



# **ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΓΩΓΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

**Διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου για την εκτίμηση της προτίμησης για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Συσχέτιση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος.**

**Γαλούνη Φαίδρα**

**Αθήνα, 2021**



# **ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΓΩΓΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

## **Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

**Αναστασίου Κωνσταντίνος (Επιβλέπων)**  
**Επίκουρος Καθηγητής, Διατροφή Άσκηση και Υγεία, Τμήμα Επιστήμης**  
**Διαιτολογίας-Διατροφής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

**Γιαννακούλια Μαρία**  
**Καθηγήτρια Διατροφής και Διαιτητικής Συμπεριφοράς,**  
**Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας-Διατροφής,**  
**Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

**Κοντογιάννη Μερόπη**  
**Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Κλινικής Διατροφής,**  
**Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας-Διατροφής,**  
**Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

Η Γαλούνη Φαίδρα δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2) Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Αναστασίου Κωνσταντίνο, για την ευκαιρία που μου έδωσε να συνεργαστούμε πάνω σε ένα πολύ ενδιαφέρον για εμένα θέμα, αλλά και για την πολύτιμη βοήθεια και την καθοδήγηση που μου παρείχε για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα εν μέσω της δύσκολης αυτής κατάστασης.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τους γονείς μου Δημήτρη και Σπυριδούλα για την αγάπη τους και την ανιδιοτελή τους υποστήριξη καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου και την αδερφή μου Παναγιώτα, που ήταν πάντα δίπλα μου όλα αυτά τα χρόνια.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Περίληψη στα Ελληνικά .....                                                             | 7         |
| Abstract ή Περίληψη στα Αγγλικά .....                                                   | 9         |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....                                                                 | 10        |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....                                                                 | 11        |
| ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ .....                                                                    | 12        |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....                                                                          | 13        |
| <b>Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: Η αίσθηση της γεύσης .....</b>                               | <b>14</b> |
| 1.1 Ανατομία και φυσιολογία της γεύσης.....                                             | 14        |
| 1.1.1 Γευστικές θηλές και γευστικοί κάλυκες .....                                       | 14        |
| 1.1.2 Γευστικά κύτταρα .....                                                            | 17        |
| 1.1.3 Γευστικές νευρικές ίνες .....                                                     | 20        |
| 1.2 Γευστικές ποιότητες .....                                                           | 21        |
| 1.2.1 Αλμυρό .....                                                                      | 22        |
| 1.2.2 Γλυκό .....                                                                       | 22        |
| 1.2.3 Ξινό .....                                                                        | 23        |
| 1.2.4 Πικρό .....                                                                       | 23        |
| 1.2.5 Umami .....                                                                       | 24        |
| <b>Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Γλυκιά γεύση .....</b>                                       | <b>25</b> |
| 2.1 Σημασία της γλυκιάς γεύσης .....                                                    | 25        |
| 2.2 Υποδοχείς της γλυκιάς γεύσης .....                                                  | 25        |
| 2.2.1 Δομή υποδοχέων .....                                                              | 26        |
| 2.2.2 Πρόσδεση στον υποδοχέα T1R2/T1R3 .....                                            | 27        |
| 2.3 Μεταγωγή της γλυκιάς γεύσης .....                                                   | 28        |
| 2.4 Εξωστοματικοί υποδοχείς της γλυκιάς γεύσης .....                                    | 30        |
| 2.4.1 Γαστρεντερικός σωλήνας .....                                                      | 30        |
| 2.4.2 Πάγκρεας.....                                                                     | 31        |
| 2.4.3 Κεντρικό Νευρικό Σύστημα .....                                                    | 31        |
| 2.4.4 Ουροποιητικό σύστημα .....                                                        | 32        |
| 2.4.5 Λιπώδης ιστός .....                                                               | 32        |
| <b>Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Παράγοντες που επιδρούν στην γλυκιά γεύση .....</b>          | <b>34</b> |
| <b>Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Συσχέτιση γλυκιάς γεύσης και σύστασης σώματος .....</b>      | <b>36</b> |
| <b>Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>: Εργαλεία Εκτίμησης της τάσης προς την γλυκιά γεύση .....</b> | <b>40</b> |
| <b>Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>: Σκοπός Έρευνας .....</b>                                     | <b>42</b> |
| <b>Κεφάλαιο 7<sup>ο</sup>: Μεθοδολογία.....</b>                                         | <b>42</b> |
| 7.1 Βιοηθική .....                                                                      | 42        |
| 7.2 Πληθυσμός Μελέτης .....                                                             | 43        |
| 7.3 Ερωτηματολόγιο.....                                                                 | 43        |
| 7.4 Εκτίμηση σωματικού βάρους και σύστασης σώματος .....                                | 44        |
| 7.5 Στατιστική Ανάλυση.....                                                             | 45        |
| <b>Κεφάλαιο 8<sup>ο</sup>: Αποτελέσματα .....</b>                                       | <b>46</b> |
| 8.1 Αξιοπιστία ερωτηματολογίου γλυκιάς γεύσης (STQ) .....                               | 47        |
| 8.2 Συσχέτιση προτίμησης γλυκιάς γεύσης με σύσταση σώματος και σωματικό βάρος ...       | 47        |
| 8.3 Συσχέτιση προτίμησης γλυκιάς γεύσης με διαιτητική πρόσληψη.....                     | 49        |

Διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου για την εκτίμηση της προτίμησης για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Συσχέτιση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος./Γαλούνη Φαίδρα

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| Κεφάλαιο 9 <sup>ο</sup> : Συμπεράσματα ..... | 52 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....                            | 55 |

## Περίληψη στα Ελληνικά

**Σκοπός:** Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου, το οποίο θα εκτιμά την προτίμηση για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Πέρα από την εκτίμηση της προτίμησης της γλυκιάς γεύσης θα γίνει και συσχέτιση του σωματικού βάρους και της σύστασης σώματος των εθελοντών σε σύγκριση με την προτίμηση τους.

**Μεθοδολογία:** Στην έρευνα συμμετείχαν 34 άνδρες και γυναίκες ηλικίας 20-50 ετών, 17 άνδρες και 17 γυναίκες. Η ανίχνευση της προτίμησης στην γλυκιά γεύση αξιολογήθηκε μέσω ενός ερωτηματολογίου το οποίο ανιχνεύει την προτίμηση προς την γλυκιά γεύση (STQ). Πραγματοποιήθηκε μέτρηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των εθελοντών και εκτιμήθηκε η σύσταση σώματος των εθελοντών με την μέθοδο DEXA. Στην συνέχεια, έγινε αξιολόγηση των διατροφικών συνηθειών μέσω ερωτηματολογίου συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων. Η συσχέτιση των αποτελεσμάτων έγινε με την εφαρμογή του συντελεστή συσχετισμού Spearman. Επιπρόσθετα, εξετάσαμε κατά πόσο το συνολικό σκορ του ερωτηματολογίου εκτίμησης της τάσης προς την γλυκιά γεύση διαφέρει στα τεταρτημόρια της κατανομής μεταβλητών που σχετίζονται με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος. Οι συγκρίσεις στην περίπτωση αυτή έγιναν με ανάλυση διακύμανσης με τον έλεγχο ANOVA.

**Αποτελέσματα:** Στατιστικά σημαντική συσχέτιση φαίνεται να υπάρχει μεταξύ του σκορ που αφορά την λαχτάρα για κατανάλωση γλυκών και του ποσοστού σωματικού λίπους στα σύνολο των εθελοντών ( $p=0,013$ ) και με την ισχνή μάζα σώματος του συνόλου των εθελοντών ( $p=0,047$ ), όχι όμως με τον Δείκτη Μάζας Σώματος. Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση του συνολικού σκορ του ερωτηματολογίου με τις παραπάνω μεταβλητές ( $p>0,05$ ). Στατιστικά σημαντική συσχέτιση βρέθηκε στις γυναίκες μεταξύ της κατανάλωσης απλών σακχάρων με το σκορ που σχετίζεται με την ικανότητα ελέγχου της κατανάλωσης γλυκών ( $p=0,031$ ) και με το σκορ που αφορά την στάση τους απέναντι στην κατανάλωση γλυκών ( $p=0,048$ ). κατανάλωση γλυκών ( $p=0,042$ ), καθώς επίσης στους άντρες σχετίζεται στατιστικά σημαντικά με το σκορ που αφορά το αλκοόλ και την κατανάλωση γλυκών ( $p=0,038$ ).

**Διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου για την εκτίμηση της προτίμησης για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Συσχέτιση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος./Γαλόυνη Φαίδρα**

**Συμπεράσματα:** Τα σκορ του ερωτηματολόγιο τάσης προς την γλυκιά γεύση που χρησιμοποιήθηκε στην μελέτη αυτή φάνηκε να παρουσιάζουν μέτριες συσχετίσεις με παραμέτρους εκτίμησης της παχυσαρκίας και της σύστασης σώματος.

**Λέξεις κλειδιά:** γεύση, γλυκιά, βάρος, σύσταση σώματος



## Περίληψη στα Αγγλικά

**Purpose:** The purpose of this study is to formulate a questionnaire, which will evaluate the preference for sweet taste in the Greek population. Apart from that, there will be a correlation between the body weight and body composition of the volunteers in comparison with their preferences.

**Methodology:** The study involved 34 men and women aged 20-50 years, 17 men and 17 women. The detection of sweet taste preference was evaluated through a new questionnaire which detects sweet taste preference (STQ). The anthropometric characteristics of the volunteers were measured, and the body composition of the volunteers was estimated using the DEXA method. Eating habits were then evaluated by using a food frequency questionnaire (FFQ). Spearman correlation coefficient was applied to find any correlation between the results. Furthermore, we examined whether the overall score of the Sweet Taste Questionnaire differed in the quadrants of the distribution of variables related to body weight and body composition. The comparisons in this case were made by analysis of variance with the ANOVA test.

**Results:** There seems to be a statistically significant correlation between the craving score and the percentage of body fat in all volunteers ( $p=0.013$ ) and the lean body mass in all volunteers ( $p = 0.047$ ) but not with the Body Mass Index. No statistically significant correlation was found between the total score of the sweet taste questionnaire with the aforementioned variables ( $p>0.05$ ). A statistically significant correlation was found in women between the consumption of sugars and the score related to the ability of controlling the consumption of sweets ( $p=0.031$ ) and the score related to their attitude towards the consumption of sweets ( $p=0.048$ ).

**Conclusions:** Scores of the sweet taste questionnaire used in the present study seemed to be mildly associated with parameters assessing obesity and body composition.

**Keywords:** taste, sweet, weight, body composition

Διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου για την εκτίμηση της προτίμησης για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Συσχέτιση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος./Γαλούνη Φαίδρα

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Εικόνα 1.1: Τα είδη γευστικών θηλών .....                             | 16 |
| Εικόνα 1.2: Δομή ενός γευστικού κάλυκα σε μυκητοειδή θηλή .....       | 17 |
| Εικόνα 1.3: Τα τέσσερα είδη γευστικών κυττάρων .....                  | 19 |
| Εικόνα 1.4: Μονοπάτι της γεύσης .....                                 | 21 |
| Εικόνα 2.1: Η δομή ετεροδιμερούς T1R2/T1R3 υποδοχέα .....             | 28 |
| Εικόνα 2.2: Τα δύο πιθανά μονοπάτια μεταγωγής της γλυκιάς γεύσης..... | 29 |
| Εικόνα 2.3: Υποδοχείς T1R2/T1R3 και T2Rs στο σώμα.....                | 33 |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

|                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Πίνακας 1: Περιγραφικά χαρακτηριστικά στο σύνολο του δείγματος και κατά φύλο .....                                                                                         | 46 |
| Πίνακας 2: Αξιοπιστία του ερωτηματολογίου γλυκιάς γεύσης και των επιμέρους σκορ. ....                                                                                      | 47 |
| Πίνακας 3: Συσχέτιση ανάμεσα στην προτίμηση της γλυκιάς γεύσης με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος .....                                                          | 48 |
| Πίνακας 4: Σύγκριση των τιμών του συνολικού σκορ του ερωτηματολογίου στα τεταρτημόρια της κατανομής μεταβλητών εκτίμησης του σωματικού βάρους και της σωματικής σύστασης . | 49 |
| Πίνακας 5: Συσχέτιση ανάμεσα στην προτίμηση της γλυκιάς γεύσης με τις διατροφικές συνήθειες .....                                                                          | 50 |

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

|        |                                                      |
|--------|------------------------------------------------------|
| AC     | Αδενυλική κυκλάση                                    |
| ATD    | Amino-terminal domain                                |
| ATP    | Τριφωσφορική Αδενοσίνη                               |
| BMC    | Περιεκτικότητα οστού σε άλατα                        |
| cAMP   | Κυκλικό AMP                                          |
| DAG    | Διακυλογλυκερόλη                                     |
| GABA   | γ-Αμινοβουτυρικό οξύ                                 |
| GIP    | Γλυκοζοεξαρτώμενο ινσουλινοτροπικό πεπτίδιο          |
| GLP-1  | Γλουκαγονόμορφο πεπτίδιο 1                           |
| GPCRs  | G-protein-coupled receptors                          |
| IP3    | Τριφωσφορική Ινοσιτόλη                               |
| PKA    | Πρωτεϊνική κινάση A                                  |
| PLC    | C-Φωσφολιπάση                                        |
| ROMK   | Νεφρικά κανάλια K <sup>+</sup> του εξωτερικού μυελού |
| SGLT-1 | Αναστολείς του συμμεταφορέα Νατρίου-Γλυκόζης τύπου 1 |
| SHH    | Sonic hedgehog protein                               |
| TRC    | Κύτταρα υποδοχής γεύσης                              |

Διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου για την εκτίμηση της προτίμησης για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Συσχέτιση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος./Γαλούνη Φαίδρα

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο επιπολασμός της παχυσαρκία στον γενικό πληθυσμό έχει αποκτήσει διαστάσεις επιδημίας τα τελευταία χρόνια και συνδέεται με χρόνιες μεταβολικές παθήσεις όπως ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου II, η αρτηριακή υπέρταση και με καρδιαγγειακές παθήσεις. Η απουσία άσκησης και η καθιστική ζωή τα τελευταία χρόνια σε συνδυασμό με τη κατανάλωση γευμάτων υψηλής θερμιδικής αξίας, τα οποία είναι πλούσια σε υδατάνθρακες και κορεσμένα λιπαρά οξέα, οδηγούν σε θετικό ενεργειακό ισοζύγιο και συνεπώς στην αύξηση του σωματικού βάρους και την παχυσαρκία. Καθοριστικό ρόλο στις διαιτητικές επιλογές του ατόμου διαδραματίζουν οι γευστικές προτιμήσεις του ατόμου επηρεάζοντας την ποσότητα της προσλαμβανόμενης τροφής και κατά συνέπεια το σωματικό του βάρος.

Τα τελευταία χρόνια μεγάλο μέρος της έρευνας έχει στραφεί στους παράγοντες που πιθανόν οδηγούν στην αύξηση του σωματικού βάρους και την παχυσαρκία, έτσι ώστε να βρεθούν τρόποι αντιμετώπισης και πρόληψής της. Ένας από αυτούς τους παράγοντες είναι και η γεύση και συγκεκριμένα η γλυκιά γεύση. Το τοπίο όμως παραμένει θολό καθώς αρκετές μελέτες έχουν εντοπίσει κάποια συσχέτιση της προτίμησης της γλυκιάς γεύσης σε σχέση με το σωματικό βάρος, ταυτόχρονα όμως κάποιες άλλες απορρίπτουν τον συσχετισμό αυτό. Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε αν υπάρχει συσχέτιση της προτίμησης της γλυκιάς γεύσης με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος στον ελληνικό πληθυσμό.

## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: Η αίσθηση της γεύσης

### 1.1 Ανατομία και φυσιολογία της γεύσης

Η γεύση είναι μία από τις σημαντικότερες αισθήσεις και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ικανότητα του ανθρώπου να τρέφεται και στην ικανότητα να εντοπίζει και να αποφεύγει τοξικές ουσίες (Barlow & Klein, 2015). Ανήκει στην κατηγορία των χημικών αισθήσεων, οι οποίες απαντούν σε εξωτερικές χημικές μεταβολές μέσω ενός συνόλου χημειοαισθητήρων που αναγνωρίζουν συγκεκριμένες χημικές ουσίες όπως ανόργανα ιόντα, αμινοξέα, σάκχαρα και πεπτίδια. Σημαντικό ρόλο στην αντίληψη της γεύσης έχει και η όσφρηση. Η αίσθηση της όσφρησης ενισχύει την αίσθηση της γεύσης, καθώς η μυρωδιά μιας ουσίας συνδέεται με την χημική δομή της, επομένως σε απώλεια της όσφρησης παρατηρείται και απώλεια γεύσης (Vander, 2011). Το κύριο όργανο αντίληψης της γεύσης είναι η γλώσσα. Στην επιφάνεια της γλώσσας, της μαλακής υπερώας, του φάρυγγα και της επιγλωττίδας το γευστικό σύστημα είναι οργανωμένο με την εξής ιεραρχική σειρά: γευστικές θηλές, γευστικοί κάλυκες και κύτταρα γεύσης. (Spielman & Brand, 1997)

#### 1.1.1 Γευστικές θηλές και γευστικοί κάλυκες

Η γλώσσα δεν είναι λεία, απεναντίας είναι ένα μώδης όργανο στο οποίο απαντώνται προεκβολές του βλεννογόνου, οι θηλές. Η βασική λειτουργική μονάδα της γεύσης βρίσκεται μέσα στις θηλές και λέγεται γευστικός κάλυκας. (Jung et al., 2004; Yamashita & OdDalkhsuren, 2012) Οι γευστικές θηλές είναι πολυάριθμοι σχηματισμοί, ορατοί με γυμνό μάτι, οι οποίες χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες, τις περιχαρακωμένες, τις φυλλοειδείς θηλές, τις τριχοειδείς και τις μυκητοειδείς (Feng et al. 2008). Ανάλογα με το είδος των θηλών αυτές μπορεί να περιέχουν 3-600 κάλυκες (Vander et al. 2001).

Οι περιχαρακωμένες θηλές (circumallate papillae) είναι οι μεγαλύτερες σε μέγεθος, μοιάζουν με βραχείς κυλίνδρους με διάμετρο 2-8mm, βρίσκονται στο πίσω μέρος της γλώσσας και αποτελούν το 48% του συνολικού αριθμού θηλέων (Witt M & Reutter K, 2010). Βρίσκονται

**Διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου για την εκτίμηση της προτίμησης για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Συσχέτιση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος./Γαλούνη Φαίδρα**

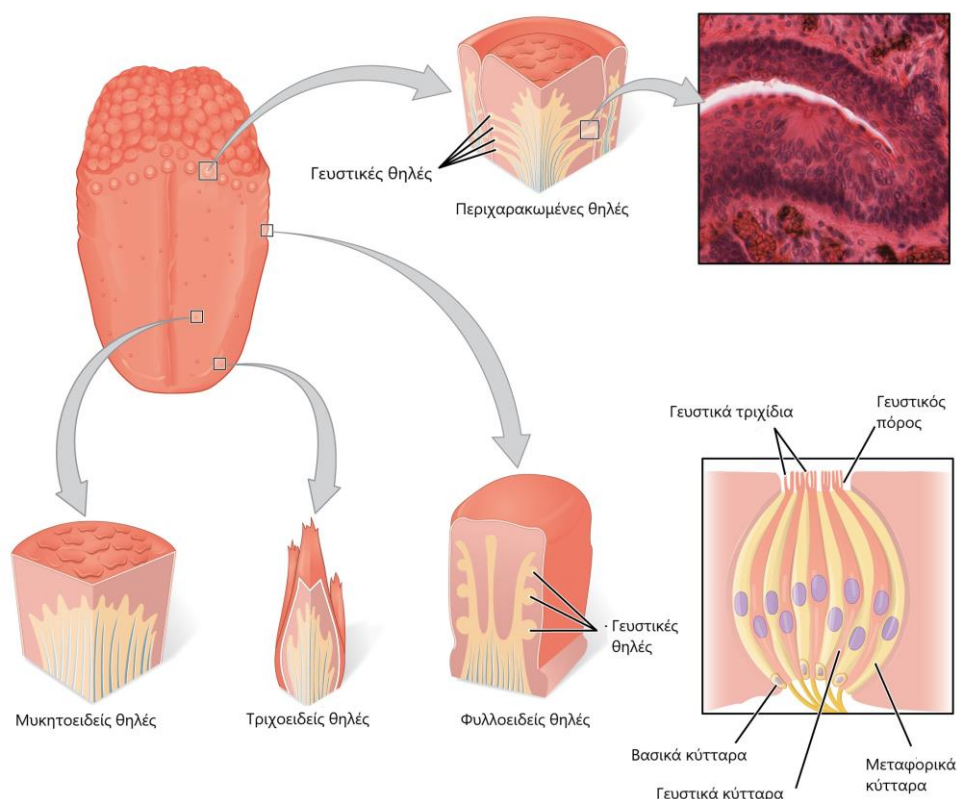
διατεταγμένες σε σειρές με σχήμα V και λόγω του μεγάλου μεγέθους τους, διαθέτουν το μισό του συνόλου των γευστικών καλύκων. Υπάρχουν 3 έως 13 περιχαρακωμένες θηλές στον άνθρωπο (Martin et al., 2012).

