουν πως οι διαβητικοί πρέπει να προσέχουν και να αποφεύγουν την κατανάλωση μόνο της άσπρης ζάχαρης. Κάτι τέτοιο δεν είναι απόλυτα σωστό, αφού η ζάχαρη δεν αποτελεί τη μοναδική μορφή υδατάνθρακα. Πέρα από τη σακχαρόζη, όπως είναι το επιστημονικό όνομα της ζάχαρης, υπάρχουν και άλλες μορφές υδατανθράκων, πιο απλοί και πιο σύνθετοι, που βρίσκονται σε τροφές όπως η πατάτα, λαχανικά, φρούτα, δημητριακοί καρποί, γαλακτοκομικά προϊόντα, όσπρια και αμυλώδη προϊόντα.

Οι υδατάνθρακες είναι το πιο δύσκολο αλλά και πιο σημαντικό κεφάλαιο στη διαβητική δίαιτα. Αρχικά γιατί πρέπει να δίνουν το 50-55% της ημερήσιας θερμιδικής πρόσληψης και να αποτελούν τη βάση της διατροφικής τους Πυραμίδας, με όλες τους τις μορφές – μονοσακχαρίτες, δισακχαρίτες και πολυσακχαρίτες. Ταυτόχρονα όμως είναι εκείνο το διατροφικό στοιχείο που επηρεάζει άμεσα τα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα, αλλά και εκείνο που «φοβούνται» και συχνά αποφεύγουν ή προσπαθούν να αποφύγουν οι διαβητικοί γιατί αυτό που ξέρουν και τους έχουν πει είναι πως ανεβάζει το «ζάχαρο».

Ο ανθρώπινος οργανισμός έχει άμεση ανάγκη τους υδατάνθρακες, τόσο για να αντεπεξέλθει στις σωματικές και τις πνευματικές του δραστηριότητες (μην ξεχνάμε ότι ο εγκέφαλος λειτουργεί αποκλειστικά με γλυκόζη), αλλά και επειδή είναι τροφές πολύτιμες για την υγεία μας αφού αποτελούν πηγή πολλών βιταμινών, ιχνοστοιχείων. Είναι λοιπόν φυσικό, όταν ένα γεύμα ή τρόφιμο περιέχει υδατάνθρακες να παρατηρείται μία χαρακτηριστική αύξηση και μετέπειτα πτώση στα επίπεδα της γλυκόζης του αίματος μετά από περίπου 3 ώρες². Το πόσο σύνθετος είναι ο υδατάνθρακας, η μορφή με την οποία βρίσκεται μέσα στο γεύμα, ο τρόπος με τον οποίο έχει παρασκευαστεί παίζουν ρόλο στο ρυθμό και την ταχύτητα με την οποία θα απορροφηθεί και στο κατά πόσο θα επηρεάσει τις τιμές ζαχάρου του ασθενούς.

Στο παράρτημα της εργασίας (πίνακας 1) δίνονται δύο λίστες με τιμές γλυκαιμικού δείκτη για μια σειρά από κοινά τρόφιμα, η μία με τρόφιμο αναφοράς το ψωμί και η άλλη τη γλυκό

3.3 Η χρησιμότητα του γλυκαιμικού δείκτη

Όπως ήδη έχει αναφερθεί ο γλυκαιμικός δείκτης (GI) είναι ένα «εργαλείο»¹⁴ που δείχνει πόσο γρήγορα ένα τρόφιμο αυξάνει το σάκχαρο του αίματος. Γενικά, τα επεξεργασμένα προϊόντα σίτου και οι πατάτες έχουν υψηλό γλυκαιμικό δείκτη, τα όσπρια και τα ακατέργαστα προϊόντα σίτου μέτριο ΓΔ και τα μη αμυλούχα λαχανικά (μπρόκολο, χόρτα) χαμηλό ΓΔ. Ο ΓΔ είναι ένας πολύ χρήσιμος δείκτης μέτρησης. Πρόσφατα στοιχεία έδειξαν ότι όσοι κατανάλωναν τρόφιμα χαμηλού ΓΔ έχασαν περισσότερο βάρος συγκριτικά με όσους κατανάλωναν τρόφιμα υψηλού γλυκαιμικού δείκτη. Μάλιστα, τα τρόφιμα χαμηλού ΓΔ είναι συνήθως πλούσια σε φυτικές ίνες, οι οποίες βοηθούν στον κορεσμό, στην καλή υγεία του γαστρεντερικού συστήματος και στην καλύτερη ρύθμιση των επιπέδων σακχάρου και λιπιδίων στο αίμα. Επομένως, η κατανάλωση τροφίμων χαμηλού και μέτριου ΓΔ είναι σημαντική για όλους μας, και όχι μόνο για τους διαβητικούς και για όσους θέλουν να αδυνατίσουν. Δυστυχώς όμως ακόμη και σήμερα, ο ΓΔ είναι ένα δύσχρηστο εργαλείο για τους καταναλωτές. Όμως, χάρη σε αυτόν οι ειδικοί γνωρίζουν, για παράδειγμα, ότι το άγριο ρύζι είναι καλύτερο από το μπασμάτι¹², και αυτό από το λευκό, ότι τα ολόκληρα, λιγότερο γνωστά φρούτα είναι καλύτερη επιλογή από τους χυμούς τους, όπως και το πολύσπορο ψωμί από το ψωμί ολικής άλεσης, και αυτό από το λευκό. Ακόμα, βασισμένοι στο δείκτη αυτό συστήνουν τα γεύματα να συνοδεύονται με λαχανικά και να καταναλώνουμε δημητριακά ολικής άλεσης και όσπρια αντί για ρύζι ή πατάτες.

Πίνακας 2: Γλυκαιρικοί δείκτες και γλυκαιμικά φορτία
 διάφορων τροφίμων

	ΤΡΟΦΙΜΑ	ΓΔ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (γρ.)	ΓΦ	ΘΕΡΜΙΔΕΣ (kcal)
ΦΡΟΥΤΑ	Φράουλας	40	120	1	32
	Δαμάσκηνα	24	120	1,9	43
	Ροδάκινα	29	120	2,1	40
	Κεράσια	22	120	2,7	59
	Γκρέιπφρουτ	25	120	3	36
	Αχλάδια	34	120	3,8	49
	Καρπούζι	72	120	4	37
	Παποκάλη	42	120	5	44
	Πορτοκάλι χυμός	50	200	13	43
	Μήλα	38	120	6	56
	Μπανάνα άγουρη	30	120	6	114
	Μπανάνα ώριμη	51	120	13	114
	Σταφύλια	46	120	8	72
ΟΣΠΡΙΑ	Φασόλες βρασμένες	30	150	5	158
	Φασόλια ξηρά βρασμένα	29	150	7	155
	Γαβίδια βρασμένα	29	150	8	182
	Φασόλια μαυρομάτικα βρασμένα	42	150	13	174

ΛΑΧΑΝΙΚΑ	Μπιζέλια	48	80	3	134
	Καρότα	47	80	3	28
	Πράσινα φασόλια	79	80	9	25
	Καλαμπόκι	54	80	9	72
	Πατάτα βραστή	101	150	17	108
	Γλυκοπατάτα	61	150	17	126
	Πατάτα τηγανητή	75	150	22	420
	Πατάτα ψητή	85	150	26	215
ΑΜΥΛΟΥΧΑ ΤΡΟΦΙΜΑ	Ψωμί παλυσταρο	43	30	6	80
	Δημητριακά ολικής άλεσης	38	30	9	78
	Ψωμί όσπριο	70	30	10	80
	Ψωμί σίκαλης	58	30	12	67
	Σπαγγέτι βρασμένα 5'	38	180	18	284
	Σπαγγέτι βρασμένα 10'	44	180	21	284
	Δημητριακά	81	30	21	108
	Ρύζι λευκό βρασμένο	64	150	23	207
	Ρύζι μακρύκακκο βρασμένο	56	150	23	207
	Ρύζι Basmati βρασμένο	58	150	24,4	211
ΑΝΑΨΥΚΤΙΚΑ	Τύπου cola	63	250	16	98
	Πορτοκαλάδα με ανθρακικά	68	250	23	85
	Ενεργειακά ποτά	95	250	40	64

ΠΗΓΗ: <http://www.glycemicindex.com>

Ένας ακόμη μύθος είναι η σχέση γλυκισμάτων και γλυκαιμικού δείκτη. Για παράδειγμα υπάρχουν τεχνικές γλυκαντικές ουσίες με μηδενικό γλυκαιμικό δείκτη όπως οι παρακάτω¹:

Ασπαρτάμη (E 951) Αποδίδει 4 θερμίδες/γρ., αλλά είναι 160-200 φορές πιο γλυκιά, οπότε χρησιμοποιείται σε ελάχιστες δόσεις και κατά συνέπεια δεν δίνει θερμίδες. Δεν είναι ανθεκτική στις υψηλές θερμοκρασίες, γι' αυτό δεν συστήνεται για μαγείρεμα. Η αποδεκτή ημερήσια κατανάλωση είναι 40 mg/κilo σωματικού βάρους.

Σουκραλόζη (E 955) Παρασκευάζεται από τη ζάχαρη, έχει παρόμοια γεύση, αλλά η γλυκαντική της ισχύς είναι 600 φορές μεγαλύτερη από αυτήν της ζάχαρης. Είναι ανθεκτική σε υψηλές θερμοκρασίες και η αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη είναι 15 mg/κίλό σωματικού βάρους.

Σακχαρίνη (E 954) Είναι 300-500 φορές πιο γλυκιά από τη ζάχαρη, δεν δίνει θερμίδες, αλλά δεν είναι ανθεκτική σε υψηλές θερμοκρασίες. Η αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη είναι 5 mg/κίλό σωματικού βάρους.

Μελέτη του Νοσοκομείου Παιδών «Αγία Σοφία» και της Μονάδας Ενδοκρινολογίας, Μεταβολισμού και Διαβήτη του «Ευγενιδείου Θεραπευτηρίου» σε υπέρβαρα ή παχύσαρκα κορίτσια 10-14 χρόνων, που ανακοινώθηκε στο Πανελλήνιο Διαβητολογικό Συνέδριο, έδειξε ότι επιδόρπια με χαμηλό ΓΔ βοήθησαν στη συμμόρφωση των παιδιών στο διαιτολόγιο, με αποτέλεσμα τη βελτίωση των παραμέτρων του μεταβολικού συνδρόμου, δηλαδή των επιπέδων τριγλυκεριδίων και της «κακής» χοληστερίνης. Σε ίδια συμπεράσματα κατέληξε παρόμοια έρευνα του «Λαϊκού» Νοσοκομείου σε παχύσαρκους ενηλίκους με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2¹⁸.

Είναι φανερό λοιπόν πως μόνο οι τιμές της γλυκόζης ή η γνώση του περιεχομένου σε υδατάνθρακες μιας τροφής δεν είναι ικανοποιητικά εφόδια για ένα διαβητικό, αλλά και τον διαιτολόγο που είναι υπεύθυνος για την εκπαίδευση και τη σύνταξη του διαιτολογίου του¹⁰.

Με το γλυκαιμικό δείκτη, όταν παρασκευάζονται τα γεύματα είναι ευκολότερο να κρατηθούν τα επίπεδα ζαχάρου υπό έλεγχο και να αποφευχθούν οι επιπλοκές που ο διαβήτης μπορεί να επιφέρει, ενώ μπορούμε να εξηγήσουμε και να προδικάσουμε τη διαφορετική γλυκαιμική αντίδραση των γευμάτων.

Είναι ένα επιπλέον χρήσιμο «εργαλείο» που μπορεί να κάνει τη διατροφή του διαβητικού πιο ποικίλη και λιγότερο επιζήμια για τη ρύθμιση του διαβήτη, ενώ συμβάλει πολύ σε αυτό που θα ονομάζαμε σωστή διατροφική εκπαίδευση του διαβητικού ασθενούς.

Όσο αφορά ειδικότερα το σακχαρώδη διαβήτη, οι μέχρι τώρα έρευνες¹⁸ δείχνουν ότι η ενσωμάτωση και η κατανάλωση τροφών με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη σε όλα τα γεύματα έχει σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση των επιπέδων γλυκόζης, κάτι

πολύ θετικό αφού οι μακροχρόνιες επιπλοκές είναι σχεδόν πάντα συσχετισμένες με υψηλά επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης στην κυκλοφορία του ασθενούς.

Μία μεγάλη μελέτη που έγινε με 2810 διαβητικά άτομα από διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες που συμμετείχαν στο EURODIAB¹⁸ Complications Group, στο οποίο συμμετείχε και η χώρα μας, μελέτησε την επίδραση του ΓΔ στα επίπεδα της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης και στη γενικότερη ρύθμιση του διαβήτη. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ασθενείς με Τύπο Ι διαβήτη βελτίωσαν το γλυκαιμικό τους έλεγχο (χαμηλότερες τιμές γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης) καταναλώνοντας τροφές με χαμηλό ΓΔ, ανεξάρτητα από την κατανάλωση φυτικών ινών.

Το πώς όμως ο ΓΔ επηρεάζει τα λιπίδια, καθώς και το ποια συγκεκριμένα λιπίδια, παραμένει ακόμα υπό μελέτη. Έτσι, υπάρχουν μελέτες που δείχνουν βελτίωση των επιπέδων LDL και τριγλυκεριδίων με τη χρήση τροφών με χαμηλό ΓΔ, ενώ κάποιες άλλες όπως η παραπάνω μελέτη του EURODIAB Complications Group δείχνει αύξηση της HDL, χωρίς καμία αξιολογη μεταβολή των LDL και τριγλυκεριδίων.

Οι διαβητικοί παρουσιάζουν μεγαλύτερη ινσουλινοαντίσταση από τους μη διαβητικούς¹⁸ και η κατανάλωση τροφών με υψηλό ΓΔ καταλήγει σε μια μεγαλύτερη και εντονότερη γλυκαιμική και ινσουλινική αντίδραση, που με τη σειρά της μπορεί να οδηγήσει σε χειροτέρευση της ινσουλινοαντίστασης και τελικά να χρειαστεί η χορήγηση φαρμάκων ή ινσουλίνης.

3.4 Το γλυκαιμικό φορτίο

Για τον αποτελεσματικότερο σχεδιασμό μιας δίαιτας, η γνώση του Γλυκαιμικού Δείκτη των τροφών πρέπει να συνδυάζεται με μια ακόμη παράμετρο: το Γλυκαιμικό Φορτίο (ΓΦ). Η έννοια του ΓΦ συμπληρώνει την κατάταξη των τροφίμων με βάση το ΓΔ (όπως φαίνεται στον πίνακα), καθώς λαμβάνει υπόψη της την ποσότητα των υδατανθράκων που καταναλώνονται ανά μερίδα και προσδιορίζει την ολική γλυκαιμική επίδραση του τροφίμου. Ο ΓΔ σχετίζεται μόνο με την ποιότητα των υδατανθράκων¹⁵.

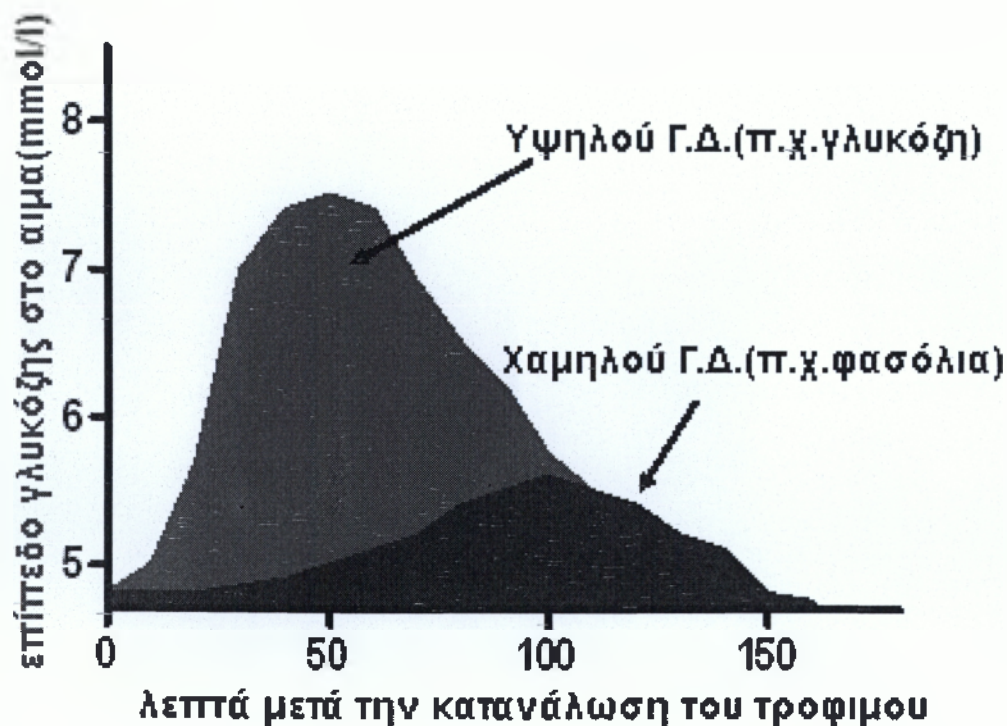
Ο υπολογισμός του Γλυκαιμικού Φορτίου γίνεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{ΓΦ} = \text{ΓΔ} \times \text{Συνολική ποσότητα υδατανθράκων (ανά μερίδα)} / 100$$

Πίνακας. Κατηγοριοποίηση τροφίμων βάσει του ΓΦ*

Τιμή τροφίμου	Γλυκαιμικό φορτίο
Χαμηλού ΓΦ	<10
Μέτριου ΓΦ	11-19
Υψηλού ΓΦ	>20

*Πηγή: American Diabetes Association



Πηγή: Buyken Anette E. et al. "Glycaemic index in the diet of European outpatients with type 1 diabetes: relations to glyacated hemoglobin and serum lipids". Am J Clin Nutrition, vol 73, 2001, pp 574-581

4.0 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΓΛΥΚΑΙΜΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ

4.1 Η ποικιλία του τροφίμου

Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες βρέθηκε πως άλλες τιμές ΓΔ παρουσιάζει το κοινό άσπρο ρύζι, άλλο το καστανό, άλλο το Basmati και άλλο το μακρύκοκο ρύζι. Η διαφοροποίηση αυτή έχει να κάνει με τη διαφορετική περιεκτικότητα των ρυζιών αυτών σε αμυλόζη. Αντίστοιχα πειράματα γίνανε με διάφορες ποικιλίες πατάτας, δίνοντας αντίστοιχα διαφορετικές τιμές ΓΔ. Έτσι δεν αρκεί μόνο να δειχθεί η ποσότητα ή τον τρόπο παρασκευής αυτών των τροφών, αλλά να διευκρινίσουμε ποιες ποικιλίες είναι πιο ενδεδειγμένες, έτσι ώστε να υπάρχει η μικρότερη δυνατή επίδραση τους στις τιμές γλυκόζης του διαβητικού.

4.2 Το μέγεθος της δομικής μονάδας

Το μαγειρεμένο ρύζι έχει μικρότερο γλυκαιμικό δείκτη από το μαγειρεμένο αλεύρι, πράγμα που υποδεικνύει ότι η υφή της τροφής και το μέγεθος της δομικής τους μονάδας παίζει ένα μεγάλο ρόλο που επηρεάζει το γλυκαιμικό δείκτη. Η σύνθλιψη και το άλεσμα του δημητριακού καρπού που οδηγεί σε πιο ραφινारισμένο προϊόν ανεβάζει όπως φαίνεται και το ΓΔ. Αυτός μπορεί να είναι ο λόγος για το ότι τα κάποια ζυμαρικά έχουν μικρότερο δείκτη από το ψωμί, του οποίου το μόριο του αμύλου έχει μεγαλύτερη επιφάνεια και για αυτό πέπτεται γρηγορότερα, δίνοντας μεγαλύτερη τιμή ΓΔ¹⁶. Ακόμα βρέθηκε ότι ο ΓΔ στους δημητριακούς σπόρους όπως το σιτάρι, το καλαμπόκι και η βρώμη αυξάνει καθώς πάμε από τον πλήρη καρπό (αυτός έχει τη χαμηλότερη τιμή) στον διερρηγμένο καρπό, στο ακατέργαστο αλεύρι για να φτάσουμε στο ραφινारισμένο αλεύρι (που έχει και την υψηλότερη τιμή).

