

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ**

**ΤΑ ΓΛΥΚΑΝΤΙΚΑ ΩΣ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΥ ΞΑΝΘΟΥΛΑ**



**ΚΑΛΑΜΑΤΑ  
2012**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Έχω την ανάγκη να ευχαριστήσω τους γονείς μου, όπως και τον αδελφό μου, που στέκονται πάντα δίπλα μου και με στηρίζουν με οποιοδήποτε τρόπο και διότι χωρίς αυτούς δεν θα βρισκόμουν στην Καλαμάτα.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Σωτήρη Βαμβακά για την πολύτιμη βοήθεια του με τις μεταφράσεις που ήταν απαραίτητες, τις διορθώσεις και γενικά με την ολοκλήρωση της εργασίας, και την υπομονή του σε απορίες, επεξηγήσεις, λάθη...

Τέλος ευχαριστώ τον καλό μου φίλο κ. Ρούτση Δημήτρη που με βοήθησε σε πολλά, τους φίλους και συναδέλφους μου κ. Τερτίπη Νίκο και την κ. Φράγκου Τζίνα που με φιλοξενούσαν στο σπίτι τους, στην περίπτωση που δεν είχα σύνδεση στο internet και το χρειαζόμουν. Επίσης τους φίλους και συναδέλφους κ. Παπαϊωάννου Έλενα και το κ. Οικονομάκο Γιώργο που ανταλλάζαμε πληροφορίες για τις εργασίες μας και με βοήθησαν πολύ...

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι γεγονός ότι η αναζήτηση της γλυκιάς γεύσης είναι ένα έμφυτο χαρακτηριστικό του ανθρώπινου είδους. Αναμφισβήτητα, η βασική «φυσική πηγή» της γλυκιάς γεύσης δεν είναι άλλη από τη ζάχαρη. Ορισμένες ομάδες του πληθυσμού, όπως για παράδειγμα οι διαβητικοί, πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί με την κατανάλωσή της, με συνέπεια να υποχρεώνονται να στερούνται την απόλαυση που προσφέρει η γλυκιά γεύση. Επιπλέον, οι διατροφικές συνήθειες τα τελευταία χρόνια έχουν αλλάξει και οι περισσότεροι ακολουθούν ένα μοντέλο ισοροπημένης διατροφής, χαμηλής θερμιδικής αξίας και χαμηλών λιπαρών. Αυτοί οι λόγοι οδήγησαν στην χρήση των γλυκαντικών σε πληθώρα προϊόντων με μειωμένες θερμίδες. Τα γλυκαντικά είναι ουσίες που προστίθενται στα τρόφιμα για να τους δώσουν γλυκιά γεύση, αντικαθιστώντας τη ζάχαρη. Ανήκουν σε μια ευρύτερη ομάδα ουσιών που ονομάζονται πρόσθετα τροφίμων και στόχος τους είναι η βελτίωση του προϊόντος με οποιοδήποτε τρόπο. Τα γλυκαντικά που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι η ασπαρτάμη, το ακετοσουλφαμικό κάλιο και το κυκλαμικό νάτριο, τα οποία παρουσιάζονται, καθώς και τις παρενέργειες που πιθανόν προκύπτουν από τη χρήση τους, σύμφωνα με σχετικές έρευνες.

Ο σκοπός είναι να προβληματιστούμε σκεπτόμενοι και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης των γλυκαντικών και η επιλογή προϊόντων που περιέχουν γλυκαντικά να γίνεται συνειδητά και όχι τυχαία επειδή δεν διαβάσαμε τα συστατικά που αναγράφονται στην συσκευασία του προϊόντος.

## ABSTRACT

The fact is that the search of the sweet taste is an innate characteristic of mankind. Undoubtedly, the main "natural source" of sweetness is sugar. Some groups, such as diabetics should be very careful with its consumption, thus requiring to be denied the enjoyment of the sweet taste. In addition, eating habits in recent years have changed and the most of us follow a balanced model of diet, which contains low calorie and low fat. These reasons led to the use of sweeteners in many products with a smaller amount of calories. Sweeteners are substances are added to a wide variety of food, to give them a sweet taste, substituting sugar. They belong to a wider group of substances called additives, whose goal is to improve the product in any way. The most commonly used sweeteners are Aspartame, Acesulfame potassium and the sodium cyclamate, which we are presented. The possible side effects resulting from their use, according to researches are also presented.

The purpose is thought to reflect both the advantages and disadvantages of the use of sweeteners and the choice of products containing sweeteners to be conscious and not random because we didn't read the ingredients listed on product packaging.

## ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

πρόσθετα τροφίμων

αριθμοί E

γλυκαντικά

γλυκαντικές ουσίες

ασπαρτάμη

ακετοσουλφαμικό κάλιο

κυκλαμικό οξύ

κυκλαμικό νάτριο

παρενέργειες γλυκαντικών ουσιών

## KEYWORDS

food Additives

E codes

sweeteners

sweeteners

aspartame

acesulfame K

cyclamate acid

sodium cyclamate

side effects of sweeteners

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα.....	1
Πίνακας συντομογραφιών.....	5
Πίνακας πινάκων.....	6
Πίνακας εικόνων.....	6
Πρόλογος.....	7

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. Πρόσθετα τροφίμων.....	9
1.1. Η ασφάλεια των προσθέτων.....	10
1.2. Κατηγορίες προσθέτων τροφίμων.....	11
1.2.1. Χρωστικές.....	11
1.2.2. Συντηρητικά.....	12
1.2.3. Αντιοξειδωτικά.....	12
1.2.4. Φορείς.....	13
1.2.5. Γαλακτωματοποιητές.....	13
1.2.6. Γαλακτωματοποιητικά άλατα.....	13
1.2.7. Πυκνωτικά μέσα.....	14
1.2.8. Πηκτωματογόνοι παράγοντες.....	14
1.2.9. Σταθεροποιητές.....	14
1.2.10. Ενισχυτικά γεύσης.....	14
1.2.11. Οξέα.....	14
1.2.12. Ρυθμιστές οξύτητας.....	14
1.2.13. Αντισυσσωματοποιητικοί παράγοντες.....	15
1.2.14. Τροποποιημένα άμυλα.....	15
1.2.15. Γλυκαντικά.....	15
1.2.16. Διογκωτικά αρτοποιίας.....	15
1.2.17. Αντιαφριστικοί παράγοντες.....	15
1.2.18. Αφριστικοί παράγοντες.....	15
1.2.19. Υλικά για γλασάρισμα.....	16
1.2.20. Βελτιωτικό αλεύρων.....	16

1.2.21. Σκληρυντικοί παράγοντες.....	16
1.2.22. Υγροσκοπικά μέσα.....	16
1.2.23. Συμπλοκοποιητές.....	16
1.2.24. Διογκωτικοί παράγοντες.....	16
1.2.25. Αέρια συσκευασίας.....	16
1.2.26. Προωστικοί παράγοντες.....	17
1.3 Τι είναι οι E-αριθμοί;.....	17

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. Γλυκαντικά.....	18
2.1 Η ασφάλεια των γλυκαντικών.....	19
2.2. Επιτρεπόμενες γλυκαντικές ουσίες.....	21
2.2.1. E420(ι) Σορβιτόλη E420(ίι) Σιρόπι σορβιτόλης.....	21
2.2.2. E421 Μαννιτόλη.....	22
2.2.3. E950 Ακεσουλφαμικό κάλιο ή Ακεσουλφάμη –Κ.....	22
2.2.4. E951 Ασπαρτάμη.....	23
2.2.5. E952 Κυκλαμικό οξύ, νάτριο και ασβέστιο.....	24
2.2.6. E953 Ισομαλιτιτόλη (Isomalt).....	24
2.2.7. E954 Ζαχαρίνη, άλατα με Na, K και Ca.....	25
2.2.8. E955 Sucralose - Σουκραλόζη .....	25
2.2.9. E957 Θαυματίνη.....	26
2.2.10. E959 Νεοεσπεριδίνη DC.....	26
2.2.11. E962 Άλας ασπαρτάμης – ακετοσουλφάμης.....	27
2.2.12. E965(ι) Μαλιτιτόλη E965(ίι) Σιρόπι μαλιτιτόλης.....	27
2.2.13. E966 Λακτιτόλη.....	28
2.2.14. E967 Ξυλιτόλη.....	28
2.3. Κατάλογος γλυκαντικών που επιτρέπεται η χρήση τους στην Ε.Ε.....	29

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. Ασπαρτάμη.....	31
3.1 Δομή .....	31

3.2	Ιδιότητες και χρήση.....	33
3.3	Χρήσεις ασπαρτάμης.....	34
3.4	Φυσικοχημικές ιδιότητες.....	36
3.5	Σύνθεση.....	36
3.6	Σύνθεση ασπαρτάμης.....	38
3.7	Μεταβολισμός και φαινυλκετονουρία.....	40
3.8	Πρόσληψη.....	42
3.9	Ανακάλυψη και έγκριση.....	44

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.	Ακετοσουλφαμικό Κάλιο.....	46
4.1	Δομή.....	46
4.2	Ιδιότητες και χρήση.....	47
4.3	Χρήσεις ακετοσουλφαμικού καλίου.....	48
4.4	Φυσικοχημικές ιδιότητες.....	49
4.5	Δέσμευση της ακετοσουλφάμης στου υποδοχείς γεύσης.....	49
4.6	Παρασκευή Ακετοσουλφαμικού Καλίου.....	50
4.7	Μεταβολισμός.....	51
4.8	Πρόσληψη.....	51
4.9	Ανακάλυψη.....	51
4.10	Έγκριση και Ασφάλεια .....	52

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.	Κυκλαμικό οξύ.....	54
5.1	Δομή.....	54
5.2	Ιδιότητες και χρήση.....	55
5.3	Χρήσεις κυκλαμικού οξέος, νάτριο και ασβέστιο.....	56
5.4	Φυσικοχημικές ιδιότητες.....	57
5.5	Δέσμευση του κυκλαμικού νατρίου στου υποδοχείς γεύσης.....	58
5.6	Μεταβολισμός.....	59
5.7	Πρόσληψη.....	59
5.8	Ανακάλυψη.....	59



5.9 Έγκριση και Ασφάλεια .....	60
Συμπεράσματα.....	61
Βιβλιογραφία.....	64

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ
Ε.Ε.	Ευρωπαϊκή Ένωση
Η.Π.Α.	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΑΓΓΛΙΚΗ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	
A.D.I.	Acceptable Daily Intake
A.P.M.	Aspartame
C.F.S.A.N.	Center for Food Safety & Applied Nutrition
C.S.P.I.	Center for Science in the Public Interest
E.F.S.A.	European Food Safety Authority
F.A.O.	Food and Agriculture Organization
F.D.A.	Food & Drug administration
F.S.A.	Food Standards Agency
G.R.A.S.	Generally Recognized as Safe
J.E.C.F.A.	Joint Expert Committee on Food Additives
N.O.A.E.L.	No Observed Adverse Effect Level
P.B.O.I.	Public Board of Inquiry
P.K.U.	Phenylketonuria
W.H.O.	World Health Organization