Οι φυλλοειδείς γευστικές θηλές (foliate papillae) αποτελούν το 28% των θηλών (Witt M & Reutter K, 2010). Βρίσκονται στις οπισθοπλευρικές άκρες της γλώσσας με περίπου 5 σε κάθε πλευρά. Κάθε μια θηλή έχει έναν κυματισμό σε σχήμα τσέπης που ευθυγραμμίζεται με τους γευστικούς κάλυκες (Yoshii, 2005). Οι κυματισμοί προστατεύουν τους γευστικούς κάλυκες από την άμεση φυσική φθορά. Αποτελεί το μόνο είδος θηλών που δεν σχετίζονται με την αίσθηση της γεύσης αλλά φαίνεται να έχουν ένα πιο λειτουργικό ρόλο, βοηθούν στην προσκόλληση του τροφίμου στην γλώσσα, ώστε να ευνοείται η μετακίνηση του βλωμού εντός της στοματικής κοιλότητας (Spielman, 1998).

Οι τριχοειδείς θηλές (filiform papillae) διατάσσονται σε παράλληλες σειρές και καλύπτουν τα 2/3 της επιφάνειας της γλώσσας. Στη δομή τους υπάρχει το σώμα των θηλών, το οποίο έχει διάμετρο 420μm και το σχήμα τους παραπέμπει σε κρατήρα (Smith & Margolskee, 2001). Οι τριχοειδείς θηλές δεν σχετίζονται με την αίσθηση της γεύσης. Όταν διαστέλλονται και χρωματίζονται από χρωστικές ουσίες αναψυκτικών και τροφίμων, δημιουργούν ένα χαρακτηριστικό χρώμα στην γλώσσα. Η απώλεια τους δημιουργεί μια ξηρή και λεία επιφάνεια στη γλώσσα που σχετίζεται με μια ποικιλία στοματικών και συστηματικών καταστάσεων όπως η ξηροστομία, η αναιμία και η οστρακιά (Hoon et al, 1999).

Οι μυκητοειδείς θηλές (fungiform papillae), έχουν σχήμα μανιταριού και είναι μικρότερες σε μέγεθος καθώς η διάμετρός τους είναι μόλις 0,5mm. Είναι οι λιγότερες σε αριθμό, στην επιφάνεια της γλώσσας και αποτελούν μόνο το 24% των συνολικών θηλών. Βρίσκονται στην επίπεδη ραχιαία επιφάνεια της γλώσσας, κυρίως προς την άκρη της. Σε σύγκριση με τους άλλους τύπους θηλής υπερτερεί αριθμητικά με 50-200 μονάδες στον άνθρωπο (Yoshida et al., 2009a). Έχουν 3-5 γευστικούς κάλυκες η καθεμία, είναι διαφανείς και χαρακτηρίζονται από έντονη αιμάτωση, οπότε και εμφανίζονται ως ερυθρές κηλίδες στη γλώσσα (Costanzo, 2010), (Hall, 2016). Οι ερυθρές κηλίδες γίνονται ιδιαίτερα ορατές μετά την

κατανάλωση γάλακτος ή τροφών που περιέχουν χρωστικές ουσίες (Kullaa-Mikkonem & Sorvari TE, 1985).



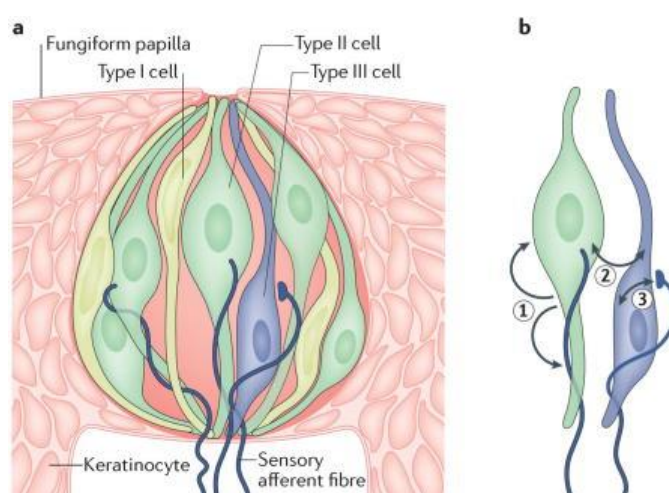
Εικόνα 1.1: Τα είδη γευστικών θηλών ([https://en.wikipedia.org/wiki/Taste\\_bud](https://en.wikipedia.org/wiki/Taste_bud))

Κυρίαρχο ρόλο στη δημιουργία της αίσθηση της γεύσης κατέχουν οι γευστικοί κάλυκες. Βρίσκονται στην ανώτερη επιφάνεια της γλώσσας, στον ουρανίσκο, την επιγλωττίδα και σε άλλα μέρη της στοματικής κοιλότητας, όπως η μαλακή υπερώα (McCaughey, 2008) και σε μικρότερο βαθμό στις παρίσθμιες καμάρες και στην αρχή του οισοφάγου (Guyton & Hall, 2006 p757). Έχουν σχήμα που παρομοιάζεται με κρεμμυδιού, με διάμετρο περίπου 0,03 mm και μήκος 0,06 mm (Hall, 2016). Ο αριθμός των γευστικών καλύκων διαφέρει ανάμεσα στα διάφορα είδη γευστικών θηλών. Στους ανθρώπους, μια μυκητοειδής θηλή περιέχει 1-10 γευστικούς κάλυκες, μια φυλλοειδής θηλή αποτελείται από μερικές εκατοντάδες έως μερικές χιλιάδες γευστικούς κάλυκες ενώ η περιχαρακωμένη θηλή αποτελείται από 100-200 γευστικούς κάλυκες (Spielman, 1998). Κάθε γευστικός κάλυκας αποτελείται από 50 έως 100 επιθηλιακά κύτταρα, τα κύτταρα γεύσης ή γευστικά κύτταρα, τα οποία είναι εξειδικευμένα κύτταρα με ιδιαίτερα λειτουργικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά (Mese & Matsuo, 2007). Τα γευστικά κύτταρα διαθέτουν μεγάλες μικρολάχνες, οι οποίες μέσω ενός πόρου, του

**Διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου για την εκτίμηση της προτίμησης για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Συσχέτιση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος./Γαλούνη Φαίδρα**



γευστικού πόρου, έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και το σίελο. Οι μικρολάχνες διαθέτουν πρωτεϊνικούς υποδοχείς στους οποίους προσδένονται οι χημικές ουσίες της τροφής με αποτέλεσμα να εκλύονται διάφοροι χημικοί νευροδιαβιβαστές που ενεργοποιούν τους αισθητικούς νευρώνες. Ως αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής είναι οι διαφορετικές μορφές της γεύσης (Fox, 2013). Η ανανέωση των κυττάρων των γευστικών καλύκων γίνεται με ταχείς ρυθμούς (Barlow & Klein, 2015). Τα γευστικά κύτταρα αναγεννούνται σε διάστημα 10 ημερών, σχεδόν δύο φορές πιο γρήγορα σε σύγκριση με τα γύρω επιθηλιακά κύτταρα. (Spielman, 2001)



Εικόνα 1.2: Δομή ενός γευστικού κάλυκα σε μυκητοειδή θηλή (Taste buds: cells, signals and synapses. Roper & Chaudhari. Nat. Rev. Neurosci. 18, 485–497 (2017))

### 1.1.2 Γευστικά κύτταρα

Σε κάθε γευστικό κάλυκα έχουν διακριθεί τέσσερα διαφορετικά είδη γευστικών κυττάρων, τα κύτταρα τύπου I, τύπου II, τύπου III και τύπου IV ή βασικά κύτταρα. (Yee et al., 2001). Η κατηγοριοποίηση των γευστικών κυττάρων έγινε με κριτήριο τις διαφορετικές λειτουργίες που εκτελούν καθώς και τις διαφορετικής δομής που εμφανίζουν (Finger, 2005).

Τα κύτταρα τύπου I αποτελούν το 50% των γευστικών κυττάρων, παρόλα αυτά παραμένει άγνωστος ο τρόπος λειτουργίας τους που σχετίζεται με την αντίληψη της γεύσης (Costanzo, 2010). Τα κύτταρα τύπου I είναι μακρόστενα, βαθυχρωματικά κύτταρα που εκτείνονται από τη βάση του γευστικού κάλυκα μέχρι το γευστικό πόρο (Bradley, 1995). Το

**Διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου για την εκτίμηση της προτίμησης για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Συσχέτιση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος./Γαλούνη Φαίδρα**

σχήμα τους υποδεικνύει τον προστατευτικό ρόλο που έχουν καθώς περικλείουν τα υπόλοιπα κύτταρα σαν κάλυμμα, περιορίζοντας την μετάδοση των νευροδιαβιβαστών (Pumplin, Yu, & Smith, 1997). Τα κύτταρα τύπου I πιθανώς εμπλέκονται στην πρόσληψη του γλουταμινικού οξέος καθώς εκφράζουν τον GLAST, που είναι φορέας του γλουταμινικού οξέος (Lawton, 2000). Εκφράζουν επίσης την NTPDάση-2, μια νουκλεοτιδάση που υδρολύει το εξωκυτταρικό ATP (Bartel et al., 2006), καθώς και τον ROMK, έναν δίαυλο ιόντων  $K^+$ , που διατηρεί την ομοιόσταση καλίου τις γευστικούς κάλυκες. Ο ρόλος των κυττάρων τύπου I μοιάζει με αυτόν των μικρογλοιακών νευρικών κυττάρων, καθώς επηρεάζουν τις συγκεντρώσεις καλίου, ενώ ταυτόχρονα το ATP και το γλουταμινικό οξύ λειτουργούν ως νευροδιαβιβαστές (Chaudhari & Roper, 2010).

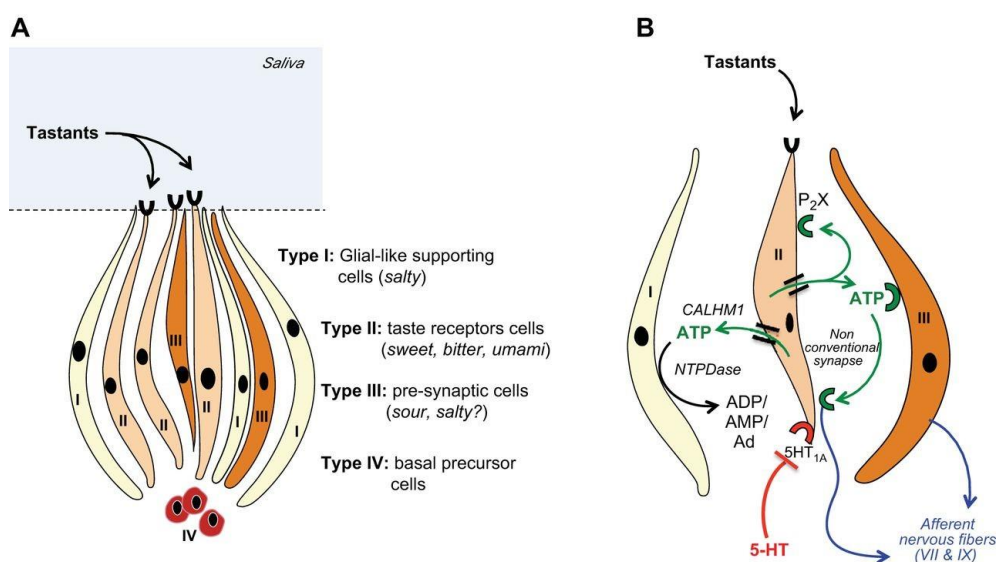
Τα κύτταρα τύπου II αποτελούν το 30% των κυττάρων των γευστικών καλύκων. Είναι ανοιχτόχρωμα και αποτελούνται από μεγάλο και στρογγυλό πυρήνα (Chaudhari & Roper, 2010). Διαθέτουν στη μεμβράνη υποδοχείς συνδεδεμένους με πρωτεΐνες G, οι οποίες αναγνωρίζουν τη γλυκιά, την πικρή ή την umami γεύση (Margolskee, 2002) ενώ δεν φαίνεται να διεγείρονται άμεσα από ξινά ή αλμυρά ερεθίσματα (Tomchik et al., 2007). Εμφανίζουν τασεοευαίσθητους διαύλους  $Na^+$  και  $K^+$  που είναι σημαντικοί για την παραγωγή δυναμικών ενέργειας και για την έκκριση του ATP. Κάθε κύτταρο φέρει πρωτεϊνικούς υποδοχείς GPCRs για ένα μόνο είδος γεύσης, οι οποίοι ενεργοποιούνται αποκλειστικά από το αντίστοιχο ερέθισμα (Nelson, 2001). Λόγω της εξειδίκευσης που έχουν και του πρωταρχικού ρόλου στην αναγνώριση αυτών των γεύσεων, τα κύτταρα τύπου II ονομάζονται και κύτταρα υποδοχείς (DeFazio et al., 2006). Τέλος, τα κυττάρα αυτά δεν δημιουργούν συνάψεις, αλλά απελευθερώνουν ATP ως νευροδιαβιβαστή σε προσαγωγές νευρικές ίνες ή σε άλλα γευστικά κύτταρα (Huang et al., 2007; Romanov et al., 2007; Dando & Roper, 2009).

Τα κύτταρα τύπου III αποτελούν τα λιγότερα σε αριθμό κύτταρα ενός γευστικού κάλυκα. Μορφολογικά μοιάζουν με τα κύτταρα τύπου II και περιέχουν σκουρόχρωμα κυστίδια στο κατώτερο μέρος του κάλυκα (Bradley, 1995). Εκφράζουν πρωτεΐνες που σχετίζονται με τη σύναψη των νευρώνων (Yee et al., 2001), ένζυμα που συνδέονται με την παραγωγή νευροδιαβιβαστών (Dvoryanchikov et al., 2007) καθώς και τασεοελεγχόμενους διαύλους ιόντων  $Ca^{2+}$  που σχετίζονται με την απελευθέρωση νευροδιαβιβαστών (DeFazio et al., 2006).

**Διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου για την εκτίμηση της προτίμησης για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Συσχέτιση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος./Γαλούνη Φαίδρα**

και για αυτόν τον λόγο ονομάζονται και προσυναπτικά κύτταρα καθώς σχηματίζουν συνάψεις με τα αισθητηριακά νεύρα (Dvoryanchikov et al., 2011). Παρόλα αυτά δεν είναι γνωστός ο στόχος αυτών των συνάψεων (Murray, 1993; Siegler et al., 2001). Τα κύτταρα δεν τύπου III δεν απελευθερώνουν σεροτονίνη, νορεπινεφρίνη και GABA ως νευροδιαβιβαστές αντί για ATP (Yijie A Huang et al., 2008; G. Dvoryanchikov et al., 2011; Yijie A. Huang et al., 2007). Επιπλέον εκφράζουν τα κανάλια PKD2L1 και PKD1L3 που ευθύνονται για τη μεταγωγή της ξινής γεύσης (Santa-Cruz Calvo & Egan, 2015).

Τα κύτταρα τύπου IV είναι σφαιρικά ή ωοειδή κύτταρα, που βρίσκονται μόνο στη βάση του γευστικού κάλυκα και για αυτόν τον λόγο και ονομάζονται βασικά κύτταρα (Tomchik et al., 2007). Είναι αδιαφοροποίητα αρχέγονα κύτταρα που λειτουργούν ως προγονικά κύτταρα των γευστικών υποδοχέων. Τα βασικά κύτταρα ανανεώνονται συνεχώς κάθε 10 μέρες, και τα νέα κύτταρα μεταφέρονται προς το κέντρο του γευστικού κάλυκα όπου διαφοροποιούνται σε νέα γευστικά κύτταρα-υποδοχείς, αντικαθιστώντας εκείνα που αποπίπτουν από τη γλώσσα (Costanzo, 2010). Η πρωτεΐνη SHH ρυθμίζει την διαφοροποίηση των βασικών κυττάρων (Santa-Cruz Calvo & Egar, 2015).



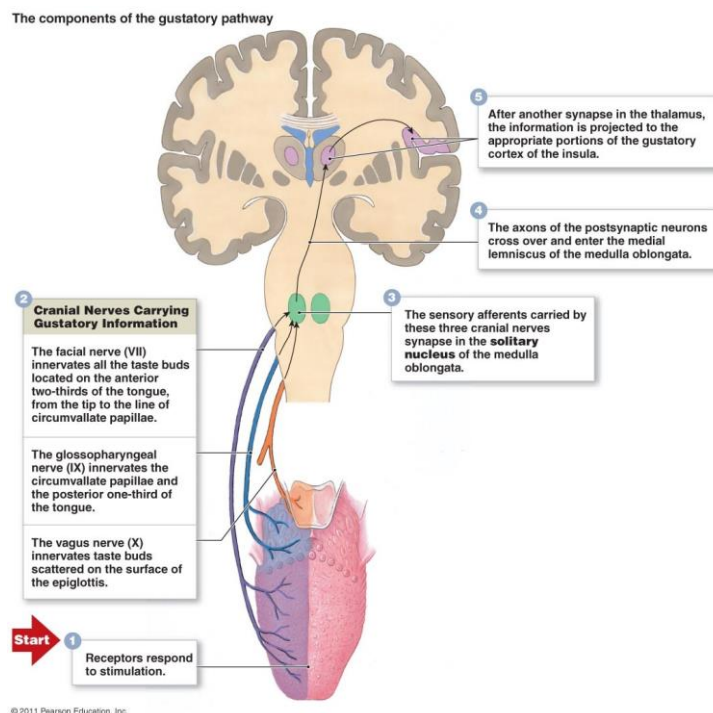
Εικόνα 1.3: Τα τέσσερα είδη γευστικών κυττάρων (Besnard P, Passilly-Degrace P, Khan NA. Taste of Fat: A Sixth Taste Modality? *Physiol Rev* 96: 151–176, 2016.)

### 1.1.3 Γευστικές νευρικές ίνες

Η αλληλεπίδραση ενός γευσιγόνου ερεθίσματος και των υποδοχέων των γευστικών κυττάρων έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία νευρικών ώσεων, οι οποίες μεταδίδονται προς τον εγκέφαλο. Η μετάδοση της πληροφορίας γίνεται με την βοήθεια τριών κρανιακών νεύρων, του γλωσσοφαρυγγικού νεύρου (IX), του πνευμονογαστρικού νεύρου (X) και του προσωπικού νεύρου (VII). Αναλυτικότερα, οι υποδοχείς γεύσης στην υπερώα και στο μπροστινό τμήμα της γλώσσας νευρώνονται από τους κλάδους του προσωπικού νεύρου (VII), τα κυτταρικά σώματα, των οποίων βρίσκονται στο γονάτιο γάγγλιο. Από το γονάτιο γάγγλιο, το τυμπανικό νεύρο συνεχίζει και προχωρά μέχρι τον έσω ακουστικό πόρο. Οι υποδοχείς γεύσης του οπίσθιου τμήματος της γλώσσας νευρώνονται από τον γλωσσικό κλάδο του γλωσσοφαρυγγικού νεύρου (IX), ενώ στην επιγλωττίδα, οι υποδοχείς νευρώνονται από το άνω λαρυγγικό νεύρο, που αποτελεί κλάδο του πνευμονογαστρικού νεύρου (VII) (Moller, 2003; Costanzo, 2010)

Η πορεία του γευστικού σήματος προς τον εγκέφαλο ξεκινά με τις νευρικές ίνες από τα τρία κρανιακά νεύρα να συνάπτονται αρχικά στον πυρήνα μονήρους δεσμίδας στον προμήκη, ο οποίος αποτελεί το σημείο σύνδεσης. Τα κύτταρα που σχετίζονται με την αντίληψη της γεύσης συνάπτονται στο ανώτερο σημείο του πυρήνα. Οι γευστικές αισθήσεις από τις περιχαρακωμένες θηλές στο πίσω μέρος της γλώσσας και από άλλες οπίσθιες περιοχές του στόματος και του λαιμού μεταδίδονται μέσω του γλωσσοφαρυγγικού νεύρου στη μονήρη δεσμίδα. Στη συνέχεια, μια συστάδα νευρώνων φτάνουν στον κοιλιακό προμετωπιαίο πυρήνα του θαλάμου και οι ίνες καταλήγουν στον κύριο σωματοαισθητικό φλοιό και στο γευστικό φλοιό (Norgren, 1977; Saper, 1982). Οι περιοχές αυτές είναι οργανωμένες με τέτοιο τρόπο ώστε η κάθε μια να αντιστοιχεί σε υποδοχείς σε διαφορετικό σημείο της γλώσσας. Ωστόσο, ο διαχωρισμός αυτών των περιοχών του εγκεφάλου είναι αρκετά γενικευμένος καθώς, οι περιοχές αυτές λαμβάνουν και σωματοαισθητικά σήματα (Contreras et al., 1982; Yamamoto, 1984; Karimnamazi et al., 2002; Verhagen et al., 2003) καθώς επίσης υπάρχουν και άλλες περιοχές του εγκεφάλου όπως ο υποθάλαμος και ο προμετωπιαίος φλοιός που περιέχουν κύτταρα που φαίνεται να μεταβάλουν το δυναμικό τους ύστερα από διέγερση του γευστικού

κάλυκα και συνεπώς να συμμετέχουν με κάποιο τρόπο στην μετάδοση της γευστικής πληροφορίας (Azuma et al., 1984).



