

Ερευνητική εργασία

Επιδόρπια διαμορφωμένα για διαβητικούς ασθενείς επηρεάζουν θετικά τη μεταγευματική απόκριση σε γλυκόζη και ινσουλίνη

Κ. Αργύρη,¹ Α. Σωτηρόπουλος,² Ε. Ψαρού,¹ Α. Παπαζαφειροπούλου,²
Μ. Ταουζής,¹ Α. Ζαμπέλας,¹ Μ. Καψοκεφάλου¹

¹Μονάδα Διατροφής του Ανθρώπου, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα

²Διαβητολογικό Κέντρο, «Άγιος Παντελεήμονας» Γενικό Νοσοκομείο Νίκαιας, Πειραιάς

ΠΕΡΙΛΗΨΗ Σκοπός: Επιδόρπια διαμορφωμένα για διαβητικούς ασθενείς έχουν ως στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και την ενίσχυση της συμμόρφωσης σε διαιτολόγιο ελέγχου σακχάρου. Μελετήθηκε μία σειρά από τέσσερα επιδόρπια προϊόντα (επιδόρπιο γάλακτος, κέικ, ζελέ φράουλα, κρέμα ζαχαροπλαστικής) διαμορφωμένα με υποκατάστατα σάκχαρης (κυρίως σουκραλόζη) και διαλυτές ίνες (κυρίως δεξτρίνες) που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Διερευνήθηκε η επίδραση των επιδόρπιων στα μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης σε διαβητικούς ασθενείς. Αντίστοιχα προϊόντα μη τροποποιημένης σύστασης χρησιμοποιήθηκαν για σύγκριση. **Υλικό-Μέθοδος:** Σαράντα διαβητικοί άντρες και γυναίκες διαχωρίστηκαν σε 4 ομάδες των 10 ατόμων. Το κάθε άτομο κατανάλωσε σε τρεις εβδομαδιαίες επισκέψεις: (α) ένα βασικό γεύμα (φέτα λευκό ψωμί και τυρί χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά), (β) ένα βασικό γεύμα και ένα από τα 4 επιδόρπια τροποποιημένης σύστασης για διαβητικούς και (γ) ένα βασικό γεύμα και αντίστοιχο επιδόρπιο μη τροποποιημένης σύστασης. Δείγματα αίματος ελήφθησαν σε 0, 30, 60, 90 και 120 min μετά την κατανάλωση του γεύματος και συγκρίθηκαν οι αποκρίσεις σε γλυκόζη και ινσουλίνη (Ανάλυση Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων με τη διόρθωση Bonferroni, Επίπεδο Σημαντικότητας 0,05). **Αποτελέσματα:** Τα τροποποιημένης σύστασης κέικ και ζελέ φράουλα όταν καταναλώθηκαν με το βασικό γεύμα δεν αύξησαν τα μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης (κέικ) ή ινσουλίνης (κέικ, ζελέ φράουλα) σε σχέση με το βασικό γεύμα ($P > 0,05$), αλλά τα αντίστοιχα προϊόντα μη τροποποιημένης σύστασης είχαν αυξητική επίδραση ($P < 0,05$). Τα τροποποιημένης σύστασης επιδόρπια σε μορφή κρέμας δεν αύξησαν τη μεταγευματική απόκριση στη γλυκόζη ή στην ινσουλίνη στα 60, 90 ή 120 min, ενώ τα μη τροποποιημένης σύστασης την αύξησαν, σε σχέση με το βασικό γεύμα. **Συμπέρασμα:** Επιδόρπια διαμορφωμένα με υποκατάστατα σάκχαρης και διαλυτές φυτικές ίνες μπορούν να ενταχθούν στο διαιτολόγιο διαβητικών.

Λέξεις ευρετηρίου: Μεταγευματική απόκριση, γλυκόζη, ινσουλίνη, διαβήτης, υποκατάστατα σάκχαρης.

✉ Συγγραφέας προς επικοινωνία:

Μαρία Καψοκεφάλου

Μονάδα Διατροφής του Ανθρώπου, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα

Τηλ./fax: +30 210-52 94 708

E-mail: kapsok@aua.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σακχαρώδης διαβήτης είναι μία ασθένεια που χαρακτηρίζεται από υψηλές συγκεντρώσεις γλυκόζης αίματος, οι οποίες οφείλονται σε διαταραχή είτε της έκκρισης είτε της δράσης της ινσουλίνης είτε σε συνδυασμό αυτών των δύο. Διαταραχές στον μεταβολισμό των υδατανθράκων, των λιπών και των πρωτεϊνών επίσης συνυπάρχουν. Η υπεργλυκαιμία, ως αποτέλεσμα της μη παραγωγής ή μη απόκρισης στην ινσουλίνη, οδηγεί στις βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες επιπλοκές του σακχαρώδους διαβήτη.¹

Ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2 είναι η συχνότερη μορφή διαβήτη σε παγκόσμια κλίμακα και αναμένεται να λάβει διαστάσεις επιδημίας στα επόμενα χρόνια. Το αυξανόμενο προσδόκιμο επιβίωσης και ο τρόπος ζωής σύμφωνα με τα δυτικά πρότυπα είναι υπεύθυνα για την αύξηση των διαβητικών ατόμων και κυρίως εκείνων με σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2. Σήμερα, περίπου 190 εκατομμύρια εκτιμάται ότι πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη, ενώ προβλέπεται ότι ο αριθμός των διαβητικών ατόμων το 2025 θα προσεγγίσει τα 330 εκατομμύρια και η μεγαλύτερη αύξηση θα παρατηρηθεί στις αναπτυσσόμενες χώρες.² Επιδημιολογικές μελέτες που έγιναν την τελευταία δεκαετία στην Ελλάδα έδειξαν επιπολασμό σακχαρώδους διαβήτη τύπου 2 από 5,5% (αστικός πληθυσμός)³ έως 7,8% (αγροτικός πληθυσμός)⁴ και 9,5% (ημιαστικός πληθυσμός).⁵