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1	Φυσικοχημικές ιδιότητες ασπαρτάμης	ΣΕΛ. 36

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.	Οι χρωστικές στα παγωτά	ΣΕΛ. 12
Εικόνα 2.	Η χημική δομή του ασπαρτικού οξέος και της φαινυλαλανίνης	ΣΕΛ. 32
Εικόνα 3.	Η δομή της ασπαρτάμης	ΣΕΛ. 32
Εικόνα 4.	Η σύνθεση του εστέρα	ΣΕΛ. 37
Εικόνα 5.	Η σύνθεση του αμιδίου	ΣΕΛ. 37
Εικόνα 6.	Η χημική σύνθεση της ασπαρτάμης	ΣΕΛ. 39
Εικόνα 7.	Η ενζυμοχημική σύνθεση της ασπαρτάμης	ΣΕΛ. 39
Εικόνα 8.	Η χημική δομή του ακετοσουλφαμικού καλίου	ΣΕΛ. 46
Εικόνα 9.	Η δομή του ακετοσουλφαμικού καλίου	ΣΕΛ. 47
Εικόνα 10.	Η δέσμευση της ακετοσουλφάμης από τον υποδοχέα που αντιλαμβάνεται την γλυκιά γεύση.	ΣΕΛ. 50
Εικόνα 11.	Η χημική δομή του κυκλαμικού νατρίου	ΣΕΛ. 54
Εικόνα 12.	Η χημική δομή του κυκλαμικού νατρίου σε τρισδιάστατη μορφή	ΣΕΛ. 55
Εικόνα 13.	Η δέσμευση του κυκλαμικού νατρίου από τον υποδοχέα που αντιλαμβάνεται την γλυκιά γεύση.	ΣΕΛ. 58

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ανάγκη για την διατήρηση των τροφίμων φάνηκε από την πρώτη στιγμή που ο άνθρωπος άρχισε να οργανώνεται σε κοινωνίες. Οι αρχαίοι λαοί είχαν βρει διάφορους τρόπους συντήρησης των τροφίμων για να εξασφαλίσουν την διατροφή τους , έτσι ώστε να υπάρχουν αποθέματα σε στιγμές έλλειψής τους.

Αυτή η ανάγκη για την διατήρηση των τροφίμων, την βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών τους, την εξυπηρέτηση ειδικών διαιτητικών αναγκών οδήγησε στην χρήση των προσθέτων. Τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα μπορεί να είναι φυσικές ουσίες, δηλαδή ουσίες που υπάρχουν από μόνες τους στη φύση, ή συνθετικές ουσίες δηλαδή ουσίες που συντίθενται από τον άνθρωπο εργαστηριακά. Η χρήση των προσθέτων στα τρόφιμα ρυθμίζεται από Νομοθεσίες και Κανονισμούς, σύμφωνα με τους οποίους επιτρέπεται η χρήση ουσιών που θεωρούνται ασφαλείς, δεδομένου ότι χρησιμοποιούνται σε καθορισμένες συγκεντρώσεις και είδη τροφίμων.

Τα πρόσθετα χωρίζονται σε κατηγορίες σύμφωνα με την λειτουργία τους στα τρόφιμα που χρησιμοποιούνται. Μια κατηγορία που ανήκει στα πρόσθετα είναι τα γλυκαντικά.

Τα γλυκαντικά είναι ουσίες που προστίθενται στα τρόφιμα για να τους δώσουν γλυκιά γεύση, αντικαθιστώντας τη ζάχαρη. Δημιουργήθηκαν για να καλύψουν την επιθυμία του σύγχρονου ανθρώπου για γλυκιά γεύση, συμβάλλοντας στον καλύτερο έλεγχο του σωματικού του βάρους αφού δίνουν μια πολύ γλυκιά γεύση με πολύ λίγες ή καθόλου θερμίδες και παράλληλα καθιστώντας δυνατή την κατανάλωση «γλυκών» τροφίμων και ροφημάτων από διαβητικούς, αφού δεν επηρεάζουν τα επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης στο αίμα.

Καθώς τα γλυκαντικά ανήκουν στα πρόσθετα έπρεπε να ορίσουμε τι είναι τα πρόσθετα, για ποιούς λόγους χρησιμοποιούνται, ποιοι είναι οι τεχνολογικοί σκοποί που εξυπηρετούν, αν είναι ασφαλή στη χρήση τους, να αναλύσουμε τις κατηγορίες και τη λειτουργία τους, τον τρόπο που κωδικοποιούνται.

Έπειτα έπρεπε να ορίσουμε τι είναι τα γλυκαντικά σε ποιες ομάδες χωρίζονται, κάποιες πληροφορίες που αφορούν την χρήση και την έγκρισή τους και ο κατάλογος των γλυκαντικών που επιτρέπεται η χρήση τους στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Επειδή τα γλυκαντικά χρησιμοποιούνται συχνότερα σε προϊόντα τα οποία καταναλώνουμε καθημερινά δίχως πολλές φορές να το γνωρίζουμε, όπως είναι η ασπαρτάμη, η οποία απαντάται στα περισσότερα προϊόντα που δροσίζουν την αναπνοή, το ακετοσουλφαμικό κάλιο, το οποίο απαντάται περισσότερο σε συμπληρώματα διατροφής και στοματικά διαλύματα και το κυκλαμικό νάτριο που περιέχουν light αναψυκτικά. Βέβαια χρησιμοποιούνται και σε πολλά άλλα προϊόντα ευρείας κατανάλωσης. Αυτός ήταν και ο λόγος που επιλέξαμε να μιλήσουμε γι αυτά, να τα αναλύσουμε και από την χημική τους πλευρά, περιγράφοντας την δομή όπως και τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες, να μάθουμε με ποιον τρόπο χρησιμοποιούνται σε διάφορα προϊόντα, να αναγνωρίσουμε ποια είναι τα προϊόντα αυτά και πως μεταβολίζονται ή δεν μεταβολίζονται από τον ανθρώπινο οργανισμό, σε τι ποσότητες μπορούμε να τα καταναλώνουμε (πρόσληψη), τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε όταν τα καταναλώνουμε την γλυκιά γεύση. Επίσης μεγάλης σημασίας είναι και το πώς ανακαλύφθηκαν αυτές οι ουσίες όπως και πως έγινε η έγκρισή τους για να μπορούμε να τις καταναλώνουμε σήμερα. Τέλος έπρεπε να ειπωθούν και οι παρενέργειες που συνοδεύουν την χρήση τους, οι οποίες έχουν προκύψει από αρκετές μελέτες και έρευνες για τις βραχυπρόθεσμες, αλλά κυρίως τις μακροπρόθεσμες, πιθανές συνέπειες στην υγεία του ανθρώπου.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εκτενής ανάλυση των τριών γλυκαντικών ουσιών: της ασπαρτάμης, του ακετοσουλφαμικού καλίου και του κυκλαμικού νατρίου οι οποίες χρησιμοποιούνται σε πληθώρα προϊόντων που καταναλώνουμε καθημερινά και πιθανότατα χωρίς να το γνωρίζουμε. Η αναφορά των παρενεργιών ώστε να έχουμε μια πιο ολοκληρωμένη άποψη και να έχουμε εμείς την τελική επιλογή στην διατροφή μας, γνωρίζοντας τα θετικά και τα αρνητικά που περιλαμβάνει η χρήση τους.

## 1. Πρόσθετα τροφίμων

Τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα μπορεί να είναι είτε

- α) φυσικές ουσίες, δηλαδή ουσίες που υπάρχουν από μόνες τους στη φύση, είτε
- β) συνθετικές ουσίες δηλαδή ουσίες που συντίθενται από τον άνθρωπο εργαστηριακά.

Ο λόγος που προστίθενται στα τρόφιμα είναι η βελτίωση του προϊόντος με οποιοδήποτε τρόπο. Ο αριθμός των ουσιών και αυτών είναι πολύ μεγάλος και ξεπερνά τις 2900. Η χρήση των «συνθετικών» προσθέτων, τα οποία είναι υψηλότερης επικινδυνότητας, επιτρέπεται μόνο σε ορισμένα τρόφιμα, ενώ η χρήση των «φυσικών» υπόκειται σε λιγότερους περιορισμούς. Ένα πρόσθετο μπορεί να επιτρέπεται μέχρι μια καθορισμένη ποσότητα σε ένα τρόφιμο, σε διαφορετική ποσότητα σε άλλο ή να απαγορεύεται πλήρως η προσθήκη του σε κάποιο τρίτο πάντα με γνώμονα την νομοθεσία που έχει θεσπιστεί.

Η προσθήκη μπορεί να έχει κύριο σκοπό

- τη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών ( της γεύσης, της οσμής, της υφής, του χρώματος και της εμφάνισης γενικά),
- τη σταθερότητα,
- τη συντήρηση των τροφίμων ,
- την εξυπηρέτηση ειδικών διαιτητικών αναγκών

Σύμφωνα με την κοινοτική νομοθεσία στα " πρόσθετα τροφίμων " συμπεριλαμβάνεται οποιαδήποτε ουσία που είτε έχει θρεπτική αξία είτε δεν έχει, δεν καταναλώνεται συνήθως μόνη της ως τρόφιμο, ούτε χρησιμοποιείται συνήθως ως χαρακτηριστικό συστατικό τροφίμων και η οποία η προστίθεται στα τρόφιμα, για τεχνολογικούς σκοπούς κατά

α) την κατασκευή ενός τροφίμου

β) τη μεταποίηση ενός τροφίμου

γ) την παρασκευή ενός τροφίμου

δ) την κατεργασία ενός τροφίμου

ε) τη συσκευασία ενός τροφίμου

στ)τη μεταφορά ενός τροφίμου

η)την αποθήκευση ενός τροφίμου

και έχει ως αποτέλεσμα ή αναμένεται να έχει ως αποτέλεσμα το να αποτελέσει η ίδια ή τα παράγωγά της συστατικό στοιχείο των τροφίμων αυτών, με άμεσο τρόπο ή έμμεσο τρόπο.

## 1.1 Η ασφάλεια των προσθέτων

Η προσθήκη χημικών ουσιών στα τρόφιμα ρυθμίζεται από Νομοθεσίες και Κανονισμούς, σύμφωνα με τους οποίους επιτρέπεται η χρήση ουσιών που θεωρούνται ασφαλείς, δεδομένου ότι χρησιμοποιούνται σε καθορισμένες συγκεντρώσεις και είδη τροφίμων.

Για να κριθούν κατάλληλα τα πρόσθετα δοκιμάζονται και υπόκεινται σε κάποια τεστ ώστε να ελεγχθεί η ασφάλειά τους και έπειτα παίρνουν την έγκριση για να χρησιμοποιηθούν. Όλες οι παραπάνω ενέργειες πραγματοποιούνται από επιτροπές επιστημόνων που έχουν συσταθεί για αυτόν το σκοπό, οι οποίες δρουν ανεξάρτητα και υποβάλλουν τα πρόσθετα σε κατάλληλες δοκιμές και έπειτα τα αξιολογούν για την τοξικότητά τους. Εάν αποδειχθεί ότι είναι αναγκαία η χρήση τους και ότι είναι ασφαλή, δηλαδή ότι δεν παρουσιάζουν κανένα κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία, για το περιβάλλον και για το ίδιο το προϊόν, εγκρίνονται. Με την έγκριση που λαμβάνουν τα πρόσθετα τροφίμων, προσδιορίζεται:

- σε ποια τρόφιμα επιτρέπεται η χρήση τους,
- οι όροι σύμφωνα με τους οποίους γίνεται η προσθήκη αυτή,
- η ελάχιστη δόση που είναι απαραίτητη για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος.