Εικόνα 1.4: Μονοπάτι της γεύσης (<https://www.anatomynote.com/human-anatomy/nerves-system/the-components-of-the-gustatory-pathway-diagram/>)

## 1.2 Γευστικές ποιότητες

Όταν διάφορες χημικές ουσίες της τροφής έρχονται σε επαφή με τις μικρολάχνες των εξειδικευμένων επιθηλιακών γευστικών κυττάρων προκαλούν την αντίληψη των πέντε διαφορετικών γεύσεων: αλμυρή, γλυκιά, ξινή, πικρή και umami. Η ύπαρξη διαφορετικών ποιοτήτων γεύσης καθιστά κατανοητό πως η καθεμία γεύση έχει έναν συγκεκριμένο μηχανισμό κωδικοποίησης που διαμεσολαβείται από εξειδικευμένους υποδοχείς γεύσης (Bachmanov et al., 2014). Η ιδέα ότι υπάρχουν μόνο 5 διακριτές γεύσεις έχει αμφισβητηθεί έντονα, ενώ τα τελευταία χρόνια προτείνεται η ύπαρξη επιπλέον γεύσεων, όπως η λιπαρή (Besnard et al., 2016). Ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται πληθώρα διαφορετικών γεύσεων όπως ακριβώς και πληθώρα διαφορετικών οσμών και χρωμάτων. Οι πρωτογενείς αισθήσεις της

Διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου για την εκτίμηση της προτίμησης για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Συσχέτιση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος./Γαλούνη Φαίδρα

γεύσης συνδυάζονται μεταξύ τους και προκύπτουν όλα τα γευστικά αισθήματα (Guyton & Hall, 2006, p.756).

### 1.2.1 Αλμυρό

Η αίσθηση του αλμυρού υποδεικνύει την παρουσία ιόντων που αλληλεπιδρούν άμεσα με ιοντικά κανάλια. Η αλμυρή γεύση είναι απαραίτητη για την ανίχνευση των μετάλλων και συμμετέχει σημαντικά στο μηχανισμό της ομοιοστάσης των ιόντων. Τα πιο σημαντικά ιόντα για τη διέγερση της αλμυρής γεύσης είναι το νάτριο ( $\text{Na}^+$ ) και το χλώριο ( $\text{Cl}^-$ ) (Spielman & Ship, 2004). Πιο συγκεκριμένα η γεύση του αλμυρού δημιουργείται μετά τη διέγερση των γευστικών κυττάρων που προκαλείται λόγω της παρουσίας ιόντων νατρίου ( $\text{Na}^+$ ) ή άλλων κατιόντων στην τροφή (Shin et al., 2010). Αυτά τα γευστικά κύτταρα είναι εξειδικευμένα για την αλμυρή γεύση και ο βαθμός ενεργοποίησής τους καθορίζει την ποιότητα της γεύσης του αλμυρού. Τα κατιόντα νατρίου εισέρχονται στο εσωτερικό των ευαίσθητων οσφρητικών κυττάρων μέσω πόρων στην επιφάνεια της μεμβράνης τους, οδηγώντας στην εκπόλωση των κυττάρων και στην έκλυση του χημικού διαβιβαστή τους. Τα ανιόντα στα άλατα νατρίου (π.χ.  $\text{Cl}^-$ ) επηρεάζουν την αντίληψη του αλμυρού, με το  $\text{NaCl}$  να έχει περισσότερο αλμυρή γεύση από άλλα άλατα. Τα ανιόντα διέρχονται με διαφορετική ταχύτητα από τις στεγανές συνδέσεις μεταξύ των γειτονικών γευστικών κυττάρων και πιο εύκολα περνούν τα ανιόντα χλωρίου ( $\text{Cl}^-$ ), γεγονός που πιθανόν συνδέεται με την πιο αλμυρή γεύση του  $\text{NaCl}$  (Fox, 2013).

### 1.2.2 Γλυκό

Η γλυκιά γεύση προκαλείται από τρόφιμα που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και παράγωγά τους, D-αμινοξέα, ορισμένα από τα L-αμινοξέα (γλυκίνη και L-αλανίνη) και από τεχνητά γλυκαντικά όπως η σακχαρίνη, η ασπαρτάμη και η σουκραλόζη (Lee & Owyang, 2017). Ο μοναδικός γευστικός υποδοχέας του γλυκού είναι το ετεροδιμερές T1R2/T1R3, που ενεργοποιείται ως απόκριση σε διάφορα συστατικά τροφίμων όπως τα

φυσικά και τεχνητά σάκχαρα, ορισμένα D-αμινοξέα και πρωτεΐνες γλυκιάς γεύσης (Behrens & Meyerhof, 2011).

### 1.2.3 Ξινό

Η γεύση του ξινού οφείλεται στην παρουσία ιόντων υδρογόνου ( $H^+$ ) στην τροφή, επομένως όλα τα οξέα έχουν ξινή γεύση. Η ένταση της ξινής γεύσης είναι ανάλογη της οξύτητας του οξέος (Hall, 2016), συνεπώς όσο μεγαλύτερη είναι η οξύτητα του οξέος τόσο εντονότερη και η αίσθηση του ξινού (Ishimaru et al., 2006). Σε ήπια ένταση η ξινή γεύση είναι ανεκτή και μάλιστα επιθυμητή, όμως σε έντονη μορφή είναι αποτρεπτική και προστατευτική από οποιαδήποτε βλάβη, καθώς θα μπορούσε να από την οφείλεται στην κατανάλωση χαλασμένου τροφίμου ή κάποιου επικίνδυνου οξέος (Kim et al., 2004). Οι υπεύθυνοι υποδοχείς που έχουν αναγνωρισθεί για το ξινό είναι ποικίλοι, όπως και οι μηχανισμοί που εμπλέκονται στη μετάδοση του αντίστοιχου σήματος (Spielman & Ship, 2004).

### 1.2.4 Πικρό

Η αίσθηση του πικρού, δεν προκαλείται από μόνο ένα είδος χημικών ουσιών (Margolskee et al., 2002). Στην πλειοψηφία τους οι παράγοντες που προκαλούν πικρή γεύση είναι οργανικές ουσίες. Οι τοξίνες ή τα δηλητήρια, είναι στην πλειονότητά τους, ουσίες με πικρή γεύση. Έτσι, η αντίληψη της πικρής γεύσης αποτελεί κυρίως προστατευτικό μηχανισμό για τον οργανισμό με στόχο την αποφυγή της κατανάλωσης επικίνδυνων συστατικών των τροφίμων (Chaudhari & Roper, 2010). Δεδομένου ότι όλες οι πικρές ουσίες δεν είναι απαραίτητως επιβλαβείς, το χαρακτηριστικό της πικρής γεύσης δεν αρκεί για τον χαρακτηρισμό μια τροφής ως μη βρώσιμη. Παράδειγμα αποτελούν ουσίες κυρίως φυτικής προέλευσης με πικρή γεύση, όπως η καφεΐνη, που καταναλώνεται καθημερινά από τον άνθρωπο.

### 1.2.5 Umami

Η γεύση umami πήρε το όνομά της από την ιαπωνική λέξη «umami» που σημαίνει νόστιμο και χαρακτηρίζει φαγητά όπως ο ζωμός κοτόπουλου, το κόκκινο κρέας, τα θαλασσινά, το ώριμο τυρί αλλά και λαχανικά όπως τομάτες, πατάτες,μανιτάρια, καρότα, σόγια και πράσινο τσάι (Kurihara & Kashiwayanagi, 2000). Η γεύση umami, προκαλείται από τροφές που περιέχουν L-γλουταμινικό και άλλα αμινοξέα και δίνει το σήμα στον οργανισμό πως έχει γίνει πρόσληψη συστατικών τροφών πρωτεϊνικής φύσης (Delwiche, 1996). Ο υποδοχέας για το umami στον άνθρωπο διεγείρεται από το όξινο γλουταμινικό νάτριο και το L-ασπαρτικό, τυπικά συστατικά της ιαπωνικής κουζίνας, που ενεργοποιούν τον ανθρώπινο υποδοχέα (Zhao et al., 2003).



## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Γλυκιά γεύση

### 2.1 Σημασία της γλυκιάς γεύσης

Οι γευστικές προτιμήσεις του ανθρώπου είναι σε μεγάλο βαθμό έμφυτες και αποτελούν απόρροια της εξέλιξης, καθώς η πικρή γεύση συνδέεται με τοξικές ουσίες και αλλοιωμένα τρόφιμα, ενώ η γλυκιά με τρόφιμα ενεργειακά πλούσια και ασφαλή. Όλα ξεκινούν πριν από την γέννησή μας. Το αμνιακό υγρό, η πρώτη τροφή του μωρού, περιέχει γλυκόζη, φρουκτόζη, λιπαρά οξέα και αμινοξέα. Η γλυκιά γεύση έμφυτα προκαλεί ευχαρίστηση και από την εμβρυική ηλικία επηρεάζει συστήματα που ελέγχουν τα συναισθήματα (Mennella et al., 2016). Είναι γεγονός πως τα νεογνά προτιμούν το μητρικό γάλα από τις βρεφικές φόρμουλες, διότι η ανθρώπινη β-καζεΐνη είναι πιο γλυκιά από την α-καζεΐνη των βοοειδών (Clark-Gambelunghe & Clark, 2015). Τα νεογνά μπορούν να ανιχνεύσουν τη ξινή, τη γλυκιά και την πικρή γεύση, ενώ η αλμυρή γεύση γίνεται αντιληπτή μετά την ηλικία των 3-4 μηνών (Beauchamp et al., 1986). Έχουν παρατηρηθεί αντιδράσεις στα μωρά όπου γλείφουν τα χείλη τους και χαμογελάνε όταν γεύονται κάτι γλυκό και σουφρώνουν τα φρύδια και χτυπάνε τα χέρια σε απάντηση μιας πικρής ή ξινής γεύσης. Η μητέρα μπορεί να επηρεάσει την γεύση του μωρού της σε κάποιο βαθμό, από την διατροφή της κατά την διάρκεια της εγκυμοσύνης της (Forestell & Mennella. 2007).

### 2.2 Υποδοχείς της γλυκιάς γεύσης

Η ανίχνευση της γεύσης γίνεται από υποδοχείς που βρίσκονται στην κορυφαία μεμβράνη των γευστικών κυττάρων με υποδοχείς γεύσης (Adler et al., 2000). Κάθε γευστική ποιότητα αποτελείται από διακριτά μονοπάτια μεταγωγής της γεύσης που εκφράζονται σε υποσύνολα των κυττάρων υποδοχέων γεύσης (Nelson et al., 2001). Για τα πέντε είδη γεύσεων έχουν βρεθεί δύο είδη υποδοχέων. Η ξινή και η αλμυρή γεύση ενεργοποιούν υποδοχείς που λειτουργούν ως δίαυλοι ιόντων. Απεναντίας, το πικρό, το γλυκό και το umami ενεργοποιούν υποδοχείς G-πρωτεϊνών (GPCRs, G-protein-coupled receptors) (Chaudhari et al., 2000). Οι

GPCRs υποδοχείς εκτός από τις τρεις γεύσεις, είναι υπεύθυνοι και για δύο ακόμα βασικές αισθήσεις του ανθρώπου, την όσφρηση και την όραση (Sanematsu et al., 2014; Huang AL et al., 2006).

Η γλυκιά γεύση ανιχνεύεται από υποδοχείς GPCRs, της οικογένειας T1R, τους T1R2/T1R3 (Li et al., 2002; Zhao et al., 2003). Η ποικιλομορφία των χημικών δομών των γλυκών ενώσεων και η διαφορά μεγέθους που έχουν οι ενώσεις αυτές (π.χ. σάκχαρα μικρού MB με γλυκές πρωτεΐνες μεγάλου MB) αυξάνει την πιθανότητα να υπάρχουν πολλαπλές θέσεις πρόσδεσης ή ενεργές θέσεις στον υποδοχέα T1R2/T1R3 (Xu et al., 2004). Διάφορα γλυκαντικά προσδένονται σε μία από τις τρεις περιοχές, και ίσως σε αυτό να οφείλεται η διαφορετική αντίληψη κάθε γλυκαντικής ουσίας (Liman et al., 2014). Φαίνεται πως οι περιοχές TMD των υποδοχέων T1R2 και T1R3 έχουν μέτρια ομοιότητα αλληλουχίας στο 28%, γεγονός που υποδηλώνει διαφορετικό λειτουργικό ρόλο (Chéron et al., 2017).

### 2.2.1 Δομή υποδοχέων

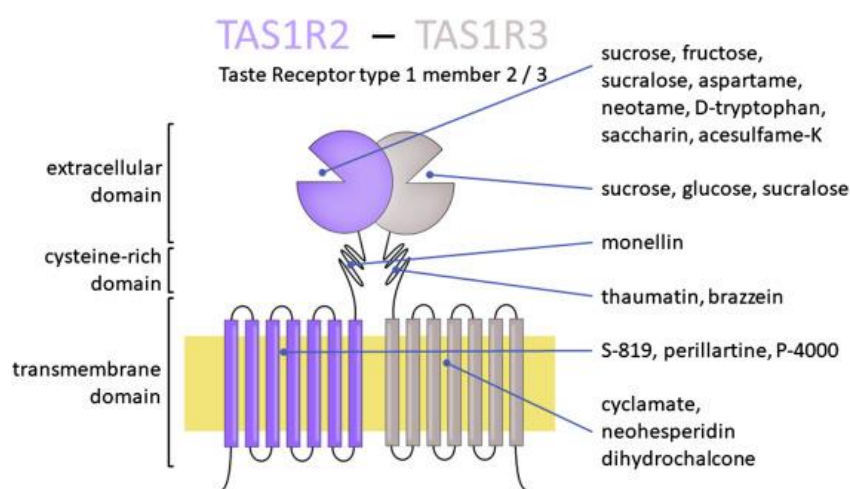
Οι G-πρωτεΐνες, είναι η μεγαλύτερη ομάδα μεμβρανικών υποδοχέων που ρυθμίζει τις περισσότερες ανταποκρίσεις των κυττάρων σε ορμόνες και νευροδιαβιβαστές. Οι υποδοχείς αυτοί έχουν μια εξωκυτταρική περιοχή που ονομάζεται “εντομοπαγίδα της Αφροδίτης” (VFTM) όπου συνδέονται οι αγωνιστές, καθώς και μια διαμεμβρανική περιοχή με επτά έλικες (TMD, Heptahelical Transmembrane Domain) που ενεργοποιεί την G-πρωτεΐνη. Οι περισσότεροι υποδοχείς διαθέτουν και μια περιοχή πλούσια σε κυστεΐνη μεταξύ των περιοχών VFTM και TMD, την CRD (Cysteine-Rich Domain) (Cao et al., 2009). Ο ετεροδιμερής υποδοχέας T1R2/T1R3 κωδικοποιείται από τα αντίστοιχα γονίδια *Tas1r2* και *Tas1r3*. Το *Tas1r3* γονίδιο βρίσκεται στον γενετικό τόπο με την ονομασία *Sac*, περιοχή η οποία θεωρείται υπεύθυνη για την κωδικοποίηση του υποδοχέα της γλυκιάς γεύσης. (Bachmanov et al., 2001; Kitagawa et al., 2001; Lu et al., 2015; Max et al., 2001; Montmayeur et al., 2001; Nelson et al., 2001; Sainz et al., 2001)

Η VFTM αποτελείται από 2 λοβούς, οι οποίοι χωρίζονται μεταξύ τους από μια σχισμή όπου συνδέεται ο ενδογενής προσδέτης, και μπορεί να βρίσκεται σε «ανοικτή» ή σε «κλειστή» διαμόρφωση (Pin et al., 2003). Η CRD συνδέει την VFTM και την TMD. Στην κλειστή διαμόρφωση σχηματίζεται μια δεσμευτική κοιλότητα μεταξύ του πυθμένα του λοβού 1 και της κορυφής του λοβού 2 για κάθε VFTM (Sainz et al., 2001). Στην T1R2, αυτή η κοιλότητα είναι η ορθοστερική θέση δέσμευσης σε φυσικά απαντόμενους γλυκούς υδατάνθρακες και η θέση σύνδεσης για διπεπτιδικές τεχνητές γλυκαντικές ουσίες, όπως η ασπαρτάμη και η νεοτάμη (Xu et al., 2004). Αυτοί οι 2 λοβοί ενώνονται στο πίσω μέρος της κοιλότητας πρόσδεσης από τρεις διαδοχικά ασυνεχείς β-κλώνους που σχηματίζουν ένα σύνδεσμο που κάμπτεται μεταξύ της ανοικτής και της κλειστής διαμόρφωσης της VFTM (Temussi, 2007). Εντός των διμερών υποδοχέων, η ενεργοποίηση του υποδοχέα φαίνεται να εμπλέκει το κλείσιμο του τομέα VFTM από τουλάχιστον μία υπομονάδα και την αμοιβαία περιστροφή των υπομονάδων γύρω από ένα τομέα επαφής του διμερούς (Brock et al., 2007; Assidi-Porter et al., 2010).

### 2.2.2 Πρόσδεση στον υποδοχέα T1R2/T1R3

Οι υποδοχείς του γλυκού μπορούν να διεγερθούν από πλήθος ενώσεων, οι οποίες είναι είτε φυσικά συστατικά όπως είναι η λακτόζη, η γλυκόζη, τα αμινοξέα γλυκίνη, αλανίνη, φυσικές πρωτεΐνες όπως η μονελλίνη (monellin), είτε συνθετικά παράγωγα όπως η ασπαρτάμη και η σουκραλόζη. Τα μόρια που δημιουργούν τη γλυκιά γεύση, μπορούν να συνδεθούν στην κατάλληλη περιοχή και των δύο υπομονάδων του υποδοχέα. (Welcome, 2015; Blad CC et al., 2012). Οι γλυκαντικές ενώσεις διαφέρουν τόσο ως προς την προέλευσή τους όσο και ως προς τη δομή τους. Οι απλούστερες ενώσεις είναι μονοσακχαρίτες ή δισακχαρίτες όπως η φρουκτόζη και η γλυκόζη. Υπάρχουν και γλυκαντικές ενώσεις με μεγαλύτερη δομή με πολλές λειτουργικές ομάδες. Με κριτήριο αν οι ενώσεις είναι φυσικά ή τεχνητά παράγωγα, διεγείρεται κάθε φορά και διαφορετική περιοχή του υποδοχέα (Pepino MY & Bourne C, 2011; Kojima I & Nakagawa Y, 2011). Η θέση πρόσδεσης των περισσότερων γλυκαντικών ενώσεων όπως είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη, η σακχαρόζη, καθώς και τεχνητών γλυκαντικών ενώσεων όπως η σακχαρίνη, η σουκραλόζη είναι η VFTM περιοχή των υποδοχέων T1R2 και T1R3. Ενώσεις όπως η ασπαρτάμη και η νεοτάμη προσδένονται επιλεκτικά μόνο στη VFTM περιοχή

του T1R2 υποδοχέα (Zhang, 2010; Sanematsu, 2014). Ο υποδοχέας T1R2 συνδέεται μέσω ενός αμινοτελικού άκρου με τα σάκχαρα ενώ με ένα διαμεμβρανικό καρβοξυτελικό άκρο συνδέεται με G πρωτεΐνες. Το διαμεμβρανικό άκρο του T1R3 αντίστοιχα συνδέεται κυρίως με τεχνητές γλυκαντικές ενώσεις ωστόσο και οι δυο υποδοχείς μαζί χρειάζονται για την αντίληψη της γλυκιάς γεύσης. Επίσης, υπάρχουν ενδείξεις ότι ο T1R3 μαζί με τον υποδοχέα T1R1 της ίδιας οικογένειας λειτουργούν ως ανιχνευτές αμινοξέων. Ύστερα από την σύνδεση της γλυκιάς ένωσης με τον υποδοχέα T1R2/T1R3 ακολουθεί μια σειρά γεγονότων που τελικά καταλήγει στην αντίληψη της συγκεκριμένης γεύσης (Lu et al., 2001; Nelson et al., 2001).