Ο γλυκαιμικός δείκτης (ΓΔ) ενός τροφίμου ορίζεται ως η αύξηση της συγκέντρωσης της γλυκόζης στο αίμα πάνω από τα φυσιολογικά επίπεδα κατά τη διάρκεια 2 ωρών και για μια συγκεκριμένη ποσότητα υδατανθράκων (συνήθως 50 g) συγκρινόμενη με την ίδια ποσότητα υδατανθράκων που βρίσκεται σε ένα τρόφιμο αναφοράς. Ως τρόφιμο αναφοράς χρησιμοποιείται συνήθως είτε η γλυκόζη είτε το λευκό ψωμί.⁶ Τρόφιμα με υψηλό ΓΔ προκαλούν μεγάλη αύξηση στις συγκεντρώσεις γλυκόζης του αίματος, ενώ τρόφιμα με χαμηλό ΓΔ προκαλούν βαθμιαία αύξηση στις συγκεντρώσεις της γλυκόζης του αίματος. Ο γλυκαιμικός δείκτης εξαρτάται από την πεπτικότητα των υδατανθράκων και τον ρυθμό απορρόφησης των πεπτομένων σακχάρων. Επομένως, παράγοντες όπως οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστατικών των τροφίμων, η μορφή του τροφίμου (εάν είναι στερεό ή υγρό), ο τρόπος επεξεργασίας τους, ο τύπος των φυτικών ινών, ο τύπος του αμύλου, ο τύπος

του σακχάρου και ο τρόπος μαγειρέματος, επηρεάζουν τον ΓΔ.⁷ Δίαιτες που βασίζονται σε τρόφιμα με χαμηλό ΓΔ είναι πιθανόν να βοηθούν την πρόληψη χρόνιων ασθενειών, όπως ο σακχαρώδης διαβήτης, οι καρδιαγγειακές παθήσεις και η παχυσαρκία. Σε μελέτες που έχουν γίνει σε άτομα με διαβήτη τα αποτελέσματα όσον αφορά στα μακροπρόθεσμα οφέλη της κατανάλωσης διαιτών χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη είναι αντικρουόμενα και επομένως απαιτείται περισσότερη έρευνα προς αυτή την κατεύθυνση.⁸

Η ένταξη των επιδορπίων σε ειδικά διαιτολόγια ελέγχου σακχάρου αποτελεί πρόκληση, επειδή τα επιδορπία που κυκλοφορούν στην αγορά είναι συνήθως τρόφιμα με υψηλό ΓΔ. Επομένως, η σύγχρονη έρευνα επικεντρώνεται στη σύνθεση εναλλακτικών προϊόντων με χαμηλότερο γλυκαιμικό δείκτη με στόχο τη βελτιστοποίηση των θετικών επιδράσεών τους στην υγεία. Για τον σκοπό αυτό γίνεται μείωση ή αντικατάσταση των σακχάρων των τροφίμων με συστατικά όπως είναι οι πολυόλες (π.χ. μαλιτιτόλη, σουκραλόζη, ισομαλτουλόζη),⁹ το υψηλής περιεκτικότητας σε αμυλόζη άμυλο¹⁰ και οι δεξτρίνες που εντάσσονται στην ομάδα των διαλυτών διαιτητικών ινών.¹¹

Μία νέα σειρά επιδορπίων προϊόντων με τροποποιημένη σύσταση (ΤΣ) ώστε να έχουν χαμηλό ΓΔ μελετήθηκε σε αυτή την έρευνα. Τα τρόφιμα αυτά απευθύνονται κυρίως σε διαβητικούς και περιέχουν υποκατάστατα σάκχαρης και δεξτρίνες. Εξαιτίας της σύστασής τους, ιδιαίτερα χάρη στην παρουσία των διαιτητικών ινών είναι πιθανόν αυτά τα προϊόντα όταν καταναλίσκονται μαζί με γεύμα να μειώνουν τη γλυκαιμική απόκριση του γεύματος παρέχοντας επιπλέον οφέλη στους διαβητικούς.

Αντικείμενο της μελέτης ήταν η διερεύνηση της απόκρισης γεύματος (ψωμί και τυρί) το οποίο συμπληρώνεται από σειρά επιδορπίων προϊόντων τα οποία περιέχουν υποκατάστατα σάκχαρης και δεξτρίνες (ΤΣ) σε σύγκριση με αντίστοιχα προϊόντα μη τροποποιημένης σύστασης (ΜΤΣ) στη γλυκόζη και την ινσουλίνη διαβητικών ασθενών.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Εθελοντές

Η μελέτη διεξήχθη στο Διαβητολογικό Κέντρο του Γενικού Νοσοκομείου Νίκαιας. Συμμετείχαν 40 άτομα με σακχαρώδη διαβήτη τα οποία λάμβαναν

αντιδιαβητικά δισκία. Η μέση διάρκεια του σακχαρώδους διαβήτη ήταν $11,6 \pm 5,2$ έτη. Με βάση τον μέσο όρο της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης (πίνακας 1) προκύπτει ότι οι ασθενείς είχαν πολύ καλή ρύθμιση. Από κάθε άτομο ελήφθησαν ατομικό ιατρικό ιστορικό και ανθρωπομετρικά στοιχεία μετά από συνέντευξη και συμπλήρωση δήλωσης αποδοχής εθελοντών. Επίσης, όλα τα άτομα που συμμετείχαν στη μελέτη συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο 24ωρης κατανάλωσης τροφίμων και τους ζητήθηκε να τηρήσουν την ίδια δίαιτα την παραμονή των τριών επισκέψεων τους στο νοσοκομείο.

Τρόφιμα μελέτης

Τα τέσσερα προϊόντα ΤΣ που μελετήθηκαν ήταν: ζελέ φράουλα, επιδόρπιο γάλακτος, κρέμα ζαχαροπλαστικής, κέικ (Sweet and Balance, Γιώτης, Ελλάδα) καθώς και τα αντίστοιχα προϊόντα ΜΤΣ (Γιώτης, Ελλάδα). Ως βασικό γεύμα χρησιμοποιήθηκε μία φέτα λευκό ψωμί τοστ (Κρις Κρις, Elbisco, Ελλάδα) και μία φέτα κίτρινο τυρί χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά (10% λιπαρά) (Fina, Milko Sverige, Σουηδία). Η περιεκτικότητα των τροφίμων της μελέτης σε θρεπτικά συστατικά παρουσιάζεται στον πίνακα 2.

Μέθοδοι

Τα άτομα της μελέτης χωρίστηκαν σε 4 ομάδες των 10 ατόμων, κάθε μία από τις οποίες κατανάλωσε ένα συγκεκριμένο προϊόν ΤΣ και το αντίστοιχο ΜΤΣ. Το άτομο της κάθε ομάδας κατανάλωσε μετά από 12ωρη νηστεία σε τρεις εβδομαδιαίες επισκέψεις (πίνακας 2):

- Βασικό γεύμα (μία φέτα λευκό ψωμί τοστ και μία φέτα τυρί χαμηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά)
- Βασικό γεύμα και το προϊόν ΤΣ και
- Βασικό γεύμα και το αντίστοιχο προϊόν ΜΤΣ.

