



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

«ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗ
ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ ΤΟΥ ΕΝΤΕΡΟΥ»

ΕΛΛΗ ΜΠΕΚΙΟ

71616067

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:
ΣΤΡΑΤΗ ΕΙΡΗΝΗ, ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΑΘΗΝΑ

2022



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF FOOD SCIENCE AND
TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND
TECHNOLOGY
SENIOR THESIS**

TITLE:

***«FOOD ADDITIVES AND THEIR EFFECT ON GUT
MICROFLORA»***

ELI BEQO

71616067

SUPERVISOR:

**STRATI EIRINI, ASSISTANT PROFESSOR OF DEPARTMENT
OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY**

ATHENS

2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

***«ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗ
ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ ΤΟΥ ΕΝΤΕΡΟΥ»***

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η πτυχιακή εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

| <u>ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ</u> | <u>ΒΑΘΜΙΑ</u> | <u>ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ</u> |
|----------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| ΣΤΡΑΤΗ ΕΙΡΗΝΗ | Επίκουρη Καθηγήτρια | |
| ΜΠΑΤΡΙΝΟΥ ΑΝΘΙΜΙΑ- ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ | Επίκουρη Καθηγήτρια | |
| ΚΟΝΤΕΛΕΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ | Επίκουρος Καθηγητής | |

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος/η ΜΠΕΚΙΟ ΈΛΛΗ του ΡΑΦΑΗΛ, με αριθμό μητρώου 71616067 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ του Τμήματος ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο/Η Δηλών/ούσα

ΜΠΕΚΙΟ ΈΛΛΗ



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Προκειμένου να διασφαλιστεί η ποιότητα του προϊόντος κατά την επεξεργασία, όλα τα τρόφιμα πρέπει να περιέχουν κατάλληλα πρόσθετα με βάση τα χαρακτηριστικά του προϊόντος. Τα τελευταία χρόνια, οι καταναλωτές γίνονται όλο και πιο προσεκτικοί όσον αφορά την ασφάλεια των τροφίμων. Από τα διάφορα είδη που σχετίζονται με την ασφάλεια των τροφίμων, τα πρόσθετα τροφίμων είναι από τα πιο αμφιλεγόμενα. Μέχρι σήμερα, λίγα δεδομένα σχετικά με την επίδραση των προσθέτων τροφίμων στη μικροχλωρίδα του εντέρου είναι διαθέσιμα. Ωστόσο, παρατηρείται ότι η έκθεση σε πρόσθετα τροφίμων θα μπορούσε να προκαλέσει δυσβίωση και απορρύθμιση της ομοιόστασης του εντέρου με αλλαγή του φραγμού του εντέρου και ενεργοποίηση της ανοσολογικής απόκρισης. Η δυσβίωση στο μικροβίωμα του εντέρου λόγω διατροφικών και περιβαλλοντικών αλλαγών μπορεί να συνδέεται με την ανάπτυξη και την εξέλιξη του καρκίνου του παχέος εντέρου. Τέτοιες παρατηρήσεις υποδηλώνουν ότι πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στους πιθανούς κινδύνους για την υγεία λόγω κατανάλωσης ορισμένων κατηγοριών προσθέτων τροφίμων, γεγονός που μπορεί να αποκαλύψει στρατηγικές για την αναμόρφωση ορισμένων επεξεργασμένων τροφίμων.

ABSTRACT

In order to ensure product quality during processing, all foods must contain appropriate additives based on product characteristics. In recent years, consumers have become increasingly cautious about food safety. Of the various items related to food safety, food additives are among the most controversial. To date, few data on the effect of food additives on gut microflora are available. However, it is observed that exposure to food additives could cause dysbiosis and dysregulation of gut homeostasis by altering the gut barrier and activating the immune response. Dysbiosis in the gut microbiome due to dietary and environmental changes may be linked to the development and progression of colon cancer. Such observations suggest that more attention should be paid to the potential health risks due to consumption of certain categories of food additives, which may reveal strategies to reformulate certain processed foods.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|--|-------------|
| <i>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</i> | <i>i</i> |
| <i>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</i> | <i>iii</i> |
| <i>ABSTRACT</i> | <i>iv</i> |
| <i>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</i> | <i>vii</i> |
| <i>ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ</i> | <i>viii</i> |
| <i>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</i> | <i>1</i> |
| <i>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ</i> | <i>4</i> |
| <i>ΤΑ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΜΑΣ</i> | <i>4</i> |
| <i>1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ</i> | <i>4</i> |
| <i>1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ</i> | <i>5</i> |
| <i>1.3 ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ</i> | <i>6</i> |
| <i>1.4 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ</i> | <i>8</i> |
| <i>1.4.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΙΡΕΣΕΙΣ</i> | <i>8</i> |
| <i>1.4.2 ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ</i> | <i>13</i> |
| <i>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ</i> | <i>17</i> |
| <i>ΚΙΝΔΥΝΟΙ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΓΚΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ</i> | <i>17</i> |
| <i>2.1 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ</i> | <i>17</i> |
| <i>2.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ</i> | <i>21</i> |
| <i>2.3 ΈΛΕΓΧΟΙ</i> | <i>22</i> |
| <i>2.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ</i> | <i>23</i> |
| <i>2.5 ΑΝΩΤΑΤΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ (NOEL) ΚΑΙ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ (ADI)</i> | <i>24</i> |
| <i>2.6 ΒΑΣΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ</i> | <i>26</i> |
| <i>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ</i> | <i>27</i> |
| <i>ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ ΤΟΥ ΕΝΤΕΡΟΥ</i> | <i>27</i> |
| <i>3.1 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΝΤΕΡΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑΣ</i> | <i>27</i> |
| <i>3.1.1 ΕΝΤΕΡΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΩΜΑ</i> | <i>27</i> |
| <i>3.2 ΣΥΣΧΕΤΗΣΗ ΠΑΘΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΝΤΕΡΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΗ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ</i> | <i>29</i> |

| | |
|---|-----------|
| <i>3.3 ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΟΥ ΕΝΤΕΡΟΥ</i> | <i>32</i> |
| <i>3.3.1 ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΠΟΙΗΤΕΣ</i> | <i>33</i> |
| <i>3.3.2 ΧΑΜΗΛΑ ΚΑΙ ΜΗ ΘΕΡΜΙΔΙΚΑ ΤΕΧΝΗΤΑ ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΑ (LNAS- NAS)</i> | <i>38</i> |
| <i>3.3.3 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΤΙΤΑΝΙΟΥ</i> | <i>40</i> |
| <i>3.4 ΔΙΑΙΤΑ ΜΙΚΡΟΒΙΩΜΑΤΟΣ</i> | <i>41</i> |
| <i>3.4.1 ΠΡΕΒΙΟΤΙΚΑ</i> | <i>41</i> |
| <i>3.4.2 ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΑ</i> | <i>41</i> |
| <i>3.4.3 ΆΛΛΟΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΕΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ</i> | <i>43</i> |
| <i>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</i> | <i>45</i> |
| <i>ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</i> | <i>47</i> |
| <i>ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</i> | <i>48</i> |

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|--|----|
| Πίνακας 1. Ενδείξεις προσθέτων (ΕΦΕΤ, 2022). | 15 |
| Πίνακας 2. Εκτιμήσεις Ένωσης Γυναικών Ψηφοφόρων στην Αμερική το 2003 για τους θανάτους ανά έτος και τις αιτίες που τους προκαλούν (Lippmann et al., 2003). | 18 |
| Πίνακας 3. Αλλαγές στο εντερικό μικροβίωμα που σχετίζονται με νόσο (Clemente et al., 2012) | 30 |

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

| ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΗ | ΕΝΝΟΙΑ | ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ |
|--------------|--|--|
| <i>ADI</i> | Acceptable daily intake | Αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη |
| <i>CMC</i> | Carboxymethyl Cellulose | Καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη |
| <i>FAO</i> | Food and Agriculture Organization | Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας |
| <i>IBS</i> | Irritable bowel syndrome | Σύνδρομο του ευερέθιστου εντέρου |
| <i>JECFA</i> | Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives | Κοινή έκθεση της επιτροπής εμπειρογνομόνων FAO-ΠΟΥ |
| <i>EFSA</i> | European Food Safety Authority | Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων |
| <i>MSDS</i> | Material Safety Data Sheet | Δελτίο δεδομένων ασφαλείας |
| <i>NAS</i> | Non-caloric artificial sweeteners | Μη θερμιδικές γλυκαντικές ουσίες |
| <i>NOEL</i> | No Observed Effect Level | Επίπεδο μη παρατηρούμενης-ανεπιθύμητης ενέργειας |
| <i>TDS</i> | Technical Data Sheet | Φύλλο δεδομένων |
| <i>WHO</i> | World Health Organization | Παγκόσμιος οργανισμός Υγείας |
| <i>GTO</i> | Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί | |
| <i>ΠΟΥ</i> | Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας | |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (2018), πρόσθετα τροφίμων ονομάζονται οι ουσίες που προστίθενται στα τρόφιμα για να διατηρήσουν ή να βελτιώσουν την ασφάλεια, τη φρεσκάδα, τη γεύση, την υφή ή την εμφάνιση των τροφίμων. Ορισμένα πρόσθετα τροφίμων χρησιμοποιούνται εδώ και αιώνες για συντήρηση – όπως το αλάτι, η ζάχαρη ή το διοξείδιο του θείου.

Πολλά διαφορετικά πρόσθετα τροφίμων έχουν αναπτυχθεί με την πάροδο του χρόνου για να καλύψουν τις ανάγκες της παραγωγής τροφίμων, καθώς η μέθοδος παρασκευής τροφίμων σε μεγάλη παραγωγή είναι πολύ διαφορετική απ' ό,τι σε μικρή. Απαιτούνται πρόσθετα για να διασφαλιστεί ότι τα επεξεργασμένα τρόφιμα παραμένουν ασφαλή και σε καλή κατάσταση καθ' όλη τη διάρκεια της μεταφοράς και αποθήκευσής τους. Η νομοθεσία της ΕΕ προσδιορίζει 26 «τεχνολογικούς σκοπούς» για την προσθήκη των προσθέτων στα τρόφιμα (Ε.Φ.Ε.Τ., 2022). Επιπλέον, ένα πρόσθετο πιθανόν να επιτρέπεται υπό καθορισμένη ποσότητα σε ένα τρόφιμο, σε διαφορετική ποσότητα σε άλλο, ή και να απαγορεύεται πλήρως η προσθήκη του σε ένα τρίτο. Καθίσταται επομένως εμφανής η δυσκολία προσδιορισμού της επικινδυνότητας αυτών των ουσιών, τόσο κατά ποσότητα, όσο και κατά το είδος επί των τροφίμων (Αργυράκος, 2011).

Η χρήση προσθέτων τροφίμων δικαιολογείται μόνο όταν η χρήση τους έχει τεχνολογική ανάγκη, δεν παραπλανά τους καταναλωτές και εξυπηρετεί μια σαφώς καθορισμένη τεχνολογική λειτουργία, όπως η διατήρηση της διατροφικής ποιότητας των τροφίμων ή η ενίσχυση της σταθερότητας των τροφίμων. Τα πρόσθετα τροφίμων διακρίνονται, ανάλογα με την προέλευσή τους, σε φυσικά πρόσθετα και σε συνθετικά πρόσθετα. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (World Health Organization) και η Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας (Food and Agricultural Organization of the United Nations) κατηγοριοποιούν τα πρόσθετα τροφίμων ανάλογα με την λειτουργία τους στις εξής κύριες κατηγορίες:

- Συντηρητικά
- Διατροφικά
- Γεύσης και οσμής

- Χρωστικές ενώσεις
- Ενισχυτικά δομής
- Βοηθητικά επεξεργασίας

Πιο αναλυτικά και ανά κατηγορίες σύμφωνα με τον κωδικοποιημένο αριθμό Έτα πρόσθετα χωρίζονται σε (Αργυράκος, 2011):

- E100-E199 (Χρωστικές)
- E200-E297 (Συντηρητικά)
- E300-E399 (Αντιοξειδωτικά, Ρυθμιστές Οξύτητας)
- E400-E499 (Γαλακτωματοποιητές, Σταθεροποιητές, Πηκτικοί Παράγοντες)
- E500-E599 (Ρυθμιστές Οξύτητας, Αντισυσσωματικοί Παράγοντες)
- E600-E699 (Βελτιωτικά Γεύσης)
- E700-E799 (Αντιβιοτικά)
- E900-E999 (Διάφορα)
- E1000-E1399 (Διάφορα)
- E1400-E1499 (Πηκτικοί Παράγοντες)
- E1500-E1525 (Συνθετικές Γεύσεις Και Γευστικοί Διαλύτες)

Η αξιολόγηση κινδύνου για τα πρόσθετα τροφίμων διεξάγεται από μια ανεξάρτητη, διεθνή επιστημονική ομάδα εμπειρογνομόνων - την Κοινή Επιτροπή Εμπειρογνομόνων FAO/ΠΟΥ για τα Πρόσθετα Τροφίμων (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives - JECFA). Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο πρόσθετα τροφίμων που έχουν υποβληθεί σε αξιολόγηση ασφάλειας JECFA και διαπιστώθηκε ότι δεν παρουσιάζουν σημαντικό κίνδυνο για την υγεία των καταναλωτών. Αυτό ισχύει είτε τα πρόσθετα τροφίμων προέρχονται από φυσική πηγή είτε είναι συνθετικά. Στην Ελλάδα οι προδιαγραφές για τη χρήση των προσθέτων καθορίζονται από τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (Codex Alimentarius) τον οποίο εκδίδει το Γενικό Χημείο του Κράτους και υπόκεινται στην ευρωπαϊκή νομοθεσία.

Ωστόσο, πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι η κατανάλωση ορισμένων επεξεργασμένων τροφίμων που περιέχουν ορισμένα πρόσθετα τροφίμων μπορεί να έχει αυξήσει τον κίνδυνο ασθενειών στον άνθρωπο, αν και τα νομικά όρια αυτών των προσθέτων σε επεξεργασμένα τρόφιμα τηρούνται καλά από τους κατασκευαστές. Πιθανοί λόγοι για αυξημένο κίνδυνο σε επεξεργασμένα τρόφιμα που περιέχουν αυτά τα πρόσθετα μπορεί να οφείλονται σε διάφορους παράγοντες: την αλληλεπίδραση προσθέτων με ορισμένα συστατικά τροφίμων, - την επεξεργασία τροφίμων, η οποία μπορεί να μετατρέψει τη χημική φόρμουλα του προσθέτου τροφίμων σε μια φόρμουλα που δρα παρόμοια με καρκινογόνο ένωση, - την αρνητική συνεργική δράση όταν συνδυάζεται με άλλα πρόσθετα, - τις ακατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης και – τα άγνωστα καρκινογόνα υποπροϊόντα που εμφανίζονται κατά την επεξεργασία των τροφίμων (F. Gultekin, 2015).

Επομένως, διαφορετικά πρόσθετα τροφίμων χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της γεύσης, της υφής, της εμφάνισης και της συντήρησης των προϊόντων διατροφής. Ορισμένα από αυτά τα πρόσθετα τροφίμων εξετάζονται αν έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων. Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα των Soni και συνεργατών του (2022), η κατανάλωση πρόσθετων τροφίμων που περιέχουν προϊόντα αυξάνει τον κίνδυνο καρκίνου, συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου του παχέος εντέρου. Η εντερική μικροχλωρίδα σχετίζεται επίσης με τον καρκίνο του παχέος εντέρου. Η δυσβίωση στο μικροβίωμα του εντέρου λόγω διαιτητικών και περιβαλλοντικών αλλαγών μπορεί να συνδέεται με την ανάπτυξη και την εξέλιξη του καρκίνου.

Στην παρούσα εργασία θα εξετάσουμε πώς επιδρούν τα πρόσθετα τροφίμων στη μικροχλωρίδα του εντέρου σύμφωνα με την ελληνική και ξένη βιβλιογραφία. Η εργασία αποτελείται από τρία (3) κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο θα αναλύσουμε τον ορισμό, τη χρησιμότητα, τις κατηγορίες των προσθέτων τροφίμων, καθώς και την απαραίτητη επισήμανσή τους. Στο δεύτερο κεφάλαιο θα μελετήσουμε τα πλεονεκτήματα της χρήσης, αλλά και τους κινδύνους που προκύπτουν παράλληλα με την αναφορά στην ισχύουσα νομοθεσία. Στο τρίτο κεφάλαιο θα εστιάσουμε στην επίδραση των προσθέτων στη μικροχλωρίδα του εντέρου και στις μελέτες που έχουν διενεργηθεί τα τελευταία χρόνια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΤΑ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΜΑΣ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η προσθήκη ουσιών στα τρόφιμα για συντήρηση, γεύση ή εμφάνιση είναι μια πρακτική αιώνων. Πριν από την κατάψυξη, χρησιμοποιήθηκαν άλατα για τη συντήρηση των κρεάτων και των ψαριών, ενώ στα κονσερβοποιημένα φρούτα προστέθηκε ζάχαρη. Στους αρχαίους πολιτισμούς τα θειώδη χρησιμοποιήθηκαν για τη διατήρηση του κρασιού και τα μπαχαρικά και οι χρωστικές χρησιμοποιήθηκαν για να βελτιώσουν τις γεύσεις των τροφίμων. Οι αρχαιότερες αναφορές για την προσθήκη χρωστικών στα τρόφιμα εντοπίζονται στην αρχαία Αίγυπτο, γύρω στο 1500 π.Χ., όπου οι ντόπιοι ζαχαροπλάστες χρησιμοποιούσαν φυσικά εκχυλίσματα για να βελτιώσουν το χρώμα και τη λάμψη της καραμέλας τους. Γύρω στο 300–400 π.Χ., οι άνθρωποι άρχισαν να βάζουν τεχνητά το κρασί τους. Οι άνθρωποι πρόσθεταν ένα μπαχαρικό που ονομάζεται σαφράν σε ορισμένα τρόφιμα για διακοσμητικούς σκοπούς.