Όταν υπάρχουν νέα στοιχεία που οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η χρήση ενός πρόσθετου θέτει σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία, η χρήση του μπορεί να καταργηθεί, να ανασταλεί ή να περιοριστεί προσωρινά ή να συνεχίσει να επιτρέπεται μόνο σε συγκεκριμένα τρόφιμα. Τα πρόσθετα τροφίμων ομαδοποιούνται σε κατηγορίες σύμφωνα με την κύρια λειτουργία τους. Ωστόσο η κατάταξη ενός πρόσθετου σε συγκεκριμένη κατηγορία δεν αποκλείει τη χρησιμοποίησή του και σε άλλες λειτουργίες. Σε κάθε πρόσθετο αντιστοιχεί ένας τριψήφιος ή τετραψήφιος αριθμός. Πριν από τον αριθμό υπάρχει η ένδειξη E που δηλώνει ότι έχει εγκριθεί η κυκλοφορία του στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Χρησιμοποιώντας τον κωδικό αριθμό δεν συγχέονται τα πρόσθετα που έχουν περισσότερα από ένα ονόματα, ή



παρόμοια ονόματα. Επίσης εξοικονομείται χώρος κατά την επισήμανση του τροφίμου. Στη συσκευασία όλων των τροφίμων υπάρχει υποχρεωτικά ο κατάλογος των συστατικών του, ο οποίος συμπεριλαμβάνει όλα τα συστατικά που περιέχονται στο τρόφιμο, αρχίζοντας με αυτό που έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα στο προϊόν κατά βάρος, με κατάταξη από το μεγαλύτερο στο μικρότερο κατά βάρος συστατικό. Στον κατάλογο αυτόν συμπεριλαμβάνονται και τα πρόσθετα. Ο καταναλωτής μπορεί επομένως να ελέγξει ποια πρόσθετα περιέχονται σε ένα τρόφιμο, διαβάζοντας την ετικέτα. Στον κατάλογο των συστατικών τα πρόσθετα αναφέρονται υποχρεωτικά με το όνομα της κατηγορίας και το ειδικό τους όνομα ή τον αριθμό Ε.

## **1.2 Κατηγορίες προσθέτων τροφίμων**

Οι κατηγορίες των πρόσθετων τροφίμων καθώς και η λειτουργία τους είναι οι εξής:

### **1.2.1 Χρωστικές**

Οι χρωστικές προσθέτουν χρώμα σε ένα τρόφιμο ή αποκαθιστούν το χρώμα ενός τροφίμου που έχει χαθεί ή αλλοιωθεί κατά την επεξεργασία του. Έτσι συμβάλλουν στην καλή εμφάνιση του προϊόντος και το κάνουν επιθυμητό προς τον καταναλωτή (Εικ.1).

Οι επιτρεπόμενες χρωστικές ουσίες είναι είτε φυσικές, είτε συνθετικές και είναι οι ουσίες των οποίων η χρησιμότητα είναι η μικρότερη.

Η σχετική Νομοθεσία (περί Χρωστικών Ουσιών στα Τρόφιμα Κανονισμοί), που είναι τώρα πλήρως εναρμονισμένη με την αντίστοιχη της Ε.Ε., κατ' αρχήν ορίζει ένα μεγάλο κατάλογο βασικών τροφίμων στα οποία απαγορεύεται πλήρως η προσθήκη χρωστικών ουσιών, όπως μη επεξεργασμένα τρόφιμα, άλευρα, ψάρια, γάλα, βούτυρο, χυμοί φρούτων, ζυμαρικά, πολλά εγκυτωμένα ή διατηρημένα φρούτα και λαχανικά κ.ά. Στη συνέχεια καθορίζονται αρκετά τρόφιμα στα οποία μόνο ορισμένες φυσικές ή συνθετικές χρωστικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Τέλος, περιορίζεται η χρήση ορισμένων χρωστικών σε συγκεκριμένα μόνο τρόφιμα και σε καθορισμένη μέγιστη συγκέντρωση.





Εικόνα 1. Οι χρωστικές στα παγωτά.

Τα παγωτά που κυκλοφορούν στο εμπόριο περιέχουν χρωστικές ουσίες προκειμένου να ενισχυθεί το χρώμα τους.

### 1.2.2. Συντηρητικά

Τα συντηρητικά είναι οργανικές ή ανόργανες ουσίες που παρουσιάζουν αντιμικροβιακή δράση και προστίθενται στα τρόφιμα για να αποφευχθεί η αλλοίωσή τους, η οποία μπορεί να προκληθεί από τους μικροοργανισμούς, τις ενζυμικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στο προϊόν και την ενεργότητα του νερού. Επίσης τα συντηρητικά παρατείνουν το χρόνο που διατηρούνται τα τρόφιμα. Για το λόγο αυτό θεωρούνται από τα πιο απαραίτητα πρόσθετα, νοουμένου ότι χρησιμοποιούνται όπου είναι αναγκαίο και σε ευαλλοίωτα τρόφιμα. Τονίζεται ότι τα συντηρητικά δεν έχουν την ικανότητα να βελτιώσουν την τυχόν υποβαθμισμένη ποιότητα των τροφίμων, αλλά τη δυνατότητα να διατηρήσουν την ποιότητά τους για κάποιο χρονικό διάστημα, που συνήθως καθορίζεται με τις χρονικές ενδείξεις στην ετικέτα του τροφίμου.

Τα συντηρητικά είναι τοξικολογικά, κάπως πιο επικίνδυνα πρόσθετα, γι' αυτό η χρήση τους είναι αυστηρά καθορισμένη από τη σχετική Νομοθεσία (περί Ποικίλων Ουσιών στα Τρόφιμα Κανονισμοί). Μόνο στα τρόφιμα, στα οποία αναφέρονται ονομαστικά οι Κανονισμοί, μπορούν να προστίθενται συγκεκριμένα συντηρητικά και σε καθορισμένες ποσότητες.

### 1.2.3. Αντιοξειδωτικά

Είναι φυσικές ή συνθετικές ουσίες, που ενώνονται εύκολα με το οξυγόνο και προστίθενται στα λίπη και στα λιπαρά, κυρίως, τρόφιμα, που καθορίζονται από τη σχετική Νομοθεσία

(περί Ποικίλων Ουσιών στα Τρόφιμα Κανονισμοί), για να αποτρέψουν ή να επιβραδύνουν την οξειδωσή τους (τάγγιση).

Τα λίπη και τα έλαια οξειδώνονται κατά τη φύλαξή τους, από την επαφή με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας. Επίσης, το λίπος που περιέχεται στα διάφορα τρόφιμα, είναι δυνατόν κατά τη διαδικασία παρασκευής και φύλαξής τους να υποστεί σε κάποιο βαθμό τάγγιση. Η τάγγιση προσδίδει στο τρόφιμο χαρακτηριστική κακή οσμή και γεύση.

Η χρήση των αντιοξειδωτικών είναι αυστηρά καθορισμένη από τη σχετική Νομοθεσία (περί Ποικίλων Ουσιών στα Τρόφιμα Κανονισμοί). Επειδή τα επιτρεπόμενα συνθετικά αντιοξειδωτικά είναι και τα πιο σημαντικά από τοξικολογικής άποψης σε σύγκριση με τα φυσικά, η χρήση τους περιορίζεται σε καθορισμένα μόνο τρόφιμα (εδώδιμα λίπη και έλαια, βούτυρα, τσίχλες κ.λπ.) και σε ορισμένες ποσότητες.

Τα επιτρεπόμενα φυσικά αντιοξειδωτικά, όπως η βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ) και οι τοκοφερόλες, επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται πιο ελεύθερα στα τρόφιμα. [Δρ Ελένη Ιωάννου-Κακούρη et al, 2008;ΕΦΕΤ, n.d.]

#### **1.2.4. Φορείς**

Οι φορείς είναι μέγιστης σημασίας ουσίες και χωρίς την ύπαρξή τους δεν θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε τα πρόσθετα μέσα στα τρόφιμα. Οι φορείς χρησιμοποιούνται για να διαλύσουμε ένα πρόσθετο, να το αραιώσουμε, να το διασπείρουμε, ή να το τροποποιήσουμε με άλλη φυσική μέθοδο στα τρόφιμα χωρίς να μεταβάλλουμε τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του. Οι φορείς σαν ουσίες είναι ουδέτερες και οι ίδιοι δεν ασκούν επιδράσεις στα τρόφιμα. Χρησιμοποιούνται για να διευκολύνουν το χειρισμό των προσθέτων, την εφαρμογή και τη χρήση τους.

#### **1.2.5. Γαλακτωματοποιητές**

Οι γαλακτωματοποιητές επιτρέπουν το σχηματισμό ενός ομοιογενούς μείγματος όπως και τη διατήρησή του. Αυτό μπορεί να συμβεί σε δύο ή περισσότερα βασικά συστατικά του προϊόντος που δεν αναμειγνύονται εύκολα μεταξύ τους όπως το λάδι και το νερό σε ένα τρόφιμο.

#### **1.2.6. Γαλακτωματοποιητικά άλατα**

Τα γαλακτωματοποιητικά άλατα μπορούν να μετατρέπουν τις πρωτεΐνες που περιέχονται μέσα στο τυρί σε διασπαρμένη μορφή και με αυτόν τον τρόπο, να επιφέρουν ομοιογενή κατανομή στα λίπη και στα άλλα συστατικά.

#### **1.2.7. Πυκνωτικά μέσα**

Τα πυκνωτικά μέσα μπορούν να αυξήσουν το ιξώδες ενός τροφίμου. Χρησιμοποιούνται συνήθως σε κέτσαπ, μουστάρδα, μαγιονέζα και άλλα προϊόντα τα οποία εάν δεν έχουν το κατάλληλο ιξώδες δεν γίνονται αποδεκτά από τον καταναλωτή.

#### **1.2.8. Πηκτωματογόνοι παράγοντες**

Οι πηκτωματογόνοι παράγοντες μπορούν να σχηματίζουν πήκτωμα και με αυτόν τον τρόπο προσδίδουν σε ένα τρόφιμο υφή.

#### **1.2.9 Σταθεροποιητές**

Οι σταθεροποιητές επιτρέπουν σε ένα τρόφιμο να διατηρεί τη φυσικοχημική του κατάσταση. Δηλαδή μπορούν να διατηρούν την ομοιογενή διάλυση δύο ή περισσότερων ουσιών που δεν αναμειγνύονται μεταξύ τους σε ένα τρόφιμο. Οι σταθεροποιητές επίσης είναι ουσίες που μπορούν να επηρεάσουν θετικά το χρώμα ενός τροφίμου, δηλαδή να το σταθεροποιήσουν, να το συντηρήσουν και να το κάνουν ακόμη πιο έντονο οπότε και πιο θελκτικό για τους καταναλωτές.

