



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ**

**English Title**

**ALLERGENIC INGREDIENTS IN FOOD**



Συγγραφείς

**ΑΘΗΝΑΙΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ Α.Μ. 19684129**

**ΣΟΥΡΤΖΗ ΑΓΓΕΛΙΚΗ Α.Μ. 19684089**

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

**Δήμητρα Χούχουλα**

**Αθήνα 2024**

Έγινε δεκτή

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει την πτυχιακή εργασία με τίτλο «Αλλεργιογόνα συστατικά στα τρόφιμα » που παρουσιάστηκε από την Αθηναίου Αγγελική και την Σουρτζή Αγγελική και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

α/α	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Επιβλέπουσα Καθηγήτρια ΧΟΥΧΟΥΛΑ ΔΗΜΗΤΡΑ	Καθηγήτρια και Αντιπρόεδρος του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων	
2	Μέλος Επιτροπής ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ	Μέλος ΕΔΙΠ, Σχολή Επιστημών Τροφίμων, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων	
3	Μέλος Επιτροπής ΚΑΝΕΛΛΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ	Καθηγήτρια του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων	

## Δήλωση Συγγραφέων Πτυχιακής Εργασίας

Οι κάτωθι υπογεγραμμένες Αθηναίου Αγγελική του Ιωάννη και Σουρτζή Αγγελική του Φώτιου, με αριθμούς μητρώου 19684129 και 19684089 αντίστοιχα, φοιτήτριες του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνουμε υπεύθυνα ότι: «Είμαστε συγγραφείς αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχαμε για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες κάναμε 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, βεβαιώνουμε ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από εμάς αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μας, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μας ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μας».

Η Δηλούσα

Αθηναίου Αγγελική



Η Δηλούσα

Σουρτζή Αγγελική



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η αναφορά των κυριότερων αλλεργιογόνων συστατικών στα τρόφιμα. Οι τροφικές αλλεργίες αποτελούσαν και αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα της δημόσιας υγείας, επηρεάζοντας κυρίως τα παιδιά και σπανιότερα τους ενήλικες. Μπορεί η γενετική προδιάθεση να είναι ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει την εμφάνιση τους, όμως τις τελευταίες δεκαετίες και άλλοι παράγοντες, όπως ο σύγχρονος τρόπος ζωής έχουν ευνοήσει την ραγδαία αύξηση τους. Για την εμφάνιση των τροφικών αλλεργιών ευθύνονται συγκεκριμένες πρωτεΐνες, που ονομάζονται αλλεργιογόνα και υπάρχουν σε πληθώρα τροφίμων ζωικής και φυτικής προέλευσης, όπως το γάλα, τα αυγά, η σόγια και τα φιστίκια. Εξαιτίας των σοβαρών επιπτώσεων των τροφικών αλλεργιών, που ορισμένες φορές είναι απειλητικές για την ανθρώπινη ζωή, κρίθηκε απαραίτητο η ανάπτυξη μεθόδων ανίχνευσης αλλεργιογόνων ουσιών στα τρόφιμα, καθώς και η ανάπτυξη μεθόδων διάγνωσης αλλεργιών στον άνθρωπο. Επιπλέον, έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην θέσπιση κατάλληλης νομοθεσίας σε παγκόσμιο επίπεδο σχετικά με την επισήμανση των αλλεργιογόνων συστατικών στα τρόφιμα. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση ο πρόσφατος κανονισμός ΕΕ 1169/2011 έχει θέσει ένα αυστηρότερο πλαίσιο αναφορικά με την επισήμανση των αλλεργιογόνων, συμβάλλοντας στην αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των τροφικών αλλεργιών, όμως τόσο οι βιομηχανίες τροφίμων όσο και οι αρμόδιοι φορείς (EFSA, FAO κτλ.) πρέπει να παραμένουν συνεχώς σε εγρήγορση με στόχο την απρόσκοπτη ενημέρωση των καταναλωτών και την προάσπιση της υγείας των αλλεργικών ατόμων.

**Λέξεις κλειδιά:** τροφική αλλεργία, τρόφιμα, αλλεργιογόνα στα τρόφιμα, επισήμανση αλλεργιογόνων.

## ABSTRACT

The purpose of this thesis is to report the main allergenic ingredients in food. Food allergies were and are one of the most important public health issues, affecting mainly children and less often adults. Genetic predisposition may be the main factor influencing their appearance, but in recent decades other factors, such as the modern lifestyle, have favored their rapid increase. Specific proteins, called allergens, are responsible for the appearance of food allergies and are present in many foods of animal and vegetable origin, such as milk, eggs, soy and peanuts. Because of the serious effects of food allergies, which are sometimes life-threatening, it has been deemed necessary to develop methods for detecting allergenic substances in food, as well as developing methods for diagnosing allergies in humans. In addition, special emphasis has been placed on the establishment of appropriate legislation at the global level regarding the labeling of allergenic ingredients in food. In the European Union, the recent EU regulation 1169/2011 has set a stricter framework regarding the labeling of allergens, contributing to a more effective treatment of food allergies, but both the food industries and the competent bodies (EFSA, FAO etc.) must remain constantly on the alert with the aim of seamlessly informing consumers and protecting the health of allergic people.

**Keywords:** food allergy, food, food allergens, labeling allergens.

# Περιεχόμενα

<b>ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> .....	<b>III</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>VI</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....	<b>X</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ</b> .....	<b>XI</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</b> .....	<b>XI</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	<b>1</b>
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ.....	1
1.1.1 ΟΡΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΙΣ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ .....	2
1.2 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ.....	3
1.3 ΚΡΥΦΑ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ .....	4
1.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΡΟΦΙΚΩΝ ΑΛΛΕΡΓΙΩΝ .....	5
1.5 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ.....	6
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	<b>9</b>
<b>ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ</b> .....	<b>9</b>
2.1 ΑΥΓΟ .....	9
2.2 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΟ ΑΥΓΟ .....	9
2.3 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΟ ΑΣΠΡΑΔΙ .....	10
2.3.1 ΩΟΒΛΕΝΝΟΕΙΔΕΣ (ΟΝΟΜΥΚΟΙΔΕΣ) .....	10
2.3.2 ΩΟΑΛΒΟΥΜΙΝΗ (ΟΒΑΛΒΟΥΜΙΝΗ) .....	10
2.3.3 ΩΟΤΡΑΝΣΦΕΡΙΝΗ Ή ΚΟΝΑΛΒΟΥΜΙΝΗ (ΟΒΟΤΡΑΝΣΦΕΡΙΝΗ) .....	11
2.3.4 ΛΥΣΟΖΥΜΗ (ΛΥΣΟΖΥΜΕ) .....	11
2.4 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΟΝ ΚΡΟΚΟ.....	11
2.4.1 Α-ΛΙΒΕΤΙΝΗ (Α-LIVETIN) .....	12
2.4.2 ΓΛΥΚΟΠΡΩΤΕΪΝΗ 42 (ΥΡΡ42).....	12
2.5 ΕΠΙΤΟΠΟΙ.....	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	<b>14</b>
<b>ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ</b> .....	<b>14</b>
3.1 ΓΑΛΑ .....	14
3.2 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ.....	14
3.3 ΚΥΡΙΑ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΟ ΓΑΛΑ .....	15

3.3.1 ΚΑΖΕΪΝΕΣ.....	15
3.3.2 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΟΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ.....	16
3.4 ΕΠΙΤΟΠΟΙ ΣΤΑ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ.....	18
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....</b>	<b>19</b>
<b>ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ.....</b>	<b>19</b>
4.1 ΨΑΡΙΑ.....	19
4.2 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΑ ΨΑΡΙΑ.....	20
4.2.1 ΠΑΡΒΑΛΒΟΥΜΙΝΗ.....	20
4.2.2 ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ.....	21
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 .....</b>	<b>22</b>
<b>ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ.....</b>	<b>22</b>
5.1 ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ.....	22
5.2 ΚΥΡΙΑ ΑΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΑ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ.....	22
5.2.1 ΤΡΟΠΟΜΥΟΣΙΝΗ.....	22
5.2.2 ΑΝΤΙΓΟΝΑ I ΚΑΙ II.....	23
5.2.3 ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ.....	24
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 .....</b>	<b>25</b>
<b>ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ .....</b>	<b>25</b>
6.1 ΣΟΓΙΑ.....	25
6.2 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΣΤΗΝ ΣΟΓΙΑ.....	26
6.3 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΕΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΣΤΗΝ ΣΟΓΙΑ.....	26
6.3.1 <i>Gly m Bd 30 K (P34)</i> .....	26
6.3.2 <i>Gly m Bd 28 K (P28)</i> .....	26
6.3.3 <i>Gly m 4, Gly m 5, Gly m 6</i> .....	27
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 .....</b>	<b>28</b>
<b>ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ .....</b>	<b>28</b>
7.1 ΦΙΣΤΙΚΙΑ.....	28
7.2 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΕΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΣΤΑ ΦΙΣΤΙΚΙΑ.....	28
7.2.1 ΥΠΕΡΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ <i>CUPIN</i> .....	29
7.2.2 ΥΠΕΡΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΠΡΟΛΑΜΙΝΩΝ.....	30
7.2.3 ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ <i>nsLTP</i> .....	31
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 .....</b>	<b>32</b>
<b>ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ .....</b>	<b>32</b>
8.1 ΞΗΡΟΙ ΚΑΡΠΟΙ.....	32
8.2 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΕΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΣΤΟΥΣ ΞΗΡΟΥΣ ΚΑΡΠΟΥΣ.....	33

8.3 ΦΟΥΝΤΟΥΚΙΑ.....	33
8.4 ΚΑΡΥΔΙΑ ΚΑΙ ΠΕΚΑΝ.....	34
8.5 ΑΜΥΓΔΑΛΟ.....	34
8.6 BRAZILIAN NUTS (ΒΡΑΖΙΛΙΑΝΙΚΑ ΦΙΣΤΙΚΙΑ).....	35
8.7 ΚΑΣΙΟΥΣ ΚΑΙ ΦΙΣΤΙΚΙΑ ΑΙΓΙΝΗΣ.....	35
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 .....</b>	<b>36</b>
<b>ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ .....</b>	<b>36</b>
9.1 ΣΙΤΑΡΙ.....	36
9.2 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΣΤΟ ΣΙΤΑΡΙ .....	36
9.3 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΟ ΣΙΤΑΡΙ.....	37
9.4 BAKER’S ASTHMA .....	39
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 .....</b>	<b>40</b>
10.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΤΡΟΦΙΚΗΣ ΑΛΛΕΡΓΙΑΣ.....	40
10.2 ΑΝΑΦΥΛΑΞΙΑ.....	41
10.3 ΔΕΡΜΑΤΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ.....	41
10.4 ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ.....	42
10.5 ΓΑΣΤΡΕΝΤΕΡΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ .....	43
10.6 ΑΛΛΑ ΣΟΒΑΡΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ.....	43
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 .....</b>	<b>44</b>
<b>ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΤΡΟΦΙΚΗΣ ΑΛΛΕΡΓΙΑΣ.....</b>	<b>44</b>
11.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΩΝ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ .....	44
11.1.1 ΑΝΟΣΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	44
11.1.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΥ ΒΑΣΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ DNA .....	45
11.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΤΡΟΦΙΚΩΝ ΑΛΛΕΡΓΙΩΝ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ .....	47
11.2.1 ΔΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ .....	48
11.2.2 ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ (RAST) .....	50
11.2.3 ΔΙΑΙΤΕΣ ΑΠΟΦΥΓΗΣ.....	51
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 .....</b>	<b>52</b>
<b>ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ.....</b>	<b>52</b>
12.1 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ ΚΑΙ ΗΠΑ.....	52
12.2 ΑΛΛΕΣ ΧΩΡΕΣ .....	53
12.3 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΕ 1169/2011 .....	55
12.4 ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ .....	56
12.5 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ VITAL.....	57
12.6 ΑΝΑΚΛΗΣΕΙΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ .....	58



<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>61</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>62</b>

## Κατάλογος Εικόνων

<b>Εικόνα 1:</b> Εκτιμήσεις του επιπολασμού της παιδικής τροφικής αλλεργίας στον δυτικό κόσμο .....	7
<b>Εικόνα 2:</b> Κύρια αλλεργιογόνα στο ασπράδι και στον κρόκο του αυγού.....	10
<b>Εικόνα 3:</b> Τρισδιάστατη σχηματική απεικόνιση της δομής της β-Lg. Με κόκκινο χρώμα εντοπίζεται ο επίτοπος (AA 48 – 55) .....	17
<b>Εικόνα 4:</b> Επισκόπηση των ανεπιθύμητων ενεργειών που προκαλούνται από την κατανάλωση ψαριών και θαλασσινών.....	19
<b>Εικόνα 5:</b> Αλλεργιογόνα στα οστρακοειδή: Α. Τροπομουσίνη Β. Κινάση Αργινίνης Γ. Ελαφριά αλυσίδα μυοσίνης Δ. Σαρκοπλασματική πρωτεΐνη που δεσμεύει ασβέστιο .....	23
<b>Εικόνα 6:</b> Ταξινόμηση των κύριων αλλεργιογόνων στα φιστίκια.....	29
<b>Εικόνα 7:</b> Οι κυριότεροι ξηροί καρποί που ευθύνονται για την πρόκληση τροφικής αλλεργίας.....	33
<b>Εικόνα 8:</b> Τα πιο κοινά συμπτώματα της τροφικής αλλεργίας.....	43
<b>Εικόνα 9:</b> Skin Prick Test.....	49
<b>Εικόνα 10:</b> Αποτελέσματα του Skin Prick Test .....	49
<b>Εικόνα 11:</b> Patch Test .....	50
<b>Εικόνα 12:</b> Προηγούμενος τρόπος επισήμανσης αλλεργιογόνων στην ετικέτα προϊόντος.....	55
<b>Εικόνα 13:</b> Καινούριος τρόπος επισήμανσης αλλεργιογόνων στην ετικέτα προϊόντος .....	56
<b>Εικόνα 14:</b> Τρόφιμο που ανακλήθηκε από τον ΕΦΕΤ, διότι δεν έφερε κατάλληλη επισήμανση για την αλλεργιογόνο ουσία που περιέχει. ....	58
<b>Εικόνα 15:</b> Ετικέτα προϊόντος που ανακλήθηκε από τον ΕΦΕΤ, διότι δεν έφερε κατάλληλη επισήμανση για την αλλεργιογόνο ουσία που περιέχει .....	59
<b>Εικόνα 16:</b> Ετικέτα προϊόντος που ανακλήθηκε από τον ΕΦΕΤ, διότι δεν έφερε κατάλληλη επισήμανση για την αλλεργιογόνο ουσία που περιέχει. ....	60

## Κατάλογος Πινάκων

<b>Πίνακας 1:</b> Αριθμός Αμερικανών που εμφανίζουν συμπτώματα αλλεργίας μετά την κατανάλωση συγκεκριμένων τροφίμων, σύμφωνα με μελέτες που δημοσιεύθηκαν το 2018 και το 2019.....	6
<b>Πίνακας 2:</b> Σύγκριση της επισήμανσης των κυριότερων αλλεργιογόνων ανάμεσα σε χώρες του κόσμου .....	54

## Κατάλογος Σχημάτων

<b>Σχήμα 1:</b> Τρόφιμα που ενδέχεται να περιέχουν αλλεργιογόνες πρωτεΐνες αυγού...12	
<b>Σχήμα 2:</b> Προϊόντα που περιέχουν πρωτεΐνες γάλακτος και σχετίζονται με την εμφάνιση τροφικής αλλεργίας.....	15
<b>Σχήμα 3:</b> Τα κυριότερα τρόφιμα που περιέχουν αλλεργιογόνες πρωτεΐνες σόγιας..	25

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Η τροφική αλλεργία αποτελεί ένα συνεχώς αυξανόμενο πρόβλημα τους τελευταίες δεκαετίες, τους η εμφάνιση των ανεπιθύμητων αντιδράσεων στα τρόφιμα εντοπίζεται από την αρχαιότητα. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι περίπου 1 στα 20 παιδιά ηλικίας κάτω των 5 ετών και περίπου 1 τους 25 ενήλικες είναι αλλεργικοί τουλάχιστον σ' ένα είδος τροφής (Νικολαΐδη & Τούλης, 2022). Η πρώτη καταγραφή της τροφικής αλλεργίας αποδίδεται γενικά στον Ιπποκράτη και μετέπειτα στον Αριστοτέλη και τον Γαληνό (Γκουβέρου, 2014). Το 1921 με το ανοσολογικό τεστ των Prausnitz-Küstner διερευνήθηκε η τροφική αλλεργία σε πιο επιστημονική βάση και διευκρινίστηκε ο μεσολαβητής που ήταν υπεύθυνος για την πρόκληση της υπερευαισθησίας άμεσης αντίδρασης.

Η αλλεργία ορίζεται ως μια ανοσολογικά επαγόμενη υπερευαισθησία του οργανισμού, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε εμφάνιση διαφόρων συμπτωμάτων. Ο όρος τους, αναφέρθηκε πρώτη φορά από τον Αυστριακό παιδίατρο Clemens von Pirquet (Γκουβέρου, 2014) (1874-1929), παραπέμπει ότι το ανοσιακό σύστημα αντί να εμφανίζει τη φυσιολογική δραστηριότητα για την οποία έχει ταχθεί από τη φύση, που είναι η φύλαξη του οργανισμού (ανοσία), εμφανίζει άλλο έργο (αλλεργία), δηλαδή την α-φύλαξη του οργανισμού (αναφυλαξία). Στην αλλεργία μπορούν να συμμετέχουν ειδικά αντισώματα (IgE) ή ανοσολογικά κύτταρα (T-Λεμφοκύτταρα).

Με τον όρο τροφική αλλεργία ορίζεται η ανεπιθύμητη αντίδραση σε κάποιο τρόφιμο ή συστατικό αυτού (που είναι ακίνδυνο για τους περισσότερους ανθρώπους), με εμπλοκή του ανοσοποιητικού συστήματος του σώματος. Αυτό συμβαίνει επειδή παράγονται αντισώματα από το ανθρώπινο σώμα ενάντια στην πρωτεΐνη της τροφής (το αλλεργιογόνο) με αποτέλεσμα να απελευθερώνεται ισταμίνη και άλλα αμυντικά χημικά στοιχεία (Κελαϊδίτης & Κοντούρη, 2008). Αυτά με την σειρά τους ενεργοποιούν αντιδράσεις οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν το αναπνευστικό σύστημα, την γαστρεντερική οδό, το δέρμα και το καρδιαγγειακό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού, όταν καταναλώνεται η τροφή. Η τροφική αλλεργία αφορά το σύνολο των επιβλαβών αντιδράσεων του ανοσοποιητικού συστήματος, που προκαλούνται από την κατανάλωση τροφίμων με κύριο μεσολαβητή την ανοσοσφαιρίνη E (IgE). Οι τροφικές αλλεργίες μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο γενικές κατηγορίες:

- ✓ Ανοσολογικά μεσολαβούμενη με IgE (αντισώματα του ανοσοποιητικού συστήματος που δραστηριοποιούνται παρουσία αλλεργιογόνου).
- ✓ Μη IgE-μεσολαβούμενη
- ✓ Συνδυασμός και των δύο (Anvari et al., 2019)

Η πλειοψηφία των αντιδράσεων προκαλούνται από IgE, ενώ εκείνες που δεν προκαλούνται από IgE είναι σπάνιες. Οι αντιδράσεις που προκαλούνται από IgE είναι τυπικά ταχείας έναρξης και τα κλινικά τους συμπτώματα συνήθως αναπτύσσονται μέσα σε λίγα λεπτά, έως μερικές ώρες από την κατάποση της τροφής. Η μη μεσολαβούμενη από IgE τροφική αλλεργία είναι συνήθως χρόνια, είναι δυσκολότερο να αντιμετωπιστεί σε σχέση με εκείνη που προκαλείται από IgE και ελέγχεται μόνο με την αποφυγή της τροφής (Γκουβέρου, 2014), (Anvari et al., 2019) .

#### 1.1.1 ΟΡΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΙΣ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

**Ανεπιθύμητη αντίδραση σε κάποιο τρόφιμο:** Αφορά κάθε κλινική, μη φυσιολογική αντίδραση που λαμβάνει χώρα μετά την κατανάλωση κάποιου τροφίμου ή πρόσθετου τροφίμων (Χούχουλα & Σφλώμος, 2020).

**Αντιδράσεις υπερευαισθησίας:** Οι βλαπτικές συνέπειες της κινητοποίησης των ανοσιακών μηχανισμών (Χούχουλα & Σφλώμος, 2020).

**Τροφική υπερευαισθησία:** Είναι μία ανοσολογική αντίδραση μετά την κατανάλωση κάποιου τροφίμου ή πρόσθετου τροφίμων (Κελαϊδίτης & Κοντούρη, 2008). Η τροφική υπερευαισθησία (γνωστή ως τροφική αλλεργία) προκαλεί αντικειμενικά σταθερά αναπαραγόμενα συμπτώματα και εμφανίζεται όταν το ανθρώπινο ανοσοποιητικό σύστημα αντιδρά επιθετικά ενάντια σε μια ουσία (τρόφιμο) που συνήθως είναι ακίνδυνη, διότι λανθασμένα την αναγνωρίζει ως επικίνδυνη (Γαϊτάνης, 2015).

**Τροφική αναφυλαξία:** Είναι η κλασική αντίδραση υπερευαισθησίας σε τρόφιμα ή πρόσθετα τροφίμων που λαμβάνει χώρα με τη μεσολάβηση της ανοσοσφαιρίνης E και των χημικών μεσολαβητών που απελευθερώνονται.

**Τροφική δυσανεξία:** Η τροφική δυσανεξία μερικές φορές συγχέεται ή χαρακτηρίζεται εσφαλμένα ως τροφική αλλεργία. Αυτές οι δύο καταστάσεις μοιάζουν στη συμπτωματολογία αλλά δεν είναι ταυτόσημες.

Η τροφική δυσανεξία οφείλεται σε ιδιοσυγκρασιακές μεταβολικές φαρμακολογικές ή τοξικές επιδράσεις των τροφών, στις οποίες δεν εμπλέκεται το ανοσοποιητικό σύστημα του οργανισμού και μπορεί να οφείλονται σε έλλειψη κάποιου ενζύμου (Κελαϊδίτης & Κοντούρη, 2008). Τα συμπτώματά της είναι κυρίως πεπτικά και μπορούν να εμφανιστούν ακόμα και την επόμενη μέρα. Οι κυριότερες τροφικές δυσανεξίες που έχουν εντοπιστεί είναι: η δυσανεξία στην λακτόζη, στην γλουτένη και σπανιότερα στην φρουκτόζη – σακχαρόζη.

## 1.2 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ

Γενικά τα αλλεργιογόνα είναι ένας τύπος αντιγόνου που προκαλεί την ανώμαλη αντίδραση του ανοσοποιητικού συστήματος. Τα τρόφιμα περιέχουν μια ποικιλία διαφορετικών πρωτεϊνών, λίγες όμως είναι γνωστές ως αλλεργιογόνα (Taylor & Lehrer, 1996). Ως αλλεργιογόνα τροφίμων ορίζονται συγκεκριμένα τρόφιμα ή συστατικά μέσα στα τρόφιμα (συνήθως βιολογικά ενεργές πρωτεΐνες ή θραύσματα πρωτεΐνης) που μπορούν να προκαλέσουν ανώμαλη ανοσοαπόκριση σε ευαίσθητα άτομα. Τα τροφικά αλλεργιογόνα αναγνωρίζονται από το ανοσοποιητικό σύστημα ως ξένοι εισβολείς που αντιδρούν με αντισώματα IgE και προκαλούν αλλεργική ευαισθητοποίησή ή αλλεργικές αντιδράσεις. Η παραγωγή αντισωμάτων IgE είναι το πρώτο στάδιο για την εκδήλωση των συμπτωμάτων της αλλεργίας. Ένα τροφικό αλλεργιογόνο μπορεί να οριστεί με τρεις διαφορετικές ερμηνείες:

- ✓ Μία τροφική ουσία που αντιδρά με τα αντισώματα IgE
- ✓ Μία τροφική ουσία που προκαλεί αντιδράσεις
- ✓ Μία τροφική ουσία που προκαλεί αλλεργική ευαισθητοποίηση

Αν μία ουσία πράττει και τα τρία από τα παραπάνω ορίζεται ως πλήρες αλλεργιογόνο. Αν κάνει μόνο το πρώτο είναι μη επαγωγέας, ενώ ως μη ευαισθητοποιημένοι επαγωγείς ορίζονται οι ουσίες που πράττουν το πρώτο και το δεύτερο (Aalberse, 1997). Οι οκτώ κατηγορίες τροφίμων που θεωρούνται υπεύθυνες για το 90% των τροφικών αλλεργιών είναι οι εξής: αυγά, γάλα, ψάρι, μαλακόστρακα, φιστίκια, σόγια, σιτάρι, ξηροί καρποί (φουντούκι, καρύδι, αμύγδαλο) (Χούχουλα & Σφλώμος, 2020). Τα τροφικά αλλεργιογόνα αποτελούν κρίσιμη ανησυχία για την δημόσια υγεία, καθώς ακόμη και μικρές ποσότητες αυτών των πρωτεϊνών στα τρόφιμα μπορούν να οδηγήσουν σε δυνητικά απειλητικές για την ζωή αντιδράσεις σε ευαίσθητα άτομα. Ακόμη και αν τα τρόφιμα που

καταναλώθηκαν έχουν υποστεί θερμική επεξεργασία ή έχουν υποστεί πέψη στο στομάχι και στο έντερο τα αλλεργιογόνα εξακολουθούν να προκαλούν ανεπιθύμητες αντιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό.

### 1.3 ΚΡΥΦΑ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ

Ένα εξίσου σημαντικό πρόβλημα που απασχολεί τόσο την βιομηχανία τροφίμων όσο και τους καταναλωτές είναι η ύπαρξη «κρυφών» αλλεργιογόνων στα τρόφιμα. Μία ουσία ονομάζεται «κρυφό» αλλεργιογόνο, επειδή είναι δύσκολη η αναγνώριση της παρουσίας της στα τρόφιμα, διότι δεν εντοπίζεται εύκολα ή δεν δηλώνεται στην ετικέτα του προϊόντος. Τα «κρυφά» αλλεργιογόνα είναι υπεύθυνα για το 22% όλων των τροφικών αλλεργικών αντιδράσεων (Tomei et al., 2023). Κάποιοι τρόποι για να «κρυφτούν» τα αλλεργιογόνα στα τρόφιμα είναι:

- ✓ Η χρήση παραπλανητικών ετικετών (π.χ. μη γαλακτοκομικές κρέμες ή λευκαντικά καφέ περιέχουν αποβουτυρωμένο γάλα, προϊόντα κρέατος περιέχουν σόγια, χωρίς να δηλώνεται στην ετικέτα).
- ✓ Η επιμόλυνση ενός τροφίμου που αρχικά δεν είναι αλλεργιογόνο με ίχνη αλλεργιογόνων πρωτεϊνών σε διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας (π.χ. όταν δεν υπάρχουν κατάλληλες διαδικασίες πλυσίματος ή ο κατάλληλος εξοπλισμός, επιμόλυνση στο στάδιο της αποθήκευσης και της μεταφοράς ή ακόμα και στην προετοιμασία γεύματος σε κάποιο εστιατόριο).
- ✓ Η μόλυνση που προκαλείτε από οικονομική νοθεία πρώτων υλών και προϊόντων.
- ✓ Η προσθήκη ενός συστατικού σ' ένα επεξεργασμένο τρόφιμο για ένα συγκεκριμένο σκοπό (π.χ. όταν το αυγό χρησιμοποιείται σ' ένα προϊόν και αναφέρεται στα συστατικά ως συνδετική πρωτεΐνη ή γαλακτωματοποιητής) (Brett et al., 1998), (Steinman, 1996).