Μετά τη Βιομηχανική Επανάσταση, η βιομηχανία τροφίμων αναπτύχθηκε ραγδαία. Στα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ου αιώνα, οι χρωστικές χρησιμοποιήθηκαν ευρέως χωρίς εξέταση ή έγκριση σε διάφορα είδη δημοφιλών τροφίμων στην ευρωπαϊκή και αμερικανική αγορά, όπως στο κέτσαπ, τη μουστάρδα, τα ζελέ και το κρασί. Περισσότερα από 80 είδη συνθετικών χρωστικών εμφανίστηκαν στην αγορά, μερικές από τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν στην κλωστοϋφαντουργία και όχι στη βιομηχανία τροφίμων. Πολλές χρωστικές τροφίμων δεν πέρασαν ποτέ από τον προσδιορισμό της τοξικολογίας και άλλων αρνητικών επιπτώσεων. Προκειμένου να τυποποιηθεί η χρήση των προσθέτων τροφίμων, η Μικτή Επιτροπή Εμπειρογνομόνων για τα Πρόσθετα Τροφίμων (JECFA) και η Επιτροπή του Codex για τα Πρόσθετα Τροφίμων ιδρύθηκαν διεθνώς το 1955 και το 1962, αντίστοιχα. Σκοπός αυτών των επιτροπών ήταν να επικεντρωθούν στην ασφάλεια των προσθέτων τροφίμων, να καθιερώσουν σχετικά πρότυπα και μεθόδους ανίχνευσης, να αξιολογήσουν την ασφάλεια των προσθέτων τροφίμων και να υποβάλουν συστάσεις στις σχετικές χώρες και οργανισμούς, ώστε τα πρόσθετα τροφίμων να μπορούν σταδιακά να μπουν στο δρόμο της ανάπτυξης. Σήμερα, υπάρχουν χιλιάδες πρόσθετα τροφίμων που βρίσκονται στα τρόφιμα (Wang, 2017).

1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ

Ο «Νόμος για την Ασφάλεια Τροφίμων» του Food and Agriculture Organization (FAO) ορίζει τα πρόσθετα τροφίμων ως *«κάθε συνθετική ένωση ή φυσική ουσία που προστίθεται σε ένα τρόφιμο για να βελτιώσει την ποιότητα, το χρώμα, το άρωμα και τη γεύση του ή να καλύψει τις ανάγκες συντήρησης, φρεσκάδας και επεξεργασίας»*. Ο FAO είναι μια εξειδικευμένη υπηρεσία των Ηνωμένων Εθνών που ηγείται των διεθνών προσπαθειών για την καταπολέμηση της πείνας. Με 195 μέλη (194 χώρες και την Ευρωπαϊκή Ένωση), ο FAO εργάζεται σε περισσότερες από 130 χώρες παγκοσμίως.

Ο Codex Alimentarius ή Κώδικας τροφίμων (1989) ορίζει τα πρόσθετα τροφίμων ως *«κάθε μη θρεπτική ουσία που δεν καταναλώνεται κανονικά ως τρόφιμο και δεν χρησιμοποιείται συνήθως ως τυπικό συστατικό τροφίμων, η σκόπιμη προσθήκη της οποίας στα τρόφιμα για τεχνολογικό σκοπό στην παρασκευή, επεξεργασία, προετοιμασία, επεξεργασία, η συσκευασία, η μεταφορά ή η αποθήκευση τέτοιων τροφίμων έχει ως αποτέλεσμα τα υποπροϊόντα τους να γίνονται συστατικό ή να επηρεάζουν με άλλο τρόπο τα χαρακτηριστικά αυτών των τροφίμων.»*

Ο ορισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κανονισμός (E.E.) 1333/2008 άρθρο 3, παρ. 2α για τα πρόσθετα τροφίμων είναι: *«Τα πρόσθετα τροφίμων είναι ουσίες που συνήθως δεν καταναλώνονται αυτές καθ' εαυτές ως τρόφιμα και δεν χρησιμοποιούνται συνήθως ως χαρακτηριστικά συστατικά τροφίμων, αλλά προστίθενται σκοπίμως σε τρόφιμα για την επίτευξη συγκεκριμένου τεχνολογικού σκοπού (όπως π.χ. η συντήρηση των τροφίμων, η αποκατάσταση της αρχικής εμφάνισης τροφίμου- του οποίου το χρώμα επηρεάστηκε από τη μεταποίηση, την αποθήκευση, τη συσκευασία και τη διανομή-, η αντικατάσταση σακχάρων για την παραγωγή τροφίμων με μειωμένη ενεργειακή αξία). Η προσθήκη μπορεί να γίνει κατά την παρασκευή, μεταποίηση, προετοιμασία, επεξεργασία, συσκευασία, μεταφορά ή την αποθήκευση των τροφίμων και έχει ως αποτέλεσμα ή αναμένεται να έχει ως αποτέλεσμα, ότι οι ουσίες ή παράγωγά τους καθίστανται άμεσα ή έμμεσα συστατικά των τροφίμων αυτών»*.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, τα πρόσθετα τροφίμων ορίζονται ως *«κάθε ουσία ή ένα μείγμα ουσιών που δεν χρησιμοποιείται συνήθως ως βασικό συστατικό των τροφίμων που υπάρχει κατά τη διαδικασία παραγωγής, επεξεργασίας, αποθήκευσης και συσκευασίας»*.

Ο ορισμός των προσθέτων τροφίμων στην Ιαπωνία είναι «κάθε ουσία που προστίθεται σε ένα τρόφιμο για ανάμειξη, διείσδυση ή για άλλους σκοπούς κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής, συγκεκριμένα την επεξεργασία τροφίμων, για συντηρητικό σκοπό».

Γενικότερα, τα πρόσθετα τροφίμων είναι ουσίες φυσικής ή συνθετικής προέλευσης, οι οποίες προστίθενται σε τρόφιμα για να εξυπηρετήσουν μια συγκεκριμένη τεχνολογική ή αισθητηριακή λειτουργία, για παράδειγμα, για την αντιμετώπιση της αλλοιώσεως των τροφίμων και της βακτηριακής αποικοδόμησης ή για να δώσουν και να αποκαταστήσουν χρώμα ή να προσδώσουν γεύση στα τρόφιμα.

Τα πρόσθετα τροφίμων έχουν γενικά τα ακόλουθα τρία χαρακτηριστικά (Wang, 2017):

(α) είναι ουσίες που προστίθενται στα τρόφιμα και δεν μπορούν να καταναλωθούν μόνες τους ως τρόφιμα,

(β) περιλαμβάνουν συνθετικές ουσίες καθώς και φυσικές ουσίες και

(γ) σκοπός της προσθήκης είναι να βελτιώνει την ποιότητα, το χρώμα, το άρωμα, τη γεύση των τροφίμων και να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις συντήρησης, φρεσκάδας και επεξεργασίας.

1.3 ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ

Προκειμένου να διασφαλιστεί η ποιότητα του προϊόντος κατά την επεξεργασία, όλα τα τρόφιμα πρέπει να περιέχουν κατάλληλα πρόσθετα με βάση τα χαρακτηριστικά του προϊόντος (Wang, 2017). Τα πρόσθετα τροφίμων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις ακόλουθες πτυχές της βιομηχανίας τροφίμων:

1) Βελτιώνουν την ποιότητα και τις αισθητηριακές ιδιότητες των τροφίμων. Το χρώμα, το άρωμα, η γεύση, το σχήμα και η υφή των τροφίμων είναι σημαντικοί δείκτες ποιότητας. Ορισμένες λειτουργίες της μονάδας κατά την επεξεργασία των τροφίμων μπορούν εύκολα να προκαλέσουν υποβάθμιση της αισθητηριακής ποιότητας των τροφίμων. Σύμφωνα με τα «Πρότυπα για τη χρήση προσθέτων τροφίμων», η προσθήκη κατάλληλων χρωστικών, σταθεροποιητικών, βρώσιμων αρωμάτων, πηκτικών

παραγόντων, γαλακτωματοποιητών, βελτιωτικών ποιότητας και άλλων μπορεί προφανώς να βελτιώσει την αισθητηριακή ποιότητα των τροφίμων και να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των πελατών για γεύση.

2) Διατήρηση και βελτίωση της θρεπτικής αξίας των τροφίμων. Ορισμένα θρεπτικά συστατικά στα τρόφιμα μπορούν εύκολα να αλλάξουν κατά την επεξεργασία και αποθήκευση. Με την προσθήκη συντηρητικών τροφίμων ή αντιοξειδωτικών συντηρητικών κατά τη διαδικασία παραγωγής τροφίμων σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις κάτι τέτοιο μπορεί να αποφευχθεί. Επιπλέον, μπορούν να αποτρέψουν την οξείδωση και τη φθορά, να αποφύγουν την απώλεια θρεπτικών συστατικών και να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των τροφίμων. Η προσθήκη ενισχυτών θρεπτικών συστατικών στα τρόφιμα μπορεί να βελτιώσει τη διατροφική αξία των ίδιων των τροφίμων, να αποτρέψει τον υποσιτισμό και να προωθήσει τη διατροφική ισορροπία για τη βελτίωση του επιπέδου της υγείας των ανθρώπων.

3) Διατηρούν την ασφάλεια των τροφίμων και παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των τροφίμων. Τα πρόσθετα τροφίμων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ασφάλειας των τροφίμων και στην παράταση της διάρκειας ζωής των τροφίμων. Σε παγκόσμιο επίπεδο το κορυφαίο πρόβλημα ασφάλειας των τροφίμων είναι η ασθένεια που προκαλείται από παθογόνο μικροβιακή μόλυνση των τροφίμων. Πολλά τρόφιμα χωρίς συντηρητικά αποσυντίθενται αμέσως μετά την έξοδο από το εργοστάσιο, προκαλώντας σοβαρή βλάβη μετά την κατανάλωση. Η χρήση συντηρητικών, αντιοξειδωτικών και αντιπηκτικών παραγόντων μπορεί να παρατείνει τη διάρκεια ζωής των τροφίμων και να εγγυηθεί την εγγενή ποιότητα κατά τη διάρκεια της περιόδου εγγύησης.

4) Διευκόλυνση της επεξεργασίας, αποθήκευσης και μεταφοράς τροφίμων. Τα πρόσθετα τροφίμων μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες λίπανσης, την αποτροπή αφρού και της στερεοποίησης στη διαδικασία παραγωγής τροφίμων.

5) Καλύπτουν τις ανάγκες διαφορετικών ανθρώπων. Ορισμένα είδη γλυκαντικών παραγόντων γεννιούνται από την ανάγκη να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των διαβητικών που δεν μπορούν να φάνε σακχαρόζη. Από την άλλη, κατά την ανάπτυξη

ενός βρέφους χρειάζεται μια ποικιλία θρεπτικών συστατικών. Ως εκ τούτου, έχουν αναπτυχθεί συνθέσεις με μέταλλα και βιταμίνες.

1.4 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ

Υπάρχουν περισσότερες από 25.000 ενώσεις πρόσθετων τροφίμων που χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο (Anderson, 1986). Σύμφωνα με τις συνθέσεις, τα πρόσθετα τροφίμων γενικά χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, των φυσικών πρόσθετων και των συνθετικών πρόσθετων. Τα φυσικά πρόσθετα τροφίμων προέρχονται από φυτικές ή ζωικές πηγές. Ενώ τα χημικά συντιθέμενα πρόσθετα βασίζονται σε χημικές πρώτες ύλες, από τις οποίες μπορεί να εξαχθεί και να καθαριστεί οργανική ή ανόργανη ύλη. Επιπλέον, με βάση τη λειτουργία τους, τα πρόσθετα τροφίμων μπορούν να χωριστούν σε διάφορες ομάδες όπως αντιοξειδωτικά, λευκαντικά, γλυκαντικά, συντηρητικά, χρωστικές, πηκτικές ουσίες και ούτω καθεξής. Τα πρόσθετα τροφίμων από διαφορετικές ομάδες μπορεί να έχουν αλληλοεπικάλυψη λόγω πολλαπλών επιδράσεων. Για τη ρύθμιση των πρόσθετων τροφίμων και την ενημέρωση των καταναλωτών, τα πρόσθετα ταξινομήθηκαν και αποτέθηκαν μοναδικοί αριθμοί σε διάφορες χώρες. Η μέθοδος αρίθμησης στην Ευρωπαϊκή Ένωση δίνει σε κάθε πρόσθετο έναν μοναδικό αριθμό που ονομάζεται "αριθμός E", ο οποίος χρησιμοποιείται στην Ευρώπη για όλα τα εγκεκριμένα πρόσθετα. Αυτό το σύστημα αρίθμησης έχει πλέον υιοθετηθεί και επεκταθεί από την Επιτροπή Codex Alimentarius για να αναγνωρίζει διεθνώς όλα τα πρόσθετα, ανεξάρτητα από το αν έχουν εγκριθεί για χρήση (Comission, 1989). Χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο, τα πρόσθετα μπορούν εύκολα να ταξινομηθούν σε ομάδες που έχουν διαφορετικές λειτουργίες.

1.4.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΕΞΑΙΡΕΣΕΙΣ

Οι λειτουργικές κατηγορίες προσθέτων (π.χ. συντηρητικά, χρωστικές, γλυκαντικά, αντιοξειδωτικά, ρυθμιστές οξύτητας, γαλακτωματοποιητές, πηκτωματογόνοι παράγοντες κ.λ.π.) καθορίζονται στη νομοθεσία (Παράρτημα I του Κανονισμού 1333/2008, όπως τροποποιήθηκε από τον Καν. 510/2013/Ε.Ε.), είναι συνολικά είκοσι επτά (27) στον αριθμό. Οι κυριότερες από τις κατηγορίες είναι:

Χρωστικές ουσίες

Οι χρωστικές είναι ένα είδος πρόσθετων που προστίθενται στα τρόφιμα για να διορθώσουν τα χρώματα που χάθηκαν κατά την προετοιμασία, να ενισχύσουν την αντίληψη της γεύσης ή να κάνουν το φαγητό να φαίνεται πιο ελκυστικό (T. Coultate, 2018). Οι χρωστικές ουσίες υπάρχουν τόσο σε φυσικές όσο και σε συνθετικές μορφές, όπου τα φυσικά χρώματα τροφίμων αναφέρονται σε φυσικά διαθέσιμες βαφές που λαμβάνονται από λαχανικά, ζώα ή ορυκτά. Για παράδειγμα, η κουρκουμίνη χρησιμοποιείται κυρίως για χρωματισμό τροφίμων όπως ποτά, σάλτσες και είδη ζαχαροπλαστικής, τα οποία μπορούν να προστεθούν μόνο κάτω από 0,01 g/kg. Επιπλέον, η κανθαξανθίνη που χρησιμοποιείται για καραμέλες και ανθρακούχα ποτά έχει τη μέγιστη δόση από 0,001-0,03 g/kg. Από την άλλη πλευρά, τα συνθετικά χρώματα τροφίμων είναι ευρέως γνωστά και ως τεχνητά χρώματα τροφίμων, τα οποία κατασκευάζονται χημικά, όπως το κίτρινο κινολίνης που χρησιμοποιείται για το χρωματισμό κρύων φρούτων και πάγου.

Οι κρέμες, τα γλυκά και τα ποτά θα πρέπει να ελέγχονται κάτω από το όριο 0,1 g/kg στην επεξεργασία τροφίμων. Η ταρτραζίνη που προστίθεται κυρίως σε σούπες, παγωτά, γλυκά, και τσίγλες έχει μέγιστη δόση από 0,015 έως 0,018 g/kg (Wu et al., 2021).

Συντηρητικά

Τα συντηρητικά χρησιμοποιούνται για την πρόληψη ή την αναστολή της αλλοίωσης των τροφίμων λόγω μόλυνσης από μύκητες, βακτήρια και άλλους μικροοργανισμούς και διατηρούν τα τρόφιμα ασφαλή για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (M. Carcho, 2018). Παρόμοια με τις χρωστικές ουσίες, τα συντηρητικά μπορούν επίσης να χωριστούν σε δύο κύριες ομάδες, τεχνητών και φυσικών συντηρητικών. Τα κοινώς χρησιμοποιούμενα τεχνητά συντηρητικά περιλαμβάνουν το σορβικό οξύ, το οποίο χρησιμοποιείται σε γαλακτοκομικά προϊόντα, προϊόντα σόγιας, επεξεργασμένα λαχανικά, προϊόντα μαγειρεμένου κρέατος και υδρόβια προϊόντα. Η μέγιστη δόση σορβικού οξέος είναι 0,075-2,0 g/kg στην επεξεργασία τροφίμων. Το βενζοϊκό οξύ και τα άλατά του χρησιμοποιούνται συνήθως για τη συντήρηση καρυκευμάτων, τουρσί προϊόντων, ποτών και κρασιού φρούτων, τα οποία έχουν

μέγιστη πρόσθετη ποσότητα από 0,2-2,0 g/kg. Τα φυσικά συντηρητικά που περιλαμβάνουν νισίνη, η οποία προστίθεται σε κρέας, γαλακτοκομικά προϊόντα, προϊόντα φυτικής πρωτεΐνης, κονσερβοποιημένα προϊόντα, ποτά καφέ, τσάι και σάλτσα σόγιας. Η μέγιστη ποσότητα πρόσθετου της νισίνης είναι 0,15-0,5 g/kg. Επιπλέον, η μέγιστη δόση ναταμυκίνης θα πρέπει να ελέγχεται κάτω από 0,1 g/kg στην επεξεργασία τροφίμων.

Αντιοξειδωτικά

Γενικότερα, τα συντηρητικά και τα αντιοξειδωτικά έχουν παρόμοια επίδραση στη συντήρηση των τροφίμων. Τα αντιοξειδωτικά εμποδίζουν ή αναστέλλουν τη διαδικασία οξείδωσης για να προστατεύσουν τα τρόφιμα από την αλλοίωση (J. Lorenzo, 2018). Τα φυσικά αντιοξειδωτικά πρόσθετα προστίθενται συνήθως σε κρέας, ψάρι, ξηρούς καρπούς, λαχανικά, φρούτα, ποτά και κονσερβοποιημένα τρόφιμα. Για παράδειγμα, η πρόσθετη ποσότητα ασκορβικού οξέος που μοιάζει με άλας και τα γεωμετρικά του ισομερή θα πρέπει να ελέγχονται από 0,2-5,0 g/kg. Τα τεχνητά αντιοξειδωτικά προστίθενται συχνά σε έλαια, τυριά και πατατάκια για να καταστείλουν τον σχηματισμό υδροϋπεροξειδίων (M. Caroch, 2018). Για παράδειγμα, τα παράγωγα φαινόλης του γαλλικού προπυλεστερά θα πρέπει να ελέγχονται σε δοσολογία από 0,1-0,4 g/kg. Επιπλέον, η τριτοβουτυλοδρόκινονη έχει τη μέγιστη δόση 0,2 g/kg. και η βουτυλική υδροξυανισόλη θα πρέπει επίσης να ελέγχεται σε όρια χαμηλότερα από 0,2 g/kg.