#### **1.2.10 Ενισχυτικά γεύσης**

Τα ενισχυτικά γεύσης έχουν τη δυνατότητα να ενισχύουν τη γεύση και την οσμή που υπάρχει σε ένα τρόφιμο με αποτέλεσμα να θυμίζει την πρώτη ύλη που έχει χρησιμοποιηθεί για να δημιουργηθεί το προϊόν και η οποία μπορεί να έχει χαθεί κατά την επεξεργασία.

#### **1.2.11 Οξέα**

Τα οξέα μπορούν να αυξήσουν την οξύτητα των τροφίμων και να τους δώσουν όξινη γεύση.

#### **1.2.12. Ρυθμιστές οξύτητας**

Οι ρυθμιστές οξύτητας μπορούν να μεταβάλλουν και να ελέγχουν την οξύτητα ή την αλκαλικότητα του τροφίμου.

#### **1.2.13. Αντισυσσωματοποιητικοί παράγοντες**

Οι αντισυσσωματοποιητικοί παράγοντες μπορούν να μειώσουν την τάση που έχουν τα μεμονωμένα σωματίδια του τροφίμου να προσκολλώνται το ένα με το άλλο.

#### **1.2.14 Τροποποιημένα άμυλα**

Τα τροποποιημένα άμυλα μπορούν να ληφθούν με μία ή περισσότερες χημικές επεξεργασίες αμύλων, τα οποία είναι βρώσιμα και τα όποια μπορεί να έχουν υποστεί κάποιου είδους επεξεργασία, η οποία μπορεί να είναι φυσική ή ενζυματική, και μπορούν να έχουν υποστεί όξινη ή αλκαλική αραίωση ή και λεύκανση.

#### **1.2.15. Γλυκαντικά**

Τα γλυκαντικά χρησιμοποιούνται είτε για να δώσουν γλυκιά γεύση στα τρόφιμα, είτε ως επιτραπέζια γλυκαντικά. Η χρήση των γλυκαντικών υλών αντί της ζάχαρης είναι δικαιολογημένη για την παραγωγή τροφίμων μειωμένων θερμίδων, τροφίμων που δεν προκαλούν τερηδόνα ή τροφίμων χωρίς προσθήκη ζάχαρης για την παράταση του χρόνου διατήρησης χάρη στην αντικατάσταση της ζάχαρης, καθώς και για την παραγωγή διαιτητικών προϊόντων.

#### **1.2.16. Διογκωτικά αρτοποιίας**

Τα διογκωτικά αρτοποιίας μπορούν να αυξήσουν τον όγκο της ζύμης ή τον όγκο του παναρίσματος γιατί έχουν την ιδιότητα να ελευθερώνουν αέριο.

#### **1.2.17. Αντιαφριστικοί παράγοντες**

Οι αντιαφριστικοί παράγοντες μπορούν να προλαμβάνουν ή περιορίζουν το σχηματισμό αφρού.

#### **1.2.18. Αφριστικοί παράγοντες**

Οι αφριστικοί παράγοντες επιτρέπουν την ομοιογενή διασπορά αερίου φάσεως σε τρόφιμα τα οποία μπορεί να είναι υγρά ή και στερεά.

### **1.2.19. Υλικά για γλασάρισμα**

Τα υλικά για γλασάρισμα, στα οποία συμπεριλαμβάνονται και τα λιπαντικά μέσα, μπορούν να δώσουν στιλπνότητα και να προστατεύσουν το τροφίμο επικαλύπτοντας το. Τοποθετούνται στην εξωτερική επιφάνεια του τροφίμου.

### **1.2.20. Βελτιωτικό αλεύρων**

Τα βελτιωτικά αλεύρων προστίθενται στο αλεύρι ή στη ζύμη για να βελτιώσουν την αρτοποιητική ικανότητά τους.

### **1.2.21. Σκληρυντικοί παράγοντες**

Οι σκληρυντικοί παράγοντες μπορούν να καθιστούν και να διατηρούν τους ιστούς των φρούτων και των λαχανικών σκληρούς και τραγανούς. Επίσης αλληλεπιδρούν με τους πηκτωματογόνους παράγοντες για την παρασκευή και την ενίσχυση πηκτώματος.

### **1.2.22. Υγροσκοπικά μέσα**

Τα υγροσκοπικά μέσα μπορούν να αποτρέψουν τη ξήρανση των τροφίμων και να προάγουν τη διάλυση μιας σκόνης σε υδατικό μέσο.

### **1.2.23. Συμπλοκοποιητές**

Έχουν τη δυνατότητα να σχηματίζουν χημικά σύμπλοκα με μεταλλικά ιόντα.

### **1.2.24. Διογκωτικοί παράγοντες**

Οι διογκωτικοί παράγοντες συμβάλλουν στη διόγκωση τροφίμου χωρίς να επηρεάζουν σημαντικά στη διαθέσιμη ενεργειακή αξία του.

### **1.2.25. Αέρια συσκευασίας**

Σε αυτήν την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται τα αέρια, εκτός του αέρα και τα οποία εισάγονται σε περιέκτη πριν, κατά ή μετά την τοποθέτηση τροφίμου στον περιέκτη.

### **1.2.26. Προωστικοί παράγοντες**

Σε αυτήν την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται τα αέρια, εκτός του αέρα και τα οποία προκαλούν την αποβολή τροφίμου από περιέκτη. [ΕΦΕΤn.d.]

### **1.3 Τι είναι οι E-αριθμοί;**

Οι αριθμοί E είναι κώδικες για τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα και έχουν θεσμοθετηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση για να γνωρίζουν οι καταναλωτές ποια πρόσθετα περιλαμβάνονται στις συσκευασμένες τροφές που καταναλώνουν. Τα E βρίσκονται συνήθως στις ετικέτες τροφίμων σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Αρκετές χώρες εκτός Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν εναρμονιστεί με τις οδηγίες της όσον αφορά τη σήμανση E και έτσι οι αριθμοί E έχουν πάρει ποια παγκόσμιο χαρακτήρα. Η προσθήκη των E πρόσθετων ουσιών στα τρόφιμα είναι ένα ζήτημα μεγάλης σημασίας για την ανθρώπινη υγεία. [Δρ Ελένη Ιωάννου-Κακούρη et al, 2008]

## 2. Γλυκαντικά

Από την αρχαιότητα ο άνθρωπος αποζητούσε την γλυκιά γεύση στην καθημερινή διατροφή του. Για αυτό το λόγο χρησιμοποίησε το μέλι και την ζάχαρη σε διάφορα τρόφιμα ώστε να τους δώσει γλυκιά γεύση. Αυτή η συνήθεια είναι επιθυμητή μέχρι σήμερα με αποτέλεσμα, μετά από πλήθος ερευνών να έχει δημιουργηθεί μεγάλη ποικιλία νέων γλυκαντικών ουσιών και οι οποίες αποτελούν εναλλακτικές μορφές της ζάχαρης. Εξαιτίας αυτού η Ευρωπαϊκή Ένωση χρειάστηκε να θεσπίσει ορισμένους κανόνες, οι οποίοι πιστοποιούν ποιες γλυκαντικές ουσίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια στα τρόφιμα και εξασφαλίζουν ότι οι καταναλωτές μπορούν να γνωρίζουν ποιες από αυτές περιέχονται στα προϊόντα που καταναλώνουν και μπορούν να έχουν πρόσβαση σε συγκεκριμένες πληροφορίες στις ετικέτες.

Οι γλυκαντικές ουσίες είναι ουσίες που προστίθενται στα τρόφιμα για να τους δώσουν γλυκιά γεύση, αντικαθιστώντας τη ζάχαρη. Υπάρχουν μερικές γλυκαντικές ουσίες, οι οποίες είναι πολύ ισχυρές. Ακόμη και αν τις χρησιμοποιήσουμε σε πολύ μικρές ποσότητες προσδίδουν έντονη γλυκιά γεύση. Αυτές οι ουσίες αποκαλούνται «έντονες γλυκαντικές ουσίες», γιατί δίνουν μια πολύ γλυκιά γεύση με πολύ λίγες ή καθόλου θερμίδες.

Μερικές έντονες γλυκαντικές ουσίες είναι

- 1) ακετο-σουλφαμικό κάλιο
- 2) ασπαρτάμη
- 3) κυκλαμικά άλατα
- 4) σακχαρίνη
- 5) θουματίνη
- 6) νεοεσπεριδίνη DC.

Μια άλλη ομάδα γλυκαντικών ουσιών που χρησιμοποιείται ευρέως στα τρόφιμα λόγω των χαμηλών θερμίδων που περιέχουν είναι οι «πολυόλες». Αυτές οι ουσίες αποκαλούνται γλυκαντικές ουσίες μειωμένων θερμίδων ή γλυκαντικές ουσίες όγκου ή «πολυόλες». Αυτές οι γλυκαντικές ουσίες έχουν το πλεονέκτημα ότι παρέχουν πολύ λιγότερες θερμίδες από τη ζάχαρη (σακχαρόζη) ανά γραμμάριο, παρόλο που έχουν τον ίδιο όγκο. Οι παρακάτω ουσίες είναι όλες μέλη της οικογένειας των «πολυολών».



Στις πολυόλες ανήκουν

- 1) σορβιτόλη
- 2) μανιτόλη
- 3) μαλτιτόλη
- 4) ισομαλτιτόλη
- 5) λακτιτόλη
- 6) ξυλιτόλη

Οι κανόνες για τη χρήση και των δύο προαναφερθέντων τύπων γλυκαντικών ουσιών καθορίζονται στην Ευρωπαϊκή Οδηγία 94/35/ΕΚ για τις Γλυκαντικές Ουσίες, η οποία καλύπτει τις «πρόσθετες ουσίες τροφίμων που χρησιμοποιούνται είτε για να δώσουν γλυκιά γεύση στα τρόφιμα είτε ως επιτραπέζιες γλυκαντικές ουσίες». Η οδηγία αυτή δεν ισχύει για τα τρόφιμα που έχουν γλυκαντικές ιδιότητες, όπως η ζάχαρη, το μέλι ή το σιρόπι σφενδάμου.

Οι γλυκαντικές ουσίες χρησιμοποιούνται ως εναλλακτικές μορφές της ζάχαρης για διάφορους λόγους. Οι γλυκαντικές ουσίες μειωμένων θερμίδων μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ανθρώπους που προσπαθούν να χάσουν ή να ελέγξουν το βάρος τους ή έχουν κάποιο πρόβλημα υγείας και τους έχει απαγορευτεί η χρήση της ζάχαρης. Οι γλυκαντικές ουσίες έχουν το πλεονέκτημα ότι δεν προκαλούν τερηδόνα στα δόντια, και γι αυτό το λόγο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να γλυκάνουν προϊόντα που χρησιμοποιούνται σε καθημερινή βάση για την στοματική μας υγιεινή όπως οι οδοντόπαστες και τα στοματικά διαλύματα. Μπορούν, επίσης, να συμβάλλουν στη διατήρηση της υγιεινής διατροφής, χωρίς να πρέπει να θυσιαστεί η ευχαρίστηση της κατανάλωσης των γλυκών τροφίμων. Τέλος, ορισμένες γλυκαντικές ουσίες, εκτός από τη γλυκαντική επίδρασή τους, έχουν τεχνική χρήση. Παραδείγματος χάριν, οι πολυόλες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διατηρήσουν την υγρασία σε τρόφιμα όπως το κέικ και τα κουλούρια.