Τα «κρυφά» αλλεργιογόνα είναι σαφές ότι απασχολούν τόσο την βιομηχανία τροφίμων όσο και τους καταναλωτές. Για τις βιομηχανίες τροφίμων ο εντοπισμός «κρυφών» αλλεργιογόνων στα προϊόντα τους έχει οικονομικές επιπτώσεις για αυτές, εφόσον το προϊόν τους πρέπει να ανακληθεί από την αγορά. Για τους καταναλωτές που πάσχουν από αλλεργικές αντιδράσεις υπάρχουν άμεσες επιπτώσεις στην υγεία τους. «Κρυφές» πρωτεΐνες αυγού έχουν εντοπιστεί σε καραμέλες, κρασιά ή φάρμακα, «κρυφές» πρωτεΐνες γάλακτος έχουν εντοπιστεί σε μαρμελάδες, βραστό ζαμπόν, παγωτά, κονσέρβες τό-

νου και «κρυφές» πρωτεΐνες φυτικών έχουν εντοπιστεί σε πολλά επεξεργασμένα τρόφιμα (γκοφρέτες, μπάρες δημητριακών, σάλτσες, παγωτά, γλυκίσματα). Ειδικότερα την τελευταία δεκαετία έχει εντοπιστεί αύξηση στις αλλεργικές αντιδράσεις από παράσιτα που κρύβονται στα τρόφιμα (Anibarro et al., 2007).

#### 1.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΡΟΦΙΚΩΝ ΑΛΛΕΡΓΙΩΝ:

- ✓ **ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΠΡΟΔΙΑΘΕΣΗ:** Η γενετική προδιάθεση είναι σίγουρα ένα κύριος λόγος εμφάνισης αλλεργικών διαταραχών. Αν υπάρχει ιστορικό τροφικών αλλεργιών σε μία οικογένεια, οι πιθανότητες να εμφανίσει τροφική αλλεργία και ένας απόγονος είναι αυξημένες. Ένας ατοπικός φαινότυπος σ' ένα γονέα ή και στους δύο αυξάνει τις πιθανότητες ατοπίας και στο παιδί, όμως η κληρονομικότητα από την μητέρα διαδραματίζει το πιο σημαντικό ρόλο (Kimber & Dearman, 2002).
- ✓ **ΗΛΙΚΙΑ:** Τα παιδιά και ιδιαίτερα τα βρέφη είναι εκείνα που εμφανίζουν συχνότερα τροφικές αλλεργίες συγκριτικά με τους ενήλικες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το ανοσοποιητικό σύστημα των παιδιών δεν έχει αναπτυχθεί πλήρως, ενώ όσο μεγαλώνει ένα άτομο μπορεί και «προσαρμόζεται» όλο και περισσότερο στα τρόφιμα που καταναλώνει και γίνεται λιγότερο ευαίσθητο στα αλλεργιογόνα. Άλλοι σημαντικοί παράγοντες για την ανάπτυξη τροφικής αλλεργίας στα βρέφη είναι: οι διατροφικές συνήθειες της μητέρας (μητρική παχυσαρκία), η έκθεση σε τροφικά αλλεργιογόνα στο μητρικό γάλα ή κατά την βρεφική ηλικία, αλλά και ο θηλασμός. Αναφορικά με τον θηλασμό φαίνεται πως το μητρικό γάλα «παρέχει» ανοσολογική προστασία στο βρέφος, αφού περιέχει αντισώματα και άλλους παράγοντες ενίσχυσης του ανοσοποιητικού συστήματος (Adeyeye et al., 2019).
- ✓ **ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΣΥΧΓΡΟΝΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΖΩΗΣ:** Γενικά τα τρόφιμα στα οποία οι ενήλικες και τα παιδιά “αντιδρούν” είναι αυτά που καταναλώνουν πιο συχνά. Με τον σύγχρονο τρόπο ζωής η διατροφή στον δυτικό κυρίως κόσμο στηρίζεται κυρίως σ' επεξεργασμένα τρόφιμα, γεγονός που αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης τροφικών αλλεργιών. Ακόμη οι καταναλωτές έρχονται σ' επαφή με νέα τρόφιμα που διακινούνται παγκοσμίως και αλλάζουν αρκετά συχνά τις διατροφικές τους συνήθειες (EUFIC, 2013).
- ✓ Άλλοι παράγοντες που ενδεχομένως ευθύνονται για την πρόκληση τροφικών αλλεργιών είναι το άγχος – ψυχολογικοί λόγοι, η έλλειψη βιταμίνης D, η κατανάλωση φαρ-



μάκων κατά την πρώιμη ζωή (αντιβιοτικά) και η καθυστερημένη εισαγωγή αλλεργιόγνων τροφίμων στο διαιτολόγιο (Cosme-Blanco & Ale, 2020).

## 1.5 ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ

Τις τελευταίες δεκαετίες η τροφική αλλεργία παρουσιάζει αυξητική τάση και απασχολεί όλο και περισσότερο τις οικογένειες, την ιατρική κοινότητα και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής σε όλο τον κόσμο. Επηρεάζει τα άτομα όλων των ηλικιών, εθνοτήτων και κοινωνικοοικονομικών στρωμάτων. Οι εκτιμήσεις που γίνονται για να βρεθούν τα ποσοστά επικράτησης της τροφικής αλλεργίας ποικίλουν ανάλογα με την ηλικία, την γεωγραφική τοποθεσία (διαφορετικά διατροφικά πρότυπα) και την μεθοδολογία της εκάστοτε μελέτης (Savage & Johns, 2015). Το ποσοστό επιπολασμού της τροφικής αλλεργίας στις ανεπτυγμένες χώρες μετά από μελέτες φαίνεται να είναι κοντά στο 10% (Λαμπαούνα, 2022).

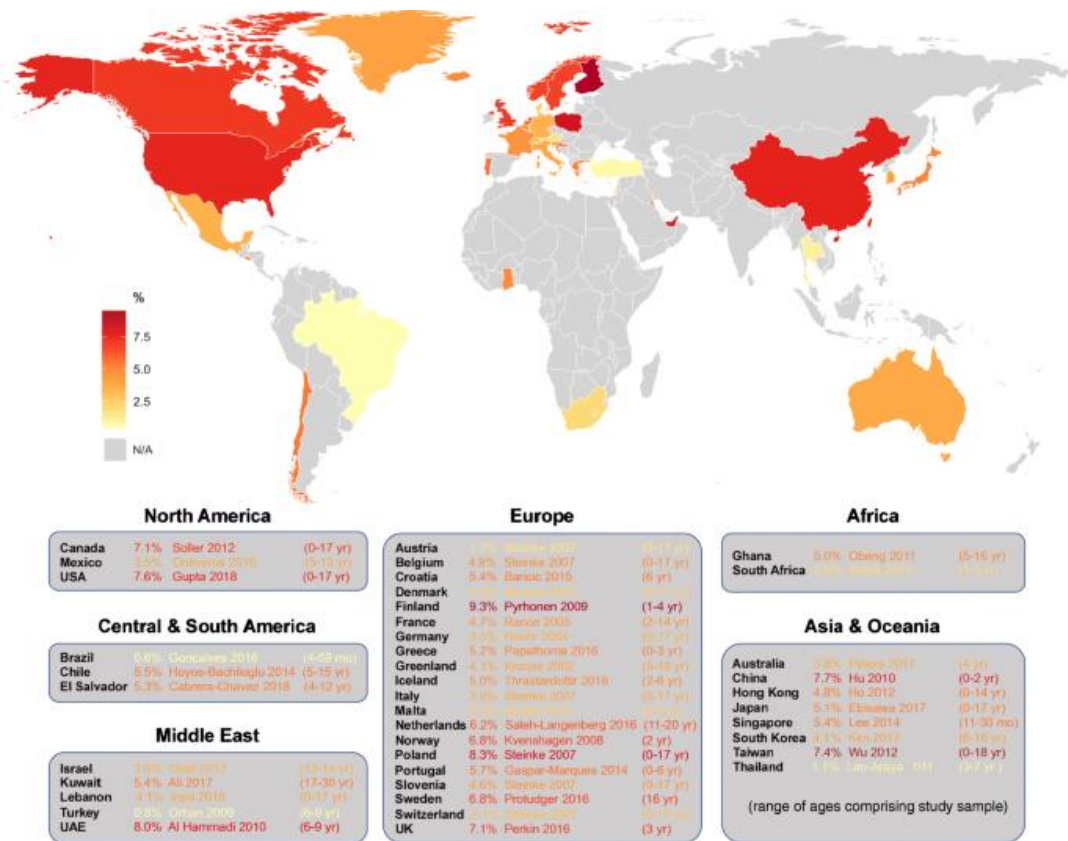
Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής η τροφική αλλεργία (που προκαλείται από IgE) επηρεάζει 1 στα 12 παιδιά και 1 στους 10 ενήλικες. Μπορεί το ποσοστό του πληθυσμού που δήλωσε ότι εμφάνισε αρνητικές αντιδράσεις μετά την κατανάλωση κάποιας τροφής να ανέρχεται στο 20%, όμως σύμφωνα με τα δεδομένα της παραπάνω μελέτης υποδεικνύεται ότι το ποσοστό του πληθυσμού των Η.Π.Α που υποφέρει τουλάχιστον από μία τροφική αλλεργία ανέρχεται περίπου στο 10% (Warren et al., 2020).

**Πίνακας 1:** Αριθμός Αμερικανών που εμφανίζουν συμπτώματα αλλεργίας μετά την κατανάλωση συγκεκριμένων τροφίμων, σύμφωνα με μελέτες που δημοσιεύθηκαν το 2018 και το 2019.

Πηγή: (Facts and Statistics - FoodAllergy.Org).

<b>Οστρακοειδή</b>	<b>8,2 εκατομμύρια</b>
<b>Γάλα</b>	<b>6,1 εκατομμύρια</b>
<b>Φιστίκια</b>	<b>6,1 εκατομμύρια</b>
<b>Ξηροί καρποί</b>	<b>3,9 εκατομμύρια</b>
<b>Αυγό</b>	<b>2,6 εκατομμύρια</b>
<b>Σιτάρι</b>	<b>2,4 εκατομμύρια</b>
<b>Σόγια</b>	<b>1,9 εκατομμύρια</b>

Στην Ευρώπη η επιδημιολογία των τροφικών αλλεργιών είναι αντικείμενο αυξανόμενου ενδιαφέροντος και μελέτης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συστηματικής μελέτης των (Nwaru et al., 2014) οι συνολικές συγκεντρωτικές εκτιμήσεις για όλες τις ηλικιακές ομάδες με βάση τις αυτό-αναφορές επιπολασμού ήταν: στο γάλα αγελάδας 6,0%, στο αυγό 2,5%, στο σιτάρι 3,6%, στη σόγια 0,4%, στα φιστίκια 1,3%, στους ξηρούς καρπούς 2,2%, στα ψάρια 2,2% και στα οστρακοειδή 6,3%. Στην ίδια έρευνα ο επιπολασμός των επιβεβαιωμένων με δοκιμασία τροφικής πρόκλησης τροφικών αλλεργιών ήταν: στο γάλα αγελάδας 0,6%, στο αυγό 0,2%, στο σιτάρι 0,1%, στη σόγια 0,3%, στα φιστίκια 0,2%, στους ξηρούς καρπούς 0,5%, στα ψάρια 0,1% και στα οστρακοειδή 0,1%.



**Εικόνα 1:** Εκτιμήσεις του επιπολασμού της παιδικής τροφικής αλλεργίας στον δυτικό κόσμο  
 Πηγή: (Warren et al., 2020)

[Figure 1 | Epidemiology and Burden of Food Allergy | Current Allergy and Asthma Reports \(springer.com\)](https://www.springer.com)

Η συστηματική έρευνα των (Spolidoro et al., 2023) βασίστηκε σε στοιχεία από την προηγούμενη συστηματική ανασκόπηση (που ανατέθηκε από την ΕΕΑΙ και δημοσιεύθηκε το 2014 ), καθώς και σε δεδομένα που προέκυψαν από πιο πρόσφατες μελέτες, με στόχο να δώσει σαφέστερες εκτιμήσεις για τον επιπολασμό την τροφικής αλλεργίας στην Ευρώπη. Ο επιπολασμός της αυτό-αναφερόμενης τροφικής αλλεργίας ήταν 19,9% (18,7% για τα παιδιά και 22,8% για τους ενήλικες). Ο σημειακός επιπολασμός της αυτό-αναφερόμενης τροφικής αλλεργίας ήταν 13,1% (14,2% για τα παιδιά και 12,3% για τους ενήλικες). Ο επιπολασμός για την αυτό-αναφερόμενη τροφική αλλεργία με διάγνωση γιατρού (άτομα που αναφέρουν πως έχουν διαγνωστεί με τροφική αλλεργία από γιατρό) ήταν 6,6% (9,3% για παιδιά και 5% για ενήλικες). Ο επιπολασμός των επιβεβαιωμένων με δοκιμασία τροφικής πρόκλησης τροφικών αλλεργιών ήταν 0,8% (0,7% για τα παιδιά και 1,4% για τους ενήλικες).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

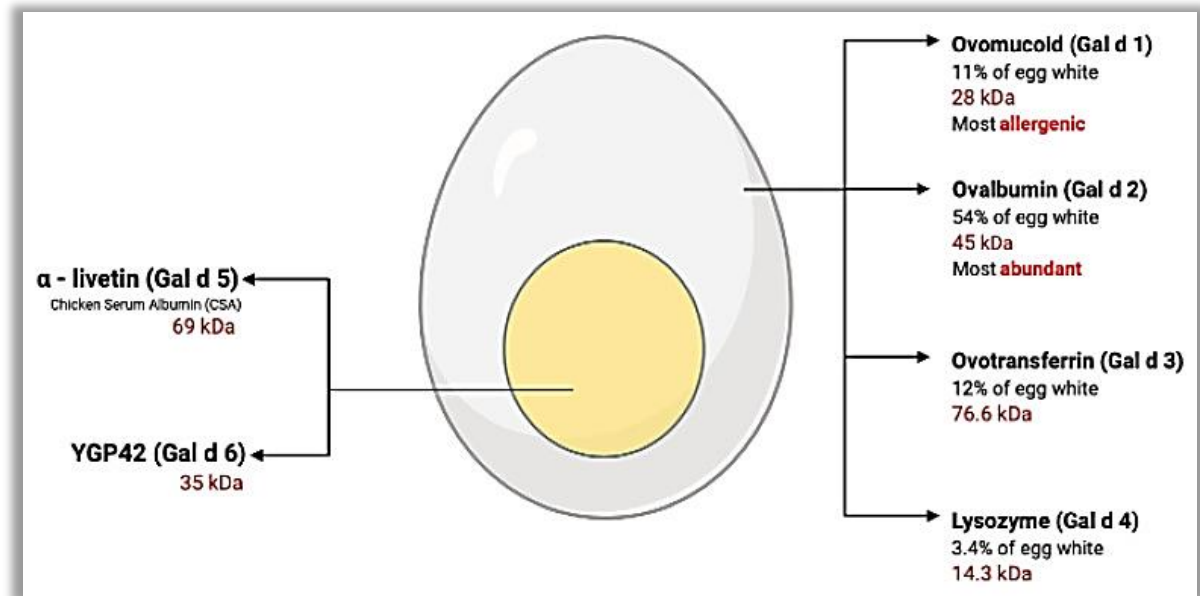
### ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

#### 2.1 ΑΥΓΟ

Το αυγό είναι ένα τρόφιμο σχετικά φθινό και εύκολα «προσβάσιμο» για τους περισσότερους καταναλωτές. Είναι η πιο ολοκληρωμένη τροφή που μας χαρίζει η φύση η οποία είναι εμπλουτισμένη μ' όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για μία ισορροπημένη διατροφή, όπως οι πρωτεΐνες, οι βιταμίνες, τα μέταλλα και τα λίπη (Muthukumar et al., 2020). Τα κύρια μέρη του αυγού είναι το ασπράδι και ο κρόκος. Το ασπράδι καταλαμβάνει το 65 – 70 % του αυγού και περιέχει 40 διαφορετικές πρωτεΐνες υψηλής διατροφικής αξίας με κυριότερη την ωοαλβουμίνη. Ο κρόκος είναι ένα πολύπλοκο φυσικοχημικό σύστημα με κυριότερα συστατικά τις πρωτεΐνες και τα λιπίδια. Όλα τα λιπίδια του κρόκου είναι συζευγμένα με τις πρωτεΐνες και σχηματίζουν τις λιποπρωτεΐνες. Οι κυριότερες πρωτεΐνες που συναντάμε στον κρόκο είναι οι λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας (LDL), οι λιποπρωτεΐνες υψηλής πυκνότητας (HDL), οι λιβετίνες και η φωσβιτίνη. Εκτός από τις παραπάνω πρωτεΐνες ο κρόκος περιέχει σε σημαντική ποσότητα αρκετές βιταμίνες (A, D, E, B1, K) και μάλιστα είναι από τα λίγα τρόφιμα που περιέχουν φυσική βιταμίνη D σε σημαντική ποσότητα (Αλεξοπούλου,2017), (Αμβροσιάδου, 2010).

#### 2.2 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΟ ΑΥΓΟ

Τόσο στο ασπράδι όσο και στον κρόκο συναντάμε αλλεργιογόνα, αλλά αναμφισβήτητα το ασπράδι εμφανίζει πολύ υψηλότερο αλλεργιογόνο δυναμικό. Τα κυριότερα αλλεργιογόνα που συναντάμε στο ασπράδι είναι το ωοβλεννοειδές, η ωοαλβουμίνη, η ωοτρανσφερίνη (κοναλβουμίνη) και η λυσοζύμη, ενώ στον κρόκο συναντάμε την α-λιβετίνη και την γλυκοπρωτεΐνη 42 (YGP42) (Benedé et al., 2015). Το ασπράδι λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες προκαλεί περισσότερες αλλεργικές αντιδράσεις από τον κρόκο. Ακόμη πρέπει να τονιστεί ότι οι πρωτεΐνες του ασπραδιού δεν επηρεάζονται από την θερμική επεξεργασία και συνεχίζουν να δρουν ως αλλεργιογόνα και στα τελικά επεξεργασμένα προϊόντα (Dona & Suphioglu, 2020).



**Εικόνα 2:** Κύρια αλλεργιογόνα στο ασπράδι και στον κρόκο του αυγού

Πηγή: (Dona & Suphioglu, 2020)

## 2.3 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΟ ΑΣΠΡΑΔΙ

### 2.3.1 ΩΟΒΛΕΝΝΟΕΙΔΕΣ (OVOMUCOID)

Το ωοβλεννοειδές (Gal d 1) βρίσκεται σε περιεκτικότητα 11% στο ασπράδι του αυγού και θεωρείται η κύρια αντιγονική και αλλεργιογόνος πρωτεΐνη του. Είναι μία γλυκοπρωτεΐνη που έχει μοριακό βάρος 28 kDa, ισοηλεκτρικό σημείο 4,1 και δρα ως αναστολέας ενζύμου, αναστέλλοντας την δραστηριότητα ορισμένων πρωτεολυτικών ενζύμων, όπως είναι η θρυψίνη. Δεν περιέχει τρυπτοφάνη, η οποία βρίσκεται στις περισσότερες πρωτεΐνες του ασπραδιού. Αυτή η πρωτεΐνη αποτελείται από 186 αμινοξέα, 3 διαδοχικές περιοχές και 9 δισουλφιδικούς δεσμούς, στην παρουσία των οποίων οφείλεται η αρκετά υψηλή δομική της σταθερότητα και η αντοχή της στην μετουσίωση. Όσο περισσότεροι είναι οι δισουλφιδικοί δεσμοί στο μόριο του ωοβλεννοειδούς τόσο πιο ενισχυμένο είναι το αλλεργιογόνο δυναμικό του (Benedé et al., 2015), (Gazme et al., 2022).

### 2.3.2 ΩΟΑΛΒΟΥΜΙΝΗ (OVALBUMIN)

Η ωοαλβουμίνη ή ωολευκωματίνη (Gal d 2) βρίσκεται στην υψηλότερη περιεκτικότητα στο ασπράδι του αυγού με ποσοστό που ανέρχεται στο 54%, έχει μοριακό βάρος 45 kDa και ισοηλεκτρικό σημείο 4,5. Είναι μια φωσφογλυκοπρωτεΐνη που αποτελείται από 385 αμινοξέα. Είναι ένα από τα πιο μελετημένα αντιγόνα στην ανοσολογία και ανήκει στην οικογένεια των σερπινών, παρόλο που δεν εμφανίζει ανασταλτική δράση πρωτεάσης. Είναι μία από τις πρώτες πρωτεΐνες που απομονώθηκαν σε καθαρή μορφή, συνδέεται με

χαμηλότερο κίνδυνο αλλεργικών αντιδράσεων και είναι θερμικά ασταθής, όμως κατά την αποθήκευση των αυγών η ωοαλβουμίνη μετατρέπεται σε μια πιο σταθερή στην θέρμανση πρωτεΐνη την S-ωοαλβουμίνη (Baumgartner & Schubert-Ullrich, 2010), (Bush & Hefle, 1996).

### 2.3.3 ΩΟΤΡΑΝΣΦΕΡΙΝΗ Ή ΚΟΝΑΛΒΟΥΜΙΝΗ (ΟΒΟΤΡΑΝΣΦΕΡΙΝ)

Η ωοτρανσφερίνη (Gal d 3) είναι μια γλυκοπρωτεΐνη που βρίσκεται σε περιεκτικότητα 12% στο ασπράδι του αυγού, έχει μοριακό βάρος 77 kDa και ισοηλεκτρικό σημείο 6,0. Θεωρείται ένα από τα κύρια αλλεργιογόνα του ασπραδιού, ανήκει στην οικογένεια των πρωτεϊνών που δεσμεύουν σίδηρο (Gazme et al., 2022), αποτελείται από 686 αμινοξέα και περιέχει 15 δισουλφιδικούς δεσμούς. Είναι σχετικά σταθερή στην θέρμανση (60 έως 82 βαθμούς Κελσίου), γεγονός που σημαίνει ότι αντέχει την διαδικασία του μαγειρέματος, χωρίς να υποστεί σημαντική μετουσίωση. Μέχρι τώρα δεν έχουν διεξαχθεί πειραματικές μελέτες με στόχο τον εντοπισμό IgE επιτόπων στην ωοτρανσφερίνη (Baumgartner & Schubert-Ullrich, 2010).

### 2.3.4 ΛΥΣΟΖΥΜΗ (LYSOZYME)

Η λυσοζύμη (Gal d 4) αντιπροσωπεύει περίπου το 3,5% της συνολικής περιεκτικότητας της πρωτεΐνης του ασπραδιού, έχει μοριακό βάρος 14 kDa και ισοηλεκτρικό σημείο 10,7 (Baumgartner & Schubert-Ullrich, 2010). Είναι μία από τις καλύτερα χημικά και ανοσολογικά χαρακτηρισμένες πρωτεΐνες, αποτελούμενη από 129 αμινοξέα και από 4 δισουλφιδικούς δεσμούς μεταξύ αμινοξέων κυστεΐνης (οι δύο είναι υπεύθυνοι για την υψηλή θερμική της αντίσταση και οι άλλοι δύο συμβάλλουν στην ενζυματική της δράση), που της προσδίδουν μία σταθερή τριτοταγή δομή. Θεωρείται ένα δευτερεύον αλλεργιογόνο και μάλιστα η αλλεργιογόνος δράση της θεωρείται μικρότερη από αυτή του Gal d 3. Η λυσοζύμη είναι ευρέως γνωστή για την προστασία που παρέχει στο αυγό έναντι των μικροβίων (Benedé et al., 2015). Πολλές μελέτες έχουν αναφερθεί στην ανοσοαντιδραστικότητα της, αλλά μόνο λίγες έχουν διερευνήσει δομές και αλληλουχίες επιτόπων IgE στην λυσοζύμη (Gazme et al., 2022).

## 2.4 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΟΝ ΚΡΟΚΟ

Σε αντίθεση με τα αλλεργιογόνα του ασπραδιού που έχουν μελετηθεί εκτενώς πολύ λίγη προσοχή έχει δοθεί στα αλλεργιογόνα του κρόκου. Ο κρόκος του αυγού περιέχει δυο αλλεργιογόνα που είναι λιγότερα διαδομένα από εκείνα του ασπραδιού, το πρώτο είναι η λευκωματίνη ορού α-λιβετίνη και το δεύτερο είναι η γλυκοπρωτεΐνη κρόκου 42 (YGP42).

Από έρευνες που βρίσκονται σε εξέλιξη, άλλες πρωτεΐνες του κρόκου που ενδέχεται να έχουν αλλεργιογόνα δράση είναι οι αποβιταλίνες και η φωσβιτίνη.

#### 2.4.1 Α-ΛΙΒΕΤΙΝΗ (A-LIVETIN)

Η α-λιβετίνη (Gal d 5) είναι η κυριότερη αλλεργιογόνος πρωτεΐνη του κρόκου. Είναι μια υδατοδιαλυτή σφαιρική γλυκοπρωτεΐνη η λεγόμενη λευκωματίνη ορού κοτόπουλου, έχει μοριακό βάρος 70 kDa και ισοηλεκτρικό σημείο 4,3-5,7. Αποτελείται από 573 αμινοξέα, που χωρίζονται διαδοχικά σε τρεις περιοχές (η πρώτη είναι από το 8 έως 183 αμινοξύ, η δεύτερη από το 202 έως το 375 και η τρίτη από το 394 έως το 573 αμινοξύ) (Baumgartner & Schubert-Ullrich, 2010).

#### 2.4.2 ΓΛΥΚΟΠΡΩΤΕΪΝΗ 42 (YGP42)

Η γλυκοπρωτεΐνη 42 (Gal d 6) αναγνωρίστηκε μετά την α-λιβετίνη και έχει μοριακό βάρος 35 kDa (Matsuo et al., 2015).