Δείγματα αίματος ελήφθησαν σε 0 (νηστεία), 30, 60, 90 και 120 min μετά από την κατανάλωση του γεύματος, ακολούθησε φυγοκέντρηση (Hettich) και διαχωρισμός και αποθήκευση του υπερκείμενου ορού στη κατάψυξη (-80°C). Στα δείγματα πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός γλυκόζης (βιοχημικός αναλυτής Cobas Integra 400 plus) και ινσουλίνης Elisa-kit, Millipore, ευαισθησία: $2 \mu\text{U/mL}$, % συντελεστής διακύμανσης: $5,96 \pm 1,17$ (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση). Επίσης υπολογίστηκε ο δείκτης HOMA των ασθενών σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{HOMA} = \text{γλυκόζη νηστείας (mmol/L)} \times \text{ινσουλίνη νηστείας (}\mu\text{U/mL)} / 22,5$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, βιοχημικός έλεγχος και δείκτης HOMA συμμετεχόντων στη μελέτη (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση).

	Σύνολο	Ομάδα 1 Επιδόρπιο γάλακτος	Ομάδα 2 Κέικ	Ομάδα 3 Ζελέ φράουλα	Ομάδα 4 Κρέμα ζαχαροπλαστικής
<i>Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά</i>					
Ηλικία (έτη)	$64,4 \pm 9,8$	$63,3 \pm 8,8$	$64,6 \pm 10,8$	$63,3 \pm 10,0$	$67,8 \pm 10,6$
Φύλο (n, άντρες/γυναίκες)	25/15	6/4	6/4	6/4	7/3
Ύψος (cm)	$163 \pm 8,6$	$164,5 \pm 9,2$	$161,7 \pm 9,8$	$163 \pm 9,1$	$163,6 \pm 7,9$
Σωματικό βάρος (kg)	$83,4 \pm 18,2$	$89,8 \pm 25,7$	$82,3 \pm 13,5$	$80,9 \pm 20,4$	$78,6 \pm 6,8$
Δείκτης μάζας σώματος (kg/m^2)	31 ± 6	$33,1 \pm 8,2$	$31,3 \pm 2,8$	$30,4 \pm 6,8$	$29,5 \pm 3,6$
<i>Βιοχημικός έλεγχος</i>					
Ολική χοληστερόλη (mg/dL)	169 ± 33	$162,1 \pm 16,6$	$161,4 \pm 24,3$	$212,2 \pm 52,1$	$167,9 \pm 40,4$
Υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (HDL) (mg/dL)	47 ± 14	$41,1 \pm 8,8$	$54 \pm 10,5$	$55,4 \pm 16$	$43,3 \pm 16,8$
Χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (LDL) (mg/dL)	93 ± 25	$85,1 \pm 18,7$	$90,1 \pm 14,9$	$142 \pm 40,4$	$87,5 \pm 27,3$
Τριγλυκερίδια (TG) (mg/dL)	146 ± 74	$154,7 \pm 47,8$	$111,6 \pm 39$	$126,3 \pm 74,8$	$174,2 \pm 106,7$
HbA1c (%)	$6,7 \pm 0,7$	$6,6 \pm 0,5$	$7,4 \pm 0,7$	$6,8 \pm 0,6$	$6,3 \pm 0,6$
Δείκτης HOMA	$3,5 \pm 2,3$	$2,8 \pm 1,2$	$3,9 \pm 1,7$	$4,2 \pm 2,4$	$3,2 \pm 1,5$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Πίνακας θρεπτικών συστατικών των τροφίμων που καταναλώθηκαν από τις 4 ομάδες των 10 ατόμων που συμμετείχαν στη μελέτη.

Θρεπτικά συστατικά	Ομάδα 1			Ομάδα 2			Ομάδα 3			Ομάδα 4		
	Βασικό γεύμα	Ψωμί τοστ (μερίδα: 24 g)	Τυρί τοστ (μερίδα: 20 g)	Επίδωρο γάλακτος ΤΣ (μερίδα: 150 g)	Επίδωρο γάλακτος ΜΤΣ (μερίδα: 170 g)	Κέικ ΤΣ (μερίδα: 55 g)	Κέικ ΜΤΣ (μερίδα: 55 g)	Ζελέ φράουλα ΤΣ (μερίδα: 165 g)	Ζελέ φράουλα ΜΤΣ (μερίδα: 165 g)	Κρέμα ζαχαροπλαστικής ΜΤΣ (μερίδα: 65 g)	Κρέμα ζαχαροπλαστικής ΤΣ (μερίδα: 65 g)	Κρέμα ζαχαροπλαστικής ΜΤΣ (μερίδα: 65 g)
Λιπίδια	1,2	1,7	2,2 (1,5%)	7,8 (4,6%)	8,0 (14,5%)	8,7 (15,8%)	0	0	0	1,5 (2,3%)	3,2 (4,9%)	3,2 (4,9%)
Υδατάνθρακες	14,9	0,3	21,5 (14,3%)	34,3 (20,2%)	20,0 (36,4%)	32,5 (59,1%)	8,4 (5,1%)	27,1 (16,4%)	9,9 (15,2%)	9,9 (15,2%)	15,7 (24,1%)	15,7 (24,1%)
Σάκχαρα	0,8		6,9	27,5	0,2	18,4	0,1	26,7	0,24	0,24	12,7	12,7
Πολυόλες			7,9	0	6,7	0	7,8	0	4,7	4,7	0	0
Άμυλο			6,0	6,8	12,3	14,1	0	0	3,8	3,8	2,5	2,5
Διαιτητικές ίνες	1,3		4,8 (3,2%)	0	3,7 (6,7%)	0,4 (0,7%)	2,6 (1,6%)	0,3 (0,2%)	2,7 (4,1%)	2,7 (4,1%)	0,1 (0,1%)	0,1 (0,1%)
Πρωτεΐνες	2,5		4,9 (3,3%)	5,6 (3,3%)	3,4 (6,2%)	3,6 (6,5%)	3,4 (2,1%)	2,7 (1,6%)	1,6 (2,5%)	1,6 (2,5%)	1,7 (2,6%)	1,7 (2,6%)