## **2.1 Η ασφάλεια των γλυκαντικών**

Σύμφωνα με τον νόμο οι γλυκαντικές ουσίες πρέπει να εγκριθούν από την Ευρωπαϊκή Ένωση πριν από τη χρήση τους. Οι γλυκαντικές ουσίες που χρησιμοποιούνται από τους κατασκευαστές τροφίμων υπόκεινται συνήθως σε ορισμένους όρους χρησιμοποίησης. Ο νόμος διευκρινίζει σε ποια τρόφιμα και σε ποιες ποσότητες μπορούν να προστεθούν οι



επιτρεπόμενες και εγκεκριμένες γλυκαντικές ουσίες. Η αξιολόγηση των γλυκαντικών ουσιών είναι ίδια όπως για όλες τις πρόσθετες ουσίες τροφίμων και είναι βασισμένη σε αναθεωρήσεις των διαθέσιμων τοξικολογικών στοιχείων. Από τα διαθέσιμα στοιχεία καθορίζεται ένα ανώτατο όριο μιας πρόσθετης ουσίας που δεν έχει καμία αποδεδειγμένη τοξική επίδραση. Αυτό καλείται «Επίπεδο στο οποίο δεν παρατηρούνται δυσμενείς επιδράσεις» (NOAEL(No Observed Adverse Effect Level)) και χρησιμοποιείται για να καθορίσει την «Αποδεκτή Ημερήσια Πρόσληψη» ή Acceptable Daily Intake (ADI) για κάθε πρόσθετη ουσία τροφίμων, συμπεριλαμβάνοντας και τις έντονες γλυκαντικές ουσίες. Η αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη παρέχει ένα μεγάλο περιθώριο ασφάλειας και διευκρινίζει την ποσότητα μιας πρόσθετης ουσίας τροφίμων που μπορεί να λαμβάνεται καθημερινά στη διαίτα ενός ανθρώπου, καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του, χωρίς οποιαδήποτε αρνητική επίπτωση στην υγεία του. Με άλλα λόγια, εάν κάποιος υπερβεί την αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη για μια ορισμένη έντονη γλυκαντική ουσία, δεν θα υποστεί κανένα αρνητικό αποτέλεσμα στην υγεία του, επειδή αυτή η πιθανότητα έχει ήδη ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό της. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως οι πολυόλες, ο νόμος δεν διευκρινίζει ένα ανώτατο όριο δηλαδή δεν έχει διευκρινιστεί η αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη, αλλά ορίζει ότι οι γλυκαντικές αυτές ουσίες πρέπει να χρησιμοποιηθούν σύμφωνα με την «καλή πρακτική από την πλευρά της βιομηχανίας», η οποία μερικές φορές αναφέρεται στις τεχνικές προδιαγραφές ως «quantum satis». Οι βιομηχανίες δεν πρέπει να χρησιμοποιήσουν περισσότερο απ' όσο απαιτείται για την επίτευξη του σκοπού τους.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι οι καταναλωτές γνωρίζουν ποιες γλυκαντικές ουσίες έχουν χρησιμοποιηθεί στα διάφορα τρόφιμα, αυτές πρέπει να αναγράφονται στην ετικέτα με έναν ορισμένο τρόπο. Οι επιτραπέζιες γλυκαντικές ουσίες, οι οποίες πωλούνται άμεσα στον καταναλωτή, πρέπει να αναφέρονται ως «επιτραπέζια γλυκαντική ουσία βασισμένη σε/στη...», όπου στο κενό αναγράφεται το όνομα της χρησιμοποιούμενης γλυκαντικής ουσίας. Τα τρόφιμα που περιέχουν έντονες γλυκαντικές ουσίες πρέπει επίσης να δηλώνουν αυτό το γεγονός στην ετικέτα και να ονομάζουν τη γλυκαντική ουσία στα συστατικά. Οι επιτραπέζιες γλυκαντικές ουσίες που περιέχουν πολυόλες πρέπει να αναφέρουν τις καθαρτικές επιδράσεις τους, ενώ εκείνες που περιέχουν την έντονη γλυκαντική ουσία ασπαρτάμη πρέπει να αναφέρουν ότι πρόκειται για πηγή φαινυλαλανίνης, επειδή οι άνθρωποι που πάσχουν από φαινυλκετονουρία δεν μπορούν να μεταβολίσουν αυτό το αμινοξύ που περιέχει η ασπαρτάμη. [Τα πρόσθετα στα τρόφιμα,2010]

## **2.2 Επιτρεπόμενες γλυκαντικές ουσίες**

### **2.2.1 E420(ι) Σορβιτόλη E420(ίι) Σιρόπι σορβιτόλης**

#### **Προέλευση**

Απαντά σε φρούτα των δέντρων που ανήκουν στην οικογένεια «Rosaceae» και κυρίως στα κεράσια, αχλάδια, μήλα και δαμάσκηνα. Είναι μια πολυόλη η οποία για εμπορική χρήση παρασκευάζεται από τη γλυκόζη με χημική διαδικασία. Το σιρόπι της σορβιτόλης είναι ένα υδατικό διάλυμα της σορβιτόλης και υδρογονομένων ολιγοσακχαριτών.

#### **Χρήση**

Χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο της γλυκόζης ή της ζάχαρης. Έχει την ίδια περίπου θερμιδική αξία με την κοινή ζάχαρη. Όταν προστίθεται σε σιρόπια που περιέχουν σακχαρόζη ελαττώνει την τάση τους να κρυσταλλώνονται. Καλύπτει την πικρή επίγευση (after-taste) της σακχαρίνης στα ποτά. Η σορβιτόλη απορροφάται αργά από το έντερο και μετατρέπεται σε σάκχαρο στο αίμα. Αποτελεί πολύτιμη πηγή σακχάρου για τους διαβητικούς και επιπλέον ελαττώνει την εμφάνιση τερηδόνας. Χρησιμοποιείται, επίσης, ως υγροσκοπική ουσία και σταθεροποιητής.

#### **Επιπτώσεις**

Μεγάλες ποσότητες μπορεί να προκαλέσουν φούσκωμα ή να δράσουν ως καθαρτικό.

#### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Παγωτά, είδη ζαχαροπλαστικής, κομπόστες και μαρμελάδες με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα κ.ά.

### **2.2.2 E421 Μαννιτόλη**

#### **Προέλευση**

Απαντά φυσικά στον κορμό των κωνοφόρων δέντρων και είναι κρυσταλλική, άοσμη, λευκή σκόνη με γλυκιά γεύση. Το βιβλικό μάννα που έτρεφε τους Ισραηλίτες πιθανόν να ήταν προϊόν μιας λειχήνης της *Lecanora esculenta* που χρησιμοποιείται από τους Άραβες για παρασκευή ψωμιού.

### **Χρήση**

Χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό σε προϊόντα χωρίς ζάχαρη. Η θερμιδική αξία των τροφίμων που παρασκευάζονται με μαννιτόλη είναι μειωμένη σε σχέση με αυτά που παρασκευάζονται με ζάχαρη, επιπλέον ελαττώνει την εμφάνιση τερηδόνας. Χρησιμοποιείται ως αντισβλωτικό και αντικολητικό και ως υγροσκοπική ουσία.

### **Επιπτώσεις**

Υπάρχει πιθανότητα αν καταναλωθεί σε πολύ μεγάλες ποσότητες να προκαλέσει ναυτία, τάση για εμετό και διάρροια.

### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Προϊόντα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα όπως επιδόρπια με βάση φρούτα και λαχανικά, μαρμελάδες, παγωτά, κομπόστες, ζελέ και κ.ά.

## **2.2.3 E950 Ακεσουλφαμικό κάλιο ή Ακεσουλφάμη -K**

### **Προέλευση**

Είναι συνθετική γλυκαντική ουσία (άοσμη, λευκή, κρυσταλλική σκόνη) και ανήκει στα έντονα γλυκαντικά.

### **Χρήση**

Είναι περίπου 130-200 φορές γλυκύτερο από τη ζάχαρη. Έχει καθαρή γλυκιά γεύση και δεν αφήνει επίγευση (after taste) στα επίπεδα που μπαίνει στα τρόφιμα. Επειδή είναι σχετικά σταθερή ουσία και αντέχει τη θερμική επεξεργασία σε υψηλές θερμοκρασίες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε προϊόντα αρτοποιίας και ζαχαροπλαστικής. Θεωρείται κατάλληλη ουσία για διαβητικούς.

### **Επιπτώσεις**

Δεν έχουν αναφερθεί δυσμενείς επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό προερχόμενες από αυτή τη γλυκαντική ουσία. Αποβάλλεται από τον ανθρώπινο οργανισμό χωρίς να υποστεί μεταβολισμό.

### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Προϊόντα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα όπως αναψυκτικά, ποτά με βάση το νερό, γλυκίσματα, παγωτά, τσίχλες κ.ά.

#### **2.2.4. E951 Ασπαρτάμη**

##### **Προέλευση**

Είναι συνθετική γλυκαντική ουσία (λευκή, άοσμη, κρυσταλλική σκόνη) και ανήκει στα έντονα γλυκαντικά.

##### **Χρήση**

Είναι περίπου 200 φορές γλυκύτερη από τη ζάχαρη. Δεν έχει την πικρή επίγευση (after taste) που αφήνει η σακχαρίνη και μπορεί να συνδυαστεί με άλλα τεχνητά γλυκαντικά δίνοντας ικανοποιητικό αποτέλεσμα. Σε υψηλές θερμοκρασίες δεν είναι σταθερή.

##### **Επιπτώσεις**

Ορισμένοι άνθρωποι είναι ευαίσθητοι στην ασπαρτάμη και παρουσιάζουν ημικρανίες, αλλαγή στη διάθεση του ατόμου (επίδραση στο κεντρικό νευρικό σύστημα), ναυτία διάρροια, γαστρεντερικές και γυναικολογικές διαταραχές (π.χ. διαταραχές στην εμμηνόρροια). Όλες οι περιπτώσεις που αναφέρθηκαν ήταν ήπιας μορφής και δεν παρουσίασαν σοβαρούς κινδύνους για την υγεία. Τα προϊόντα που περιέχουν Ασπαρτάμη φέρουν προειδοποιητική επκέτα για τους φαινυλκετονουρικούς, οι οποίοι πρέπει να ελέγχουν την πρόσληψη φαινυλαλανίνης (προϊόν μεταβολισμού της ασπαρτάμης στον οργανισμό) διά μέσου των τροφών.

##### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Προϊόντα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα όπως τσίχλες, είδη ζαχαροπλαστικής, επιδόρπια με βάση φρούτα, αναψυκτικά, παγωτά κ.ά.

#### **2.2.5. E952 Κυκλαμικό οξύ, νάτριο και ασβέστιο**

##### **Προέλευση**

Παρασκευάζονται συνθετικά.

##### **Χρήση**

Ανήκουν στα έντονα γλυκαντικά και είναι περίπου 30-50 φορές γλυκύτερα από τη ζάχαρη. Όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τη σακχαρίνη βοηθούν στην καταστολή της πικρής επίγευσης (after taste) που αφήνει.

### **Επιπτώσεις**

Σήμερα, θεωρούνται ασφαλή για την υγεία στις ποσότητες που περιέχονται στα τρόφιμα.

### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Προϊόντα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα, όπως μη αλκοολούχα ποτά (αναψυκτικά, χυμούς φρούτων κ.λπ.) επιδόρπια, προϊόντα ζαχαροπλαστικής, παγωτά κ.ά.

## **2.2.6. E953 Ισομαλτιτόλη (Isomalt)**

### **Προέλευση**

Συνθετική γλυκαντική ουσία (άοσμη, λευκή κρυσταλλική σκόνη).

### **Χρήση**

Χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό διότι είναι 50% πιο γλυκιά από τη ζάχαρη και επιπλέον αντίθετα από την ξυλιτόλη και τη σορβιτόλη δεν προκαλεί πάγωμα στο στόμα. Εκτός από τη γλυκιά γεύση έχει την ιδιότητα να ελαττώνει την αμαύρωση σε μαγειρευμένα φαγητά και δεν αποσυντίθεται από την πλειοψηφία των ζυμομυκητών που υπάρχουν στις τροφές.

### **Επιπτώσεις**

Θεωρείται ασφαλής στην ποσότητα που περιέχεται στα τρόφιμα.

### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Προϊόντα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα όπως μαρμελάδες, ζελέδες, παγωτά, είδη ζαχαροπλαστικής σε συμπληρώματα διατροφής κ.ά.

## **2.2.7. E954 Ζαχαρίνη, άλατα με Na, K και Ca**

### **Προέλευση**

Συνθετικά γλυκαντικά.

### **Χρήση**

Η σακχαρίνη και τα άλατα της είναι περίπου 300-500 φορές γλυκύτερα από τη ζάχαρη. Είναι σταθερά σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και συνθηκών. Το αρνητικό στοιχείο στη χρήση τους είναι η πικρή επίγευση (after taste) και γι' αυτό χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλα γλυκαντικά. Η χρήση τους είναι περιορισμένη.

#### **Επιπτώσεις**

Μετά από πολλές μελέτες με ανά καιρούς αντιφατικά αποτελέσματα, σήμερα θεωρούνται ασφαλή στις ποσότητες που περιέχονται στα τρόφιμα.

#### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Προϊόντα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα όπως αναψυκτικά, χυμοί φρούτων, ποτά με βάση το γάλα και τα παράγωγά του, καραμέλες, επιδόρπια, προϊόντα ζαχαροπλαστικής κ.ά.

### **2.2.8. E955 Sucralose - Σουκραλόζη**

#### **Προέλευση**

Έντονο γλυκαντικό που παρασκευάζεται συνθετικά από τη σακχαρόζη.

#### **Χρήση**

Είναι 600 φορές πιο γλυκιά από την κοινή ζάχαρη και χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό στα τρόφιμα μόνη της ή σε συνδυασμό με άλλα γλυκαντικά.

#### **Επιπτώσεις**

Δεν έχουν αναφερθεί αρνητικές επιπτώσεις.

#### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Προϊόντα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα όπως αρωματικά ποτά με βάση το νερό, είδη ζαχαροπλαστικής κ.ά.

### **2.2.9. E957 Θαυματίνη**

#### **Προέλευση**

Φυσική γλυκαντική ουσία (άοσμη σκόνη με κρεμ χρώμα) που παραλαμβάνεται με εκχύλιση των καρπών ενός φυτού που αναπτύσσεται στη Δυτική Αφρική και ονομάζεται *Thaumatococcus*.



### **Χρήση**

Χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό και θεωρείται μέχρι στιγμής η γλυκύτερη από τις επιτρεπόμενες ουσίες σε χρήση (2.000-3.000 φορές γλυκύτερη από τη ζάχαρη). Εκτός από τη γλυκύτητα που δίνει στο τρόφιμο, αυξάνει το άρωμα και τη γεύση άλλων συστατικών του τροφίμου.

### **Επιπτώσεις**

Δεν έχουν αναφερθεί αρνητικές επιπτώσεις.

### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Προϊόντα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα όπως γλυκίσματα, τσίχλες, παγωτά κ.ά.

## **2.2.10. E959 Νεοεσπεριδίνη DC**

### **Προέλευση**

Γλυκαντικό (λευκή, άοσμη, κρυσταλλική σκόνη) που παρασκευάζεται από την ουσία νεοεσπεριδίνη, που βρίσκεται στο φλοιό των πορτοκαλιών ποικιλίας Seville και των νερατζιών, και έχει πικρή γεύση. Με ειδική επεξεργασία, μετατρέπεται σε ουσία με γλυκιά γεύση.

### **Χρήση**

Χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό σε διαλύματα συγκεντρώσεων 400-600 φορές γλυκύτερα από τη ζάχαρη.

### **Επιπτώσεις**

Δεν έχουν αναφερθεί αρνητικές επιπτώσεις.

### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Προϊόντα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα, όπως αναψυκτικά, ποτά με βάση χυμούς φρούτων, ποτά με βάση το γάλα και τα παράγωγά του, επιδόρπια, προϊόντα ζαχαροπλαστικής κ.ά.

## **2.2.11. E962 Άλας ασπαρτάμης – ακετοσουλφάμης**

### **Προέλευση**

Συνθετική γλυκαντική ουσία (άοσμη, λευκή, κρυσταλλική σκόνη), ένωση ασπαρτάμης και ακεσουλφαμικού καλίου.

### **Χρήση**

Είναι περίπου 350 φορές γλυκύτερο από τη ζάχαρη και χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό στα τρόφιμα. Το προϊόν είναι πιο σταθερό από την ασπαρτάμη.

### **Επιπτώσεις**

Στον ανθρώπινο οργανισμό διασπάται σε ασπαρτάμη (E951) και ακεσουλφαμικό κάλιο (E950). Βλέπε αναφορά για τυχόν επιπτώσεις των E950 και E951 στις σχετικές σελίδες.

### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Προϊόντα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα όπως αρωματισμένα ποτά με βάση το νερό, είδη ζαχαροπλαστικής, τσίχλες κ.ά.

## **2.2.12. E965(ι) Μαλτιτόλη E965(ίι) Σιρόπι μαλτιτόλης**

### **Προέλευση**

Ογκώδες γλυκαντικό (πολυόλη) με ευχάριστη γλυκιά γεύση παρόμοια με εκείνη της σακχαρόζης. Παρασκευάζεται με υδρογόνωση της μαλτόζης

### **Χρήση**

Χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό στα τρόφιμα, ιδιαίτερα σε εκείνα που προορίζονται για διαβητικούς.

### **Επιπτώσεις**

Κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων μπορεί να προκαλέσει φούσκωμα ή μπορεί να δράσει ως καθαρτικό.

### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Προϊόντα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα όπως παγωτά, είδη ζαχαροπλαστικής, τσίχλες κ.ά.



### **2.2.13. E966 Λακτιτόλη**

#### **Προέλευση**

Γλυκαντική ουσία που προέρχεται από το γαλακτοσάκχαρο (λακτόζη). Είναι παραπροϊόν της παρασκευής τυριού και καζεΐνης.

#### **Χρήση**

Χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό σε δίαιτες διαβητικών επειδή δεν μεταβολίζεται στον οργανισμό και κατά συνέπεια η κατανάλωση της δεν οδηγεί σε αύξηση του σακχάρου ή του ποσοστού της ινσουλίνης που περιέχονται στο αίμα. Η ενεργειακή της απόδοση είναι περίπου η μισή εκείνης της κοινής ζάχαρης.

#### **Επιπτώσεις**

Σε μεμονωμένες περιπτώσεις μεγάλη κατανάλωση μπορεί να προκαλέσει διάρροια.

#### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Προϊόντα με μειωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα, όπως επιδόρπια με βάση τα φρούτα, κομπόστα, ζελέδες, παγωτά, τσίχλες κ.ά.

### **2.2.14. E967 Ξυλιτόλη**

#### **Προέλευση**

Φυσική γλυκαντική ουσία, απαντάται σε διάφορα τρόφιμα όπως: μούρα, μαρούλια κ.ά.

#### **Χρήση**

Χρησιμοποιείται ως γλυκαντικό στα τρόφιμα, είναι τόσο γλυκιά όσο περίπου η ζάχαρη. Προκαλεί ένα σημαντικό πάγωμα στο στόμα. Επιπλέον, ελαττώνει την αμαύρωση στα μαγειρευμένα φαγητά και είναι σταθερή σε διάλυμα και θερμοκρασίες μέχρι 13°C. Προκαλεί σε μικρότερο βαθμό τερηδόνα σε σύγκριση με τη ζάχαρη.

#### **Επιπτώσεις**

Κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων ξυλιτόλης μπορεί να προκαλεί φούσκωμα ή διάρροια.

#### **Τυπικά προϊόντα στα οποία επιτρέπεται η χρήση**

Προϊόντα με μεμονωμένες θερμίδες ή χωρίς πρόσθετα σάκχαρα, όπως επιδόρπια με βάση τα φρούτα, κομπόστα, ζελέδες, παγωτά, τσίχλες κ.ά. [Δρ Ελένη Ιωάννου-Κακούρη et al, 2008]

### **2.3. Κατάλογος γλυκαντικών που επιτρέπεται η χρήση τους στην Ευρωπαϊκή Ένωση**

E420 Σορβιτόλη

i)σορβιτόλη

ii)σιρόπι σορβιτόλης

E421 Μαννιτόλη

E953 Ισομαλτιτόλη (Isomalt)

E965 Μαλτιτόλη

i)μαλτιτόλη

ii)σιρόπι μαλτιτόλης

E966 Λακτιτόλη

E967 Ξυλιτόλη

E950 Ακετοσουλφάμη Κ

E951 Ασπαρτάμη

E952 Κυκλαμικό οξύ, νάτριο και ασβέστιο

E954 Ζαχαρίνη, άλατα με Na, K και Ca

E955 Sucralose

E957 Θαυματίνη

E959 Νεοεσπεριδίνη DC

E962 Άλας ασπαρτάμης – ακετοσουλφάμης

E968 Ερυθριτόλη [ΕΦΕΤn.d.]