Αρτοσκευάσματα, παγωτά, ντρέσινγκ σαλάτας, ζυμαρικά, ομελέτα, μαγιονέζα, κρασί (διαύγαση με ασπράδι) πουτίγκες, κρέμες, επεξεργασμένα προϊόντα κρέατος, νουντλς αυγών, δημητριακά πρωινού, μπισκότα.

**Σχήμα 1:** Τρόφιμα που ενδέχεται να περιέχουν αλλεργιογόνες πρωτεΐνες αυγού  
Πηγή : (Steinman, 1996)

## 2.5 ΕΠΙΤΟΠΟΙ

Ένας επίτοπος είναι ένα συγκεκριμένο τμήμα μίας πρωτεΐνης (αντιγόνου) στο οποίο συνδέονται αντισώματα ή κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος, όπως τα T-κύτταρα. Οι επίτοποι που εντοπίζονται σ' ένα αλλεργιογόνο και δεσμεύουν IgE (αντισώματα ανοσοσφαιρίνης E) διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τους σειριακούς ή γραμμικούς (sequential) και τους διαμορφωτικούς (conformational). Οι σειριακοί σχηματίζονται από αμινοξέα που βρίσκονται σε γραμμική διάταξη στην πρωτοταγή δομή της πρωτεΐνης, ενώ οι διαμορφωτικοί σχηματίζονται από αμινοξέα κατά την αναδίπλωση και διαμόρφωση της πρωτεΐνης στην τριτοταγή δομή της. Η χαρτογράφηση των επιτόπων είναι πολύ σημαντική όχι μόνο γιατί μας δίνει πληροφορίες για τον μηχανισμό δράσης των αλλεργιογόνων αλλά και γιατί βοηθάει στην ανάπτυξη κατάλληλης προσέγγισης και μεθόδων για την εξάλειψη ή μείωση των τροφικών αλλεργιών. Γενικά οι γραμμικοί επίτοποι είναι πιο σταθεροί στην θέρμανση (δεν μετουσιώνονται), έναντι των διαμορφωτικών οι οποίοι χάνουν την αλλεργιογόνο δράση τους. Άτομα λοιπόν που παράγουν αντισώματα IgE τα οποία δεσμεύονται από διαμορφωτικούς επιτόπους μπορεί να καταναλώσουν μία μαγειρεμένη τροφή που περιέχει αλλεργιογόνα (π.χ. αυγό) και να μην εμφανίσουν συμπτώματα τροφικής αλλεργίας. Επίτοποι έχουν χαρτογραφηθεί και ταυτοποιηθεί σ' όλα τα αλλεργιογόνα του ασπραδιού, εκτός της ωοτρανσφερίνης (Gal d 3) (Γιαβή, 2016), (Matsuo et al., 2015), (Gazme et al., 2022).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

#### 3.1 ΓΑΛΑ

Το γάλα εδώ και εκατοντάδες χρόνια είναι αναπόσπαστο κομμάτι της διατροφής όλων των καταναλωτών και κυριότερα των παιδιών και των βρεφών, καθώς περιέχει όλα τα απαραίτητα μακροθρεπτικά συστατικά, βιταμίνες και μέταλλα, αποτελώντας έτσι μέρος μια υγιεινής και ισορροπημένης διατροφής. Η αλλεργία στο αγελαδινό γάλα είναι η πιο κοινή στα βρέφη και στα παιδιά, αφού τα συμπτώματα της εμφανίζονται στην ηλικία των 3 μηνών και διαρκούν μέχρι την ηλικία των 3 χρονών (Νικολαΐδη & Τούλης, 2022), (Muthukumar et al., 2020). Τα βρέφη και τα παιδιά, αφού δεν έχουν πλήρως ανεπτυγμένο ανοσοποιητικό σύστημα δεν μπορούν να αφομοιώσουν τις πρωτεΐνες του γάλακτος και κατ' επέκταση τις αναγνωρίζουν ως αλλεργιογόνα. Όσο περνάνε τα χρόνια ο οργανισμός γίνεται πιο ανεκτικός για αυτό και οι ενήλικες σπάνια εμφανίζουν τροφική αλλεργία στο γάλα. Μία τυπική μέση σύσταση του αγελαδινού γάλακτος είναι (Πιτσινού & Μήτραϊ, 2022):

- Λίπος: 3,8 %
- Ολικές πρωτεΐνες: 3,3%
- Λακτόζη: 4,7%
- Τέφρα: 0,7%
- Νερό: 87,5%
- Ολικά στερεά: 12,5%

#### 3.2 ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Το γάλα ανεξάρτητα από το είδος του ζώου περιέχει 2 ομάδες πρωτεϊνών: τις καζεΐνες και τις πρωτεΐνες ορού γάλακτος. Η περιεκτικότητα των καζεϊνών κυμαίνεται σε ποσοστό 80%, ενώ των πρωτεϊνών ορού γάλακτος είναι περίπου 20%. Οι καζεΐνες συντίθεται στο μαστό των ζώων, απαντώνται στην φύση μόνο στο γάλα και διακρίνονται σε α- καζεΐνες (αs1 και αs2), β- καζεΐνες και κ- καζεΐνες. Οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος είναι οι εξής: β-γαλακτογλοβουλίνη, α-γαλακταλβουμίνη, ανοσοσφαιρίνες, οροαλβουμίνη, λακτοφερίνη και πρωτεόζες-πεπτόνες (Πιτσινού & Μήτραϊ, 2022), ((Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2020).

### 3.3 ΚΥΡΙΑ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΟ ΓΑΛΑ

Οι καζεΐνες και η β-γαλακτογλοβουλίνη (β-Lg) είναι οι πιο αλλεργιογόνες πρωτεΐνες στο γάλα και οι πιο ανθεκτικές στην θερμότητα (Bush & Hefle, 1996).

Όλα τα γάλατα και προϊόντα γάλακτος (βουτυρόγαλα, γιαούρτι, βούτυρο, παγωτό, τυρί), καραμέλες, συσκευασμένες σούπες, μπισκότα, δημητριακά πρωινού, σοκολάτες, πουτίγκες, αρτοσκευάσματα, λουκάνικα χοτ-ντογκ, μαργαρίνη, σκόνες πρωτεΐνης, τεχνητό άρωμα βουτύρου, τεχνητό άρωμα τυριού, πρωτεϊνικά υδρολύματα.

**Σχήμα 2:** Προϊόντα που περιέχουν πρωτεΐνες γάλακτος και σχετίζονται με την εμφάνιση τροφικής αλλεργίας.

Πηγή: (Muthukumar et al., 2020)

#### 3.3.1 ΚΑΖΕΪΝΕΣ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι καζεΐνες χωρίζονται σε 4 διαφορετικές κατηγορίες: αs1, αs2, β και κ. Είναι φωσφοροπρωτεΐνες δηλαδή έχουν στο μόριο τους συνδεδεμένες φωσφορικές ομάδες, που τους προσδίδουν αρνητικό φορτίο με αποτέλεσμα το ισοηλεκτρικό σημείο τους να τείνει σε όξινες περιοχές ( $pI \approx 4,6$ ). Κάθε καζεΐνη αντιπροσωπεύει μία καλά καθορισμένη χημική ένωση, αλλά στο γάλα εντοπίζονται με την μορφή μεγάλων κolloειδών σωματιδίων τις μικέλλες (Fox et al., 2015). Οι α και οι β είναι τα κύρια συστατικά των καζεϊνών. Η αs1 βρίσκεται σε ποσοστό 40%, ενώ η αs2 σε ποσοστό 10%, η β κυμαίνεται περίπου στο 36% και η κ στο 14%. Οι καζεΐνες είναι γενικά υδρόφοβες (η κ είναι πιο υδρόφιλη από τις άλλες 2) και αρκετά σταθερές, δεν μετουσιώνονται, ακόμα και σε υψηλές θερμοκρασίες (Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2020). Θεωρούνταν αρχικά ως ομογενής ουσία, ως ότου αποδείχθηκε ότι αποτελούνται από 2 διακριτά κλάσματα: τις ευαίσθητες στο ασβέστιο (αs και β καζεΐνες) και τις μη ευαίσθητες στο ασβέστιο (κ-καζεΐνες) (Πιτσινού & Μήτραϊ, 2022). Δεν επηρεάζονται σημαντικά από σοβαρές θερμικές επεξεργασίες, αλλά είναι πολύ ευαίσθητες στις πρωτεϊνάσες και στις εξωπεπτιδάσες, με αποτέλεσμα να αποικοδομούνται ταχέως και εκτενώς κατά την πέψη στο έντερο.

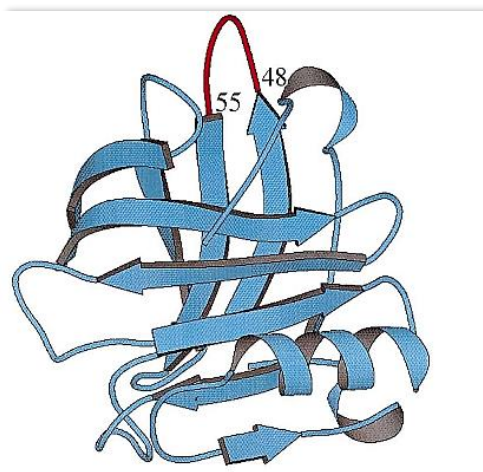
Η αs1 εμφανίζει τουλάχιστον 5 γενετικές παραλλαγές, έχει μοριακό βάρος 27-32 kDa (ανάλογα με τι συνθήκες ανάλυσης) και περιέχει 199 αμινοξέα, εκ των οποίων τα περισσότερα είναι όξινα. Η αs2 έχει το ίδιο μοριακό βάρος με την αs1 και αποτελείται από 207 αμινοξέα. Η πολυπεπτιδική της αλυσίδα περιέχει μεγάλο αριθμό θετικά φορτισμένων πλευρικών αλυσίδων και φωσφορυλιώνεται σε πολλαπλές θέσεις, εμφανίζοντας χαμηλή περιεκτικότητα σε προλίνη (Monaci et al., 2006). Η β έχει μοριακό βάρος 24 kDa, αποτελείται από 209 αμινοξέα και εμφανίζει 7 γενετικές παραλλαγές. Θεωρείται το πιο υδρόφοβο συστατικό της ολικής καζεΐνης και είναι λιγότερο φωσφορυλιωμένη από την α-καζεΐνη. Η β είναι πλούσια σε φωσφοσερίνη με την οποία συνδέεται το κολλοειδές φωσφορικό ασβέστιο, γεγονός που συμβάλει στην διάταξη των καζεϊνών στις μικέλλες (Wong et al., 1996). Η κ-καζεΐνη έχει μοριακό βάρος 19,1 kDa και αποτελείται από 169 αμινοξέα. Έχει στο μόριό της σάκχαρα (είναι μια γλυκοπρωτεΐνη) και είναι η πιο υδρόφιλη από όλες τις καζεΐνες. Έχει επίσης σημαντική τεχνολογική σημασία, καθώς είναι υπεύθυνη για τον σχηματισμό και την σταθερότητα των μικυλλίων στο γάλα. Επίσης είναι πολύ ευαίσθητη στην πρωτεόλυση και συμμετέχει ενεργά σε διαδικασίες τυροκομίας (Baumgartner & Schubert-Ullrich, 2010).

### 3.3.2 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΟΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος διαχωρίζονται ως εξής: στην β-γαλακτογλοβουλίνη, την α-γαλακταλβουμίνη, τις ανοσοσφαιρίνες, την οροαλβουμίνη, την λακτοφερίνη και τις πρωτεόζες-πεπτόνες (Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2020). Αντιπροσωπεύουν το 12% τις συνολικής πρωτεΐνης του γάλακτος και μερικές συντίθεται στο μαστό (β-γαλακτογλοβουλίνη, α-γαλακταλβουμίνη) και μερικές προέρχονται από το αίμα (ανοσοσφαιρίνες, οροαλβουμίνη). Σε αντίθεση με τις καζεΐνες, οι πρωτεΐνες του ορού μετουσιώνονται σε υψηλές θερμοκρασίες, δεν περιέχουν φώσφορο, δεν καθιζάνουν και δεν πήζουν παρουσία πυτιάς.

Η β-γαλακτογλοβουλίνη είναι ένα από τα βασικότερα αλλεργιογόνα του γάλακτος, βρίσκεται σε ποσοστό 50%, αποτελώντας έτσι την κυριότερη πρωτεΐνη του ορού γάλακτος των περισσότερων θηλαστικών και ανάλογα με το είδος του ζώου αυτή η περιεκτικότητα μεταβάλλεται. Είναι μία σφαιρική πρωτεΐνη, έχει μοριακό βάρος 18 kDa και περιέχει 162 αμινοξέα, τα οποία περιέχουν θείο (Monaci et al., 2006). Έχει γνωστή τριτοταγή δομή, ανήκει στην οικογένεια των λιποκαλινών και δεσμεύει την ρετινόλη, προστατεύοντας την από την οξείδωση (Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2020). Είναι ευαίσθητη στην θερ-

μότητα, με αποτέλεσμα η συμπαγής και σφαιρική δομή της να καταστρέφεται, ξεδιπλώνοντας το μόριο της. Διαθέτει δύο δισουλφιδικές γέφυρες και μία ελεύθερη κυστεΐνη, διαμορφώνοντας έτσι μία δομή που είναι υπεύθυνη για τις κύριες φυσικοχημικές ιδιότητες της και για την αλληλεπίδραση της με την κ-καζεΐνη κατά τις θερμικές επεξεργασίες.



**Εικόνα 3:** Τρισδιάστατη σχηματική απεικόνιση της δομής της β- Lg. Με κόκκινο χρώμα εντοπίζεται ο επίτοπος (AA 48 – 55)

Πηγή: (Sharma et al., 2001)

Η α-γαλακταλβουμίνη είναι ένα δευτερεύον αλλεργιογόνο του γάλακτος, που αντιπροσωπεύει περίπου το 25 % των πρωτεϊνών του ορού και σε αντίθεση με την β- Lg η α-La εντοπίζεται στο ανθρώπινο γάλα (Wal, 2001). Είναι μία μονομερής σφαιρική πρωτεΐνη που δεσμεύει το ασβέστιο (γεγονός που της προσδίδει ανθεκτικότητα στην θέρμανση), αποτελείται από δύο γενετικές παραλλαγές, οι οποίες διαφέρουν μόνο σε μία αλληλουχία αμινοξέων και έχει μοριακό βάρος 14 kDa. Αυτή η πρωτεΐνη προάγει την μεταφορά της γαλακτόζης στην γλυκόζη για να σχηματιστεί η λακτόζη, το κύριο σάκχαρο του γάλακτος (Wong et al., 1996).

Η BSA (BOVINE SERUM ALBUMIN) εντοπίζεται σε ποσοστό 5% στις πρωτεΐνες ορού γάλακτος, έχει μοριακό βάρος 67 kDa και είναι ένα δευτερεύον αλλεργιογόνο. Εμφανίζει τα ίδια χαρακτηριστικά με την αλβουμίνη ορού του αίματος των βοοειδών και η παρουσία της στο γάλα πιθανότατα οφείλεται σε διαρροή από το αίμα. Ρυθμίζει την ωσμωτική πίεση στο αίμα, δεσμεύει πολλά κατιόντα, είναι κύριος μεταφορέας λιπαρών οξέων και ορμονών, βοηθώντας στην διάλυση τους στο πλάσμα του αίματος (Baumgartner & Schubert-Ullrich, 2010), (Bush & Hefle, 1996).

### 3.4 ΕΠΙΤΟΠΟΙ ΣΤΑ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

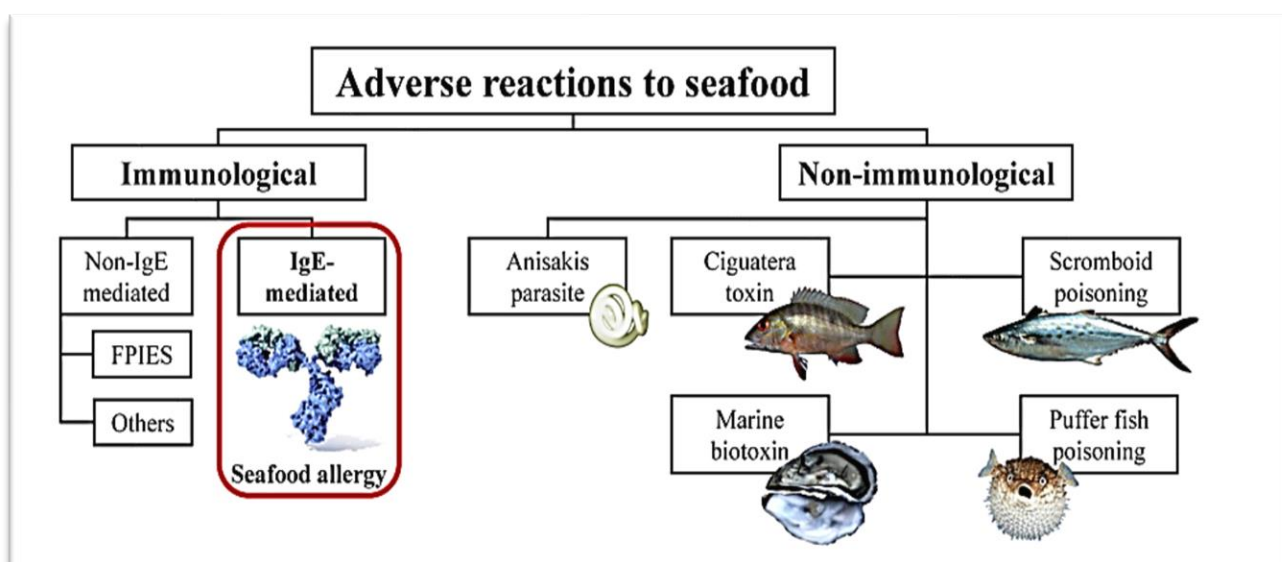
Όπως και στο αυγό έτσι και για τα αλλεργιογόνα του γάλακτος έχουν χαρτογραφηθεί οι επίτοποι που δεσμεύουν IgE αντισώματα. Στην α-γαλακταλβουμίνη έχουν ταυτοποιηθεί οι εξής επίτοποι: AA1-16, AA13-26, AA47-58 και AA93-102. Στην β-γαλακτογλοβουλίνη έχουν ταυτοποιηθεί οι εξής επίτοποι: AA1-16, AA31-60, AA67-86 και AA127-152. Σε όλες τις καζεΐνες έχουν ταυτοποιηθεί επίτοποι δέσμησης αντισωμάτων IgE. Στην αs2 εντοπίζονται 10 διαδοχικοί επίτοποι δέσμησης IgE, με τους κυριότερους να είναι οι εξής: AA83-100, AA143-158, AA157-172 και AA165-188. Στην αs1 έχει ταυτοποιηθεί η ανοσοκυρίαρχη περιοχή δέσμησης IgE: AA181-199 και ακόμη τα εξής τρία πεπτίδια που δεσμεύουν αντισώματα IgE: AA19-30, AA93-98 και AA141-150. Στην β-καζεΐνη έχουν ταυτοποιηθεί 6 κύριες και 3 δευτερεύουσες περιοχές που δεσμεύουν αντισώματα IgE. Στην κ-καζεΐνη έχουν χαρτογραφηθεί 8 κύρια πεπτίδια που δεσμεύουν IgE, εκ των οποίων τα AA9-26, AA21-44 και AA47-68 αναγνωρίζονται από το 93% των ασθενών που πάσχουν από τροφική αλλεργία (Matsuo et al., 2015).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

#### 4.1 ΨΑΡΙΑ

Η κατανάλωση ψαριών και προϊόντων τους διαδραματίζει πρωταρχικό ρόλο στην διατροφή του ανθρώπου, καθώς αποτελούν εξαιρετική πηγή πρωτεϊνών, υψηλής αφομοίωσης βιταμινών και πολυακόρεστων (PUFAs) λιπαρών οξέων (ω-3 λιπαρά οξέα). Εξαιτίας των αναμφισβήτητων οφελών που προσφέρουν στην υγεία (πρόληψη καρκίνου, καρδιαγγειακών νοσημάτων) και την υψηλή διατροφική τους αξία η κατανάλωση τους σε παγκόσμιο επίπεδο συνεχώς αυξάνεται (Fernandes et al., 2015). Η συχνότητα υπερευαισθησίας (θανατηφόρα αναφυλαξία) στα ψάρια παρατηρείται ότι είναι αυξημένη σε χώρες όπου η κατανάλωση τους είναι υψηλότερη από το μέσο όρο (Taylor & Lehrer, 1996). Σύμφωνα με επίσημα δεδομένα τα ποσοστά αυτοαναφερόμενης τροφικής αλλεργίας στα ψάρια κυμαίνονται από 0,2 έως 2,3%, όμως ανάλογα με τις διατροφικές συνήθειες του καθενός, τον τόπο διαμονής του και τον τύπο επεξεργασίας των ψαριών τα ποσοστά αυτά μπορεί να διαφέρουν. Αντιδράσεις στα ψάρια δεν προκαλούνται μόνο μέσω του ανοσοποιητικού συστήματος, αλλά συχνά μπορεί να ευθύνονται διάφορες τοξίνες και παράσιτα που περιέχονται σε αυτά (Ruethers et al., 2018).



Εικόνα 4: Επισκόπηση των ανεπιθύμητων ενεργειών που προκαλούνται από την κατανάλωση ψαριών και θαλασσινών.

Πηγή: (Ruethers et al., 2018)

## 4.2 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΑ ΨΑΡΙΑ

### 4.2.1 ΠΑΡΒΑΛΒΟΥΜΙΝΗ

Για την αλλεργική αντίδραση στα ψάρια ευθύνεται κυρίως η ομάδα των πρωτεϊνών που ανήκουν στην οικογένεια των παρβαλβουμινών (Gad c1). Η παρβαλβουμίνη απομονώθηκε για πρώτη φορά το 1970 από τον βακαλάο του Ατλαντικού, μετέπειτα όμως έχει βρεθεί σε πλήθος άλλων ιχθυηρών (τόνος, ξιφίας, σολομός κ.τ.λ.) (Sharp & Lopata, 2014). Αντιπροσωπεύει το κύριο κλινικά διασταυρούμενο αλλεργιογόνο, καθώς το 90% των ανθρώπων που είναι αλλεργικοί στα ψάρια αντιδρούν σε αυτήν την πρωτεΐνη. Είναι σχετικά μικρές με μοριακό βάρος 10-13 kDa, όξινες, υδατοδιαλυτές, αποτελούνται από 113 αμινοξέα και είναι ανθεκτικές στην θερμική και ενζυματική αποικοδόμηση. Εντοπίζονται σε δύο ισόμορφες τις A που ταξινομούνται ως μη αλλεργικές και τις B, όπου περιλαμβάνεται η πλειονότητα των παρβαλβουμινών που αντιδρούν με την ανοσοσφαιρίνη E (IgE). Τα περισσότερα είδη ψαριών περιέχουν 2 ή περισσότερες διαφορετικές ισόμορφες B-παρβαλβουμίνης, οι οποίες ονομάζονται B1,B2 κτλ. και ενδέχεται να διαφέρουν σημαντικά ως προς την αλληλουχία αμινοξέων (Fernandes et al., 2015). Το Gad c1 βρίσκεται στους λευκούς μύες πολλών ειδών ψαριών και ρυθμίζει την εναλλαγή ασβεστίου στα μυϊκά σκελετικά κύτταρα. Η δέσμευση του ασβεστίου είναι πολύ σημαντική για την προστασία αυτών των πρωτεϊνών από δομικές αλλοιώσεις, καθώς και για την διατήρηση του αλλεργιογόνου δυναμικού τους. Η αλλεργιογόνος δράση τους έχει μελετηθεί σε πολλά είδη ψαριών και σύμφωνα με επίσημα δεδομένα φαίνεται να έχουν εντοπιστεί 218 ισόμορφες παρβαλβουμίνης που είναι αλλεργιογόνες, όμως μόνο 27 από αυτές έχουν καταχωρηθεί στην λίστα αλλεργιογόνων του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (Sharp & Lopata, 2014).

#### 4.2.2 ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ

Εκτός από τις παρβαλβουμίνες άλλα αλλεργιογόνα ψαριών που εντοπίζονται σε μικρότερη ποσότητα είναι η ορμόνη βιτελογενίνη, η ζελατίνη, το κολλαγόνο καθώς και τα ένζυμα ενολάση και αλδολάση. Η αλδολάση και η ενολάση είναι απαραίτητα γλυκολυτικά ένζυμα που έχουν αναγνωρισθεί ως σημαντικά αλλεργιογόνα στον μυϊκό ιστό της τσιπούρας, του μπακαλιάρου, του σολομού και του τόνου. Αυτά τα δύο ένζυμα φαίνεται να είναι λιγότερο ανθεκτικά στην επεξεργασία τροφίμων από την παρβαλβουμίνη, ωστόσο αυτό δεν έχει διερευνηθεί εκτενώς. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι αλλεργικές αντιδράσεις μπορεί να προκληθούν από το παράσιτο *Anisakis*, το οποίο περιέχει αλλεργιογόνα τα οποία είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στο μαγείρεμα (Sharp & Lopata, 2014), (Ruethers et al., 2018).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

#### 5.1 ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ

Τα οστρακοειδή γενικά ταξινομούνται στην οικογένεια των ασπόνδυλων και κατηγοριοποιούνται ως μαλάκια (μύδια, στρείδια, καλαμάρια, χταπόδι, χτένια, κοχύλια) και μαλακόστρακα (γαρίδες, караβίδες, καβούρια, αστακός). Καταναλώνονται είτε ωμά, είτε μερικώς ή πλήρως μαγειρεμένα και τελευταία προτιμώνται όλο και περισσότερο από τους καταναλωτές, καθώς είναι πλούσια σε πρωτεΐνες, ω-3 λιπαρά οξέα, βιταμίνη B12, μέταλλα και ιχνοστοιχεία (Muthukumar et al., 2020). Ο επιπολασμός της τροφικής αλλεργίας που προκαλείται από τα οστρακοειδή είναι αισθητά αυξημένος, και ως εκ τούτου απασχολεί όλο και περισσότερο τους καταναλωτές και τους υπεύθυνους υγείας (Fernandes et al., 2015). Οι ανεπιθύμητες αντιδράσεις στα οστρακοειδή μπορεί να προκληθούν τόσο από ανοσολογικούς όσο και από μη ανοσολογικούς μηχανισμούς, ως αποτέλεσμα της κατανάλωσης αυτών ή συστατικών που ενδεχομένως βρίσκονται σε αυτά (παράσιτα, βακτήρια, τοξίνες, βιογενείς αμίνες και χρωστικές). Αρκετές μελέτες υποδεικνύουν ότι τα οστρακοειδή προκαλούν πιο σοβαρές αλλεργικές αντιδράσεις σε σχέση με τα υπόλοιπα τρόφιμα.