4.3 Η παρουσία λίπους και πρωτεΐνης

Το λίπος και η πρωτεΐνη (και ιδιαίτερα το λίπος, εμφανίζονται να είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη γλυκαιμική αντίδραση της τροφής¹¹. Το λίπος έχει την ικανότητα να καθυστερεί την κένωση του στομάχου ενώ οι πρωτεΐνες διεγείρουν την έκκριση της ινσουλίνης. Η διαφορά ανάμεσα στο ΓΔ του ψωμιού και

των μπισκότων μπορεί πιο σωστά να συσχετιστεί με την μεγάλη παρουσία λίπους στα μπισκότα παρά με τη διαφορά στο είδος του αμύλου στα δύο αυτά προϊόντα δημητριακών και αμύλου. Βέβαια και πάλι η ικανότητα του λίπους να χαμηλώνει το ΓΔ εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο το λίπος μπερδεύεται με τους υδατάνθρακες¹⁰. Για παράδειγμα αλλιώς θα αντιδράσει ο οργανισμός όταν το λίπος έχει τη μορφή μαργαρίνης πάνω σε φέτα ψωμί και αλλιώς αν αναμειχθεί και ψηθεί μαζί με το αλεύρι.

4.4 Η παρουσία του κυτταρικού τοιχώματος

Ένα μήλο που καταναλώνεται ως χυμός παράγει μία εντελώς διαφορετική γλυκαιμική αντίδραση αν συγκριθεί με ένα μήλο που καταναλώνεται ολόκληρο με το δέρμα ή αυτό που ονομάζουμε φλούδα, παρόλο που περιέχουν την ίδια ποσότητα σακχάρου⁵. Αν το μήλο καταναλωθεί σε μορφή πουρέ θα δώσει μία γλυκαιμική αντίδραση ενδιάμεση με αυτή του χυμού και του φρούτου. Τα επίπεδα της ινσουλίνης στο αίμα είναι διπλάσια μετά την κατανάλωση του χυμού απ'ότι μετά την κατανάλωση του φρούτου. Αυτό βέβαια συμβαίνει γιατί οι υδατάνθρακες από το χυμό απορροφώνται πολύ πιο γρήγορα, μια και βρίσκονται σε ένα ελεύθερο διάλυμα, παρά όταν βρίσκονται «εγκλωβισμένα» με φυτικές ίνες (στο φρούτο) ή σε ένα τύπο τζελ.

4.5 Η παρουσία των άπεπτων φυτικών ινών

Γενικά η παρουσία φυτικών ινών από κοινά φαγητά συνοδεύεται συνήθως από χαμηλότερες τιμές γλυκαιμικού δείκτη, ειδικότερα όταν υπάρχει παρουσία και κατανάλωση guar gum. Ας δούμε κάποιες συγκεκριμένες κατηγορίες πηγές υδατανθράκων³:

Σιτάρι: Έχει βρεθεί ότι τροφές που περιέχουν αδιάλυτους σύνθετους υδατάνθρακες από σιτάρι έχουν μικρή επίπτωση στη μεταγευματική γλυκαιμική αντίδραση.

Λαχανικά: Η παρουσία αμυλόξης και άλλων συστατικών που μειώνουν την απορρόφηση θρεπτικών συστατικών όπως το φυτικό οξύ είναι πιθανό να

παρεμποδίζει την πέψη του αμύλου ή την απορρόφηση συστατικών από το έντερο και για αυτό να παρουσιάζουν συνήθως και τόσο χαμηλούς γλυκαιμικούς δείκτες.

4.6 Η πολυγευματική δράση

Ένας άλλος παράγοντας⁶ που επηρεάζει αλλά και συχνά αλλοιώνει τις τιμές του ΓΔ είναι και η πολυγευματική επίδραση δηλαδή το φαινόμενο εκείνο κατά το οποίο ένα γεύμα π.χ. το πρωινό μπορεί να τροποποιήσει την αντίδραση από τα επόμενα γεύματα. Έτσι, οι τιμές ζαχάρου μετά από το γεύμα είναι χαμηλότερες αν έχει προηγηθεί ένα χαμηλού ΓΔ πρωινό, παρά ένα υψηλού ΓΔ πρωινό. Για παράδειγμα, ένα πρωινό γεύμα, υψηλό σε σύνθετους υδατάνθρακες βασισμένους στη βρώμη καταλήγει σε χαμηλότερη μεταγευματική γλυκόζη από ότι ένα ισοδύναμο πρωινό βασισμένο στο σιτάρι. Ακόμα, σύμφωνα πάντα με τα πειράματα του Jenkins μπορούμε να πούμε ότι παρουσιάζει και μία πιο πλατιά αντίδραση από αυτή που προκαλεί ένα στάνταρ γεύμα με ψωμί την ίδια μέρα¹¹.

Αυτός ο παράγοντας κάνει πιο φανερή την σημασία της ύπαρξης ενός καλά σχεδιασμένου καθημερινού διαιτολογίου για το διαβητικό ασθενή αφού παρατηρούμε πως υπάρχει άμεση αλληλοσυσχέτιση όσο αφορά το πώς επιδρούν στα ζάχαρα του αίματος.

4.7 Η ωρίμανση του τροφίμου

Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του ΓΔ παίζει και η ωριμότητα του καρπού ή του φρούτου¹⁴. Είναι χαρακτηριστικό το παράδειγμα της μπανάνας. Η άγουρη μπανάνα έχει ΓΔ=43 ενώ η παραγινωμένη έχει 74. Στην άγουρη η περιεκτικότητα σε άμυλο προσεγγίζει το 80-90%, ενώ στην γινομένη το ποσοστό αυτό αντικαθίσταται σταδιακά από ελεύθερα ζάχαρα. Για αυτό και συστήνουμε στους διαβητικούς να μην αποφεύγουν τα φρούτα με το φόβο ότι έχουν ζάχαρη αλλά να καταναλώνουν τα λιγότερο ώριμα φρούτα.

4.8 Η αναλογία αμυλόζης και αμυλοπεκτίνης

Το άμυλο αποτελείται από την αμυλόζη (μακριά ευθεία αλυσίδα μορίων γλυκόζης) και την αμυλοπεκτίνη¹³ (άλυστοι γλυκόζης που έχουν διακλαδώσεις κάθε 18-20 μόρια γλυκόζης). Η σύνθεση του αμύλου εξαρτάται από το είδος της τροφής από την οποία προέρχεται, αλλά αποτελείται πάντα από αμυλόζη και αμυλοπεκτίνη. Ο λόγος αμυλόζη / αμυλοπεκτίνη είναι ένας ακόμα παράγοντας που καθορίζει τη γλυκαιμική αντίδραση¹.

4.9 Η μέθοδος μαγειρέματος

Δεν είναι όλοι οι τρόποι μαγειρέματος ίδιοι. Ο κάθε ξεχωριστός τρόπος μαγειρέματος μπορεί να επιδράσει στη διατροφική αξία της τροφής με δύο τρόπους: μπορεί να μειώσει την περιεκτικότητά της σε θρεπτικά συστατικά (ανά μονάδα θερμίδων) ή να μειώσει ή να αυξήσει την περιεκτικότητά της σε τοξίνες. Με τη θερμότητα κάποιες τοξίνες καταστρέφονται, αλλά δημιουργούνται κάποιες άλλες. Έτσι, λοιπόν, υπάρχει μία ιεραρχία από τον καλύτερο στον χειρότερο τρόπο μαγειρέματος.

1. Στον ατμό: Είναι ένας πολύ υγιεινός και εύκολος τρόπος. Τα τρόφιμα που πρόκειται να μαγειρευτούν τοποθετούνται στον ατμομάγειρα και ο χρονοδιακόπτης, που μπαίνει σε λειτουργία ετοιμάζει το φαγητό σε λίγα λεπτά. Το λίγο νερό που χρησιμοποιείται και οι χαμηλές θερμοκρασίες μαγειρέματος κάνουν το μαγείρεμα στον ατμό τον υγιεινότερο τρόπο προετοιμασίας τροφής. Η θερμοκρασία είναι αρκετή για να καταστρέψει τα μικρόβια και μερικές από τις τοξίνες τους, αλλά αφήνει ανεπηρέαστα τα περισσότερα θρεπτικά συστατικά και η υγρασία που απορροφούν οι τροφές είναι χαμηλή, ώστε η γεύση να είναι πιο μεστή. Ακόμα και οι πιο ευπαθείς βιταμίνες επιβιώνουν όσο πιο πολύ γίνεται. Επίσης, τα μεταλλικά άλατα και τα ιχνοστοιχεία χάνονται στο νερό.¹²

2. Βραστά: Η κατσαρόλα έχει περισσότερες δυνατότητες από τον ατμομάγειρα. Στον ατμό δεν μπορούμε να μαγειρέψουμε ούτε μακαρόνια, ούτε κοκκινιστό, ούτε όσπρια, ούτε σούπες, ούτε πολλά άλλα. Είναι πολύ υγιεινός τρόπος μαγειρέματος, αλλά πρέπει να τηρούνται κάποια σημαντικά μυστικά, που κάνουν τα μαγείρεμα ακόμα πιο

υγιεινό. Τα φαγητά γίνονται νόστιμα, εύκολα και γρήγορα. Το σημαντικότερο είναι να μειωθούν οι απώλειες από το νερό και από τη θερμοκρασία. Έτσι, όταν μπει το φαγητό στην κατσαρόλα το νερό πρέπει να βράζει και να είναι όσο λιγότερο σε ποσότητα γίνεται. Ο χρόνος μαγειρέματος είναι σημαντικός, γι' αυτό ο βρασμός πρέπει να διαρκεί όσο το δυνατόν λιγότερο. Καλό είναι τα τρόφιμα να μαγειρεύονται με τον φλοιό τους (π.χ. οι πατάτες) για μικρότερη απώλεια των θρεπτικών συστατικών. Η χύτρα ταχύτητος μπορεί να μειώσει τον χρόνο και το νερό που είναι αναγκαίο για το μαγείρεμα, αλλά δεν είναι κατανοητό και επιστημονικά αποδεδειγμένο αν υστερεί ή υπερτερεί του βρασίματος με παραδοσιακή κατσαρόλα. Σίγουρα, οι περισσότερες τοξίνες από μικρόβια που περιέχει η τροφή μειώνονται από την υψηλή θερμοκρασία, αλλά στον δυτικό κόσμο οι τοξίνες από μικρόβια σπάνια είναι σημαντικό πρόβλημα (σε αντίθεση με τον αναπτυσσόμενο κόσμο που πολλά παιδιά πεθαίνουν από γαστρεντερίτιδες). Στον ανεπτυγμένο κόσμο οι τοξίνες που προβληματίζουν είναι από φυτοφάρμακα και ζιζανιοκτόνα στην τροφή, που είναι πολύπλοκα μόρια και η επίδραση της υψηλής θερμοκρασίας μπορεί να τις τροποποιήσει (χωρίς να είναι εφικτό να προβλεφθεί ποιες τοξίνες θα γίνουν λιγότερο επικίνδυνες και ποιες περισσότερο). Σύμφωνα με την σύγχρονη επιστημονική γνώση, είναι αδύνατον να γίνει κάποια σύσταση υπέρ ή κατά του βρασίματος σε χύτρα ταχύτητος.

3. Ψητά (φούρνος): Το μαγείρεμα στον φούρνο έχει πολλά θετικά αν γίνει σωστά, τα αρνητικά μπορεί να είναι ελάχιστα. Ουσιαστικά, τα φαγητά γίνονται πολύ νόστιμα και σε σχέση με το βράσιμο εξ ίσου θρεπτικά. Μελετώντας τις διαφορές ανάμεσα στην ίδια τροφή που έχει ετοιμαστεί με βράσιμο και στον φούρνο, δεν υπάρχουν διαφορές αρκετά σημαντικές ώστε να μας πείσουν ότι ένας τρόπος είναι πιο υγιεινός από κάποιον άλλο, συνεπώς είναι περισσότερο θέμα γεύσης και ευκολίας. Το σωστό μαγείρεμα στον φούρνο είναι εύκολο, αλλά απαιτεί προθέρμανση του φούρνου για μείωση του χρόνου μαγειρέματος και χαμηλές θερμοκρασίες.

4. Ψητά (στα κάρβουνα): Το σωστό ψήσιμο στα κάρβουνα έχει όλα τα καλά του φούρνου, αλλά κάνει πιο εύγευστα τα φαγητά, ειδικά τα κρεατικά και τα ψάρια. Τα κύρια προβλήματα είναι τα εξής δύο: πρώτον, η πυρόλυση. Όταν εκτίθενται τροφές με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες ή λίπη σε υψηλή θερμοκρασία, παράγονται εξαιρετικά καρκινογόνες ουσίες, παρόμοιες με αυτές που παράγονται από την καύση του τσιγάρου και προκαλούν καρκίνο στο γαστρεντερικό σύστημα. Ο καρκίνος του εντέρου είναι ξεκάθαρα συνδεδεμένος με την κατανάλωση τροφών πλούσιων σε

πρωτεΐνες και λίπη και ψήσιμο σε υψηλή θερμοκρασία με συνεπακόλουθη την πυρόλυση, μπορεί να είναι μία από τις αιτίες. Δεύτερον, κατά την καύση του κάρβουνου δημιουργούνται καρκινογόνες ουσίες στη θράκα που "ξεκολλάνε" από αυτήν και "κολλούν" στις τροφές με αποτέλεσμα να αυξάνουν το καρκινικό φορτίο. Οι μερακλήδες όμως γνωρίζουν τα μυστικά του ψησίματος. Γνωρίζουν, δηλαδή, ότι:

- α) δεν πρέπει να υπάρχει φλόγα (αυξημένη θερμοκρασία σημαίνει ισχυρότερη πυρόλυση και αυξημένη παραγωγή καρκινογόνων ουσιών, αλλά και αυξημένη καταστροφή θρεπτικών συστατικών)

- β) η σχάρα πρέπει να βρίσκεται μακριά από τα κάρβουνα (δυσκολότερο να "φτάσει" η καρκινογόνος ουσία από την θράκα στην τροφή και μειωμένη θερμοκρασία ψησίματος)

- γ) πρέπει να φτάνει ικανοποιητική ποσότητα αέρα στα κάρβουνα, ώστε να γίνεται τελειότερη η καύση (μειωμένη πυρόλυση και παραγωγή καρκινογόνων στη θράκα)

- δ) απαιτείται πολύ υπομονή για να γίνει το φαγητό νόστιμο και υγιεινό.

5. Τηγάνισμα: Είναι ο πιο ανθυγιεινός τρόπος προετοιμασίας τροφών. Η περιεκτικότητα σε λίπος και θερμίδες ανεβαίνει εξαιρετικά (λίπος: 120 φορές, θερμίδες: ανά 100 γραμμάρια 3,3 φορές), ενώ η θρεπτική αξία μειώνεται. Το λάδι του τηγανίσματος που είναι φυτικά ακόρεστα έλαια, μετατρέπεται σε τεχνητό μερικώς κορεσμένο (ή, πιο απλά, σε trans λιπαρά οξέα), που είναι ιδιαίτερα επιβλαβή για την υγεία. Το λάδι από το τηγάνι "κολλάει" πάνω στην τροφή και το καταναλώνουμε μαζί με αυτή. Έτσι, μεγιστοποιούνται οι κενές θερμίδες που έχει η τροφή (θερμίδες που δεν συνοδεύονται από θρεπτικά συστατικά). Επιπροσθέτως, από την αυξημένη θερμοκρασία οι θρεπτικές ουσίες καταστρέφονται εξαιρετικά γρήγορα. Από όλα τα φυτικά έλαια, το ελαιόλαδο είναι το πιο ανθεκτικό έλαιο για μετατροπή σε trans. Παρόλα αυτά, αν χρησιμοποιηθεί μόνο μια φορά για τηγάνισμα και το τηγάνισμα γίνει σε χαμηλή θερμοκρασία, περιορίζεται αρκετά το πρόβλημα, αλλά αυξάνει πολύ το κόστος. Για τους αμετανόητους, θα μπορούσα, τουλάχιστον, να προτείνω αντικολλητικά τηγάνια που καταναλώνουν λίγο λάδι και ειδικά τα τηγάνια wok που χρησιμοποιούνται στην κινεζική κουζίνα.

Εκτός σειράς: Φούρνος μικροκυμάτων: Σχετικά με το μαγείρεμα σε φούρνο μικροκυμάτων, οι απόψεις διίστανται. Κάποιοι ερευνητές πιστεύουν ότι το μαγείρεμα σε φούρνους μικροκυμάτων είναι ανθυγιεινό, λόγω της διαδικασίας θέρμανσης της τροφής. Οι περισσότεροι όμως διαιτολόγοι πιστεύουν ότι είναι ένας πολύ καλός

τρόπος, γιατί μειώνει αισθητά το χρόνο μαγειρέματος και απαιτεί ελάχιστο νερό. Πάντως, η πρώην Σοβιετική Ένωση, βασισμένη σε δικά της δεδομένα απαγόρευσε τη χρήση των μικροκυμάτων για μαγείρεμα το 1976. Προσωπικά, προτείνω να περιορίζεται η χρήση του φούρνου μικροκυμάτων μόνο για ξαναζέσταμα της τροφής και ο χρόνος να περιορίζεται στο μικρότερο δυνατό. Επίσης, καλό είναι να μη βρίσκονται παιδιά και, ειδικά, μωρά κοντά σε έναν φούρνο μικροκυμάτων, όταν αυτός βρίσκεται σε λειτουργία.

5.0 ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής ήταν να διερευνήσει την έννοια του γλυκαιμικού δείκτη τροφίμων και πως μπορεί να μεταβληθεί με την επίδραση συγκεκριμένων συστατικών. Επιπλέον ένας ακόμη στόχος ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των τροφών με υψηλό και χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη στην υγεία πληθυσμιακών ομάδων με χρόνιες όσους όπως ο διαβήτης και τα καρδιαγγειακά νοσήματα

6.0 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Μελέτες που δημοσιεύτηκαν από το 1980 έως και σήμερα επιλέχθηκαν κατά την παρούσα βιβλιογραφική έρευνα. Στην ηλεκτρονική αναζήτηση σε συγκεκριμένες μηχανές αναζήτησης (π.χ., Pubmed <http://www.nlm.nih.gov/> και Scopus <http://www.scopus.com/>) χρησιμοποιήθηκαν λέξεις κλειδιά ή συνδυασμός λέξεων όπως γλυκαιμικός δείκτης, τροφές με υψηλό και χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη, γλυκαιμικός δείκτης και υγεία (π.χ., διαβήτης, καρδιαγγειακά νοσήματα, παχυσαρκία), συστατικά τροφίμων και γλυκαιμικός δείκτης (π.χ., ισομαλτόζη, PolyGlycopleX, κτλ). Εκτός από την ηλεκτρονική αναζήτηση πραγματοποιήθηκε και αναζήτηση σε έντυπα επιστημονικά συγγράμματα. Τέλος, οι βιβλιογραφικές αναφορές που βρέθηκαν εντός των επιστημονικών άρθρων και δεν εντοπιστήκαν κατά την αρχική ηλεκτρονική μας αναζήτηση χρησιμοποιήθηκαν και για την βιβλιογραφική έρευνα.