### 3. Ασπαρτάμη

Η ασπαρτάμη (Aspartame (APM)) ανακαλύφθηκε τυχαία το 1965 στις Ηνωμένες Πολιτείες από το χημικό G.D. Searle ο οποίος εργάζονταν πάνω στην σύνθεση νέων φαρμάκων για την καταπολέμηση του στομαχικού έλκους [Stegink 1987]. Η ασπαρτάμη είναι μια μη σακχαριδική συνθετική γλυκαντική ουσία, η οποία είναι η δεύτερη ευρέως χρησιμοποιούμενη ουσία μετά τη σακχαρίνη. Χρησιμοποιείται ευρύτατα ως υποκατάστατο της ζάχαρης σε αναψυκτικά, τρόφιμα και γλυκά. Η πιο αξιοσημείωτη εμπορική ονομασία της ασπαρτάμης είναι NutraSweet, όμως υπάρχουν και άλλες εμπορικές ονομασίες όπως Canderel, Equal, Sanecta, Tri-Sweet. Κάθε χρόνο παράγονται περισσότερο από 20000 τόνοι ασπαρτάμης, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την παραγωγή περισσότερο από 6000 προϊόντων, εκ των οποίων άνω των 500 είναι φαρμακευτικά σκευάσματα. Ο λόγος που χρησιμοποιείται σε τόσο μεγάλο βαθμό είναι η επίτευξη του ίδιου γλυκαντικού αποτελέσματος με αυτό της ζάχαρης, χρησιμοποιώντας όμως πολύ μικρότερη ποσότητα και παρέχοντας σημαντικά μικρότερο ποσό θερμίδων. Στον ενιαίο κατάλογο προσθέτων της ευρωπαϊκής ένωσης χαρακτηρίζεται με τον κωδικό E951.

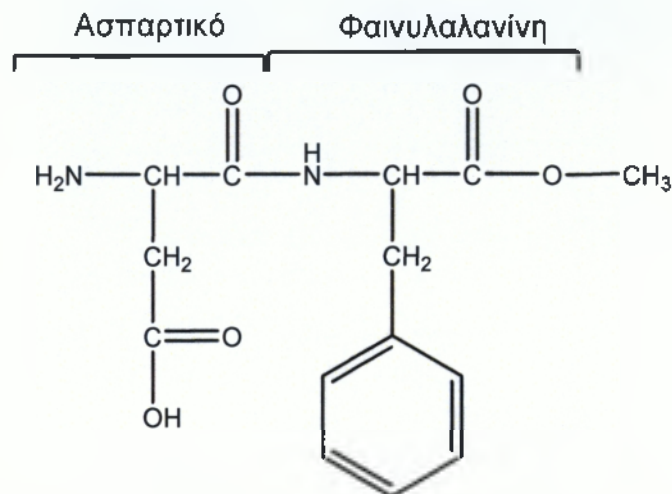
Η χρήση της ασπαρτάμης εγκρίθηκε από τη διεύθυνση τροφίμων και ποτών των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (U.S. Food & Drug administration (FDA)), για τη χρήση της σε ξηρά τρόφιμα το 1981, σε αναψυκτικά το 1983, και σε όλα τα τρόφιμα το 1996.

Η ασφάλεια της ασπαρτάμης έχει αποτελέσει αντικείμενο σε πολλές πολιτικές και ιατρικές διαμάχες. Έχουν γίνει πολλές ακροάσεις στο Κογκρέσο και υπάρχουν αναρτήσεις στο Διαδίκτυο για πολλές παρενέργειες για την υγεία του ανθρώπου από τη χρήση της. Το 2007 επιστημονική επιτροπή της FDA κατέληξε στο παρακάτω συμπέρασμα: «υπό το βάρος των υφιστάμενων επιστημονικών στοιχείων διαφαίνεται ότι η ασπαρτάμη είναι ασφαλής στα τρέχοντα επίπεδα κατανάλωσης ως μη θρεπτική γλυκαντική ουσία». [Aspartame, 2010]

#### 3.1 Δομή

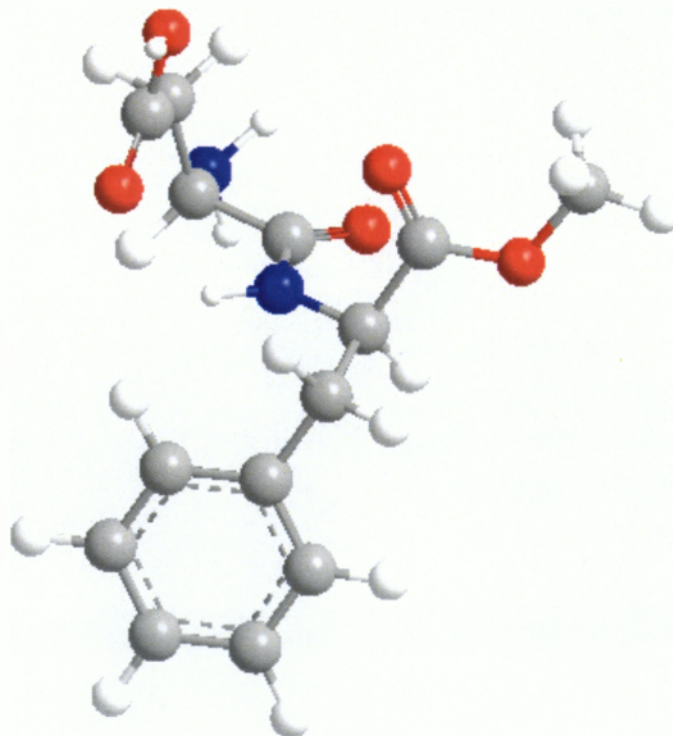
Η ασπαρτάμη (εικ. 3.) είναι ένα διπεπτίδιο αποτελούμενο από τα φυσικά αμινοξέα L-ασπαρτικό οξύ και L-φαινυλαλανίνη της οποίας το καρβοξύλιο είναι εστεροποιημένο με μεθανόλη.

Κάτω από πολύ όξινες ή αλκαλικές συνθήκες, μπορεί να δημιουργηθεί μεθανόλη μέσω της υδρόλυσης. Επίσης κάτω από πολύ δυσχερείς συνθήκες, οι δεσμοί του διπεπτιδίου υδρολύονται με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ελεύθερα αμινοξέα (εικ. 2.) [ACSH Dedunks Internet Health Hoax, 1999].



Εικόνα 2. Η χημική δομή του ασπαρτικού οξέος και της φαινυλαλανίνης.

Οι δεσμοί της ασπαρτάμης μετά την υδρόλυση έχουν ως αποτέλεσμα την δημιουργία ελεύθερων αμινοξέων του ασπαρτικού οξέος και της φαινυλαλανίνης. [ACSH Dedunks Internet Health Hoax, 1999] (σχεδιασμός με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος ChemDraw v11.0)



Εικόνα 3. Η δομή της ασπαρτάμης.

[ACSH Dedunks Internet Health Hoax, 1999] (σχεδιασμός με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος ChemDraw v11.0)

### 3.2 Ιδιότητες και χρήση

Η ασπαρτάμη είναι μία τεχνητή γλυκαντική ουσία η οποία είναι περίπου 200 φορές πιο γλυκιά από τη σακχαρόζη. Η ασπαρτάμη όταν μεταβολίζεται παράγει 4 χλιοθερμίδες ενέργειας ανά γραμμάριο (4 kcal/gr). Εξαιτίας της γλυκύτητας που εμφανίζει, η ποσότητα της ασπαρτάμης που χρησιμοποιείται και που απαιτείται για την παραγωγή γλυκιάς γεύση είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με την επιτραπέζια ζάχαρη έχοντας ως αποτέλεσμα τον μειωμένο αριθμό θερμίδων. Συγκεκριμένα απαιτείται λιγότερο από το 1% της ποσότητας σε ζάχαρη για να επιτευχθεί το ίδιο γλυκαντικό αποτέλεσμα έχοντας ως αποτέλεσμα την αντικατάσταση του 99,4% των θερμίδων. Η γεύση της ασπαρτάμης, όπως και των άλλων τεχνητών γλυκαντικών ουσιών διαφέρει σε σχέση με την γεύση της επιτραπέζιας ζάχαρης, τόσο στο χρόνο της εμφάνισης όσο και στη διάρκεια της γλυκιάς γεύσης. Η ασπαρτάμη έχει μια έντονη γλυκιά γεύση αλλά αφήνει στο τέλος της κατάποσής της, μια ελάχιστη πικράδα. Η έναρξη της γλυκύτητας της ασπαρτάμης μπορεί να είναι ελαφρώς πιο αργή σε σχέση αυτή της ζαχαρόζης, αλλά εμφανίζει μεγαλύτερη διάρκεια. Το πλεονέκτημα της ασπαρτάμης είναι ότι η γεύση της είναι πιο κοντά στο προφίλ της γεύσης της ζάχαρης, συγκριτικά με άλλες τεχνητές γλυκαντικές ουσίες. Γι' αυτό και συχνά αναμειγνύεται με άλλες τεχνητές γλυκαντικές ουσίες όπως το ακετοσουλφαμικό κάλιο έτσι ώστε να προκύψει μια συνολική γεύση μοιάζει περισσότερο με τη ζάχαρη [Magnuson et al., 2007]. Η ασπαρτάμη μπορεί να συντεθεί από τα συστατικά αμινοξέα, L-φαινυλαλανίνη και L-ασπαρτικό. Σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και υψηλών τιμών pH πολλά πεπτίδια όπως και η ασπαρτάμη μπορεί να υδρολυθεί με αποτέλεσμα την λήψη των αμινοξέων από τα οποία αποτελείται. Το γεγονός αυτό καθιστά την ασπαρτάμη ως ακατάλληλη γλυκαντική ουσία σε προϊόντα τα οποία είναι επιθυμητό να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, ή απαιτείται η θέρμανσή τους, ή έχουν σχετικά υψηλή τιμή pH. Η σταθερότητα της ασπαρτάμης υπό θέρμανση μπορεί να βελτιωθεί σε κάποιο βαθμό, αναμειγνύοντας την με λίπη ή με μαλτοδεξτρίνη. Η σταθερότητα της όταν είναι διαλυμένη σε νερό εξαρτάται σημαντικά από το pH. Σε θερμοκρασία δωματίου, είναι πολύ πιο σταθερή σε pH 4,3, όπου ο χρόνος ημίσειας ζωής της είναι περίπου 300 ημέρες. Σε pH 7, ωστόσο, ο χρόνος ημίσειας ζωής της είναι μόνο μερικές ημέρες. Τα περισσότερα αναψυκτικά έχουν pH μεταξύ 3 και

5, για αυτό και χρησιμοποιείται ευρέως σε αυτά. Σε προϊόντα που ενδέχεται να απαιτούν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, η ασπαρτάμη μερικές φορές αναμειγνύεται με μία πιο σταθερή γλυκαντική ουσία, όπως η ζαχαρίνη. [Ager et al., 1998]

Τα κύρια προϊόντα της αποσύνθεσης της ασπαρτάμης μπορούν να είναι είτε το κυκλικό της διπεπτίδιο με μορφή δι-κετό-πιπεραζίνης, είτε το απο-εστεροποιημένο διπεπτίδιο ασπαρτυλ-φαινυλαλανίνη, είτε τα μόρια από τα οποία αποτελείται δηλαδή ασπαρτικό όξυ, φαινυλαλανίνη και μεθανόλη [O'Donnell, 2006].