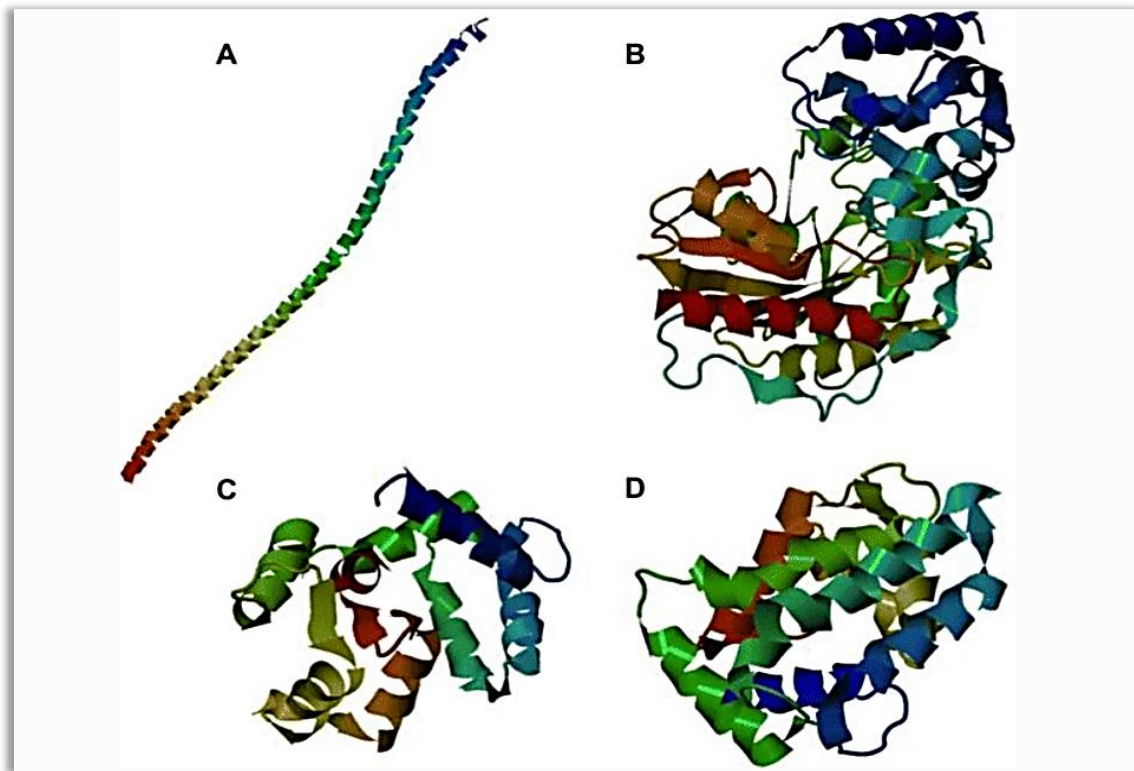
#### 5.2 ΚΥΡΙΑ ΑΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΑ ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ

##### 5.2.1 ΤΡΟΠΟΜΥΟΣΙΝΗ

Οι τροπομυοσίνες (Pen a1) είναι το βασικό αλλεργιογόνο (περιεγράφηκε πρώτη φορά ως αλλεργιογόνο το 1981) που βρίσκεται κατά κύριο λόγο στα καρκινοειδή και συγκεκριμένα «ευθύνεται» για το 85% των τροφικών αλλεργιών στις γαρίδες (Ruethers et al., 2018). Το μοριακό βάρος τους κυμαίνεται από 38 έως 41 kDa, έχουν ελαφρώς όξινο ισοηλεκτρικό σημείο, είναι υδατοδιαλυτές, σταθερές στην θέρμανση και παρουσιάζουν μεγάλη ομολογία στην αλληλουχία των αμινοξέων τους. Εντοπίζονται τόσο σε μυϊκά όσο και σε μη μυϊκά κύτταρα, εμφανίζουν δομή σπειροειδούς έλικας α και παρεμβαίνουν στην ρυθμιστική λειτουργία της μυϊκής συστολής (Fernandes et al., 2015). Έχει καταγραφεί ένας μεγάλος αριθμός αλλεργιογόνων τροπομυοσινών στα καρκινοειδή (γαρίδες, καβούρι, αστακός, караβίδες), οι οποίες εμφανίζουν μεγάλη ομοιότητα στην αλληλουχία των αμινοξέων τους (Wild & Lehrer, 2005).

### 5.2.2 ANTIGONA I ΚΑΙ II

Στο σώμα και σε εκχυλίσματα κελύφους ακατέργαστων γαρίδων εντοπίστηκαν δύο αλλεργιογόνες πρωτεΐνες που ονομάστηκαν αντιγόνα I και II. Το αντιγόνο I απομονώνεται πιο εύκολα σε ωμή γαρίδα, είναι πιο ασταθές στην θερμότητα και αποτελείται από δύο μη ομοιοπολικά δεσμευμένες πολυπεπτιδικές αλυσίδες. Έχει μοριακό βάρος 45 kDa και αποτελείται από 189 αμινοξέα. Το αντιγόνο II εντοπίζεται πιο εύκολα σε βρασμένες γαρίδες, είναι μία οξυάντοχη και ανθεκτική στην θέρμανση γλυκοπρωτεΐνη με μοριακό βάρος 38 kDa και συνολικά αποτελείται από 341 αμινοξέα (Taylor & Lehrer, 1996).



**Εικόνα 5:** Αλλεργιογόνα στα οστρακοειδή: Α. Τροπομυοσίνη Β. Κινάση Αργινίνης Γ. Ελαφριά αλυσίδα μυοσίνης Δ. Σαρκοπλασματική πρωτεΐνη που δεσμεύει ασβέστιο  
Πηγή: (Pedrosa et al., 2015).

### 5.2.3 ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ

Εκτός από την τροπομυοσίνη έχουν εμφανιστεί σε μικρότερη ποσότητα και άλλα αλλεργιογόνα στα καρκινοειδή. Αρχικά, το 2003 βρέθηκε ένα νέο αλλεργιογόνο (Pen m2) στην μαύρη γαρίδα τίγρης το οποίο φαίνεται να είναι παρόμοιο με την κινάση αργινίνης. Αυτό το ένζυμο έχει ιδιότητες ρύθμισης και μεταφοράς, είναι άφθονο στους μύες των καρκινοειδών και έχει εντοπιστεί σε σκόρους, ακάρεα, αράχνες και κατσαρίδες. Μετέπειτα καταγράφηκαν δύο νέα αλλεργιογόνα στην λευκή γαρίδα του Ειρηνικού και στην μαύρη γαρίδα τίγρης τα οποία είναι μία σαρκοπλασματική πρωτεΐνη που δεσμεύει το ασβέστιο και μία ελαφριά αλυσίδα μυοσίνης μοριακού βάρους 20 kDa. Επίσης, η αιμοκυανίνη που απομονώθηκε από τις γαρίδες του γλυκού νερού φαίνεται να εμφανίζει αλλεργιογόνο δράση αλλά και η τροπομίνη γ έχει περιγραφεί ως αλλεργιογόνο στις γαρίδες της Βόρειας Θάλασσας (Pedrosa et al., 2015), (Ruethers et al., 2018).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

#### 6.1 ΣΟΓΙΑ

Η σόγια ανήκει στην οικογένεια των οσπρίων και είναι ένα από τα 8 βασικά αλλεργιογόνα που επηρεάζει το 0,5% του γενικού πληθυσμού (Pi et al., 2021). Η κατανάλωση της είναι ευρύτατα διαδεδομένη τα τελευταία χρόνια, καθώς αποτελεί το κύριο υποκατάστατο κρέατος για τους χορτοφάγους. Χρησιμοποιείται αρκετά σε πολλά προϊόντα στην βιομηχανία τροφίμων όπως είναι το αλεύρι σόγιας, το ρόφημα σόγιας, το τόφου και ο κιμάς σόγιας. Εξαιτίας των απεριόριστων χρήσεων της είναι ένα ιδιαίτερα «ύπουλο κρυφό αλλεργιογόνο». Η σόγια μπορεί να καταναλωθεί ως ολόκληρα φασόλια, αλλά χρησιμοποιείται στην παρασκευή τροφίμων με πολλούς διαφορετικούς τρόπους είτε ως γαλακτωματοποιητής είτε ως πληρωτικό πρωτεΐνης και ακόμα ενδέχεται να περιέχεται με την μορφή αλεύρου σόγιας σε ψωμί, κέικ, μπισκότα, παιδικές τροφές, λουκάνικα και επεξεργασμένα κρέατα. Εκτός από τα τρόφιμα η σόγια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε προϊόντα μαλλιών, προϊόντα περιποίησης δέρματος, αντηλιακά, συμπληρώματα διατροφής και προϊόντα καθαρισμού (L'Hocine & Boye, 2007). Η χρήση της είναι τόσο εκτεταμένη στα επεξεργασμένα τρόφιμα, που η αποφυγή της κατανάλωσης της είναι σχεδόν απίθανο να συμβεί, για αυτό ο εντοπισμός των αλλεργιογόνων πρωτεϊνών της σόγιας είναι ζωτικής σημασίας (Muthukumar et al., 2020).

Σογιέλαιο, μαργαρίνη, μαγιονέζα, σάλτσα σόγιας, worcestershire σως, σάλτσα teriyaki, μπαχαρικά, τόφου, μπισκότα, δημητριακά πρωινού, τυρί από σόγια, κονσερβοποιημένα κρέατα, υποκατάστατα γάλακτος (ροφήματα σόγιας), συσκευασμένες σούπες, ποπ κορν στα μικροκύματα, μπάρες και σκόνη πρωτεΐνης, υποκατάστατα γευμάτων σε σκόνη, σοκολάτα, προϊόντα κρέατος (π.χ. λουκάνικο).

**Σχήμα 3:** Τα κυριότερα τρόφιμα που περιέχουν αλλεργιογόνες πρωτεΐνες σόγιας  
Πηγή: (Steinman, 1996)

## 6.2 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΣΤΗΝ ΣΟΓΙΑ

Το ποσοστό των πρωτεϊνών στο σπόρο της σόγιας ανέρχεται στο 35%, εκ των οποίων το 90% είναι αλατοδιαλυτές σφαιρίνες και το υπόλοιπο 10% είναι υδατοδιαλυτές αλβουμίνες. Μετά από μελέτες έχουν ανακαλυφθεί τα εξής 4 ανομοιογενή κλάσματα πρωτεϊνών: 2S, 7S, 11S και 15S. Το κλάσμα 2S περιέχει 8 με 22 % της εκχυλίσιμης πρωτεΐνης σόγιας και αποτελείται από αρκετές πρωτεΐνες, με κυριότερη τον αναστολέα θρυψίνης. Το κλάσμα 7S περιλαμβάνει το 35% των διαλυτών πρωτεϊνών με κυριότερη την β-κονγλυκινίνη που είναι μια γλυκοπρωτεΐνη με μοριακό βάρος 140-170 kDa. Το κλάσμα 11S αποτελεί το 31-52% των διαλυτών πρωτεϊνών της σόγιας με κυριότερη την 11S σφαιρίνη, που είναι γνωστή ως γλυκινίνη και έχει μοριακό βάρος 320-360 kDa. Το κλάσμα 15S περιλαμβάνει το 5% της συνολικής εκχυλίσιμης πρωτεΐνης (L'Hocine & Boye, 2007), (Pi et al., 2021).

## 6.3 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΕΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΣΤΗΝ ΣΟΓΙΑ

Σχεδόν 30 αλλεργιογόνα έχουν βρεθεί στον σπόρο της σόγιας, τα οποία προκαλούν τα κοινά συμπτώματα τροφικής αλλεργίας, όπως είναι το άσθμα και το αναφυλακτικό σοκ. Τα κύρια αλλεργιογόνα είναι το Gly m Bd 30 K (P34), Gly m Bd 28 K (P28), Gly m 4, Gly m 5 και Gly m 6 (Pi et al., 2021).

### 6.3.1 Gly m Bd 30 K (P34)

Αυτό το αλλεργιογόνο αναγνωρίζεται πιο συχνά από τα αντισώματα IgE στους ορούς των ασθενών που είναι ευαίσθητοι στην σόγια. Είναι μία μονομερής αδιάλυτη γλυκοπρωτεΐνη που αποτελείται από 257 αμινοξέα, τα οποία συνδέονται με δισουλφιδικούς δεσμούς και εμφανίζει 30% ομολογία ή 50% ομοιότητα με το Der p 1 που είναι ένα αλλεργιογόνο ακάρεων σκόνης (Ogawa et al., 2000). Ανήκει στην υπεροικογένεια των πρωτεασών κυστεΐνης παπαΐνης και προέρχεται από μία πρόδρομη πρωτεΐνη με μοριακό βάρος 46-47 kDa. Το P34 υπάρχει σχεδόν σε όλες τις ποικιλίες σόγιας με κάποιες εξαιρέσεις και οι επισημωμένες καλούνται να σχεδιάσουν νέες διαδικασίες για την εξάλειψη αυτού του αλλεργιογόνου.

### 6.3.2 Gly m Bd 28 K (P28)

Αυτό είναι ένα δευτερεύον πρωτεϊνικό συστατικό στην σόγια και είναι ένα από τα κύρια αλλεργιογόνα που απομονώθηκε από το κλάσμα 7S (Ogawa et al., 2000). Είναι μια γλυκοπρωτεΐνη με μοριακό βάρος 28 kDa, ισοηλεκτρικό σημείο 5,6 και αντιπροσωπεύει λιγότερο από το 0,5% της πρωτεΐνης στον σπόρο σόγιας.

### 6.3.3 Gly m 4, Gly m 5, Gly m 6

Το Gly m 4 είναι μία υδατοδιαλυτή πρωτεΐνη που αποτελείται από 157 αμινοξέα, έχει μοριακό βάρος 17 kDa και εμφανίζει ασθενή αντίσταση στην θέρμανση, την οξύτητα και τις πρωτεάσες. Το Gly m 5 είναι η β-κονγλυκινίνη που αντιπροσωπεύει το 85% του κλάσματος 7S, έχει μοριακό βάρος 150-210 kDa και περιέχει 3 υπομονάδες την α, α' και την β. Παρόλο που η α και α' υπομονάδα έχουν εξαιρετική ομολογία μεταξύ τους, φαίνεται να διαφέρουν ως προς το αλλεργιογόνο δυναμικό τους (Pi et al., 2021). Η α υπομονάδα της β κονγλυκινίνης ονομάζεται Gly m Bd 60 K είναι μία γλυκοπρωτεΐνη με μοριακό βάρος 57 kDa και ισοηλεκτρικό σημείο 4,9 (Mulalapele & Xi, 2021). Το Gly m 6 ή αλλιώς γλυκινίνη, είναι μία αρκετά μεγάλη πρωτεΐνη που αποτελείται από 5 υπομονάδες (g1, g2, g3, g4 και g5) και κάθε μία έχει ένα βασικό και ένα όξινο πολυπεπτίδιο, που συνδέονται με δισουλφιδικούς δεσμούς (L'Hocine & Boye, 2007). Η υπομονάδα g1 εμφανίζει πολύ ισχυρότερη δέσμευση αντισωμάτων IgE σε σχέση με την g2, παρόλο που εμφανίζουν μεγάλη ομοιότητα στην αλληλουχία των αμινοξέων τους. Σε μια έρευνα που έγινε η υπομονάδα g5 αναγνωρίστηκε από το 90,9% των παιδιών που εμφανίζουν αλλεργία στην σόγια (Pi et al., 2021).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

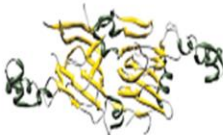



### ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

#### 7.1 ΦΙΣΤΙΚΙΑ

Τα φιστίκια είναι σπόροι του φυτού Αραχίδας, ανήκουν στην οικογένεια των ψυχανθών, σχετίζονται με τα φασόλια και τα μπιζέλια και όχι με τους ξηρούς καρπούς (Bublin & Breiteneder, 2014). Είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά όπως πρωτεΐνες, λιπαρά οξέα, φυτικές ίνες, υδατοδιαλυτές βιταμίνες (B3, B6), μέταλλα και έχουν μικρή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες. Αποτελούν μία από τις βασικές καλλιέργειες της Ινδίας, της Κίνας, των ΗΠΑ και της δυτικής Αφρικής, ευθύνονται περίπου για το 50% των τροφικών αλλεργιών και είναι ίσως η πιο κοινή αιτία θανάτου από τροφική αναφυλαξία στις ΗΠΑ. Χρησιμοποιούνται ευρέως ως συστατικά σε πολλά τρόφιμα, συσκευασμένα και μη, και προστίθενται σε μεγάλη ποικιλία επεξεργασμένων τροφίμων όπως: παγωτό, σνακ, μπισκότα, δημητριακά πρωινού, φιστικοβούτυρο, φιστικέλαιο και σοκολάτα (Muthukumar et al., 2020).

#### 7.2 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΕΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΣΤΑ ΦΙΣΤΙΚΙΑ

Τα αλλεργιογόνα φιστικιών είναι κυρίως πρωτεΐνες αποθήκευσης των σπόρων που υπάρχουν ως μία ή περισσότερες ομάδες πρωτεϊνών και χρησιμεύουν ως αποθήκες αμινοξέων με σκοπό την βλάστηση και την ανάπτυξη των σπόρων. Έχουν ταυτοποιηθεί 11 αλλεργιογόνα στα φιστίκια με τα βασικότερα να είναι το Ara h1, Ara h2 και το Ara h3 (Zhuang & Dreskin, 2013).

Protein superfamily	Cupin			Prolamin		
	Vicilin or 7S globulin	Legumin or 11S globulin		2S albumin		nsLTP
Allergen	Ara h 1	Ara h 3	Ara h 2	Ara h 6	Ara h 7	Ara h 9
Isoallergen (UniProt)	Ara h 1.0101 (P43238)	Ara h 3.0101 (O82580) Ara h 3.0201 (Q9SQH7)	Ara h 2.0101 (Q6PSU2) Ara h 2.0201 (Q6PSU2)	Ara h 6.0101 (Q647G9)	Ara h 7.0101 (Q9SQH1) Ara h 7.0201 (B4XID4)	Ara h 9.0101 (B6CEX8) Ara h 9.0201 (B6CG41)
Molecular mass (kDa) and theoretical pI	monomer 63.5 kDa; pI 4.6 occurs as trimer of 180 kDa	monomer 60.0 kDa; pI 4.6 occurs as hexamer of 360 kDa	16.6 kDa; pI 5.8 18.0 kDa; pI 5.5	15.0 kDa; pI 5.5	16.4 kDa; pI 5.6 17.4 kDa; pI 7.5	9.1 kDa; pI 9.5 9.1 kDa; pI 9.3
Representative protein structure						

**Εικόνα 6:** Ταξινόμηση των κύριων αλλεργιογόνων στα φιστίκια  
Πηγή: ((Bublin & Breiteneder, 2014)).

### 7.2.1 ΥΠΕΡΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ CUPIN

Αυτή είναι μία λειτουργικά ποικιλόμορφη πρωτεϊνική υπεροικογένεια, η οποία ονομάστηκε έτσι λόγω της δομής της που μοιάζει με βαρέλι. Στα όσπρια, όπως το φιστίκι οι αποθηκευτικές πρωτεΐνες των σπόρων τύπου σφαιρίνης υπάρχουν σε 2 μορφές: 7S (Ara h1) και 11S (Ara h3) (Palladino & Breiteneder, 2018).

#### ARA H1

Είναι το αλλεργιογόνο που έχει αναλυθεί περισσότερο και αναγνωρίζεται από το 90% των ατόμων που είναι ευαίσθητα στα φιστίκια. Είναι μια γλυκοπρωτεΐνη, που αντιπροσωπεύει το 12-16% της πρωτεΐνης στο φιστίκι, έχει ισοηλεκτρικό σημείο που κυμαίνεται στο 4,55 και μοριακό βάρος 63,5 kDa. Περιέχει 23 ανεξάρτητους επιτόπους που δεσμεύουν αντισώματα IgE, αποτελεί ένα εξαιρετικά σταθερό σύμπλεγμα ομοτριμερών γλυκοπρωτεϊνών με μαννόζη και σύνθετες N-γλυκάνες, οι οποίες δεν μετουσιώνονται και είναι ανθεκτικές στην πρωτεολυτική υδρόλυση (Pele, 2010).



### **ARA H3**

Στα φιστίκια εμφανίζεται ως εξαμερές με συνολικό μοριακό βάρος 360 kDa, με το κάθε μονομερές του να έχει μοριακό βάρος 60 kDa και το ισοηλεκτρικό σημείο του να κυμαίνεται στο 4,6. Στο κάθε μονομερές έχουν ταυτοποιηθεί 4 επίτοποι (μόνο ένας αναγνωρίζεται από το 35% των ασθενών που είναι αλλεργικοί στα φιστίκια) και ο καθένας αποτελείται από 10 έως 15 αμινοξέα που βρίσκονται στην επιφάνεια του αλλεργιογόνου (Zhuang & Dreskin, 2013).

### **7.2.2 ΥΠΕΡΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΠΡΟΛΑΜΙΝΩΝ**

Αυτή η υπεροικογένεια πήρε το όνομα της από τις προλαμίνες των δημητριακών που είναι οι κύριες αποθηκευτικές πρωτεΐνες τους και χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα στα αμινοξέα προλίνη και γλουταμίνη. Ο ευρύτερος ορισμός της υπεροικογένειας περιλαμβάνει αρκετές σημαντικές οικογένειες φυτικών αλλεργιογόνων (Bublin & Breiteneder, 2014). Το Ara h2, Ara h6 και Ara h7 ανήκουν στην οικογένεια των πρωτεϊνών αποθήκευσης σπόρων λευκωματίνης 2S που είναι μέλος της υπεροικογένειας των προλαμινών.

### **ARA H2**

Είναι ο καλύτερος προγνωστικός παράγοντας της αλλεργίας στα φιστίκια στους ενήλικες και περιέχει 10 ανεξάρτητους επιτόπους δέσμευσης αντισωμάτων IgE. Υπάρχουν δύο ισόμορφες του Ara h2: το Ara h 2.0101 και το Ara h 2.0201 με μοριακό βάρος 16,7 και 18 kDa και ισοηλεκτρικά σημεία 5,8 και 5,5 αντίστοιχα. Το Ara h 2.0201 διαφέρει από το Ara h 2.0101 επειδή περιέχει 12 αμινοξέα παραπάνω (Palladino & Breiteneder, 2018).

### **ARA H6**

Εμφανίζει 59% ομολογία με το Ara h2, έχει μοριακό βάρος 15 kDa και το ισοηλεκτρικό σημείο του είναι 5,5. Είναι μια πρωτεΐνη η οποία φαίνεται να είναι σταθερή στην θέρμανση και έχει παρόμοιο αλλεργιογόνο δυναμικό με το Ara h2 (Zhuang & Dreskin, 2013).

## **ARA H7**

Αναγνωρίστηκε ως πρωτεΐνη που δεσμεύει αντισώματα IgE χρησιμοποιώντας το σύστημα εμφάνισης φάγων και σχετίζεται αρκετά με τα άλλα δύο αλλεργιογόνα που ανήκουν στην οικογένεια λευκωματίνης 2S (Zhuang & Dreskin, 2013). Έχει δύο ισόμορφες το Ara h 7.0101 και Ara h 7.0201, με το Ara h 7.0101 να διαθέτει μόνο 6 υπολείμματα κυστεΐνης, ενώ το Ara h2 και Ara h7 διαθέτουν τουλάχιστον 8 (Palladino & Breiteneder, 2018).

### **7.2.3 ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ nsLTP**

Είναι η οικογένεια των μη ειδικών πρωτεϊνών μεταφοράς λιπιδίων που περιλαμβάνει μονομερείς πρωτεΐνες συνήθως με μοριακό βάρος 7-9 kDa, που συγκρατούνται μεταξύ τους με 4 δισουλφιδικούς δεσμούς. Εντοπίζονται κατά κύριο λόγο στα εξωτερικά επιδερμικά στρώματα των οργάνων των φυτών, είναι ανθεκτικές στην πρωτεόλυση, στις έντονες αλλαγές του pH, την θέρμανση και κατά την ψύξη μπορούν να αναδιπλωθούν στην φυσική τους δομή (Breiteneder & Radauer, 2004). Γενικότερα εντοπίζονται με 2 είδη μορφών: την nsLTP τύπου 1 στην οποία ανήκει το Ara h9 και Ara h17 και την nsLTP τύπου 2 στην οποία ανήκει το Ara h16 (Palladino & Breiteneder, 2018).

## **ARA H9**

Ταυτοποιήθηκε πλήρως ως αλλεργιογόνο το 2009 και φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην αλλεργία που προκαλείται από φιστίκια για ασθενείς που βρίσκονται στην περιοχή της Μεσογείου. Βρίσκεται σε δύο ισόμορφες το Ara h 9.0101 και Ara h 9.0201, τα οποία εμφανίζουν μοριακό βάρος 9,1 kDa. Πρόσφατα μία δημοσιευμένη μελέτη απέδειξε μία ισχυρή συσχέτιση μεταξύ αυτού του αλλεργιογόνου και άλλων δύο που εντοπίζονται στο ροδάκινο (Pru p3) και στο φουντούκι (Cor a 8) (Bublin & Breiteneder, 2014).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

#### 8.1 ΞΗΡΟΙ ΚΑΡΠΟΙ

Οι ξηροί καρποί ορίζονται ως κάθε καρπός που καλλιεργείται σε δέντρα περιλαμβάνοντας το καρύδι, το αμύγδαλο, το κουκουνάρι, το φουντούκι, τα κάσιους, τα φιστίκια Macadamia και τα Brazilian nuts (Smeekens et al., 2018). Η κατανάλωση των ξηρών καρπών έχει αποδεχθεί ότι είναι μία υγιεινή διατροφική συνήθεια, καθώς είναι εξαιρετικά θρεπτικοί, περιέχοντας υψηλή ποσότητα πρωτεϊνών, μικροθρεπτικά συστατικά (μέταλλα, βιταμίνες), λιπαρά (μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα), φωσφολιπίδια, τοκοφερόλες και αιθέρια έλαια (Ternus et al., 2008). Καταναλώνονται ως σνακ, μείγμα ξηρών καρπών ή ως συστατικό σε μία σειρά από τρόφιμα και γενικότερα χρησιμοποιούνται σε διάφορα εμπορικά προϊόντα, όπως τα αρτοσκευάσματα, τα δημητριακά, οι μπάρες πρωτεΐνης αλλά λειτουργούν και ως υποκατάστατα του γάλακτος (π.χ. ρόφημα αμυγδάλου). Η τροφική αλλεργία στους ξηρούς καρπούς σπάνια ξεπερνιέται και φαίνεται να επηρεάζει το 1% των παιδιών στις Η.Π.Α και το 4,9% παγκόσμια, με τον επιπολασμό της να έχει αυξηθεί την τελευταία δεκαετία (Smeekens et al., 2018). Ανάλογα με την γεωγραφική περιοχή η σοβαρότητα της αλλεργίας στους ξηρούς καρπούς και η συχνότητα ευαισθητοποίησης διαφέρει. Σε μία έρευνα που έγινε στις Η.Π.Α το καρύδι είναι ο ξηρός καρπός που ευθύνεται για τις περισσότερες τροφικές αλλεργίες σε ποσοστό που κυμαίνεται στο 34%, ακολουθούμενο από τα κάσιους που έχουν 20% και το αμύγδαλο που εμφανίζει ποσοστό κοντά στο 15% (Teuber et al., 2003).