7.0.0 ΚΥΡΙΑ ΕΥΡΥΜΑΤΑ

7.1 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΙΘΕΝΤΑΙ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΩΣΤΕ ΝΑ ΜΕΙΩΣΟΥΝ ΤΟ ΓΛΥΚΑΙΜΙΚΟ ΔΕΙΚΤΗ

7.2 Φυσικές τροφές και διααιτολογία

Επιδημιολογικές έρευνες⁴ δείχνουν ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων της μεταγευματικής γλυκόζης με τα καρδιακά προβλήματα σε σχέση με τη γλυκόζη νηστείας σε άτομα με διαβήτη. Οι μελέτες επικεντρώνονται σε διαιτητικές στρατηγικές που σκοπό έχουν να μειώσουν τη μεταγευματική υπεργλυκαιμία τόσο ως θεραπεία όσο και ως πιθανή πρόληψη κατά του διαβήτη και των καρδιαγγειακών. Η ποιότητα καθώς και η ποσότητα των υδατανθράκων επηρεάζουν τα μεταγευματικά επίπεδα της γλυκόζης του αίματος. Διαιτολόγια που περιέχουν μεγαλύτερες ποσότητες δημητριακών ολικής άλεσης και φυτικών διαιτητικών ινών σχετίζονται με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη τύπου 2.¹⁸ Σε ελεγχόμενες μελέτες, η υψηλότερη πρόσληψη δημητριακών με φυτικές ίνες προκαλεί βελτίωση στην ευαισθησία της ινσουλίνης, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι οι διαλυτές φυτικές ίνες μειώνουν τη μεταγευματική γλυκαιμία, καθώς και τα λιπίδια του ορού. Μια μετά-ανάλυση των Livesey και συν. κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι μειώσεις του γλυκαιμικού δείκτη των τροφίμων μπορούν να βελτιώσουν το γλυκαιμικό έλεγχο, αλλά η διακοπή κατανάλωσης υδατανθράκων είναι εξίσου σημαντική. Οι διαλυτές φυτικές ίνες είναι μοναδικές στην ενσωμάτωση της διατροφής, και θα μπορούσαν ταυτόχρονα να αυξήσουν την πρόσληψη των μη διαθέσιμων υδατανθράκων και να έχουν ως επίδραση χαμηλότερο γλυκαιμικό δείκτη της διατροφής ως αποτέλεσμα της ιδιότητάς τους να ισοπεδώνουν τη μεταγευματική γλυκόζη. Η έκθεση του Ινστιτούτου Ιατρικής (IOM)³ αναφορικά με τις φυτικές ίνες αναγνωρίζει την ποικιλομορφία των βρώσιμων, μη πεπτικών υδατανθράκων, ενώ παράλληλα τονίζει την δυνατότητα να ενσωματώσει νέες βελτιωμένες πηγές ινών στο μέλλον. Οι Διαβητολογικοί Σύλλογοι καθώς και οι περισσότερες Αρχές Υγείας συμβουλεύουν την αύξηση της πρόσληψης των διαιτητικών ινών τουλάχιστον στα 14 ανά 1000kcal. Το 2002, η Επιτροπή Τροφίμων και Διατροφής του Ινστιτούτου της

Ιατρικής δημοσίευσε μια έκθεση για ίνες, εισάγοντας νέους ορισμούς και ταξινομήσεις, και έγινε η διάκριση μεταξύ των ινών που εντοπίζονται στα φυτά (διαιτητικές ίνες όπως για παράδειγμα η κυτταρίνη, η πηκτίνη, το κόμμι, οι ημικυτταρίνες, οι β-γλυκάνες και ίνες που εντοπίζονται σε σπόρους βρώμης και σιταριού), και απομονωμένων ή συνθετικών ινών που δύναται να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρώματα διατροφής ή πρόσθετα τροφίμων. Ο νέος ορισμός του IOM για τις συνολικές ίνες είναι « το άθροισμα των διαιτητικών και λειτουργικών ινών», στην προσπάθεια να καλύψει τόσο τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά όσο και την ψυχολογική επίδραση των ινών στο σύνολο των ανθρώπων⁷.

Οι διαιτητικές ίνες παρουσιάζουν ένα μεγάλο εύρος όσον αφορά το ιξώδες τους. Ορισμένες διαιτητικές ίνες, χωρίς να περιορίζονται σε πηκτίνες, β-γλυκάνες, ψύλλιο και κόμμι έχουν μοναδικές φυσικοχημικές ιδιότητες που τους επιτρέπουν να σχηματίζουν ένα παχύρευστο διάλυμα ή τζελ όταν αναμιγνύονται με υγρό διάλυμα. Ο βαθμός πηκτικότητας του διαλύματος εξαρτάται άμεσα από τη χημική του σύνθεση. Οι διαλυτές ίνες που βελτιώνουν το ιξώδες ενός διαλύματος φαίνεται να παρέχουν μεγαλύτερα οφέλη για το μεταβολισμό. Πράγματι, όσο υψηλότερο είναι το ιξώδες, τόσο μεγαλύτερη είναι η βελτίωση των επιπέδων γλυκόζης και του μεταβολισμού των λιπιδίων. Δυστυχώς, πρακτικά τόσο η γευστικότητα όσο και η αποδοχή των λειτουργικών ινών μειώνεται με την αύξηση του ιξώδους.

Το κόμμι αποτελεί μια διαφορετική ομάδα πολυσακχαριτών⁸. Τα υδρόφιλα αυτά πολυμερή έχουν την ιδιότητα να δεσμεύουν το νερό και χρησιμοποιούνται σε τρόφιμα για να σταθεροποιούν γαλακτώματα, να αποτρέπουν την επανακρυστάλλωση του πάγου και για να μεταδίδουν οργανοληπτικές ιδιότητες. Ωστόσο, η εφαρμογή του κόμμεως γκουάρ είναι περιορισμένη εξαιτίας της δυσκολίας ενσωμάτωσής του σε κανονικές συνθήκες επεξεργασίας τροφίμων. Για να είναι αποτελεσματικό, το κόμμι γκουάρ πρέπει να αναμιχθεί σε ένα μπλέντερ για να αποτραπεί ο σχηματισμός μαζών, και επιτρέπεται να φθάσει στο πλήρες ιξώδες του πριν την ενσωμάτωση, με αποτέλεσμα την ανεπιθύμητη υφή του τροφίμου ή την αίσθηση στο στόμα. Το κόμμι guar είναι επίσης γνωστό για την ικανότητά του να παράγει υπερβολική γαστρεντερική δυσφορία. Αρκετά από αυτά έχουν εγκριθεί από την Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) για τις λειτουργικές δυνατότητες τους ως σταθεροποιητές και πηκτικά¹⁸.

Μια φυσικοχημική ιδιότητα των ινών, το ιζώδες, έχει μελετηθεί και φαίνεται να επηρεάζει διαφορετικά τη φυσιολογική απόκριση.⁴ Γενικά, όταν οι ίνες αναμιγνύονται με κάποιο τρόφιμο και πέπτονται στο ανθρώπινο έντερο μια σταθερή διαλυτή ουσία πολυσακχαριτών/τροφίμου που σχηματίζεται οδηγείται αμέσως προς γαστρική εκκένωση. Οι ίνες, και ιδιαίτερα οι παχύρρευστες ίνες θα έχουν ως αποτέλεσμα ένα αίσθημα πληρότητας, και μια πιθανή αλλαγή στη συγκέντρωση της γλυκόζης του αίματος και της χοληστερόλης και αργότερα μεταφορά στο λεπτό έντερο. Το ιζώδες των ινών είναι αυτό που μειώνει τη γευστικότητα του τροφίμου, απαγορεύοντας την πρακτική εφαρμογή των διαλυτών φυτικών ινών στο διαιτολόγιο.

Οι διαιτητικές ίνες έχουν επίσης ταξινομηθεί με βάση τη διαλυτότητα τους και το βαθμό ζυμώσεως τους. Στις διαλυτές διαιτητικές ίνες περιλαμβάνονται οι β-γλυκάνες, οι πηκτίνες, κάποιες ημικυτταρίνες και το κόμμι. Οι πηκτίνες, οι β-γλυκάνες, το κόμμι, η ινουλίνη και η ολιγοφρουκτόζη είναι διαιτητικές ίνες που εύκολα ζυμώνονται από τα βακτήρια του παχέως εντέρου και οδηγούν¹⁷ στο σχηματισμό μιας μικρής αλυσίδας λιπαρών οξέων (κυρίως οξικό, βουτυρικό, προπιονικό) και αερίων (διοξειδίο του άνθρακα, μεθάνιο, υδρογόνο).

PolyGlycopleX (PGX®)

Το PolyGlycopleX (PGX®) είναι ένα ιδιωτικό προϊόν που παρασκευάζεται με τη χρήση νέων τεχνολογιών με ορθή βιομηχανική πρακτική (GMP). Το προϊόν αυτό αποτελείται από τρεις υψηλής καθαρότητας μη αμυλούχους υδατοδιαλυτούς πολυσακχαρίτες: konjac σε σκόνη, αλγινικό νάτριο, ξανθανικό κόμμι. Οι παραπάνω πολυσακχαρίτες υποβάλλονται σε επεξεργασία ώστε να ενεργήσουν συνεργιστικά και να σχηματίσουν ισχυρούς δεσμούς που να ανεβάσουν το ιζώδες τρεις με πέντε φορές υψηλότερα από κάθε γνωστό μόριο πολυσακχαρίτη. Το PGX® αποτελείται από 87,4% φυτικές ίνες εκ των οποίων το 81,8% είναι διαλυτές φυτικές ίνες. Το παχύρευστο μίγμα πολυσακχαριτών καθυστερεί την έναρξη της αύξησης του ιώδους, καθιστώντας τις ίνες περισσότερο εύγευστες όταν προστίθενται στο φαγητό και πιο εύκολες στη χρήση. Η επίδραση του ιζώδους των ινών διαφέρει ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες στον αυλό του γαστρεντερικού σωλήνα και για το λόγο αυτό απαιτείται έρευνα ώστε να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα της μορφής του προϊόντος, η χρονική στιγμή της δόσης σε σχέση με την περιεκτικότητα του γεύματος σε υδατάνθρακες καθώς και η επίδραση της ύπαρξης ενός «δεύτερου

γεύματος», η ικανότητα να μειώνει τη μεταγευματική γλυκαιμία το επόμενο πρωινό μετά από τη βραδινή δόση του συμπληρώματος.

Οι ιξώδεις επεξεργασμένες φυτικές ίνες, PGX® είναι αποτελεσματικές στη μείωση της μεταγευματικής γλυκόζης είτε όταν πασπαλίζονται είτε όταν ενσωματώνονται σε κοινά τρόφιμα, επιβεβαιώνοντας την άποψη ότι ο γλυκαιμικός δείκτης κάποιων τροφίμων μπορεί να μειωθεί.

Ο εμπλουτισμός των τροφίμων με διαλυτές φυτικές ίνες παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί αυξάνει τα επίπεδα των φυτικών ινών της διατροφής, όπως συνιστάται από την Αμερικάνικη και Καναδική Διαβητολογική Εταιρεία όπως και από την Αμερικάνικη Διαιτολογική Εταιρεία, και έχει επιπλέον το πλεονέκτημα μείωσης του γλυκαιμικού δείκτη το οποίο συνοδεύεται με πιθανό όφελος για την υγεία. Μια πρόσφατη μετά-ανάλυση που δημοσιεύτηκε στο American Journal of Clinical Nutrition από τον Barclay και συν. διαπίστωσε σημαντική θετική σχέση μεταξύ του υψηλότερου και χαμηλότερου τεταρτημορίου του γλυκαιμικού δείκτη και του γλυκαιμικού φορτίου και της επίπτωσης του διαβήτη τύπου 2, της στεφανιαίας νόσου, της χοληδόχου κύστης και του καρκίνου του μαστού. Η προστασία που συσχετίστηκε με χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη ή χαμηλού γλυκαιμικού φορτίου διαιτολόγια ήταν συγκρίσιμη με ολικής άλεσης ή υψηλής πρόσληψης φυτικών ινών διαιτολόγια¹³.

Η μείωση της μεταγευματικής γλυκόζης στο αίμα μπορεί να είναι μια σπουδαία στρατηγική για τη μείωση της εκδήλωσης ορισμένων χρόνιων ασθενειών. Ο Λειτουργικός Ιξώδης Πολυσακχαρίτης (Λ.Ι.Π.) μείωσε το γλυκαιμικό δείκτη σε δημητριακά, ρύζι, γεύμα γαλοπούλας και γιαούρτι φράουλα κατά 26%, 45%, 24% και 12% αντίστοιχα. Συνεπώς, πολλά από τα τρόφιμα θα μπορούσαν να αναταξινομηθούν με βάση γλυκαιμικό τους δείκτη, μεταφερόμενα στην κατηγορία μεσαίου ή χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη. Η επίδραση της ικανότητας των ιξωδών ινών να μειώνουν τα επίπεδα της μεταγευματικής γλυκόζης εξαρτάται από το πόσο αναμιγνύεται με υδατάνθρακες σε ένα τρόφιμο. Το ράντισμα (ψέκασμα) των ινών έχει συνήθως ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση και απώλεια της ισχύος και έτσι απαιτείται πιο εντατική προετοιμασία του φαγητού, αν επιθυμούμε να διατηρηθούν. Η ενσωμάτωση των ινών είναι ακόμα πιο αποτελεσματική από το ράντισμα. Σε αντίθεση με τις μη επεξεργασμένες διαλυτές φυτικές ίνες σημαντική μείωση στη

μεταγευματική γλυκόζη παρατηρήθηκε όταν ο Α.Ι.Π. είχε ψεκαστεί στο τρόφιμο. Το γεγονός αυτό επιτρέπει μεγαλύτερη ευελιξία χρήσης από τον καταναλωτή. Για να καταστεί δυνατή η άμεση σύγκριση της αποτελεσματικότητας των διαφόρων ουσιών που επηρεάζουν το γλυκαιμικό δείκτη, προτάθηκε η έννοια του GRIP (Glycemic Reduction Index Potential). Το Δυναμικό Μείωσης του Γλυκαιμικού Δείκτη (GRIP)¹⁷ για το Α.Ι.Π. είναι ίσο με 5 όταν προστίθενται σε υγρά τρόφιμα και ίσο με 7 όταν προστίθενται σε στερεά τρόφιμα. Η μελέτη αυτή επιβεβαιώνει ότι ο Α.Ι.Π. μειώνει το GRIP κατά 7 μονάδες ανά γραμμάριο φυτικών ινών και συγκρίνεται με ίνες όπως το πίτουρο βρώμης του οποίου η GRIP υπολογίζεται περίπου 4 μονάδες ανά γραμμάριο ινών. Ως συνέπεια του υψηλού παράγοντα GRIP του Α.Ι.Π. μικρότερες ποσότητες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουν ισοδύναμα αποτελέσματα με άλλες ίνες, δόσεις οι οποίες κυμαίνονται από 8 μέχρι 15 γραμμάρια, συγκρινόμενα με τα 5 γραμμάρια του Α.Ι.Π.

Συμπερασματικά, χρησιμοποιώντας μια διαλυτή φυτική ίνα ως συμπλήρωμα μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά ως μέσο αύξησης των προσλαμβανόμενων ινών. Όμως, η μείωση της γευστικότητας σε τροφές πλούσιες σε φυτικές ίνες και οι μεγάλες ποσότητες που απαιτούνται για να επιφέρουν όφελος για την υγεία είναι συχνά εμπόδιο για αυξημένη κατανάλωση. Η προετοιμασία του Α.Ι.Π. συγκεκριμένα έχει το πλεονέκτημα έναντι των περισσότερων ινών ότι είναι ένα στανταρισμένο προϊόν με υψηλό ιξώδες το οποίο επιτρέπει την απαιτούμενη μείωση.

Την τελευταία δεκαετία η πρόσληψη των διαιτητικών ινών έχει παραμείνει περίπου στο μισό των συνιστώμενων επιπέδων, παρά την ευαισθητοποίηση της Κοινότητας για τα οφέλη στην υγεία. Πρόσφατες εξελίξεις στην βιομηχανία τροφίμων δείχνουν ότι το βέλτιστο ιξώδες μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ενός συνδυασμού διαφορετικών διαλυτών φυτικών ινών, με αποτέλεσμα να προκαλείται ιξώδες που είναι μεγαλύτερο από το ιξώδες των επιμέρους συστατικών. Αυτό ενδέχεται να επιτρέψει να χρησιμοποιηθούν μικρότερες δόσεις που θα αυξήσουν την αποδοχή, διατηρώντας ταυτόχρονα και την αποτελεσματικότητά τους¹⁷.

Μια άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε έδειξε ότι το PGX είναι κλινικά σημαντικό, με την επίδραση της δόσης να είναι οξεία και να παρατηρείται καθυστερημένη μεταγευματική γλυκαιμία. Η υψηλότερη δόση της κοκκώδους μορφής (7.5g) που διαλύθηκε σε νερό και καταναλώθηκε μαζί με υδατάνθρακες σε ένα γεύμα την ώρα του πρωινού, μείωσε την απόκριση της γλυκόζης του αίματος σε

υγιή άτομα κατά 50%. Η αποτελεσματικότητα των κόκκων του PGX αφορούσε εξάλλου και τη χρονική στιγμή: κατανάλωση εντός 15 λεπτών από την έναρξη του γεύματος, αλλά όχι 45 ή 60 λεπτών, επέφερε ακριβώς το ίδιο αποτέλεσμα στη μείωση της γλυκόζης του αίματος που είχε και η κατανάλωση στη χρονική στιγμή 0. Αντίθετα, το PGX που καταναλώθηκε σε κάψουλες (4.5g) δεν προκάλεσε έντονη μείωση της γλυκαιμίας, αλλά είχε σημαντική επίδραση στο «δεύτερο γεύμα» βελτιώνοντας την ανοχή στη γλυκόζη την ώρα του πρωινού όταν καταναλώνεται με το προηγούμενο βραδινό γεύμα. Φαίνεται, λοιπόν, ότι η αποτελεσματικότητα του PGX εξαρτάται από τη δόση, τη χρονική στιγμή της κατανάλωσης και τη μορφή της¹⁷.

Το μέγεθος της μείωσης της γλυκαιμίας που επιτεύχθηκε με την παρουσία του PGX φαίνεται να είναι συγκρίσιμη με άλλες εμπορικές διαθέσιμες λειτουργικές ίνες. Το υψηλό ιξώδες του κόμμεως γκουάρ μειώνει επίσης τη γλυκαιμία έως και 50% όταν αναμιγνύεται πλήρως με ένα γεύμα, αλλά δεν είναι αποτελεσματική όταν το ιξώδες είναι χαμηλό. Αντίθετα, οι ίνες του ψυλλίου (5g) προκάλεσαν μια μείωση της τάξης του 14% στη μεταγευματική γλυκαιμία όταν καταναλώθηκαν με το γεύμα του πρωινού. Οι β-γλυκάνες, που προέρχονται από τη βρώμη, αλλά όχι και από το κριθάρι, μείωσαν τη γλυκαιμία λιγότερο από 20% όταν καταναλώθηκαν μαζί με ψωμί¹⁷.

Τα ευεργετικά αποτελέσματα του σκευάσματος των λειτουργικών ινών εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη μορφή του τροφίμου. Το PGX βρέθηκε να είναι εξίσου αποτελεσματικό όταν αναμιγνύεται με το τρόφιμο, όπως όταν διαλύεται σε νερό. Η δυνατότητα αυτή παρέχει ένα σημαντικό πλεονέκτημα όσον αφορά τη γευστικότητα, επειδή καθυστερεί την έναρξη της αύξησης του ιξώδους. Παρ' όλα αυτά, το PGX δεν είχε καμία επίδραση όταν καταναλώθηκε μέσα σε κάψουλες από ζελατίνη, ακόμη και αν ένα χρονικό διάστημα της τάξης των 15, 30, 45 και 60 λεπτών ήταν επιτρεπτό μεταξύ της κατανάλωσης των καψιδίων και της έναρξης του γεύματος που επιτρέπει την ανάπτυξη του ιξώδους *in vino*¹⁷.