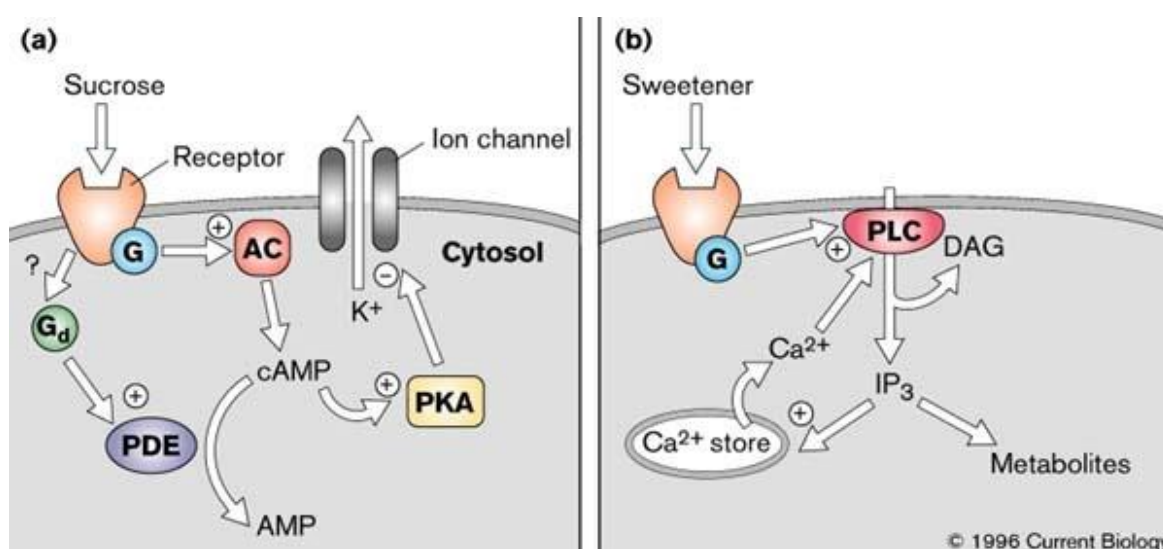


Εικόνα 2.1: Η δομή ετεροδιμερούς T1R2/T1R3 υποδοχέα. (Jean-Baptiste Chéron, Axel Marchal & Sébastien Fiorucci. Natural Sweeteners. Encyclopedia of Food Chemistry, 2019, 189-195)

## 2.3 Μεταγωγή της γλυκιάς γεύσης

Ο ετεροδιμερής υποδοχέας T1R2/T1R3 κωδικοποιείται από τα αντίστοιχα γονίδια *Tas1r2* και *Tas1r3*. Το *Tas1r3* γονίδιο βρίσκεται στον γενετικό τόπο με την ονομασία *Sac*, περιοχή η οποία θεωρείται υπεύθυνη για την κωδικοποίηση του υποδοχέα της γλυκιάς γεύσης (Bachmanov et al., 2001; Kitagawa et al., 2001; Lu et al., 2015; Max et al., 2001; Montmayeur et al., 2001; G Nelson et al., 2001; Sainz et al., 2001). Ύστερα από την σύνδεση γλυκιάς ένωσης με τον υποδοχέα T1R2/T1R3 ακολουθεί μια σειρά γεγονότων που τελικά καταλήγει στην αντίληψη της γλυκιάς γεύσης. Το πρώτο βήμα είναι η σύνδεση της χημικής ένωσης στον

T1R2/T1R3 και η ενεργοποίηση των G-πρωτεϊνών, γεγονός που προκαλεί έναν καταρράκτη αντιδράσεων που οδηγούν στην εκπόλωση του γευστικού κυττάρου που εκφράζει τον υποδοχέα. Το πρώτο πιθανό μονοπάτι περιλαμβάνει την διέγερση της αδενυλικής κυκλάσης (AC), η οποία αυξάνει το κυκλικό AMP (cAMP) και στην συνέχεια, μέσω της πρωτεϊνικής κινάσης A (PKA), προκαλείται αναστολή των καναλιών  $K^+$  και εκπόλωση του κυττάρου (Tonosaki & Funakoshi, 1988,; Striem, et al., 1989; Bernhardt et al., 1996). Ένα άλλο πιθανό μονοπάτι ξεκινάει με την ενεργοποίηση της C φωσφωλιπάσης (PLC), η οποία διεγείρει την τριφωσφορική ινοσιτόλη (IP<sub>3</sub>) και την διακυλογλυκερόλη (DAG). Η IP<sub>3</sub> προκαλεί την απελευθέρωση του αποθηκευμένου  $Ca^{2+}$  το οποίο ανοίγει τα TRPM5 (transient receptor potential channel) κανάλια και επιτρέπει την ροή θετικών κατιόντων στο εσωτερικό του κυττάρου οδηγώντας στην εκπόλωσή του (Zhang et al., 2007). Το αποτέλεσμα της εκπόλωσης είναι η έκκριση του ATP (πιθανώς και άλλων μορίων), μέσω των ημιδιαύλων στον εξωκυττάριο χώρο από κύτταρα τύπου II (Huang et al., 2007; Romanov et al., 2007). Υπάρχουν επίσης ενδείξεις ότι το δεύτερο μονοπάτι σχετίζεται περισσότερο με την μεταγωγή σήματος των τεχνητών γλυκαντικών και λιγότερο των φυσικών σακχάρων (Bernhardt et al., 1996, Gilbertson et al., 2000, McCaughey, 2008).



Εικόνα 2.2: Τα δύο πιθανά μονοπάτια μεταγωγής της γλυκιάς γεύσης (Bernd Lindemann. Chemoreception: Tasting the sweet and the bitter. Current Biology, Volume 6, Issue 10, October 1996, 1234-1237)

## 2.4 Εξωστοματικοί υποδοχείς της γλυκιάς γεύσης

Τα τελευταία χρόνια έρευνες έχουν δείξει πως οι υποδοχείς του γλυκού T1R2/T1R3 απαντώνται και σε άλλα μέρη του σώματος πέρα από την στοματική κοιλότητα (Lifffitte et al., 2014). Πέρα από τα κύτταρα του στοματικής και ρινικής κοιλότητας, οι υποδοχείς του γλυκού εκφράζονται επίσης στο πάγκρεας, στο γαστρεντερικό σωλήνα, στον εγκέφαλο, στο ΚΝΣ, στα όργανα αναπαραγωγής, στο επιθήλιο του αναπνευστικού συστήματος, στα οστά και στον λιπώδη ιστό (Rozengurt N et al., 2006; Dyer J et al., 2005). Η πρώτη αναφορά στην ύπαρξη εξωστοματικών υποδοχέων της γλυκιάς γεύσης έγινε το 1996 από τον Hofer και τους συνεργάτες του (Hofer et al., 1996). Ο ρόλος τους στους ιστούς δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως, αλλά φαίνεται να συμμετέχουν στην ανίχνευση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα, στην έκφραση των μεταφορέων γλυκόζης και, έτσι, στη διατήρηση της ευγλυκαιμίας και τη ρύθμιση του μεταβολισμού σε κάποιο βαθμό (Lifffitte et al., 2014).

### 2.4.1 Γαστρεντερικός σωλήνας

Οι έρευνες έδειξαν ότι οι υποδοχείς T1R2, T1R3, PLC-β2 και TRPM5 εκφράζονται στο δωδεκαδάχτυλο, στον ειλεό και στο μέσο του λεπτού εντέρου (Bezencon et al., 2007). Οι υποδοχείς T1Rs εκφράζονται επίσης και στο επιθήλιο του ΓΕΣ και στα ενδοκρινικά κύτταρα του στομάχου, καθώς ενεργοποιούνται από τα σάκχαρα, εκκρίνουν GLP-1 (glucagon-like peptide-1), γεγονός που δημιουργεί υποψίες ότι οι υποδοχείς της γλυκιάς γεύσης εμπλέκονται στη ρύθμιση της έκκρισης της GLP-1. Το συγκεκριμένο πεπτίδιο συμβάλλει στην αύξηση της έκφρασης της πρωτεΐνης SGLT1, η οποία βοηθάει στη μεταφορά των ιόντων νατρίου και της γλυκόζης με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απορρόφηση της γλυκόζης από τα εντεροκύτταρα (Jang et al., 2007; Ren et al., 2009). Οι γλυκές ουσίες στον αυλό του εντέρου διεγείρουν τους T1R2/T1R3 υποδοχείς και προκαλούν απελευθέρωση GLP-1 και GIP μέσω μιας σηματοδοτικής διαδικασίας που εμπλέκεται η α-γευστίνη. Το GLP-1 και GIP έχουν παρακρινή δράση που προωθεί την έκφραση του SGLT-1 και την απορρόφηση γλυκόζης (Sclafani, 2007). Στον δωδεκαδάχτυλο, η έκφραση του υποδοχέα φαίνεται να ρυθμίζεται από τα επίπεδα γλυκόζης στον αυλό του εντέρου αλλά και στο αίμα. Η φυσιολογική της σημασία φαίνεται να είναι

μεγάλη, καθώς πρόσφατες μελέτες έδειξαν πως η έκφραση του ετεροδιμερούς T1R2/T1R3 ήταν ανεπαρκής στην περίπτωση διαβήτη τύπου 2 (Margolskee, 2002). Στο κόλον, το ετεροδιμερές T1R2/T1R3 εκφράζεται στα νευροενδοκρινή κύτταρα, ωστόσο ο ρόλος και η λειτουργία τους παραμένουν άγνωστοι (Temussi, P., 2007). Έχει προταθεί ότι οι υποομάδες T1R2/T1R3 μαζί με τους γευστικούς υποδοχείς του πικρού, παίζουν κάποιο ρόλο στη γαστρική κένωση και την κινητικότητα του εντέρου μέσω ρύθμισης έκκρισης άλλων παραγόντων, όπως αυτές κάποιων ορμονών (Ohkuri T et al. 2009). Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι η α-γευσίνη εκφράζεται στα L-κύτταρα, από τα οποία εκκρίνονται η ανορεξιογόνες ορμόνες GLP-1 και PYY (peptide tyrosine tyrosine), των οποίων ο ρόλος για τον καθορισμό του ισοζυγίου ενέργειας μέσω ρύθμισης της όρεξης και, επομένως, της διαιτητικής πρόσληψης (Temussi, P., 2007).

#### 2.4.2 Πάγκρεας

Οι υποδοχείς T1R2/T1R3 εκφράζονται επίσης και στα β-κύτταρα του παγκρέατος (Kojima & Nakagawa, 2011). Στην επιφάνεια των β-κυττάρων του παγκρέατος εκφράζονται οι σημαντικότεροι συντελεστές ανίχνευσης του γλυκού όπως η α-γευσίνη και οι υποομάδες T1R2/T1R3 (Henquin, 2012). Η ιδιαιτερότητα που εμφανίζουν οι υποδοχείς στο πάγκρεας, είναι ότι η πρόσδεση γλυκαντικών ουσιών οδηγεί στην ταυτόχρονη ενεργοποίηση των αγγελιοφόρων μορίων cAMP και ιόντων ασβεστίου ( $Ca^{+2}$ ) (Kojima & Nakagawa, 2011). Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης, το γεγονός ότι η έκκριση ινσουλίνης ως απάντηση στην φρουκτόζη βρέθηκε πως αναστέλλεται παρουσία λακτιζόλης (lactisole), ενός γνωστού αναστολέα της υπομονάδας T1R3 (Kyriazis et al., 2012).

#### 2.4.3 Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

Στον εγκέφαλο ο γευστικός υποδοχέας του γλυκού εκφράζεται στον τοξοειδή πυρήνα του υποθαλάμου και η έκφραση του επηρεάζεται από την ενεργειακή κατάσταση του οργανισμού, αν και ο ρόλος του δεν είναι σαφώς καθορισμένος (Herrera Moro Chao et al., 2016). Η ενεργοποίηση των νευρώνων του τοξοειδούς πυρήνα του υποθαλάμου με συμμετοχή

του γευστικού υποδοχέα του γλυκού, συμβαίνει σε απάντηση παρουσίας υψηλής συγκέντρωσης γλυκόζης στο επίπεδο των νευρώνων παρουσία υψηλών επιπέδων γλυκόζης και λεπτίνης. Επιπλέον, οι νευρώνες αυτοί ενεργοποιούνται υπό την επίδραση γλυκόζης και λεπτίνης, ενώ αυτό δε συμβαίνει υπό την επίδραση της ανορεξιογόνου ορμόνης γκρελίνης, γεγονός που υποδηλώνει την ύπαρξη ενός ρόλου που διαδραματίζεται στο επίπεδο των νευρώνων με την διαμεσολάβηση του γευστικών υποδοχέων, όσον αφορά στη ρύθμιση πρόσληψης τροφής και στο ισοζύγιο ενέργειας (Kohno et al., 2016).

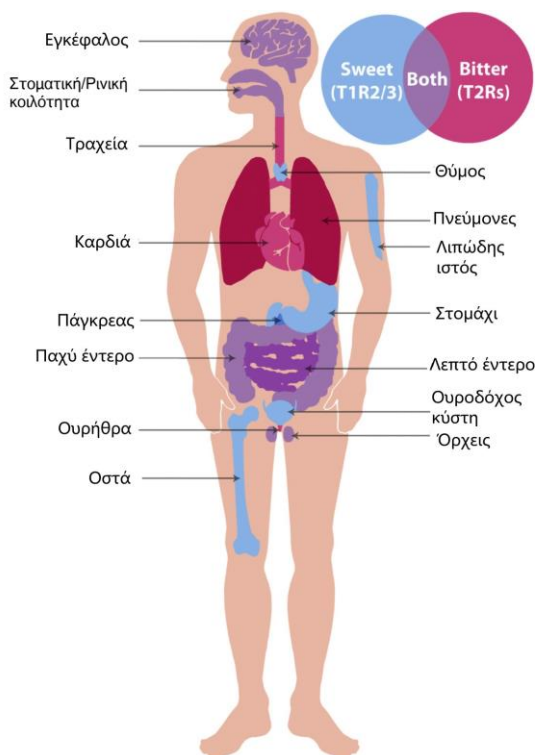
#### **2.4.4 Ουροποιητικό σύστημα**

Η έκφραση των υποδοχέων T1R2 και T1R3 έχει παρατηρηθεί επίσης και στην ουροδόχο κύστη. Πιστεύεται ότι η ενεργοποίηση των υποδοχέων T1R2/T1R3 από τεχνητές γλυκαντικές ουσίες όπως η σακχαρίνη διεγείρει τη σύσπαση της ουροδόχου κύστης (Elliott et al., 2011).

#### **2.4.5 Λιπώδης ιστός**

Η υπομονάδα του γευστικού υποδοχέα του γλυκού T1R3 κατά κύριο λόγο, αλλά και η υπομονάδα T1R2 έχει βρεθεί ότι εκφράζονται στο λιπώδη ιστό των ποντικών (Masubuchi et al., 2013; Maîtrepierre et al., 2012). Παρόλο που έχουν γίνει πολλές έρευνες για την σημασία της εντόπισης υπομονάδων των γευστικών υποδοχέων τα ευρήματα είναι συγκεχυμένα. Αρχικά, βρέθηκε ότι οι υπομονάδες T1R2/T1R3 εκφράζονται σε ορισμένα κύτταρα του λιπώδους ιστού και η υπομονάδα T1R3 παίζει ρόλο στην καταστολή της λιπογένεσης παρουσία τεχνητών γλυκαντικών (Masubuchi et al., 2013). Σε μια επόμενη μελέτη αν και επιβεβαίωσε το προηγούμενο συμπέρασμα, διαπιστώθηκε πως, παρουσία σακχαρίνης και acesulfame-K ευνοείται η ενεργοποίηση της λιπογένεσης και η καταστολή της λιπόλυσης, μέσω ενός μηχανισμού ανεξάρτητου των T1R2 και T1R3 (Simon et al., 2013). Φαίνεται επομένως ότι η υπομονάδα T1R3 που εντοπίζεται στον λιπώδη ιστό, συμμετέχει με κάποιο τρόπο στη ρύθμιση του μεταβολισμού μέσω της ρύθμισης της λιπογένεσης (Masubuchi et al., 2017).





Εικόνα 2.3: Υποδοχείς T1R2/T1R3 και T2Rs στο σώμα (Jenna R. Freund, Robert J. Lee. Taste receptors in the upper airway. World Journal of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery, (2018) 4, 67-76).

### Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Παράγοντες που επιδρούν στην γλυκιά γεύση

Η ευαισθησία στη γλυκιά γεύση ρυθμίζεται από διάφορες ουσίες, οι οποίες είτε ενισχύουν την αίσθηση της γεύσης είτε την μειώνουν. Τέτοια ουσία είναι η λεπτίνη, η οποία μειώνει την απόκριση των κυττάρων στις γλυκαντικές ουσίες, ενώ αντίθετα ουσίες όπως η αγγειοτενσίνη II και τα ενδοκανναβινοειδή αυξάνουν την απόκριση σε ουσίες που ρυθμίζουν τη γλυκιά γεύση (Kawai et al., 2000; Gerpach et al., 2011; Nakamura et al., 2008; Shigemura et al., 2013; Yoshida et al., 2010). Ο συνδυασμός γλυκαντικών ουσιών με διάφορες ουσίες και η πρόσδεσή τους στο υποδοχέα ενισχύει την αίσθηση και την αντίληψη του γλυκού, όπως για παράδειγμα ο συνδυασμός της σακχαρόζης με την ουσία SE-3, που έχει ως αποτέλεσμα η αντίληψη του γλυκού να γίνεται εντονότερη. Μεταξύ της σακχαρόζης και της ουσίας SE-3 δημιουργείται δεσμός υδρογόνου που πιθανώς να επηρεάζει επίσης, τη σταθερότητα της διαμόρφωσης και επομένως και την απόκριση στη γεύση του γλυκού (Zhang et al., 2010).

Έχει διαπιστωθεί ότι ορισμένες ουσίες κατά την πρόσδεσή τους στον υποδοχέα για την γλυκιά γεύση, αντί να τον ενεργοποιούν, προκαλούν την καταστολή του, εμποδίζοντας έτσι την έκφραση της γλυκιάς γεύσης (Sanematsu et al., 2014). Παράδειγμα τέτοιων ενώσεων είναι η γκουρμαρίνη, ένα πολυπεπτίδιο και τα γυμνενικά οξέα, που ανήκουν στην κατηγορία των γλυκοσιδικών τριτερπενίων. Εκκρίνονται από το φυτό *Gymnema sylvestre* και αναστέλλουν την απόκριση του υποδοχέα στις γλυκαντικές ουσίες, χωρίς όμως να επηρεάζουν τις υπόλοιπες γεύσεις (Kurihana, 1992).

Η ψυχολογική κατάσταση φαίνεται επίσης να επηρεάζει την αντίληψη της γλυκιάς γεύσης. Οι περιοχές εγκεφάλου που είναι υπεύθυνες για την κατάθλιψη και το άγχος και εκείνες που ελέγχουν την αίσθηση της γεύσης και των προτιμήσεων, αλληλεπικαλύπτονται. Η αμυγδαλή σχετίζεται με την κατάθλιψη και το άγχος καθώς επίσης εμπλέκεται και στο νευρικό κύκλωμα των γευστικών κέντρων στον εγκέφαλο. Επιπροσθέτως, τα οιστρογόνα όπως και η προγεστερόνη και οι μεταβολίτες της, μεταβάλλοντας περιοδικά τις συγκεντρώσεις τους στον εμμηνορρυσιακό κύκλο, δρουν άμεσα στους νευρώνες της αμυγδαλής, άρα πιθανόν

επηρεάζουν την αντίληψη της γλυκιάς γεύσης, ωστόσο οι μηχανισμοί δεν είναι ακόμα γνωστοί (Nagai et al., 2015).