**Εικόνα 7:** Οι κυριότεροι ξηροί καρποί που ευθύνονται για την πρόκληση τροφικής αλλεργίας.

Πηγή: ( North West Allergy Network )

<https://allergynorthwest.nhs.uk/resources/allergy-leaflets/tree-nut-allergy/>

## 8.2 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΕΣ ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΣΤΟΥΣ ΞΗΡΟΥΣ ΚΑΡΠΟΥΣ

Τα κάσιους, τα φουντούκια, το αμύγδαλο και το καρύδι είναι οι ξηροί καρποί που προκαλούν τις πιο συχνές και σοβαρές αλλεργικές αντιδράσεις. Η αλλεργία σ' ένα συγκεκριμένο ξηρό καρπό δεν συνεπάγεται ότι ένα άτομο θα είναι αλλεργικό και σε όλους τους ξηρούς καρπούς (Ternus et al., 2008). Η μελέτη ανασυνδηασμένων πρωτεϊνών από CDNA βιβλιοθήκες για τα κάσιους, τα φουντούκια και τα αμύγδαλα οδήγησε στην ταυτοποίηση των κυριότερων αλλεργιογόνων στους ξηρούς καρπούς, τα οποία ανήκουν στις πρωτεΐνες αποθήκευσης σπόρων (7S σφαιρίνες, 11S σφαιρίνες και λευκωματίνες 2S). Η πλειονότητα των πρωτεϊνών που εμπλέκονται στην αλλεργία από ξηρούς καρπούς ανήκουν στις εξής οικογένειες πρωτεϊνών: 2S αλβουμίνες, 7S σφαιρίνες, 11S σφαιρίνες, nsLTP και Bet V 1, αλλά και οι ελαιοσίνες φαίνεται να εμφανίζουν αλλεργιογόνο δράση (Geiselhart et al., 2018).

## 8.3 ΦΟΥΝΤΟΥΚΙΑ

Τα φουντούκια είναι καρπός της φουντουκιάς ανήκουν στην τάξη των φηγωδών (Fegales), στην οικογένεια των Σημυδοειδών (Betulaceae) και μέχρι στιγμής έχουν ταυτοποιηθεί σε αυτά 8 αλλεργιογόνα. Αρχικά εντοπίστηκε το Cor a 1 το οποίο ανήκει στην οικογένεια πρωτεϊνών Bet V 1, έχει μοριακό βάρος 17 kDa, είναι άφθονο στην γύρη και στους σπόρους και έχουν βρεθεί 4 διαφορετικές παραλλαγές του . Ένα άλλο κύριο αλ-

λεργιογόνο είναι το Cor a 2, το οποίο είναι μία πρωτεΐνη της γύρης του φουντουκιάς (προφυλίνη), έχει μοριακό βάρος 14 kDa και εμφανίζει 2 διαφορετικές παραλλαγές. Στην περιοχή της Μεσογείου η αλλεργία στο φουντούκι συνδέεται κυρίως με το αλλεργιογόνο Cor a 8, το οποίο ανήκει στην οικογένεια πρωτεϊνών nsLTP και έχει μοριακό βάρος 9 kDa (Geiselhart et al., 2018). Άλλα δύο αλλεργιογόνα που συναντάμε στα φουντούκια και έχουν περιγραφεί ως δείκτες υψηλού κινδύνου για σοβαρές αλλεργικές αντιδράσεις είναι το Cor a 14 και το Cor a 9, με το πρώτο να είναι μία 2S λευκωματίνη και το δεύτερο να είναι μία 11S σφαιρίνη.

#### 8.4 ΚΑΡΥΔΙΑ ΚΑΙ ΠΕΚΑΝ

Τα καρύδια και τα πεκάν ανήκουν στην οικογένεια Juglandaceae και οι αλλεργίες σε αυτούς τους ξηρούς καρπούς συχνά συνυπάρχουν, με την αλλεργία στο πεκάν να είναι ελαφρώς λιγότερο συχνή. Τα καρύδια αποτελούν μέρος μίας υγιεινής και ισορροπημένης διατροφής, αφού περιέχουν πολυακόρεστα λιπαρά οξέα και αντιοξειδωτικά. Μέχρι στιγμής έχουν ταυτοποιηθεί 7 αλλεργιογόνα σε αυτά: το Jug r 1 έως το Jug r 7. Το Jug r 1 είναι μία 2S λευκωματίνη, έχει μοριακό βάρος 15,5 kDa και οι περισσότεροι έχουν ειδικά αντισώματα IgE που αντιδρούν με αυτό το αλλεργιογόνο. Το Jug r 2 είναι μία 7S σφαιρίνη, έχει μοριακό βάρος 47 kDa, ταυτοποιήθηκε και κλωνοποιήθηκε όπως το Jug r 1. Το 2004 ανακαλύφθηκε το Jug r 3 που ανήκει στην οικογένεια πρωτεϊνών nsLTP. Τα κυριότερα αλλεργιογόνα στα πεκάν είναι το Car i 1 που είναι μία 2S λευκωματίνη και το Car i 4 που είναι μία 11S σφαιρίνη και αντιδρούν διασταυρούμενα με τα αλλεργιογόνα του καρυδιού Jug r 1 και Jug r 4 αντίστοιχα (Weinberger & Sicherer, 2018).

#### 8.5 ΑΜΥΓΔΑΛΟ

Το αμύγδαλο ανήκει στην οικογένεια των ροδοειδών (Rosaceae) και η κατανάλωση του γίνεται είτε ωμή είτε επεξεργασμένη, σε μία ευρεία ποικιλία μορφών. Από το αμύγδαλο προέρχεται το κύριο υποκατάστατο γάλακτος (ρόφημα αμυγδάλου) και σύμφωνα με μελέτες σχετικά με τον επιπολασμό των αλλεργιών σε ξηρούς καρπούς το αμύγδαλο κατατάσσεται στην τέταρτη θέση. Έχουν ταυτοποιηθεί 6 αλλεργιογόνα στα αμύγδαλα, όπως το Pru du 3, Pru du 4, Pru du 5 και Pru du 6, τα οποία περιλαμβάνονται στην λίστα αλλεργιογόνων του WHO/IUIS (Zhang & Jin, 2020), (Geiselhart et al., 2018).

## 8.6 BRAZILIAN NUTS (βραζιλιάνικα φιστίκια)

Είναι ο σπόρος του γιγαντιαίου δέντρου *Bertholletia excelsa*, το οποίο προέρχεται από την Νότια Αμερική, και προκαλεί συστηματική αναφυλαξία σε συγκεκριμένα άτομα. Δύο κύρια αλλεργιογόνα που έχουν βρεθεί σε αυτόν τον ξηρό καρπό είναι το Ber e 1 και το Ber e 2. Το πρώτο είναι μία 2S λευκωματίνη, έχει υψηλή περιεκτικότητα σε αμινοξέα που είναι πλούσια σε θείο, όπως η μεθειονίνη και η κυστεΐνη και αποτελείται από δύο πολυπεπτίδια με μοριακό βάρος 9 και 3 kDa αντίστοιχα. Το Ber e 2 είναι μία 11S σφαιρίνη και το μοριακό βάρος του είναι 52,3 kDa, αλλά έχει μελετηθεί λιγότερο σε σχέση με το άλλο αλλεργιογόνο (Geiselhart et al., 2018).

## 8.7 ΚΑΣΙΟΥΣ ΚΑΙ ΦΙΣΤΙΚΙ ΑΙΓΙΝΗΣ

Τα κάσιους και τα φιστίκια Αιγίνης ανήκουν στην οικογένεια των Ανακαρδιοειδών (*Anacardiaceae*) και συγγενεύουν βοτανικά. Συχνά υπάρχει συν ευαισθητοποίηση στα κάσιους και στα φιστίκια και έτσι αν ένα άτομο είναι αλλεργικό σ'έναν από τους δύο ξηρούς καρπούς θα πρέπει να αποφεύγει και την κατανάλωση του άλλου. Ο επιπολασμός των τροφικών αλλεργιών στα κάσιους και στα φιστίκια φαίνεται να είναι κοινός στις ανεπτυγμένες χώρες, όπου αυτοί οι ξηροί καρποί χρησιμοποιούνται με αυξανόμενη δημοτικότητα (Geiselhart et al., 2018). Συγκεκριμένα τα κάσιους μπορούν να εντοπιστούν σε ασιατικά γεύματα, κέικ, σοκολάτες και σε διάφορα εμπορικά παρασκευάσματα, όπως οι σάλτσες πέστο. Τα αλλεργιογόνα στα κάσιους περιλαμβάνουν το Ana o 1 που είναι μία 7S σφαιρίνη, το Ana o 2 που είναι μία σφαιρίνη 11S και το Ana o 3 που είναι μία λευκωματίνη 2S και αποτελεί τον καλύτερο προγνωστικό παράγοντα κλινικής αλλεργίας. Στην Ελλάδα η ευαισθητοποίηση του αντισώματος IgE στο αλλεργιογόνο Ana o 3 ανιχνεύθηκε στο 93% των παιδιών που είναι αλλεργικά στα κάσιους. Τα κυριότερα αλλεργιογόνα στο φιστίκι Αιγίνης είναι το Pis v 1 που είναι μία λευκωματίνη 2S και το Pis v 2 που είναι μία σφαιρίνη 11S. Και τα δύο αυτά αλλεργιογόνα είναι ομόλογα με τα Ana o 3 και Ana o 2 αντίστοιχα (Weinberger & Sicherer, 2018).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

### ΑΛΛΕΡΓΙΟΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

#### 9.1 ΣΙΤΑΡΙ

Σε παγκόσμιο επίπεδο καλλιεργούνται κυρίως τρία είδη δημητριακών (σιτάρι, ρύζι, καλαμπόκι) εκ των οποίων το σιτάρι είναι το πιο ευρέως καλλιεργήσιμο, αφού μπορεί να αναπτυχθεί σε πολλές χώρες με διαφορετικά κλίματα. Εμφανίζει πάνω από 25.000 διαφορετικές ποικιλίες (Tatham & Shewry, 2008), είναι η πιο σημαντική πηγή υδατανθράκων με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, αποτελεί πηγή απαραίτητων αμινοξέων, μετάλλων, βιταμινών και διαιτητικών ινών που βρίσκονται σε μεγάλη περιεκτικότητα στα προϊόντα ολικής αλέσεως (Muthukumar et al., 2020). Το σιτάρι ως βασική τροφή χρησιμοποιείται σε διάφορες μορφές, όπως αλεσμένο ωμό αλεύρι σίτου, σιμιγδάλι από σκληρό αλεύρι, βύνη από αποξηραμένο βλααστημένο σκληρό σιτάρι κ.τ.λ.. Αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της διατροφής του ανθρώπου και μία μεγάλη ποικιλία τροφίμων παρασκευάζεται με βάση αυτό, όπως το ψωμί, τα γλυκά αρτοσκευάσματα (κέικ, μάφιν, μπισκότα κτλ.), δημητριακά πρωινού και ζυμαρικά. Τα προϊόντα σίτου ευθύνονται για μία σειρά ανεπιθύμητων ενεργειών στον άνθρωπο, όπως η τροφική δυσανεξία (κοιλιοκάκη), η τροφική αλλεργία και η αναπνευστική αλλεργία που απασχολεί τους εργαζόμενους σε βιομηχανίες άλεσης και αρτοποιίας.

#### 9.2 ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ ΣΤΟ ΣΙΤΑΡΙ

Ο κόκκος του σιταριού περιλαμβάνει τρία κύρια συστατικά: άμυλο, πρωτεΐνη και φυτικές ίνες, με τις πρωτεΐνες να αντιπροσωπεύουν το 10- 15 % του ξηρού βάρους του. Η ταξινόμηση των πρωτεϊνών του σίτου βασίστηκε στην εκχύλιση τους σε μία σειρά διαλυτών και πραγματοποιήθηκε από τον Αμερικάνο χημικό T. B. Osborn στα τέλη του 19<sup>ου</sup> με αρχές 20<sup>ου</sup> αιώνα. Καθορίστηκαν τα εξής κλάσματα πρωτεϊνών σίτου: οι υδατοδιαλυτές αλβουμίνες, οι αλατοδιαλυτές σφαιρίνες, οι προλαμίνες (ειδικότερα στο σιτάρι ονομάζονται γλιαδίνες) που είναι διαλυτές σε 70% - 90% αιθανόλη και οι γλουτενίνες που είναι διαλυτές σε αραιό οξύ ή αλκάλιο (Tatham & Shewry, 2008). Περίπου το 80% της συνολικής πρωτεΐνης του κόκκου αντιπροσωπεύεται από το κλάσμα πρωτεϊνών αποθήκευσης. Η γλουτένη είναι το βασικό πρωτεϊνικό σύμπλεγμα, το οποίο καθορίζει τα λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός άλευρου σίτου κατά την επεξεργασία και τον σχηματισμό των ζυμα-



ριών, αποτελείται από τις γλιαδίνες και γλουτενίνες και εμφανίζεται στο ζυμάρι μόνο αφότου αυτό ενυδατωθεί και αναμιχθεί μηχανικά (Λάζος, 2016). Οι γλιαδίνες είναι κυρίως μονομερείς πρωτεΐνες με μοριακά βάρη περίπου 28.000-55.000 και κατατάσσονται βάσει της κινητικότητας τους σε χαμηλό pH με ηλεκτροφόρηση σε τρεις ομάδες: τις α/β-γλιαδίνες (πιο γρήγορες), τις γ-γλιαδίνες (ενδιάμεση ταχύτητα) και τις ω-γλιαδίνες (πιο αργές). Έχουν ελάχιστη ελαστικότητα και είναι λιγότερο συνεκτικές από τις γλουτενίνες και συνεισφέρουν κυρίως στο ιξώδες και στην έκταση της ζύμης. Αντιθέτως οι γλουτενίνες είναι πολυμερή πρωτεϊνών συνδεδεμένων με δισουλφιδικούς δεσμούς μεταξύ των αλυσίδων και κατά την αναγωγή οι υπομονάδες της ταξινομούνται σε υψηλού μοριακού βάρους (MW=67,000-88,000) και υπομονάδες χαμηλού μοριακού βάρους (MW=32,000-35,000). Οι γλουτενίνες είναι συνεκτικές, ελαστικές ευθύνονται για την αντοχή και την ελαστικότητα της ζύμης, όμως και οι δύο είναι απαραίτητες για να προσδώσουν τις ιξωδοελαστικές ιδιότητες του ζυμαριού και για την επίτευξη της ιδανικής ποιότητας του τελικού προϊόντος (Χαζίζα, 2018). Άλλες πρωτεΐνες που εντοπίζονται στον κόκκο του σιταριού είναι η β αμυλάση, αναστολείς υδρολυτικών ενζύμων (α-αμυλάση, πρωτεϊνάσες) και επιφανειακά ενεργές πρωτεΐνες όπως οι μη ειδικοί μεταφορείς λιπιδίων (nsLTP).

### 9.3 ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΑ ΣΤΟ ΣΙΤΑΡΙ

#### ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΑΣΗ

Απομονώθηκε το 1997 από το διπλοειδές αλεύρι σίτου από τους Sanchez – Monge et al. Έχει μοριακό βάρος 36 kDa, σχετίζεται με το λεγόμενο Baker's asthma και πιθανώς εμπλέκεται και στην τροφική αλλεργία (Quirce et al., 2016).

#### ΘΕΙΟΡΕΔΟΞΙΝΕΣ

Πρόκειται για ρυθμιστικές πρωτεΐνες που εντοπίζονται αρκετά συχνά και βασικός τους ρόλος είναι να μειώνουν τους δισουλφιδικούς δεσμούς των πρωτεϊνών στόχων (όπως είναι οι προλαμίνες), ενισχύοντας την κινητοποίηση αυτών των πρωτεϊνών στους σπόρους σιταριού που βλασταίνουν. Το μοριακό τους βάρος κυμαίνεται από 12-14 kDa και σχετίζονται τόσο με το Baker's asthma όσο και με την τροφική αλλεργία (Salcedo et al., 2011).



## **ΑΝΑΣΤΟΛΕΑΣ ΠΡΩΤΕΪΝΑΣΗΣ ΣΕΡΙΝΗΣ**

Το 2008, οι Constantin et al εντόπισαν τον αναστολέα πρωτεΐνάσης σερίνης ως ένα νέο αλλεργιογόνο που είναι υπεύθυνο για το Baker's asthma. Αυτό το αλλεργιογόνο είναι μια πρωτεΐνη 9,9 kDa, η οποία συνήθως σχηματίζει τετραμερή μοριακού βάρους 40 kDa.

## **ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ ΠΟΥ ΜΟΙΑΖΟΥΝ ΜΕ ΘΑΥΜΑΤΙΝΗ**

Οι πρωτεΐνες που μοιάζουν με θαυματίνη (TLPs) ταυτοποιήθηκαν πιο πρόσφατα και ανήκουν στις αλατοδιαλυτές πρωτεΐνες του αλεύρου σίτου και οι περισσότερες TLPs έχουν μοριακές μάζες που κυμαίνονται από 21-26 kDa. Διαθέτουν 16 υπολείμματα κυστεΐνης, που σχηματίζουν 8 δισουλφιδικές γέφυρες, οι οποίες είναι υπεύθυνες για μια συμπαγή τρισδιάστατη δομή και τους προσδίδουν αντοχή σε συνθήκες χαμηλού pH, πρωτεόλυση και θερμική επεξεργασία. Έχουν αναγνωριστεί ως κύρια αλλεργιογόνα στην γύρη, καθώς και σε φυτικές τροφές και είναι υπεύθυνες για το Baker's asthma (Quirce et al., 2016).

## **ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΕΣ – ΑΛΑΤΟΔΙΑΛΥΤΕΣ ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ**

Οι ανασταλείς α-αμυλάσης και θρυψίνης είναι η κύρια οικογένεια των αλλεργιογόνων σίτου που είναι υπεύθυνη όχι μόνο για την αναπνευστική αλλεργία αλλά και για την πρόκληση τροφικής αλλεργίας (Battais et al., 2008). Οι υπομονάδες των αναστολέων α-αμυλάσης/θρυψίνης, είναι πολυπεπτίδια που περιλαμβάνουν αρκετές πρωτεΐνες με μοριακό βάρος 12-17 kDa, και διαθέτουν 4-5 δισουλφιδικές γέφυρες, που είναι απαραίτητες για την ανασταλτική τους δράση.

## **Nonspecific Lipid Transfer Protein (nsLTP)**

Οι φυτικές πρωτεΐνες μεταφοράς λιπιδίων (LTPs) αποτελούν ένα παν-αλλεργιογόνο και είναι μία οικογένεια βασικών πολυπεπτιδίων με μοριακό βάρος 9-kDa (90-95 υπολείμματα αμινοξέων), εμφανίζουν μια τρισδιάστατη πτυχή, η οποία χαρακτηρίζεται από μια συμπαγή περιοχή που αποτελείται από τέσσερις α-έλικες συνδεδεμένες στενά από ένα δίκτυο τεσσάρων διατηρημένων δισουλφιδικών γεφυρών (Salcedo et al., 2011). Τα LTPs έχουν αναγνωριστεί ως κύρια αλλεργιογόνα σε πολλές φυτικές τροφές και στο άλευρο σίτου το LTP γνωστό και ως Tri a 14 έχει χαρακτηριστεί ως σημαντικό αλλεργιογόνο που εμπλέκεται σε αντιδράσεις που προκαλούνται από αντισώματα IgE και αφορούν την κατανάλωση προϊόντων που είναι παράγωγα του σίτου(Quirce et al., 2016).

## ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΤΗΣ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ (ΓΛΟΥΤΕΝΙΝΕΣ ΚΑΙ ΓΛΙΑΔΙΝΕΣ)

Πολλές μελέτες έχουν αποδείξει πως οι πρωτεΐνες του σίτου που είναι αδιάλυτες στο νερό και στο αλάτι σχετίζονται με την πρόκληση αναπνευστικής αλλεργίας και τροφικής αλλεργίας αντίστοιχα (Battais et al., 2008). Επίτοποι δέσμευσης IgE αντισωμάτων έχουν εντοπιστεί στις α/β, γ και ω- γλιαδίνες, καθώς και στις υπομονάδες χαμηλού μοριακού βάρους της γλουτενίνης.

### 9.4 BAKER'S ASTHMA

Το baker's asthma γνωστό επίσης και ως η αλλεργία του αρτοποιού είναι ένας τύπος επαγγελματικού άσθματος που επηρεάζει άτομα που εργάζονται σε περιβάλλοντα όπου εκτίθενται σε αλεύρι, δημητριακά ή άλλες ουσίες που βρίσκονται συνήθως σε αρτοποιεία ή αλευρόμυλους. Αναγνωρίστηκε ήδη από τη ρωμαϊκή εποχή, όταν οι σκλάβοι που χειρίζονταν αλεύρι και ζύμη έπρεπε να φορούν μάσκες για να προστατευθούν και πλέον θεωρείται ένας από τους πιο συνηθισμένους τύπους επαγγελματικού άσθματος (Tatham & Shewry, 2008). Λίγα ήταν γνωστά για τις πρωτεΐνες που ευθύνονται για το baker's asthma μέχρι την εφαρμογή της ηλεκτροφόρησης σε συνδυασμό με την ανοσοϊστοχημεία στην δεκαετία του 1970. Οι αναστολείς της α-αμυλάσης φαίνεται να είναι τα σημαντικότερα αλλεργιογόνα του σίτου, όμως και μία μεγάλη ποικιλία συστατικών, όπως είναι τα βελτιωτικά αλεύρου, ένζυμα κ.τ.λ. ευθύνονται για την πρόκληση αλλεργίας (Battais et al., 2008). Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν βήχα, δυσκολία στην αναπνοή, σφίξιμο στο στήθος, κνησμό και δερματικές αντιδράσεις, όπως το έκζεμα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

### 10.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΤΡΟΦΙΚΗΣ ΑΛΛΕΡΓΙΑΣ

Οι τροφικές αλλεργίες εμφανίζονται σε άτομα που έχουν μία ευαισθητοποίησή ως προς την κατανάλωση συγκεκριμένου τροφίμου ή σε κάποιο από τα συστατικά του. Τα συμπτώματα των τροφικών αλλεργιών δεν είναι πάντα ίδια για κάθε άτομο και ποικίλλουν ανάλογα με την ποσότητα του τροφικού αλλεργιογόνου που καταναλώνεται, την ταυτόχρονη λήψη άλλων τροφών και την προετοιμασία της τροφής (ωμή, μαγειρεμένη ή επεξεργασμένη). Η σοβαρότητα μπορεί επίσης να επηρεαστεί από την ηλικία του ασθενούς, από το αν έχει ταυτόχρονες εποχιακές αλλεργίες, καθώς και από την ταχύτητα απορρόφησης η οποία με την σειρά της μπορεί να επηρεαστεί από το αν το φαγητό καταναλώθηκε με άδειο στομάχι ή κοντά σε μία ώρα άθλησης (Burks et al., 2012). Η τροφική αλλεργία μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα και διαταραχές στον οργανισμό του ατόμου ή αντιδράσεις σε διάφορα όργανα του σώματος που είναι μικρής έως μεγάλης σημασίας και επικινδυνότητας. Τα συμπτώματα μπορούν να εκδηλωθούν μέσα λίγα λεπτά έως και αρκετές ώρες από την κατάποση της τροφής και μπορεί να ποικίλλουν σε βαρύτητα από ήπια έως απειλητικά για την ζωή. Η τροφική υπερευαισθησία περιλαμβάνει τις αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχει η ανοσοσφαιρίνη E και αυτές που δεν συμμετέχει. Οι καλύτερα χαρακτηριζόμενες ανεπιθύμητες ενέργειες στα τρόφιμα είναι αυτές που είναι αντιδράσεις υπερευαισθησίας Τύπου I και συμβαίνουν όταν οι ασθενείς αναπτύσσουν αντισώματα IgE ενάντια σε κάποιο αλλεργιογόνο (Kagan, 2003). Η τροφική αλλεργία δεν θα πρέπει να σχετίζεται με την τροφική δυσανεξία, η οποία χαρακτηρίζεται ως μη ανοσολογική αντίδραση στην οποία εμπλέκονται μεταβολικοί, τοξικοί, φαρμακολογικοί και μη προσδιορισμένοι μηχανισμοί. Το φάσμα των συμπτωμάτων της τροφικής αλλεργίας περιλαμβάνει δερματικά συμπτώματα π.χ. ατοπική δερματίτιδα, που εμφανίζονται αρκετές ώρες μετά την κατάποση της υπεύθυνης τροφής, έως δυνητικά απειλητικά συμπτώματα, που εμφανίζονται αμέσως μετά την κατανάλωση της τροφής (Kagan, 2003). Τα τυπικά συμπτώματα μπορεί να επηρεάσουν σχεδόν κάθε σύστημα οργάνων, όπως το δέρμα, το γαστρεντερικό, καρδιαγγειακό, αναπνευστικό και νευρικό σύστημα.

## 10.2 ΑΝΑΦΥΛΑΞΙΑ

Η αναφυλαξία ορίζεται ως μία σοβαρή τροφική αντίδραση που είναι ταχεία στην έναρξη της και μπορεί να προκαλέσει μέχρι και θάνατο. Προκαλείται όταν τα αλλεργιογόνα έρχονται σ' επαφή με την ανοσοσφαιρίνη E (IgE) και το αποτέλεσμα αυτής της σύνδεσης είναι η συστηματική απελευθέρωση πολλαπλών χημικών μεσολαβητών από ευαισθητοποιημένα μαστοκύτταρα και βασεόφιλα στα οποία περιλαμβάνονται η ισταμίνη, οι προσταγλανδίνες, τα λευκοτριένια και άλλες ουσίες (Burks et al., 2012). Γενικότερα τα συμπτώματα της αναπτύσσονται μέσα σε λίγα λεπτά έως και δύο ώρες από την έκθεση στο φαγητό, επηρεάζοντας όλο το σώμα. Τα πρώιμα συμπτώματα δεν πρέπει να αγνοούνται, καθώς οι αντιδράσεις μπορεί να είναι εξαιρετικά απρόβλεπτες, εφόσον οποιαδήποτε αλλεργική αντίδραση μπορεί να οδηγήσει σε αναφυλαξία. Οι θάνατοι εξαιτίας της αναφυλαξίας οφείλονται κατά κύριο λόγο σε αλλεργικές αντιδράσεις που προκλήθηκαν από φιστίκια και ξηρούς καρπούς, λόγω της αργοπορημένης θεραπείας με επιφερίνη (αδρεναλίνη), με αυξημένη συχνότητα εκδήλωσης σε έφηβους και νεαρούς ενήλικες με άσθμα (Νικολαΐδη & Τούλης, 2022). Τα κυριότερα συμπτώματα της αναφυλαξίας είναι η δυσλειτουργία στο αναπνευστικό σύστημα (π.χ. βρογχοσπασμός), δυσλειτουργία στο καρδιαγγειακό σύστημα (π.χ. υπόταση), δερματικές αντιδράσεις (κνησμός, κνίδωση) και δυσλειτουργία τελικών οργάνων στόχων.

## 10.3 ΔΕΡΜΑΤΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Οι δερματικές αντιδράσεις είναι οι πιο συχνές κλινικές εκδηλώσεις αλλεργικών αντιδράσεων στα τρόφιμα και περιλαμβάνουν ερυθρηματώδη εξανθήματα, κνησμό, κνίδωση και αγγειοοίδημα (πρήξιμο). Τα ήπια συμπτώματα μπορεί να εμφανιστούν σαν περιστασιακό ξύσιμο ή ως επίμονος κνησμός με ή χωρίς κνίδωση. Οι κυψέλες αποτελούνται από περιεγραμμένο δερματικό οίδημα που περιβάλλεται από ερύθημα το οποίο συνήθως ασπρίζει με την πίεση και είναι χαρακτηριστικό του κνησμού. Συνήθως εμφανίζονται αμέσως μετά την κατάποση της υπαίτιας τροφής και μπορεί να διαρκέσουν για ώρες χωρίς θεραπεία (Anvari et al., 2019). Η οξεία κνίδωση είναι από τις πιο συχνές εκδηλώσεις τροφικής αλλεργίας και συνδέεται με άλλα συμπτώματα που αφορούν την γαστρεντερική ή την αναπνευστική οδό, ενώ η χρόνια κνίδωση συνήθως δεν σχετίζεται με την τροφική αλλεργία. Η κνίδωση εξ επαφής λόγω κατανάλωσης τροφών μπορεί να προκληθεί από έκθεση του βλεννογόνου ή του δέρματος. Στο σύνδρομο ατοπικού εκζέματος, η

τροφική αλλεργία παίζει σημαντικό ρόλο. Το αγγειοοίδημα εμφανίζεται συνήθως ως πρήξιμο των βλεφάρων, του προσώπου ή και των χειλιών και μπορεί να προκαλέσει σημαντική δυσφορία. Το ερυθματώδες εξάνθημα της ωχράς κηλίδας χωρίς κνίδωση μπορεί να είναι επίσης μία από τις πιθανές εκδηλώσεις. Τα εκζεματικά εξανθήματα μπορεί να είναι συμπτώματα τροφικής αλλεργίας που προκαλούνται από IgE, αν και οι ανοσοποιητικοί μηχανισμοί που δεν προκαλούνται από IgE μπορούν να προσδιοριστούν από το ποσοστό του προσβεβλημένου δέρματος. Οι δερματικές εκδηλώσεις είναι τα πιο κοινά τροφικά αλλεργικά συμπτώματα που προκαλούνται από την ανοσοσφαιρίνη E (IgE).

#### 10.4 ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

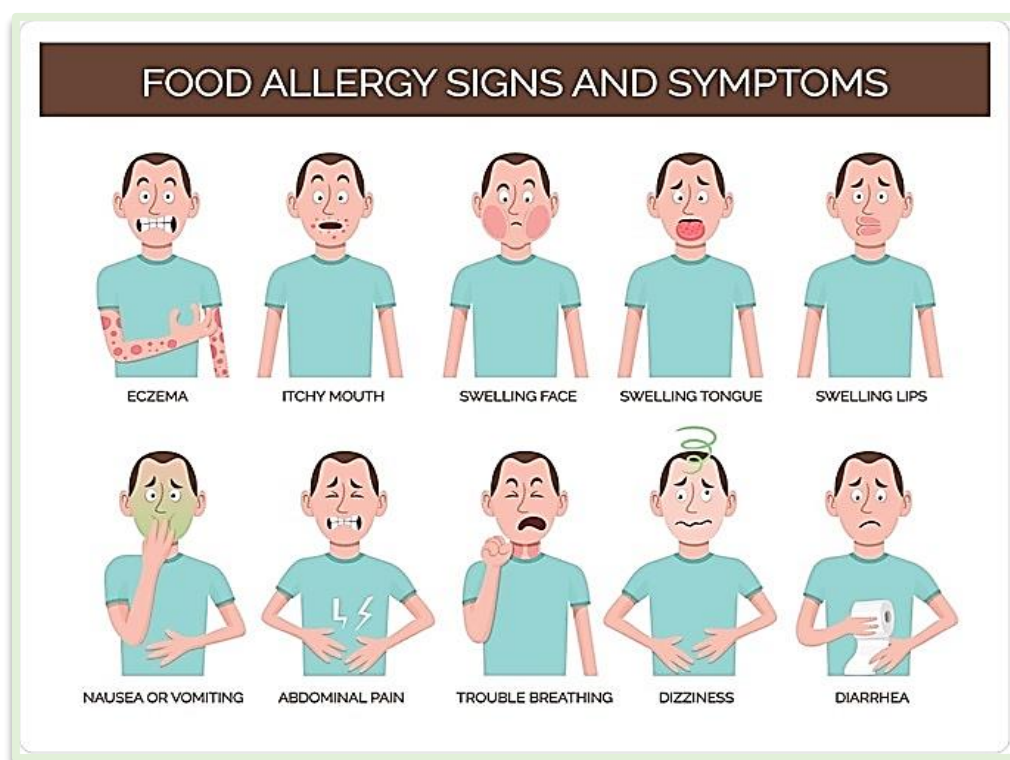
Τα αναπνευστικά συμπτώματα της τροφικής αλλεργίας με την μεσολάβηση της IgE μπορεί να αφορούν την ανώτερη και κατώτερη αναπνευστική οδό. Τα τυπικά συμπτώματα της αναπνευστικής οδού περιλαμβάνουν το οίδημα του λάρυγγα, τη ρινόρροια και το βρογχοσπασμό. Τα ήπια συμπτώματα εμφανίζονται ως χαλαρό περιστασιακό ρούφηγμα ή τρίψιμο της μύτης, ενώ τα μέτρια έως σοβαρά συμπτώματα μπορούν να εκδηλωθούν ως επίμονη ρινόρροια ή ρινική συμφόρηση, συμπεριλαμβανομένης της πλήρους απόφραξης των αεραγωγών (Jesenak et al., 2008). Εκτός από τον ανώτερο αεραγωγό, τα οφθαλμικά συμπτώματα μπορεί να εμφανιστούν μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με τα συμπτώματα του ανώτερου αεραγωγού. Η προσβολή του επιπεφυκότα μπορεί να παρουσιαστεί ως δακρύρροια, ερυθρότητα των ματιών ή και κνησμός, και οφθαλμικά σοβαρά συμπτώματα μπορεί να εκδηλωθούν, όπως το περιογχικό οίδημα. Επίσης περιλαμβάνονται ήπια συμπτώματα, όπως ο εκπνευστικός συριγμός, και σοβαρότερα συμπτώματα, συμπεριλαμβανομένου του συριγμού της εισπνοής, ακουστικού συριγμού και την έξαρση άσθματος. Παρόξυνση του άσθματος μπορεί επίσης να προκληθεί από την μεσολάβηση μιας αντίδρασης υπερευαισθησίας Τύπου I. Οι εκδηλώσεις του λάρυγγα σε τροφικές αλλεργικές αντιδράσεις που προκαλούνται από IgE περιλαμβάνουν κάθαρση του λαιμού, βήχα, σφίξιμο ή πόνο στο λαιμό (Λαμπαούνα, 2022). Τα μέτρια συμπτώματα περιλαμβάνουν βραχνάδα και αυξημένη συχνότητα σε ξηρό βήχα, ενώ το αποκορύφωμα είναι η πλήρης απόφραξη των αεραγωγών.

## 10.5 ΓΑΣΤΡΕΝΤΕΡΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Η γαστρεντερική εμπλοκή περιλαμβάνει συμπτώματα υποκειμενικά όπως φαγούρα στο στόμα, ναυτία ή κοιλιακό άλγος και αντικειμενικά, όπως εμετό και διαλείπουσα ή επίμονη διάρροια. Συνήθως τα συμπτώματα είναι άμεσα, με εκδήλωση μέσα σε λίγα λεπτά και όχι περισσότερο από 2 με 4 ώρες από την κατάποση της τροφής, ενώ αν εμφανιστούν συμπτώματα, όπως εμετός ή διάρροια ή αίσθημα κόπωσης μετά από 4 ώρες ευθύνεται κατά κύριο λόγο στο αποτέλεσμα κυτταρικών εγγενών και προσαρμοστικών ανοσολογικών μηχανισμών και όχι στην δράση της ανοσοσφαιρίνης E (IgE) (Anvari et al., 2019).

## 10.6 ΑΛΛΑ ΣΟΒΑΡΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Οι πιο σοβαρές εκδηλώσεις τροφoαλλεργικών αντιδράσεων είναι εκείνες που συμμετέχουν το καρδιαγγειακό και το νευρικό σύστημα. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν ζάλη, αδυναμία, ταχυκαρδία, υπόταση, σοβαρή καρδιαγγειακή κατάρρευση, απώλεια των αισθήσεων ακόμη και θάνατο και εμφανίζονται συνήθως με την προσβολή άλλων οργάνων π.χ. δέρμα και αναπνευστικό σύστημα.



**Εικόνα 8:** Τα πιο κοινά συμπτώματα της τροφικής αλλεργίας

Πηγή: ((Food Allergies Explained, 2019))

<https://www.news-medical.net/health/Food-Allergies-Explained.aspx>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

### ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΤΡΟΦΙΚΗΣ ΑΛΛΕΡΓΙΑΣ

#### 11.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΩΝ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

Οι τροφικές αλλεργίες επηρεάζουν ένα σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού και αποτελούν σημαντική ανησυχία για την δημόσια υγεία σε όλο το κόσμο. Αυτή η συνειδητοποίηση της σημασίας των τροφικών αλλεργιών έχει οδηγήσει αρκετές χώρες συμπεριλαμβανομένης της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην θέσπιση νομοθεσίας για την επισήμανση των αλλεργιογόνων τροφίμων στην ετικέτα των συσκευασμένων προϊόντων. Επί του παρόντος λοιπόν έχουν σχεδιαστεί αρκετές τεχνικές προσέγγισης για την ανίχνευση της παρουσίας αλλεργιογόνων τροφίμων που χρησιμοποιούνται ως συστατικά σε προϊόντα διατροφής, ώστε να διασφαλιστεί η τήρηση της νομοθεσίας από τις βιομηχανίες τροφίμων.

##### 11.1.1 ΑΝΟΣΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

###### ELISA

Η ενζυμική ανοσοπροσροφητική δοκιμασία (ELISA) είναι πιθανώς η μέθοδος που χρησιμοποιείται πιο συχνά από την βιομηχανία τροφίμων και τους επίσημους φορείς ελέγχου τροφίμων για την ανίχνευση αλλεργιογόνων (Baumert, 2014). Έχουν αναπτυχθεί πολλές διαφορετικές μέθοδοι ELISA και πολλά εμπορικά κιτ δοκιμών έχουν γίνει διαθέσιμα την τελευταία δεκαετία για την ανίχνευση αλλεργιογόνων σε διάφορα τρόφιμα όπως στο αμύγδαλο, στα καρκινοειδή, στα αυγά, στα φουντούκια, στα φιστίκια, στην σόγια, στο γάλα κτλ. Η παραπάνω μέθοδος εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα, όπως το ότι ανιχνεύει πρωτεΐνες από την αλλεργιογόνο πηγή ενδιαφέροντος, είναι αρκετά ευαίσθητη γεγονός που διασφαλίζει ότι το προϊόν θα είναι ασφαλές για τον καταναλωτή και τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιούνται είναι κατάλληλα για χρήση εντός της εγκατάστασης επεξεργασίας τροφίμων. Στην ELISA χρησιμοποιούνται αντισώματα ανοσοσφαιρίνης G (IgG) από ζωικές πηγές (κουνέλια, κατσίκες ή πρόβατα), που στρέφονται ενάντια στις αλλεργιογόνες πρωτεΐνες, αντί για την χρήση αντισωμάτων ανοσοσφαιρίνης E (IgE) από ανθρώπινο ορό. Με την χρήση αντισώματος IgG από ζωική πηγή δημιουργούνται καλύτερες ποσότητες αντισώματος και μειώνεται η μεταβλητότητα που παρατηρείται με την χρήση IgE. Δύο προσεγγίσεις ELISA είναι διαθέσιμες για τον ποσοτικό προσδιορισμό αλ-

λεργιογόνων ή δυνητικά αλλεργιογόνων πρωτεϊνών: η ανταγωνιστική ELISA και η ELISA σάντουιτς με την τελευταία να είναι η πιο συχνή χρησιμοποιούμενη μέθοδος.

### **ELISA SANDWICH**

Σε αυτή την περίπτωση ένα αντίσωμα IgG (αναφέρεται ως αντίσωμα σύλληψης) ακινητοποιείται στην επιφάνεια μίας στερεάς φάσης (μία πλάκα λωρίδας ή λωρίδα μικροτιτλοδότησης πολυστερινίου). Συγκεκριμένες πρωτεΐνες στο δείγμα «συλλαμβάνονται» από το πρώτο αντίσωμα και ανιχνεύονται από ένα δεύτερο ειδικό για πρωτεΐνες σημασμένο με ένζυμο αντίσωμα, το οποίο συνδέεται με την πρωτεΐνη σχηματίζοντας ένα «σάντουιτς». Ένα συγκεκριμένο υπόστρωμα προστίθεται και αφήνεται να αλληλεπιδράσει με το ένζυμο που συνδέεται με το αντίσωμα, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη ενός έγχρωμου προϊόντος, το οποίο μπορεί να μετρηθεί μ' ένα φασματόμετρο (Baumert, 2014). Η μετρούμενη απορρόφηση είναι ευθέως ανάλογη με την συγκέντρωση της αναλυόμενης ουσίας.

### **ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗ ELISA**

Αυτή η «μορφή» προτείνεται γενικά για την ανίχνευση μικρότερων πρωτεϊνών και χρησιμοποιείται επίσης για τον ποσοτικό προσδιορισμό ενός αλλεργιογόνου. Σε αυτή την μέθοδο το αντιγόνο (π.χ. αλλεργιογόνες πρωτεΐνες) επικαλύπτεται στην επιφάνεια μίας πλάκας και το αντιγόνο του ασθενούς ανταγωνίζεται άλλο αντιγόνο που φέρει σήμανση (Poms et al., 2004). Η ένταση του χρώματος είναι αντιστρόφως ανάλογη με την συγκέντρωση του αλλεργιογόνου που υπάρχει στο δείγμα (λιγότερο αλλεργιογόνο υπάρχει για να ανταγωνιστεί το αντιγόνο που είναι επικαλυμμένο με το ειδικό για το αλλεργιογόνο αντίσωμα IgG).

#### **11.1.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΥ ΒΑΣΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ DNA**

Οι μέθοδοι που βασίζονται στο DNA χρησιμοποιούνται όλο και πιο συχνά για την ανίχνευση ξένων συστατικών, καθώς και συγκεκριμένων αλλεργιογόνων συστατικών στα τρόφιμα. Σε σχέση με τις μεθόδους που βασίζονται στις πρωτεΐνες οι μέθοδοι που βασίζονται στο DNA εμφανίζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Το επίπεδο του DNA είναι πολύ σταθερό και δεν επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως συμβαίνει με



την συγκέντρωση πρωτεϊνών. Από την άλλη πλευρά οι μέθοδοι αυτές δεν είναι τόσο ευρέως χρησιμοποιούμενες, αφού δεν ανιχνεύουν τις ενώσεις που ευθύνονται για την ενεργοποίηση των αλλεργικών αντιδράσεων. Επιπλέον κάποια τρόφιμα που είναι αλλεργιογόνα έχουν υψηλότερη ποσότητα πρωτεϊνών, που είναι και το αλλεργιογόνο συστατικό, σε σχέση με την ποσότητα του DNA και για αυτό τέτοιες μέθοδοι είναι πιο χρήσιμες σε τρόφιμα με χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Van Hengel, 2007).

### **PCR**

Η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR) ανήκει σε μία γενικότερη κατηγορία μεθόδων πολλαπλασιασμού του DNA-στόχου και πρωτοεμφανίστηκε το 1985 από τον Kary Mullis. Με την PCR γίνεται σύνθεση *in vitro* μίας συγκεκριμένης αλληλουχίας βάσεων DNA, σε τέτοια ποσότητα που να μπορεί να ανιχνευθεί και να ταυτοποιηθεί εύκολα. Ένα ειδικό θραύσμα DNA, πλαισιωμένο από ένα ζεύγος ολιγονουκλεοτιδίων που δρουν ως εκκινητές, «ενισχύεται» παρουσία ενός θερμοσταθερού ενζύμου (DNA πολυμεράση). Συνολικά η αντίδραση αυτή περιλαμβάνει τρία στάδια: το στάδιο της αποδιάταξης, το στάδιο υβριδισμού των εκκινητών στο DNA στόχο και το στάδιο σύνθεσης αντιγράφων DNA (Κουσίσης & Χούχουλα, 2020). Τα αποτελέσματα της PCR είναι μόνο ποιοτικά, όμως με κάποιες άλλες μεθόδους όπως η *real-time* PCR και η PCR-ELISA μπορεί να επιτευχθεί καλύτερη ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων.

### **REAL TIME PCR**

Το πλεονέκτημα της *Real time* PCR έναντι της παραδοσιακής PCR είναι η ικανότητα ποσοτικοποίησης του περιεχόμενου DNA στο δείγμα. Παρέχει έναν υψηλότερο βαθμό εξειδίκευσης εξαιτίας της χρήσης ενός φθορίζοντα ανιχνευτή που ανάπτεται στην αλληλουχία που πλαισιώνεται από τους δύο εκκινητές. Είναι μία μέθοδος λιγότερο επιρρεπής στην μόλυνση, κατάλληλη για αυτοματοποίηση και αρκετές αναλύσεις βασισμένες στην *real time* PCR έχουν αναπτυχθεί με στόχο την ανίχνευση αλλεργιογόνων στα τρόφιμα (Poms et al., 2004).

### **ELISA - PCR**

Πρόκειται για μία υβριδική ανάλυση που χρησιμοποιεί την PCR ως πρώτο βήμα και την ELISA ως σύστημα ανίχνευσης για τα αμπλικόνια, συνδυάζοντας την υψηλή ευαισθησία με μία ημιποσοτική ανάλυση. Ένα θραύσμα DNA ενός αλλεργιογόνου τρόφιμου ενισχύεται και το προϊόν ενίσχυσης στην συνέχεια συνδέεται με έναν ειδικό ανιχνευτή DNA επι-

σημασμένο με πρωτεΐνη, η οποία στην συνέχεια συζεύγεται μ' ένα σημασμένο με ένζυμο αντίσωμα. Αυτό το σημασμένο με ένζυμο αντίσωμα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενός χρωματομετρικού σήματος και μπορεί να μετρηθεί από έναν αναγνώστη ELISA. Αυτή η μέθοδος είχε εφαρμοστεί με επιτυχία για την ανίχνευση συγκέντρωσης <10 ppm φουντουκιού σ' επεξεργασμένα τρόφιμα.

## 11.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΤΡΟΦΙΚΩΝ ΑΛΛΕΡΓΙΩΝ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

Για την ασφάλεια των καταναλωτών εκτός από τις μεθόδους ανίχνευσης των αλλεργιογόνων πρωτεϊνών στα τρόφιμα είναι σημαντικό να αναπτυχθούν μέθοδοι διάγνωσης των αλλεργιών στον άνθρωπο. Η σωστή διάγνωση της τροφικής αλλεργίας απαιτεί μία καθιερωμένη διαγνωστική διαδικασία με προτεραιότητα την καταγραφή του ιστορικού του ασθενούς, που από μόνο του όμως δεν επαρκεί για την διάγνωση της τροφικής αλλεργίας. Ο στόχος του ιστορικού είναι ο εντοπισμός των ύποπτων τροφών και της σχέσης μεταξύ της κατάποσης ενός συγκεκριμένου τροφίμου και της εμφάνισης συμπτωμάτων. Το ιατρικό ιστορικό είναι απαραίτητο σε κάθε τομέα της ιατρικής, διότι επιτρέπει σε κάποιον να λάβει όλες τις πληροφορίες και τα δεδομένα που μπορούν να βοηθήσουν στην μετάβαση προς τη διάγνωση μίας συγκεκριμένης ασθένειας. Ειδικά στην περίπτωση των τροφικών αλλεργιών μέσα από αυτό μπορεί να διευκρινιστεί:

- ✓ η παρουσία ή η απουσία παρόμοιων συμπτωμάτων σε άλλα άτομα όταν κατανάλωσαν την ίδια τροφή
- ✓ η τροφή που καταναλώθηκε 2-4 ώρες πριν από την έναρξη των συμπτωμάτων
- ✓ τα αλλεργιογόνα που μπορούν να μολύνουν τα τρόφιμα κατά την παρασκευή τους
- ✓ η παρουσίαση παραγόντων ενεργοποίησης
- ✓ η ύπαρξη άλλων αλλεργιών ή άλλων ασθενειών

Αν τα συμπτώματα αργήσουν να εμφανιστούν θα είναι δύσκολο να εντοπιστεί η προσβλητική διάθεση, ιδίως εάν το αλλεργιογόνο δεν είναι εύκολα μετρήσιμο ή είναι "κρυμμένο". Το ιατρικό ιστορικό μπορεί να επαναξιολογηθεί ξεκινώντας από τα αποτελέσματα *in vivo* και *in vitro* δοκιμών, τα οποία θα μπορούσαν να καταδείξουν την ευαισθητοποίηση σε τρόφιμα που αρχικά δεν είχαν ληφθεί υπόψιν (Macchia et al., 2015).

### 11.2.1 ΔΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

Οι δερματικές δοκιμές είναι φθηνές, απλές εξετάσεις, που μπορούν να πραγματοποιηθούν σε άτομα όλων των ηλικιών και αποτελούν ένα σημαντικό διαγνωστικό εργαλείο. Έχουν εξαιρετική ευαισθησία, θετικές προγνωστικές τιμές και είναι η κύρια δοκιμή *in vivo* που χρησιμοποιείται για την “εύρεση” ευαισθητοποίησης που προκαλείται από την ανοσοσφαιρίνη E (IgE) (Macchia et al., 2015). Ορισμένα άτομα εμφανίζουν θετικές τις δερματικές δοκιμασίες χωρίς να φέρουν κλινικά συμπτώματα τροφικής αλλεργίας, ενώ οι αλλεργικές αντιδράσεις σε τρόφιμα είναι σπάνιες σε άτομα με αρνητικές δερματικές δοκιμασίες. Παρά ταύτα δεν συνιστάται να υποδεικνύεται στους ασθενείς η αποφυγή συγκεκριμένων τροφίμων με μόνο κριτήριο τα θετικά αποτελέσματα των δερματικών δοκιμασιών (Λυμπιωτάκος, 2015). Οι δερματικές δοκιμασίες βασίζονται στην εισαγωγή ελάχιστης ποσότητας από ειδικά εκχυλίσματα αλλεργιογόνων στο δέρμα του ασθενούς και την παρακολούθηση της πρόκλησης ενδεχόμενης αντίδρασης. Το δέρμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως περιοχή ελέγχου για να δείξει τι συμβαίνει σε άλλα σημεία του σώματός. Οι δερματικές δοκιμασίες για την διάγνωση της τροφικής αλλεργίας είναι δύο τύπων: οι δοκιμασίες νυγμού (SPT) και οι δοκιμασίες επικόλλησης (PATCH).

#### **SKIN PRICK TESTS**

Αν και είναι διαθέσιμες διαφορετικές μέθοδοι δερματικών δοκιμών, η SPT είναι η κύρια *in vivo* διαγνωστική εξέταση που συνιστάται από τις διεθνείς κατευθυντήριες οδηγίες για την επιβεβαίωση αλλεργίας στον ανθρώπινο οργανισμό. Είναι ένα καλά τυποποιημένο, απλό, φθινό, χαμηλού κινδύνου διαγνωστικό τεστ και έχει εξαιρετική ευαισθησία με υψηλή αρνητική προγνωστική αξία. Θα πρέπει να είναι το πρώτο βήμα που εκτελείται, ώστε να ελέγχονται τόσο τα εισπνεόμενα όσο και τα τροφικά αλλεργιογόνα. Στην SPT δοκιμή διενεργείται νυγμός με ειδική βελόνα ή νυστέρι δια μέσου μίας σταγόνας από ένα εκχύλισμα αλλεργιογόνου και είναι δυνατόν να δοκιμαστούν είκοσι με τριάντα αλλεργιογόνα ταυτόχρονα. Μπορούν επίσης να πραγματοποιηθούν δοκιμές για ύποπτες αλλεργίες, όπου δεν υπάρχουν διαθέσιμα τεστ ή εκχυλίσματα και μάλιστα για πολλά τρόφιμα (π.χ. γάλα) είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται “αληθινή τροφή”, καθώς τα εμπορικά εκχυλίσματα στερούνται ευαισθησίας (Turnbull et al., 2015). Αν το αλλεργιογόνο προκαλέσει απελευθέρωση ισταμίνης, μέσα σε μερικά λεπτά θα αναπτυχθεί ερυθρότητα και κνησμός τοπικά στο σημείο νυγμού, με την δοκιμασία να θεωρείται θετική.

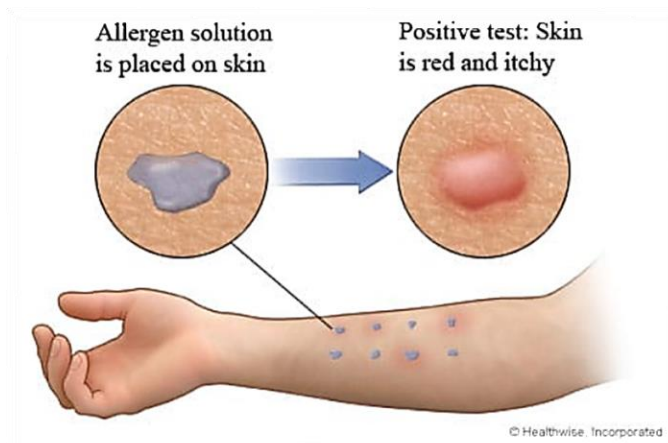
Στη συνέχεια, θα εμφανιστεί οίδημα με ένα σημάδι που μοιάζει με φλύκταινα στο κέντρο και το οποίο φτάνει στο μέγιστο μέγεθός του σε περίπου 15 με 20 λεπτά και υποχωρεί μέσα σε μερικές ώρες χωρίς να αφήσει κάποιο σημάδι. Το μέγεθος του σημαδιού αναλογεί κατά προσέγγιση στο ποσοστό της αλλεργίας του ασθενούς στο συγκεκριμένο αλλεργιογόνο. Η δερματική δοκιμασία μέσω νυγμού εισάγει στο δέρμα τόσο μικρή ποσότητα αλλεργιογόνου που είναι απόλυτα ασφαλής και μπορεί να πραγματοποιηθεί σε όλες σχεδόν τις ηλικιακές ομάδες (Υπουργείο Υγείας, 2011). Αν κάποιο τεστ είναι θετικό επιβεβαιώνεται ότι ο ασθενής αναγνωρίζει την ουσία που του χορηγήθηκε ως αλλεργιογόνο και τότε χαρακτηρίζεται ως ευαισθητοποιημένος, χωρίς απαραίτητα να είναι και αλλεργικός (Νικολαΐδη & Τούλης, 2022) .