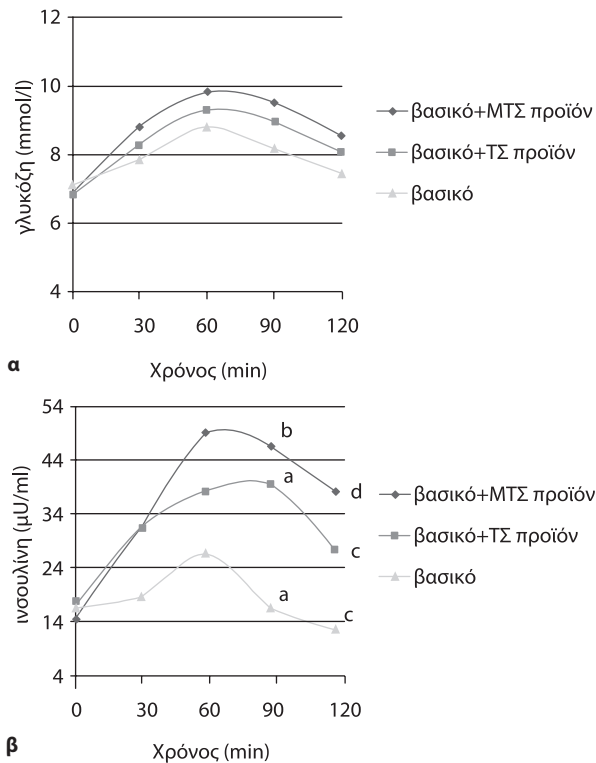
Στατιστική ανάλυση

Το δείγμα θεωρήθηκε κατάλληλο για να επιτευχθεί ισχύς 99% σε επίπεδο σημαντικότητας 5% για διαφορά μίας τυπικής απόκλισης (1 SD) μεταξύ των ομάδων για κάθε βιοχημικό δείκτη. Η ανάλυση ισχύος πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα G. Power v3.0.10. Για την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων συγκρίθηκαν οι μέσες τιμές με την τυπική απόκλιση γλυκόζης και ινσουλίνης για κάθε χρονική στιγμή για τα γεύματα Α, Β και Γ. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v13.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Οι διαφορές αξιολογήθηκαν με την Ανάλυση Επαναλαμβανόμενων Μετρήσεων με τη διόρθωση Bonferroni σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05. Τα αποτελέσματα που αναφέρονται σε χρονικές στιγμές παρουσιάζονται ως μέση τιμή±τυπική απόκλιση. Αποτελέσματα που αναφέρονται συνολικά στην παρέμβαση παρουσιάζονται ως μέση τιμή±τυπικό σφάλμα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, τα αποτελέσματα βιοχημικού έλεγχου και ο δείκτης HOMA των συμμετεχόντων στη μελέτη παρατίθενται στον πίνακα 1. Η κατανάλωση του επιδόρπιου γάλακτος (ΤΣ ή ΜΤΣ) με το βασικό γεύμα δεν επηρέασε σημαντικά τις μεταγευματικές συγκεντρώσεις γλυκόζης (εικόνα 1α) ή ινσουλίνης (εικόνα 1β) των ασθενών ($P>0,05$ κατά τη σύγκριση των τριών γευμάτων). Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μόνο όσον αφορά στις συγκεντρώσεις της ινσουλίνης σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές (εικόνα 1β). Συγκεκριμένα, η κατανάλωση του ΜΤΣ προϊόντος με το βασικό γεύμα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των συγκεντρώσεων ινσουλίνης στα 90 min ($46,55\pm 44,16$, $P=0,037$) και 120 min ($38,04\pm 39,22$, $P=0,035$) σε σχέση με το βασικό γεύμα ($16,68\pm 11,88$ στα 90 min και $12,42\pm 9,17$ στα 120 min) ενώ, αντίθετα, η λήψη του ΤΣ προϊόντος δεν είχε αυξητική επίδραση ($39,49\pm 27,7$ στα 90 min και $27,29\pm 24,85$ στα 120 min).

Σημαντικές διαφορές όσον αφορά στις μεταγευματικές συγκεντρώσεις γλυκόζης ή ινσουλίνης παρατηρήθηκαν μετά την κατανάλωση των δύο προϊόντων (ΜΤΣ και ΤΣ) κέικ με το βασικό γεύμα (εικόνα 2α και 2β). Η κατανάλωση του γεύματος με το ΤΣ προϊόν κέικ δεν επηρέασε τις μεταγευματικές συγκεντρώσεις γλυκόζης ($8,81\pm 0,32$, $P>0,05$) ή ινσου-

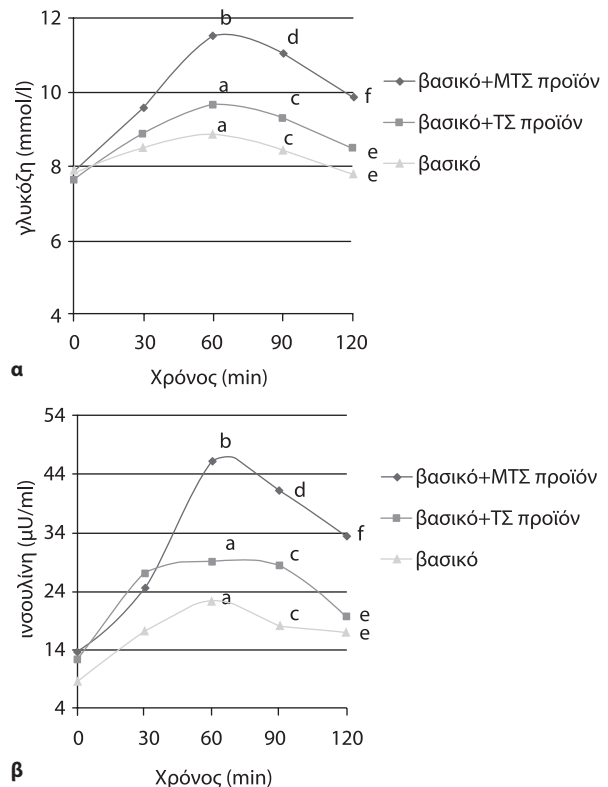


ΕΙΚΟΝΑ 1. Μεταγευματικές συγκεντρώσεις γλυκόζης (εικόνα 1α) και ινσουλίνης (εικόνα 1β) μετά την κατανάλωση βασικού γεύματος, βασικού+επιδόρπιου γάλακτος ΤΣ, βασικού+επιδόρπιου γάλακτος ΜΤΣ (μέσες τιμές, διαφορετικά γράμματα ανά ορισμένη χρονική στιγμή ανά γεύμα δηλώνουν σημαντική διαφορά, επίπεδο σημαντικότητας 0,05).