Ένας ακόμη παράγοντας που επιδρά στην αντίληψη της γλυκιάς γεύσης είναι η ηλικία. Η προτίμηση στη γλυκιά γεύση έχει παρατηρηθεί από τη βρεφική ηλικία του (Beauchamp & Moran, 1982) και σχετίζεται με την αποδοχή του μητρικού γάλακτος, τροφή η οποία είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη και επιβίωση των βρεφών (Mannella et al., 2009). Η ιδιαίτερη προτίμηση που εμφανίζουν τα παιδιά για τη γλυκιά γεύση πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι στα παιδιά έχει καταγραφεί μεγαλύτερος αριθμός γευστικών θηλών στην πρόσθια περιοχή της γλώσσας. Αντίθετα στους ηλικιωμένους εμφανίζονται κάποιες απώλειες στον αριθμό των γευστικών καλύκων, με αποτέλεσμα την απώλεια της γευστικής ικανότητας και την μείωση της αντίληψης του γλυκού (Schiffman, 1993). Μια άλλη εξήγηση για την προτίμηση των παιδιών στη γλυκιά γεύση προέκυψε από δύο διαφορετικές επιστημονικές ομάδες, οι οποίες υποστήριξαν ότι η κατανάλωση γλυκών τροφών σχετίζεται με την ανάγκη των παιδιών για θερμίδες (Coward, 1989; Coldwell et al., 2009).

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Συσχέτιση γλυκιάς γεύσης και σύστασης σώματος

Τα τελευταία χρόνια, οι ερευνητές έχουν αναπτύξει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σχετικά με το αν τελικά υπάρχει συσχέτιση της προτίμησης της γλυκιάς γεύσης και γενικότερα με όλων των ειδών γεύσεων με την σύσταση σώματος. Το 2012, οι Ettinger et al. διεξήγαγαν μια έρευνα με σκοπό να αξιολογηθεί εάν το ποσοστό σωματικού λίπους αποτελεί καλύτερο μέτρο σύγκρισης για τη σχέση μεταξύ του μεγέθους του σώματος και της αντίληψης και προτίμησης του γλυκού από ότι ο δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ). Στην έρευνα συμμετείχαν 72 γυναίκες, οι οποίες χωρίστηκαν σε 2 ομάδες ανάλογα με το αν ο ΔΜΣ τους ανήκε στο φυσιολογικό (18,5 έως 24,9 kg/m<sup>2</sup>) ή στο υπέρβαρο (>25,0 kg/m<sup>2</sup>). Η αξιολόγηση της προτίμησης της γλυκιάς γεύσης έγινε με τέσσερα δείγματα κρέμας με διαφορετικά επίπεδα γλυκύτητας. Η έρευνα έδειξε πως το ποσοστό σωματικού λίπους ήταν εξίσου αποτελεσματικό συγκριτικά με τον ΔΜΣ για τον προσδιορισμό της προτίμησης γλυκύτητας. Παρ' όλα αυτά είναι σημαντικό να γίνουν περαιτέρω έρευνες για να επιβεβαιωθεί πως το σωματικό λίπος και άλλοι παράγοντες όπως, η περιφέρεια μέσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία πρόβλεψης για τη προτίμηση της γλυκιάς γεύσης (Laurel Ettinger et al., 2012).

Οι Deglaire et al. διερεύνησαν το ενδεχόμενο τα παχύσαρκα άτομα να παρουσιάζουν αυξημένη προτίμηση για τις αισθήσεις του γλυκού, του αλατιού και του λίπους με δεδομένα από εθελοντές της Nutrinet-Santé Study, μιας διαδικτυακής προοπτικής μελέτης παρατήρησης που αποσκοπούσε στη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ διατροφής και υγείας, καθώς και των καθοριστικών παραγόντων της διατροφικής συμπεριφοράς και της διατροφικής κατάστασης. Από την Nutrinet-Santé, άντλησαν δεδομένα από 46.909 ενήλικες, οι οποίοι απάντησαν σε ένα ερωτηματολόγιο που περιλάμβανε 83 αντικείμενα σχετικά με τη προτίμηση σε γλυκά ή λιπαρά τρόφιμα και την προτιμώμενη ποσότητα καρυκευμάτων με αλάτι, γλυκού ή λίπους. Τα αποτελέσματα της έρευνας όσων αφορά την γλυκιά γεύση έδειξαν ότι η προτίμηση της γλυκιάς γεύσης δεν διέφερε μεταξύ των δύο φύλων. Επίσης, η πρόσθετη ζάχαρη και τα γλυκά τρόφιμα συνδέθηκαν θετικά με τον ΔΜΣ στις γυναίκες σε αντίθεση με τους άνδρες, ενώ προτίμηση για την φυσική γλυκύτητα συνδέθηκε αρνητικά με τον ΔΜΣ και στα δύο φύλα (Deglaire et al., 2015).

Μια ακόμη θεωρία υποστηρίζει ότι η αντικατάσταση της ζάχαρης με ολιγοθερμιδικά γλυκαντικά μπορεί να μειώσει την συνολική ενεργειακή πρόσληψη και κατά συνέπεια μειωθεί και το σωματικό βάρος. Σύντομες μελέτες παρέμβασης βασισμένες σε αυτή την θεωρία έδειξαν πως τα ολιγοθερμιδικά γλυκαντικά όντως μειώνουν την πρόσληψη ενέργειας και το σωματικό βάρος. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν ισχυρισμοί ότι τα ολιγοθερμιδικά γλυκαντικά παρεμποδίζουν τη διαχείριση σωματικού βάρους. Τρεις τέτοιοι ισχυρισμοί είναι οι εξής: (1) Τα ολιγοθερμιδικά γλυκαντικά δυσχεραίνουν τον έλεγχο της ενεργειακής πρόσληψης, (2) η έκθεση στη γλυκιά γεύση αυξάνει την επιθυμία για κατανάλωση γλυκών (sweet tooth υπόθεση) και (3) οι καταναλωτές ενδέχεται συνειδητά να αντισταθμίζουν τις «θερμίδες που εξοικονομούνται» όταν γνωρίζουν ότι καταναλώνουν ολιγοθερμιδικά γλυκαντικά. Ο έλεγχος των ισχυρισμών αυτών έδειξε πως δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να τους επιβεβαιώνουν (Peter J. Rogers, 2018).

Τα γλυκά και αλμυρά τρόφιμα υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά έχουν αποδειχθεί ότι είναι ιδιαίτερα ευχάριστα και έχουν αναφερθεί διαφορές μεταξύ των φύλου, με τις παχύσαρκες γυναίκες να τείνουν προς τα γλυκά-λιπαρά τρόφιμα και οι παχύσαρκοι άνδρες να προτιμούν τα αλμυρά τρόφιμα (Drewnowski A. Et al., 1992). Η υπόθεση του «γλυκατζή» (sweet tooth) σε παχύσαρκα άτομα για την προτίμηση τους για γλυκά τρόφιμα δεν έχει διερευνηθεί αρκετά. Ωστόσο, τα αποτελέσματα είναι μικτά. Αρκετές μελέτες έδειξαν ότι η προτίμηση σε τρόφιμα δεν διαφέρει ουσιαστικά μεταξύ παχύσαρκων και μη παχύσαρκων ατόμων και αναφέρεται ότι στα παχύσαρκα άτομα η προτίμηση της γλυκιάς γεύσης ήταν στα ίδια επίπεδα, ή ακόμα και λιγότερο έντονα, από στα άτομα με φυσιολογικό βάρος (Wooley OW et al., 1972). Ωστόσο, πιο πρόσφατες μελέτες έχουν βρει στοιχεία που υποστηρίζουν το αντίθετο (Sartor et al., 2011). Μερικές μελέτες εξέτασαν τη σχέση που ενδέχεται να υπάρχει μεταξύ του φαινοτύπου της προτίμησης της γλυκιάς γεύσης και του δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ), λαμβάνοντας όμως μικτά αποτελέσματα. Ενώ οι Garneau et al. δεν εντόπισαν καμία συσχέτιση σε ένα δείγμα παιδιών και νέων ενηλίκων, οι Iatrudi et al. ανέφεραν ότι τα άτομα που προτιμούν τα γλυκά είχαν υψηλότερο ΔΜΣ και άλιπη μάζα αλλά μόνο στις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες. Με βάση αυτά ευρήματα, οι συγγραφείς συμπέραναν ότι η έκθεση σε ένα παχύσαρκο περιβάλλον συμβάλλει στην αύξηση της προτίμησης της γλυκιάς γεύσης (Sara Spinelli & Erminio Monteleone, 2021).

Υπάρχουν κάποιες ενδείξεις ότι τα παχύσαρκα άτομα έχουν χαμηλότερα επίπεδα αισθητηριακού κορεσμού, το οποίο μπορεί να εξηγεί την στάση τους απέναντι στην υπερκατανάλωση τροφής, αλλά τα αποτελέσματα είναι ασαφή. Αισθητηριακός κορεσμός, δηλαδή η μείωση της ευχαρίστησης/επιθυμίας της κατανάλωσης ενός συγκεκριμένου φαγητού αφού το καταναλωθεί σε σύγκριση με την ελάττωση της ευχαρίστησης τροφίμων που δεν έχουν καταναλωθεί (Rolls BJ et al., 1981), έχει υποτίθεται ότι σχετίζεται με την παχυσαρκία, τόσο θετικά όσο και αρνητικά. Ωστόσο, η έρευνα σχετικά με τον αισθητηριακό κορεσμό προτείνει ότι η μείωση της ποικιλίας εύγεστων και ενεργειακά πυκνών τροφίμων μπορεί να είναι χρήσιμα στη θεραπεία και την πρόληψη της παχυσαρκίας, με σκοπό την μείωση πρόσληψης τροφής (Raynor HA & Epstein LH, 2001).

Η κατανάλωση απλών σακχάρων έχει κατηγορηθεί πολλές φορές πως σχετίζεται με την αύξηση του σωματικού βάρους και κατ' επέκταση με την παχυσαρκία. Σύμφωνα με μία έρευνα που διεξήχθη από τους Bray et al. συνέδεσαν την αύξηση της κατανάλωσης φρουκτόζης στις ΗΠΑ την δεκαετία του 1980 με την ταχεία αύξηση του επιπολασμού της παχυσαρκίας την περίοδο εκείνη (Bray et al., 2004). Την άποψη αυτή έρχεται όμως να αμφισβητήσει ο USDA καθώς σε έρευνα που έγινε φάνηκε από το 1980 μέχρι το 2013 ενώ η κατανάλωση ζάχαρης είχε σταθερή μείωση, τα ποσοστά παχυσαρκίας συνέχισαν να αυξάνονται. Οι Khan και Sievenpiper έκαναν μετα-αναλύσεις ελεγχόμενων διατροφικών δοκιμών σε παιδιά και ενήλικες τις οποίες και ομαδοποίησαν σε 3 κατηγορίες με την πρώτη να περιλαμβάνει παρεμβάσεις αντικατάστασης των σακχάρων με ισοθερμιδικούς υδατάνθρακες, την δεύτερη να παρεμβάσεις συμπληρωματικής χορήγησης σακχάρων και αύξησης της ενεργειακής πρόσληψης και στην τρίτη κατηγορία παρεμβάσεις μείωσης της κατανάλωσης σακχάρων. Στην πρώτη περίπτωση, 2 συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις δεν εντόπισαν διαφορά στο σωματικό βάρος. Στην δεύτερη περίπτωση, 4 συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα-αναλύσεις έδειξαν σημαντική αύξηση στο σωματικό βάρος και στην τρίτη περίπτωση τα αποτελέσματα δεν έδειξαν σταθερή συσχέτιση με την απώλεια βάρους (Khan & Seivenpiper, 2016). Μια ακόμη μετα-ανάλυση προοπτικών μελετών των Malik et al. έδειξε ότι η κατανάλωση μία μερίδας αναψυκτικών με ζάχαρη την ημέρα από ενήλικες και για ένα χρόνο είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του σωματικού βάρους κατά 0,22 kg (Vasanti S Malik et al.,

2013) . Σε αντιπαράθεση με αυτό το εύρημα έρχεται η έρευνα των Kaiser et al. που κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η μείωση στην κατανάλωση αναψυκτικών με ζάχαρη σε άτομα όλων των κατηγοριών βάρους είχε ως αποτέλεσμα μικρή αλλά όχι στατιστικά σημαντική μείωση στο σωματικό βάρος (Kaiser et al., 2013).

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>: Εργαλεία Εκτίμησης της τάσης προς την γλυκιά γεύση

Υπάρχουν αρκετά εργαλεία στην βιβλιογραφία και κυρίως ερωτηματολόγια τα οποία σχετίζονται με την προτίμηση σε κάποια γεύση. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το Food and Beverage Preference Questionnaire, ένα ερωτηματολόγιο που αξιολογεί την προτίμηση για το γλυκό, το αλμυρό, το λιπαρό και το πικρό και μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε ενήλικες όσο και σε παιδιά και νέους. Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει φαγητά τα οποία είναι κατάλληλα να καταναλωθούν από όλες τις ηλικιακές ομάδες. Αποτελείται από εικόνες 63 τροφίμων, τα οποία είναι μεμονωμένα τρόφιμα (π.χ. μπανάνα, σπανάκι), σύνθετα τρόφιμα (π.χ. χοτ ντόγκ, κεμπάπ), καρυκεύματα και ποτά. Οι συμμετέχοντες πρέπει να δηλώσουν το πόσο τους άρεσε η γεύση του της εικόνας χρησιμοποιώντας μια κλίμακα Likert με 5 βαθμίδες. Οι συμμετέχοντες θα μπορούσαν να δηλώσουν ότι δεν γνωρίζουν ή δεν έχουν δοκιμάσει ποτέ το συγκεκριμένο φαγητό/τρόφιμο (Hannah S. Jilani et al., 2017).

Στην ίδια λογική βασίζεται και το Leeds Food Preference Questionnaire (LFPQ), που αποτελείται από είκοσι εικόνες κοινών τροφίμων, τα οποία κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την περιεκτικότητα σε λιπαρά (υψηλή [HF] ή χαμηλή [LF]) και τη γεύση (γλυκό [SA] ή αλμυρό [SW]). Αυτά τα τρόφιμα στη συνέχεια τοποθετούνται σε τέσσερις ομάδες πέντε τροφίμων με βάση τις συνδυασμένες ιδιότητές τους (HFSW, HFSA, LFSW ή LFSA) ή τέσσερις ομάδες των 10 τροφίμων (HF, LF, SW και SA). Οι συμμετέχοντες απαντούν πρώτα στην ερώτηση «Πόσο ευχάριστο θα ήταν να γευθείς μια μπουκιά από αυτό το φαγητό τώρα;» χρησιμοποιώντας μια οπτική αναλογική κλίμακα 100 μονάδων (VAS) για να εκτιμήσει τη ρητή συμπάθεια (EL) για κάθε τρόφιμο. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται μια διαδικασία αναγκαστικής επιλογής, όπου οι συμμετέχοντες πρέπει να επιλέξουν ανάμεσα σε δύο τρόφιμα «ποιο θα ήθελαν περισσότερο να καταναλώσουν τώρα» για να εκτιμήσουν την έμμεση έλλειψη (IW). Το LFPQ έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς για την αξιολόγηση της επίδρασης επαναλαμβανόμενης σωματικής δραστηριότητας, της σημαντική απώλεια βάρους, της 24ωρης νηστείας, σε συσχετίσεις με την λεπτίνη νηστείας σε άτομα που δείχνουν προτίμηση στα γλυκά τρόφιμα πλούσια σε λιπαρά και πολλά άλλα (Charlot et al., 2019).



Το Three-Factor Eating Questionnaire (TFEQ) είναι ένα ερωτηματολόγιο αυτοαξιολόγησης που χρησιμοποιείται ευρέως σε μελέτες διατροφικής συμπεριφοράς σε υπέρβαρα άτομα και σε άτομα με φυσιολογικό βάρος. Σχεδιάστηκε για να αξιολογήσει τρεις γνωστικούς και συμπεριφορικούς παράγοντες της διατροφής: 1) τη γνωστική συγκράτηση (CR), 2) την αποτροπή και 3) την πείνα. Το TEFQ περιλαμβάνει στοιχεία από δύο υπάρχοντα ερωτηματολόγια που μετρούν τις σχετικές έννοιες του «restrained eating» και της «λανθάνουσας παχυσαρκίας» και στη συνέχεια προστέθηκαν ερωτήσεις που διευκρινίζουν τις έννοιες αυτές. Το ερωτηματολόγιο αυτό αποτελείται συνολικά από 51 ερωτήσεις με εύρος τιμών για τα επιμέρους σκορ 0-20, 0-16 και 0-15 αντίστοιχα (Stunkard & Messick, 1985).

## Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>: Σκοπός Έρευνας

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου, το οποίο θα εκτιμά την προτίμηση για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Πέρα από την εκτίμηση της προτίμησης της γλυκιάς γεύσης θα γίνει και συσχέτιση του σωματικού βάρους και της σύστασης σώματος των εθελοντών σε σύγκριση με την προτίμηση τους.

## Κεφάλαιο 7<sup>ο</sup>: Μεθοδολογία

### 7.1 Βιοηθική

Η μελέτη εγκρίθηκε από την επιτροπή βιοηθικής του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου και διεξήχθη σύμφωνα με την κείμενη εθνική νομοθεσία και τις διεθνείς συνθήκες που αφορούν την βιοϊατρική έρευνα και την προστασία των δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα όπως προβλέπεται από:

- Την Σύμβαση του Συμβουλίου της Ευρώπης για τα Ανθρώπινα Δικαιώματα και τη Βιοϊατρική, (Σύμβαση του Οβιέδο), ενσωματωμένη στο εθνικό δίκαιο με τον νόμο 2619/1998.
- Το Ν. 4521/2018 2.3.2018 που αφορά την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας και τον Κανονισμό Αρχών και Λειτουργίας της Επιτροπής Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας.
- Την εφαρμογή ορθής Κλινικής Πρακτικής κατά τις κλινικές μελέτες φαρμάκων προοριζόμενων για τον άνθρωπο (ΥΑ ΔΥΓ. 3/8 92 92/ 31.12.03)
- Την Κοινοτική Οδηγία 28/2005/ EC που αναφέρεται στην προστασία των συμμετεχόντων σε «Κλινικές Δοκιμές»

Τα δεδομένα των εθελοντών ανωνυμοποιήθηκαν πριν την επεξεργασία τους, καθιστώντας αδύνατη την ταυτοποίησή τους από τα άτομα που συμμετείχαν στην επεξεργασία των δεδομένων, ενώ η αρίθμηση των δειγμάτων έγινε με τυχαίο τρόπο.

**Διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου για την εκτίμηση της προτίμησης για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Συσχέτιση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος./Γαλούνη Φαίδρα**

## 7.2 Πληθυσμός Μελέτης

Το δείγμα των εθελοντών ήταν 34 άνδρες και γυναίκες ηλικίας 20-50 ετών, οι οποίοι δεν λάμβαναν συστηματική φαρμακευτική αγωγή για τον διαβήτη, τον θυροειδή και μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα. Επίσης, οι εθελοντές δεν θα έπρεπε να έχουν δυσανεξία στην γλουτένη και στην λακτόζη.

## 7.3 Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο που σχεδιάστηκε για την συγκεκριμένη ερευνητική εργασία αποτελούταν από ένα ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (FFQ), ένα ερωτηματολόγιο της γλυκιάς γεύσης (STQ). Επίσης, λήφθηκε ένα σύντομο ιατρικό ιστορικό για τον κάθε εθελοντή.

Το ερωτηματολόγιο συχνότητας κατανάλωσης τροφίμων (FFQ) δίνει πληροφορίες για τη συνήθη διαιτητική πρόσληψη, αξιολογώντας της συχνότητας με την οποία συγκεκριμένα τρόφιμα ή ομάδες τροφίμων καταναλώνονται κατά τη διάρκεια μίας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Αποτελεί την καλύτερη μέθοδο για την ανίχνευση των διαιτητικών συνηθειών μίας ομάδας ή ενός πληθυσμού, καθώς δεν έχει υψηλές απαιτήσεις από τους εξεταζόμενους, συμπληρώνεται από τους ίδιους και έχει χαμηλό κόστος. Είναι περισσότερο αντιπροσωπευτικό της συνήθους πρόσληψης διότι οι πληροφορίες συλλέγονται από μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Μανιός, 2006, pp. 31-35).