**Εικόνα 9:** Skin Prick Test

Πηγή: ((Skin Prick Allergy Testing IMC Medical Clinic))

<https://www.imc-healthcare.com/lp/skin-prick-allergy-testing/>



**Εικόνα 10:** Αποτελέσματα του Skin Prick Test

Πηγή: ((Skin Prick Allergy Test Video & Image))

<https://www.columbiadoctors.org/health-library/multimedia/skin-prick-allergy-test/>

## PATCH TEST

Στην περίπτωση αυτή υπάρχουν μικροί χάρτινοι δίσκοι που είναι εμποτισμένοι με διάφορα αλλεργιογόνα, που η επιλογή τους βασίζεται στο ιστορικό του ασθενούς, και τοποθετούνται με κολλητική ταινία στην πλάτη του ασθενούς. Παραμένουν σε επαφή με το δέρμα για 48 ώρες και μετά αφαιρούνται. Κατά κανόνα αποφεύγεται η εφαρμογή τους τους ζεστούς καλοκαιρινούς μήνες, γιατί ο ιδρώτας μπορεί να τα ξεκολλήσει και να μην είναι δυνατή η εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Η ανάγνωση των αποτελεσμάτων γίνεται μετά από 48 με 72 ώρες (σε ειδικές περιπτώσεις ακόμη και στις 96 ώρες) και θετικά είναι τα τεστ, όπου ανιχνεύεται ήπια τοπική αντίδραση (π.χ. ερυθρότητα, τραχύτητα, διήθηση). Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει κάποιο επίσημο δεδομένο που να συνδέει την παραπάνω δοκιμή με την τροφική αλλεργία που προκαλείται από IgE, όμως ενδέχεται να αντανακλά κλινικές αντιδράσεις όψιμης φάσης και σε συνδυασμό με SPT και sIgE δοκιμές μπορεί να αποδειχτεί χρήσιμη για τη διάγνωση της τροφικής αλλεργίας (Turnbull et al., 2015).



**Εικόνα 11:** Patch Test

Πηγή: ((Eczema Skin Patch Test: Procedure and Possible Side Effects)  
<https://www.allervie.com/service/allergy-patch-testing/>

### 11.2.2 ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ (RAST)

Το ραδιοαλλεργορροφητικό τεστ (RAST) είναι μία εξέταση αίματος που μετρά την ποσότητα του αλλεργικού αντισώματος IgE, σε συγκεκριμένα αντιγόνα, που παράγεται όταν το αίμα εκτίθεται σε μία συγκεκριμένη πρωτεΐνη τροφής και χρησιμοποιείται ολόενα και περισσότερο. Όπως και στις δερματικές δοκιμασίες, έτσι και στις αιματολογικές εξετάσεις μπορεί να ελεγχθούν 20 με 30 αλλεργιογόνα σε κάθε δείγμα αίματος, όμως σε αντί-

θεση με αυτές η δοκιμασία RAST μπορεί να μετρήσει με ακρίβεια την ποσότητα του αλλεργικού αντισώματος που υπάρχει στο αίμα με τα αποτελέσματα να βαθμολογούνται συνήθως βάσει μιας κλίμακας από το μηδέν έως το έξι. Όταν δεν ανιχνεύεται καθόλου ή ανιχνεύεται ελάχιστη ποσότητα αντισώματος (0 ή 1), δεν υπάρχουν πολλές πιθανότητες να προσβληθεί κάποιος από μία αλλεργική νόσο, όμως τα μεσαία ή υψηλά επίπεδα συνδέονται άμεσα με αλλεργική νόσο (Υπουργείο Υγείας, 2011). Η θετική δοκιμασία RAST από μόνη της δεν θέτει, όπως και στην περίπτωση των δερματικών δοκιμασιών, τη διάγνωση, ενώ είναι χρήσιμη σε ορισμένες περιπτώσεις εκζέματος, στις οποίες η μεγάλη έκταση των βλαβών δεν επιτρέπει τη διενέργεια δερματικών δοκιμασιών ή σε ασθενείς υπό φαρμακευτική αγωγή με αντισταμινικά (Λυμπιωτάκος, 2015). Επισήμανση και ανιχνευσιμότητα αλλεργιογόνων ουσιών στα τρόφιμα. Μεγάλος αριθμός άλλων εργαστηριακών δοκιμασιών έχουν χρησιμοποιηθεί ως μέσα διάγνωσης της τροφικής αλλεργίας, στην πλειονότητά τους όμως σε ερευνητικό επίπεδο.

### 11.2.3 ΔΙΑΙΤΕΣ ΑΠΟΦΥΓΗΣ

Οι δίαιτες αποφυγής αν και είναι ζωτικής σημασίας για την διαχείριση της αλλεργίας δεν υπάρχουν επίσημα δεδομένα που να τις συνδέουν με την διάγνωση της τροφικής αλλεργίας που προκαλείται από IgE. Αυτή η δίαιτα περιλαμβάνει την αφαίρεση των δυνητικά ύποπτων τροφίμων από την διατροφή του ασθενούς για ορισμένο χρονικό διάστημα και στην συνέχεια την σταδιακή επανεισαγωγή τους, με στόχο να προσδιοριστούν οι τροφές που προκαλούν τα συμπτώματα. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι μία δίαιτα αποφυγής πρέπει να γίνεται υπό την καθοδήγηση ενός επαγγελματία υγείας, κατά προτίμηση αλλεργιολόγο ή διαιτολόγο (Turnbull et al., 2015).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

### ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΑΛΛΕΡΓΙΟΓΟΝΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Η ύπαρξη κατάλληλης νομοθεσίας σε σχέση με την πλήρη επισήμανση των συστατικών που περιέχονται στα επεξεργασμένα τρόφιμα κρίνεται πιο απαραίτητη από ποτέ, αφού η τροφική αλλεργία αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα δημόσιας υγείας παγκοσμίως. Η Επιτροπή Κώδικα Τροφίμων (Codex Alimentarius Commission) συγκροτήθηκε το 1963 από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) και τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) με στόχο την προστασία της υγείας των καταναλωτών και την διασφάλιση δίκαιων πρακτικών στο διεθνές εμπόριο τροφίμων (Σχωρτσάνιτη, 2020). Η Επιτροπή Κώδικα Τροφίμων έστρεψε για πρώτη φορά την προσοχή της στην επισήμανση των τροφικών αλλεργιογόνων το 1993 και το 1999 δημιουργήθηκε η λίστα με τα κυριότερα αλλεργιογόνα τροφίμων που περιελάμβανε τα εξής οκτώ βασικά αλλεργιογόνα: γάλα, αυγά, ψάρι, οστρακοειδή (καρκινοειδή), σόγια, φιστίκια, ξηρούς καρπούς και δημητριακά που περιέχουν γλουτένη (Taylor & Baumert, 2015). Αξίζει να αναφερθεί πως αυτή η λίστα χρησιμεύει ως «καθοδήγηση» στα κράτη-μέλη της Επιτροπής του Κώδικα Τροφίμων και κάθε χώρα έχει την επιλογή να «υιοθετήσει» αυτή την λίστα ή να την τροποποιήσει και να την διαμορφώσει όπως εκείνη επιθυμεί.

#### 12.1 ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΚΑΙ ΗΠΑ

Ο πρώτος κατάλογος κύριων αλλεργιογόνων τροφίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση καθορίστηκε από το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο και συμβούλιο, μέσω του κανονισμού 2003/89 και περιελάμβανε τα 8 τρόφιμα της λίστας του CAC και επιπλέον άλλα τρία τρόφιμα: την μουστάρδα, το σέλινο, και το σουσάμι. Μέσω του κανονισμού 2007/68 αυτός ο κατάλογος τροποποιήθηκε εκ νέου λαμβάνοντας βέβαια υπόψη και την γνώμη της Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA) και πλέον περιελάμβανε επιπλέον τα μαλάκια, και το λούπινο (Taylor & Baumert, 2015). Στις Η.Π.Α το κογκρέσο ενέκρινε τον νόμο περί επισήμανσης των αλλεργιογόνων στα τρόφιμα και την προστασία των καταναλωτών (FALCPA) το 2004. Η λίστα που δημιουργήθηκε με βάση αυτό τον νόμο ήταν αρκετά παρόμοια με αυτή του CAC, με μόνη εξαίρεση πως αναγνώριζε το σιτάρι ως κύριο αλλεργιογόνο και όχι όλα τα δημητριακά που περιέχουν γλουτένη. Στις 23 Απριλίου το 2021

ο νόμος περί ασφάλειας έρευνας θεραπείας και εκπαίδευσης των τροφικών αλλεργιών (FASTER) ανακήρυξε το σουσάμι ως το ένατο σημαντικό αλλεργιογόνο τροφίμων (Chang et al., 2023).

## 12.2 ΑΛΛΕΣ ΧΩΡΕΣ

Στον Καναδά, ο κατάλογος αλλεργιογόνων περιλαμβάνει επιπλέον τα μαλάκια, και το σουσάμι, εκτός από τα οκτώ τρόφιμα που υπάρχουν στην λίστα του CAC. Πιο πρόσφατα, ο Καναδάς πρόσθεσε και την μουστάρδα στη λίστα. Στην Αυστραλία και τη Νέα Ζηλανδία, η λίστα των αλλεργιογόνων είναι σταθερή από την ίδρυσή της, με την μόνη διαφορά σε σχέση με την λίστα του CAC να είναι η προσθήκη του σουσαμιού. Η Ιαπωνία διαθέτει δύο λίστες αλλεργιογόνων, μία υποχρεωτική και μία προαιρετική. Στην υποχρεωτική περιλαμβάνονται το σιτάρι, το φαγόπυρο, το γάλα, τα αυγά, τα φιστίκια, οι γαρίδες και τα καβούρια. Η προαιρετική λίστα περιέχει αρκετά τρόφιμα όπως: καλαμάρι, αυγοτάραχο σολομός, πορτοκάλια, ακτινίδια, βοδινό κρέας, χοιρινό κρέας, καρύδια, σκουμπρί, σόγια, κοτόπουλο, μπανάνες, μανιτάρια, ροδάκινα, μήλα, ζελατίνη κτλ.. Η Ουκρανία, η Αργεντινή και η Ελβετία έχουν «υιοθετήσει» την λίστα της ΕΕ (Gendel, 2012). Μία σημαντική επισήμανση που χρειάζεται να γίνει είναι πως υπάρχουν διαφορές σχετικά με τα ψάρια, τα οστρακοειδή και τους ξηρούς καρπούς που περιλαμβάνονται στον κατάλογο κάθε χώρας. Για παράδειγμα στην ΕΕ, περιλαμβάνονται οι εξής ξηροί καρποί: καρύδια, πεκάν, κάσιους, φιστίκια, αμύγδαλα, φουντούκια, Brazilian nuts και macadamia. Σε αντίθεση με την ΕΕ στις Η.Π.Α η Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων συνέταξε ένα έγγραφο καθοδήγησης τον Οκτώβριο του 2006 στο οποίο περιλαμβάνονται 19 ξηροί καρποί που θα πρέπει να συμπεριληφθούν στις ετικέτες των τροφίμων (Taylor & Baumert, 2015).



**Πίνακας 2:** Σύγκριση της επισήμανσης των κυριότερων αλλεργιογόνων ανάμεσα στις χώρες του κόσμου (Taylor & Baumert, 2015),(Steven M. Gendel, 2012).

	Codex	ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	Η.Π.Α	ΚΑΝΑΔΑΣ	ΙΑΠΩΝΙΑ	ΚΟΡΕΑ	ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ/ ΝΕΑ ΖΗΛΑΝΔΙΑ
ΓΑΛΑ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ΑΥΓΑ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ΦΙΣΤΙΚΙΑ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ΓΛΟΥΤΕΝΗ	✓	✓		✓			✓
ΣΙΤΑΡΙ	✓	✓	✓	✓	✓ <sup>1</sup>	✓ <sup>2</sup>	✓
ΚΑΡΙΝΟΕΙΔΗ	✓	✓	✓	✓	✓ <sup>1</sup>	✓ <sup>2</sup>	✓
ΨΑΡΙΑ	✓	✓	✓	✓		✓ <sup>2</sup>	✓
ΣΟΓΙΑ	✓	✓	✓	✓		✓	✓
ΞΗΡΟΙ ΚΑΡΠΟΙ	✓	✓	✓	✓			✓
ΣΟΥΣΑΜΙ		✓	✓	✓			✓
ΜΑΛΑΚΙΑ		✓		✓			
ΜΟΥΣΤΑΡΔΑ		✓		✓			
ΣΕΛΙΝΟ		✓					
ΛΟΥΠΙΝΟ		✓					
ΦΑΓΟΠΥΡΟ					✓	✓	
ΑΛΛΑ					✓	✓	

<sup>1</sup>**Ιαπωνία:** Οι γαρίδες και τα καβούρια είναι τα μόνα καρκινοειδή στην λίστα. Τα δημητριακά περιλαμβάνουν το σιτάρι και το φαγόπυρο, αλλά όχι άλλες πηγές γλουτένης, “Τα άλλα” περιλαμβάνουν τρόφιμα για τα οποία η επισήμανση είναι προαιρετική όπως: σολομός, κοτόπουλο, σόγια, πορτοκάλι, ακτινίδιο κ.τ.λ.

<sup>2</sup>**Κορέα:** Το σκουμπρί είναι το μόνο ψάρι, τα καβούρια και οι γαρίδες είναι τα μόνα καρκινοειδή που αναφέρονται στην υποχρεωτική λίστα. Τα δημητριακά περιλαμβάνουν το σιτάρι και το φαγόπυρο. “Τα άλλα” περιλαμβάνουν το χοιρινό κρέας, τα ροδάκινα και τις ντομάτες.

### 12.3 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΕ 1169/2011


Ο συγκεκριμένος κανονισμός του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου σχετικά με την παροχή πληροφοριών για τα τρόφιμα στους καταναλωτές αποτελεί μία τροποποίηση των κανονισμών ΕΕ 1924/2006 και ΕΕ 1925/2006. Στο παράρτημα II αυτού του κανονισμού αναγράφονται τα 14 βασικά αλλεργιογόνα τρόφιμα που έχουν αναφερθεί και στον πίνακα 2 με μία προσθήκη: το διοξείδιο του θείου και τις θειώδεις ενώσεις σε συγκεντρώσεις άνω των 10 mg/kg ή 10 mg/litre εκπεφρασμένα ως SO<sub>2</sub> (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011).

#### ΑΡΘΡΟ 9

Σύμφωνα με το άρθρο 9 παράγραφος 1 στοιχείο γ) η παροχή των ενδείξεων στα τρόφιμα είναι ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ για κάθε συστατικό ή τεχνολογικό βοήθημα που απαριθμείται στο παράρτημα II ή προέρχεται από ουσία ή προϊόν που απαριθμείται στο παράρτημα II του κανονισμού και το οποίο προκαλεί αλλεργίες ή δυσανεξίες και χρησιμοποιείται στην παραγωγή ή παρασκευή ενός τροφίμου και εξακολουθεί να υπάρχει στο τελικό προϊόν, ακόμη και σε τροποποιημένη μορφή (Γαβριηλίδου Μαρία, 2015).

#### ΑΡΘΡΟ 21

Σύμφωνα με το άρθρο 21 του κανονισμού η ονομασία ή το είδος της ουσίας-προϊόντος που ευθύνεται για την πρόκληση τροφικής αλλεργίας πρέπει να αναφέρεται με σαφήνεια στον κατάλογο συστατικών και να τονίζεται με είδος χαρακτήρων που κάνει σαφή διάκριση της ονομασίας αυτής της ουσίας από το υπόλοιπο συστατικά, παραδείγματος χάριν μέσω της γραμματοσειράς, της μορφής ή του χρώματος του φόντου (Γαβριηλίδου Μαρία, 2015).



**INGREDIENTS:** Water, Carrots, Onions, Red Lentils (4.5%) Potatoes, Cauliflower, Leeks, Peas, Cornflour, Wheatflour, Salt, Cream, Yeast Extract, Concentrated Tomato Paste, Garlic, Sugar, Celery Seed, Vegetable Oil, Herb and Spice, White Pepper, Parsley.

Εικόνα 12: Προηγούμενος τρόπος επισήμανσης αλλεργιογόνων στην ετικέτα προϊόντος.  
Πηγή: (Γαβριηλίδου Μαρία, 2015)

**INGREDIENTS:** Water, Carrots, Onions, Red Lentils (4.5%) Potatoes, Cauliflower, Leeks, Peas, Cornflour, **Wheatflour**, Salt, **Cream**, Yeast Extract, Concentrated Tomato Paste, Garlic, Sugar, **Celery** Seed, Vegetable Oil (sunflower), Herb and Spice, White Pepper, Parsley.

**Εικόνα 13:** Καινούριος τρόπος επισήμανσης αλλεργιογόνων στην ετικέτα προϊόντος.  
Πηγή: (Γαβριηλίδου Μαρία, 2015)

## **ΑΡΘΡΟ 19**

Αν το τελικό προϊόν που διατίθεται στους καταναλωτές είναι ταυτόσημο με το αλλεργιογόνο (π.χ. συσκευασία αυγών ή ξηροί καρποί) τότε δεν απαιτείται να υπάρχει επιπλέον ένδειξη για την παρουσία του αλλεργιογόνου.

## **ΑΡΘΡΟ 44**

Σύμφωνα με το άρθρο 44 η παροχή των ενδείξεων που ορίζονται στο άρθρο 9 παράγραφος 1 στοιχείο γ) είναι πλέον ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ και για τα μη προ συσκευασμένα τρόφιμα στα πλαίσια της προστασίας των ευπαθών ομάδων καταναλωτών από τροφικές αλλεργίες και δυσανεξίες (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2011).

### **12.4 ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΗ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ**

Η προαναφερθείσα νομοθεσία για την επισήμανση των τροφίμων αφορά μόνο τα αλλεργιογόνα που εισάγονται εν γνώσει και σκόπιμα στα τρόφιμα, σ' αντίθεση με τα ίχνη αλλεργιογόνων τα οποία έχουν εισέλθει ακούσια σ' ένα τρόφιμο λόγω κοινών πρακτικών στις βιομηχανίες όπως είναι η χρήση κοινόχρηστου εξοπλισμού, κοινόχρηστων εγκαταστάσεων επεξεργασίας κ.τ.λ. Η χρήση της προληπτικής επισήμανσης (PAL) έχει αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες, λόγω της υποχρεωτικής επισήμανσης των κύριων αλλεργιογόνων συστατικών αλλά και λόγω της ύπαρξης ενός πιο αυστηρού περιβάλλοντος αξιολόγησης κινδύνων (Van Hengel, 2007). Σε ορισμένες χώρες επιβάλλεται μία συγκεκριμένη μορφή PAL, ενώ άλλες επιτρέπουν την χρήση μίας ποικιλίας μορφών. Για παράδειγμα στον Καναδά χρησιμοποιείται η φράση «μπορεί να περιέχει ...», στο Ηνωμένο Βασίλειο η φράση «μη κατάλληλο για άτομα που πάσχουν από αλλεργία» και στις Η.Π.Α κυριαρχούν οι μορφές «μπορεί να περιέχει ...», «κατασκευάζεται σε κοινόχρηστο εξοπλισμό με...»,

«κατασκευάζεται σε κοινόχρηστη εγκατάσταση με ...» (Taylor & Baumert, 2015). Ορισμένες εταιρείες χρησιμοποιούν την συμβουλευτική επισήμανση με σύνεση και μόνο αφού εκτιμήσουν τον πιθανό κίνδυνο, ενώ άλλες φαίνεται να κάνουν χρήση της PAL ακόμα και αν ο κίνδυνος είναι ουσιαστικά ανύπαρκτος. Σε κάθε περίπτωση όμως καταναλωτές που πάσχουν από τροφικές αλλεργίες δεν θα πρέπει να αγνοούν τέτοιου είδους επισημάνσεις. Παρόλο, τις καλές προθέσεις η ευρεία υιοθέτηση της προληπτικής επισήμανσης, χωρίς όμως την ύπαρξη ενός ενιαίου διεθνούς κανονισμού, έχει προκαλέσει σύγχυση στους καταναλωτές που πάσχουν από τροφικές αλλεργίες, μειώνοντας περαιτέρω τις πιθανές διατροφικές τους επιλογές (Fiocchi et al., 2021).

## 12.5 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ VITAL

Το πρόγραμμα εθελοντικής επισήμανσης συμπτωματικών ιχνών αλλεργιογόνων (VITAL) αναπτύχθηκε με πρωτοβουλία του γραφείου αλλεργιών στην Αυστραλία, με σκοπό να υπάρξει διαθέσιμη μία τυποποιημένη δήλωση προφύλαξης, ώστε οι παραγωγοί τροφίμων να παρουσιάζουν με συνέπεια συμβουλές για τα αλλεργιογόνα στους καταναλωτές. Με βάση τα αποτελέσματα από στοματικά τεστ (OFC) καθορίστηκαν δόσεις αναφοράς (η ελάχιστη δόση μιας ουσίας που θέτει έναν σαφή, χαμηλού επιπέδου κίνδυνο για την υγεία) για τα επιμέρους τροφικά αλλεργιογόνα και αναπτύχθηκε το πρόγραμμα VITAL. Προϊόντα που κινδυνεύουν από επιμόλυνση αναλύονται με στόχο τον προσδιορισμό των επιπέδων συγκέντρωσης των ανιχνεύσιμων υπολειμμάτων αλλεργιογόνων (Fiocchi et al., 2021). Αυτές οι συγκεντρώσεις συνδυάζονται με τα εκτιμώμενα επίπεδα κατανάλωσης για το συγκεκριμένο προϊόν για να προσδιοριστεί η εκτιμώμενη δόση κατανάλωσης του αλλεργιογόνου. Αν η εκτιμώμενη δόση κατανάλωσης υπερβαίνει τη δόση αναφοράς, τότε συνιστάται η συμβουλευτική επισήμανση, ωστόσο εάν η εκτιμώμενη δόση κατανάλωσης είναι μικρότερη της δόσης αναφοράς, τότε η συμβουλευτική επισήμανση δεν θεωρείται απαραίτητη (Taylor & Baumert, 2015). Κάποια ζητήματα που αφορούν το VITAL είναι το γεγονός πως δεν εφαρμόζεται σε τρόφιμα που το αλλεργιογόνο δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο, καθώς και η απουσία διεθνούς συναίνεσης σε σχέση με τις δόσεις αναφοράς επηρεάζοντας την αναπαραγωγισιμότητα του, καθιστώντας την χρήση του VITAL προαιρετική (Dinardo et al., 2023).

## 12.6 ΑΝΑΚΛΗΣΕΙΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

### ΕΛΛΑΔΑ

Παρακάτω παρατίθενται ορισμένες ανακλήσεις τροφίμων, που έχουν δημοσιευτεί στην επίσημη ιστοσελίδα του Ενιαίου Φορέα Ελέγχου Τροφίμων (ΕΦΕΤ) και οφείλονται στην μη αναγραφή ορισμένων αλλεργιογόνων ουσιών στις συσκευασίες αυτών των προϊόντων (ΕΦΕΤ, Ανακλήσεις).

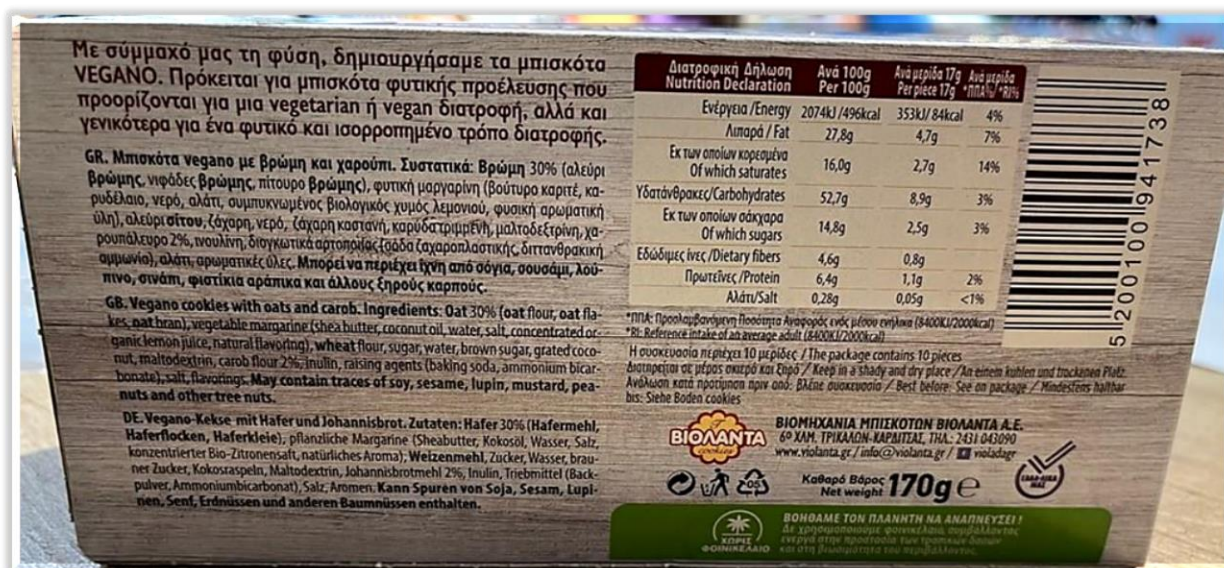
- ✓ Στις 7 Δεκεμβρίου 2023 ο ΕΦΕΤ εξέδωσε δελτίο τύπου, στο οποίο ανακοίνωσε την ανάκληση του συνόλου του προϊόντος με εμπορική ονομασία: «KINDER BUENO EGGS», το οποίο διακινείται από την επιχείρηση “Lidl Hellas”. Η ανάκληση έγινε, διότι διαπιστώθηκε η μη αναγραφή στην ελληνική γλώσσα του συστατικού «αλεύρι σίτου», το οποίο περιέχει την αλλεργιογόνο ουσία γλουτένη.