Γλυκαντικές ουσίες

Το γλυκαντικό, ως υποκατάστατο ζάχαρης, είναι ένα πρόσθετο τροφίμων που παρέχει μια γλυκιά γεύση όπως αυτή της ζάχαρης, ενώ περιέχει σημαντικά λιγότερη ενέργεια τροφίμων, καθιστώντας το γλυκαντικό μηδενικών θερμίδων ή χαμηλών θερμίδων (D. Martyn, 2018). Τα φυσικά γλυκαντικά όπως η σορβιτόλη, η ξυλιτόλη και η μαννιτόλη προέρχονται από σάκχαρα, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως σε γαλακτοκομικά προϊόντα, προϊόντα τσαγιού, αλκοολούχα ποτά, καρυκεύματα, καραμέλες, προϊόντα αμύλου, επεξεργασμένα φρούτα και λαχανικά. Η μέγιστη δόση σορβιτόλης είναι από 0,5-3,0 g/kg. Η πρόσθετη ποσότητα μαννιτόλης θα πρέπει να ελέγχεται κάτω από 0,2 g/kg. Τα τεχνητά γλυκαντικά όπως η ασπαρτάμη, το κυκλαμικό

νάτριο, η σακχαρίνη και η σουκραλόζη χρησιμοποιούνται κυρίως σε φρούτα, μαρμελάδες, ποτά, επιδόρπια και γαλακτοκομικά προϊόντα. Η μέγιστη δόση ασπαρτάμης είναι από 0,3-4,0 g/kg. Το κυκλαμικό έχει μέγιστη δόση από 0,65- 8,0g/kg και η νατριούχος σακχαρίνη είναι από 0,15-5,0 g/kg.

Γαλακτωματοποιητές, σταθεροποιητές, πυκνωτικά

Οι γαλακτωματοποιητές, οι σταθεροποιητές, τα πυκνωτικά και τα πηκτωματοποιητικά μέσα κατηγοριοποιούνται ως μία ομάδα από E400 έως E499 στην ταξινόμηση του αριθμού E. Οι γαλακτωματοποιητές λειτουργούν ως διεπαφή μεταξύ συστατικών που δεν αναμιγνύονται όπως το νερό και το λάδι (McClements, 2018) και χρησιμοποιούνται σε κρέμες και σάλτσες, αρτοσκευάσματα και γαλακτοκομικά προϊόντα. Παραδείγματα γαλακτωματοποιητών είναι οι εστέρες πολυγλυκερίνης, οι οποίοι έχουν το μέγιστο εύρος δοσολογίας από 5 έως 10 g/kg. Οι σταθεροποιητές είναι ουσίες ή χημικές ουσίες που επιτρέπουν στα συστατικά των τροφίμων, τα οποία δεν αναμιγνύονται καλά, να παραμείνουν σε ομοιογενή κατάσταση μετά την ανάμειξη (E. Tekin Pulatsu, 2018). Ένας κοινός σταθεροποιητής τροφίμων περιλαμβάνει αλγινικό οξύ και τα άλατά του νατρίου, καλίου, αμμωνίου και ασβεστίου. Πυκνωτικά ή πηκτικά μέσα είναι ουσίες που προστίθενται στα παρασκευάσματα τροφίμων για την αύξηση του ιξώδους τους χωρίς να αλλάζουν άλλες ιδιότητες όπως η γεύση, για παράδειγμα, η πηκτίνη, η οποία έχει μέγιστη δόση μικρότερη από 3,0 g/kg. Άλλοι παράγοντες πηκτωματοποίησης ενσωματώνονται στα τρόφιμα για να παράγουν συγκεκριμένες ιδιότητες δομής, ροής, σταθερότητας που είναι επιθυμητές για τους καταναλωτές.

Ενισχυτικά γεύσης

Άλλα πρόσθετα εμπίπτουν επίσης σε αυτήν την κατηγορία. Έχουν άλλες λειτουργίες για τη βελτίωση της διόγκωσης και της μονιμότητας του χρώματος (Teixeira, 2018). Οι ενισχυτές γεύσης των τροφίμων όπως το γλουταμινικό μονονάτριο και το γουανυλικό οξύ λειτουργούν για την ενίσχυση της υπάρχουσας γεύσης (A. R. Abdel-Moemin, 2018), όπου το γλουταμινικό μονονάτριο έχει τη μέγιστη δόση από 0,2-0,5 g/kg και το γουανυλικό οξύ πρέπει να είναι μικρότερη από 0,5 g/kg.

Ουσίες που δεν θεωρούνται πρόσθετα (Κανονισμός (E.E.) 1333/2008

Στις ουσίες αυτές περιλαμβάνονται:

- Μονοσακχαρίτες, δισακχαρίτες ή ολιγοσακχαρίτες και τρόφιμα που περιέχουν αυτές τις ουσίες που χρησιμοποιούνται για τις γλυκαντικές τους ιδιότητες
- Τρόφιμα, είτε σε αποξηραμένη είτε σε συμπυκνωμένη μορφή, συμπεριλαμβανομένων των αρωματικών υλών που ενσωματώνονται κατά την παρασκευή συνθέτων τροφίμων λόγω των αρωματικών, γευστικών ή θρεπτικών τους ιδιοτήτων, μαζί με δευτερεύον χρωστικό αποτέλεσμα
- Ουσίες που χρησιμοποιούνται σε υλικά επικάλυψης ή επίχρισης, που δεν αποτελούν μέρος των τροφίμων και δεν προορίζονται για κατανάλωση μαζί με τα τρόφιμα αυτά
- Προϊόντα που περιέχουν πηκτίνη και παράγονται από αποξηραμένο οπό μήλων ή φλοιό εσπεριδοειδών ή κυδωνιών ή από μείγμα αυτών, με την επενέργεια αραιού οξέος, ακολουθούμενη από μερική εξουδετέρωση με άλατα νατρίου ή καλίου («υγρή πηκτίνη»)
- Βάσεις τσίχλας -Λευκή ή κίτρινη δεξτρίνη, άμυλο πεφρυγμένο ή δεξτρίνοποιημένο, άμυλο τροποποιημένο με όξινη ή αλκαλική επεξεργασία, λευκασμένο άμυλο, φυσικώς τροποποιημένο άμυλο και άμυλο επεξεργασμένο με αμυλολυτικά ένζυμα
- Χλωριούχο αμμώνιο - Πλάσμα αίματος, βρώσιμη ζελατίνη, προϊόντα υδρόλυσης πρωτεϊνών και τα άλατά τους, πρωτεΐνες γάλακτος, και γλουτένη
- Αμινοξέα και τα άλατά τους πλην του γλουταμινικού οξέος, της γλυκίνης, της κυστεΐνης και της κυστίνης καθώς και των αλάτων τους, εφόσον δεν έχουν τεχνολογικό σκοπό
- Καζεΐνικά άλατα και καζεΐνη
- Ινουλίνη

1.4.2 ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Οι αριθμοί E, με τους οποίους κωδικοποιούνται και ονοματίζονται αυτές οι ουσίες, είναι ορισμοί σύντομης μορφής και αναφέρονται συνήθως στις ετικέτες συσκευασίας των τροφίμων σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Το διεθνές σχέδιο αρίθμησης ονομάζεται Codex Alimentarius και τηρείται από την ομώνυμη επιτροπή. Μόνο ένα υποσύνολο του Codex Alimentarius εγκρίνεται για χρήση στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι αριθμοί E απαντώνται επίσης σε ετικέτες συσκευασίας τροφίμων και σε άλλες περιοχές, εκτός Ευρώπης, συμπεριλαμβανομένων των ΗΠΑ και της Αυστραλίας. Στην Ελλάδα οι προδιαγραφές για τη χρήση των προσθέτων καθορίζονται από τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών που εκδίδει το Γενικό Χημείο του Κράτους και είναι εναρμονισμένες με την ευρωπαϊκή νομοθεσία.

Η ισχύουσα ταξινόμηση των προσθέτων υλικών τροφίμων είναι (Πρόσθετα):

- από 100-199 για τις χρωστικές ουσίες Παράδειγμα αποτελεί το λυκοπένιο (E160d). Ανήκει στην ομάδα των καροτενοειδών και έχει ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Απαντάται στις ντομάτες, στις οποίες προσδίδει το κόκκινο χρώμα. Από πρόσφατες έρευνες προκύπτει ότι παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόληψη του καρκίνου.
- από 200-299 για τις συντηρητικές ουσίες Παράδειγμα αποτελεί το βενζοϊκό οξύ (E210). Χρησιμοποιείται σε μύρες, μη οινοπνευματώδη αρωματισμένα ποτά, λαχανικά σε ξύδι, μαρμελάδες, ζελέδες, σάλτσες, χαβιάρι κ.α. προϊόντα.
- από 300-399 για αντιοξειδωτικές ουσίες Παράδειγμα είναι το ασκορβικό νάτριο (E301). Συμβάλλει στην ανάπτυξη του επιθυμητού χρώματος στα αλλαντικά αέρος και εμποδίζει την οξείδωση του λίπους.
- από 400-499 για τους γαλακτωματοποιητές, τα πηκτικά μέσα και τους σταθεροποιητές Παράδειγμα είναι η μονολαυρική πολυοξυαιθυλενοσορβιτάνη (E432). Είναι γαλακτωματοποιητής-σταθεροποιητής. Χρησιμοποιείται σε επιδόρπια, σάλτσες, προϊόντα αρτοποιίας, διαιτητικά προϊόντα κ.ά. σκευάσματα.
- από 501-540 για τους ρυθμιστές οξύτητας Παράδειγμα αποτελεί το θειικό αργίλιο (E520). Χρησιμοποιείται σε ζαχαρωμένα φρούτα και σε κατεψυγμένα και αφυδατωμένα προϊόντα αυγών.

- από 620-640 για τους ενισχυτές και τα βελτιωτικά της γεύσης. Παράδειγμα αποτελεί το γλουταμινικό οξύ (E620). Είναι βελτιωτικό γεύσης και συναντάται σε σάλτσες, σούπες και προμαγειρευμένα τρόφιμα. Ευρεία χρήση αυτού του οξέος και των αλάτων του γίνεται στην Κίνα, το σχετικό μάλιστα σύνδρομο εκ της εστίασης σε Κινέζικα εστιατόρια έχει γίνει γνωστό ως Σύνδρομο του Πεκίνου. Είναι πάρα πολύ τοξικό, ενώ μπορεί να καταστρέψει το νευρικό σύστημα με αποτέλεσμα ασθένειες όπως Πάρκινσον, Αλτσχάιμερ. Είναι επικίνδυνο για εγκύους, παιδιά, ηλικιωμένους, υπογλυκαιμικούς και καρδιοπαθείς ασθενείς.
- από 950-970 για τις γλυκαντικές ύλες Παράδειγμα αποτελεί η ασπαρτάμη (E951). Ανακαλύφθηκε το 1969 και προέρχεται από δύο αμινοξέα, το ασπαρτικό οξύ και τη φαινυλαλανίνη. Είναι 200 φορές πιο γλυκιά από τη ζάχαρη και χρησιμοποιείται σε τσίγλες με πρόσθετα σάκχαρα. Έχει συσχετιστεί με καρκινογένεση σε ανθρώπους και πειραματόζωα και με βλάβες του νευρικού συστήματος.

Εάν η επιχείρηση πωλεί τρόφιμα σε καταναλωτές, πρέπει να τηρούνται οι γενικοί κανόνες επισήμανσης των τροφίμων. Τα προϊόντα που περιέχουν πρόσθετα πρέπει να αναγράφουν:

- την επίσημη ονομασία και/ή τον αριθμό E του προσθέτου – παράρτημα II μέρος E του κανονισμού της ΕΕ για τα πρόσθετα τροφίμων
- την ένδειξη «για τρόφιμα» ή «περιορισμένη χρήση σε τρόφιμα» ή μία πιο συγκεκριμένη αναφορά της προβλεπόμενης χρήσης του σε τρόφιμα.
- Κατά περίπτωση, πρέπει επίσης να αναγράφουν τις ακόλουθες ενδείξεις.

Πίνακας 1. Ενδείξεις προσθέτων (Ε.Φ.Ε.Τ, 2022).

| Το προϊόν περιέχει: | Απαιτούμενη ένδειξη |
|--|---|
| Αέρια συσκευασίας | «συσκευασμένο σε προστατευτική ατμόσφαιρα» |
| Γλυκαντικά ή σάκχαρα και γλυκαντικά | «με γλυκαντικά» ή «με σάκχαρα και γλυκαντικά» |
| Πάνω από 10% πολυόλες | «η υπερβολική κατανάλωση μπορεί να έχει υπακτική δράση» |
| Ασπαρτάμη / άλας ασπαρτάμης-ακεσουλφάμης | «περιέχει ασπαρτάμη (πηγή φαινυλαλανίνης)» ή «περιέχει πηγή φαινυλαλανίνης» |
| Χρωστικές τροφίμων | «μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στη δραστηριότητα και στη συγκέντρωση των παιδιών» |

Εάν η επιχείρηση πωλεί πρόσθετα τροφίμων μεμονωμένα ή σε μεικτές παρτίδες, πρέπει να τηρούνται οι κανόνες του άρθρου 22 του κανονισμού. Η επισήμανση πρέπει να περιλαμβάνει:

- την επίσημη ονομασία και/ή τον αριθμό E του προσθέτου
- την ένδειξη «για τρόφιμα» ή «περιορισμένη χρήση σε τρόφιμα» ή μία πιο συγκεκριμένη αναφορά της προβλεπόμενης χρήσης του σε τρόφιμα
- κατά περίπτωση, αναφορά των ειδικών συνθηκών αποθήκευσης και/ή χρήσης
- ένδειξη αναγνώρισης της παρτίδας ή του φορτίου
- οδηγίες χρήσης, εάν χρειάζεται
- το όνομα και τη διεύθυνση του παρασκευαστή, συσκευαστή ή πωλητή
- σαφείς πληροφορίες σχετικά με τις μέγιστες επιτρεπόμενες δόσεις
- την καθαρή ποσότητα
- πληροφορίες σχετικά με την ημερομηνία ελάχιστης διατηρησιμότητας ή την τελική ημερομηνία ανάλωσης

- κατάλογος όλων των συστατικών κατά φθίνουσα σειρά του ποσοστού τους κατά βάρος, εάν το προϊόν περιέχει πρόσθετα αναμειγμένα μεταξύ τους ή/και με άλλα συστατικά τροφίμων
- την προειδοποίηση ότι «μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στη δραστηριότητα και στη συγκέντρωση των παιδιών», εάν το προϊόν περιέχει χρωστικές τροφίμων.

Οι επιχειρήσεις χονδρικής πώλησης μπορούν να παρέχουν τις παραπάνω πληροφορίες στα έγγραφα που υποβάλλουν κατά ή πριν από την παράδοση, υπό την προϋπόθεση ότι η ένδειξη «όχι για λιανική πώληση» αναγράφεται σαφώς στη συσκευασία του προϊόντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΚΙΝΔΥΝΟΙ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΓΚΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΑ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

2.1 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Τα πρόσθετα τροφίμων χρησιμοποιούνται εντατικά και παρέχουν λειτουργίες στη βελτίωση της ποιότητας των τροφίμων. Η ασφάλεια των τροφίμων είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα και ένας μεγάλος αριθμός καταναλωτών παγκοσμίως αντιμετωπίζει ποικίλους κινδύνους για την ασφάλεια των τροφίμων κάθε χρόνο (T. Sugimura, 2003). Τα τελευταία χρόνια, οι καταναλωτές γίνονται όλο και πιο προσεκτικοί όσον αφορά την ασφάλεια των τροφίμων. Από τα διάφορα είδη που σχετίζονται με την ασφάλεια των τροφίμων, τα πρόσθετα τροφίμων είναι από τα πιο αμφιλεγόμενα (Aoki Shen, 2010). Λόγω των μεταβαλλόμενων τρόπων ζωής, η βιομηχανία τροφίμων πρέπει να ικανοποιήσει πολλαπλές απαιτήσεις των καταναλωτών. Η βιομηχανία τροφίμων πρέπει να τοποθετεί διάφορα, βολικά, ελκυστικά και οικονομικά τρόφιμα στα ράφια, και ταυτόχρονα πρέπει να ικανοποιούνται και οι ανάγκες των καταναλωτών για υγιεινά, χωρίς χημικά και ασφαλή προϊόντα. Τα πρόσθετα τροφίμων είναι μία από τις λύσεις για την κάλυψη πολύπλοκων και συχνά αντικρουόμενων απαιτήσεων των καταναλωτών. Αυτά τα πρόσθετα επηρεάζουν ευνοϊκά τις ιδιότητες των τροφίμων, διευκολύνουν την επεξεργασία των πρώτων υλών, βελτιώνουν την ποιότητα των προϊόντων διατροφής και παρατείνουν τη διάρκεια ζωής τους (Sohárné, 2005).

Πίνακας 2. Εκτιμήσεις Ένωσης Γυναικών Ψηφοφόρων στην Αμερική το 2003 για τους θανάτους ανά έτος και τις αιτίες που τους προκαλούν (Lippmann, 2003).

| ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ή ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ | ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΈΝΩΣΗΣ ΓΥΝΑΙΚΩΝ ΨΗΦΟΦΟΡΩΝ (ΘΑΝΑΤΟΙ /ΕΤΟΣ) |
|----------------------------|--|
| Κάπνισμα | 2400 |
| Οινοπνευματώδη ποτά | 2600 |
| Μηχανοκίνητα οχήματα | 10500 |
| Όπλα | 1900 |
| Ηλεκτρική ενέργεια | 500 |
| Χρωστικές ουσίες τροφίμων | 33 |
| Συντηρητικά τροφίμων | 63 |

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνουμε πως έρευνες όπως αυτή της ένωσης γυναικών ψηφοφόρων στην Αμερική το 2003 συμπεριλαμβάνουν τα συντηρητικά και τις χρωστικές ουσίες ως αιτία θανάτου περίπου 96 ανθρώπων ανά έτος. Άρα οι κίνδυνοι από τη κατανάλωση τροφίμων με πρόσθετα θα πρέπει να εξεταστούν.