λίνης ($23,23 \pm 3,59$, $P > 0,05$) σε σχέση με το βασικό γεύμα ($8,31 \pm 0,32$ για τη γλυκόζη και $16,59 \pm 3,59$ για την ινσουλίνη). Αντίθετα, η προσθήκη του ΜΤΣ προϊόντος κέικ στο γεύμα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των μεταγευματικών συγκεντρώσεων γλυκόζης ($9,99 \pm 0,32$, $P = 0,003$) και ινσουλίνης ($31,6 \pm 3,59$, $P = 0,020$) σε σχέση με το βασικό γεύμα. Επίσης, κατά τη σύγκριση των γευμάτων που περιείχαν το κέικ παρατηρήθηκε αύξηση των μεταγευματικών συγκεντρώσεων γλυκόζης μετά την κατανάλωση του γεύματος με το ΜΤΣ προϊόν σε σχέση με το ΤΣ προϊόν ($P = 0,047$). Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές όσον αφορά στις μεταγευματικές συγκεντρώσεις ινσουλίνης κατά τη σύγκριση των δύο γευμάτων ($P > 0,05$).

Όσον αφορά στο προϊόν ζελέ φράουλα, η κατανάλωσή του ως ΤΣ ή ΜΤΣ προϊόν με το βασικό γεύμα δεν επηρέασε σημαντικά τις μεταγευματικές συγκεντρώσεις γλυκόζης σε σχέση με το βασικό γεύμα ($P > 0,05$). Σημαντική αύξηση στη συγκέντρωση της

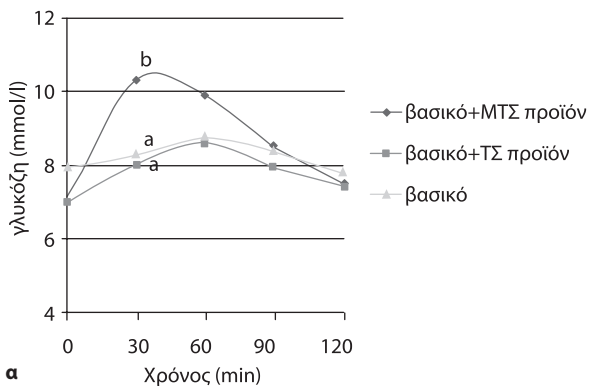
γλυκόζης παρατηρήθηκε μόνο 30 min μετά την κατανάλωση του ΜΤΣ προϊόντος ($10,32 \pm 1,86$, $P = 0,004$) με το βασικό γεύμα ($8,26 \pm 1,42$), ενώ η κατανάλωση του ΤΣ προϊόντος την ίδια χρονική στιγμή δεν είχε αυξητική επίδραση ($8,01 \pm 1,06$). Στις υπόλοιπες χρονικές στιγμές η κατανάλωση των δύο προϊόντων με το βασικό γεύμα δεν επηρέασε τις συγκεντρώσεις γλυκόζης σε σχέση με την κατανάλωση του βασικού γεύματος (εικόνα 3α). Αντίθετα, σημαντική αύξηση των επιπέδων της ινσουλίνης παρατηρήθηκε μετά την κατανάλωση του ΜΤΣ προϊόντος με το βασικό γεύμα ($27,42 \pm 2,66$) σε σχέση με το ΤΣ προϊόν ($16,46 \pm 2,66$, $P = 0,022$) (εικόνα 3β). Οι συγκρίσεις του βασικού γεύματος ($18,36 \pm 2,66$) με τα δύο γεύματα που περιείχαν τα δύο προϊόντα δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές όσον αφορά στις συγκεντρώσεις της ινσουλίνης ($P = 0,071$ σε σχέση με το ΜΤΣ προϊόν και $P > 0,05$ για το ΤΣ προϊόν). Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν επίσης σε ορισμένες χρονικές στιγ-



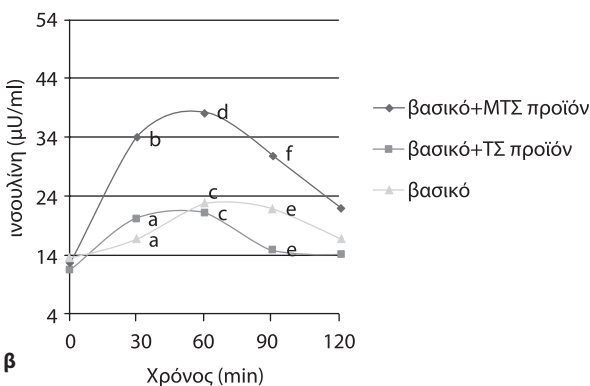
ΕΙΚΟΝΑ 2. Μεταγευματικές συγκεντρώσεις γλυκόζης (εικόνα 2α) και ινσουλίνης (εικόνα 2β) μετά την κατανάλωση βασικού γεύματος, βασικού γεύματος+κέικ ΤΣ, βασικού γεύματος+κέικ ΜΤΣ (μέσες τιμές, διαφορετικά γράμματα ανά ορισμένη χρονική στιγμή ανά γεύμα δηλώνουν σημαντική διαφορά, επίπεδο σημαντικότητας 0,05).

μές μετά τη λήψη των γευμάτων. Συγκεκριμένα, οι συγκεντρώσεις ινσουλίνης αυξήθηκαν 30, 60 και 90 min μετά τη λήψη του γεύματος με το ΜΤΣ προϊόν ζελέ φράουλα σε σχέση με το βασικό γεύμα, ενώ η λήψη του ΤΣ προϊόντος με το βασικό γεύμα δεν είχε αυξητική επίδραση (εικόνα 3β).