Σε άλλη μελέτη αποδείχθηκε ότι το PGX σε μορφή κάψουλας είχε αποτελέσματα παρόμοια με το «δεύτερο γεύμα». Το φαινόμενο αυτό περιγράφει την ικανότητα ενός τροφίμου ή ενός συμπληρώματος διατροφής να βελτιώσει την ανοχή στη γλυκόζη στα ακόλουθα γεύματα, για παράδειγμα, από το δείπνο το βράδυ στο

πρωινό την επόμενη ημέρα ή από το πρωινό στο δείπνο ή από το μεσημεριανό γεύμα στο βραδινό γεύμα της ίδιας ημέρας. Στην περίπτωση του PGX, ^{6g} που καταναλώθηκαν στη μορφή της κάψουλας με το δείπνο προκάλεσαν μείωση στη γλυκαιμία του πρωινού κατά 30%. Αυτό αποτελεί ένα χρήσιμο χαρακτηριστικό διότι υπονοεί ότι δεν πρέπει να καταναλώνεται σε όλα τα γεύματα το συμπλήρωμα με σκοπό να δούμε τα οφέλη της μεταγευματικής γλυκαιμίας. Πολλές ίνες τόσο διαλυτές όσο και αδιάλυτες, καθώς και ο χαμηλός γλυκαιμικός δείκτης των τροφίμων φαίνεται να παράγει την επίδραση του «δεύτερου γεύματος». Η επίδραση των ινών του σιταριού εκτιμάται ότι σχετίζεται άμεσα με μια έντονη βελτίωση της συνολικής ευαισθησίας στην ινσουλίνη που προκαλείται από την απορρόφηση των προϊόντων της ζύμωσης των ινών στο παχύ έντερο μέσω της πυλαίας κυκλοφορίας του αίματος. Στην περίπτωση των τροφίμων με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη, ο μηχανισμός μπορεί να σχετίζεται με την παρατεταμένη απορρόφηση των υδατανθράκων και την καταπίεση της απελευθέρωσης των λιπαρών οξέων. Είναι, ως εκ τούτου, πιθανό ότι η επίδραση του PGX στο «δεύτερο γεύμα» μπορούσε να είναι μεγαλύτερη στην κοκκώδη μορφή¹⁷.

Στο παρελθόν, η ικανότητα των σκευασμάτων ινών να βελτιώνουν το μεταβολισμό των λιπιδίων ήταν το επίκεντρο των περισσότερων ερευνών. Αλλά όλο και περισσότερο, οι μειώσεις στη μεταγευματική γλυκαιμία ενθαρρύνθηκαν ως τμήμα της διαχείρισης και πρόληψης της διαταραγμένης ανοχής στη γλυκόζη και το διαβήτη τύπου 2. Στη STOP-NIDDM μελέτη, η θεραπεία με τον αναστολέα α-γλυκοζιδάση, ακαρβόζη, ένα συστατικό που μειώνει τη μεταγευματική υπεργλυκαιμία, μείωσε τον κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη τύπου 2, αύξησης του σωματικού βάρους με την πάροδο του χρόνου, και καρδιαγγειακών νοσημάτων. Η επαναλαμβανόμενη πρόκληση της λειτουργίας των β-κυττάρων προκλήθηκε από γεύματα φτωχά σε φυτικές ίνες και πλούσια σε υδατάνθρακες προκαλεί ανησυχία στα άτομα που είναι ανθεκτικά στην ινσουλίνη και που πρέπει να αυξήσουν την έκκριση ινσουλίνης για την αποκατάσταση της ομοιόστασης της γλυκόζης. Η τήρηση μιας συμβατικής διατροφής με χαμηλά λιπαρά προκαλεί τόσο υψηλότερη μεταγευματική γλυκαιμία όσο και ινσουλιναιμική διαδρομή και μεγαλύτερες απαιτήσεις στη λειτουργία των β-κυττάρων, η οποία θα μπορούσε τελικά να προωθήσει τη δυσλειτουργία των β-κυττάρων και το διαβήτη τύπου 2. Η ικανότητα του PGX να μειώσει τη μεταγευματική γλυκαιμία προτείνει επίσης ένα δυνητικό ρόλο στην πρόληψη και θεραπεία της παχυσαρκίας⁷. Χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη

υδατάνθρακες συσχετίζονται με χαμηλότερα ποσά προσαύξησης λίπους σε μοντέλα ζώων, και μεγαλύτερη απώλεια λίπους σε ορισμένες δοκιμές απώλειας βάρους. Στους εφήβους, το PGX(5g) σε διάλυμα αποδείχθηκε ότι μειώνει την πρόσληψη ενέργειας από ένα γεύμα πίτσας που δόθηκε 90 λεπτά αργότερα πιο αποτελεσματικά από λιγότερες διαλυτές ίνες όπως η γλυκομαννάνη και η κυτταρίνη.

Συμπερασματικά, το PGX σε κοκκώδη μορφή είναι βιολογικά σημαντικό, και η δόση της σχετίζεται με την επίδραση στην οξεία μεταγευματική γλυκαιμία. Μόλις 7.5g των κόκκων μειώνει την απόκριση της γλυκόζης του αίματος πάνω από 120 λεπτά κατά 50%. Το PGX σε μορφή κάψουλας δεν περιορίζει την οξεία γλυκαιμία με το γεύμα αλλά έχει μια βιολογική σημαντική επίδραση, όταν καταναλώνεται με το βραδινό γεύμα σύμφωνα με το οποίο βελτιώνεται η ανοχή στη γλυκόζη κατά το πρωινό. Περαιτέρω έρευνα απαιτείται ώστε να αξιολογηθούν τα μακροπρόθεσμα οφέλη στην υγεία αυτού του παχύρευστου πολλά υποσχόμενου πολυσακχαρίτη¹⁷.

7.3 Ισομαλτουλόζη (Παλατινόζη)

Συμβατικά συστατικά υδατανθράκων για την παρασκευή σύνθετων τροφίμων, όπως το τροποποιημένο άμυλο, γλυκόζη όπως σιρόπι γλυκόζης, μαλτοδεξτρίνες αλλά και σακχαρόζη αποτελούν τους υδατάνθρακες που αφομοιώνονται πιο γρήγορα και μπορούν να προκαλέσουν μια σχετικά υψηλή γλυκαιμική και ινσουλιναιμική απόκριση. Ακόμα κι έτσι, οι βιομηχανίες τροφίμων έχουν τη δυνατότητα να τροποποιήσουν τη γλυκαιμική απόκριση των τροφίμων με υποκατάσταση των γρήγορα αφομοιώσιμων και συνεπώς υψηλού γλυκαιμικού δείκτη υδατανθράκων με εναλλακτικούς χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη υδατάνθρακες. Η Ισομαλτουλόζη (Iso) είναι ένα παράδειγμα ενός τέτοιου εναλλακτικού υδατάνθρακα που μπορεί να αποτελέσει συστατικό των τροφίμων¹⁰.

Η Iso είναι ένας αναγωγικός δισακχαρίτης που αποτελείται από μόρια γλυκόζης και φρουκτόζης ενωμένα με α -1 $\rightarrow$ 6 γλυκοζιτικούς δεσμούς. Η Iso βρίσκεται φυσικά στο μέλι και στο χυμό του ζαχαροκάλαμου. Η εμπορική Iso (Παλατινόζη) είναι κατασκευασμένη από κατάλληλη για τρόφιμα σακχαρόζη με

ενζυμική αναδιάταξη των γλυκοζιτικών δεσμών που ακολούθησε κρυστάλλωση. Η Iso έχει χρησιμοποιηθεί ως ζάχαρη στην Ιαπωνία και άλλες Ασιατικές χώρες για περισσότερο από δύο δεκαετίες¹¹. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση εγκρίθηκε ως Λειτουργικό Τρόφιμο (novel food) το 2005 και διατίθεται στην αγορά χαρακτηριζόμενο ως ασφαλές στις Η.Π.Α.. Η γεύση και η εμφάνιση της Iso είναι παρόμοια με της σακχαρόζης, και η γλυκύτητα της είναι περίπου η μισή της σακχαρόζης. Σε αντίθεση με τη σακχαρόζη, η Iso μετά βίας χρησιμοποιείται από τα βακτήρια του στόματος που σχηματίζουν πλάκα και ως εκ τούτου δεν προκαλεί τερηδόνα. Λόγω του σταθερού α -1 $\rightarrow$ 6 γλυκοζιτικού δεσμού η Iso υδρολύεται αργά, ίσως και πλήρως, από τους δισακχαρίτες του λεπτού εντέρου. Οι ελεύθεροι μονοσακχαρίτες γλυκόζης και φρουκτόζης απορροφώνται και μεταβολίζονται. Εξαιτίας της πιο αργής απελευθέρωσης και απορρόφησης, η γλυκόζη του αίματος και η ινσουλιναιμική απόκριση μετά την από στόματος χορήγηση βρέθηκε να αυξάνονται με πιο αργούς ρυθμούς και να φτάνουν σε χαμηλότερα μέγιστα από ότι συνέβη μετά τη χορήγηση σακχαρόζης. Η γλυκόζη ανεφοδιασμού διατηρείται έτσι για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Με υπολογισμό του γλυκαιμικού δείκτη η Iso αποτελεί ένα χαμηλό γλυκαιμικό υδατάνθρακα¹⁰.

Μέχρι και σήμερα, δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για άνθρωπο όπου η Iso, όταν ενσωματωθεί σε σύνθετα τρόφιμα και ποτά, είναι πράγματι αργά εύπεπτη, ακόμη πλήρως διαθέσιμος υδατάνθρακας. Οι μελέτες που πραγματοποιήθηκαν με την Iso μέχρι τώρα είναι κυρίως για δοκιμές σε υγιή άτομα. Ως εκ τούτου, οι επιδράσεις στην υγεία των υγιών και μακροπρόθεσμα η κατανάλωση της Iso είναι άγνωστη σε άτομα με αυξημένο κίνδυνο για μη μεταδοτικές ασθένειες¹⁰.

Η πρώτη μελέτη ερευνά την πέψη και απορρόφηση της Iso in vivo σε ανθρώπους. Το μοντέλο της ειλεοστομίας είναι κατάλληλη μέθοδος για την αξιολόγηση των διεργασιών της απορρόφησης και χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα σε πολλές μελέτες για τον προσδιορισμό της πέψης των υδατανθράκων στο λεπτό έντερο. Τα αποτελέσματα από τη μελέτη της ειλεοστομίας με την Iso επιβεβαίωσαν τα ευρήματα από προηγούμενες μελέτες in vitro και σε ζώα, ότι η Iso πέπτεται σχεδόν πλήρως και απορροφάται από το ανθρώπινο λεπτό έντερο, ανεξάρτητα από τη δομή και τη συνοχή του τροφίμου. Μαζί με τα ευρήματα της μεταγενεατικής γλυκόζης του αίματος και του προσδιορισμού της ινσουλίνης μετά την κατανάλωση Iso, τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι η Iso είναι πλήρως, αλλά πολύ αργά υδρολυόμενη

και απορροφούμενη από το λεπτό έντερο, με αποτέλεσμα να οδηγεί σε παρατεταμένη μεταφορά της γλυκόζης για το μεταβολισμό. Έτσι, η παρούσα μελέτη επιβεβαιώνει ότι η Iso είναι ένας πλήρως διαθέσιμος υδατάνθρακας με χαμηλό γλυκαιμικό και ινσουλιναιμικό δείκτη¹⁰.

Στις 4 εβδομάδες συγχρονική μελέτη των επιπτώσεων της τακτικής κατανάλωσης η Iso δόθηκε σε μια ελεγχόμενη και τυπική Δυτική διατροφή (χαμηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες και υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά) με τη μορφή μιας ποικιλίας τροφίμων όπως πουτίγκα, μπισκότα, καραμέλες και αναψυκτικά. Η Iso και τα προϊόντα της που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη έτυχαν θετικής αποδοχής και τα 50g/ημέρα για το χρονικό διάστημα των 4 εβδομάδων ήταν ανεκτό από τους συμμετέχοντες¹⁰.

Η 4 εβδομάδων συγχρονική μελέτη είχε στόχο να εξετάσει τις επιδράσεις της τακτικής κατανάλωσης Iso έναντι του υψηλότερου γλυκαιμικού δείκτη συστατικά σε υπερλιπιδαιμικά άτομα. Αυτή είναι η πρώτη ανθρώπινη μελέτη παρέμβασης που εξετάζει την τακτική κατανάλωση Iso για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Στην παρούσα μελέτη, τα λιπίδια του αίματος (χοληστερόλη, LDL, HDL, TAG και apo) δεν επηρεάστηκαν από το χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη του υδατάνθρακα Iso. Η οξειδωμένη LDL και τα επίπεδα της NEFA παρέμειναν σταθερά τόσο με την Iso όσο και με τη σακχαρόζη. Η σχέση μεταξύ του γλυκαιμικού δείκτη του διαιτολογίου και του κλάσματος των λιπιδίων του αίματος έχει αξιολογηθεί σε πολλές μελέτες¹⁰. Μια αντίστροφη σχέση μεταξύ του γλυκαιμικού δείκτη του διαιτολογίου και της HDL χοληστερόλης βρέθηκε σε πολλές μελέτες, παρόλο που σε μια μελέτη δεν βρέθηκε καθόλου συσχέτιση. Επιπλέον, μελέτες παρατήρησης έδειξαν ότι τα επίπεδα του TAG τείνουν να αυξάνονται όταν ο γλυκαιμικός δείκτης ή το γλυκαιμικό φορτίο της συνηθισμένης διατροφής αυξάνει¹⁰. Ωστόσο, τα αποτελέσματα από τις δοκιμές παρέμβασης διέφεραν από εκείνα των δοκιμών παρατήρησης. Οι Orpetman et al.(2004) διεξήγαγαν μια μετά-ανάλυση δεκατεσσάρων τυχαίων, ελεγχόμενων κλινικών δοκιμών ώστε να διαπιστώσουν αν τα διαιτολόγια χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη, συγκρινόμενα με κλασικά ή υψηλού γλυκαιμικού δείκτη διαιτολόγια, είχαν ευεργετική επίδραση στους δείκτες για το μεταβολισμό των λιπιδίων. Στις μελέτες που εξετάστηκαν, διαιτολόγια χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη προκάλεσαν μια στατιστικά σημαντική βελτίωση στη συνολική συγκέντρωση χοληστερόλης αλλά όχι στις TAG, LDL και HDL χοληστερόλη. Μια

ακόμη μετά-ανάλυση από τον Livesey⁸ και συν. δεν επέδειξε σαφείς ενδείξεις για τη διαφορά που ακολουθεί η TAG με παρέμβαση χαμηλού Γλυκαιμικού Δείκτη/Γλυκαιμικού Φορτίου, αν και τα επίπεδα TAG μειώθηκαν σε αυτές τις ομάδες με τα μεγαλύτερα επίπεδα. Σε υπερλιπιδαιμικά άτομα χωρίς να πάσχουν από διαβήτη, ο Jenkins et. Al (2000) έδειξε ότι δίαιτα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη για 4 εβδομάδες θα μπορούσε να μειώσει την ολική χοληστερόλη και την LDL χοληστερόλη κατά 10% περίπου και την TAG κατά 20% συγκρινόμενη με δίαιτα υψηλού γλυκαιμικού δείκτη. Αυτό υποδεικνύει ότι η επιρροή της συνολικής διατροφής Γλυκαιμικού Δείκτη/Γλυκαιμικού Φορτίου στους δείκτες του μεταβολισμού των λιπιδίων διαφέρει σημαντικά στις διάφορες μελέτες. Επιπλέον, θα ήταν αντιληπτό ότι η πιο έντονη ευνοϊκή επίδραση της παρέμβασης χαμηλού Γλυκαιμικού Δείκτη/Γλυκαιμικού Φορτίου θα ήταν πιο αντιληπτή σε άτομα με μεγαλύτερη συμπτωματολογία υπερλιπιδαιμικού προφίλ¹⁰.

Όσον αφορά το μεταβολισμό των υδατανθράκων, σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα γλυκόζης νηστείας του αίματος και αντίσταση στην ινσουλίνη(HOMA-IR), παρατηρήθηκε μετά από 4 εβδομάδες κατανάλωσης Iso σε σύγκριση με την αρχική τιμή, ενώ οι διαφορές αυτές δεν ήταν σημαντικές με τη μελέτη της σακχαρόζης¹. Ωστόσο, δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της Iso και της σακχαρόζης στο χρονικό διάστημα των 4 εβδομάδων σε κάθε μέτρηση του μεταβολισμού των υδατανθράκων. Οι παρεμβάσεις βοήθησαν ελαφρώς τα επίπεδα προΐνσουλίνης και C-peptide. Οι περισσότερες μελέτες παρέμβασης εξέταζαν την επίδραση του Γλυκαιμικού Δείκτη/Γλυκαιμικού Φορτίου στο μεταβολισμό των υδατανθράκων για τον διαβήτη τύπου 1 και τύπου 2¹⁸. Μετά-αναλύσεις έδειξαν ότι σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2 είχε ευεργετική επίδραση η δίαιτα χαμηλού Γλυκαιμικού Δείκτη/Γλυκαιμικού Φορτίου που αντικατοπτρίζεται με μείωση της HbA1c, της φρουκτοζαμίνης, καθώς και της HOMA-IR, της γλυκόζης νηστείας του αίματος και των επιπέδων της ινσουλίνης. Δεδομένα για άτομα με αμείωτο μεταβολισμό υδατανθράκων, ωστόσο, είναι σπάνια. Οι Brand-Miller⁶ και συν. ανέφεραν μια μη σημαντική μείωση της φρουκτοζαμίνης σε υγιή άτομα που εφάρμοζαν ένα διαιτολόγιο χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη. Επιπλέον, οι Livesey και συν. παρατήρησαν ότι για τη βελτίωση των επιπέδων γλυκόζης νηστείας του αίματος και των γλυκοζυλιωμένων πρωτεϊνών, υπάρχουν ενδείξεις ότι οι επιδράσεις είναι μεγαλύτερες μεταξύ εκείνων με το χαμηλότερο γλυκαιμικό έλεγχο. Για τη μείωση

της γλυκόζης νηστείας του αίματος, το όριο είναι περίπου 5mmol/l. Σε σχέση με τα επίπεδα ινσουλίνης, κανένα αποτέλεσμα δεν προσδιορίστηκε για συγκεντρώσεις 100pmol/l. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα είναι σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Σε άτομα με πιο εμφανείς διαταραχές στον έλεγχο της γλυκόζης του αίματος, όπως άτομα με διαταραγμένη ανοχή στη γλυκόζη ή εκδηλωμένο σακχαρώδη διαβήτη, κατά πάσα πιθανότητα οι εντονότερες μακροπρόθεσμα ευεργετικές επιδράσεις μπορεί να είναι δυνατόν να προκαλέσει χαμηλότερη και παρατεταμένη γλυκαιμική απόκριση και χαμηλότερη ινσουλιναιμική επιβάρυνση συσχετιζόμενη με την Iso (Holub *et al*,2010)¹⁰.

Συμπερασματικά, η Iso είναι ένας πλήρως αλλά αργά υδρολυώμενος και απορροφούμενος από το λεπτό έντερο υδατάνθρακας, ανεξάρτητα από τη δομή και τη συνοχή του τροφίμου, και οδηγεί στην παρατεταμένη μεταφορά της γλυκόζης του αίματος. Επιπλέον, επιβεβαιώνεται ότι η τακτική κατανάλωση της Iso σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα είναι ανεκτή ακόμα και σε άτομα με αυξημένο κίνδυνο για καρδιαγγειακά νοσήματα¹⁰.