Σύμφωνα με άλλες μελέτες στην Ελλάδα, οι περισσότερες ανησυχίες σχετικά με τα πρόσθετα τροφίμων έχουν να κάνουν με τα τεχνητά συστατικά που προστίθενται στα τρόφιμα. Μερικά από αυτά είναι (Ιατροπέδια, 2021):

- Αντιβιοτικά που χορηγούνται σε ζώα παραγωγής τροφίμων, όπως στα κοτόπουλα και τις αγελάδες
- Τα αντιοξειδωτικά σε ελαιώδη ή λιπαρά τρόφιμα
- Οι τεχνητές γλυκαντικές ουσίες, όπως η ασπαρτάμη, η σακχαρίνη, το κυκλαμικό νάτριο και η σουκραλόζη
- Το βενζοϊκό οξύ σε χυμούς φρούτων
- Λεκιθίνη, ζελατίνες, άμυλο αραβοσίτου, κεριά, κόμμεα και προπυλενογλυκόλη σε σταθεροποιητές και γαλακτωματοποιητές τροφίμων
- Διάφορα χρώματα και χρωστικές ουσίες
- Το όξινο γλουταμινικό νάτριο
- Τα νιτρικά και να νιτρώδη σε χοι ντογκ και άλλα μεταποιημένα προϊόντα με βάση το κρέας

- Οι θειώδεις ουσίες σε μπύρες, κρασιά και συσκευασμένα λαχανικά

Τα πρόσθετα τροφίμων δεν αποτελούν φυσική διατροφή για τον άνθρωπο ή τα κατοικίδια ζώα τους. Τα παιδιά υποφέρουν περισσότερο από πρόσθετα τροφίμων επειδή εκτίθενται σε χημικές ουσίες τροφίμων από τη βρεφική ηλικία και τα ανθρώπινα σώματα δεν προορίζονταν να εκτεθούν στον βαθμό των χημικών ουσιών και των προσθέτων τροφίμων που είμαστε σήμερα. Αυτά τα πρόσθετα, μπορεί να περιλαμβάνουν παρενέργειες, τροφικές αλλεργίες, αυξημένες γραμμές μέσης, μειωμένη απορρόφηση μετάλλων και βιταμινών, καρκίνο και άλλα. Είναι σημαντικό για όλους να γνωρίζουν τα είδη των χημικών ουσιών και των προσθέτων τροφίμων που καταναλώνουν (A. Boga, 2010). Εξετάζοντας συγκεκριμένα τη γαλακτοβιομηχανία, μεγάλο μέρος της καινοτόμου ανάπτυξης νέων προϊόντων έχει πραγματοποιηθεί στον τομέα «υγείας και ευεξίας». Εκτός από την εισαγωγή περισσότερων φυσικών γαλακτοκομικών προϊόντων με λιγότερα πρόσθετα, αυτό περιλαμβάνει επίσης την ανάπτυξη γαλακτοκομικών προϊόντων με λιγότερα λιπαρά και λιγότερες θερμίδες. Άλλοι τομείς ανάπτυξης νέων προϊόντων στη βιομηχανία γαλακτοκομικών προϊόντων περιστρέφονται γύρω από την πρωτεϊνότητα και την απόλαυση, την ευκολία και το σνακ, τον τρόπο ζωής και την ηθική (C. Brockman, 2011).

Παρά τα οφέλη που προφανώς έχουν ορισμένα πρόσθετα τροφίμων, όπως η μείωση της πρόσληψης θερμίδων σε αναψυκτικά και ζαχαρωμένους χυμούς φρούτων με τη χρήση γλυκαντικών, αρκετές μελέτες αναφέρουν την ύπαρξη ανεπιθύμητων ενεργειών, όπως αλλεργίες, αλλαγές συμπεριφοράς και καρκινογένεση (Sugimura, 2003) (Willett, 2003) (Poulsen, 1995).

Η λανθασμένη χρήση και κατανάλωση προσθέτων τροφίμων από την άλλη μπορεί να προκαλέσει ζητήματα υγείας στους καταναλωτές. Οι παρακάτω περιπτώσεις είναι τα κυριότερα παραδείγματα (B. Sun, 2017):

Χρήση παράνομων προσθετων

Τα πρόσθετα τροφίμων πρέπει να είναι κατάλληλα για τρόφιμα, αλλά ορισμένες επιχειρήσεις τροφίμων χρησιμοποιούν πρόσθετα βιομηχανικής ποιότητας για να μειώσουν το κόστος, όπως το διττανθρακικό αμμώνιο βιομηχανικής ποιότητας που

χρησιμοποιείται ως διογκωτικό. Μια άλλη δραστηριότητα είναι η απόκρυψη των προβλημάτων ποιότητας των τροφίμων με τη χρήση πρόσθετων τροφίμων.

Η χρήση των προσθέτων τροφίμων πέρα από το πεδίο εφαρμογής

Τον Απρίλιο του 2011, το CCTV (China Central Television) αποκάλυψε ότι πολλά σούπερ μάρκετ στη Σαγκάη πουλούσαν ψωμί καλαμποκιού στον ατμό χωρίς αλεύρι καλαμποκιού, αλλά το έβαφαν χρησιμοποιώντας κίτρινο κιτρικό από το άνθος του σιταριού. αλλά όχι σε ψωμάκια στον ατμό. Πρόκειται για μια τυπική παράνομη χρήση προσθέτων τροφίμων πέρα από το πεδίο εφαρμογής.

Υπερβολική χρήση πρόσθετων τροφίμων

Είναι σημαντικό πρόβλημα το ότι οι άνθρωποι προσθέτουν προαιρετικά πρόσθετα τροφίμων που δεν είναι σύμφωνα με τα καθορισμένα πρότυπα επί του παρόντος. Παραδείγματα είναι η υπερβολική χρήση της χρωστικής νιτρόδους ουσίας για την επεξεργασία κρέατος, η υπερβολική χρήση του συντηρητικού βενζοϊκού οξέος, οι γλυκαντικές ουσίες νάτριο σακχαρίνη, το κυκλαμικό και η τεχνητή συνθετική χρωστική ουσία σε ροφήματα γάλακτος, ποτά φρούτων και ζαχαρωμένα φρούτα για παράταση της διάρκειας αποθήκευσης και μείωση του κόστους, υπερβολική χρήση χρωστικών και συντηρητικών σε ζελέ φρούτων και πρωτεϊνικό ζελέ, και υπερβολική χρήση χρωστικών, συντηρητικών και γλυκαντικών στις πίκλες.

Η ετικέτα δεν συμμορφώνεται με τις διατάξεις

Ορισμένες επιχειρήσεις αγνοούν τις απαιτήσεις των κανονισμών κατά τη διαδικασία της πραγματικής παραγωγής και διαχείρισης τροφίμων και προσθέτων τροφίμων. Προσδιορίζουν τα πρόσθετα τροφίμων εσφαλμένα ή αναληθή και παραπλανούν τους καταναλωτές μέσω των ετικετών «Χωρίς προσθήκη», γεγονός που παραβιάζει σοβαρά το δικαίωμα των καταναλωτών να γνωρίζουν. Αυτά τα προβλήματα όχι μόνο κάνουν τα πρόσθετα τροφίμων τροφή για κριτική των μέσων ενημέρωσης, καθώς και το επίκεντρο της προσοχής, αλλά και βαθαίνουν τη σύγχυση των καταναλωτών σχετικά με τα πρόσθετα τροφίμων.

Λόγω των προαναφερθέντων προβλημάτων σχετικά με τη χρήση προσθέτων τροφίμων, καθώς και ψευδών αναφορών από ορισμένα μέσα ενημέρωσης, οι περισσότεροι καταναλωτές ωχριούν στην απλή αναφορά των προσθέτων τροφίμων, γεγονός που προκαλεί σοβαρή παρανόηση της έννοιας των προσθέτων τροφίμων.

Η ρύθμιση και η μέτρηση των προσθέτων τροφίμων είναι δύο πιο αποτελεσματικές μέθοδοι για την τυποποίηση της δράσης στην αγορά και την ενίσχυση του επιπέδου ασφάλειας των τροφίμων.

2.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

Τα τελευταία χρόνια, οι καταναλωτές γίνονται όλο και πιο προσεκτικοί όσον αφορά την ασφάλεια των τροφίμων. Από τα διάφορα είδη που σχετίζονται με την ασφάλεια των τροφίμων, τα πρόσθετα τροφίμων είναι από τα πιο αμφιλεγόμενα. Η αξιολόγηση ασφάλειας βασίζεται σε επιστημονική ανασκόπηση όλων των σχετικών τοξικολογικών δεδομένων για το συγκεκριμένο πρόσθετο, συμπεριλαμβανομένων τόσο των παρατηρήσεων σε ανθρώπους όσο και των υποχρεωτικών δοκιμών σε ζώα. Στην ΕΕ, όλα τα στοιχεία εξετάζονται από την ευρωπαϊκή αρχή για την ασφάλεια των τροφίμων EFSA.

Ο κατάλογος της ΕΕ περιλαμβάνει μόνο πρόσθετα των οποίων οι προτεινόμενες χρήσεις θεωρούνται ασφαλείς. Επειδή οι περισσότερες από τις αξιολογήσεις χρονολογούνται από τη δεκαετία του '80 και του '90, ορισμένες μάλιστα ακόμη και από τη δεκαετία του '70, έχει κριθεί σκόπιμο να επαναξιολογηθούν όλα τα εγκεκριμένα πρόσθετα από την EFSA. Ανάλογα με τη γνωμοδότηση της EFSA, η Επιτροπή μπορεί να προτείνει την επανεξέταση των τρεχόντων όρων χρήσης των προσθέτων και αν χρειαστεί την αφαίρεση ενός προσθέτου από τον κατάλογο. Ως αποτέλεσμα αυτού του προγράμματος επαναξιολόγησης έχει επανεξεταστεί η χρήση χρωστικών τροφίμων, επειδή η EFSA μείωσε το επίπεδο της αποδεκτής ημερήσιας πρόσληψης (ADI) και έκρινε ότι η έκθεση του ανθρώπου στις χρωστικές αυτές είναι πιθανόν πολύ υψηλή. Πρόκειται για το κίτρινο κινολίνης (E 104), το κίτρινο sunset (E 110) και το πονσώ 4R (E 124) (Ε.Φ.Ε.Τ, 2022).

Οι τοξικολογικές δοκιμές που απαιτούνται από τις ρυθμιστικές αρχές περιλαμβάνουν μελέτες σίτισης εφ' όρου ζωής και μελέτες πολλών γενεών που

καθορίζουν τον τρόπο χειρισμού του πρόσθετου από τον οργανισμό προκειμένου να αξιολογηθούν τυχόν επιβλαβείς επιπτώσεις του πρόσθετου ή των παραγώγων του . Το σημείο εκκίνησης για τον καθορισμό της ADI είναι ο καθορισμός του "No Observed Adverse Effect Level" (NOAEL) για την πιο ευαίσθητη δυσμενή επίδραση που σχετίζεται με την ανθρώπινη υγεία στα πιο ευαίσθητα είδη πειραματόζωων. Το NOAEL είναι, επομένως, το υψηλότερο επίπεδο πρόσληψης πρόσθετου από τη διατροφή στο οποίο δεν παρατηρήθηκαν ανεπιθύμητες ενέργειες στις μελέτες και εκφράζεται σε χιλιοστόγραμμα του πρόσθετου ανά κιλό σωματικού βάρους ανά ημέρα (mg/kg σωματικού βάρους/ημέρα) (Food facts for Healthy Coices, 2021).

Ένα πρόσθετο τροφίμων μπορεί να εγκριθεί μόνο εάν η χρήση του πληροί τους ακόλουθους όρους:

- βάσει των διαθέσιμων επιστημονικών στοιχείων, δεν παρουσιάζει κίνδυνο για την υγεία των καταναλωτών, στο επίπεδο της προτεινόμενης χρήσης
- υφίσταται εύλογη τεχνολογική ανάγκη που δεν μπορεί να επιτευχθεί με άλλο μέσο και
- η χρήση του δεν παραπλανά αλλά προσφέρει οφέλη στον καταναλωτή.

Κατά την αξιολόγηση ενός προσθέτου τροφίμων εξετάζονται και άλλοι σχετικοί παράγοντες, όπως η δεοντολογία, οι παραδόσεις, το περιβάλλον κ.λπ.

2.3 ΈΛΕΓΧΟΙ

Ο έλεγχος προσθέτων αποτελεί αναπόσπαστο άξονα του επισήμου ελέγχου για την επαλήθευση συμμόρφωσης με την περί προσθέτων ενωσιακή νομοθεσία. Ο έλεγχος αφορά σε :

- Επιχειρήσεις που παράγουν πρόσθετα
- Επιχειρήσεις που παράγουν μίγματα προσθέτων
- Επιχειρήσεις που εισάγουν-διακινούν πρόσθετα
- Επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν πρόσθετα ή μίγματα στην παραγωγή τροφίμων

Περιλαμβάνει:

- Την εξακρίβωση χρήσης εγκεκριμένων προσθέτων και για συγκεκριμένη χρήση
- Τον έλεγχο του επίπεδου προσθέτων (εάν είναι εντός των νομοθετικών ορίων)
- Την ικανοποίηση των κριτηρίων καθαρότητας.

Τα πρόσθετα σε καθαρή μορφή συνήθως συνοδεύονται από τα ακόλουθα πιστοποιητικά:

- TDS – Technical Data Sheet
- Δήλωση για ραδιενέργεια
- Quality Information Pack
- MSDS – Material Safety Data Sheet (Οδηγία 91/155/EOK)
- Πληροφορίες για αλλεργιογόνα
- Δήλωση για ΓΤΟ
- Πιστοποιητικό Kosher
- Πιστοποιητικό Halal

Πιστοποιητικό ανάλυσης για συγκεκριμένη παρτίδα

- Τον έλεγχο της ορθότητας επισήμανσης
- Τον έλεγχο ιχνηλασιμότητας
- Έλεγχο της «αρχής της μεταφοράς» («carry-over principle»)
- Δειγματοληψία και ανάλυση

2.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Στην Ευρώπη, όλα τα πρόσθετα τροφίμων πρέπει να δηλώνονται στις ετικέτες των τροφίμων ανάλογα με τη λειτουργική τους κατηγορία (π.χ. γλυκαντικό) και είτε με το συγκεκριμένο όνομα (π.χ. ασπαρτάμη) είτε με τον αριθμό E (π.χ., E91) (V. Emerton, 2008). Παρά την εντατική αξιολόγηση κινδύνου, παραμένει ένας μικρός παράγοντας αβεβαιότητας και τα πρόσθετα τροφίμων δεν μπορούν ποτέ να θεωρηθούν εκατό τοις εκατό ασφαλή. Ωστόσο, οι ειδικοί θεωρούν ότι όσον αφορά τη χρήση προσθέτων τροφίμων σταθμίζονται οι μικροί κίνδυνοι με τα κύρια οφέλη. Χωρίς πρόσθετα τροφίμων θα ήταν αδύνατο να διατηρήσουμε τα υψηλά πρότυπα ασφάλειας, επιλογής

και ευκολίας στον εφοδιασμό τροφίμων μας (V. Emerton, 2008). Οι αξιολογήσεις κινδύνου και οφέλους από ειδικούς και μη δεν ταιριάζουν απαραίτητα, επειδή οι καταναλωτές περιλαμβάνουν πιο σύνθετους παράγοντες στις εκτιμήσεις κινδύνου τους από τους ειδικούς (δηλαδή, προσωπικές αξίες, επιρροή). Αυτό μπορεί να οδηγήσει τους καταναλωτές να απορρίπτουν τα πρόσθετα τροφίμων παρά τα οφέλη τους.

2.5 ΑΝΩΤΑΤΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ (NOEL) ΚΑΙ ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΛΗΨΗ (ADI)

Η ασφάλεια των προσθέτων τροφίμων ελέγχεται σε μελέτες που διερευνούν την οξεία τοξικότητα, τη βραχυπρόθεσμη έκθεση σε διάφορες δόσεις και την έκθεση κατά τη διάρκεια της ζωής σε αρκετές γενιές. Εάν δεν θεωρείται γενικά ασφαλές, ορίζεται μια μέγιστη δόση για χρήση σε συγκεκριμένα τρόφιμα (δηλαδή, Αποδεκτή Ημερήσια Πρόσληψη ADI), η οποία μπορεί να καταναλωθεί με ασφάλεια καθημερινά κατά τη διάρκεια της ζωής χωρίς να προκαλεί επιπτώσεις στον άνθρωπο. Αυτή η ADI βασίζεται στη δόση που δεν είχε παρατηρήσιμη επίδραση στα πειραματόζωα (δηλαδή, No Observed Effect Level (NOEL) η οποία επιπλέον διαιρείται με έναν συντελεστή ασφαλείας 100 (W. Baltes, 2011). Αυτός ο παράγοντας ασφαλείας λαμβάνει υπόψη τις πιθανές διαφορές μεταξύ ζώων και ανθρώπων και μεταξύ διαφορετικών ανθρώπων, όπως παιδιά και ενήλικες (άντρες και γυναίκες) (V. Emerton, 2008).

Ειδικότερα, η ADI ορίζεται ως μια εκτίμηση της ποσότητας ενός πρόσθετου τροφίμων, εκφραζόμενη με βάση το σωματικό βάρος που μπορεί να προσλαμβάνεται σε καθημερινή βάση κατά τη διάρκεια της ζωής χωρίς σημαντικό κίνδυνο για την υγεία. «Χωρίς αξιόλογο κίνδυνο» σημαίνει με βάση τις τρέχουσες γνώσεις, υπάρχει βεβαιότητα ότι δεν θα προκληθεί βλάβη, ακόμη και μετά από μια ολόκληρη ζωή έκθεσης στο σχετικό πρόσθετο. Η ADI χορηγείται συνήθως ως ένα εύρος χιλιοστόγραμμα ανά κιλό σωματικού βάρους ανά ημέρα.

Η ADI χρησιμεύει για την προστασία της υγείας των καταναλωτών και για να διευκολύνουν το διεθνές εμπόριο τροφίμων. Η ADI είναι μια πρακτική προσέγγιση για τον προσδιορισμό της ασφαλείας των προσθέτων τροφίμων και είναι ένα μέσο για την επίτευξη κάποιας εναρμόνισης του ρυθμιστικού ελέγχου. Το πλεονέκτημα των ρυθμιστικών και συμβουλευτικών φορέων που ορίζουν ADI για τα πρόσθετα τροφίμων είναι ότι ισχύουν καθολικά σε διάφορες χώρες και σε όλους τους τομείς του

πληθυσμού. Βασικά, επιστημονικές επιτροπές εμπειρογνομένων συμβουλεύουν τις εθνικές και διεθνείς ρυθμιστικές αρχές. Οι αξιολογήσεις ασφάλειας για τα πρόσθετα τροφίμων έχουν αναπτυχθεί σε παρόμοιες γραμμές σε μεμονωμένα κράτη μέλη στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στην ευρύτερη διεθνή κοινότητα. Ο κύριος διεθνής οργανισμός που ασχολείται με την ασφάλεια των προσθέτων τροφίμων είναι η Μικτή Επιτροπή Εμπειρογνομένων για τα Πρόσθετα Τροφίμων (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives - JECFA) του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO) και του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ). Ο καθορισμός διεθνών προτύπων έχει γίνει ολοένα και πιο σημαντικός τα τελευταία χρόνια, καθώς οι ρυθμίσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου διευκρινίζουν ότι τα πρότυπα της κοινής επιτροπής FAO/WHO και Codex Alimentarius ισχύουν για την ασφάλεια και τη σύνθεση των τροφίμων παγκοσμίως (Coices, 2021).