Το ερωτηματολόγιο της γλυκιάς γεύσης (SQT) είναι ένα πρόσφατα σχεδιασμένο ερωτηματολόγιο, που αποτελείται από 12 ερωτήσεις, τις οποίες απαντάει ο εθελοντής μόνος του με σκοπό να αξιολογήσει την αντίδραση των εθελοντών όσον αφορά την κατανάλωση γλυκών και τον βαθμό εγκράτειας των εθελοντών στην κατανάλωση γλυκών. Ως κλίμακα στο ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα Likert με 7 βαθμίδες που κυμαίνονται από το «Συμφωνώ απόλυτα» (7 βαθμοί) έως το «Διαφωνώ απόλυτα» (1 βαθμός) (Alexey B. Kamron-Polevoy, 2006). Το ερωτηματολόγιο μεταφράστηκε και στην συνέχεια ελέγχθηκε από

εγκεκριμένο μεταφραστικό κέντρο για να μην υπάρχουν παραλήψεις και λάθη. Χρησιμοποιήσαμε το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο καθώς είναι απλό, κατανοητό, δεν περιέχει εικόνες τροφίμων που ενδεχομένως δεν είναι κατάλληλες για τον ελληνικό πληθυσμό και μπορεί να συμπληρωθεί από τον ίδιο τον εθελοντή.

Το ερωτηματολόγιο χωρίζεται σε 5 κατηγορίες ερωτήσεων που αφορούν: 1) την λαχτάρα για την κατανάλωση γλυκών και τι την πυροδοτεί, 2) το κατά πόσο τα γλυκά επηρεάζουν την διάθεση, 3) την δυνατότητα ελέγχου της κατανάλωσης γλυκών, 4) την στάση του ατόμου απέναντι στην κατανάλωση γλυκών και 5) την επίδραση της κατανάλωσης γλυκών στην κατανάλωση αλκοόλ. Το ερωτηματολόγιο σκοράρεται με βάση τις κατηγορίες και συνεπώς εκτός από το συνολικό σκορ του ερωτηματολογίου προκύπτουν και 5 υπο-σκορ.

## **7.4 Εκτίμηση σωματικού βάρους και σύστασης σώματος**

Το σωματικό βάρος των εθελοντών μετρήθηκε με ελαφριά ένδυση και χωρίς υποδήματα με την χρήση ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας (Seca, Αμβούργο, Γερμανία) και με ακρίβεια 0,1 kg. Το ύψος των εθελοντών μετρήθηκε με τη χρήση εντοιχισμένου αναστημόμετρου (Seca, Αμβούργο, Γερμανία) και με ακρίβεια 0,5cm.

Η σύσταση του σώματος εκτιμήθηκε με τη μέθοδο της απορροφησιομετρίας ακτίνων Χ διπλής ενέργειας (Dual-Energy X-Ray Absorptiometry, DEXA), χρησιμοποιώντας το σαρωτή σώματος (DPX, Lunar, (Madison, WI, έκδοση λογισμικού 3.6)) του Εργαστηρίου Διατροφής και Κλινικής Διαιτολογίας, του Τμήματος Επιστήμης Διαιτολογίας-Διατροφής του Χαροκοπέιου Πανεπιστημίου. Η ανάλυση του ολικού σώματος έγινε σε γρήγορη ταχύτητα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Πριν την έναρξη της σάρωσης οι εθελοντές έπρεπε να αφαιρέσουν τα μεταλλικά αντικείμενα που έφεραν, ώστε να μην επηρεαστεί η μέτρηση. Ο προσδιορισμός της λιπώδους και άλιπης μάζας σώματος καθώς και της οστικής πυκνότητας έγινε με κατάλληλο λογισμικό πρόγραμμα. Ο συνολικός χρόνος σάρωσης είχε διάρκεια περίπου 12 λεπτά. Οι εθελοντές προσήλθαν για τη μέτρηση αυτή χωρίς να έχουν καταναλώσει φαγητό ή

μεγάλη ποσότητα υγρών τις προηγούμενες τρεις ώρες. Τα δεδομένα που προέκυψαν από την ανάλυση ήταν τα παρακάτω:

- Περιεκτικότητα οστού σε άλατα (bone mineral content, BMC) εκφρασμένη σε g/cm<sup>2</sup>
- Συνολική μάζα ιστού (TISSUE) εκφρασμένη σε g
- Λιπώδης μάζα (FAT) εκφρασμένη σε g
- Άλιπη μάζα (LEAN) εκφρασμένη σε g
- Ποσοστό άλιπης μάζας (LEAN%) και ποσοστό λιπώδους μάζας (FAT%) για το συνολικό σώμα, χέρια, πόδια και κορμό (TOTAL, ARMS, LEGS, TRUNK αντίστοιχα)

## 7.5 Στατιστική Ανάλυση

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS (Statistical Package for Social Sciences) για λειτουργικό Windows. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος για την αξιοπιστία του ερωτηματολογίου της γλυκιάς γεύσης (STQ) με την χρήση δείκτη Cronbach's Alpha. Για την εύρεση συσχέτισης μεταξύ της προτίμησης για την γλυκιά γεύση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος, καθώς και με τις διατροφικές συνήθειες χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος Spearman Correlation αφού τα δεδομένα μας δεν είναι συνεχή. Το εύρος στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε για τιμές μικρότερες του 0,05. Επιπρόσθετα, για να ελεγχθεί το κατά πόσο το συνολικό σκορ του ερωτηματολογίου εκτίμησης προς την γλυκιά γεύση διαφέρει στα τεταρτημόρια της κατανομής μεταβλητών που σχετίζονται με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος έγινε ανάλυση διακύμανσης με τον έλεγχο ANOVA.

## Κεφάλαιο 8<sup>ο</sup>: Αποτελέσματα

Στην έρευνα συμμετείχαν 34 εθελοντές, 17 ήταν άνδρες και 17 γυναίκες. Με βάση τα ερωτηματολόγια που δόθηκαν και με τις ανθρωπομετρικές μετρήσεις που έγιναν προέκυψαν τα παρακάτω περιγραφικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού μας. Το δείγμα μας είχε κατά μέσο όρο ηλικία  $30,8 \pm 9,5$  έτη, βάρος  $71,5 \pm 7,8$  κιλά, ύψος  $170,6 \pm 8,9$  εκατοστά και BMI  $24,5 \pm 3,9$  kg/m<sup>2</sup>.

|                         |                             | Σύνολο          | Άνδρες          | Γυναίκες        | p-value |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
| Ηλικία, έτη             | Minimum                     | 22,0            | 23,0            | 22,0            | 0,249   |
|                         | Maximum                     | 50,             | 49,0            | 50,0            |         |
|                         | Μέσος $\pm$ τυπική απόκλιση | $30,8 \pm 9,5$  | $28,9 \pm 7,8$  | $32,7 \pm 10,9$ |         |
| Βάρος, kg               | Minimum                     | 52,0            | 54,0            | 52,0            | 0,02    |
|                         | Maximum                     | 104,0           | 104,0           | 86,0            |         |
|                         | Μέσος $\pm$ τυπική απόκλιση | $71,5 \pm 13,9$ | $78,5 \pm 13,6$ | $64,5 \pm 10,5$ |         |
| Ύψος, cm                | Minimum                     | 156, 0          | 166,0           | 156,0           | <0,001  |
|                         | Maximum                     | 187,0           | 187,0           | 172,0           |         |
|                         | Μέσος $\pm$ τυπική απόκλιση | $170,6 \pm 8,9$ | $177,5 \pm 6,3$ | $163,8 \pm 4,9$ |         |
| BMI, kg/m <sup>2</sup>  | Minimum                     | 17,2            | 17,2            | 19,0            | 0,271   |
|                         | Maximum                     | 33,69           | 33,7            | 31,2            |         |
|                         | Μέσος $\pm$ τυπική απόκλιση | $24,5 \pm 3,9$  | $24,9 \pm 4,0$  | $24,1 \pm 3,9$  |         |
| Οικογενειακή κατάσταση  | Έγγαμος, %                  | 17,6            | 5,9             | 29,6            | 0,72    |
| Επαγγελματική κατάσταση | Δημόσιος υπάλληλος, %       | 8,8             | 11,8            | 5,9             | 0,533   |
|                         | Ιδιωτικός υπάλληλος, %      | 58,8            | 52,9            | 64,7            |         |
|                         | Ελεύθερος επαγγελματίας, %  | 8,8             | 5,9             | 11,8            |         |
|                         | Άνεργος, %                  | 2,9             | 0               | 5,9             |         |
|                         | Φοιτητής, %                 | 20,6            | 29,4            | 11,8            |         |
| Εκπαίδευση              | Λύκειο, %                   | 32,4            | 35,3            | 29,8            | 0,343   |
|                         | ΑΕΙ-ΤΕΙ, %                  | 61,8            | 64,7            | 58,8            |         |
|                         | Μεταπτυχιακό, %             | 5,9             | 0               | 11,8            |         |

Πίνακας 1: Περιγραφικά χαρακτηριστικά στο σύνολο του δείγματος και κατά φύλο

## 8.1 Αξιοπιστία ερωτηματολογίου γλυκιάς γεύσης (STQ)

Η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας των μετρήσεων ενός εργαλείου αναφέρεται στο βαθμό στον οποίο οι ερωτήσεις που μετρούν το ίδιο ψυχομετρικό χαρακτηριστικό παρουσιάζουν υψηλή συνοχή ή συσχέτιση, τόσο μεταξύ τους όσο και με το χαρακτηριστικό αυτό. Η εκτίμηση της αξιοπιστίας αυτής της μορφής γίνεται συνήθως μέσω ενός δείκτη ή συντελεστή αξιοπιστίας, με πιο διαδεδομένο το δείκτη Cronbach's Alpha. Τιμές του δείκτη μεγαλύτερες του 0,7 θεωρούνται συνήθως ικανοποιητικές (Cronbach, 1951).

|                              | Cronbach's Alpha |
|------------------------------|------------------|
| <b>Συνολικό σκορ</b>         | 0,825            |
| <b>Σκορ λαχτάρας γλυκών</b>  | 0,372            |
| <b>Σκορ αλλαγής διάθεσης</b> | 0,730            |
| <b>Σκορ ελέγχου</b>          | 0,442            |
| <b>Σκορ στάσης ατόμου</b>    | 0,681            |
| <b>Σκορ αλκοόλ</b>           | 0,487            |

Πίνακας 2: Αξιοπιστία του ερωτηματολογίου γλυκιάς γεύσης και των επιμέρους σκορ.

Όπως φαίνεται η αξιοπιστία του ερωτηματολογίου της γλυκιάς γεύσης (STQ) είναι ικανοποιητική (0,825). Παρ' όλα αυτά οι υποκατηγορίες σκορ που αφορούν την λαχτάρα για γλυκά, την ικανότητα ελέγχου της κατανάλωσης γλυκών και η κατηγορία που αφορά τα γλυκά και το αλκοόλ δεν έχουν τόσο ικανοποιητικό βαθμό αξιοπιστίας αφού το Cronbach's Alpha είναι <0,7.

## 8.2 Συσχέτιση προτίμησης γλυκιάς γεύσης με σύσταση σώματος και σωματικό βάρος

Για τον εντοπισμό πιθανής συσχέτισης μεταξύ της προτίμησης για την γλυκιά γεύση με την σύσταση σώματος και πιο συγκεκριμένα σε σχέση με το BMI, το ποσοστό σωματικού

λίπους, το συνολικό σωματικό λίπος και με την συνολική ισχνή μάζα. Χρησιμοποιήσαμε τον έλεγχο Spearman correlation, καθώς τα δεδομένα μας δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

|                                           |          | Συνολικό<br>σκορ  | Σκορ<br>λαχτάρας<br>γλυκών      | Σκορ<br>αλλαγής<br>διάθεσης | Σκορ<br>ελέγχου   | Σκορ<br>στάσης<br>ατόμου | Σκορ<br>αλκοόλ    |
|-------------------------------------------|----------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| <b>BMI</b>                                | Συνολικό | 0,023<br>(0,898)  | -0,033<br>(0,853)               | -0,016<br>(0,930)           | 0,103<br>(0,564)  | 0,048<br>(0,786)         | -0,052<br>(0,769) |
|                                           | Άνδρες   | 0,177<br>(0,498)  | 0,142<br>(0,587)                | 0,170<br>(0,514)            | 0,279<br>(0,279)  | 0,126<br>(0,630)         | 0,144<br>(0,582)  |
|                                           | Γυναίκες | -0,057<br>(0,829) | -0,088<br>(0,738)               | -0,106<br>(0,684)           | 0,730<br>(0,780)  | -0,037<br>(0,888)        | -0,171<br>(0,512) |
| <b>Συνολικό<br/>σωματικό<br/>λίπος, g</b> | Συνολικό | 0,243<br>(0,165)  | 0,296<br>(0,089)                | 0,156<br>(0,377)            | 0,298<br>(0,087)  | 0,133<br>(0,452)         | -0,088<br>(0,620) |
|                                           | Άνδρες   | 0,249<br>(0,335)  | 0,315<br>(0,218)                | 0,213<br>(0,412)            | 0,372<br>(0,141)  | 0,126<br>(0,630)         | 0,047<br>(0,857)  |
|                                           | Γυναίκες | -0,036<br>(0,892) | 0,001<br>(0,996)                | -0,026<br>(0,921)           | 0,077<br>(0,769)  | 0,009<br>(0,974)         | -0,296<br>(0,249) |
| <b>Ποσοστό<br/>σωματικού<br/>λίπους %</b> | Συνολικό | 0,314<br>(0,071)  | <b>0,423</b><br><b>(0,013)</b>  | 0,169<br>(0,339)            | 0,312<br>(0,072)  | 0,172<br>(0,330)         | -0,092<br>(0,603) |
|                                           | Άνδρες   | 0,310<br>(0,225)  | 0,416<br>(0,096)                | 0,251<br>(0,331)            | 0,363<br>(0,512)  | 0,117<br>(0,655)         | 0,063<br>(0,810)  |
|                                           | Γυναίκες | -0,071<br>(0,786) | -0,460<br>(0,862)               | -0,099<br>(0,705)           | 0,072<br>(0,784)  | -0,009<br>(0,974)        | -0,296<br>(0,297) |
| <b>Ισχνή μάζα<br/>σώματος, g</b>          | Συνολικό | -0,226<br>(0,198) | <b>-0,344</b><br><b>(0,047)</b> | -0,044<br>(0,803)           | -0,161<br>(0,363) | -0,115<br>(0,518)        | -0,032<br>(0,856) |
|                                           | Άνδρες   | -0,052<br>(0,844) | -0,078<br>(0,767)               | -0,089<br>(0,735)           | 0,188<br>(0,470)  | 0,086<br>(0,743)         | -0,203<br>(0,436) |
|                                           | Γυναίκες | 0,135<br>(0,605)  | 0,079<br>(0,763)                | 0,317<br>(0,215)            | 0,082<br>(0,755)  | 0,012<br>(0,963)         | 0,042<br>(0,874)  |

Πίνακας 3: Συσχέτιση ανάμεσα στην προτίμηση της γλυκιάς γεύσης με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος.

Από τα αποτελέσματα του ελέγχου φαίνεται να υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ του σκορ που αφορά την λαχτάρα για κατανάλωση γλυκών και του ποσοστού σωματικού λίπους στα σύνολο των εθελοντών ( $p=0,013$ ) και με την ισχνή μάζα σώματος του συνόλου των εθελοντών ( $p=0,047$ ). Επίσης, φαίνεται να υπάρχει και μία τάση συσχέτισης του ποσοστού σωματικού λίπους με το συνολικό σκορ του ερωτηματολογίου ( $p=0,071$ ) και με το σκορ ικανότητας ελέγχου κατανάλωσης γλυκών ( $p=0,072$ ).



Στην συνέχεια, κάναμε ανάλυση διακύμανσης με τον έλεγχο ANOVA για να ελεγχθεί το κατά πόσο το συνολικό σκορ του ερωτηματολογίου εκτίμησης προς την γλυκιά γεύση διαφέρει στα τεταρτημόρια της κατανομής μεταβλητών που σχετίζονται με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος. Σκοπός μας είναι να δούμε αν οι ακραίες τιμές των εκάστοτε μεταβλητών (Q1 και Q4) διαφέρουν στο συνολικό σκορ του ερωτηματολογίου.

|                                    | Τεταρτημόριο κατανομής |             |             |             | p-value |
|------------------------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|---------|
|                                    | Q1                     | Q2          | Q3          | Q4          |         |
| <b>BMI</b>                         | 32,6 ± 11,8            | 36,9 ± 12,9 | 36,7 ± 13,3 | 38,4 ± 15,0 | 0,843   |
| <b>Ποσοστό σωματικού λίπους, %</b> | 33,3 ± 9,1             | 34,8 ± 12,9 | 38,0 ± 14,8 | 38,4 ± 14,9 | 0,834   |
| <b>Συνολικό σωματικό λίπος, g</b>  | 34,8 ± 10,4            | 33,3 ± 11,9 | 38,0 ± 14,9 | 38,3 ± 15,0 | 0,834   |
| <b>Ισχνή μάζα σώματος, g</b>       | 32,9 ± 11,0            | 42,6 ± 17,2 | 35,7 ± 12,0 | 33,6 ± 10,5 | 0,428   |

Πίνακας 4: Σύγκριση των τιμών του συνολικού σκορ του ερωτηματολογίου στα τεταρτημόρια της κατανομής μεταβλητών εκτίμησης του σωματικού βάρους και της σωματικής σύστασης

Από τον πίνακα φαίνεται πως δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση των τιμών στο συνολικό σκορ του ερωτηματολογίου STQ με τις μεταβλητές ( $p > 0,05$ ), δηλαδή δεν υπάρχει διαφοροποίηση ανάμεσα στις διαφορετικές ομάδες για την κάθε μεταβλητή. Ωστόσο, τα άτομα τα οποία ανήκαν στο τέταρτο τεταρτημόριο των κατανομών του BMI ή του σωματικού λίπους φάνηκαν να έχουν αυξημένο συνολικό σκορ, σε σύγκριση με τα άτομα του πρώτου τεταρτημρίου.