7.3 Φρουκτόζη

Όταν προσλαμβάνεται από τον ανθρώπινο οργανισμό, η φρουκτόζη απορροφάται από ένα σύστημα ενεργούς μεταφοράς αλλά με βραδύτερο ρυθμό από τη γλυκόζη. Λόγω της απουσίας της γλυκόζης, η ικανότητα του εντέρου του ανθρώπου να απορροφά φρουκτόζη φαίνεται να ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό με κάποιους ανθρώπους να μην είναι σε θέση να απορροφήσουν πλήρως ποσότητα 30-40g¹³. Τα άτομα που αδυνατούν να απορροφήσουν πλήρως τη φρουκτόζη αντιμετωπίζουν προβλήματα διάρροιας και άλλων παρενεργειών του γαστρεντερικού συστήματος. Το πρώτο βήμα στο μεταβολισμό της γλυκόζης και της φρουκτόζης διαφέρει σημαντικά. Η φρουκτόζη⁵ διεγείρει μέτρια μόνο την έκκριση της ινσουλίνης και δεν απαιτεί την παρουσία της ινσουλίνης για να εισέλθουν τα κύτταρα. Η φρουκτόζη ραγδαία μετατρέπεται σε φρουκτόζη-1-φωσφορική και παρακάμπτει τα αρχικά στάδια του μεταβολισμού της γλυκόζης. Η φρουκτόζη-1-φωσφορική μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ, γλυκόζη και γλυκογόνο. Η γλυκονεογέννεση από τη φρουκτόζη αυξάνεται μετά από κατάσταση πείνας και μη ελεγχόμενο διαβήτη. Η

φρουκτόζη, μπορεί επίσης, να προέρχεται από το ακέτυλο-CoA, το οποίο χρησιμοποιείται στη σύνθεση των λιπαρών υλών.

Η φρουκτόζη έχει την πιο γλυκιά γεύση από τους φυσικούς υδατάνθρακες . Από το 1960 είναι δυνατή η παραγωγή με χαμηλό κόστος σιροπιού φρουκτόζης από το άμυλο του καλαμποκιού¹³. Η γεύση και η γλυκύτητα του 55% σιροπιού καλαμποκιού φρουκτόζης είναι ισοδύναμη με αυτή της σακχαρόζης. Εξαιτίας της γλυκύτητας και του χαμηλού κόστους, η φρουκτόζη βρίσκει εμπορική εφαρμογή. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, το σιρόπι φρουκτόζης 55% υιοθετήθηκε από τη βιομηχανία αεριούχων ποτών και έγινε η κυρίαρχη γλυκαντική ουσία στα αναψυκτικά.

Το σιρόπι φρουκτόζης χρησιμοποιείται ευρέως σε αναψυκτικά, φρουτοποτά, ψημένα τρόφιμα, σιρόπια και καραμέλες. Περίπου το ένα τρίτο της φρουκτόζης προέρχεται από φρούτα, λαχανικά και άλλες φυσικές πηγές και τα δύο τρίτα προστίθενται στα ποτά και τρόφιμα της διατροφής⁷. Υπάρχει μια τάση προς τη σημαντική αυτή θερμιδική γλυκαντική ουσία και η κατανάλωση φρουκτόζης παρατηρείται πλέον σε όλο τον κόσμο.

Υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για τις μεταβολικές επιπτώσεις της διαιτητικής φρουκτόζης, ιδιαίτερα σε άτομα με μεταβολικό σύνδρομο και διαβήτη. Οι περισσότερες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει διατροφικές οδηγίες, μερικές φορές με συμπληρώματα φρουκτόζης, χωρίς να δημιουργείται επαρκής πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών¹³.

Μελέτες σε διαβητικά άτομα που έγιναν τη δεκαετία του 1970 και 1980⁵ έδειξαν ότι η φρουκτόζη που περιέχονταν σε γεύματα ελέγχου προκάλεσε μικρότερη μεταγευματική αύξηση της γλυκόζης του πλάσματος από τα γεύματα που περιείχαν ισοθερμιδικές ποσότητες σακχαρόζης, γλυκόζης και αμύλου. Οι Jenkins και συν. μελέτησαν περαιτέρω τις διαφορές στην απόκριση των διαιτητικών υδατανθράκων με την ανάπτυξη του ΓΔ των τροφίμων. Ο γλυκαιμικός δείκτης των τροφίμων που περιέχουν υδατάνθρακες διαφέρει σημαντικά, με τη φρουκτόζη να έχει ιδιαίτερα χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη.

Τα γεύματα ελέγχου περιέχουν περίπου ίση ποσότητα πρωτεϊνών, λίπους και υδατανθράκων, αλλά κάθε γεύμα είχε διαφορετικό υδατάνθρακα ελέγχου, ο οποίος αντιπροσωπεύει το 24-25% της συνολικής ενέργειας. Οι υδατάνθρακες ελέγχου ήταν οι παρακάτω γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη, άμυλο πατάς και άμυλο σιταριού. Σε υγιείς εθελοντές, εθελοντές με διαβήτη τύπου 1 και εθελοντές με διαβήτη τύπου 2, το

γεύμα με τη φρουκτόζη προκάλεσε τη μικρότερη μεταγευματική της φρουκτόζης του πλάσματος και τη μικρότερη αύξηση στην περιοχή της μεταγευματικής γλυκόζης. Τα γεύματα φρουκτόζης προκάλεσαν επίσης, τη μικρότερη αύξηση του ορού της ινσουλίνης σε υγιείς και με διαβήτη τύπου 2 εθελοντές, αλλά οι διαφορές μεταξύ των γευμάτων δεν ήταν σημαντικές⁹. Άλλοι ερευνητές έδειξαν σαφώς ότι τα γεύματα φρουκτόζης προκάλεσαν μικρότερες αποκρίσεις ινσουλίνης από τα γεύματα σακχαρόζης ή γλυκόζης τόσο σε υγιείς όσο και σε διαβητικούς συμμετέχοντες.

Επειδή η φρουκτόζη έχει μια ευχάριστη γεύση παρόμοια με εκείνη της σακχαρόζης, και επειδή παράγει μια μικρότερη αύξηση της μεταγευματικής γλυκόζης του πλάσματος από τους άλλους κοινούς υδατάνθρακες, η φρουκτόζη φαίνεται να είναι μια εξαιρετική γλυκαντική ουσία στο διαβητικό διαιτολόγιο. Προκειμένου να δοκιμαστεί αυτή η δυνατότητα, μελέτησαν¹² συμμετέχοντες με διαβήτη τύπου 1 και 12 συμμετέχοντες με διαβήτη τύπου 2 που είχαν καταναλώσει 3 ισοθερμικές δίαιτες για 8 ημέρες. Οι 3 δίαιτες παρείχαν αντίστοιχα, 21% της ενέργειας φρουκτόζη, 23% της ενέργειας σακχαρόζη, και σχεδόν όλοι οι υδατάνθρακες ενέργειας όπως το άμυλο με το 5% της ενέργειας να προέρχεται από τη φρουκτόζη και τη σακχαρόζη. Το διαιτολόγιο της φρουκτόζης είχε σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα μεταγευματικής απόκρισης της γλυκόζης του πλάσματος μετά από 1 και 2 ώρες, χαμηλότερη συνολικά μέση γλυκόζη του πλάσματος και ουρική έκκριση γλυκόζης από το διαιτολόγιο αμύλου¹¹. Η μείωση στη μέση τιμή της γλυκόζης του πλάσματος με το διαιτολόγιο της φρουκτόζης ήταν 24% σε συμμετέχοντες με διαβήτη τύπου 1 και 7% σε συμμετέχοντες με διαβήτη τύπου 2. Αξίζει να σημειωθεί ότι το διαιτολόγιο της φρουκτόζης αύξησε το μεταγευματικό γαλακτικό οξύ. Δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ του διαιτολογίου σακχαρόζης και αμύλου σε καμία από τις μετρήσεις του γλυκαιμικού δείκτη σε καθεμιά από τις δύο ομάδες.

Φαίνεται να είναι σημαντικό να παρατείνουμε την περίοδο των διατροφικών παρεμβάσεων με τη φρουκτόζη ώστε να δούμε αν οι ευεργετικές επιδράσεις στη γλυκαιμία παρέμειναν και να διερευνήσουμε για πιθανές ανεπιθύμητες ενέργειες. Ωστόσο, μελετήθηκαν ισοθερμικές υψηλής σε φρουκτόζη (20% της ενέργειας που προέρχεται από φρουκτόζη) και υψηλής σε άμυλο δίαιτα (3% της ενέργειας προέρχεται από το άμυλο) σε 6 άτομα με διαβήτη τύπου 1 και 12 άτομα με διαβήτη τύπου 2. Και τα δύο υπό μελέτη διαιτολόγια αποτελούνταν από συνηθισμένα φαγητά

και παρέχονταν στους συμμετέχοντες για 28 ημέρες. Τα διαιτολόγια λαμβάνονταν από όλους τους συμμετέχοντες. Η μέση τιμή της γλυκόζης του πλάσματος, η γλυκόζη στα ούρα και ο ορός της γλυκοζυλιωμένης λευκωματίνης ήταν σε χαμηλότερες τιμές κατά τη διάρκεια του διαιτολογίου με φρουκτόζη από ότι κατά τη διάρκεια του διαιτολογίου με άμυλο. Την 28η μέρα του διαιτολογίου με τη φρουκτόζη, η μέση τιμή της γλυκόζης του πλάσματος ήταν κατά 13% χαμηλότερη από την τιμή της 28ης ημέρας στο διαιτολόγιο του αμύλου⁵.

Οι Osei και συν. σύγκριναν τις διαιτητικές οδηγίες διατήρησης του βάρους με ή χωρίς συμπληρώματα φρουκτόζης σε 2 ομάδες με συμμετέχοντες με διαβήτη τύπου 2. Μετά από 12 εβδομάδες, ο ορός της γλυκόζης νηστείας και η γλυκοζυλιωμένη αιμογλοβίνη ήταν χαμηλότερα στην ομάδα που λάμβανε τα συμπληρώματα της φρουκτόζης. Σε άλλες μελέτες, τα συμπληρώματα φρουκτόζης δεν είχαν καμία επίδραση στη γλυκόζη νηστείας του πλάσματος.

7.4 Κανέλα και κιτρικό οξύ

Έχει αποδειχθεί ότι η ανάμιξη της κανέλας (*Cinnamomum cassia*) σε ένα γεύμα μειώνει σημαντικά τη μεταγευματική απόκριση της γλυκόζης του αίματος, πιθανώς επηρεάζοντας τη φωσφορυλίωση των υποδοχέων της ινσουλίνης και μειώνοντας το ποσοστό της γαστρικής κένωσης. Έχει επίσηςδειχθεί, ότι η χορήγηση συμπληρωμάτων κανέλας πάνω από 2 έως 6 εβδομάδες μειώνει τη γλυκόζη νηστείας του αίματος σε άτομα με διαβήτη τύπου 2 και τη μεταγευματική ανοχή στη γλυκόζη και την ευαισθησία στην ινσουλίνη σε υγιείς άνδρες και γυναίκες¹⁵. Έχει επίσης αναφερθεί μείωση της γλυκόζης του αίματος από την επίδραση που επιφέρει η προσθήκη ξυδιού ή οξικού οξέος σε τρόφιμα, τόσο σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε ζώα όσο και σε ανθρώπους. Το αποτέλεσμα αυτό έχει ερμηνευθεί ως καθυστερημένη γαστρική κένωση. Το αντικείμενο που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι κατά πόσο ο συνδυασμός της κανέλας και του οξικού οξέος μπορεί επιπρόσθετα να μειώσει τη γλυκόζη του αίματος. Από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν βρέθηκε ότι η αλληλεπίδραση κανέλας-οξικού οξέος δεν είναι σημαντική. Σημαντικό παράγοντα για τα αποτελέσματα αποτελεί η δόση της κανέλας που προστίθεται⁸. Οι Hlebowicz (1999) καθώς και οι Solomon και Blannin ανέφεραν

σημαντική μείωση της γλυκόζης του IAUC προσθέτοντας 6g και 5g κανέλας, αντίστοιχα σε πουτίγκα ρυζιού και ρόφημα γλυκόζης. Πρόσφατα, δείχθηκε ότι ποσότητα από 1g έως 3g κανέλας δεν επηρεάζουν τη γλυκόζη του αίματος, ενώ η ινσουλίνη ακόμα επηρεάζεται. Κατέληξαν, λοιπόν, στο συμπέρασμα ότι 1 έως 4g κανέλας δεν αποτελούν επαρκή δόση για τη μείωση της γλυκόζης του αίματος.

Εκτός από τη συνολική ποσότητα της κανέλας, κάποιος μπορεί να συγκρίνει το λόγο υδατάνθρακες/κανέλα επειδή η δύναμη μείωσης της γλυκόζης του αίματος μπορεί να σχετίζεται με την αύξηση της γλυκόζης του αίματος. Προφανώς, ο χαμηλότερος λόγος υδατανθράκων/κανέλας έχει και τα σημαντικότερα αποτελέσματα, δηλαδή η επίδραση της κανέλας στη μείωση της γλυκόζης του αίματος είναι η μεγαλύτερη¹⁴. Αυτό υποδηλώνει την επίδραση της δόσης της κανέλας και προτείνεται η αναλογία υδατανθράκων/κανέλας να είναι περίπου 15 ή και χαμηλότερη ώστε να επιτυγχάνεται σημαντική επίδραση στη μείωση της γλυκόζης του αίματος.

Οι Brighenti και συν. καθώς και οι Liljeberg και Bjorck παρατήρησαν σημαντική μείωση της γλυκόζης του αίματος με την προσθήκη 1,02 και 1,08 οξικού οξέος σε λευκό ψωμί 50g που χορηγήθηκε, και είχαν ως αποτέλεσμα μια αναλογία 49 και 46 αντίστοιχα. Οι Ebihara και Nakajima ανέφεραν ότι δεν είχε καμία επίδραση η προσθήκη 3g οξικού οξέος στη γλυκόζη του αίματος που προστέθηκε σε ένα ρόφημα γλυκόζης 50g, ωστόσο η κορυφή της καμπύλη γλυκόζης μειώθηκε με το ξύδι. Κατά συνέπεια, και σε αντίθεση με την κανέλα, δεν φαίνεται να υπάρχει εμφανής επίδραση στη δόση του οξικού οξέος. Επειδή ο γλυκαιμικός δείκτης και το γλυκαιμικό δυναμικό των διαφορετικών γευμάτων ελέγχου είναι παρόμοιοι, η πιο εμφανής διαφορά μεταξύ των μελετών η φύση του τροφίμου με την οποία καταναλώθηκε το οξικό οξύ ή το ξύδι. Η σακχαρόζη παρέχει το 50% του φορτίου των υδατανθράκων, όπως και η φρουκτόζη. Ωστόσο, δεν υπάρχει προφανής εξήγηση στο γιατί το οξικό οξύ πιθανόν να λειτουργεί περισσότερο ή λιγότερο σε διαφορετικά πλαίσια.

7.5 Προσθήκη πρωτεϊνών

Πρόσφατα, το ενδιαφέρον έχει επικεντρωθεί στη μεταβολική απόκριση των φυτικών ινών. Οι πρωτεΐνες διαφέρουν ως προς την ικανότητα τους να μειώνουν τη μεταγευματική γλυκόζη του αίματος. Η σύγκριση των ινσουλινοτροπικών

χαρακτηριστικών του γάλακτος, της γλουτένης, του μπακαλιάρου, του τυριού και του ορού γάλακτος έδειξε ότι το γάλα και ο ορός του γάλακτος έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στο μεταβολισμό της γλυκόζης με την αύξηση τόσο της έκκρισης ινσουλίνης όσο και της γλυκόζης⁵.

Διαφορετικές πηγές πρωτεϊνών μπορούν να αφομοιωθούν σε διαφορετικά ποσοστά, με τον ορό του γάλακτος να αφομοιώνεται γρηγορότερα με αποτέλεσμα να παρουσιάζει υψηλή μεταγευματική συγκέντρωση των αμινοξέων¹². Η λευκίνη, η ισολευκίνη, η βαλίνη, η λυσίνη και η θρεονίνη θεωρούνται τα πιο γνωστά αμινοξέα υπεύθυνα για την παρατηρούμενη αύξηση της συγκέντρωσης ινσουλίνης. Επίσης, δεν είναι γνωστό αν η προσθήκη πρωτεϊνών ορού γάλακτος θα μειώσει αποτελεσματικά την απόκριση της μεταγευματικής γλυκόζης στο αίμα και κατά πόσο η μείωση αυτή θα ανταποκρίνεται πάντα.

Η διαφορετική επίδραση των διάφορων αμινοξέων στα μεταγευματικά επίπεδα ινσουλίνης είναι γνωστή. Είναι πιθανόν μίγματα πρωτεϊνών με διαφορετικό προφίλ αμινοξέων να οδηγούν σε διαφορετική απόκριση μεταγευματικής ινσουλίνης. Ο πρωτεΐνες του ορού γάλακτος είναι ιδιαίτερα υψηλές στις διακλαδισμένες αλυσίδες των αμινοξέων και πιο συγκεκριμένα η λευκίνη. Τα αμινοξέα αυτά είναι έχουν μεγαλύτερη ικανότητα να αυξήσουν την απόκριση ινσουλίνης. Ορμόνες όπως η γλυκαγόνη-πεπτιδίου 1 (GLP-1) και η Glucose-dependent insulintropic peptide (GIP) απελευθερώνονται στο έντερο μετά την κατανάλωση τροφίμου και συμμετέχουν σε πολλά πεπτικά συστήματα συμπεριλαμβανομένου και του γλυκαιμικού ελέγχου⁵.

Η Glucagon-like peptide-1 (GLP-1) είναι μια πολύ-λειτουργική ορμόνη που απελευθερώνεται από το έντερο ως απόκριση ενός γεύματος. Η εξωγενής GLP-1 διεγείρει την έκκριση ινσουλίνης άτομα με διαβήτη εκκρίνουν GLP-1 σε χαμηλότερα επίπεδα. Ο αναστολέας της διπεπτιδυλο-πεπτιδάσης IV (DPP-IV) είναι μια πεπτιδάση που υδρολύει ορμόνες όπως την GLP-1. Η παρεμπόδιση της DPP-IV σε αρουραίους με έναν αναστολέα έχει αποδειχθεί ότι καταστέλλει την αύξηση της γλυκόζης του αίματος με ενδεχόμενη προστασία της GLP-1. Η πρωτεΐνη ορού γάλακτος μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη φυσιολογία των ορμονών. Η πρωτεΐνη ορού γάλακτος φαίνεται σε ποντίκια να αυξάνει την GLP-1 και να αναστέλλει την DPP-IV, με αποτέλεσμα την αυξημένη και παρατεταμένη απόκριση στην ινσουλίνη⁸. Μέτρηση των ορμονών αυτών μετά την κατανάλωση των γευμάτων δείχνει παρουσία

GILP η οποία μπορεί να διαλευκάνει το μηχανισμό δράσης μείωσης της γλυκόζης όπως φαίνεται με το πεπτίδιο ορού γάλακτος.