Παράδειγμα υπολογισμού ADI

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε λάβει τα ακόλουθα αποτελέσματα για 1 χημική ουσία από μακροχρόνιες in vivo τοξικολογικές μελέτες σε ζώα.

- Αναπαραγωγική τοξικότητα (αρουραίος): NOAEL = 50mg/kg σωματικού βάρους/ημέρα
- Χρόνια τοξικότητα (αρουραίος): NOAEL = 30mg/kg σωματικού βάρους/ημέρα
- Καρκινογένεση (ποντίκια): NOAEL = 10mg/kg bw/d

Τότε το ADI μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

ADI = 10 mg/kg σωματικό βάρος/ημέρα /100 = 0,1 mg/kg σωματικό βάρος/ημέρα

Αυτό πραγματικά σημαίνει ότι εάν ένα άτομο 60 κιλών λαμβάνει λιγότερο από 6 mg (60 * 0,1) της ουσίας την ημέρα, δεν θα πρέπει να υπάρχει κίνδυνος (<https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/acceptable-daily-intake>).

2.6 ΒΑΣΙΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) επιτρέπονται 363 διαφορετικά πρόσθετα στα τρόφιμα. 362 ουσίες παρατίθενται με αριθμό στον κανονισμό της ΕΕ 1129/2011 και η 363η είναι οι γλυκοσίδες στεβιόλης, που πωλούνται ως έντονο γλυκαντικό (Ε 960) που προστέθηκε αργότερα το 2011. Αυτά τα 363 πρόσθετα έχουν 23 αναγνωρισμένες διαφορετικές χρήσεις που αναφέρονται στην Οδηγία 2000/133 και Κανονισμός 510/2013 και ορίζεται στο Παράρτημα Ι του Κανονισμού 1333/2008. Οι 23 χρήσεις είναι: ως οξύ, ρυθμιστής οξύτητας, αντισυσσωματικός παράγοντας, αντιαφριστικός παράγοντας, αντιοξειδωτικό, ως παράγοντας διόγκωσης, χρώμα, ενισχυτικό αντίθεσης, ως γαλακτωματοποιητής, γαλακτωματοποιητικά άλατα, ως συσφιγκτικός παράγοντας, ενισχυτικό γεύσης, παράγοντας επεξεργασίας αλεύρου, πηκτωματοποιητής, παράγοντας υάλωσης, υγροσκοπικό, τροποποιημένο άμυλο, συντηρητικό, προωθητικό αέριο, διογκωτικό, σταθεροποιητής, γλυκαντικό και πυκνωτικό. Τα πρόσθετα περιλαμβάνουν ασκορβικό οξύ (χρησιμοποιείται ως αντιοξειδωτικό), κιτρικό οξύ (χρησιμοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα προϊόντων και παράγεται με ρυθμό άνω του ενός εκατομμυρίου τόνων ετησίως) και θερμικά οξειδωμένο σογιέλαιο που αλληλεπιδρά με μονο- και δι- γλυκερίδια λιπαρών οξέων (Ε 479b) που επιτρέπεται μόνο για χρήση σε λιπαρά γαλακτώματα για τηγάνισμα. Η χρήση προσθέτων τροφίμων εντός της ΕΕ εναρμονίστηκε πλήρως μόλις το 1988 με συμφωνία για μια οδηγία πλαίσιο (88/107) ακολουθούμενη από ειδικές οδηγίες για τα γλυκαντικά (94/35), τα 7 χρώματα (94/36) και τα διάφορα πρόσθετα (95/2). Καθοδηγούμενη από τις ανάγκες της βιομηχανίας τροφίμων για βελτιωμένη τιμή, ποιότητα, αποδοχή από τον καταναλωτή και διάρκεια ζωής, η βιομηχανία προσθέτων ανταποκρίθηκε, αναπτύσσοντας νέα πρόσθετα και βρίσκοντας νέες χρήσεις για υπάρχοντα πρόσθετα, απαιτώντας μια σταθερή ροή τροποποιήσεων που Χρειάστηκε να ενοποιηθεί η νομοθεσία με τη μορφή νέου κανονισμού-πλαίσιου το 2008. Ακολούθησε ο λεπτομερής κανονισμός 1129/2011 που προσδιορίζει τους όρους χρήσης των μεμονωμένων προσθέτων.

Η επιλογή του πρόσθετου που θα χρησιμοποιηθεί για έναν συγκεκριμένο ρόλο σε ένα προϊόν επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, ο σημαντικότερος από τους οποίους είναι ο βαθμός στον οποίο το πρόσθετο μπορεί να εκπληρώσει τον απαιτούμενο τεχνολογικό ρόλο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΤΗ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ ΤΟΥ ΕΝΤΕΡΟΥ

3.1 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΝΤΕΡΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑΣ

Υπάρχουν πάνω από 100 τρισεκατομμύρια μικροοργανισμοί που ζουν στο έντερο, συμπεριλαμβανομένων βακτηρίων, ιών και μυκήτων. Η μικροχλωρίδα αποτελείται από τη φυσιολογική αλληλεπίδραση μεταξύ των μικροοργανισμών του ξενιστή και εκείνων που εισάγονται από το περιβάλλον.

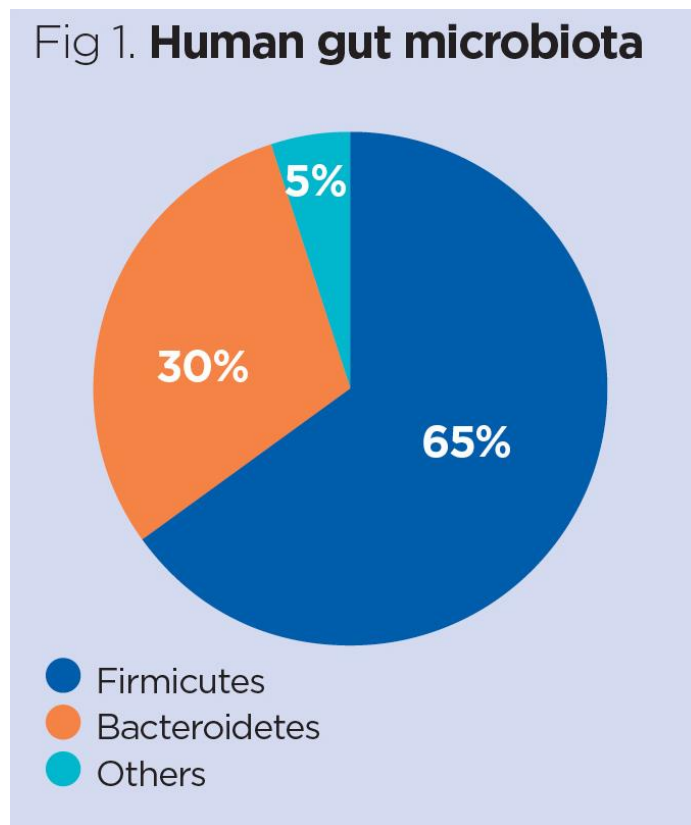
Η μικροχλωρίδα αποκτάται στα πρώτα στάδια της ζωής και ποικίλλει ανάλογα με το άτομο. Η ύπαρξη μιας ποικιλόμορφης και ισορροπημένης μικροχλωρίδας είναι ιδιαίτερα σημαντική για την εξασφάλιση της υγείας του ανοσοποιητικού συστήματος.

3.1.1 ΕΝΤΕΡΙΚΟ ΜΙΚΡΟΒΙΩΜΑ

Το έντερο του ενήλικα ανθρώπου εκτιμάται ότι περιέχει 100 τρισεκατομμύρια μικροβιακούς οργανισμούς που συλλογικά αναφέρονται ως μικροβιακή χλωρίδα. Η ανθρώπινη μικροχλωρίδα είναι γνωστό ότι κυριαρχείται από αυστηρά αναερόβια βακτήρια συμπεριλαμβανομένων των *Bacteriodes*, *Eubacterium*, *Bifidobacterium*, *Fusobacterium*, *Peptostreptococcus* και *Atopobium*.

Τα προαιρετικά αναερόβια εμφανίζονται σε αριθμούς περίπου 1.000 φορές χαμηλότερα και περιλαμβάνουν γαλακτοβάκιλλους, εντερόκοκκους, στρεπτόκοκκους και εντεροβακτηρίδια. Περισσότερα από 500 διαφορετικά βακτηριακά είδη μπορεί να υπάρχουν στη φυσιολογική κοινή μικροχλωρίδα, αν και ο ακριβής αριθμός και η μεταβλητότητα μεταξύ των ατόμων παραμένει πεδίο έρευνας. Η πρόοδος στον καθορισμό της ποιότητας, της ποσότητας και της φυσιολογικής δραστηριότητας της εντερικής μικροχλωρίδας έχει σημειωθεί ως αποτέλεσμα της μετατροπής από τεχνικές που βασίζονται σε καλλιέργεια σε μεταγονιδιωματική, ένα αναδυόμενο πεδίο στο οποίο η δύναμη της γονιδιωματικής ανάλυσης εφαρμόζεται σε ολόκληρες κοινότητες μικροβίων.

Εικόνα 1. Αναλογία των κυριότερων φύλων βακτηρίων στο εντερικό μικροβίωμα.



Η ποικιλομορφία των μικροοργανισμών που ζουν ως κοινότητα στις γαστρεντερικές οδούς ενός ατόμου αναφέρεται ως εντερότυπος τους και αυτό μπορεί να διαφέρει σημαντικά μεταξύ διαφορετικών ατόμων. Η δυσβίωση μπορεί να οριστεί ως μια ανισορροπία στον αριθμό ή την ποικιλομορφία της μικροχλωρίδας. Μπορεί να έχει ποικίλες αιτίες όπως: τα μωρά που γεννιούνται κολπικά και θηλάζουν φαίνεται να αποκτούν έναν αρχικό πληθυσμό υγιών προβιοτικών βακτηρίων από τις μητέρες τους και είναι πιο πιθανό να έχουν μια ισορροπημένη μικροχλωρίδα από ότι τα μωρά με καισαρική τομή. Ωστόσο, ακόμη και μια αρχική υγιής μικροχλωρίδα του εντέρου μπορεί να αλλάξει γρήγορα ως αποτέλεσμα περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως η κακή διατροφή, το ψυχοκοινωνικό στρες και η άμεση έκθεση σε παθογόνους οργανισμούς. Η δυσβίωση που προκαλείται από αντιβιοτικές θεραπείες είναι η καλύτερα κατανοητή μορφή δυσβίωσης του εντέρου, με τα αντιβιοτικά ευρέος φάσματος να εξαφανίζουν αδιακρίτως φιλικά και παθογόνα βακτήρια του εντέρου και οδηγούν σε σημαντικές αλλαγές στα δημογραφικά στοιχεία της μικροχλωρίδας του εντέρου που μπορεί να ευνοούν την ανάπτυξη παθογόνων (Blumstein, 2014).

Μια πολύπλοκη δυναμική σχέση μεταξύ του ξενιστή και του γαστρεντερικού βακτηρίου εμφανίζεται λίγο μετά τη γέννηση. Η μικροχλωρίδα διαφοροποιείται ανάλογα με την ηλικία για να σχηματίσει μια εντερική μικροχλωρίδα που είναι μοναδική για κάθε άτομο. Αρκετά ευρήματα υποδηλώνουν ότι η μικροβιακή κοόρτη παραμένει σχετικά σταθερή μόλις επιτευχθεί η ενηλικίωση. Ωστόσο, η σύνθεση των μόνιμων ζώντων μπορεί να αλλάξει ως αποτέλεσμα περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως η διατροφή και η χρήση αντιβιοτικών (Blumstein, 2014).

Η μικροχλωρίδα του παχέος εντέρου έχει προταθεί ότι παίζει κρίσιμο ρόλο για ένα υγιές έντερο, συμπεριλαμβανομένου του κινδύνου ανάπτυξης καρκίνου του παχέος εντέρου. Οι βασικές φυσιολογικές λειτουργίες που μπορεί να σχετίζονται με τον κίνδυνο καρκίνου περιλαμβάνουν τον έλεγχο του πολλαπλασιασμού και διαφοροποίησης των επιθηλιακών κυττάρων, την παραγωγή βασικών θρεπτικών συστατικών ή/και βιοδραστικών συστατικών τροφίμων, την πρόληψη της υπερανάπτυξης παθογόνων οργανισμών και την τόνωση της εντερικής ανοσίας. Έτσι, τα μικρόβια μπορεί να επηρεάσουν πολλαπλές διεργασίες που σχετίζονται με μια αλλαγή και τον κίνδυνο καρκίνου (CD. Davis, 2009).

3.2 ΣΥΣΧΕΤΗΣΗ ΠΑΘΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΝΤΕΡΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΗ ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ

Οι διατροφικοί παράγοντες και ο τρόπος ζωής διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παθοφυσιολογία πολλών ασθενειών. Ιδιαίτερα ένας δυτικός τρόπος ζωής αλλά και η διατροφή χαρακτηριζόμενη από υψηλή κατανάλωση κρέατος και υδατανθράκων και χαμηλή κατανάλωση λαχανικών, έχουν συνδεθεί με κοινές ασθένειες, όπως το μεταβολικό σύνδρομο, την αθηροσκλήρωση, τις φλεγμονώδεις παθήσεις του εντέρου και τον καρκίνο του παχέος εντέρου. Η γαστρεντερική οδός φιλοξενεί μια πολύπλοκη και, κυρίως μοριακά καθορισμένη μικροχλωρίδα, η οποία περιέχει ένα τεράστιο αριθμό διαφορετικών ειδών. Οι πρόσφατες εξελίξεις στις τεχνολογίες αλληλουχίας έχουν επιτρέψει τον χαρακτηρισμό του ανθρώπινου μικροβιώματος και έχουν ανοίξει τη δυνατότητα να μελετηθεί η επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων. Ο σημαντικότερος περιβαλλοντικός παράγοντας είναι πιθανώς αυτό που τρώμε. Ενώ οι βραχυπρόθεσμες αλλαγές στα διαιτητικά πρότυπα μπορεί να μην έχουν μεγάλες επιρροές, οι μακροχρόνιες δίαιτες μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη μικροβιακή ισορροπία. Αυτό το ζήτημα ενδέχεται να έχει μεγάλη σημασία για την ανθρώπινη

γαστρεντερική υγεία, επειδή το μικροβίωμα μας έχει χαρακτηριστικά που ρυθμίζουν πολλές ανοσολογικές και μεταβολικές λειτουργίες. Η αύξηση των γνώσεων σχετικά με την αλληλεπίδραση μεταξύ θρεπτικών ουσιών και του μικροβιώματος μπορεί να έχει τεράστιες συνέπειες και να οδηγήσει σε καλύτερη κατανόηση ασθενειών, ακόμη και πέρα από τον γαστρεντερικό σωλήνα, και τελικά να οδηγήσει σε καλύτερες προληπτικές και θεραπευτικές στρατηγικές (Moschen, 2012).

Για παράδειγμα, ο καρκίνος του παχέος εντέρου είναι ένας από τους πιο συχνούς καρκίνους σε όλο τον κόσμο με υψηλό ποσοστό θνησιμότητας. Οι διαφορές στον τρόπο ζωής και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η υψηλή πρόσληψη λίπους και πρωτεΐνης, το κόκκινο κρέας και οι μολύνσεις θα μπορούσαν να αυξήσουν τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου. Διαφορετικά πρόσθετα τροφίμων χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της γεύσης, της υφής, της εμφάνισης και της συντήρησης των προϊόντων διατροφής. Ορισμένα από αυτά τα πρόσθετα τροφίμων έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων. Η κατανάλωση πρόσθετων τροφίμων που περιέχουν προϊόντα τροφίμων αυξάνει τον κίνδυνο καρκίνου, συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου του παχέος εντέρου. Η εντερική μικροχλωρίδα σχετίζεται επίσης με την καρκινογένεση του καρκίνου του παχέος εντέρου. Η δυσβίωση στο μικροβίωμα του εντέρου λόγω διατροφικών και περιβαλλοντικών αλλαγών μπορεί να συνδέεται με την ανάπτυξη και την εξέλιξη του καρκίνου (D. Shukla).

«Η συχνότητα του καρκίνου του παχέος εντέρου έχει αυξηθεί σημαντικά από τα μέσα του 20ου αιώνα. Ένα βασικό χαρακτηριστικό αυτής της ασθένειας είναι η παρουσία μιας αλλοιωμένης εντερικής μικροχλωρίδας που δημιουργεί μια ευνοϊκή θέση για την ογκογένεση» (Viennois, 2010)

Άλλες εκ των ασθενειών που συσχετίζονται με μικροβιακή δυσβίωση, είναι τα αυτοάνοσα νοσήματα, οι αλλεργικές παθήσεις, η παχυσαρκία, οι φλεγμονώδεις νόσοι του εντέρου (IBD) και ο σακχαρώδης διαβήτης. Στον παρακάτω πίνακα περιγράφονται συνοπτικά οι σημαντικότερες.