Η κατανάλωση του ΜΤΣ προϊόντος κρέμας ζαχαροπλαστικής με το βασικό γεύμα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των μεταγευματικών συγκεντρώσεων γλυκόζης ($9,28 \pm 0,36$, $P=0,003$) σε σχέση με το βασικό γεύμα ($7,35 \pm 0,36$). Μικρότερη αύξηση παρατηρήθηκε μετά την κατανάλωση του ΤΣ προϊόντος με το βασικό γεύμα ($8,67 \pm 0,36$, $P=0,049$) σε σχέση με το βασικό γεύμα. Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις γλυκόζης δε διέφεραν σημαντικά μετά την κατανάλωση των δύο γευμάτων με τα προϊόντα ΜΤΣ και ΤΣ κρέμας ζαχαροπλαστικής ($P>0,05$). Οι σημαντικές διαφορές στα μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης μετά την κα-



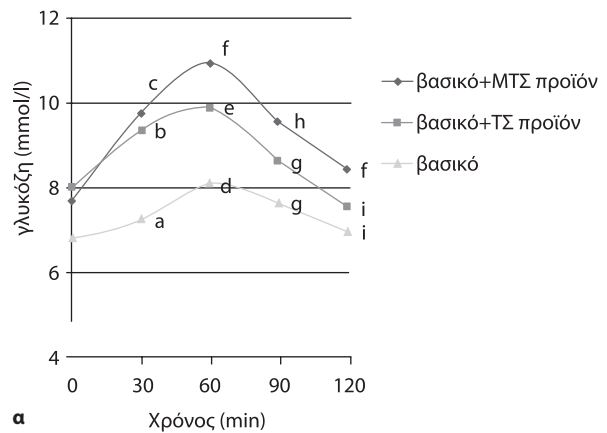
α



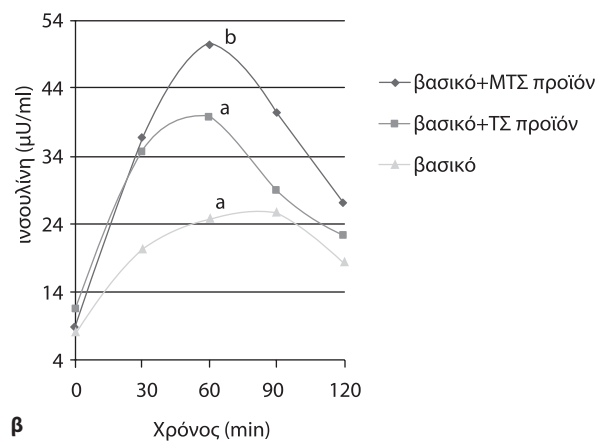
β

ΕΙΚΟΝΑ 3. Μεταγευματικές συγκεντρώσεις γλυκόζης (εικόνα 3α) και ινσουλίνης (εικόνα 3β) μετά την κατανάλωση βασικού γεύματος, βασικού γεύματος+ζελέ φράουλας ΤΣ, βασικού γεύματος+ζελέ φράουλας ΜΤΣ (μέσες τιμές, διαφορετικά γράμματα ανά ορισμένη χρονική στιγμή ανά γεύμα δηλώνουν σημαντική διαφορά, επίπεδο σημαντικότητας 0,05).

τανάλωση των δύο γευμάτων με την κρέμα ζαχαροπλαστικής στις διάφορες χρονικές στιγμές σε σχέση με το βασικό γεύμα παρουσιάζονται στην εικόνα 4α. Όσον αφορά, τις μεταγευματικές συγκεντρώσεις ινσουλίνης, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές κατά τη σύγκριση των τριών γευμάτων ($P>0,05$, εικόνα 4β). Σημαντική αύξηση στη συγκέντρωση της ινσουλίνης παρατηρήθηκε μόνο 60 min μετά την κατανάλωση του γεύματος με το ΜΤΣ προϊόν ($50,49 \pm 34,19$, $P=0,041$) σε σχέση με το βασικό γεύμα ($24,78 \pm 16,05$). Αντίθετα, η συγκέντρωση της ινσουλίνης την ίδια χρονική στιγμή μετά την κατανάλωση του ΤΣ προϊόντος με το βασικό γεύμα ($39,68 \pm 25,38$) δε διέφερε σε σχέση με εκείνη του βασικού γεύματος ($P>0,05$).



α



β

ΕΙΚΟΝΑ 4. Μεταγευματικές συγκεντρώσεις γλυκόζης (εικόνα 4α) και ινσουλίνης (εικόνα 4β) μετά την κατανάλωση βασικού γεύματος, βασικού γεύματος+κρέμα ζαχαροπλαστικής ΤΣ, βασικού γεύματος+κρέμα ζαχαροπλαστικής ΜΤΣ (μέσες τιμές, διαφορετικά γράμματα ανά ορισμένη χρονική στιγμή ανά γεύμα δηλώνουν σημαντική διαφορά, επίπεδο σημαντικότητας 0,05).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το πρώτο εύρημα της μελέτης είναι ότι η κατανάλωση δύο προϊόντων ΤΣ (κέικ και ζελέ φράουλα) με το βασικό γεύμα δεν αύξησε σημαντικά τις μεταγευματικές συγκεντρώσεις γλυκόζης (κέικ) και ινσουλίνης των ασθενών (κέικ, ζελέ φράουλα) σε σχέση με το βασικό γεύμα. Αντίθετα, η κατανάλωση των αντίστοιχων προϊόντων ΜΤΣ με το βασικό γεύμα είχε αυξητική επίδραση στους αντίστοιχους βιοχημικούς δείκτες. Το υψηλό ποσοστό υποκατάστασης των σακχάρων που περιέχουν τα προϊόντα ΜΤΣ που κυμαίνεται από 98,9% (κέικ) – 99,6% (ζελέ φράουλα) με πολυόλες και εδώδιμες ίνες στα νέα ΤΣ προϊόντα (πίνακας 2) είχε ως αποτέλεσμα την ευνοϊκή τους επίδραση στη μεταγευματική απόκριση σε γλυκόζη ή/και ινσουλίνη των ασθενών. Το κέικ ΤΣ ειδικότερα, εφόσον επηρέασε ευνοϊκά και τους δύο βιοχημικούς δείκτες που μελετήθηκαν, πιθανώς να υπερτερεί των υπόλοιπων προϊόντων στον έλεγχο σακχάρου.

Το δεύτερο εύρημα της μελέτης είναι ότι η κατανάλωση των προϊόντων ΤΣ επιδόρπιο γάλακτος και κρέμα ζαχαροπλαστικής με το βασικό γεύμα είχε ευνοϊκή επίδραση στις μεταγευματικές συγκεντρώσεις γλυκόζης ή/και ινσουλίνης των ασθενών σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές σε σχέση με το ΜΤΣ προϊόν. Συγκεκριμένα, ενώ η κατανάλωση του ΤΣ επιδόρπιου γάλακτος με το βασικό γεύμα δεν αύξησε τις μεταγευματικές τιμές της ινσουλίνης σε καμία χρονική στιγμή σε σχέση με το βασικό γεύμα, η κατανάλωση του ΜΤΣ προϊόντος προκάλεσε αύξηση των αντίστοιχων επιπέδων 90 και 120 min μετά τη λήψη του γεύματος. Το γεγονός ότι στην περίπτωση του επιδόρπιου γάλακτος δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές για όλη την παρέμβαση αλλά για κάποιες χρονικές στιγμές, μπορεί να οφείλεται στο μικρότερο ποσοστό υποκατάστασης των σακχάρων του αρχικού προϊόντος ΜΤΣ που είναι 74,9% (πίνακας 2) σε σχέση με το κέικ ή το ζελέ φράουλα. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για την κρέμα ζαχαροπλαστικής όσον αφορά στην ινσουλίνη όπου η κατανάλωση του προϊόντος ΜΤΣ αύξησε σημαντικά τα μεταγευματικά επίπεδα ινσουλίνης 60 min μετά από τη λήψη του γεύματος, ενώ το αντίστοιχο προϊόν ΤΣ δεν αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση ινσουλίνης σε καμία χρονική στιγμή σε σχέση με το βασικό γεύμα. Όσον αφορά στα επίπεδα της γλυκόζης, η κατανάλωση του προϊόντος ΤΣ κρέμας ζαχαροπλαστικής είχε ως αποτέλεσμα τη