7.6 Μίγμα παχύρευστων ινών

Ένα διαιτολόγιο πλούσιο σε φυτικές ίνες συνίσταται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) για το γενικό πληθυσμό και για τον έλεγχο της διατροφής ασθενών με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Οι διαλυτές διαιτητικές ίνες επιβραδύνουν την πέψη και την απορρόφηση των συνδεδεμένων διαιτητικών ινών, με αποτέλεσμα την ισοπέδωση της μεταγευματικής γλυκόζης και της συγκέντρωσης της ινσουλίνης. Ορισμένα τρόφιμα όπως η βρώμη που περιέχει ίνες β-γλυκάνης και το κριθάρι και διαλυτές απομονωμένες ίνες όπως η πηκτίνη, το κόμμι γκουάρ, το ψύλλιο που προστίθενται σε αμυλούχες τροφές, λόγω του υψηλού επιπέδου ιξώδους, και έχουν το καταλληλότερο επίπεδο γλυκόζης του αίματος και γλυκαιμικού δείκτη για τη μείωση των επιπτώσεων. Οι ίνες από μόνες τους δεν έχουν γλυκαιμικό δείκτη, δεδομένου ότι δεν περιέχουν καθόλου διαθέσιμους υδατάνθρακες, αλλά η προσθήκη των ινών σε τρόφιμα που περιέχουν υδατάνθρακες μπορεί να επηρεάσει το γλυκαιμικό δείκτη του τροφίμου. Η ποσοτικοποίηση της επίδρασης, δηλαδή η Δυνητική Μείωση του Γλυκαιμικού Δείκτη έχει προταθεί και προβλέπει τη μείωση σε μονάδες γλυκαιμικού δείκτη/γραμμάριο ινών, η οποία αναμένεται όταν οι ίνες προστίθενται στο τρόφιμο¹¹.

Οι ίνες με υψηλό ιξώδες που προστίθενται σε μια γνωστή σύσταση μπισκότων είναι ένα μίγμα συμπληρωματικών διαιτητικών ινών με υψηλό ιξώδες (πολυσακχαρίτες) που δρουν συνεργιστικά ώστε να αναπτύξουν ένα τεχνητό ιξώδες το οποίο πολλές φορές είναι υψηλότερο από το ιξώδες οποιασδήποτε γνωστής φυσικής ίνας, συμπεριλαμβανομένου και του ιξώδους των απομονωμένων ινών στο μίγμα των ινών. Ένα από τα κύρια συστατικά του παχύρευστου μίγματος ινών είναι η γλυκομαννάνη, ένας πολυσακχαρίτης γλυκομανόζης που λαμβάνεται από την άλεση της ρίζας των κονδύλων του *Amorphophallus Konjac C. Koch*, ένα φυτό που έχει χρησιμοποιηθεί ως τρόφιμο και ως φάρμακο για χιλιάδες χρόνια στην Άπω Ανατολή. Υψηλής απόσταξης γλυκομαννάνη είναι περίπου τρεις φορές πιο παχύρευστη από το γκούαρ και περίπου επτά φορές πιο παχύρευστη από το ψύλλιο ή την πηκτίνη⁶. Το

ιζώδες του μίγματος των παχύρευστων ινών έχει ενισχυθεί με ένα συνδυασμό διαλυτών ινών με ιζώδες 3-5 φορές υψηλότερο από της γλυκομαννάνης. Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι το υψηλότερο ιζώδες *in vitro* αντιστοιχούσε άμεσα σε χαμηλότερα επίπεδα γλυκόζης του αίματος. Συμπλήρωμα της διατροφής με μίγμα παχύρευστων ινών επέδειξε μείωση στα λιπίδια του αίματος, τη συστολική αρτηριακή πίεση και βελτίωση στη μακροπρόθεσμη ρύθμιση της γλυκόζης του αίματος σε άτομα με διαβήτη τύπου 2 και μεταβολικό σύνδρομο⁸. Τελευταία το ενδιαφέρον στα συμπληρώματα έχει επανεμφανιστεί ως εμπορικό προϊόν, και τα προϊόντα παχύρευστων ινών είναι και πάλι διαθέσιμα¹¹.

Πριν από είκοσι χρόνια διεξήχθη μια έρευνα με στόχο να διερευνήσει αν το μίγμα παχύρευστων ινών μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα κοινό τρόφιμο τύπου σνακ θα μπορούσε να μειώσει την απόκριση μεταγευματικής γλυκόζης του αίματος εξίσου σε υγιείς ανθρώπους και σε άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Το ερώτημα αυτό φαίνεται να είναι ιδιαίτερα σημαντικό σήμερα λόγω της μεγαλύτερης εμφάνισης του διαβήτη σε όλο τον κόσμο και όπου είναι άμεσα διαθέσιμα πλούσια σε φυτικές ίνες χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη σνακ μπορούν να αποτελέσουν ένα χρήσιμο εργαλείο για την πρόληψη και τη θεραπεία της νόσου.

Η μελέτη έδειξε ότι το μίγμα ινών υψηλού ιζώδους που προστέθηκε στα μπισκότα είχε δύο φορές περισσότερα οφέλη για τους καταναλωτές. Η αυξημένη διατροφική πρόσληψη φυτικών ινών και η μειωμένη τιμή του γλυκαιμικού δείκτη φαίνεται να είχαν παρόμοια αποτελέσματα τόσο στους διαβητικούς όσο και στους υγιείς συμμετέχοντες.

Χρησιμοποιώντας την ταξινόμηση των Brand-Miller¹², το παχύρευστο μίγμα ινών που προστέθηκε στα μπισκότα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως «χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη» τρόφιμο ($GI \leq 55$), ενώ τα μπισκότα ελέγχου (πρότυπα) χαρακτηρίστηκαν ως «υψηλού γλυκαιμικού δείκτη» τρόφιμα, ακόμα και αν είχαν πανομοιότυπη σύνθεση χωρίς τα μπισκότα ελέγχου να περιέχουν το παχύρευστο μίγμα ινών.

Ένας από τους περιορισμούς της προηγούμενης μελέτης ήταν η χρονική στιγμή στην οποία πραγματοποιήθηκε. Τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού πιθανόν να έχουν αλλάξει από το 1989, ωστόσο, θα μπορούσε κανείς να υποθέσει ότι η μετατόπιση θα ήταν κυρίως προς την υγιή ομάδα του πληθυσμού, η οποία μπορεί τώρα να είναι

εντονότερη και κάποιοι από τους συμμετέχοντες μπορεί να είχαν διαταραγμένη ανοχή στη γλυκόζη. Αν μη τι άλλο, αυτό μπορεί να έκανε τις ομάδες να δείχνουν πιο όμοιες μεταξύ τους. Η δύναμη της μελέτης έγκειται στο γεγονός ότι τα χαρακτηριστικά των δύο ομάδων είναι τόσο διαφορετικά. Οι δύο ομάδες ατόμων επιλέχθηκαν ώστε να αντικατοπτρίζουν άτομα με πολύ διαφορετική ανοχή στη γλυκόζη ώστε να αξιολογηθεί η εφαρμογή του ιξώδους μίγματος ινών σε διαφορετικές ομάδες πληθυσμού. Η μελέτη αυτή δείχνει ότι παρά τη διαφορά στην ηλικία, το σωματικό βάρος και την ανοχή στη γλυκόζη μεταξύ των δυο ομάδων, η επίδραση στη μείωση της γλυκόζης του αίματος ήταν συγκρίσιμη, γεγονός που δείχνει ότι το παχύρευστο μίγμα ινών που εμπλουτίστηκε στο τρόφιμο τύπου σνακ μπορεί να χρησιμοποιηθεί παγκοσμίως. Δεν έχουν αναφέρει όλες οι μελέτες ομοιότητα στην επίδραση μείωσης της γλυκόζης του αίματος σε τρόφιμα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη μεταξύ υγιών συμμετεχόντων και συμμετεχόντων με διαβήτη. Υπερβολική μεταγευματική γλυκαιμία παρουσιάζει τα υγιή άτομα να διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου και διαβήτη. Τα ευρήματα αυτά δείχνουν ότι η γλυκαιμική φύση των υδατανθράκων είναι επίσης σημαντική για τους υγιείς συμμετέχοντες.

Πολλές κλινικές μελέτες έχουν εκτιμήσει τις οξείες επιπτώσεις των συμπληρωματικών ινών στο γλυκαιμικό έλεγχο. Η β-γλυκάνη της βρώμης, ένα αναγνωρισμένο κάρδιο-προστατευτικό τρόφιμο, μειώνει το γλυκαιμικό δείκτη των διάφορων τροφίμων που περιέχουν υδατάνθρακες σε άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 κατά μέσο όρο κατά 4 μονάδες γλυκαιμικού δείκτη ανά γραμμάριο ινών, το οποίο είναι σημαντικά μικρότερο από το GRIP των 7 μονάδων ανά γραμμάριο μίγματος παχύρευστων ινών που παρουσιάστηκε σε αυτή τη μελέτη. Σε μια άλλη μελέτη, καθορισμένη ποσότητα γλυκομαννάνης (1g), που καταναλώθηκε πριν από την δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη από στόματος, αποδείχθηκε να μειώνει την αύξηση της γλυκόζης του αίματος από 1 σε 2 ώρες μέτρια κατά 10% σε σύγκριση με το εικονικό φάρμακο. Ενζυματικά προκλήθηκε ιξώδες κόμμι γκουάρ(5g) το οποίο προκάλεσε μια μείωση κατά 20% στη σχετική γλυκαιμική αντίδραση σε ένα γεύμα ανοχής γλυκόζης 3 ωρών σε μη διαβητικούς συμμετέχοντες, και μέγιστες τιμές γλυκόζης καθώς και η περιοχή κάτω από την καμπύλη βελτιώθηκε με την κατανάλωση ινών λιναριού από υγιείς συμμετέχοντες¹⁴. Όμως, δεν μπορούν όλες οι διαλυτές ίνες να επηρεάσουν τη μεταγευματική γλυκόζη. Έχει αποδειχθεί, ότι σε υγιείς ενήλικους το άγαρ και η πηκτίνη δεν έχουν επίπτωση στη μεταγευματική

απόκριση γλυκόζης, αν και μπορούν να καθυστερήσουν τη γαστρική εκκένωση. Δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία ώστε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι τα διαιτολόγια χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη μειώνουν τον κίνδυνο για διαβήτη¹⁷. Παρ' όλα αυτά τρόφιμα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη που είναι πλούσια σε φυτικές ίνες και άλλα σημαντικά συστατικά πρέπει να προτείνονται για κατανάλωση. Μια άλλη ανάλυση έδειξε¹⁴ ότι η επιλογή τροφίμων με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη στη θέση των συμβατικών ή των τροφίμων με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη έχει μια κλινικά χρήσιμη επίδραση στο μεσοπρόθεσμο έλεγχο της γλυκόζης σε ασθενείς με διαβήτη, με την εξέλιξη της μείωσης των γλυκοζυλιωμένων πρωτεϊνών κατά 7.4%, ένα όφελος που είναι παρόμοιο με τη φαρμακευτική επίδραση, όπως η Acarbose. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόκλιση του μεταβολισμού της γλυκόζης από τον κανόνα, τόσο μεγαλύτερη είναι η επίπτωση του χαμηλότερου γλυκαιμικού δείκτη και η παρέμβαση του γλυκαιμικού φορτίου. Μια συστηματική ανασκόπηση¹⁰ επέδειξε ότι η κατανάλωση διαιτητικών ινών και σιταριού ήταν αντιστρόφως συσχετιζόμενη και ο γλυκαιμικός δείκτης και το γλυκαιμικό φορτίο ήταν θετικά συσχετιζόμενα με τη συχνότητα εμφάνισης σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Επιπλέον, έχει δειχθεί ότι διαιτολόγια χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη μπορούν να αλλάξουν τη λειτουργία των β-κυττάρων, το προφίλ των λιπιδίων και την υπερπηκτικότητα. Επιπρόσθετα, γεύματα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη μπορούν να προωθήσουν ένα μεταγευματικό μεταβολικό περιβάλλον το οποίο είναι ευνοϊκό για τη μείωση της κατανάλωσης τροφίμου, που μπορεί να είναι επωφέλες για τον έλεγχο της παχυσαρκίας και της αντίστασης στην ινσουλίνη¹³.

Μεταξύ των διαφόρων κατηγοριών επεξεργασμένων αμυλούχων τροφίμων, τα προϊόντα με βάση το σιτάρι παρουσιάζουν ένα ευρύ φάσμα γλυκαιμικής και ινσουλιναιμικής απόκρισης. Οι Garsetti et al. έδειξαν ότι ο γλυκαιμικός δείκτης και ο ινσουλιναιμικός δείκτης των σκέτων μπισκότων συσχετίστηκε με την *in vitro* πέψη του αμύλου και είναι ανεξάρτητα από το είδος της επεξεργασίας. Ωστόσο, έχει επίσης δειχθεί ότι δεν είναι η επεξεργασία αλλά μάλλον η προσθήκη των ινών που έχει προφανή επίδραση στο γλυκαιμικό δείκτη των μπισκότων. Η μέθοδος επεξεργασίας που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή των μπισκότων δεν είχε σημαντική επίδραση στη γλυκαιμική τους απόκριση, όπως υποδεικνύεται και από παρόμοιες τιμές γλυκαιμικού δείκτη για ψωμί με μαργαρίνη και τα μπισκότα ελέγχου. Έτσι, η επεξεργασία ήταν απίθανο να συμβάλλει στη μείωση της

γλυκαιμικής απόκρισης των εμπλουτισμένων με μίγμα παχύρευστων ινών μπισκότων¹⁰.

Οι διαλυτές διαιτητικές ίνες έχειδειχθεί ότι μεταβάλλουν την υφή των τροφίμων, τη δομή και το ιξώδες, και συνεπώς ο ρυθμός αποικοδόμησης του αμύλου και η πέψη, που σχετίζεται με τη ρύθμιση των επιπέδων της μεταγευματικής γλυκόζης. Έχειδειχθεί ότι οι παχύρευστες ίνες, ως αποτέλεσμα των ρεολογικών τους ιδιοτήτων ή του υψηλού ιξώδους τους αποτελούν ένα τζελ, και κατά συνέπεια μπορούν να μειώσουν τις κορυφές της μεταγευματικής συγκέντρωσης της γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος τόσο σε υγιείς όσο και σε διαβητικούς συμμετέχοντες, σε θετική σχέση με το επίπεδο του ιξώδους¹. Οι αδιάλυτες ίνες, όπως η κυτταρίνη και το πίτουρο σιταριού έχουν μικρή επίδραση. Οι παχύρευστες ίνες ασκούν την επίδρασή τους με τη μείωση του ποσοστού της πέψης και απορρόφησης της γλυκόζης του αίματος. Επιπλέον, ο ρυθμός διάδοσης της γλυκόζης από το μίγμα γλυκόζης –ινών *in vitro* είναι ανάλογος με το ιξώδες των διαλυτών ινών. Έτσι, αναμένεται ότι οι ίνες σε ένα μίγμα υψηλότερου ιξώδους θα είχαν μεγαλύτερο αποτέλεσμα στη μείωση της γλυκόζης του αίματος.

Το διαιτητικό λίπος έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τη μεταγευματική γλυκόζη του αίματος, η επίδραση αυτή οφείλεται είτε σε καθυστερημένη γαστρική εκκένωση είτε στον «ileal brake» μηχανισμό¹. Ωστόσο, το ποσό του λίπους που απαιτείται ώστε να επιτευχθεί μειωμένη κινητικότητα του γαστρεντερικού σωλήνα είναι μεγάλο, περίπου το 50% του συνόλου των θερμίδων ή και περισσότερο. Δεδομένου ότι η περιεκτικότητα των μπισκότων σε λίπος ήταν μικρότερη από αυτή, ήταν μάλλον απίθανο το λίπος των μπισκότων είναι απίθανο να είναι υπεύθυνο για τη χαμηλή γλυκαιμική απόκριση των εμπλουτισμένων με μίγμα παχύρευστων ινών μπισκότων.

Αυτό επιβεβαιώνεται από την έλλειψη των διαφορών μεταξύ της γλυκαιμικής αντίδρασης στο λευκό ψωμί και το λευκό ψωμί με 12g μαργαρίνη ή τα πρότυπα μπισκότα. Έτσι, είναι πιθανό ότι ο χαμηλός γλυκαιμικός δείκτης των μπισκότων με παχύρευστο μίγμα ινών οφείλεται στο σχηματισμό ενός σύνθετου φυσικού δεσμού μεταξύ του αμύλου και του προστιθέμενου μίγματος παχύρευστων ινών¹³.

Οι τρέχουσες διατροφικές συστάσεις² για τον σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 υπογραμμίζουν την αύξηση της περιεκτικότητας του διαιτολογίου σε υδατάνθρακες

κατά 50% της ενέργειας, διαιτητικές ίνες πάνω από 25g / ημέρα, και μείωση του λίπους στο 30%. Είναι επίσης γνωστό ότι η σακχαρόζη σε μέτριες ποσότητες δεν είναι απαραίτητα απαγορευτική. Τα μπισκότα με παχύρευστο μίγμα ινών, με περιεκτικότητα σε λιπαρά 30%της ενέργειας και 10g παχύρευστων διαιτητικών ινών είναι, κατά συνέπεια, σύμφωνα με τις συστάσεις. Λόγω της μέτριας περιεκτικότητας σε λιπαρά και της πολύ χαμηλής γλυκαιμικής απόκρισης, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την αντικατάσταση των ινών σε πρόχειρα φαγητά με υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά.

Δεδομένου ότι η μεταγευματική γλυκόζη είναι ένας ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για καρδιαγγειακή νόσο², τα πρόχειρα τρόφιμα τύπου σνακ που περιέχουν ένα μίγμα παχύρευστων ινών, το οποίο είναι σε θέση να μειώσει το μέγεθος της αύξησης της μεταγευματικής γλυκόζης, και συγχρόνως είναι πλούσιο σε διαιτητικές ίνες, μπορεί να είναι χρήσιμο για τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου. Έχει στο παρελθόν αποδειχθεί ότι παχύρευστο μίγμα ινών που προστέθηκε σε συμβατική αγωγή (θεραπεία) μπορεί να βελτιώσει το λιπιδαιμικό προφίλ του αίματος, τη μακροπρόθεσμη ρύθμιση της γλυκόζης του αίματος και τη συστολική αρτηριακή πίεση σε άτομα με διαβήτη που ανήκουν στην ομάδα υψηλού κινδύνου, ενδεχομένως και στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας στη συμβατική θεραπεία για το σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Ένα διαιτολόγιο πλούσιο σε ένα μίγμα παχύρευστων φυτικών ινών επίσης βελτίωσε το λιπιδαιμικό προφίλ και μακροπρόθεσμα το γλυκαιμικό έλεγχο στο σύνδρομο αντίστασης της γλυκόζης, υποδηλώνοντας τις θεραπευτικές δυνατότητές της¹³.

Η έμφαση στη σημασία των διαιτητικών ινών πιέζει τις εταιρίες τροφίμων να αναπτύξουν τρόφιμα εμπλουτισμένα με ίνες. Ωστόσο, η προσθήκη σημαντικής ποσότητας φυτικών ινών σε ένα τρόφιμο συχνά συσχετίζεται με τη μείωση της γευστικής ικανότητας και η πρόκληση για τη βιομηχανία τροφίμων είναι η επίτευξη αυτού του στόχου χωρίς την θυσία τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου. Δεν παρατηρήθηκε σημαντική αλλαγή στη γευστικότητα των εμπλουτισμένων με μίγμα παχύρευστων ινών μπισκότων μεταξύ των διαφόρων τύπων μπισκότων. Είναι ενδιαφέρον, ότι οι συμμετέχοντες με διαβήτη βρήκαν τα μπισκότα που περιείχαν το μίγμα των παχύρευστων ινών πιο γευστικά από ότι τα υγιή άτομα. Αυτό μπορεί να είναι η αντανάκλαση της διαφοράς ηλικίας 20 χρόνων

μεταξύ των δύο ομάδων, με τους μεγαλύτερους, διαβητικούς ανθρώπους, να δίνουν γενικότερα υψηλότερες βαθμολογίες. Παρ' όλα αυτά, η αποδοχή των προϊόντων προς τη δυνατότητα ανάπτυξης παχύρευστου μίγματος ινών το οποίο θα εμπλουτίζει τα προϊόντα είναι εξ' αρχής προσαρμοσμένα για άτομα με διαβήτη.