Πίνακας 3. Αλλαγές στο εντερικό μικροβίωμα που σχετίζονται με νόσους (Clemente, 2012)

| ΜΙΚΡΟΒΙΩΜΑ | ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑ Η ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΒΙΩΜΑΤΟΣ |
|--|---|
| <i>Δυσανεξία στη γλουτένη, κοιλιοκάκη</i> | |
| <i>Bacteroides vulgatus</i> | Υψηλότερη ποικιλία (δείκτης ShannonWiener) σε ασθενείς με κοιλιοκάκη |
| <i>Escherichia coli</i> | |
| <i>Clostridium coccoides</i> | |
| <i>Γαστρικός Καρκίνος</i> | |
| <i>H. pylori</i> | Σημαντικό στοιχείο στην καρκινογόνο οδό για την ανάπτυξη γαστρικών αδενοκαρκινωμάτων |
| <i>Παχυσαρκία</i> | |
| <i>Bacteroidetes</i> | Οι σημαντικές αλλαγές στο μικροβίωμα του εντέρου σχετίζονται με την αυξανόμενη παχυσαρκία |
| <i>Lactobacillus</i> | |
| <i>Firmicutes/Bacteroidetes</i> | |
| <i>Methanobrevibacter smithii</i> | |
| <i>Νόσος Crohn</i> | |
| <i>Bacteroidetes</i> | Σχετίζεται με τη συνολική δυσβίωση και όχι μόνο με αιτιώδη βακτηριακά είδη |
| <i>Lachnospiraceae</i> | |
| <i>Actinobacteria</i> | |
| <i>Proteobacteria</i> | |
| <i>Clostridium leptum</i> | |
| <i>Clostridium coccoides</i> | |
| <i>Faecalibacterium prasnitzii</i> | |
| <i>Firmicutes</i> | |
| <i>Bifidobacteria</i> | |
| <i>Διαβήτης τύπου 2</i> | |
| <i>Firmicutes</i> | Μετατοπίσεις στο μικροβίωμα του εντέρου σχετίζονται με αυξήσεις στις συγκεντρώσεις γλυκόζης στο πλάσμα. |
| <i>Clostridia</i> | |
| <i>Bacteroides-Prevotella versus Clostridia coccoidesEubacterium rectale</i> | |
| <i>Betaproteobacteria</i> | |
| <i>Bacteroidetes</i> | |

Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ της διατροφής, της μικροχλωρίδας του εντέρου και του Συνδρόμου Ευερέθιστου Εντέρου- Irritable bowel syndrome (IBS) έχουν πολλούς πολύπλοκους μηχανισμούς που δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Τα πρόσθετα τροφίμων είναι ένα συστατικό της σύγχρονης ανθρώπινης διατροφής που αξίζει προσοχής από την επιστήμη και τις κυβερνητικές πολιτικές. Μέχρι σήμερα, λίγα δεδομένα σχετικά με την επίδραση των προσθέτων τροφίμων στη μικροχλωρίδα του εντέρου σε ασθενείς με IBS είναι διαθέσιμα. Ωστόσο, η έκθεση σε πρόσθετα τροφίμων θα μπορούσε να προκαλέσει δυσβίωση και απορρύθμιση της ομοιόστασης του εντέρου με αλλαγή του φραγμού του εντέρου και ενεργοποίηση της ανοσολογικής απόκρισης. Αυτές οι μικροβιακές αλλαγές θα μπορούσαν να επιδεινώσουν τα συμπτώματα που σχετίζονται με το IBS, όπως ο σπλαχνικός πόνος, η χαμηλής ποιότητας φλεγμονή και οι αλλαγές στις συνήθειες του εντέρου. Ορισμένα πρόσθετα (πολυόλες) αποκλείονται στις δίαιτες με χαμηλή ζύμωση για ασθενείς με IBS. Ακόμα κι αν οι περισσότερες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί σε ζώα και απαιτούνται μελέτες σε ανθρώπους, πολλά τεχνητά γλυκαντικά, γαλακτωματοποιητές και χρωστικές τροφίμων θα μπορούσαν να αντιπροσωπεύουν μια πιθανή κρυφή αιτία που οδηγεί σε επιδείνωση του IBS, μέσω αλλοιώσεων της μικροχλωρίδας του εντέρου. Κατά συνέπεια, τα πρόσθετα τροφίμων θα πρέπει να αποφεύγονται προληπτικά στη διατροφή, όπως και τα συμπληρώματα διατροφής για ασθενείς με IBS σύμφωνα με τους (E. Rinninella, 2020)

3.3 ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΟΥ ΕΝΤΕΡΟΥ

Το πεπτικό μας σύστημα φιλοξενεί τρισεκατομμύρια μικρόβια, συμπεριλαμβανομένων βακτηρίων, μυκήτων και ιών. Αυτή η μικροβιακή κοινότητα, συλλογικά γνωστή ως μικροβίωμα του εντέρου, βοηθά τη σωστή λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού. Οι αλλαγές σε αυτά τα μικρόβια έχουν συσχετιστεί με διάφορες ασθένειες όπως η παχυσαρκία, ο διαβήτης τύπου 2 και το σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου.

Ένα πρωταρχικό μέσο με το οποίο προστατεύεται το έντερο από τη μικροχλωρίδα του είναι μέσω πολυστρωματικών δομών βλέννας που καλύπτουν την εντερική επιφάνεια, επιτρέποντας έτσι στη συντριπτική πλειονότητα των βακτηρίων του εντέρου να διατηρούνται σε ασφαλή απόσταση από τα επιθηλιακά κύτταρα που επενδύουν το έντερο. Έτσι, παράγοντες που διαταράσσουν τις αλληλεπιδράσεις βλέννας-

βακτηριδίου μπορεί να έχουν τη δυνατότητα να προάγουν ασθένειες που σχετίζονται με φλεγμονή του εντέρου. Ως εκ τούτου, έχει υποτεθεί ότι οι γαλακτωματοποιητές, συστατικό των επεξεργασμένων τροφίμων που μπορούν να αυξήσουν τη βακτηριακή μετατόπιση στα επιθήλια, μπορεί να προάγουν την αύξηση της φλεγμονώδους νόσου του εντέρου.

Πιο συγκεκριμένα, η κατανάλωση τροφών υψηλής επεξεργασίας έχει αυξηθεί δραματικά από τα μέσα του 20ου αιώνα και σχετίζεται με αυξημένη συχνότητα εμφάνισης αρκετών χρόνιων φλεγμονωδών ασθενειών. Μεταξύ αυτών είναι η φλεγμονώδης νόσος του εντέρου και το μεταβολικό σύνδρομο, τα οποία συνδέονται και πιστεύεται ότι προάγονται από αλλαγές στη μικροχλωρίδα του εντέρου.

3.3.1 ΓΑΛΑΚΤΩΜΑΤΟΠΟΙΗΤΕΣ

Ένα κοινό χαρακτηριστικό των εξαιρετικά επεξεργασμένων τροφίμων είναι η χρήση ενός ή περισσότερων γαλακτωματοποιητών ή πηκτικών που προστίθενται για να βελτιώσουν την υφή και να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής. Μερικοί από τους γαλακτωματοποιητές που προστίθενται συνήθως σε τρόφιμα, όπως η λεκιθίνη, είναι φυσικό συστατικό των μη επεξεργασμένων τροφίμων, ενώ άλλοι, όπως η καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη (CMC), είναι συνθετικοί. Παρά την έλλειψη εκτεταμένων δοκιμών ασφάλειας, το CMC εγκρίθηκε τη δεκαετία του 1960 για χρήση σε τρόφιμα σε συγκεντρώσεις έως και 2% από ρυθμιστικούς φορείς, συμπεριλαμβανομένης της Υπηρεσίας Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Μέρος της θεωρίας για την διαπίστωση ότι το CMC, και ορισμένοι άλλοι γαλακτωματοποιητές, είναι ασφαλείς, είναι ότι δεν απορροφώνται καλά και επομένως αποβάλλονται κυρίως στα κόπρανα. Ωστόσο, μια τέτοια διέλευση μέσω του εντέρου επιτρέπει σε αυτά τα προϊόντα να αλληλεπιδρούν άμεσα με τη μικροχλωρίδα του εντέρου και τον εντερικό βλεννογόνο. Για παράδειγμα, το CMC έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει τον χρόνο διέλευσης του εντέρου και μεταβάλλει τα προφίλ των χολικών οξέων στα κόπρανα.

Η εξέταση του τρόπου με τον οποίο ένα μεμονωμένο συστατικό τροφίμου επηρεάζει την ανθρώπινη μικροχλωρίδα περιπλέκεται από την ετερογένεια μεταξύ των ατόμων σε παράγοντες όπως η ποσότητα της τροφής που καταναλώνεται, η ποιότητα

και η σύνθεση του υποβάθρου της διατροφής και η σύνθεση της μικροχλωρίδας του εντέρου.

Σε έρευνά τους οι (B. Chassaing, 2021), πραγματοποίησαν μελέτη σε 16 υγιείς ενήλικες που κατανάλωναν δίαιτα χωρίς γαλακτωματοποιητές (n = 9) ή μια ίδια δίαιτα εμπλουτισμένη με 15 g ανά ημέρα CMC (n = 7) για 11 ημέρες. Παρατήρησαν έντονες αλλαγές στη μικροχλωρίδα του εντέρου, στο μεταβολισμό των κοπράνων και σε ένα υποσύνολο των συμμετεχόντων, καταπάτηση της μικροχλωρίδας στο επιθήλιο του εντέρου. Οι κυρίαρχες αλλαγές στο μεταβολισμό των κοπράνων κατά τη σίτιση με CMC ήταν η απώλεια ωφέλιμων μεταβολιτών. Αυτή η αλλαγή πιθανότατα αντανακλά την απώλεια βασικών ταξινομικών κατηγοριών και/ή τη γενική διαταραχή της ομοιόστασης της μικροβιακής κοινότητας. Απέδειξαν επίσης ότι η κατανάλωση CMC μπορεί να προσδιοριστεί ποσοτικοποιώντας το επίπεδό της στα κόπρανα, παρέχοντας έτσι ένα εργαλείο για τη διευκόλυνση μακροπρόθεσμων μελετών που θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν τον βαθμό στον οποίο η έκθεση σε CMC προάγει χρόνιες ασθένειες που επικρατούν όλο και περισσότερο στις ανεπτυγμένες χώρες.

Η δόση του CMC (15 g ανά άτομο την ημέρα) που χρησιμοποιείται σε αυτή τη μελέτη πιθανώς υπερβαίνει την πρόσληψη CMC των περισσότερων ατόμων, αλλά μπορεί να προσεγγίζει τη συνολική ποσότητα κατανάλωσης γαλακτωματοποιητή από άτομα των οποίων η δίαιτα αποτελείται σε μεγάλο βαθμό από εξαιρετικά επεξεργασμένα τρόφιμα που περιέχουν ποικίλους γαλακτωματοποιητές, πολλοί από τους οποίους φαίνεται να επηρεάζουν επιζήμια την ανθρώπινη μικροχλωρίδα *in vitro*. Αν και αυτή η μελέτη επικεντρώθηκε σε ένα συγκεκριμένο πρόσθετο τροφίμων, το CMC, τα αποτελέσματα που ελήφθησαν υποστηρίζουν την ανάγκη εφαρμογής αυτού του παραδείγματος σε άλλους διαιτητικούς γαλακτωματοποιητές και μείγματα αυτών, σε χαμηλότερη συγκέντρωση, μιμούμενοι έτσι καλύτερα τη χρήση τους σε επεξεργασμένα τρόφιμα. Αν και απαιτούνται επακόλουθες μελέτες για την καλύτερη κατανόηση αυτής της μεταβλητότητας μεταξύ των ατόμων και την αξιολόγηση του ρόλου της στην πρόκληση καταστάσεων ασθένειας που προκαλείται από τη μικροβίωση, οι παρατηρήσεις αποδεικνύουν ότι ένα συγκεκριμένο πρόσθετο τροφίμων μπορεί να διαταράξει τη σχέση ξενιστή-μικροβίωσης για την προώθηση της νόσου σε έναν υποπληθυσμό ατόμων.

Όπως αναφέρθηκε, διάφοροι διατροφικοί γαλακτωματοποιητές, οι οποίοι είναι χημικά παρόμοιοι με τα απορρυπαντικά, προστίθενται σε πολλά επεξεργασμένα τρόφιμα. Μία ακόμα πρόσφατη έρευνα υποδηλώνει ότι ορισμένοι γαλακτωματοποιητές μπορεί να επηρεάσουν τα μικρόβια του εντέρου με απροσδόκητους τρόπους, τουλάχιστον στα ζώα. Επιστήμονες στο Georgia State University ανακάλυψαν προηγουμένως ότι τα ποντίκια που τρέφονταν με χαμηλά επίπεδα κοινών διαιτητικών γαλακτωματοποιητών ανέπτυξαν αλλοιωμένη μικροχλωρίδα του εντέρου και ένα αραιωμένο φραγμό βλέννας που προστατεύει την επένδυση των εντέρων τους. Τα ποντίκια ανέπτυξαν επίσης χαμηλού βαθμού εντερική φλεγμονή και μεταβολικό σύνδρομο - μια ομάδα καταστάσεων που αυξάνουν τον κίνδυνο για διαβήτη τύπου 2, καρδιακές παθήσεις και εγκεφαλικό.

Η φλεγμονή του εντέρου είναι ένας γνωστός παράγοντας κινδύνου για καρκίνο του παχέος εντέρου. Επιστήμονες διερεύνησαν εάν οι διατροφικοί γαλακτωματοποιητές μπορεί να επηρεάσουν τον κίνδυνο για καρκίνο του παχέος εντέρου αλλάζοντας τη μικροχλωρίδα του εντέρου. Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε εν μέρει από το Εθνικό Ινστιτούτο Διαβήτη και Πεπτικών και Νεφροπαθειών. Τα αποτελέσματα δημοσιεύτηκαν διαδικτυακά στις 7 Νοεμβρίου 2016, στο Cancer Research. Η ομάδα τάισε ποντίκια τυπική τροφή και είτε απλό πόσιμο νερό, είτε νερό με 1% από τους διαιτητικούς γαλακτωματοποιητές που χρησιμοποιούνται συνήθως, καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη ή πολυσορβικό-80. Αυτή η δόση σχεδιάστηκε για να διαμορφώσει τη διατροφή των ανθρώπων που τρώνε μεγάλες ποσότητες επεξεργασμένων τροφίμων. Τα ποντίκια που τρέφονταν με έναν από τους διαιτητικούς γαλακτωματοποιητές για 9 εβδομάδες ανέπτυξαν χρόνια, χαμηλού βαθμού εντερική φλεγμονή και διαταραχή του μεταβολισμού της γλυκόζης. Στη συνέχεια, οι ερευνητές εξέτασαν ένα χημικά επαγόμενο μοντέλο καρκίνου που σχετίζεται με την κολίτιδα. Όταν δόθηκε ένας καρκινικός παράγοντας, τα ποντίκια που τρέφονταν με γαλακτωματοποιητές για 90 ημέρες είχαν μεγαλύτερη εντερική φλεγμονή και ανάπτυξη όγκου από τα ποντίκια που δεν έλαβαν τους γαλακτωματοποιητές. Η ομάδα διαπίστωσε ότι τα ποντίκια που τρέφονταν με τους γαλακτωματοποιητές είχαν λιγότερη ποικιλότητα μικροβίων του εντέρου και αυξημένα επίπεδα φλεγμονωδών μορίων. Τα εντερικά επιθηλιακά κύτταρα των ποντικών που τρέφονταν με τους γαλακτωματοποιητές είχαν επίσης υψηλότερα επίπεδα τόσο κυτταρικού θανάτου όσο

και πολλαπλασιασμού. Ο αυξημένος κυτταρικός κύκλος είναι γνωστό ότι παίζει ρόλο στην ανάπτυξη του όγκου.

Όταν οι επιστήμονες έδωσαν γαλακτωματοποιητές σε ποντίκια, τα οποία δεν είχαν μικρόβια στη μικροχλωρίδα του εντέρου, αυτά τα αποτελέσματα δεν εμφανίστηκαν. Αυτό το εύρημα υποδηλώνει ότι τα αποτελέσματα των γαλακτωματοποιητών προκλήθηκαν από την αλλαγή της μικροχλωρίδας του εντέρου. Όταν τα μικρόβια του εντέρου από ποντίκια που τρέφονταν με γαλακτωματοποιητές μεταφέρθηκαν σε ποντίκια χωρίς μικρόβια που δεν είχαν τραφεί με γαλακτωματοποιητές τα ποντίκια χωρίς μικρόβια ανέπτυξαν ορισμένες από τις ανωμαλίες. Σύμφωνα με τα παραπάνω υπάρχει πιθανότητα οι αλλαγές στη μικροχλωρίδα του εντέρου που προκαλούνται από διαιτητικούς γαλακτωματοποιητές να παίζουν σημαντικό ρόλο στην προώθηση της ανάπτυξης όγκου. Οι ερευνητές τώρα διερευνούν περαιτέρω συγκεκριμένα ποια μικροχλωρίδα είναι υπεύθυνη για αυτό το αποτέλεσμα, καθώς και τον ακριβή μηχανισμό που προάγει τον καρκίνο.

Στη Γαλλία μελετήθηκε επίσης από το French NutriNet-Santé (S. Naimi, 2021) η μεγαλύτερη πληθυσμιακή μελέτη στην αναζήτηση βιβλιογραφίας που υπολόγισε τη χρόνια έκθεση σε μείγματα προσθέτων τροφίμων με βάση λεπτομερή δεδομένα κατανάλωσης και σύνθεσης για ένα ευρύ φάσμα ουσιών. Η EFSA έχει πραγματοποιήσει προσομοιώσεις έκθεσης, συνδυάζοντας δεδομένα μέσης κατανάλωσης τροφίμων από τα ευρωπαϊκά κράτη μέλη με δόσεις προσθέτων που αναφέρουν οι κατασκευαστές, για πρόσθετα και χώρες για τις οποίες υπήρχαν τέτοια δεδομένα. Συνολικά, όταν συγκρίνονται οι εκτιμήσεις έκθεσης με τις εκτιμήσεις της EFSA, οι προσλήψεις του πληθυσμού NutriNet-Santé ήταν σχετικά χαμηλότερες. Σαράντα οκτώ πρόσθετα καταναλώθηκαν από το 10% των συμμετεχόντων, με τροποποιημένα άμυλα και κιτρικό οξύ να καταναλώνονται σε περισσότερο από 90%. Συμπερασματικά, οι περισσότεροι, αλλά όχι όλοι οι γαλακτωματοποιητές που δοκιμάστηκαν σε αυτή τη μελέτη επηρέασαν την ανθρώπινη εντερική μικροχλωρίδα. Είναι σημαντικό ότι διάφορα πρόσθετα τροφίμων χρησιμοποιούνται πολύ συχνά σε συνδυασμό και παραμένει σημαντικό να διερευνηθούν τα αποτελέσματά τους σε συνδυασμό, ειδικά για ενώσεις με διαφορετικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη μικροχλωρίδα. Έτσι, ενώ απαιτούνται μελλοντικές μελέτες, αυτά τα δεδομένα υποδηλώνουν ωστόσο ότι απαιτούνται κλινικές δοκιμές ώστε να μειωθεί η χρήση των

πιο επιζήμιων ενώσεων και να ευνοηθεί η χρήση γαλακτωματοποιητικών παραγόντων χωρίς ή χαμηλή επίπτωση στη μικροχλωρίδα.

Όσον αφορά την κατανάλωση γαλακτωματοποιητών και τις επιπτώσεις στην εντερική μικροχλωρίδα, παρατηρήθηκε ότι η συχνότητα εμφάνισης της νόσου του Crohn έχει αυξηθεί τα τελευταία πενήντα χρόνια. Η χρήση των γαλακτωματοποιητών στη βιομηχανία τροφίμων συμπίπτει χρονικά με την επιδημία παχυσαρκίας και την αύξηση των κρουσμάτων φλεγμονώδους νόσου του εντέρου (IBD), η οποία προκαλεί διάρροια, κόπωση και πόνο στην κοιλιά. Αυτό αποτελεί ένδειξη, αλλά όχι απόδειξη, ότι οι γαλακτωματοποιητές παίζουν ρόλο σε αυτά τα νοσήματα.