### 8.3 Συσχέτιση προτίμησης γλυκιάς γεύσης με διαιτητική πρόσληψη.

Χρησιμοποιήσαμε ξανά τον έλεγχο Spearman correlation για τον εντοπισμό πιθανής συσχέτισης μεταξύ της προτίμησης για την γλυκιά γεύση με την συνολική πρόσληψη απλών σακχάρων και με την συνολική κατανάλωση υδατανθράκων, πρωτεϊνών και λίπους.

|                                          |          | Συνολικό<br>σκορ  | Σκορ<br>λαχτάρας<br>γλυκών      | Σκορ<br>αλλαγής<br>διάθεσης     | Σκορ<br>ελέγχου                | Σκορ<br>στάσης<br>ατόμου       | Σκορ<br>αλκοόλ                  |
|------------------------------------------|----------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Συνολική<br>πρόσληψη<br>απλών<br>σάκχαρα | Συνολικό | 0,256<br>(0,145)  | 0,209<br>(0,235)                | 0,207<br>(0,241)                | 0,123<br>(0,488)               | 0,247<br>(0,159)               | 0,244<br>(0,165)                |
|                                          | Άνδρες   | 0,302<br>(0,239)  | 0,238<br>(0,357)                | 0,397<br>(0,115)                | -0,059<br>(0,821)              | 0,102<br>(0,697)               | 0,437<br>(0,080)                |
|                                          | Γυναίκες | 0,462<br>(0,062)  | 0,472<br>(0,052)                | 0,129<br>(0,622)                | <b>0,525</b><br><b>(0,031)</b> | <b>0,486</b><br><b>(0,048)</b> | 0,093<br>(0,722)                |
| Συνολική<br>πρόσληψη<br>υδατανθράκων     | Συνολικό | 0,154<br>(0,384)  | 0,099<br>(0,576)                | 0,156<br>(0,379)                | 0,041<br>(0,818)               | 0,277<br>(0,112)               | 0,021<br>(0,907)                |
|                                          | Άνδρες   | 0,010<br>(0,970)  | -0,070<br>(0,788)               | 0,128<br>(0,624)                | -0,130<br>(0,619)              | 0,340<br>(0,182)               | -0,019<br>(0,943)               |
|                                          | Γυναίκες | 0,385<br>(0,128)  | 0,329<br>(0,198)                | 0,245<br>(0,343)                | 0,285<br>(0,267)               | 0,339<br>(0,183)               | 0,082<br>(0,755)                |
| Συνολική<br>πρόσληψη<br>πρωτεϊνών        | Συνολικό | -0,337<br>(0,051) | <b>-0,372</b><br><b>(0,030)</b> | <b>-0,351</b><br><b>(0,042)</b> | -0,156<br>(0,378)              | -0,154<br>(0,385)              | -0,212<br>(0,229)               |
|                                          | Άνδρες   | -0,173<br>(0,507) | -0,359<br>(0,156)               | -0,249<br>(0,336)               | 0,198<br>(0,446)               | 0,125<br>(0,634)               | <b>-0,507</b><br><b>(0,038)</b> |
|                                          | Γυναίκες | -0,408<br>(0,104) | -0,042<br>(0,873)               | -0,415<br>(0,098)               | -0,349<br>(0,170)              | -0,283<br>(0,272)              | -0,003<br>(0,991)               |
| Συνολική<br>πρόσληψη<br>λίπους           | Συνολικό | 0,183<br>(0,301)  | 0,335<br>(0,053)                | 0,224<br>(0,203)                | 0,043<br>(0,810)               | -0,095<br>(0,595)              | 0,050<br>(0,778)                |
|                                          | Άνδρες   | 0,378<br>(0,135)  | <b>0,579</b><br><b>(0,015)</b>  | 0,283<br>(0,271)                | -0,008<br>(0,977)              | -0,112<br>(0,668)              | 0,409<br>(0,103)                |
|                                          | Γυναίκες | -0,242<br>(0,349) | -0,242<br>(0,349)               | -0,016<br>(0,915)               | -0,101<br>(0,701)              | -0,371<br>(0,142)              | -0,348<br>(0,172)               |

Πίνακας 5: Συσχέτιση ανάμεσα στην προτίμηση της γλυκιάς γεύσης με τις διατροφικές συνήθειες.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου, στατιστικά σημαντική συσχέτιση υπάρχει στις γυναίκες μεταξύ της κατανάλωσης απλών σακχάρων με το σκορ που σχετίζεται με την ικανότητα ελέγχου της κατανάλωσης γλυκών ( $p=0,031$ ) και με το σκορ που αφορά την στάση τους απέναντι στην κατανάλωση γλυκών ( $p=0,048$ ). Όσον αφορά την συνολική πρόσληψη πρωτεϊνών, υπάρχει έντονη τάση συσχέτισης με το συνολικό σκορ στο συνολικό δείγμα ( $p=0,051$ ) και στατιστικά σημαντική συσχέτιση με το σκορ που αφορά την αλλαγή της διάθεσης με την κατανάλωση γλυκών ( $p=0,042$ ) και με το σκορ λαχτάρας γλυκών. Επίσης, στους άντρες σχετίζεται στατιστικά σημαντικά με το σκορ που αφορά το αλκοόλ και την κατανάλωση γλυκών ( $p=0,038$ ). Υπάρχει ακόμη μία έντονη τάση συσχέτισης της συνολικής

πρόσληψης απλών σακχάρων στις γυναίκες τόσο με το συνολικό σκορ του ερωτηματολογίου ( $p=0,062$ ) όσο και με το σκορ που αφορά την λαχτάρα για τα γλυκά ( $p=0,052$ ). Τάση συσχέτισης υπάρχει και μεταξύ της συνολικής πρόσληψης λίπους όλου του δείγματος με το σκορ που αφορά την λαχτάρα για κατανάλωση γλυκών ( $p=0,053$ ).

## Κεφάλαιο 9<sup>ο</sup>: Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου, το οποίο θα εκτιμά την προτίμηση για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Πέρα από την εκτίμηση της προτίμησης της γλυκιάς γεύσης, αναζητήθηκε και πιθανή συσχέτιση του σωματικού βάρους και της σύστασης σώματος των εθελοντών σε σύγκριση με την προτίμηση τους προς την γλυκιά γεύση αλλά και των διατροφικών τους συνηθειών με την προτίμηση αυτή. Στόχος της πτυχιακής αυτής μελέτης ήταν να συνεισφέρουμε στην εύρεση ενός εργαλείου ικανού να εντοπίζει την παχυσαρκία μέσω της προτίμησης στην γλυκιά γεύση, καθώς τα απλά σάκχαρα φαίνεται να συνδέεται με την παχυσαρκία. Το ερωτηματολόγιο που διαμορφώθηκε με στόχο να ανιχνεύσει την προτίμηση προς την γλυκιά γεύση ελέγχθηκε για την αξιοπιστία του μέσω του στατιστικού ελέγχου Cronbach's alpha και φάνηκε πως ήταν συνολικά ικανοποιητικά αξιόπιστο με  $\alpha=0,825$ , παρ' όλο που κάποιες υποκατηγορίες ερωτήσεων και συγκεκριμένα εκείνες που σχετίζονταν με το αλκοόλ και με τον έλεγχο στην κατανάλωση αλκοόλ δεν ήταν τόσο αξιόπιστες ( $\alpha<0,7$ ).

Με τον έλεγχο ANOVA ελέγξαμε το κατά πόσο το συνολικό σκορ του ερωτηματολογίου εκτίμησης προς την γλυκιά γεύση διαφέρει στα τεταρτημόρια της κατανομής μεταβλητών που σχετίζονται με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος. Στην περίπτωση του BMI, με βάση την κατανομή του BMI, το πρώτο τεταρτημόριο αντιπροσωπεύει τιμές μεταξύ 0 και 25ης εκατοστιαίας θέσης (Q1), το δεύτερο τεταρτημόριο αντιπροσωπεύει τιμές μεταξύ 25ης εκατοστιαίας θέσης και 50ης εκατοστιαίας θέσης (=διάμεσος) (Q2), το τρίτο τεταρτημόριο αντιπροσωπεύει τιμές μεταξύ 50ης εκατοστιαίας θέσης και 75ης εκατοστιαίας θέσης (Q3) και το τέταρτο τεταρτημόριο αντιπροσωπεύει τιμές μεταξύ 75ης εκατοστιαίας θέσης και 100ης εκατοστιαίας θέσης (Q4). Θέλουμε δηλαδή να δούμε αν τα άτομα που ανήκουν στο Q1 του BMI θα έχουν μικρότερο συνολικό σκορ ερωτηματολογίου από τα άτομα που ανήκουν στο Q4. Από τα αποτελέσματα φαίνεται να έχουν μικρότερο σκορ παρόλα αυτά το εύρημα δεν είναι στατιστικά σημαντικό ( $p=0,843$ ). Αναλόγως για την μεταβλητή του ποσοστού λίπους, τα άτομα που ανήκουν στο Q1 δηλαδή τα άτομα με το μικρότερο ποσοστό λίπους έχουν μικρότερο σκορ από τα άτομα που ανήκουν στο Q4, δηλαδή όσοι έχουν τα υψηλότερα ποσοστά λίπους, αλλά δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ( $p=0,834$ ). Ομοίως για την μεταβλητή του

**Διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου για την εκτίμηση της προτίμησης για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Συσχέτιση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος./Γαλούνη Φαίδρα**

συνολικού λίπους καθώς και για την συνολική ισχνή μάζα σώματος δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα τεταρτημόρια Q1 και Q4 ( $p=0,834$  και  $p=0,428$  αντίστοιχα).

Τα αποτελέσματα από τη συσχέτιση της προτίμησης στην γλυκιά γεύση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος ήταν μικτά. Το BMI δεν φάνηκε να συσχετίζεται στατιστικά σημαντικά με κανένα από τα σκορ του ερωτηματολογίου στο συνολικό δείγμα αλλά ούτε και στα δύο φύλα ( $p>0,05$ ), επομένως ο δείκτης μάζας σώματος δεν είναι ικανός δείκτης για να προβλέψει την προτίμηση στην γλυκιά γεύση, συμπέρασμα στο οποίο είχαν καταλήξει οι Garneau et al. σε έρευνα που είχε πραγματοποιηθεί σε παιδιά και νέους. Στατιστικά σημαντική συσχέτιση δεν εντοπίστηκε ούτε μεταξύ της συνολικής ποσότητας λίπους τόσο με το συνολικό σκορ του ερωτηματολογίου όσο και με τις επιμέρους κατηγορίες ερωτήσεων στο συνολικό δείγμα καθώς ούτε στα δύο φύλα ( $p>0,05$ ). Όσον αφορά το συνολικό ποσοστό λίπους, συσχετίζεται στατιστικά σημαντικά μόνο με το σκορ που αφορά την λαχτάρα για κατανάλωση γλυκών ( $p=0,013$ ) στο συνολικό δείγμα αλλά όχι στα επιμέρους φύλα. Παρ' όλα αυτά υπάρχει μια τάση συσχέτισης του ποσοστού λίπους, όχι όμως στατιστικά σημαντική, όλου του δείγματος με το συνολικό σκορ του ερωτηματολογίου ( $p=0,071$ ) όπως και με το σκορ των ερωτήσεων που σχετίζονται με την ικανότητα ελέγχου της κατανάλωσης γλυκών ( $p=0,072$ ). Συνεπώς, το ποσοστό λίπους θα μπορούσε να προβλέψει την τάση για επιθυμία γλυκών και γενικότερα της γλυκιάς γεύσης. Ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική συσχέτιση της συνολικής ισχνής μάζας με το ερωτηματολόγιο. Απεναντίας στο συνολικό δείγμα υπάρχει συσχέτιση με το σκορ για την λαχτάρα κατανάλωσης γλυκών ( $p=0,047$ ).

Η κατανάλωση απλών σακχάρων έχει βρεθεί αρκετές φορές στο επίκεντρο ως ένα σημαντικός παράγοντας εμφάνισης παχυσαρκίας καθώς τα άτομα με παχυσαρκία τείνουν στην αυξημένη κατανάλωση γλυκών. Ερευνήσαμε λοιπόν, αν η πρόσληψη απλών σακχάρων συσχετίζεται με τα σκορ του ερωτηματολογίου της προτίμησης στην γλυκιά γεύση. Στατιστικά σημαντική συσχέτιση εντοπίζεται μόνο στις γυναίκες μεταξύ την συνολικής κατανάλωσης απλών με το σκορ ελέγχου κατανάλωσης γλυκών ( $p=0,031$ ) και με το σκορ που αφορά την στάση τους απέναντι στην κατανάλωση γλυκών ( $p=0,048$ ). Επιπροσθέτως, φάνηκε να υπάρχει

έντονη τάση συσχέτισης της πρόσληψης απλών σακχάρων με το σκορ που αφορά την λιγούρα για γλυκιά γεύση με  $p=0,052$  όπως και με το συνολικό σκορ αφού εντοπίστηκε  $p=0,062$ . Στο συνολικό δείγμα και στους άνδρες δεν παρατηρήθηκε τέτοια συσχέτιση σε κανένα από τα σκορ. Η συνολική πρόσληψη υδατανθράκων δεν εμφάνισε καμία σημαντική συσχέτιση σε καμία από τις κατηγορίες. Η συνολική πρόσληψη πρωτεϊνών σε άνδρες και γυναίκες δεν συσχετίζεται με τα σκορ του ερωτηματολογίου. Πάραυτα στο συνολικό δείγμα η κατανάλωση πρωτεϊνών συσχετίζεται με το σκορ που αφορά την αλλαγή διάθεσης ύστερα από κατανάλωση γλυκών ( $p=0,042$ ) και με το σκορ της λαχτάρας για κατανάλωση γλυκών ( $p=0,030$ ). Μέχρι στιγμής στην βιβλιογραφία δεν έχει αναφερθεί τέτοιου είδους συσχέτιση. Έντονη τάση συσχέτισης υπάρχει και με το συνολικό σκορ με  $p=0,051$ . Τέλος, στην περίπτωση της συνολικής πρόσληψης λίπους στο συνολικό δείγμα υπάρχει μόνο κάποια τάση συσχέτισης με το σκορ που αναφέρεται στην λαχτάρα για κατανάλωση γλυκών ( $p=0,053$ ). Στις γυναίκες δεν εντοπίστηκε κάποια στατιστικά σημαντική συσχέτιση, ενώ στους άνδρες η συνολική πρόσληψη λίπους σχετίζεται στατιστικά σημαντικά με το σκορ που αφορά την λαχτάρα για κατανάλωση γλυκών.

Επομένως, το ερωτηματολόγιο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την ανίχνευση παχυσαρκίας καθώς δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του σωματικού βάρους και της σύστασης σώματος με τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου, παρά μόνο για την λαχτάρα που υπάρχει για την κατανάλωση γλυκών. Η παχυσαρκία είναι αποτέλεσμα πολλών παραγόντων. Η διατροφική προσέγγιση των παχύσαρκων ατόμων θα πρέπει να είναι ολιστική. Συνεπώς, είναι καίριας σημασίας να μην εστιάζουμε σε συγκεκριμένα τρόφιμα και θρεπτικά συστατικά για την πρόληψη και αντιμετώπιση της παχυσαρκίας αλλά σε διατροφικά πρότυπα και συμπεριφορές.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. A. Deglaire, C. Méjean, K. Castetbon, E. Kesse-Guyot, S. Hercberg & P. Schlich. Associations between weight status and liking scores for sweet, salt and fat according to the gender in adults (The Nutrinet-Santé study). *European Journal of Clinical Nutrition* (2015) 69, 40–46
2. Adler MA et al. A novel family of mammalian taste receptors. *Cell*. 2000;100(6): 693–702.
3. ALBERT J. STUNKARD and SAMUEL MESSICK. THE THREE-FACTOR EATING QUESTIONNAIRE TO MEASURE DIETARY RESTRAINT, DISINHIBITION AND HUNGER. *Journal of Psychosomatic Research*, Vol. 29, No. 1, pp. 71-83, 1985
4. Alexey B. Kampov-Polevoy, Arthur Alterman, Elena Khalitov & James C. Garbutt. Sweet preference predicts mood altering effect of and impaired control over eating sweet foods. *Eating Behaviors* 7 (2006) 181–187.
5. Allen A. Lee and Chung Owyang. Sugars, Sweet Taste Receptors, and Brain Responses. *Nutrients* 2017, 9, 653;
6. Bachmanov, A. A., Bosak, N. P., Lin, C., Matsumoto, I., Ohmoto, M., Reed, D. R., & Nelson, T. M. (2014). Genetics of Taste Receptors. *Current Pharmaceutical Design*, 20(16), 2669–2683.
7. Bachmanov, A. A., Li, X., Reed, D. R., Ohmen, J. D., Li, S., Chen, Z., ... Beauchamp, G. K. (2001). Positional cloning of the mouse saccharin preference (Sac) locus. *Chemical Senses*, 26(7), 925–33.
8. Barlow, L. A. & Klein, O. D. Chapter Twelve - Developing and Regenerating a Sense of Taste. in *Current Topics in Developmental Biology* (ed. Trainor, P. A.) vol. 111 401–419 (Academic Press, 2015).
9. Bartel, D. L., Sullivan, S. L., Lavoie, E. G., Seigny, J., & Finger, T. E. (2006). Nucleoside
10. Beauchamp, G. K., Cowart, B. J., & Moran, M. (1986). Developmental changes in salt acceptability in human infants. *Developmental Psychobiology*, 19(1), 17-25.
11. Behrens, M. & Meyerhof, W. Gustatory and extragustatory functions of mammalian taste receptors. *Physiol. Behav.* 105, 4–13 (2011).
12. Bernd Lindemann. Chemoreception: Tasting the sweet and the bitter. *Current Biology*, Volume 6, Issue 10, October 1996, 1234-1237

Διαμόρφωση ενός ερωτηματολογίου για την εκτίμηση της προτίμησης για την γλυκιά γεύση στον ελληνικό πληθυσμό. Συσχέτιση με το σωματικό βάρος και την σύσταση σώματος./Γαλούνη Φαίδρα

13. Bernhardt, S. J., Naim, M., Zehavi, U., & Lindemann, B. (1996). Changes in IP3 and cytosolic Ca<sup>2+</sup> in response to sugars and non-sugar sweeteners in transduction of sweet taste in the rat. *J Physiol*, 490, Pt 2, 325–336.
14. Besnard P, Passilly-Degrace P, Khan NA. Taste of Fat: A Sixth Taste Modality? *Physiol Rev* 96: 151–176, 2016.
15. Bezencon C, Coutre J, Damak S. Taste-signaling proteins are coexpressed in solitary intestinal epithelial cells. *Chem Senses*. 2007;32: 41–49.
16. Blad CC et al. G protein-coupled receptors for energy metabolites as new therapeutic targets. *Nature Reviews Drug Discovery*. 2012;11(8): 603–619.
17. Bradley RM. Taste. In: Bradley RM. *Essentials of oral physiology*. Mosby, 1995; 86-123
18. Brock, C., Oueslati, N., Soler, S., Boudier, L., Rondard, P. & Pin, J. P. (2007) 'Activation of a dimeric metabotropic glutamate receptor by intersubunit rearrangement'. *J. Biol. Chem.*, 282, pp. 33000–33008.
19. Cao, J., Huang, S., Qian, J., Huang, J., Jin, L., Su, Z., & Liu, J. (2009). Evoluton of the class C GPCR Venus flytrap modules involved positve selected functonal divergence. *BMC Eiolutonary Biology*, 9s67.
20. Chaudhari N & Rope SD. The cell biology of taste. *J Cell Biol*. 2010;190(3): 285–296. *Chem. Senses*. 30(Suppl 1), pp. 35–36.
21. Chaudhari N et al. A metabotropic glutamate receptor variant functions as a taste receptor. *Nat, Neurosci*. 2000;3(2): 113-119.
22. Chéron, J.-B., Golebiowski, J., Antonczak, S., & Fiorucci, S. (2017). The anatomy of mammalian sweet taste receptors. *Proteinp*, 85(2), 332-341.
23. Clark-Gambelunghe, M. B., & Clark, D. A. (2015). Sensory Development. *Pediatric Clinicp of North America*, 62(2), 367-384.
24. Coldwell SE, Oswald TK and Reed DR. A marker of growth differs between adolescents with high vs. low sugar preference. *Physiol Behav*. 2009;96(4-5):574-80.
25. Contreras, R. J., Beckstead, R. M., & Norgren, R. (1982). The central projections of the trigeminal, facial, glossopharyngeal and vagus nerves: an autoradiographic study in the rat. *Journal of the Autonomic Nervous System*, 6(3), 303–322.
26. Costanzo, L. S. (2010). *Φυσιολογία (4η Αγγλική): Ιατρικές Εκδόσεις Λαγός Δημήτριος*.



27. Cowart BJ. Relationships between taste and smell across the adult life span. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1989;561: 39-55.
28. Cronbach, L. J., 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, Τόμος 16, pp. 297-334
29. Dando, R., & Roper, S. D. (2009). Cell-to-cell communication in intact taste buds through ATP signalling from pannexin 1 gap junction hemichannels. *The Journal of Physiology*, 587(Pt 24), 5899–906.
30. DeFazio, R.A., Dvoryanchikov, G., Maruyama, Y., Kim, J.W., Pereira, E., Roper, S.D., Chaudhari, N., (2006) `Separate populations of receptor cells and pre-synaptic cells in mouse taste buds`. *J. Neurosci*, 26, (15), pp. 3971–3980.
31. Delwiche, J. Are there ‘basic’ tastes? *Trends Food Sci. Technol.* 7, 411–415 (1996).
32. Drewnowski A, Kurth C, Holden-Wiltse J, Saari J. Food preferences in human obesity: carbohydrates versus fats. *Appetite* 1992; 18:207-21.
33. Dvoryanchikov, G., Huang, Y. A., Barro-Soria, R., Chaudhari, N. & Roper, S. D. GABA, its receptors, and GABAergic inhibition in mouse taste buds. *J. Neurosci.* 31, 5782–5791 (2011).
34. Dvoryanchikov, G., S.M. Tomchik, and N. Chaudhari. (2007) `Biogenic amine synthesis and uptake in rodent taste buds`. *J. Comp. Neurol.*, 505, pp. 302–313.
35. Dyer J et al. Expression of sweet taste receptors of the T1R family in the intestinal tract and enteroendocrine cells. *Biochem Soc Trans.* 2005;33(Pt 1): 302–305.
36. Elliott RA, Kapoor S, Tincello DG. Expression and distribution of the sweet taste receptor isoforms T1R2 and T1R3 in human and rat bladders. *J Urol.* 2011;186:2455–2462
37. Feng, X. H., Liu, X. M., Zhou, L. H., Wang, J., and Liu, G. D. (2008) `Expression of glucagon-like peptide-1 in the taste buds of rat circumvallate papillae`. *Acta Histochem.*, 110, pp. 151–154.
38. Finger TE. Cell Types and Lineages in Taste Buds. *Chem Senses* 2005;30 (suppl 1): i54–i55.
39. Forestell CA & Mennella JA. Early determinants of fruit and vegetable acceptance. *Pediatrics*, 2007;120(6):1247–1254.
40. Fox, S. I. (2013). Φυσιολογία του ανθρώπου (Κ. Μανδρούκας, Eds.) (9η Αγγλική): Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε.