Συμπερασματικά, το παχύρευστο μίγμα ινών είναι μια ισχυρή διαλυτή ίνα που είναι σε θέση να μειώσει τη γλυκαιμική απόκριση τόσο σε υγιή άτομα όσο και σε συμμετέχοντες με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Η περιεκτικότητα σε λίπος των εμπλουτισμένων με μίγμα παχύρευστων ινών μπισκότων είναι κάτω από το 30% της ενέργειας, η οποία συμπίπτει με το επίπεδο που συνιστάται αυτή την περίοδο για τη διατροφή των ασθενών με διαβήτη. Λόγω της πολύ χαμηλής γλυκαιμικής τους απόκρισης, τα μπισκότα αυτά και ενδεχομένως άλλα τρόφιμα εμπλουτισμένα με μίγμα παχύρευστων ινών, μπορεί να έχουν ένα πλεονέκτημα στην αντικατάσταση τους με άλλα πρόχειρα τρόφιμα τύπου σνακ στο διαιτολόγιο ατόμων με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Τέλος, τα εμπλουτισμένα τρόφιμα μπορούν επίσης να αποτελέσουν μια χρήσιμη προσθήκη στις στρατηγικές που σκοπεύουν να εμποδίσουν την ανάπτυξη της νόσου στον υγιή πληθυσμό¹³.

7.7 Κριτική σχετικά με το γλυκαιμικό δείκτη

Ο γλυκαιμικός δείκτης προσπάθησε να καλύψει ένα σημαντικό κενό στη σωστή διατροφική αντιμετώπιση του διαβήτη. Για τη χρησιμότητα και τη χρηστικότητα του όμως υπάρχει ακόμα ένας σκεπτικισμός που ξεκινάει από τα παρακάτω:

- Ακόμα και όταν υπάρχει γνώση των τιμών των διαφόρων τροφίμων, είναι δύσκολο να υπολογιστεί το τελικό ΓΔ όλου του γεύματος
- Ακόμα και σήμερα υπάρχει η άποψη πως ο διαβήτης ώριμης ηλικίας ή Τύπου II οφείλεται και εμφανίζεται λόγω της υψηλής κατανάλωσης τροφίμων με υψηλό ΓΔ .Δεν μπορούμε να πούμε ότι αν κάποιος αποκλείσει από το διαιτολόγιο του όλες τις τροφές με υψηλό ΓΔ και καταναλώνει μόνο όσες έχουν χαμηλές τιμές ΓΔ θα αποφύγει την εμφάνιση του διαβήτη¹⁸

- Τα διάφορα φαγητά μπορεί να παρουσιάζουν συγκεκριμένες τιμές ΓΔ όσο τα τρόφιμα έχουν στανταριστεί μόνο όσο αφορά την περιεκτικότητα τους σε υδατάνθρακες και όχι σε πρωτεΐνη και λίπος
- Μπορεί να οδηγηθεί ο διαβητικός στην αποφυγή τροφών, ανεξάρτητα από τη γενικότερη διατροφική τους αξία
- Υπάρχουν κάποιες τροφές με πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα το παγωτό, το οποίο έχει χαμηλό ΓΔ, σε σχέση π.χ. με την πατάτα (70). Παρόλη τη διαφορά του ΓΔ οι δύο αυτές τροφές προκαλούν σχεδόν την ίδια γλυκαιμική ανταπόκριση. Η διαφορά όμως στο ΓΔ οφείλεται μάλλον στην περιεκτικότητα λίπους στο παγωτό που έχει σαν αποτέλεσμα τη βραδύτερη κένωση του στομάχου, σε σχέση με την πατάτα, που αποτελείται περισσότερο από άμυλο. Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και με τροφές υψηλές σε πρωτεΐνες ή αρτοσκευάσματα πολύ υψηλά σε λίπος που προκαλούν πολύ μεγαλύτερη έκκριση ινσουλίνης από ότι θα περιμέναμε μέσα από το ΓΔ τους. Αυτά τα παραδείγματα δείχνουν ότι πολλές φορές ο χαμηλός ΓΔ κάποιας τροφής μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες ίσως επιλογές από το διαβητικό
- Τέλος, είναι πρακτικά δύσκολο για πολλούς να «περάσουν» στο διαβητικό τη γνώση σχετικά με το ΓΔ¹⁴

8.0 ΓΛΥΚΑΙΜΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ

8.1 Σακχαρώδης διαβήτης

Η πάθηση φαίνεται ότι καθορίζεται από πολλούς παράγοντες. Αυτοί που έως σήμερα έχουν αναγνωριστεί επίσημα είναι οι εξής:

α. Παγκρεατικές παθήσεις (οξεία και χρόνια παγκρεατίτιδα, καρκίνωμα του παγκρέατος, χειρουργική παγκρεατεκτομή).

β. Γενετικοί παράγοντες. Ο διαβήτης έχει αναγνωριστεί ότι έχει οικογενή επίπτωση, και ο κίνδυνος για εμφάνιση της πάθησης είναι αυξημένος στους πιο στενούς συγγενείς. Ο ακριβής τρόπος κληρονομικότητας είναι αβέβαιος, αλλά φαίνεται ότι συμβάλλουν πολλά γονίδια.

γ. Αντιγόνα ιστοσυμβατότητας. Ο νεανικός διαβήτης είναι συχνότερος σε άτομα που έχουν τα ιστοαντιγόνα B8, BW15, DW3, DW4.

δ. Αυτοανοσοποίηση. Στους περισσότερους ασθενείς με νεανικό διαβήτη βρίσκονται αντισώματα κατά των νησιδιακών κυττάρων. Τα ίδια αντισώματα βρίσκονται, επίσης, σε μερικούς αρρώστους με φαινομενικά διαβήτη του ενήλικα, μερικοί όμως απ' αυτούς εμφανίζουν αργότερα ινσουλινοεξαρτώμενο διαβήτη.

ε. Ιοί. Υπάρχουν μελέτες ότι η λοίμωξη από ορισμένους ιούς, ιδιαίτερα της ομάδας του Coxsackie, παίζει κάποιον ρόλο στην εμφάνιση του νεανικού διαβήτη σε μερικούς αρρώστους.

στ. Φάρμακα. Ορισμένα φάρμακα, όπως οι θειαζίδες, ελαττώνουν την έκκριση ινσουλίνης¹².

• Πώς εκδηλώνεται ο διαβήτης τύπου 1

Στις τυπικές περιπτώσεις εμφανίζεται με αιφνίδια απώλεια βάρους (της τάξης των 1-2 κιλών την εβδομάδα), με συνοδό την έντονη πολυφαγία, την πολυδιψία και την πολουρία, ειδικά τη νύχτα, σε άτομα κάτω των 30 ετών. Συχνά συνυπάρχουν αίσθημα κόπωσης, αδυναμίας και υπνηλίας, και σημαντικού βαθμού απώλεια μυϊκής μάζας. Επίσης, διαταραχές της όρασης και δερματικές λοιμώξεις (μυκητιασικές λοιμώξεις στην περιοχή των γεννητικών οργάνων). Όταν η διάγνωση δεν γίνει σε αυτό το στάδιο, ο ασθενής εμφανίζει επιδείνωση των συμπτωμάτων και σημεία βαριάς αφυδάτωσης, ανορεξία, εμετούς, κοιλιακά άλγη και μυϊκές κράμπες. Σε ένα μικρό ποσοστό ασθενών, και ιδιαίτερα σε παιδιά μικρής ηλικίας, η πρώτη διάγνωση μπορεί να είναι κωματώδης κατάσταση.

• Πώς εκδηλώνεται ο διαβήτης τύπου 2

Στους μισούς περίπου ασθενείς υπάρχουν σε ήπιο, κατά κανόνα, βαθμό τα κλασικά συμπτώματα του διαβήτη (πολυουρία, πολυδιψία, σπανιότερα απώλεια βάρους), ενώ σε ένα 20% εμφανίζει ορισμένες χαρακτηριστικές λοιμώξεις (χαρακτηριστικότερη είναι η μυκητίαση των γεννητικών οργάνων).

Στο 30% των περιπτώσεων, η διάγνωση του διαβήτη τύπου 2 γίνεται τυχαία, στο πλαίσιο κάποιου ελέγχου (προσυμπτωματικός ή προεγχειρητικός έλεγχος). Οι διαταραχές της όρασης, ακόμα και όταν δεν υπάρχουν βλάβες στον αμφιβληστροειδή, είναι επίσης συχνές και οφείλονται στη συσσώρευση γλυκόζης και ύδατος στον φακό του οφθαλμού, λόγω της υπεργλυκαιμίας¹⁶. Μερικοί ασθενείς εμφανίζουν μυϊκές κράμπες στα κάτω άκρα, καυσαλγίες στα πέλματα και στα δάχτυλα των ποδιών. Σε μικρό ποσοστό ασθενών, ιδιαίτερα ηλικιωμένων, η πρώτη εκδήλωση του διαβήτη τύπου 2 μπορεί να είναι η κωματώδης κατάσταση, λόγω υποκείμενης λοίμωξης¹⁶.

Οι υδατάνθρακες έχουν ξεχωριστή σημασία, τόσο σε μια διατροφή που στοχεύει στην πρόληψη της εμφάνισης του σακχαρώδη διαβήτη, όσο και για τη δίαιτα που θέλει να ρυθμίσει τα επίπεδα του σακχάρου ενός διαβητικού ατόμου.

Οι υδατάνθρακες είναι η κύρια πηγή ενέργειας για τον οργανισμό. Κατά τη διαδικασία της πέψης, τα ζάχαρα (απλοί υδατάνθρακες) και το άμυλο (σύνθετοι υδατάνθρακες) διασπώνται και απορροφώνται από το έντερο. Εν συνεχεία, εισέρχονται στο αίμα και επηρεάζουν τα επίπεδα γλυκόζης σε αυτό. Στους μη διαβητικούς ανθρώπους, το πάγκρεας εκκρίνει μια ορμόνη που ονομάζεται ινσουλίνη, η οποία δεσμεύει τη γλυκόζη που προέρχεται από την τροφή που τρώμε και την τοποθετεί μέσα στα κύτταρα του οργανισμού μας, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας και να ρυθμίζονται κατ' επέκταση και τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα στα φυσιολογικά όρια¹⁶.

Στα άτομα με διαβήτη τύπου 1, η ινσουλίνη που χρειάζεται ο οργανισμός χορηγείται εξωγενώς με ένεση, ενώ στα άτομα με διαβήτη τύπου 2, ο οργανισμός εκκρίνει μικρή ποσότητα ινσουλίνης, ενώ ταυτόχρονα υπάρχει μειωμένη ευαισθησία στην ινσουλίνη (η ινσουλινοαντοχή). Αυτό σημαίνει ότι τα κύτταρα του οργανισμού δεν ανταποκρίνονται καλά στη δράση της ινσουλίνης, και για τον λόγο αυτόν οι ασθενείς με διαβήτη τύπου 2 θα πρέπει να είναι πολύ προσεκτικοί στη διατροφή τους, ώστε να εκμεταλλεύονται πιο αποτελεσματικά την παραγόμενη από τον οργανισμό ινσουλίνη. Οι υδατάνθρακες παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του μεταβολισμού¹⁸. Οι διαιτητικές συστάσεις σε διαβητικούς ασθενείς, όσον αφορά τους υδατάνθρακες, καλύπτουν περίπου το 50-60% της συνολικής ημερήσιας πρόσληψης.

Έως πρόσφατα πίστευαν ότι η πέψη και η απορρόφηση των απλών υδατανθράκων (ζάχαρη) προκαλούν γρήγορη αύξηση των επιπέδων της γλυκόζης στο

αίμα, και γι' αυτό θα έπρεπε να αποφεύγονται, σε αντίθεση με τους σύνθετους υδατάνθρακες (ίνες) που οδηγούν σε σταδιακή αύξηση της γλυκόζης. Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι, τελικά, ο τρόπος με τον οποίον οι υδατάνθρακες δρουν στον οργανισμό είναι πιο πολύπλοκος απ' ό,τι φαίνεται. Για την καλύτερη ρύθμιση της γλυκόζης αίματος στους διαβητικούς, είναι προτιμότερο να καταναλώνεται η ίδια ποσότητα υδατανθράκων σε καθημερινή βάση, και επίσης κρίνεται φρόνιμο να κατανέμεται χρονικά ομοιόμορφα, καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Αν καταναλώνονται διαφορετικές ποσότητες υδατανθράκων από μέρα σε μέρα (άλλοτε λιγότεροι και άλλοτε περισσότεροι), επηρεάζονται περισσότερο οι διακυμάνσεις της γλυκόζης αίματος. Η ποσότητα των τροφίμων που καταναλώνονται και που περιέχουν υδατάνθρακες έχει μεγάλη σημασία και διαφέρει από ασθενή σε ασθενή. Πολλές φορές, οι ασθενείς, στην προσπάθειά τους να καταναλώσουν πάρα πολλά «υγιεινά τρόφιμα» (π.χ., φρούτα), πέφτουν στην παγίδα να καταναλώνουν τρόφιμα υψηλής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες. Γι' αυτό και χρειάζεται προσοχή στις μερίδες και τις ποσότητες, ενώ ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνουν οι διαβητικοί ασθενείς και στις θερμίδες των τροφίμων που καταναλώνουν, καθώς και στην περιεκτικότητά τους σε λιπαρά.

Τα λαχανικά, τα όσπρια, τα δημητριακά ολικής άλεσης και τα ωμά φρούτα πρέπει να αποτελούν τις κύριες πηγές υδατανθράκων. Τα περισσότερα από αυτά είναι πλούσια σε διαλυτές φυτικές ίνες, οι οποίες βοηθούν στην ομαλότερη απελευθέρωση της γλυκόζης στο αίμα και στην επίτευξη ευγλυκαιμίας. Επίσης, τα τρόφιμα που είναι πλούσια σε φυτικές ίνες μπορούν να ελαττώσουν την ολική και την «κακή» χοληστερόλη, και να έχουν με αυτόν τον τρόπο καρδιοπροστατευτική δράση.

Η μέτρηση των υδατανθράκων από τις τροφές που καταναλώνονται συμβάλλει στον καλύτερο έλεγχο του ζαχάρου του αίματος και στην αποφυγή ή στην καθυστέρηση των επιπλοκών που σχετίζονται με τον σακχαρώδη διαβήτη. Αυτό συμβαίνει γιατί οι υδατάνθρακες επηρεάζουν, περισσότερο από άλλα θρεπτικά συστατικά, το ζάχαρο αίματος (γλυκόζη αίματος). Είναι, επίσης, πολύ σημαντικό να σκεφτεί κανείς τη θρεπτική αξία των υδατανθράκων που καταναλώνει. Οι υδατάνθρακες είναι απαραίτητοι για τον οργανισμό, καθώς τα τρόφιμα που τους περιέχουν είναι πλούσια σε βιταμίνες, μέταλλα, ιχνοστοιχεία, ηλεκτρολύτες και φυτικές ίνες. Αυτό που είναι επίσης σημαντικό είναι η συνολική ποσότητα και το είδος των υδατανθράκων που καταναλώνονται με κάθε γεύμα. Παρότι η ταχύτητα με

την οποία απορροφάται η γλυκόζη είναι παρόμοια, στόχος είναι να μειωθεί κάθε σημαντική αύξηση στη γλυκόζη αίματος¹. Οι διαβητικοί ασθενείς πρέπει να συνεργάζονται με τον κλινικό τους διαιτολόγο-διατροφολόγο, με στόχο να δημιουργήσουν ένα πρόγραμμα που να ταιριάζει στις ανάγκες τους, αλλά και να μάθουν πώς πρέπει να υπολογίζουν τους υδατάνθρακες στη διατροφή τους, ώστε να διασφαλίσουν την καλύτερη ρύθμιση του ζαχάρου τους. Ο γλυκαιμικός δείκτης και το γλυκαιμικό φορτίο είναι πολύ ουσιαστικά στην προσπάθεια για την προστασία και την προώθηση της υγείας. Πολλά ευρήματα μελετών δείχνουν τη σημαντική θετική επίδραση των τροφίμων χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη στον έλεγχο της πείνας, της όρεξης, καθώς και των επιπέδων σακχάρου αίματος. Μάλιστα, τα τρόφιμα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη ενδείκνυνται στον διαβήτη τύπου 2, καθώς η βραδεία απορρόφηση του αμύλου και των σακχάρων που περιέχουν, συμβάλλει στη σταδιακή εμφάνιση της γλυκόζης στην κυκλοφορία του αίματος, με αποτέλεσμα να μην παρατηρούνται απότομες αυξομειώσεις της γλυκόζης, φαινόμενο το οποίο είναι ιδιαίτερα επιβλαβές στην περίπτωση των διαβητικών τύπου 2¹.

Μία απότομη αύξηση του σακχάρου του αίματος προκαλεί σχετικά άμεση και απότομη αύξηση της έκκρισης της ινσουλίνης από τις νησίδες του παγκρέατος. Η απότομη αυτή υπερινσουλιναιμία οδηγεί σε διάφορες διεργασίες στον οργανισμό, εκ των οποίων η χειρότερη είναι η αποθήκευση λίπους, γνωστή ως λιπογένεση. Η απότομη αύξηση της γλυκόζης ακολουθείται από την απότομη πτώση της (δηλαδή υπογλυκαιμία), με επακόλουθο το έντονο αίσθημα πείνας. Εκεί οφείλεται το γεγονός ότι, όταν τρώμε γλυκό ή πίνουμε αλκοολούχα ποτά, ύστερα από λίγο πεινάμε πολύ, ενώ όταν τρώμε τροφές πλούσιες σε φυτικές ίνες, παραμένουμε χορτάτοι για περισσότερες ώρες. Η μακροχρόνια λήψη τροφών με αυξημένο γλυκαιμικό δείκτη οδηγεί τον οργανισμό σε αντίσταση στην ινσουλίνη και στον σακχαρώδη διαβήτη. Για όλα αυτά, καλό είναι να αποφεύγονται τα τρόφιμα με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη, εκτός ελαχίστων περιπτώσεων.

Επιπλέον, η κατανάλωση τροφίμων χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη ενδείκνυται στο πλαίσιο ενός υποθερμιδικού διαιτολογίου, καθώς συμβάλλουν στο αίσθημα του κορεσμού και μειώνουν το αίσθημα πείνας.

Έρευνες έχουν δείξει, ακόμη, ότι βοηθούν και στην απώλεια βάρους, που είναι μια εξίσου σημαντική παράμετρος για την υγεία, ιδιαίτερα επωφελής στον διαβήτη τύπου 2.

8.2 Έλεγχος σωματικού βάρους – παχυσαρκία

Ο γλυκαιμικός δείκτης (Glycemic index ή GI) μας δείχνει την εκατοστιαία αύξηση του σακχάρου στο αίμα μας μετά από την κατανάλωση μίας ποσότητας ενός συγκεκριμένου τροφίμου που περιέχει 50 γραμμάρια υδατανθράκων, σε σύγκριση με την αύξηση που προκύπτει από τη χορήγηση ισοδύναμης ποσότητας γλυκόζης (δηλ 50 γραμμαρίων). Η κατανάλωση τροφών με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη και άρα απότομη αύξηση του σακχάρου στο αίμα συνδέεται με την αύξηση της παχυσαρκίας, του ενδοκοιλιακού λίπους και των καρδιαγγειακών νοσημάτων. Αντίθετα η κατανάλωση κυρίως τροφών με χαμηλό και μεσαίο γλυκαιμικό δείκτη ανεβάζει με βραδύτερο ρυθμό το σάκχαρο, οι απαιτήσεις για ινσουλίνη μικραίνουν, και έτσι ο οργανισμός προστατεύεται από τις απότομες μεταπτώσεις του σακχάρου, η ενεργητικότητα διατηρείται, η πείνα ελαττώνεται και, το πιο σημαντικό μειώνεται ο ρυθμός αποθήκευσης σωματικού λίπους.⁹

8.2.1. Απαγορευτικές Τροφές – Πολύ Υψηλός GI

Όλες οι παρακάτω τροφές θα πρέπει να εκλείψουν από το διαιτολόγιό ή τουλάχιστον να τα ελαχιστοποιηθούν στο έπακρον εφόσον στόχος μας είναι η απώλεια βάρους.