Η νόσος του Crohn (Rowe, 2020) είναι ένα αυτοάνοσο νόσημα του εντέρου, που εκδηλώνεται με φλεγμονή του βλεννογόνου που καλύπτει το εσωτερικό του γαστρεντερικού συστήματος προκαλεί κοιλιακό άλγος, σοβαρή διάρροια, πυρετό, έντονη κόπωση, αιμορραγικές κενώσεις, ακούσια απώλεια βάρους, υποσιτισμό και σοβαρές ελλείψεις στον οργανισμό. Πρόκειται για μια νόσο που επηρεάζει σημαντικά την καθημερινότητα των ασθενών, ιδιαίτερα κατά την περίοδο των εξάρσεων. Αυτό συμβαίνει λόγω της επηρεασμένης λειτουργίας του εντέρου, του πόνου και των παρενεργειών των φαρμακευτικών θεραπειών που πρέπει αυτοί οι ασθενείς να λαμβάνουν, συνήθως εφ' όρου ζωής. Προσβάλλει κυρίως το τελευταίο τμήμα του λεπτού εντέρου, μπορεί όμως να πλήξει οποιοδήποτε μέρος του πεπτικού σωλήνα. Παρά το γεγονός ότι η νόσος του Crohn συνήθως δεν είναι μια θανατηφόρα ασθένεια, μπορεί να προκαλέσει καχεξία και σε ορισμένες περιπτώσεις να οδηγήσει σε επιπλοκές που μπορούν να είναι απειλητικές για τη ζωή.

Η αλλοίωση της σύστασης της μικροβιακής χλωρίδας επηρεάζει αρνητικά την πορεία της νόσου. Η σύσταση της εντερικής χλωρίδας επηρεάζεται από ελλείψεις και μεταβολικές διαταραχές στη νόσο του Crohn. Διαταραχές του μικροβιώματος του εντέρου επιδεινώνουν την πορεία της νόσου, αυξάνουν τις φλεγμονώδεις εξάρσεις και τη συμπτωματολογία. Η διενέργεια εξειδικευμένων εξετάσεων επιτρέπει τον εντοπισμό των ελλείψεων και των μεταβολικών διαταραχών που συνδέονται με την αλλοίωση της εντερικής χλωρίδας στους ασθενείς με νόσο του Crohn.

Η νόσος του Crohn μπορεί να τεθεί σε ύφεση με υγρή εντερική σίτιση, αλλά ο μηχανισμός αυτής της απόκρισης είναι άγνωστος. Προτάθηκε από έρευνα (C.L. Roberts, 2013) ότι η κατανάλωση γαλακτωματοποιητών σε επεξεργασμένα τρόφιμα μπορεί να προάγει τη νόσο του Crohn αυξάνοντας τη βακτηριακή μετατόπιση. Αυτό υποστηρίζεται από στοιχεία ότι (i) η γεωγραφική διακύμανση της νόσου του Crohn συσχετίζεται με την κατανάλωση γαλακτωματοποιητή. (ii) αν και η συχνότητα εμφάνισης της νόσου συσχετίζεται επίσης με την κατανάλωση λίπους, η απόκριση στην εντερική σίτιση δεν επηρεάζεται από την περιεκτικότητα σε λίπος της τροφής και (iii) πολύ μικρές συγκεντρώσεις του γαλακτωματοποιητή πολυσορβικού ενισχύουν τη βακτηριακή μετατόπιση στα εντερικά επιθήλια. Οι μη χωνεμένοι γαλακτωματοποιητές μπορεί να αυξήσουν τη βακτηριακή μετατόπιση, ιδιαίτερα στο λεπτό έντερο όπου το στρώμα βλέννας είναι ασυνεχές.

3.3.2 ΧΑΜΗΛΑ ΚΑΙ ΜΗ ΘΕΡΜΙΔΙΚΑ ΤΕΧΝΗΤΑ ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΑ (LNAS-NAS)

Τα μη θερμιδικά τεχνητά γλυκαντικά Non-caloric Artificial Sweeteners (NAS) είναι από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα πρόσθετα τροφίμων παγκοσμίως, τα οποία καταναλώνονται τακτικά. Η κατανάλωση NAS θεωρείται ασφαλής και ωφέλιμη λόγω της χαμηλής περιεκτικότητάς τους σε θερμίδες, ωστόσο τα επιστημονικά δεδομένα παραμένουν αμφιλεγόμενα (J. Suez, 2014). Τα κυριότερα και γνωστότερα είναι η σακχαρίνη E954, η ασπαρτάμη E951 και η σουκραλόζη E955.

Στην έρευνα των Suez και συν. (2014) αποδεικνύεται ότι η κατανάλωση κοινώς χρησιμοποιούμενων σκευασμάτων NAS οδηγεί στην ανάπτυξη δυσανεξίας στη γλυκόζη μέσω της πρόκλησης αλλοιώσεων της σύνθεσης και της λειτουργίας στην εντερική μικροχλωρίδα. Αυτές οι επιβλαβείς μεταβολικές επιδράσεις που προκαλούνται από το NAS καταργούνται με αντιβιοτική αγωγή και μπορούν να μεταφερθούν πλήρως σε ποντίκια χωρίς μικρόβια κατά τη μεταμόσχευση κοπράνων. Συλλογικά, τα αποτελέσματά συνδέουν την κατανάλωση NAS, τη δυσβίωση και τις μεταβολικές ανωμαλίες, απαιτώντας έτσι μια επαναξιολόγηση της μαζικής χρήσης NAS.

Τα τελευταία 10 χρόνια, οι έρευνες για τις επιδράσεις του χαμηλά θερμιδικά τεχνητά γλυκαντικά στη μικροχλωρίδα του εντέρου έχουν επίσης πολλαπλασιαστεί, αν και τα αποτελέσματα συχνά συγχέονται από διαφορές στο σχεδιασμό της μελέτης, όπως η διατροφή, η μορφή του εξεταζόμενου άρθρου, η δοσολογία και ο πληθυσμός της μελέτης.

Η έκθεση στα χαμηλά και μη θερμιδικά τεχνητά γλυκαντικά προέρχεται κυρίως από διαιτητικά ποτά και συσκευασίες γλυκαντικών σε ενήλικες ή ακόμα και από μητρικό γάλα σε βρέφη. Οι συνέπειες της πρώιμης έκθεσης σε πρόσθετα παραμένουν σε μεγάλο βαθμό άγνωστες. Σε έρευνα κτέθηκαν κυοφορόντα και θηλάζοντα ποντίκια σε σουκραλόζη, ακεσουλφάμη-K σε δόσεις σχετικές για ανθρώπινη κατανάλωση. Ενώ η έκθεση των εμβρύων ήταν χαμηλή, οι μεταβολικές αλλαγές ήταν δραστικές, υποδεικνύοντας εκτενή μείωση των μηχανισμών ηπατικής αποτοξίνωσης και αλλαγές στους βακτηριακούς μεταβολίτες. Το προφίλ του μικροβιώματος επιβεβαίωσε μια σημαντική αύξηση στα *Bacillota* και μια εντυπωσιακή μείωση του *Akkermansia muciniphila*. Το *Akkermansia muciniphila* βρίσκεται στον ανθρώπινο εντερικό σωλήνα. Το *Akkermansia muciniphila* στην εντερική οδό μπορεί να μειώσει την παχυσαρκία, τον διαβήτη και τη φλεγμονή, όμως ταυτόχρονα αυξήσεις στο *Akkermansia muciniphila* έχουν συσχετιστεί με σκλήρυνση κατά πλάκας. Τα ευρήματα από μια διεθνώς συνεργατική μελέτη σε ανθρώπους με δίδυμα που αναφέρθηκε τον Φεβρουάριο του 2016 (M. Yassour Lim, 2016) δείχνουν ότι η μείωση του *Akkermansia muciniphila* σχετίζεται με τον αυξημένο κίνδυνο διαβήτη τύπου 2 και παχυσαρκίας.

Τα ευρήματά λοιπόν, υποδηλώνουν ότι η κατανάλωση NAS κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και της γαλουχίας μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στον μεταβολισμό των βρεφών (S. Olivier-Van Stichelen, 2019).

Επιπλέον, τα NAS προωθούν μεταβολικές αλλαγές σε ένα εύρος χορηγούμενων δόσεων, ειδών διαίτας (τόσο σε διαίτα αυξημένων λιπαρών όσο και σε φυσιολογική πρόσληψη λίπους) και εμπορικών σκευασμάτων γλυκαντικών. Μια από αυτές τις αλλαγές που παρατηρήθηκαν ήταν η διαταραγμένη ανοχή στη γλυκόζη. Η Δυσανοχή στη γλυκόζη είναι το στάδιο που προηγείται της εμφάνισης σακχαρώδους διαβήτη (προδιαβήτη) και παρουσιάζεται όταν τα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα είναι ανώτερα των φυσιολογικών αλλά όχι τόσο ανεβασμένα ώστε να γίνει διάγνωση για Διαβήτη.

Επίσης, τα μικρόβια που φυσιολογικά κατοικούν στο έντερο έχουν σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση των μεταβολικών αλλαγών που προκύπτουν από την χορήγηση ΝΑΣ, ενώ η κατανάλωση σακχαρίνης επηρεάζει τη λειτουργία και τη σύνθεση της εντερικής μικροχλωρίδας προκαλώντας δυσβίωση (μη αρμονική διαβίωση των μικροοργανισμών του εντέρου και μεταβολές στην εμφανιζόμενη ποσοτητα διαφορών βακτηριακών ειδών που φυσιολογικά κατοικούν στον εντερικό αυλό=> αυξημένη πιθανότητα για μεταβολικές αλλαγές όπως δυσανοχή στη γλυκόζη, ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών στο έντερο κ.α.).

3.3.3.ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΤΙΤΑΝΙΟΥ

Επιπλέον, ένα κοινό πρόσθετο τροφίμων, το διοξείδιο του Τιτανίου E171, το οποίο φτιάχνεται από διαφόρων μεγεθών μόρια του TiO_2 , εκ των οποίων το 1/3 ή περισσότερο ανήκουν στη νανοκλίμακα, που απαγορεύθηκε πρόσφατα στη Γαλλία, αλλά συνεχίζει να χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ και άλλες χώρες, διαπιστώθηκε πως αλλάζει σημαντικά το εντερικό μικροβίωμα των ποντικών, προκαλώντας φλεγμονή στο παχύ έντερο και αλλαγές στην έκφραση των πρωτεϊνών στο ήπαρ, σύμφωνα με μελέτη επιστημόνων από το Πανεπιστήμιο της Μασαχουσέτης Amherst (X. Cao, 2020). Είναι σημαντικό το συμπέρασμα ότι τα NP TiO_2 προκάλεσαν ισχυρότερη φλεγμονή του παχέος εντέρου από το TiO_2 (E171) και τα παχύσαρκα ποντίκια ήταν πιο ευαίσθητα. Αυτή η μελέτη παρέχει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τις επιπτώσεις στην υγεία των ανόργανων νανοσωματιδίων που μεταφέρονται στα τρόφιμα.

Η Laurence Macia (Macia) από το Πανεπιστήμιο του Σίδνεϊ, δήλωσε: "*Η έρευνα έδειξε ότι το διοξείδιο του τιτανίου αλληλεπιδρά με βακτήρια στο έντερο και εμποδίζει ορισμένες από τις λειτουργίες του που μπορεί να οδηγήσουν στην ανάπτυξη ασθενειών. Η κατανάλωσή του πρέπει να ρυθμίζεται καλύτερα από τις αρμόδιες αρχές για τα τρόφιμα*".

3.4 ΔΙΑΙΤΑ ΜΙΚΡΟΒΙΩΜΑΤΟΣ

3.4.1 ΠΡΕΒΙΟΤΙΚΑ

Ένα πρεβιοτικό είναι ένα μη αφομοιώσιμο συστατικό τροφής του οποίου οι ευεργετικές επιδράσεις στον ξενιστή προκύπτουν από την επιλεκτική διέγερση της ανάπτυξης ή/και της δραστηριότητας της μικροχλωρίδας του εντέρου, ιδιαίτερα των γαλακτοβακίλλων και των μπιφιδοβακτηρίων . Το μεγαλύτερο μέρος της προσοχής σε αυτόν τον τομέα έχει επικεντρωθεί σε μη αφομοιώσιμους ολιγοσακχαρίτες. Τα κοινά πρεβιοτικά περιλαμβάνουν την ινουλίνη, άλλους ολιγοσακχαρίτες, τη λακτουλόζη και το ανθεκτικό άμυλο. Οι διαιτητικές ίνες έχει επίσης αποδειχθεί ότι μεταφέρουν μια πρεβιοτική απόκριση .

Η ινουλίνη εμφανίζεται φυσικά σε πολλά τρόφιμα όπως το πράσο, το σπαράγγι, το κichώριο, η αγκινάρα Ιερουσαλήμ, το σκόρδο, η αγκινάρα, το κρεμμύδι, το σιτάρι, η μπανάνα, η βρώμη και η σόγια. Ωστόσο, αυτές μπορεί να μην είναι βιολογικά σημαντικές πηγές, επειδή οι Manning και Gibson εκτιμούν ότι ένα άτομο θα πρέπει να καταναλώνει 4-8 g/ημέρα φρουκτοολιγοσακχαρίτη για να αυξήσει σημαντικά (περίπου μία τιμή log10) τα bifidobacteria στο ανθρώπινο έντερο. Μια λειτουργική προσέγγιση τροφίμων έχει χρησιμοποιηθεί για την προσθήκη ινουλίνης σε προϊόντα που καταναλώνονται πιο συχνά, όπως δημητριακά, μπισκότα, βρεφικές τροφές, γιαούρτια ψωμιά και ποτά, σε συγκεντρώσεις στις οποίες μπορεί να εμφανιστεί πρεβιοτική δράση. Υπάρχει επίσης μια σειρά από συμπληρώματα διατροφής που περιέχουν φρουκτοολιγοσακχαρίτες, κυρίως ινουλίνη, που διατίθενται στο εμπόριο.

Σε μια άλλη μελέτη στην οποία 12 εθελοντές έλαβαν 10 g ινουλίνης/ημέρα για 16 ημέρες σε σύγκριση με μια περίοδο ελέγχου χωρίς λήψη συμπληρωμάτων, το *Bifidobacterium adolescentis* έδειξε την ισχυρότερη ανταπόκριση, αυξάνοντας από 0,89 σε 3,9% της συνολικής μικροχλωρίδας.

3.4.2 ΠΡΟΒΙΟΤΙΚΑ

Σε αντίθεση με τα πρεβιοτικά, τα προβιοτικά παρέχονται σε επεξεργασμένα τρόφιμα ή σε συμπληρώματα διατροφής ως ζωντανά βακτήρια. Το γιαούρτι είναι η πιο κοινή τροφή που μεταφέρει προβιοτικά. Ωστόσο, το τυρί, τα γάλατα που έχουν υποστεί ζύμωση και δεν έχουν υποστεί ζύμωση, οι χυμοί, τα smoothies, τα δημητριακά, οι

μπάρες διατροφής και η φόρμουλα για βρέφη/νήπια είναι όλα οχήματα για προβιοτική παράδοση. Τα κύρια προβιοτικά συμπληρώματα στην αγορά χρησιμοποιούν γαλακτοβάκιλλους, στρεπτόκοκκους και bifidobacteria, τα οποία είναι φυσιολογικά συστατικά της ανθρώπινης γαστρεντερικής μικροχλωρίδας. Ωστόσο, μελέτες διερευνούν επίσης πιθανούς προβιοτικούς ρόλους άλλων μικροβίων όπως η ζύμη (*Saccharomyces boulardii*), τα οποία κανονικά δεν βρίσκονται στη γαστρεντερική οδό. Οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί δεν δρουν αποκλειστικά στο παχύ έντερο επηρεάζοντας την εντερική χλωρίδα αλλά επηρεάζουν και άλλα όργανα, είτε ρυθμίζοντας ανοσολογικές παραμέτρους, εντερική διαπερατότητα και βακτηριακή μετατόπιση είτε παρέχοντας βιοδραστικούς μεταβολίτες.

Ένας αριθμός μελετών με μια ποικιλία προβιοτικών στελεχών έχει διεξαχθεί για να προσδιοριστεί ο βαθμός στον οποίο τα προβιοτικά αποικίζουν τη γαστρεντερική οδό. Αυτές οι μελέτες έχουν ανασκοπηθεί από τους Cothesy et al. και αποκαλύπτουν ότι τα στελέχη που καταπίνονται δεν γίνονται καθιερωμένα μέλη της φυσιολογικής μικροχλωρίδας, αλλά μπορεί να επιμείνουν μόνο κατά τις περιόδους χορήγησης της δόσης ή για σχετικά σύντομες περιόδους μετά. Αναμφισβήτητα, χρειάζεται μεγαλύτερη προσοχή για τα πιο ωφέλιμα προβιοτικά και τη βέλτιστη ποσότητα και διάρκεια έκθεσής τους που απαιτείται για την προαγωγή της υγείας.

Ο συνδυασμός ενός προβιοτικού με ένα πρεβιοτικό για την υποστήριξη της βιωσιμότητας και της δραστηριότητάς του έχει ονομαστεί συνβιοτικό. Τα στοιχεία δείχνουν ότι τα συνβιοτικά μπορεί να είναι αποτελεσματικά στην αλλαγή της σύνθεσης της μικροχλωρίδας. Για παράδειγμα, ο συνβιοτικός συνδυασμός μιας συγκεκριμένης ινουλίνης εμπλουτισμένης σε ολιγοφρουκτόζη (SYN1) και *Lactobacillus rhammnosus GG* και *Bifidobacterium lactis Bb12* για 12 εβδομάδες προκάλεσε αύξηση 16% και 18% στον αριθμό των *Lactobacillus* και *Bifidobacterium*, αντίστοιχα, μείωση, και 31%, αντίστοιχα, στους αριθμούς του *Clostridium perfringens*. Πρόσφατες *in vitro* μελέτες έχουν δείξει ότι τα συνβιοτικά ήταν πιο αποτελεσματικά από τα πρεβιοτικά ή τα προβιοτικά στη ρύθμιση της μικροχλωρίδας του εντέρου. Αυτά τα ευρήματα πρέπει να τεκμηριώνονται σε καλά ελεγχόμενες μελέτες ανθρώπινης παρέμβασης.

Η μικροχλωρίδα του εντέρου μπορεί να μεσολαβεί στις επιδράσεις της διατροφής ως τροποποιητής του κινδύνου καρκίνου του παχέος εντέρου. Μια αύξηση στον αριθμό των bifidobacteria και/ή των γαλακτοβακίλλων που προκύπτει από τη χρήση προβιοτικών, πρεβιοτικών ή συνβιοτικών έχει αποδειχθεί ότι προστατεύει από χημικά επαγόμενη βλάβη του DNA του παχέος εντέρου σε ζωικά μοντέλα. Είναι ενδιαφέρον ότι αρκετά στελέχη γαλακτοβακίλλων και bifidobacteria ήταν αποτελεσματικά στην προστασία των αρουραίων από αυτή τη βλάβη στο DNA.