μικρότερη αύξηση των επιπέδων γλυκόζης μεταγευματικά σε σχέση με το βασικό γεύμα από ό,τι το ΜΤΣ προϊόν. Στην κρέμα ζαχαροπλαστικής ΤΣ αν και το ποσοστό υποκατάστασης των σακχάρων στο προϊόν είναι υψηλό (98,1%), η αύξηση που προκαλείται στις συγκεντρώσεις γλυκόζης μεταγευματικά πιθανώς να οφείλεται στην αύξηση του ποσοστού του αμύλου στο ΤΣ προϊόν (κατά 52%) που γίνεται για οργανοληπτικούς λόγους (πίνακας 2).

Η σουκραλόζη που χρησιμοποιείται για τη σύνθεση των τροποποιημένων επιδορπίων είναι χαμηλής θερμιδικής αξίας γλυκαντική ύλη που συντίθεται από τη σουκρόζη. Είναι περίπου 600 φορές πιο γλυκιά από τη ζάχαρη και έχει εγκριθεί από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (1991) καθώς και από την Ευρωπαϊκή Ένωση (2004) ως ασφαλής για την ανθρώπινη κατανάλωση. Αν και συντίθεται από την σουκρόζη, ο οργανισμός δεν την αναγνωρίζει ως υδατάνθρακα και επομένως δε μεταβολίζεται για παραγωγή ενέργειας και δεν επηρεάζει τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα. Κλινικές μελέτες έχουν δείξει ότι τρόφιμα και αφεψήματα στα οποία χρησιμοποιείται η σουκραλόζη ως γλυκαντική ύλη δεν επηρεάζουν τις συγκεντρώσεις γλυκόζης αίματος και επομένως μπορεί να είναι ευεργετικά για τη διαιτητική αντιμετώπιση ασθενών με διαβήτη.^{12,13} Ενώσεις με παρόμοια δράση που χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση αυτών των προϊόντων είναι οι πολυόλες ξυλιτόλη, που αποτελεί φυσικό συστατικό πολλών φρούτων και λαχανικών, και η μαλτιτόλη, συνθετική ουσία με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη.

Η παρουσία των διαλυτών διαιτητικών ινών στα τροποποιημένης σύστασης προϊόντα συνεισφέρει επίσης στην ευεργετική τους δράση στα μεταγευματικά επίπεδα γλυκόζης ή ινσουλίνης των ασθενών. Συγκεκριμένα, έρευνες συσχετίζουν την πρόσληψη δεξτρινών με μειωμένες τιμές γλυκόζης και ινσουλίνης στο αίμα.¹⁴ Είναι πιθανό οι δεξτρίνες να μειώνουν την απορρόφηση της γλυκόζης μέσω παρεμπόδισης του συστήματος που εμπλέκεται στη μεταφορά των δισακχαριδίων.¹¹

Η Διεθνής Ομοσπονδία για τον Διαβήτη (International Diabetes Federation) οριοθετεί τους στόχους γλυκαιμίας που αντιστοιχούν σε γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη HbA1c <6,5% (χρόνια γλυκαιμία), και αυτοί είναι: προγευματική τριχοειδική γλυκόζη <110 mg/dL (ή 6,1 mmol/L) και μεταγευματική (1–2 h μετά τα γεύματα) <145 mg/dL (ή 8 mmol/L).¹⁵ Οι κατευθυ-

ντήριες οδηγίες της Αμερικανικής Διαβητολογικής Εταιρείας (American Diabetes Association) θέτουν ως θεραπευτικούς στόχους HbA1c < 7% (χρόνια γλυκαιμία), προγευματικά επίπεδα γλυκαιμίας 70–130 mg/dL (ή 3,8–7,2 mmol/L) και μεταγευματικά < 180 mg/dL (ή 10 mmol/L).¹⁶ Είναι ιδιαίτερα σημαντικό το γεγονός ότι οι μεταγευματικές (60–120 min) συγκεντρώσεις γλυκόζης των ασθενών μετά την κατανάλωση του βασικού γεύματος με τα προϊόντα ΤΣ είναι εντός των ορίων των θεραπευτικών στόχων της Αμερικανικής Διαβητολογικής Εταιρείας (< 10 mmol/L). Αντίθετα, η κατανάλωση των προϊόντων ΜΤΣ κέικ, ζελέ φράουλας και κρέμας ζαχαροπλαστικής με το βασικό γεύμα είχε ως αποτέλεσμα οι μεταγευματικές συγκεντρώσεις γλυκόζης να είναι μεγαλύτερες από εκείνες των θεραπευτικών στόχων (στα 60–120 min για το κέικ και στα 60 min για το ζελέ φράουλα και την κρέμα ζαχαροπλαστικής).

Συμπερασματικά, η κατανάλωση των τεσσάρων νέων διαμορφωμένων με υποκατάστατα σάκχαρης και δεξτρίνες επιδόρπιων συμπληρωματικά με ένα κυρίως γεύμα επηρέασε με ευνοϊκό τρόπο τις μετα-

γευματικές συγκεντρώσεις γλυκόζης και ινσουλίνης των διαβητικών ασθενών. Συγκεκριμένα, η κατανάλωση των διαμορφωμένων με υποκατάστατα σάκχαρης επιδόρπιων είτε δεν αύξησε τις μεταγευματικές τιμές των βιοχημικών δεικτών που μελετήθηκαν σε σχέση με τη κατανάλωση του βασικού γεύματος, είτε οι μεταγευματικές τιμές των δεικτών αυτών ήταν μέσα στους θεραπευτικούς στόχους της Αμερικανικής Διαβητολογικής Εταιρείας. Με δεδομένο τον σημαντικό ρόλο που κατέχει η διατροφή στην υγεία των ατόμων με υψηλά επίπεδα σακχάρου αίματος, τα τρόφιμα αυτά θα μπορούσαν να ενταχθούν στο διαιτολόγιό τους. Επιπροσθέτως, καθώς τα προϊόντα αυτά εντάσσονται στην κατηγορία των επιδόρπιων, αποτελούν μία επιπλέον επιλογή για αυτά τα άτομα.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς ευχαριστούν την εταιρεία Γιώτης για τη χρηματοδότηση της έρευνας και την παροχή των προϊόντων που μελετήθηκαν.