Αλεύρι ραφινάρισμένο, αναψυκτικά με ζάχαρη, αρτοσκευάσματα από ραφινάρισμένο αλεύρι (π.χ. κριτσίνια και κουλουράκια), βάφλες, βερίκοκα αποξηραμένα, βερίκοκο φρέσκο, γαριδάκια, γκοφρέτες με ζάχαρη, γλυκίσματα που περιέχουν ζάχαρη ή/και γλυκόζη (π.χ. κρουασάν), γλυκόζη και σιρόπι γλυκόζης επεξεργασμένα δημητριακά πρωινού και μούσλι με λίγες φυτικές ίνες και πολλή ζάχαρη, ζελέδες με ζάχαρη, ισοτονικά και ενεργειακά ποτά, καλαμπόκι και προϊόντα καλαμποκιού, καραμέλες με ζάχαρη, κρέμες διάφορες, κρέπες διάφορες, μπισκότα, οينوπνευματώδη ποτά που περιέχουν ζάχαρη (ειδικά λικέρ και κονιάκ), παγωτά με λίγο γάλα και πολύ ζάχαρη, πατατάκια και γενικά σνακ από πατάτα ή καλαμπόκι, παξιμαδάκια κοινά, πατάτες πουρές, πατάτες τηγανιτές, πετιμέζι, πίτες με τυποποιημένο φύλλο, ρύζι άσπρο

αποφλοιωμένο, σιμιγδάλι και προϊόντα του (π.χ. χαλβάς), σοκολατάκια και σοκολάτες γάλακτος με πολλή ζάχαρη, στάρι νερόβραστο, σταφιδίνη, σύκα φρέσκα και αποξηραμένα, τυποποιημένες σάλτσες που περιέχουν ζάχαρη, χυμοί με πρόσθετη ζάχαρη «νέκταρ», φρούτα σε κομπόστα με σιρόπι ζάχαρης ή γκλασαρισμένα με ζάχαρη, φρυγανιές κοινές, ψωμί άσπρο από ραφινάρισμένο αλεύρι («πολυτελείας» – π.χ. ψωμάκι για χάμπουργκερ).

8.2.2. Τροφές με μεσαίο προς υψηλό γλυκαιμικό δείκτη¹⁵

Ενδείκνυται η κατανάλωση μικρών ποσοτήτων από τις παρακάτω τροφές. Αλεύρι ολικής άλεσης (από όλα τα δημητριακά), ανανάς, αρτοσκευάσματα ολικής άλεσης ή με πολλές φυτικές ίνες, αχλάδι, γλυκοπατάτες, δαμάσκηνα πλήρως αποξηραμένα, δημητριακά πρωινού με αρκετές φυτικές ίνες και λίγη επιπρόσθετη ζάχαρη, επιδόρπια γάλακτος ή γιαουρτιού με περισσότερο από 4,5% υδατάνθρακες, ζυμαρικά κινέζικου τύπου, ζυμαρικά κοινά, καρότα, καρύδα, καρύδια κοινά, κέτσαπ με ζάχαρη, μέλι, μπανάνα, παντζάρια, πατάτες ψητές ή βραστές, παξιμαδάκια και παξιμάδια υψηλής περιεκτικότητας σε φυτικές ίνες, πεπόνι, πίτες για σουβλάκια, πίτες με σπιτικό φύλλο, ποπκόρν σπιτικό (ανάλατο και με ελάχιστο βούτυρο), ράβδοι ή μπισκότα ή γκοφρέτες δημητριακών με ελάχιστη ή καθόλου ζάχαρη και πολλές φυτικές ίνες, σοκολάτα γάλακτος με λιγότερη ζάχαρη, σταφίδες αποξηραμένες, τεχνητά γλυκαντικά που περιέχουν και υδατάνθρακες, τραχανάς, φρυγανιές ολικής άλεσης, χαλβάς από ταχίνι, χυμοί χωρίς ζάχαρη, ψωμί ολικής άλεσης (από όλα τα είδη αλευριού), ψωμί σταρένιο για τوست.

8.2.3. Τροφές με χαμηλό προς μεσαίο γλυκαιμικό δείκτη¹⁴

Σε περιόδους διατήρησης του βάρους σε ποσότητες μέσα στα θερμιδικά όρια η κατανάλωση των παρακάτω τροφών είναι ιδανική για όλες τις ώρες της ημέρας. Εάν θέλουμε να επιταχύνουμε την απώλεια βάρους περιορίζουμε την κατανάλωση τους μέχρι να φτάσει το απόγευμα.

Αβοκάντο, αγκινάρες, αμύγδαλα αποφλοιωμένα, γάλα, γιαούρτι με χαμηλά λιπαρά, γκρέιπφρουτ, δαμάσκηνα φρέσκα, δημητριακά πρωινού και μούσλι με πολλές φυτικές ίνες, επιδόρπιο γιαουρτιού αποβουτυρωμένο και χωρίς πρόσθετα σάκχαρα, ζυμαρικά βιολογικά ή ολικής άλεσης, ηλιόσποροι, κεράσια, κέτσαπ χωρίς ζάχαρη, κινόα, κολοκυθόσποροι φρέσκοι, κουκιά, κουνουπίδι, κρασί χωρίς πρόσθετη ζάχαρη, κυδώνι φρούτο, λαχανάκια Βρυξελλών, λάχανο, μαγιονέζα διαίτης, μανταρίνι, μελιτζάνες,

μήλο, νιφάδες βρώμης ανεπεξέργαστες και προϊόντα βρώμης χωρίς πρόσθετη ζάχαρη, ντομάτα, ντοματάκια σε κονσέρβα, ξύδι σύνθετες, πορτοκάλι, ρεβίθια αποφλοιωμένα, ροδάκινο, ρύζι άγριο ή μαύρο ή καστανό (γενικά λιγότερο αποφλοιωμένο και επεξεργασμένο), σοκολάτα γάλακτος με ελάχιστη ζάχαρη, σοκολάτα πικρή (>70% κακάο), σουσάμι, σταφύλια, ταχίνι, τυριά γενικά, φακές ψιλές συνήθεις, φιστίκια αράπικα, φράουλες.

8.2.4. Τροφές με πολύ χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη

Αυτή και η επόμενη ομάδα είναι οι ιδανικότερες για απώλεια βάρους. Γιαούρτι αποβουτυρωμένο (0% λιπαρά), δαμάσκηνα μερικώς αποξηραμένα , ελιές ανάλατες, κολοκύθα, κολοκυθάκια, κολοκυθόσποροι αφυδατωμένοι, κρεμμύδια (φρέσκα και ξερά), λεμόνι, λιναρόσποροι, μανιτάρια, μαρούλι, μηλόξυδο, μουστάρδα, μπάμιες, μπρόκολο, πιπεριές (όλα τα είδη), πίτουρο (σταριού, βρώμης, κ.λπ.), πράσα, ραδίκια, ρεβίθια αναποφλοιώτα, σάλτσες φτιαγμένες από λαχανικά (π.χ. ντομάτας ή σόγιας) χωρίς πρόσθετη ζάχαρη, σέλινο, σελινόριζα, σκόρδο, σόγια (ειδικά φασόλια και σκληρό τοφού), σπανάκι, σπαράγγια (γενικά χόρτα όλων των ειδών εκτός από παντζάρια), φάβα, φακές χονδρές, φασολάκια φρέσκα, φασόλια

7.2.5. Τροφές με γλυκαιμικό δείκτη μηδέν

Η απόλυτα νικήτρια ομάδα. Σε συνδυασμό με φρέσκα λαχανικά στην κατάλληλη ποσότητα μας δίνουν το ιδανικότερο πιάτο για την σιλουέτα αλλά και την υγεία μας γενικά.

Οι τροφές που δεν περιέχουν υδατάνθρακες (π.χ. κρέας, ψάρι, έλαια, βούτυρο) έχουν γλυκαιμικό δείκτη μηδέν.

Τέλος, οι δίαιτες χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη ή GI diets θεωρούνται κατάλληλες τόσο για αυτούς που ζητούν να χάσουν βάρος όσο όμως και για εκείνους που θέλουν απλά να διατηρήσουν τα κιλά τους. Επιλέγουν λοιπόν διατροφή με μειωμένη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, για να διατηρήσουν την υγεία και τη ζωτικότητά τους.

Οι τροφές με υδατάνθρακες διακρίνονται ανάλογα με την ταχύτητα που αυξάνουν το σάκχαρο στο αίμα. Στη δίαιτα GI, προτείνεται η μείωση της κατανάλωσης υδατανθράκων που ανεβάζουν γρήγορα τα επίπεδα του σακχάρου. Για παράδειγμα μια τροφή με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη όπως η πατάτα, ανεβάζει το

σάκχαρο με ταχύτερο ρυθμό από άλλες τροφές με υδατάνθρακες όπως τα φρούτα, τα όσπρια ή τα ζυμαρικά⁵.

Η θεωρία πίσω από τις δίαιτες GI (Glycaemic Index Diets) μοιάζει λίγο με την αντίστοιχη στις δίαιτες χαμηλών υδατανθράκων. Τα τρόφιμα με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη ανεβάζουν απότομα τα επίπεδα σακχάρου και ινσουλίνης στο αίμα και προκαλούν αύξηση του σωματικού βάρους καθώς και μεγάλες αυξομειώσεις στα επίπεδα ενέργειας του οργανισμού. Επιλέγοντας τρόφιμα με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη, θα μειώσετε το επίπεδο σακχάρου στο αίμα σας, θα διατηρήσετε σταθερά τα επίπεδα ενέργειας και θα αδυνατίσετε⁵.

Μια διατροφή χαμηλή σε υδατάνθρακες υψηλού γλυκαιμικού δείκτη έχει το πλεονέκτημα ότι δεν αποκλείει ολόκληρες ομάδες ωφέλιμων τροφίμων όπως συμβαίνει με τη μέθοδο Άτκινς. Μπορείτε να επιλέξετε από μια μεγάλη γκάμα τροφών και να φάτε μέχρι να αισθανθείτε χορτάτοι. Τα επιτρεπόμενα τρόφιμα περιλαμβάνουν ψάρι, κρέας, πουλερικά, τυρί, αυγά, καθώς και φρούτα, λαχανικά, όσπρια και ζυμαρικά.

Μελέτες έχουν δείξει θετική επίδραση της διατροφής χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη στην πρόληψη του σακχαρώδους διαβήτη και την παχυσαρκία, όμως ο γλυκαιμικός δείκτης δεν αποτελεί πάντα δείκτη υγιεινής διατροφής. Διάφορα τυποποιημένα τρόφιμα και ροφήματα, όπως τα αναψυκτικά, έχουν συχνά χαμηλές ή μέτριες τιμές γλυκαιμικού δείκτη χωρίς να είναι υγιεινά.

8.3 Καρδιαγγειακές παθήσεις

Η στεφανιαία νόσος αποτελεί παγκοσμίως την κυριότερη αιτία θανάτου. Κατά κανόνα, οι γυναίκες προσβάλλονται γύρω στα 7-8 χρόνια μετά τους άνδρες. Ωστόσο, περίπου στην ηλικία των 65 ετών, ο κίνδυνος των δύο φύλων εξισώνεται. Μάλιστα, τα τελευταία 20 χρόνια τα ποσοστά των γυναικών ηλικίας 35-54 ετών που παθαίνουν καρδιακή ανακοπή αυξάνονται διαρκώς. Μία υγιεινή και ισορροπημένη διατροφή μπορεί όχι μόνο να μειώσει τις πιθανότητες εμφάνισης στεφανιαίας νόσου, αλλά και να προστατέψει την καρδιά από την ανάπτυξη περαιτέρω προβλημάτων.

Σύμφωνα με τη μελέτη EPICOR¹⁹, τα αποτελέσματα της οποίας δημοσιεύθηκαν στο επιστημονικό περιοδικό “Archives of Internal Medicine” οι γυναίκες που ακολουθούν μία διατροφή υψηλού γλυκαιμικού δείκτη, διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο να αναπτύξουν στεφανιαία νόσο. Μία τέτοιου είδους διατροφή χαρακτηρίζεται από την κατανάλωση τροφίμων που είναι πλούσια σε απλά σάκχαρα [μη επεξεργασμένα δημητριακά (λευκό ψωμί, ρύζι, επεξεργασμένα δημητριακά πρωινού), οι πατάτες, τα γλυκά και οι καραμέλες], που απορροφώνται γρήγορα από τον οργανισμό και προκαλούν μεγάλη αύξηση στα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα. Στόχος της μελέτης ήταν να διερευνήσει τη σχέση ανάμεσα στο γλυκαιμικό δείκτη των τροφίμων και την πιθανότητα ανάπτυξης στεφανιαίας νόσου. Στη μελέτη συμμετείχαν 47.749 εθελοντές (15.171 άνδρες και 32.578 γυναίκες) που συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με τις διατροφικές τους συνήθειες και παρακολούθηθηκαν για 8 χρόνια. Φάνηκε πως οι γυναίκες που ακολουθούσαν μία διατροφή πλούσια σε υδατάνθρακες -και πιο συγκεκριμένα μία διατροφή υψηλού γλυκαιμικού δείκτη- είχαν 2 φορές περισσότερες πιθανότητες να αναπτύξουν στεφανιαία νόσο σε σχέση με τις γυναίκες που κατανάλωναν μία δίαιτα χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη.

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης εναρμονίζονται με τα ευρήματα μίας πρόσφατης ανασκόπησης ερευνών σύμφωνα με τα οποία μία διατροφή χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη (πλούσια σε φρούτα, λαχανικά και δημητριακά ολικής άλεσης) μπορεί να οδηγήσει αποτελεσματικότερα σε απώλεια βάρους και βελτιωμένο λιπιδαιμικό προφίλ σε σύγκριση με άλλα είδη διαιτών. Έτσι, παρόλο που μέχρι πρότινος μια διατροφή χαμηλής περιεκτικότητας σε λίπος ήταν η ενδεικνυόμενη για την πρόληψη και αντιμετώπιση της στεφανιαίας νόσου, ολοένα και περισσότερα ερευνητικά δεδομένα υποστηρίζουν πως οι δίαιτες χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη είναι οι πιο ευεργετικές για την υγεία της καρδιάς²⁰.

9.0 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα από τις έρευνες για τον γλυκαιμικό δείκτη δείχνουν ότι μια δίαιτα χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά, η οποία περιλαμβάνει κυρίως υδατανθρακούχα τρόφιμα, με έμφαση σε αυτά με μέτριο προς χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη, μπορεί να ωφελήσει την υγεία. Εντούτοις, ο γλυκαιμικός δείκτης δεν πρέπει να χρησιμοποιείται μεμονωμένα. Η συνολική ποσότητα υδατανθράκων, η ποσότητα και ο τύπος του λίπους, η ποσότητα και η ποιότητα των πρωτεϊνών, οι φυτικές ίνες και η περιεκτικότητα σε βιταμίνες, ανόργανα στοιχεία και αλάτι είναι εξίσου σημαντικές παράμετροι κατά την επιλογή υγιεινών διαιτών.

Σημαντική είναι επίσης και η επίδραση που έχει ο γλυκαιμικός δείκτης στη διατήρηση ενός ισορροπημένου τρόπου διατροφής και στη προφύλαξη του οργανισμού από ασθένειες.

Στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας αυτής φάνηκε η σχέση του γλυκαιμικού δείκτη με μια σειρά από σοβαρές ασθένειες όπως ο σακχαρώδης διαβήτης, η παχυσαρκία και διάφορες καρδιαγγειακές παθήσεις.

10.0 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Amelsvoort J.M.M. and Wesstrate J.A. 1992. Amylose-amylopectin ratio in a meal affects postprandial variables in male volunteers, *Am J Clinical Nutr*, 55, pp.712-718
2. Bantle J.P., 2009. Dietary Fructose and Metabolic Syndrome and Diabetes. *Journal Nutrition* ,139,pp.1263S–1268S
3. Brand-Miller J.C., Atkinson F.S., Gahler R.J., Kacinik V., MR Lyon and S Wood, 2010. Effects of PGX, a novel functional fibre, on acute and delayed postprandial glycaemia. *European Journal of Clinical Nutrition*,64, pp. 1488–1493
4. Carabin I.G., Lyon M.R., Wood S., Pelletier X., Donazzolo Y., Burdock G.A.,2009. Supplementation of the diet with the functional fiber PolyGlycoplex® is well tolerated by healthy subjects in a clinical trial. *Nutrition Journal* 8:9, doi:10.1186/1475-2891-8-9
5. Chiu C.J., Taylor A., 2011. Dietary hyperglycemia, glycemic index and metabolic retinal diseases . *Progress in Retinal and Eye Research*, 30, pp. 18-53
6. Collings P., Williams C., Macdonald I., 1981. Effects of cooking on serum glucose and insulin responses to starch. *British Medical Journal*, 282, p. 1032
7. Englyst H.N. and Cummings J.H., 1987. Digestion of polysaccharides of potato in the small intestine of man. *Am J Clin Nutr*, 45, pp.423-431
8. F Xavier Pi-Sunyer,2002. Glycemic index and disease. *Am J Clin Nutr* 76:290S–8S
9. Foster-Powell K., Holt S.HA, and Brand-Miller J.C., 2002. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr* 76, pp5–56.
10. Holub I., Gostner A., Theis S.,Nosek L., Kudlich T., Melcher R., Scheppach W., 2010. Novel findings on the metabolic effects of the low glycaemic carbohydrate isomaltulose (Palatinosee). *British Journal of Nutrition* , 103, pp. 1730–1737
11. Jenkins A.L., Jenkins D.J.A., Wolever T.M.S., Rogovik A.L., Jovanovski E., Božikov V., Rahelić D., Vuksan V., 2008. Comparable Postprandial Glucose Reductions with Viscous Fiber Blend Enriched Biscuits in Healthy Subjects
12. Brand Miller, Janette et al. “Rice: a High or low Glycaemic Index food?” *The American Journal of Clinical Nutrition*,Vol. 56,1992, pp1034-1036

13. Jenkins, D.J.A. et al. "Starchy Foods and Glycaemic Index". *Diabetes care*, Vol.11. no 2, February 1988, pp.149-159
14. Wolever, Thomas M.S. et al. "The glycaemic Index:Methodology and Clinical Implications".*The American journal of Clinical nutrition*, Vol 54, 1991, pp.846-854
15. Buyken Anette E. et al. "Glycaemic index in the diet of European outpatients with type 1 diabetes: relations to glyacated hemoglobin and serum lipids". *Am J Clin Nutrition*, vol 73, 2001, pp 574-581
16. Wolever, Thomas M.S. et al. "Beneficial Effect of a low Glycaemic index Diet in Type 2 Diabetes". *Diabetic medicine*, vol 9, 1992, pp 451-458
17. Brand Miller, Janette et al. "The GI of foods containing sugars: comparison of foods with naturally occurring versus added sugars" *Br J Nutr*, vol 73, 1995, pp 613-623
18. American Diabetes Association (ADA) "Nutrition recommendations and principles for people with diabetes mellitus" (position paper). *Diabetes care*, vol 21, 1998, pp. S32-S35
19. Sieri S, Krogh V, Berrino F, et al. Dietary glycemic load and index and risk of coronary heart disease in a large Italian cohort. The EPICOR study. *Arch Intern Med* 2010; 170:640-647
20. Thomas DE, Elliott EJ, Baur L. Low glycaemic index or low glycaemic load diets for overweight and obesity. *Cochrane Database Syst Rev* 2007; 3: CD005105