3.4.3 ΆΛΛΟΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΕΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

Διάφορα διατροφικά συστατικά, εκτός από τους σύνθετους υδατάνθρακες, μπορεί να ρυθμίζουν το μικροβίωμα. Όταν τα βακτήρια καλλιεργούνται με διάφορες πολυφαινόλες που εμφανίζονται στο τσάι, η ανάπτυξη ορισμένων παθογόνων βακτηρίων όπως το *Clostridium perfringens* και το *Bacteroides* καταστέλλεται σημαντικά, ενώ τα κοινά αναερόβια όπως το *Bifidobacterium* και το *Lactobacillus* επηρεάζονται λιγότερο. Είναι ενδιαφέρον ότι η προσθήκη βακτηριακών μεταβολιτών των πολυφαινολών του τσαγιού βρέθηκε ότι οδηγεί σε παρόμοια απόκριση. Μέχρι σήμερα, αρκετές πολυφαινόλες (καφεϊκό οξύ, κατεχίνη, επικατεχίνη, κουμαρικό οξύ, χλωριτζίνη, ρουτίνη, ναρινγενίνη, δαϊδζεΐνη, γενιστεΐνη και κερκετίνη) έχουν αποδειχθεί ότι αναστέλλουν την ανάπτυξη και την προσκόλληση βακτηριακών παθογόνων στα ανθρώπινα κύτταρα Caco-2 και ενισχύουν την πολλαπλασιασμός και προσκόλληση ενός προβιοτικού, του *L. rhamnosus*. Η παροχή πολυφαινολών κρασιού (57 mg/kg σωματικού βάρους με καθετήρα για 10 ημέρες) είχε ως αποτέλεσμα κυρίως *Bacteroides*, *Lactobacillus* και *Bifidobacterium* κοπράνων σε αρουραίους σε σύγκριση με τους ελέγχους που είχαν κυρίως *Bacteroides*, *Clostridium* και *Propionibacterium* [48]. Μένει να καθοριστεί εάν η κατανάλωση κρασιού ή η κατανάλωση άλλων πολυφαινολών έχει παρόμοια επίδραση στους ανθρώπους.

Ένα πλήθος συστατικών τροφίμων έχει αναφερθεί ότι έχουν βακτηριοκτόνες ιδιότητες. Μεταξύ των φυτών που σκότωσαν το ελικοβακτηρίδιο, ο κουρκουμάς ήταν το πιο αποτελεσματικό, αλλά το τζίντζερ, το τσίλι, το μαύρο κύμινο, η ρίγανη και η γλυκόριζα ήταν επίσης βακτηριοκτόνα. Παραμένει ασαφές εάν αυτοί οι παράγοντες έχουν φυσιολογική σημασία στη ρύθμιση του αριθμού και των τύπων μικροοργανισμών στο γαστρεντερικό σωλήνα μετά από παραδοσιακές εκθέσεις.

Υπάρχει μια πολύπλοκη αλληλεπίδραση μεταξύ της εντερικής μικροχλωρίδας και του κινδύνου καρκίνου του παχέος εντέρου, η οποία μπορεί να τροποποιηθεί από τη διατροφική συμπεριφορά. Όχι μόνο οι διατροφικές συμπεριφορές μπορούν να τροποποιήσουν τον αριθμό και τους τύπους των μικροοργανισμών, αλλά οι μικροοργανισμοί μπορούν επίσης να δημιουργήσουν νέες ενώσεις από συστατικά των τροφίμων, μερικές από τις οποίες μπορεί να είναι ωφέλιμες ενώ άλλες μπορεί να είναι επιβλαβείς. Πολλά από τα συγκεκριμένα βακτήρια, καθώς και μικροβιακά παραγόμενοι μεταβολίτες, μπορεί να έχουν ρόλο στον κίνδυνο ή την ανάπτυξη καρκίνου. Απαιτούνται απεγνωσμένα περισσότερες σε βάθος μελέτες που διερευνούν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των εντερικών βακτηρίων, της διατροφής και του κινδύνου καρκίνου. Πολλά αναπάντητα ζητήματα παραμένουν, όπως: η πλήρης κατανόηση του τρόπου με τον οποίο το γενετικό υπόβαθρο ενός ατόμου επηρεάζει τη μικροχλωρίδα του, που μπορεί να ωφεληθούν από διατροφικές παρεμβάσεις για την αλλαγή της γηγενούς μικροχλωρίδας τους· ποιοι είναι οι μικροβιακά παραγόμενοι μεταβολίτες των βιοδραστικών συστατικών των τροφίμων; πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καλύτερη κατανόηση των μοριακών στόχων/μηχανισμών τους για την πρόληψη του καρκίνου και μπορούμε να προσδιορίσουμε τη μεταβλητότητα μεταξύ των ατόμων στην παραγωγή αυτών των μεταβολιτών. Μόλις υπάρξουν απαντήσεις σε αυτά τα θεμελιώδη ερωτήματα, θα πρέπει να είναι δυνατό να αναπτυχθούν συγκεκριμένες διατροφικές συστάσεις για την πρόληψη του καρκίνου με βάση την τροποποίηση της σύνθεσης ή των δραστηριοτήτων της κοινής μικροχλωρίδας του παχέος εντέρου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι χρόνιες φλεγμονώδεις ασθένειες, όπως το μεταβολικό σύνδρομο, σχετίζονται με διαταραχή της σύνθεσης και της λειτουργίας της μικροχλωρίδας του ανθρώπινου εντέρου. Το ότι ο επιπολασμός αυτών των διαταραχών έχει αυξηθεί σημαντικά εν μέσω σχετικά σταθερής ανθρώπινης γενετικής υποδηλώνει σαφώς έναν ρόλο μη γενετικών (δηλαδή περιβαλλοντικών) παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που ενδέχεται να επηρεάσουν τη μικροχλωρίδα του εντέρου ή/και την ικανότητα του εντέρου να διαχειρίζεται αυτό το μικροβιακό οικοσύστημα. Αντίστοιχα, όμως, συστατικά της σύγχρονης διαίτας, ειδικά τα μη απορροφημένα πρόσθετα που διέρχονται από το κόλον και αλληλεπιδρούν άμεσα με τη μικροχλωρίδα και τον εντερικό βλεννογόνο, είναι πιθανοί υποψήφιοι για την προώθηση αυτών των χρόνιων ασθενειών. Οι διατροφικοί γαλακτωματοποιητές, ειδικά οι συνθετικές ενώσεις CMC και P80, επηρεάζουν άμεσα επιζήμια την εντερική μικροχλωρίδα με τρόπους που προτείνονται για την προώθηση διαφόρων φλεγμονωδών ασθενειών. Τέτοιες παρατηρήσεις υποδηλώνουν ότι πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στους πιθανούς κινδύνους για την υγεία αυτής της κατηγορίας προσθέτων τροφίμων, γεγονός που μπορεί να αποκαλύψει στρατηγικές για την αναμόρφωση ορισμένων επεξεργασμένων τροφίμων για τη βελτίωση της υγιεινής τους.

Τέλος, οι επιδημιολογικές μελέτες για τα πρόσθετα τροφίμων έχουν περιορισμένη ικανότητα αξιολόγησης των συνεπειών συγκεκριμένων προσθέτων τροφίμων για διάφορους λόγους. Αρχικά, οι συγκεντρώσεις αυτών των συστατικών σε εμπορικά παρασκευασμένα τρόφιμα δεν αναφέρονται ευρέως, γεγονός που καθιστά εξαιρετικά δύσκολη την ποσοτική εκτίμηση της κατανάλωσης προσθέτων τροφίμων στον άνθρωπο. Επιπλέον, τα επεξεργασμένα τρόφιμα περιέχουν συχνά πολλαπλά δυνητικά επιβλαβή συστατικά, καθιστώντας δύσκολο τον εντοπισμό των συσχετισμών. Οι τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές για την αξιολόγηση της επίδρασης των προσθέτων τροφίμων στη συχνότητα εμφάνισης της νόσου είναι πολύ απαιτητικές λόγω της μακράς περιόδου παρακολούθησης που απαιτείται. Παρ' όλα αυτά οι μελέτες αυτές θα πρέπει να αυξηθούν, καθώς σύμφωνα με τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα υπάρχει πιθανή συσχέτιση της κατανάλωσης πρόσθετων τροφίμων με πολλαπλές ασθένειες και επιπτώσεις στο μικροβίωμα του εντέρου. Παρατηρήθηκε ότι η ελληνική βιβλιογραφία επί του θέματος είναι περιορισμένη και βασίζεται κυρίως σε

έρευνες ξένων μελετητών. Χρειάζεται περαιτέρω έρευνα από την επιστημονική κοινότητα, ώστε να καθοριστούν εκ νέου τα όρια των ποσοτήτων και των ενώσεων των προσθέτων που αποδεδειγμένα δεν δημιουργούν παρενέργειες στην μικροχλωρίδα του εντέρου.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αργυράκος, Γ. (2011). Τα πρόσθετα των τροφίμων. *Ελίκρανον*

Ε.Φ.Ε.Τ. (2022). Κίνδυνοι Τροφίμων. *Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων*

 <https://www.efet.gr/index.php/el/consumers/kindynoi-trofimon>

Ε.Φ.Ε.Τ., Ε. Φ. (2022). *Κίνδυνοι Τροφίμων*


Ιατροπέδια. (2021)


 [iatropedia, 2021. Τι είναι οι κωδικοί Ε στις ετικέτες: Λίστα με τα πρόσθετα τροφίμων](#)


Μεντής, Α., Γύπας, Φ., Μεντής, Α. 2013. Ανθρώπινο μικροβίωμα του εντέρου: Ο ρόλος του στην υγεία και στη νόσο. Αρχαία Ελληνικής Ιατρικής

Σταμούλου, Ε. 2017. *Διατροφή – Εντερικό Μικροβίωμα & Σύνδεση με την Παχυσαρκία*. Κρήτη: Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτη

 <http://14dim-kalam.mes.sch.gr/prostheta/arxeia/e.pdf>

 <https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/acceptable-daily-intake>

 [. https://www.iatropedia.gr/diatrofi/prostheta-trofimon-odigos-ygeias-gia-tous-kodikous-e-stis-etiketes-egkekrimeni-lista-tis-ee-vids/68418/](https://www.iatropedia.gr/diatrofi/prostheta-trofimon-odigos-ygeias-gia-tous-kodikous-e-stis-etiketes-egkekrimeni-lista-tis-ee-vids/68418/)

 <https://www.nursingtimes.net/clinical-/gastroenterology/gastrointestinal-tract-6-the-effects-of-gut-microbiota-on-human-health-21-10-2019/>

 <https://nutriclinic.gr/texnita-glykatika-enteriki-mikroxlwrída-diavitis/>

ΕΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A. Boga, S. B. (2010). Food Additives and Effects to Human Health. *Archives Medical Review Journal*
- A. R. Abdel-Moemin, J. M.-R. (2018). New Food Products for Sensory-Compromised Situations. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 17*
- Anderson, D. M. (1986). Evidence for the safety of gum arabic (*Acacia senegal* (L.) Willd.) as a food additive-a brief review. *Food Additives and Contaminants*
- Aoki Shen, S. (2010)
- B. Chassaing, C. C. (2021). Randomized Controlled-Fee
- B. Sun, J. W. (2017). Food Additives. *Food Safety in China*
- Blumstein. (2014)
- C. Brockman, C. B. (2011). Additives in Dairy Foods | Consumer Percptions of Additives in Dairy Products . *Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)*
- C.L. Roberts, S. R. (2013). Hypothesis: Increased consumption of emulsifiers as an explanation for the rising incidence of Crohn's disease . *J Crohns Colitis*
- CD. Davis, J. M. (2009). Gastrointestinal microflora, food components and colon cancer prevention . *J Nutr Biochem*
- Clemente. (2012)
- Coices, F. f. (2021). What Is an Acceptable Daily Intake
- Comission, C. A. (1989). *Class names and the international numbering system for food additives*
- D. Martyn, M. D. (2018). Low-/no-calorie sweeteners: A review of global intake. *Nutrients 10*
- D. Shukla, N. V. (n.d.). So. Role of Food Additives and Intestinal Microflora in Colorectal Cancer. *Colon Cancer Diagnosis and Therapy Vol. 3*
- E. Rinninella, M. C. (2020). Food Additives, Gut Microbiota, and Irritable Bowel Syndrome A Hidden Track. *Int J Environ Res Public Health*
- E. Tekin Pulatsu, S. S. (2018). Characterization of € different double-emulsion formulations based on food-grade emulsifiers and stabilizers
- F. Gultekin, S. Y. (2015). Food Additives of Public Concern for their Carcinogenicity. *J Nutrition Health Food Sci 3*

- <https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/acceptable-daily-intake>. (n.d.)
- J. Lorenzo, M. P. (2018). Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. *Food Research International*
- J. Suez, T. K. (2014). Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature*
- Lippmann. (2003). Environmental Health Science. *Oxford University Press, N. York*
- M. Carocho, P. M. (2018). Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. *Trends in Food Science & Technology*
- M. Yassour Lim, H. Y. (2016). Sub-clinical detection of gut microbial biomarkers of obesity and type 2 diabetes". *Genome Medicin*
- Macia, L. (n.d.). (<https://www.zougla.gr/yeia/diatrofi---dieta/article/pros8eto-trofimon-epireazi-to-mikrovioma-tou-enterou>)
- McClements, D. J. (2018). Improving emulsion formation, stability and performance using mixed emulsifiers: A review. *Advances in Colloid and Interface Science* 251
- Moschen. (2012)
- Poulsen, S. (1995)
- Rowe, W. (2020). *Inflammatory bowel disease*. Mayo Clinic
- S. Naimi, E. V. (2021). Direct impact of commonly used dietary emulsifiers on human gut microbiota. *Microbiome*
- S. Olivier-Van Stichelen, K. R. (2019). Maternal Exposure to Non-nutritive Sweeteners Impacts Progeny's Metabolism and Microbiome. *Frontiers in Microbiology*
- Sohárné. (2005)
- Sugimura, W. (2003)
- T. Coultate, R. S. (2018). Blackburn Food colorants: Their past, present and future. *Coloration Technology* 134
- T. Sugimura, K. W. (2003). Carcinogênios nos alimentos. In: *Shills, M.E., Olson, J.A., Moshi, S., Rossi, C. Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença. v. II. 9a Ed. Barueri: Editora Manole*
- Teixeira, A. Z. (2018). Sodium content and food additives in major brands of Brazilian children's foods. *Ciência & Saude Coletiva* 23

V. Emerton, E. C. (2008). Essential guide to food additives. *Cambridge, UK: Leatherhead Publishing*

Viennois. (2010)

W. Baltes, R. M. (2011). Lebensmittelchemie. *Berlin, DE: SpringerLehrbuch*

Wang, B. S. (2017). Food Additives. *Food Safety in China*

Willett. (2003)

X. Cao, Y. H. (2020). Foodborne Titanium Dioxide Nanoparticles Induce Stronger Adverse Effects in Obese Mice than Non-Obese Mice: Gut

Πρόσθετα. (n.d.). (<http://14dim-kalam.mes.sch.gr/prostheta/arxeia/e.pdf>)

-  EUFIC European Food Information Council. , 2006. European
-  European Communities, Council Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council of 20 March 2000 on the approximation of the laws of the Member States relating to the labelling, presentation and advertising of foodstuffs. *Off J Eur Communities L109:29–42*
-  European Economic Community, Council Directive 89/107/EEC of 21 December 1988 on the approximation of the laws of the Member States concerning food additives authorized for use in foodstuffs intended for human consumption. *Off J Eur Communities L040:27–33*
-  European Parliament and Council Directive 94/35/EC of 30 June 1994 on sweeteners for use in foodstuffs. *Off J Eur Communities L237:3–12*
-  European Parliament and Council Directive 94/36/EC of 30 June 1994 on colours for use in foodstuffs. *Off J Eur Communities L237:13–29*
-  European Parliament and Council Directive 95/2/EC of 20 February 1995 on food additives other than colours and sweeteners. *Off J Eur Communities L61:1–53*
-  European Union, Commission Regulation 1129/2011 of 11 November 2011 amending Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council by establishing a Union list of food additives. *Off J Eur Union L295:1–177*
-  European Union, Commission Regulation 1131/2011 of 11 November 2011 amending Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European

Parliament and of the Council with regard to steviol glycosides. Off J Eur Union L295:205–211

- ✚ European Union, Commission Regulation No 510/2013 of 3 June 2013 amending Annexes I, II and III to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council as regards the use of iron oxides and hydroxides (E 172), hydroxypropyl methyl cellulose (E 464) and polysorbates (E 432–436) for marking of certain fruits. Off J Eur Union L150:17–20
- ✚ European Union, Regulation 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives. Off J Eur Union L345:16–33

Food facts for Healthy Choices, 2021. What Is an Acceptable Daily Intake (ADI)?
<https://www.eufic.org/en/understanding-science/article/qas-on-acceptable-daily-intakes-adis>

(Ottawa, ON). doi: 10.1016/j. foodres.2017.12.00551

Poulsen, E., 1993. Case study: erythrosine Food Addit Contam

Schilderman, P. A. E. L., ten Vaarwerk, F.J., Lutgerink, J.T., Van der Wurff, A., ten

Hoor, F. & Kleinjans, J.C., 1995. Induction of oxidative DNA damage and early lesions in rat gastrointestinal epithelium in relation to prostaglandin H

synthasemediated metabolism of butylated hydroxyanisole. Food Chem. Toxicol
o. Role of Food Additives and Intestinal Microflora in Colorectal Cancer. In: Shukla, D., Vishvakarma, N.K., Nagaraju, G.P. (eds) Colon Cancer Diagnosis and Therapy Vol. 3. Springer, Cham

World Health Organization. 2018. Food additives. Ανακτήθηκε από:

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>

Wu, L. ; Zhang, C.; Long, Y.; Chen, Q.; Zhang W. & Liu G. 2021. Food additives: From functions to analytical methods, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, DOI: 10.1080/10408398.2021.1929823

Yassour M, Lim MY, Yun HS, Tickle TL, Sung J, Song YM, Lee K, Franzosa EA, Morgan XC, Gevers D, Lander ES, Xavier RJ, Birren BW, Ko G, Huttenhower C. 2016. *Sub-clinical detection of gut microbial biomarkers of obesity and type 2 diabetes*". Genome Medicine