41. Garneau NL, Nuessle TM, Mendelsberg BJ, Shepard S, Tucker RM. Sweet liker status in children and adults: consequences for beverage intake in adults. *Food Qual Prefer* 2018; 65:175-80.
42. George A Bray, Samara Joy Nielsen, Barry M Popkin. Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity. *Am J Clin Nutr*. 2004 Apr;79(4):537-43.
43. Gerspach AC et al. The role of the gut sweet taste receptor in regulating GLP-1, PYY, and CCK release in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2011;301: E317–E325.
44. Gilbertson, T. A., Damak, S., & Margolskee, R. F. (2000). The molecular physiology of taste transduction. *Current Opinion in Neurobiology*, 10(4), 519–527.
45. Gutierrez, R. and Simon, S. (2011) `Chemosensory processing in the taste – reward pathway`. *Flavour Frag J*, 26(4), pp. 231–238.
46. Guyton, A.C. & Hall, J.E. (2006) `Textbook of Medicine Physiology` 11e, *Philadelphia*, Elsevier.
47. Hall, J. E. (2016). *Ιατρική Φυσιολογία (Guyton and Hall) (13η Αγγλική): Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε.*
48. Hannah S. Jilani, Timm Intemann, Leonie H. Bogl, Gabriele Eiben, Dénes Molnar, Luis A. Moreno, Valeria Pala, Paola Russo, Alfonso Siani, Antonia Solea, Toomas Veidebaum, Wolfgang Ahrens, Antje Hebestreit and on behalf of the I. Family consortium. Familial aggregation and sociodemographic correlates of taste preferences in European children. Jilani et al. *BMC Nutrition* (2017) 3:87
49. Henquin, J.-C. Do pancreatic  $\beta$  cells ‘taste’ nutrients to secrete insulin? *Sci. Signal*. 5, pe36 (2012).
50. Herrera Moro Chao, D. et al. Impact of obesity on taste receptor expression in extra-oral tissues: emphasis on hypothalamus and brainstem. *Sci. Rep*. 6, 29094 (2016).
51. Hofer D, Puschel B, Drenckhahn D. Taste receptor-like cells in the rat gut identified by expression of alpha-gustducin. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1996;93: 6631–6634.
52. Hoon, M.A., Adler, E., Lindemeier, J., Battey, J.F., Ryba, N.J.P. and Zuker, C.S. (1999) `Putative mammalian taste receptors`. *Cell*, 96, 541–551.
53. Huang AL et al. The cells and logic for mammalian sour taste detection. *Nat*. 2006;442(7105): 934-938.

54. Huang YJ et al. The role of pannexin 1 hemichannels in ATP release and cell–cell communication in mouse taste buds. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2007;104: 6436–41.
55. Huang, Y. A., Maruyama, Y., Stimac, R. & Roper, S. D. Presynaptic (Type III) cells in mouse taste buds sense sour (acid) taste. *J. Physiol.* 586, 2903–2912 (2008).
56. Huang, Y.-J., Maruyama, Y., Dvoryanchikov, G., Pereira, E., Chaudhari, N., & Roper, S. D. (2007). The role of pannexin 1 hemichannels in ATP release and cell-cell communication in mouse taste buds. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(15), 6436–6441.
57. Iatridi V, Armitage RM, Yeomans MR, Hayes JE. Effects of sweet-liking on body composition depend on age and lifestyle: a challenge to the simple sweet-liking-obesity hypothesis. *Nutrients* 2020;12:2702
58. Ishimaru Y et al. Transient receptor potential family members PKD1L3 and PKD2L1 form a candidate sour taste receptor. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2006;103(33): 12569-12574.
59. Jang HJ et al. Gut-expressed gustducin and taste receptors regulate secretion of glucagon-like peptide-1. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2007;104(38): 15069-15074.
60. Jean-Baptiste Chéron, Axel Marchal & Sébastien Fiorucci. Natural Sweeteners. *Encyclopedia of Food Chemistry*, 2019, 189-195
61. Jenna R. Freund, Robert J. Lee. Taste receptors in the upper airway. *World Journal of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery*, (2018) 4, 67-76
62. Jung HS, Akita K, Kim JY. Spacing patterns on tongue surface-gustatory papilla. *Int J Dev Biol*. 2004;48(2-3): 157-61.
63. Karimnamazi, H., Travers, S. P., & Travers, J. B. (2002). Oral and gastric input to the parabrachial nucleus of the rat. *Brain Research*, 957(2), 193–206.
64. Kathryn A. Kaiser, James M. Shikany, Karen D. Keating, and David B. Allison. Will reducing sugar-sweetened beverage consumption reduce obesity? Evidence supporting conjecture is strong, but evidence when testing effect is weak. *Obes Rev*. 2013 Aug; 14(8): 620–633.
65. Kawai K et al. Leptin as a modulator of sweet taste sensitivities in mice. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2000;97(20): 11044-11049.

66. Keyne Charlot, Alexandra Malgoyre, Cyprien Bourrilho. Proposition for a shortened version of the Leeds Food Preference Questionnaire (LFPQ). *Physiology & Behavior* 199 (2019) 244–251
67. Kim, U.-K., Breslin, P. a. S., Reed, D., & Drayna, D. (2004). Genetics of Human Taste Perception. *Journal of Dental Research*, 83(6), 448–453.
68. Kitagawa, M., Kusakabe, Y., Miura, H., Ninomiya, Y. and Hino, A. (2001) *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 283, pp. 236-242.
69. Kohno, D. *et al.* Sweet Taste Receptor Serves to Activate Glucose- and Leptin-Responsive Neurons in the Hypothalamic Arcuate Nucleus and Participates in Glucose Responsiveness. *Front. Neurosci.* **10**, 502 (2016).
70. Kojima I & Nakagawa Y. The role of the sweet taste receptor in enteroendocrine cells and pancreatic  $\beta$ -cells. *Diabetes and Metabolism Journal*. 2011;35(5): 451–457.
71. Kullaa-Mikkonen A & Sorvari TE. A scanning electron microscopic study of the dorsal surface of the human tongue. *Acta Anat (Basel)*. 1985;123(2): 114-134.
72. Kurihara Y. Characteristics of antisweet substances, sweet proteins, and sweetness-inducing proteins. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1992;32(3): 231-252.
73. Kurihara, K., & Kashiwayanagi, M. (2000). Physiological studies on umami taste. *J Nutr*, 130 (4S Suppl), 931S–4S.
74. Kyriazis, G. A., Soundarapandian, M. M. & Tyrberg, B. Sweet taste receptor signaling in beta cells mediates fructose-induced potentiation of glucose-stimulated insulin secretion. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 109, E524-532 (2012).
75. Laffitte, A., Neiers, F. & Briand, L. Functional roles of the sweet taste receptor in oral and extraoral tissues. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 17, 379–385 (2014).
76. Laurel Ettinger, Lisa Duizer & Tristaca Caldwell (2012). Body Fat, Sweetness Sensitivity, and Preference: Determining the Relationship. *Can J Diet Pract Res*. 2012; 73:45-48
77. Lawton, D.M., D.N. Furness, B. Lindemann, and C.M. Hackney. (2000) `Localization of the glutamate-aspartate transporter, GLAST, in rat taste buds`. *Eur. J. Neurosci.* 12, pp.3163–3171.
78. Li, C.S., Cho, Y.K. and Smith, D.V. (2002) `Taste responses of neurons in the hamster solitary nucleus are modulated by the central nucleus of the amygdale`. *J. Neurophysiol.*, 88, pp. 2979–2992.

79. Liman, E. R., Zhang, Y. V., & Montell, C. (2014). Peripheral Coding of Taste. *Neuron*, 81(5), 984-1000.
80. Lu, F., Romy, M. C., Glaubitz, J. C., Bradbury, P. J., Elshire, R. J., Wang, T., ... Buckler, E. S. (2015). High-resolution genetic mapping of maize pan-genome sequence anchors. *Nature Communications*, 6, 6914.
81. Maîtrepiere, E., Sigoillot, M., Le Pessot, L. & Briand, L. Recombinant expression, in vitro refolding, and biophysical characterization of the N-terminal domain of T1R3 taste receptor. *Protein Expr. Purif.* 83, 75–83 (2012).
82. Margolskee, R.F. (2002) `Molecular mechanisms of bitter and sweet taste transduction`. *J Biol Chem.*, 277, pp. 1–4.
83. Martin, C., Passilly-Degrace, P., Chevrot, M., et al. (2012) `Lipid-mediated release of GLP-1 by mouse taste buds from circumvallate papillae: putative involvement of GPR120 and impact on taste sensitivity`. *J Lipid Res.*, 53, pp. 2256–2265
84. Masubuchi, Y. et al. A novel regulatory function of sweet taste-sensing receptor in adipogenic differentiation of 3T3-L1 cells. *PloS One* 8, e54500 (2013).
85. Masubuchi, Y. et al. T1R3 homomeric sweet taste receptor regulates adipogenesis through Gαs-mediated microtubules disassembly and Rho activation in 3T3-L1 cells. *PLOS ONE* 12, e0176841 (2017).
86. Max, M., Shanker, Y. G., Huang, L., Rong, M., Liu, Z., Campagne, F., ... Margolskee, R. F. (2001). Tas1r3, encoding a new candidate taste receptor, is allelic to the sweet responsiveness locus Sac. *Nature Genetics*, 28(1), 58–63.
87. McCaughey, S. A. (2008). The taste of sugars. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*.
88. Mennella JA et al. Early milk feeding influences taste acceptance and liking during infancy. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2009;90(3): 780-788.
89. Mennella, J. A., Bobowski, N. K., & Reed, D. R. (2016). The development of sweet taste: From biology to hedonics. *Reiieip in Endocrine and Metabolic Diporderp*, 147(2), 171–178.
90. Mese H, Matsuo R. Salivary secretion, taste and hyposalivation. *J Oral Rehabil* 2007 Oct;34(10):711-23
91. Moller, A. R. (2003). *Sensory systems: Anatomy and Physiology*.
92. Montmayeur, J. P., Liberles, S. D., Matsunami, H., & Buck, L. B. (2001). A candidate taste receptor gene near a sweet taste locus. *Nature Neuroscience*, 4(5), 492–498.

93. Murray, R. G. (1993). Cellular relations in mouse circumvallate taste buds. *Microscopy Research and Technique*, 26(3), 209–224.
94. Nagai, M., Matsumoto, S., Endo, J., Sakamoto, R., & Wada, M. (2015) `Sweet taste threshold for sucrose inversely correlates with depression symptoms in female college students in the luteal phase`. *Physiology and Behavior*, 141, pp. 92-96.
95. Nakamura Y et al. Diurnal variation of human sweet taste recognition thresholds is correlated with plasma leptin levels. *Diabetes*. 2008;57(10): 2661-2665.
96. Nelson G et al. Mammalian sweet taste receptors. *Cell*. 2001;106(3): 381–390.
97. Norgren, R. (1977). A synopsis of gustatory neuroanatomy. In P. Macleod & J. Le Magnen (Eds.), *Olfaction and Taste VI* (pp. 225–232). London.
98. Ohkuri T et al. Multiple sweet receptors and transduction pathways revealed in knockout mice by temperature dependence and gurmarin sensitivity. *The American Journal of Physiology—Regulatory Integrative and Comparative Physiology*. 2009;296(4): R960–R971
99. Pepino MY & Bourne C. Non-nutritive sweeteners, energy balance, and glucose homeostasis. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. 2011;14(4): 391–395.
100. Peter J. Rogers. The role of low-calorie sweeteners in the prevention and management of overweight and obesity: evidence v. conjecture. *Proceedings of the Nutrition Society* (2018), 77, 230–238
101. Pin, J. P., Kniazeff, J., Liu, J., Binet, V., Goudet, C., Rondard, P., & Pr  zeau, L. (2005). Allosteric functioning of dimeric class C G-protein-coupled receptors. *FEBS Journal*.
102. Pumpl  n, D. W., Yu, C., & Smith, D. V. (1997). Light and dark cells of rat vallate taste buds are morphologically distinct cell types. *Journal of Comparative Neurology*, 378(3), 389–410.
103. Raynor HA, Epstein LH. Dietary variety, energy regulation, and obesity. *Psychol Bull* 2001; 127:325-41.
104. Ren X, Zhou, L., Terwilliger, R., Newton, S. S. & de Araujo, I. E. Sweet taste signaling functions as a hypothalamic glucose sensor. *Front Integr Neurosci*. 2009;3: 12.
105. Rolls BJ, Rolls ET, Rowe EA, Sweeney K. Sensory specific satiety in man. *Physiol Behav* 1981; 27:137-42.
106. Romanov, R. A., Rogachevskaja, O. A., Bystrova, M. F., Jiang, P., Margolskee, R. F., & Kolesnikov, S. S. (2007). Afferent neurotransmission mediated by hemichannels in mammalian taste cells. *The EMBO Journal*, 26(3), 657–667.

107. Roper, S. D. & Chaudhari, N. Taste buds: cells, signals and synapses. *Nat. Rev. Neurosci.* 18, 485–497 (2017).
108. Rozengurt N et al. Colocalization of the alpha-subunit of gustducin with PYY and GLP-1 in L cells of human colon. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2006;291: G792–G802
109. Sainz, E., Korley, J. N., Battey, J. F. and Sullivan, S. L. (2001) *J. Neurochem.*, 77, pp. 896-903.
110. Sanematsu K et al. Structure, function and signaling of taste G-protein-coupled receptors. *Current Pharm Biotechnology.* 2014;15.
111. Santa-Cruz Calvo, S. & Egan, J. M. The endocrinology of taste receptors. *Nat. Rev. Endocrinol.* 11, 213–227 (2015).
112. Saper, C. B. (1982). Convergence of autonomic and limbic connections in the insular cortex of the rat. *Journal of Comparative Neurology*, 210(2), 163–173.
113. Sara Spinelli, Erminio Monteleone. Food Preferences and Obesity. *Endocrinol Metab* 2021; 36:209-219
114. Sartor F, Donaldson LF, Markland DA, Loveday H, Jackson MJ, Kubis HP. Taste perception and implicit attitude toward sweet related to body mass index and soft drink supplementation. *Appetite* 2011; 57:237-46.
115. Schiffman SS. Perception of taste and smell in elderly persons. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 1993;33(1):17-26.
116. Sclafani, (2004) `The sixth taste`? *Appetite*, 43, pp. 1–3.
117. Shigemura N et al. Angiotensin II modulates salty and sweet taste sensitivities. *J. Neurosci.* 2013;33(15): 6267-6277.
118. Shin, Y. K., Martin, B., Kim, W., White, C. M., Ji, S., Sun, Y., Smith, R. G., S´evigny, J., Tschöop, M. H., Maudsley, S., and Egan, J. M. (2010) `Ghrelin is produced in taste cells and ghrelin receptor null mice show reduced taste responsivity to salty (NaCl) and sour (citric acid) tastants`. *PLoS ONE*, 5, p. 12729.
119. Siegler, M. V. S., Pankhaniya, R. R., & Jia, X. X. (2001). “Type III” cells of rat taste buds: Immunohistochemical and ultrastructural studies of neuron-specific enolase, protein gene product 9.5, and serotonin. *Journal of Comparative Neurology*, 440(1), 97–108.
120. Simon, B. R. et al. Artificial sweeteners stimulate adipogenesis and suppress lipolysis independently of sweet taste receptors. *J. Biol. Chem.* 288, 32475–32489 (2013).
121. Smith DV & Margolskee RF. Making sense of taste. Scientific American Inc. 2001.

122. Spielman A.I, Ship JA. Taste and smell. In: Miles T, Nauntofte B, Svensson P. Clinical oral physiology. Quintessence, 2004; 53-70
123. Spielman, A. I., & Brand, J. G. (1997). *Encyclopedia of Human Biology*. San Diego: Academic Press.
124. Striem, B. J., Pace, U., Zehavi, U., Naim, M., & Lancet, D. (1989). Sweet tastants stimulate adenylate cyclase coupled to GTP-binding protein in rat tongue membranes. *The Biochemical Journal*, 260(1), 121–6.
125. Tauseef A. Khan & John L. Sievenpiper. Controversies about sugars: results from systematic reviews and meta-analyses on obesity, cardiometabolic disease and diabetes. *European Journal of Nutrition* volume 55, pages25–43 (2016)
126. Temussi, P. (2007) `The sweet taste receptor: a single receptor with multiple sites and modes of interaction`. *Adv Food Nutr Res*. 53, pp. 199–239.
127. Tomchik, S. M., Berg, S., Kim, J. W., Chaudhari, N., & Roper, S. D. (2007). Breadth of Tuning and Taste Coding in Mammalian Taste Buds. *Journal of Neuroscience*, 27(40), 10840–10848.
- triphosphate diphosphohydrolase-2 is the ecto-ATPase of type I cells in taste buds. *Journal of Comparative Neurology*, 497(1), 1–12.
128. Tonosaki, K., & Funakoshi, M. (1988). Cyclic nucleotides may mediate taste transduction. *Nature*, 331(6154), 354–356.
129. Vander, A., Sherman, J., Luciano, D., & Τσακόπουλος, Μ. (2011). Φυσιολογία του ανθρώπου, Μηχανισμοί της λειτουργίας του οργανισμού (Μ. Τσακόπουλος & Ν. Γελαδάς, Eds.): Π.Χ. Πασχαλίδης.
130. Vasanti S Malik, An Pan, Walter C Willett, Frank B Hu. Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 98, Issue 4, October 2013, Pages 1084–110.
131. Verhagen, J. V, Giza, B. K., & Scott, T. R. (2003). Responses to taste stimulation in the ventroposteromedial nucleus of the thalamus in rats. *Journal of Neurophysiology*, 89(1), 265–75.
132. Welcome MO, Mastorakis NE & Vladimir AP. Sweet Taste Receptor Signaling Network: Possible Implication for Cognitive Functioning. *Neurology Research International*. 2015; Article ID 606479.



133. Witt M & Reutter K. Anatomy of the tongue and taste buds. 3rd Ed. Edited by Richard L. Doty. Handbook of Olfaction and Gustation, 2010.
134. Wooley OW, Wooley SC, Dunham RB. Calories and sweet taste: effects on sucrose preference in the obese and nonobese. *Physiol Behav* 1972; 9:765-8.
135. Xu, H., Staszewski, L., Tang, H., Adler, E., Zoller, M. and Li, X. (2004) `Different functional roles of T1R subunits in the heteromeric taste receptors. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 101, pp. 14258–14263.
136. Yamamoto, T. (1984). Taste responses of cortical neurons. *Progress in Neurobiology*.
137. Yamashita K & OdDalkhsuren S. The papillae of the human tongue. In Kato H & Shimizu T (Eds.), *Tongue: Anatomy, Kinematics and Diseases*. Uk ed: Nova Biomedical. 2012.
138. Yee, C.L., R. Yang, Finger, T.E. and Kinnamon, J.C. (2001) “Type III” cells of rat taste buds: immunohistochemical and ultrastructural studies of neuron-specific enolase, protein gene product 9.5, and serotonin`.
139. Yoshida R et al. Endo cannabinoids selectively enhance sweet taste. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2010;107(2): 935-939.
140. Yoshida, R., A. Miyauchi, T. Yasuo, M. Jyotaki, Y. Murata, K. Yasumatsu, N. Shigemura, Y. Yanagawa, K. Obata, H. Ueno, et al. (2009a). `Discrimination of taste qualities among mouse fungiform taste bud cells. *J. Physiol*. 587, pp. 4425–4439.
141. Yoshii, K. (2005) `Gap junctions among taste bud cells in mouse fungiform papillae`.
142. Zhang F et al. Molecular mechanism of the sweet taste enhancers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2010;107(10): 4752-4757.
143. Zhang, Z., Zhao, Z., Margolskee, R., & Liman, E. (2007). The transduction channel TRPM5 is gated by intracellular calcium in taste cells. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 27(21), 5777–86.
144. Zhao, G. Q. *et al*. The receptors for mammalian sweet and umami taste. *Cell* 115, 255–266 (2003).
145. Μανιός, Γ. (2006). Διατροφική Αξιολόγησης Διαιτολογικό & Ιατρικό Ιστορικό, Σωματομετρικοί, Κλινικοί & Βιοχημικοί Δείκτες: Π. Χ. Πασχαλίδης.