**Εικόνα 14:** Τρόφιμο που ανακλήθηκε από τον ΕΦΕΤ, διότι δεν έφερε κατάλληλη επισήμανση για την αλλεργιογόνο ουσία που περιέχει.  
Πηγή: (ΕΦΕΤ,2023)

- ✓ Στο πλαίσιο του Προγράμματος «Επίσημος Έλεγχος για την παρουσία αλλεργιογόνων ουσιών σε ορισμένα είδη τροφίμων» έτους 2023, ο ΕΦΕΤ προέβη σε δειγματοληψία τρώφιμου με τα εξής στοιχεία: «ΜΠΙΣΚΟΤΑ VEGANO, ΜΕ ΒΡΩΜΗ ΚΑΙ ΧΑΡΟΥΠΙ» με την επωνυμία «ΒΙΟΛΑΝΤΑ VEGANO ΦΥΤΙΚΑ ΜΠΙΣΚΟΤΑ». Στις 9 Νοεμβρίου 2023 εξέδωσε δελτίο τύπου, στο οποίο ανακοίνωσε την άμεση ανάκληση του συνόλου της συγκεκριμένης παρτίδας (lot 051306) από το ανωτέρω προϊόν, αφού βρέθηκε σε αυτό αλλεργιογόνος ουσία (αυγό), για την οποία δεν υπήρχε κατάλληλη επισήμανση.



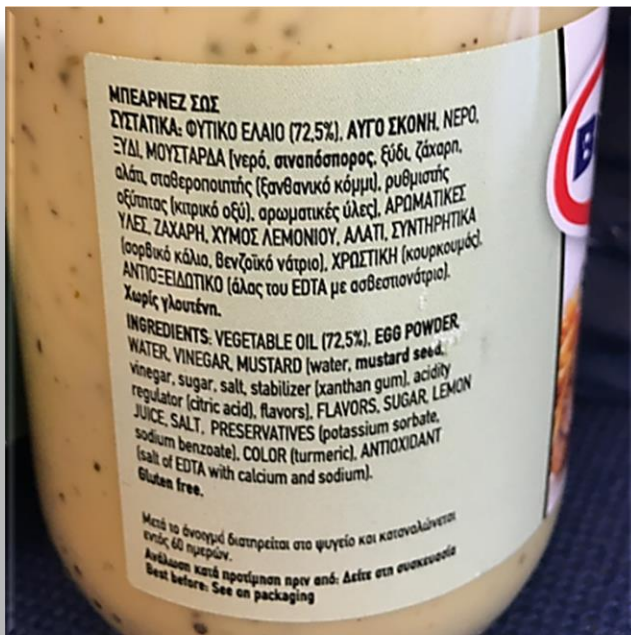


**Εικόνα 15:** Ετικέτα προϊόντος που ανακλήθηκε από τον ΕΦΕΤ, διότι δεν έφερε κατάλληλη επισήμανση για την αλλεργιογόνο ουσία που περιέχει.

Πηγή: (ΕΦΕΤ,2023)

<https://www.efet.gr/index.php/el/enimerosi/deltia-typou/anakleiseis-cat/item/5234-deltio-typou-anaklisi-mi-asfaloyis-trofimou>

- ✓ Στο πλαίσιο του Προγράμματος «Επίσημος Έλεγχος για την παρουσία αλλεργιογόνων ουσιών σε ορισμένα είδη τροφίμων» έτους 2023, ο ΕΦΕΤ προέβη σε δειγματοληψία τρόφιμου με τα εξής στοιχεία: «JANNIS ΠΑΣΤΕΛΙ ΜΕ ΜΑΥΡΗ ΣΟΚΟΛΑΤΑ». Το προϊόν αποδείχθηκε πως περιείχε αλλεργιογόνο ουσία (καζεΐνη γάλακτος) και ο ΕΦΕΤ εξέδωσε δελτίο τύπου στις 31 Αυγούστου 2023 στο οποίο ανακοίνωσε την άμεση ανάκληση του συνόλου της συγκεκριμένης παρτίδας από το ανωτέρω προϊόν.
- ✓ Το προϊόν αποξηραμένου βασιλικού με την εμπορική ονομασία «MACAO» και αριθμό παρτίδας (lot 2002), μετά από κατάλληλο έλεγχο αποδείχθηκε πως περιείχε αλλεργιογόνο ουσία (σέλινο) για την οποία δεν υπήρχε κατάλληλη επισήμανση. Ο ΕΦΕΤ εξέδωσε δελτίο τύπου στις 12 Οκτωβρίου 2022 και ζήτησε την άμεση ανάκληση του συνόλου του προϊόντος της συγκεκριμένης παρτίδας.
- ✓ Στις 14 Δεκεμβρίου 2021 ο ΕΦΕΤ ανακοίνωσε την ανάκληση προϊόντος με εμπορική ονομασία "BRAVA BEARNAISE SAUCE", το οποίο μετά από σχετικό έλεγχο διαπιστώθηκε πως περιείχε την αλλεργιογόνο ουσία καζεΐνη γάλακτος.



**Εικόνα 16:** Ετικέτα προϊόντος που ανακλήθηκε από τον ΕΦΕΤ, διότι δεν έφερε κατάλληλη επισήμανση για την αλλεργιογόνο ουσία που περιέχει.

Πηγή: (ΕΦΕΤ, 2023)

- ✓ Στις 7 Σεπτεμβρίου 2021 ο ΕΦΕΤ ανακοίνωσε την ανάκληση του προϊόντος «πιπέρι λευκό τριμμένο αποξηραμένο» με εμπορική ονομασία "MASTER CHEF", το οποίο μετά από σχετικό έλεγχο διαπιστώθηκε πως περιείχε την αλλεργιογόνο ουσία σινάπι (μουστάρδα) για την οποία δεν υπήρχε κατάλληλη επισήμανση.
- ✓ Στις 23 Οκτωβρίου 2020 εκδόθηκε δελτίο τύπου, στο οποίο ο ΕΦΕΤ ανακοίνωσε την ανάκληση του προϊόντος με εμπορική ονομασία «PAPPARDELLE DE CECCO». Στην επισήμανση αυτού του προϊόντος στα αγγλικά αναγράφεται η ένδειξη: *may contain eggs and soy*, ενώ στην αντίστοιχη ελληνική επισήμανση αναγράφεται μόνο η ένδειξη *πιθανόν να περιέχει ίχνη σόγιας*. Αφού είχε παραληφθεί η αναγραφή για την πιθανή παρουσία αυγού το προϊόν ανακλήθηκε, διότι κρίθηκε μη ασφαλές για την ομάδα ανθρώπων που εμφανίζει αλλεργία στο αυγό.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι τροφικές αλλεργίες αδιαμφισβήτητα αποτελούν ένα σοβαρότατο ζήτημα της δημόσιας υγείας, επηρεάζοντας όχι μόνο την υγεία πολλών ανθρώπων αλλά και γενικότερα τον τρόπο ζωής τους. Τα παιδιά σίγουρα είναι πιο ευάλωτα σε σχέση με τους ενήλικες, αφού το ανοσοποιητικό τους σύστημα δεν είναι πλήρως ανεπτυγμένο. Εκτός από τα αλλεργιογόνα που υπάρχουν σε διάφορα τρόφιμα και δηλώνονται στις ετικέτες των προϊόντων εντοπίζονται και τα κρυφά αλλεργιογόνα, τα οποία δεν αναγνωρίζονται εύκολα και δεν δηλώνονται στις ετικέτες, προβληματίζοντας ιδιαίτερα τους αρμόδιους φορείς και τους καταναλωτές. Πληθώρα τροφίμων ζωικής και φυτικής προέλευσης περιέχουν αλλεργιογόνες πρωτεΐνες, με το αυγό και το γάλα να ευθύνονται για την πλειονότητα των τροφικών αλλεργιών.

Τα συμπτώματα των τροφικών αλλεργιών ποικίλλουν ανάλογα με διάφορους παράγοντες, περιλαμβάνοντας αναπνευστικά, δερματικά και γαστρεντερικά, με την αναφυλαξία να είναι το πιο απειλητικό σύμπτωμα για την ανθρώπινη ζωή. Από τις μεθόδους ανίχνευσης που έχουν αναπτυχθεί με στόχο τον εντοπισμό αλλεργιογόνων ουσιών στα τρόφιμα οι ανοσολογικές μέθοδοι, όπως η ELISA, έχουν ευρύτατη εφαρμογή σ' αντίθεση με εκείνες που βασίζονται στο DNA.

Η θέσπιση νομοθεσίας σχετικά με την επισήμανση των αλλεργιογόνων στα τρόφιμα στην Αμερική, στην Ευρωπαϊκή Ένωση και σε άλλες χώρες του κόσμου συνέβαλλε στην εφαρμογή ενός ασφαλέστερου πλαισίου, με βάση το οποίο οι βιομηχανίες τροφίμων οφείλουν να είναι ιδιαίτερα προσεκτικές σχετικά με την επισήμανση των αλλεργιογόνων για την διασφάλιση της υγείας των καταναλωτών. Ειδικότερα σύμφωνα με τον πρόσφατο κανονισμό ΕΕ 1169/2011, είναι πλέον υποχρεωτική η επισήμανση των αλλεργιογόνων ουσιών όχι μόνο για τα προ συσκευασμένα τρόφιμα αλλά και για τα μη προ συσκευασμένα.

Εν κατακλείδι, μπορεί η πλειοψηφία των επιχειρήσεων που ασχολούνται με τα τρόφιμα να έχει εναρμονιστεί πλήρως με την ισχύουσα νομοθεσία, συμβάλλοντας στην προστασία της υγείας των αλλεργικών ατόμων, όμως δεν είναι λίγες οι φορές που εντοπίζονται παρατυπίες και ως εκ τούτου οι αρμόδιοι φορείς οφείλουν να βρίσκονται συνεχώς σε εγρήγορση και να προβαίνουν στους κατάλληλους ελέγχους.



## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Aalberse, R. C. (1997). Food allergens. *Environmental toxicology and pharmacology*, 4(1-2), 55-60.
2. Adeyeye, T. E., Yeung, E. H., McLain, A. C., Lin, S., Lawrence, D. A., & Bell, E. M. (2019). Wheeze and food allergies in children born via cesarean delivery: the upstate KIDS study. *American journal of epidemiology*, 188(2), 355-362.
3. Anibarro, B., Seoane, F. J., & Mugica, M. V. (2007). Involvement of hidden allergens in food allergic reactions. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 17(3), 168.
4. Anvari, S., Miller, J., Yeh, C. Y., & Davis, C. M. (2019). IgE-mediated food allergy. *Clinical reviews in allergy & immunology*, 57, 244-260.
5. Battais, F., Richard, C., Jacquenet, S., Denery-Papini, S., & Moneret-Vautrin, D. A. (2008). Wheat grain allergies: an update on wheat allergens. *European annals of allergy and clinical immunology*, 40(3), 67.
6. Baumert, J. L. (2014). Detecting and measuring allergens in food. In *Risk management for food allergy* (pp. 215-226). Academic Press.
7. Baumgartner, S., & Schubert-Ullrich, P. (2010). Egg allergens. *Chemical and biological properties of food allergens*, 213-225.
8. Benedé, S., López-Expósito, I., Molina, E., & López-Fandiño, R. (2015). Egg proteins as allergens and the effects of the food matrix and processing. *Food & function*, 6(3), 694-713.
9. Breiteneder, H., & Radauer, C. (2004). A classification of plant food allergens. *Journal of allergy and clinical immunology*, 113(5), 821-830.
10. Brett, G. M., Bull, V. J., & Morgan, M. R. A. (1998). Identification of hidden allergens within foods. *Allergy*, 53, 109-110.
11. Bublin, M., & Breiteneder, H. (2014). Cross-reactivity of peanut allergens. *Current allergy and asthma reports*, 14, 1-12.
12. Burks, A. W., Tang, M., Sicherer, S., Muraro, A., Eigenmann, P. A., Ebisawa, M., ... & Sampson, H. A. (2012). ICON: food allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 129(4), 906-920.

13. Bush, R. K., & Hefle, S. L. (1996). Food allergens. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 36(S1), 119-163.
14. Caubet JC, Wang J. Current understanding of egg allergy. *Pediatr Clin North Am*. 2011 Apr;58(2):427-43, xi. doi: 10.1016/j.pcl.2011.02.014. PMID: 21453811; PMCID: PMC3069662.
15. Cosme-Blanco, W., & Ale, H. (2020). Food allergies. *Pediatrics in review*, 41(8), 403–415.
16. Crespo, J. F., James, J. M., Fernandez-Rodriguez, C., & Rodriguez, J. (2006). Food allergy: nuts and tree nuts. *British journal of nutrition*, 96(S2), S95-S102.
17. EUFIC. (2013). *Food Allergens—Allergic Reaction to Food*.  
<https://www.eufic.org/en/healthy-living/article/food-allergens>
18. Fernandes, T. J., Costa, J., Oliveira, M. B. P., & Mafra, I. (2015). An overview on fish and shellfish allergens and current methods of detection. *Food and Agricultural Immunology*, 26(6), 848-869.
19. Fiocchi, A., Risso, D., DunnGalvin, A., Díaz, S. N. G., Monaci, L., Fierro, V., & Ansotegui, I. J. (2021). Food labeling issues for severe food allergic patients. *World Allergy Organization Journal*, 14(10), 100598.
20. Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H., O'Mahony, J. A., Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., ... & O'Mahony, J. A. (2015). Milk proteins. *Dairy chemistry and biochemistry*, 145-239.
21. Gazme, B., Rezaei, K., & Udenigwe, C. C. (2022). Epitope mapping and the effects of various factors on the immunoreactivity of main allergens in egg white. *Food & Function*, 13(1), 38-51.
22. Geiselhart, S., Hoffmann-Sommergruber, K., & Bublin, M. (2018). Tree nut allergens. *Molecular immunology*, 100, 71-81.
23. Gendel, S. M. (2012). Comparison of international food allergen labeling regulations. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 63(2), 279-285.
24. Kagan, R. S. (2003). Food allergy: an overview. *Environmental health perspectives*, 111(2), 223-225.
25. Kimber, I., & Dearman, R. J. (2002). Factors affecting the development of food allergy. *Proceedings of the Nutrition Society*, 61(4), 435-439.

26. L'Hocine, L., & Boye, J. I. (2007). Allergenicity of soybean: new developments in identification of allergenic proteins, cross-reactivities and hypoallergenization technologies. *Critical reviews in food science and nutrition*, 47(2), 127-143.
27. Lopata, A. L., O'hehir, R. E., & Lehrer, S. B. (2010). Shellfish allergy. *Clinical & Experimental Allergy*, 40(6), 850-858.
28. Macchia, D., Melioli, G., Pravettoni, V., Nucera, E., Piantanida, M., Caminati, M., ... & Food Allergy Study Group (ATI) of the Italian Society of Allergy, Asthma and Clinical Immunology (SIAAIC). (2015). Guidelines for the use and interpretation of diagnostic methods in adult food allergy. *Clinical and Molecular Allergy*, 13, 1-12.
29. Matsuo, H., Yokooji, T., & Taogoshi, T. (2015). Common food allergens and their IgE-binding epitopes. *Allergology International*, 64(4), 332-343.
30. Monaci, L., Tregoat, V., van Hengel, A. J., & Anklam, E. (2006). Milk allergens, their characteristics and their detection in food: A review. *European Food Research and Technology*, 223, 149-179.
31. Mulalapele, L. T., & Xi, J. (2021). Detection and inactivation of allergens in soybeans: A brief review of recent research advances. *Grain & Oil Science and Technology*, 4(4), 191-200.
32. Muthukumar, J., Selvasekaran, P., Lokanadham, M., & Chidambaram, R. (2020). Food and food products associated with food allergy and food intolerance—An overview. *Food Research International*, 138, 109780.
33. Ogawa, T., Samoto, M., & Takahashi, K. (2000). Soybean allergens and hypoallergenic soybean products. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 46(6), 271-279.
34. Palladino, C., & Breiteneder, H. (2018). Peanut allergens. *Molecular immunology*, 100, 58-70.
35. Pedrosa, M., Boyano-Martínez, T., García-Ara, C., & Quirce, S. (2015). Shellfish allergy: a comprehensive review. *Clinical reviews in allergy & immunology*, 49, 203-216.
36. Pele, M. (2010). Peanut allergens. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(2), 5204-5212.
37. Pi, X., Sun, Y., Fu, G., Wu, Z., & Cheng, J. (2021). Effect of processing on soybean allergens and their allergenicity. *Trends in Food Science & Technology*, 118, 316-327.
38. Poms, R. E., Klein, C. L., & Anklam, E. (2004). Methods for allergen analysis in food: a review. *Food additives and contaminants*, 21(1), 1-31.

39. Poulsen, L. K., Hansen, T. K., Nørgaard, A., Vestergaard, H., Stahl Skov, P., & Bindslev-Jensen, C. (2001). Allergens from fish and egg. *Allergy*, *56*, 39-42.
40. Quirce, S., Boyano-Martínez, T., & Díaz-Perales, A. (2016). Clinical presentation, allergens, and management of wheat allergy. *Expert Review of Clinical Immunology*, *12*(5), 563-572.
41. Ruethers, T., Taki, A. C., Johnston, E. B., Nugraha, R., Le, T. T., Kalic, T., ... & Lopata, A. L. (2018). Seafood allergy: A comprehensive review of fish and shellfish allergens. *Molecular immunology*, *100*, 28-57.
42. Salcedo, G., Quirce, S., & Díaz-Perales, A. (2011). 1 Wheat Allergens Associated with Baker's Asthma. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, *21*(2), 81.
43. Savage, J., & Johns, C. B. (2015). Food allergy: epidemiology and natural history. *Immunology and Allergy Clinics*, *35*(1), 45-59.
44. Sharp, M. F., & Lopata, A. L. (2014). Fish allergy: in review. *Clinical reviews in allergy & immunology*, *46*, 258-271.
45. Sicherer, S. H., & Sampson, H. A. (2006). 9. Food allergy. *Journal of allergy and clinical immunology*, *117*(2), S470-S475.
46. Sicherer, S. H., & Sampson, H. A. (2014). Food allergy: epidemiology, pathogenesis, diagnosis, and treatment. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, *133*(2), 291-307.
47. Smeekens, J. M., Bagley, K., & Kulis, M. (2018). Tree nut allergies: Allergen homology, cross-reactivity, and implications for therapy. *Clinical & Experimental Allergy*, *48*(7), 762-772.
48. Spies, J. R. (1974). Allergens. *Journal of agricultural and food chemistry*, *22*(1), 30-36.
49. Steinman, H. A. (1996). "Hidden" allergens in foods. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, *98*(2), 241-250.
50. Tatham AS, Shewry PR. Allergens to wheat and related cereals. *Clin Exp Allergy*. 2008 Nov;*38*(11):1712-26. doi: 10.1111/j.1365-2222.2008.03101.x. Epub 2008 Sep 24. PMID: 18823308
51. Taylor, S. L., & Baumert, J. L. (2015). Worldwide food allergy labeling and detection of allergens in processed foods. *Food allergy: Molecular basis and clinical practice*, *101*, 227-234.

52. Taylor, S. L., & Lehrer, S. B. (1996). Principles and characteristics of food allergens. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 36(S1), 91-118.
53. Ternus, M. E., Lapsley, K., & Geiger, C. J. (2008). Health Benefits of Tree Nuts. In *Tree Nuts* (pp. 51-78). CRC Press.
54. Teuber, S. S., Comstock, S. S., Sathe, S. K., & Roux, K. H. (2003). Tree nut allergy. *Current allergy and asthma reports*, 3, 54-61.
55. Tomei, L., Muraro, A., Giovannini, M., Barni, S., Liccioli, G., Paladini, E., ... & Mori, F. (2023). Hidden and Rare Food Allergens in Pediatric Age. *Nutrients*, 15(6), 1386.
56. Turnbull, J. L., Adams, H. N., & Gorard, D. A. (2015). The diagnosis and management of food allergy and food intolerances. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 41(1), 3-25.
57. van Hengel, A. J. (2007). Food allergen detection methods and the challenge to protect food-allergic consumers. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 389, 111-118.
58. Wal, J. M. (2001). Structure and function of milk allergens. *Allergy*, 56, 35-38.
59. Wal, J. M. (2002). Cow's milk proteins/allergens. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 89(6), 3-10.
60. Warren, C. M., Brewer, A. G., Grobman, B., Jiang, J., & Gupta, R. S. (2021). Racial/ethnic differences in food allergy. *Immunology and Allergy Clinics*, 41(2), 189-203.
61. Warren, C. M., Jiang, J., & Gupta, R. S. (2020). Epidemiology and burden of food allergy. *Current allergy and asthma reports*, 20, 1-9.
62. Wasserman, S., & Watson, W. (2011). Food allergy. *Allergy, Asthma & Clinical Immunology*, 7, 1-7.
63. Weinberger, T., & Sicherer, S. (2018). Current perspectives on tree nut allergy: a review. *Journal of asthma and allergy*, 41-51.
64. Wen, H. W., Borejsza-Wysocki, W., DeCory, T. R., & Durst, R. A. (2007). Peanut allergy, peanut allergens, and methods for the detection of peanut contamination in food products. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 6(2), 47-58.
65. Wild, L. G., & Lehrer, S. B. (2005). Fish and shellfish allergy. *Current allergy and asthma reports*, 5(1), 74-79.
66. Wong G.W., 2015, Epidemiology: international point of view, from childhood to adults, food allergens. *Chem Immunol Allergy*. 2015;101:30-37. doi:10.1159/000371662 Muthukumar, J., Selvasekaran, P., Lokanadham, M., & Chid-

- ambaram, R. (2020). Food and food products associated with food allergy and food intolerance—An overview. *Food Research International*, 138, 109780.
67. Wong, D. W., Camirand, W. M., Pavlath, A. E., Parris, N., & Friedman, M. (1996). Structures and functionalities of milk proteins. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 36(8), 807-844.
68. Zhuang, Y., & Dreskin, S. C. (2013). Redefining the major peanut allergens. *Immunologic research*, 55, 125-134.

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αλεξοπούλου, Ι. (2017). Η διατροφική αξία του αυγού και η θέση του στη διατροφή των ατόμων με υψηλό καρδιαγγειακό κίνδυνο.
2. Αμβροσιάδου, Σ. Λ. (2010). Μελέτη των ρεολογικών χαρακτηριστικών και του αρώματος μικτών πηκτών πρωτεϊνικού υπερσυμπυκνώματος ορού γάλακτος/κρόκου αυγού (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).
3. Ανδρικόπουλος, Ν. (2016). ΤΟ ΓΑΛΑ
4. Γαβριηλίδου Μαρία. (2015). ΕΦΕΤ νομοθετικό πλαίσιο αλλεργιογόνων.  
[Διαφάνεια 1 \(efet.gr\)](#)
5. Γαϊτάνης, Σ. (2015). Προσδιορισμός αλλεργιογόνων ουσιών στα τρόφιμα.
6. Γιαβή, Σ. (2016). Επαγωγή ανοχής του αυγού σε παιδιά με αλλεργία στο αυγό μέσω της εισαγωγής θερμικά επεξεργασμένης πρωτεΐνης αυγού στη διατροφή τους (με τη μορφή κέικ) (Doctoral dissertation, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ). Σχολή Επιστημών Υγείας. Τμήμα Ιατρικής. Τομέας Υγείας Μητέρας και Παιδιού. Κλινική Β' Παιδιατρική Περιφερειακού Γενικού Νοσοκομείου Παιδών ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ και ΑΓΛΑΪΑΣ ΚΥΡΙΑΚΟΥ. Τμήμα Αλλεργιολογικό-Ανοσολογικό).
7. Ευάγγελος Σ. Λάζος, Α. Ε. (2016). Επιστήμη & Τεχνολογία των Σιτηρών. Εκδόσεις Παπαζήση.
8. ΕΦΕΤ – Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων (2023) Ανακλήσεις.  
<https://www.efet.gr/index.php/el/enimerosi/deltia-typou/anakliseis-cat>
9. Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2011). Κανονισμός ΕΕ αριθ.1169/2011 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου της 25ης Οκτωβρίου 2011.  
<https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewielKzX3u6CAxWEVfEDHTdDDkgQFnoECBIQAQ&url=https%3A%2F%2Fur-lex.europa.eu%2FLEXUriServ%2FLEXUriServ.do%3Furi%3DOJ%3AL%3A2011%3A304%3A0018%3A0063%3AEL%3APDF&usq=AOvVaw2BvnuGjEphGwKePkERBQDN&opi=89978449>
10. Κελαϊδίτης, Χ., & Κοντούρη, Λ. (2008). Τροφικές αλλεργίες ένα πρόβλημα μέλλοντος: ο ρόλος του διαιτολόγου.
11. Κεχαγιάς, Χ., & Τσάκαλη, Ε. (2020). Επιστήμη και Τεχνολογία Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

12. Λαμπαούνα, Α. (2022). Διερεύνηση του επιπολασμού των τροφικών αλλεργιών σε παιδιά προσχολικής ηλικίας στην Ελλάδα.
13. Λιόντου, Μ. (2021). Μελέτη των επιπέδων των ειδικών Ige αλλεργιογόνων (Rast test) του ορού, στην παρακολούθηση ασθενών με τροφική αλλεργία.
14. Λυμπιωτάκος, Λ. (2015). Επισήμανση και ανιχνευσιμότητα αλλεργιογόνων ουσιών στα τρόφιμα.
15. Μώρου, Ζ. (2015). Ποιότητα ζωής παιδιών με τροφική αλλεργία.
16. Νικολαΐδη, Τ., & Τουλής, Ι. (2022). Τα αλλεργιογόνα στα τρόφιμα.
17. Παγκόσμια Ημέρα Αλλεργίας. Υπουργείο Υγείας (2011)  
<https://www.moh.gov.gr/articles/news/580-pagkosmia-hmera-allergias>
18. Πιτσινού, Α., & Μήτραϊ, Ν. (2022). Μελέτη γενετικών πολυμορφισμών στις κύριες πρωτεΐνες του ελληνικού γάλακτος
19. Σιώζος, Σ. (2016). Κίνδυνος από αλλεργιογόνα συστατικά τροφίμων.
20. Σταμάτης Κουσίσης, Δ. Χ. (2020). Εργαστηριακή Βιοχημεία. Αθήνα Εκδόσεις ΤΣΟΤΡΑΣ.
21. Σχωρτσανίτη, Ι. Σ. Γ. (2020). Σύγχρονες νομοθετικές απαιτήσεις για τα αλλεργιογόνα στα τρόφιμα (Master's thesis).
22. Χαζίζα, Χ. (2018). Γλουτένη: Αλλεργία–Δυσανεξία-Ευαισθησία.
23. Χούχουλα, Δ., & Σφλώμος, Κ. (2020). Ασφάλεια και Τοξικότητα στην Αγροδιατροφική Αλυσίδα. Εκδόσεις ΤΣΟΤΡΑΣ. (Κεχαγιάς & Τσάκαλη, 2020 )