Desserts of modified composition have a positive effect to postprandial glucose and insulin response in diabetics

K. Argyri, A. Sotiropoulos, E. Psarou, A. Papazafiropoulou, M. Taouxis, A. Zampelas, M. Kapsokefalou

ABSTRACT Desserts formulated for diabetic patients may improve quality of life and enhance adherence to diabetic diet. A series of desserts (milk dessert, cake, strawberry jelly, pastry cream) was formulated using sugar substitutes, mainly sucralose, and soluble fibers, mainly dextrin. The effect of the desserts to the postprandial glucose and insulin levels of diabetic patients was investigated. For comparison, a series of similar desserts formulated for healthy consumers was employed. **Method:** Forty diabetic men and women were divided to 4 groups of 10. Each subject received on three weekly visits (a) a standard meal (slice of white bread and of low fat cheese) (b) a standard meal and a dessert formulated for diabetics and (g) a standard meal and a similar dessert not formulated for diabetics. Blood samples were drawn at 0, 30, 60, 90 and 120 min after the consumption of the meal and glucose and insulin responses were compared (General Linear Model, Repeated Measures Analysis, Bonferroni confidence interval adjustment, level of significance 0.05). **Results:** A cake and a strawberry jelly formulated for diabetics when consumed with the standard meal did not affect postprandial glucose and insulin ($P > 0.05$) in comparison with the standard meal, but desserts formulated for non-diabetics had an increasing effect ($P < 0.05$). The formulated for diabetics custard desserts did not increase the postprandial levels of glucose or insulin at 60, 90 or 120 min, while the formulated for non-diabetics custard desserts increased the respective levels, in comparison to the standard meal. **Conclusion:** Desserts formulated with sugar substitutes and soluble fibers may conform to the diet of diabetics.

Key words: Postprandial response, glucose, insulin, diabetes, sugar substitutes.

Βιβλιογραφία

1. Franz MJ. Medical Nutrition Therapy for Diabetes Mellitus and Hypoglycemia of Nondiabetic Origin. In: Mahan LK, Escott-Stump S (eds) *Krause's Food, Nutrition & Diet Therapy*. 10th ed. Pennsylvania: WB Saunders Company, 2000:742–777
2. Τεντολούρης Ν, Κατσιλάμπρος Ν. Διαιτητική αντιμετώπιση σακχαρώδη διαβήτη. Στο: Ζαμπέλας Α (συν) *Κλινική διαίτο-λογία και διατροφή με στοιχεία παθολογίας*. Αθήνα, Ιατρικές εκδόσεις ΠΧ Πασχαλίδης, 2007:341–384
3. Panagiotakos DB, Pitsavos C, Skoumas Y, Lentzas Y, Stefanadis C. Five-year incidence of type 2 diabetes mellitus among cardiovascular disease-free Greek adults: Findings from the ATTICA study Vasc Health Risk. *Manag* 2008, 4:691–698
4. Melidonis AM, Tournis SM, Kompoti MK, Lentzas IL, Roussou VR, Iraklianiou SL, Michail IM, Mariolis AM. Increased prevalence of diabetes mellitus in a rural Greek population. *Rural Remote Health* 2006, 6:534–538
5. Gikas A, Sotiropoulos A, Panagiotakos D, Pastromas V, Paraskevopoulou E, Skliros E, Pappas S. Rising prevalence of diabetes among Greek adults: Findings from two consecutive surveys in the same target population. *Diabetes Res Clin Pract* 2008, 79:325–329
6. Gropper S, Smith J, Groff J. *Διατροφή και Μεταβολισμός 1*. Επιστημονική Επιμέλεια: Συντώσης Λ. Αθήνα, Ιατρικές Εκδόσεις ΠΧ Πασχαλίδης, 2007
7. Franz MJ, Bantle JP, Beebe CA, Brunzell JD et al. Evidence-Based Nutrition Principles and Recommendations for the Treatment and Prevention of Diabetes and Related Complications. *Diabetes Care* 2002, 25:202–212
8. Franz MJ, Powers MA, Leontos C et al. The Evidence for Medical Nutrition Therapy for Type 1 and Type 2 Diabetes in Adults. *J Am Diet Assoc* 2010, 110:1852–1889
9. Holub I, Gostner A, Theis S et al. Novel findings on the metabolic effects of the low glycaemic carbohydrate isomaltulose (Palatinose). *Br J Nutr* 2010, 103:1730–1737
10. Quílez J, Bulló M, Salas-Salvadó. Improved postprandial response and feeling of satiety after consumption of low-calorie muffins with maltitol and high-amylose corn starch. *J Food Sci* 2007, 72:S407–411
11. Wakabayashi S. The effects of Indigestible Dextrin on Sugar Tolerance: I. Studies on Digestion-Absorption and Sugar Tolerance. *Nippon Naibunpi Gakkai Zasshi* 1992, 68:623–635
12. Grotz VL, Henry RR, McGill JB et al. Lack of effect of sucralose on glucose homeostasis in subjects with type 2 diabetes. *J Am Diet Assoc* 2003, 103:1607–1612
13. Mezitis NHE, Maggio CA, Koch P et al. Glycemic effect of a single high oral dose of the novel sweetener sucralose in patients with diabetes. *Diab Care* 1996, 19:1004–1005
14. Slavin JL, Savarino V, Paredes-Diaz A et al. A review of the role of soluble fiber in Health with specific reference to wheat dextrin. *J Int Med Res* 2009, 37:1–17
15. International Diabetes Federation. Clinical Guidelines Task Force. Global Guideline for Type 2 Diabetes. Chapter 6: Glucose control levels. International Diabetes Federation 2005:26–28, www.idf.org
16. American Diabetes Association. Executive Summary: Standards of Medical Care in Diabetes-2009. *Diab Care* 2009, 32:S6–S12