Σε προϊόντα όπως τα αφεψήματα σε σκόνη, η αμινομάδα της ασπαρτάμης μπορεί να αντιδράσει με τις ελεύθερες αλδεϋδομάδες ορισμένων αρωματικών ενώσεων μέσω της αντίδρασης Maillard. Τα αποτελέσματα αυτής της αντίδρασης είναι η απώλεια τόσο της γλυκύτητας όσο της αρωματικότητας. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να αποφευχθεί με την προστασία των αλδεϋδομάδων των αρωματικών ενώσεων με τη μορφή ακετάλης [Prodollet and Bruehlhart, 1993].

### **3.3 Χρήσεις ασπαρτάμης**

Η ασπαρτάμη χρησιμοποιείται σε πληθώρα προϊόντων με μειωμένες θερμίδες και χωρίς πρόσθετα σάκχαρα ως γλυκαντική ουσία σε συγκεντρώσεις 600mg/L για τα υγρά και ως 2000 mg/Kg για τα στερεά. Παρακάτω εμφανίζονται τα κύρια είδη προϊόντων στα οποία χρησιμοποιείται

#### Μη αλκοολούχα ποτά

1. Αναψυκτικά και αρωματισμένα ποτά με βάση το νερό
2. Χυμοί φρούτων ή αφεψήματα με βάση το γάλα και τα παράγωγά του

#### Επιδόρπια και παρόμοια προϊόντα

1. Παρασκευάσματα με βάση το γάλα και τα παράγωγά του
2. Επιδόρπια με βάση φρούτα και λαχανικά
3. Επιδόρπια με βάση τα αυγά
4. Επιδόρπια με βάση τα σιτηρά
5. Επιδόρπια με βάση λιπαρές ουσίες
6. «σνακς»: αλμυρά και ξερά, με βάση το άμυλο ή ξυρούς καρπούς
7. Γλυκίσματα με βάση κακάο ή ξηρούς καρπούς
8. Γλυκίσματα με βάση άμυλο



9. Πολτοί με βάση κακάο, γάλα, ξηρούς καρπούς ή λιπαρές ουσίες
10. Παγωτά
11. Φρούτα σε κονσέρβες
12. Γλυκά κουταλιού, ζελέ, μαρμελάδες
13. Οπωροσκευάσματα
14. Γλυκόξινα διατηρημένα φρούτα και λαχανικά
15. Ψάρια, μαλακόστρακα και μαλάκια, διατηρημένα σε γλυκόξινο μέσο και μαρινάτα
16. Σάλτσες
17. Μουστάρδα
18. Εκλεκτά αρτοσκευάσματα προοριζόμενα για ειδική διατροφή
19. Παρασκευάσματα για τον έλεγχο του σωματικού βάρους που προορίζονται να αντικαταστήσουν το σύνολο της ημερήσιας πρόσληψης τροφής ή ένα επιμέρους γεύμα
20. Πλήρη παρασκευάσματα και συμπληρώματα διατροφής για χρήση υπό ιατρικό έλεγχο
21. Υγρά διαιτητικά συμπληρώματα διατροφής
22. Στερεά διαιτητικά συμπληρώματα διατροφής
23. Συμπληρώματα διατροφής με βάση τις βιταμίνες ή/και τα ανόργανα στοιχεία σε σιρόπι ή σε συσκευάσματα προς μάσηση
24. Δημητριακά για το πρόγευμα, με περιεκτικότητα σε ίνες άνω του 15 % και τα οποία περιέχουν τουλάχιστον 20 % πίτυρα
25. Σούπες
26. Μικροπροϊόντα που δροσίζουν την αναπνοή
27. Χωνάκια και γκοφρέτες για παγωτό
28. Καραμελωμένα προϊόντα
29. Μηλίτης και απίτης

#### Ζύθοι και οينوπνευματώδη ποτά

1. Ζύθοι χωρίς αλκοόλη ή με περιεκτικότητα σε αλκοόλη που δεν υπερβαίνει 1,2% vol
2. Επιτραπέζιος ζύθος (περιεκτικότητας μικρότερη του 6 % σε ζυθογλεύκος)
3. Ζύθοι ελάχιστης οξύτητας 30 χιλιοισοδυνάμων εκφραζομένης σε NaOH
4. Μαύροι ζύθοι
5. Οينوπνευματώδη ποτά με περιεκτικότητα αλκοόλης κάτω του 15 % vol

[Πεπονάκης, 1994]



### 3.4 Φυσικοχημικές ιδιότητες

Πίνακας 1: Φυσικοχημικές ιδιότητες ασπαρτάμης [Budavari, 1989]

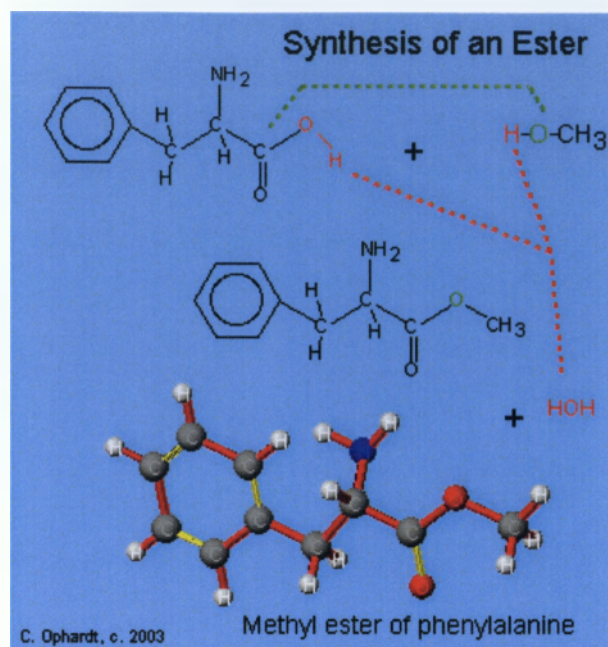
<b>Φυσικοχημικές ιδιότητες:</b>
Εμφάνιση: Λευκή σκόνη
Σχετική μοριακή μάζα: 294,30
Σημείο τήξης: 246-247°C
Διαλυτότητα στο νερό (στους 25°C):
Μέγιστη (pH 2,2) : 20 mg/mL
Ελάχιστη (pH 5,2): 13,5 mg/mL

### 3.5 Σύνθεση

Σύνθεση: Δύο από τα συστατικά της ασπαρτάμης (η φαινυλαλανίνη και το ασπαρτικό οξύ) είναι χειρόμορφα, δηλαδή έχουν ασύμμετρο άτομο άνθρακα. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι τα δύο αυτά ισομερή έχουν σχέση ειδώλου – αντικειμένου. Εάν δεν χρησιμοποιηθούν τα ορθά ισομερή, το παραγόμενο μόριο της ασπαρτάμης δεν θα έχει τη σωστή δομή ώστε να μπορέσει δεσμευτεί από τους κατάλληλους υποδοχείς της γλώσσας, οι οποίοι αναγνωρίζουν τη γλυκιά γεύση.

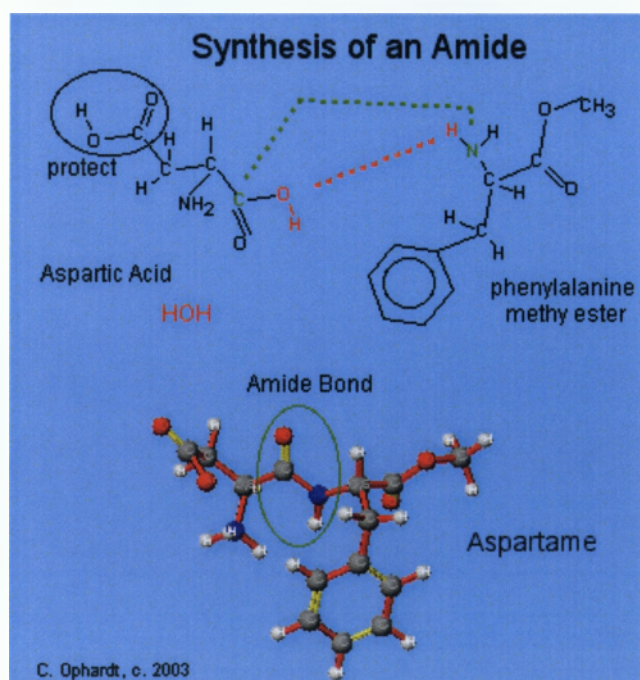
Στη σύνθεση της ασπαρτάμης, οι πρώτες ύλες είναι ένα ρακεμικό μείγμα (μείγμα των δύο ισομερών σε αναλογία 1:1) της φαινυλαλανίνης και του ασπαρτικού οξέος. Μόνο το ισομερές L της φαινυλαλανίνης είναι το επιθυμητό για την σύνθεση της ασπαρτάμης για χρήση. Το L ισομερές μπορεί να διαχωριστεί από το D ισομερές με μία χημική προεπεξεργασία, που ακολουθείται από μια αντίδραση με το ένζυμο (porcine kidney acylase) νεφρική ακυλάση του χοίρου. Ο τελικός διαχωρισμός γίνεται με εκχύλιση με την χρήση ενός οργανικού διαλύτη και ενός όξινου υδατικού διαλύματος. Το ισομερές L είναι πιο διαλυτό στην υδατική φάση ενώ το ισομερές D είναι πιο διαλυτό στην οργανική φάση.

Σύνθεση εστέρα: Αντίδραση της L-φαινυλαλανίνης με μεθανόλη, παρουσία του υδροχλωρικού οξέος προκαλεί την εστεροποίηση του καρβοξυλίου της όξινης ομάδας της φαινυλαλανίνης. Το προϊόν είναι ο μεθυλικός εστέρας της φαινυλαλανίνης (εικ. 4).



Εικόνα 4. Η σύνθεση του εστέρα [Ophardt, 2003]

Σύνθεση Αμιδίου: Ο τελικός στόχος είναι να αντιδράσει ο μεθυλικός εστέρας της φαινυλαλανίνης με το ασπαρτικό οξύ για να δώσει την δομή του πεπτιδικού δεσμού. Απαιτείται μια σειρά από αντιδράσεις, έτσι ώστε μόνο το α-καρβοξύλιο του αμινοξέος να αντιδράσει. Η καρβοξυλική ομάδα στην πλευρική αλυσίδα προστατεύεται έτσι ώστε να μην αντιδρά (εικ. 5).



Εικόνα 5. Η σύνθεση του αμιδίου [Ophardt, 2003]

### 3.6 Σύνθεση ασπαρτάμης

Η ασπαρτάμη όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι ο μεθυλ-εστέρας του διπεπτιδίου Asp-Phe. Για την βιομηχανική σύνθεση της ασπαρτάμης ακολουθούνται κυρίως δύο μεθοδολογίες σύνθεσης: η χημική σύνθεση και η ενζυμοχημική σύνθεση. Έχουν αναφερθεί εκατοντάδες βελτιώσεις και τροποποιήσεις των μεθόδων αυτών οι οποίες έχουν κατοχυρωθεί με διπλώματα ευρεσιτεχνίας.

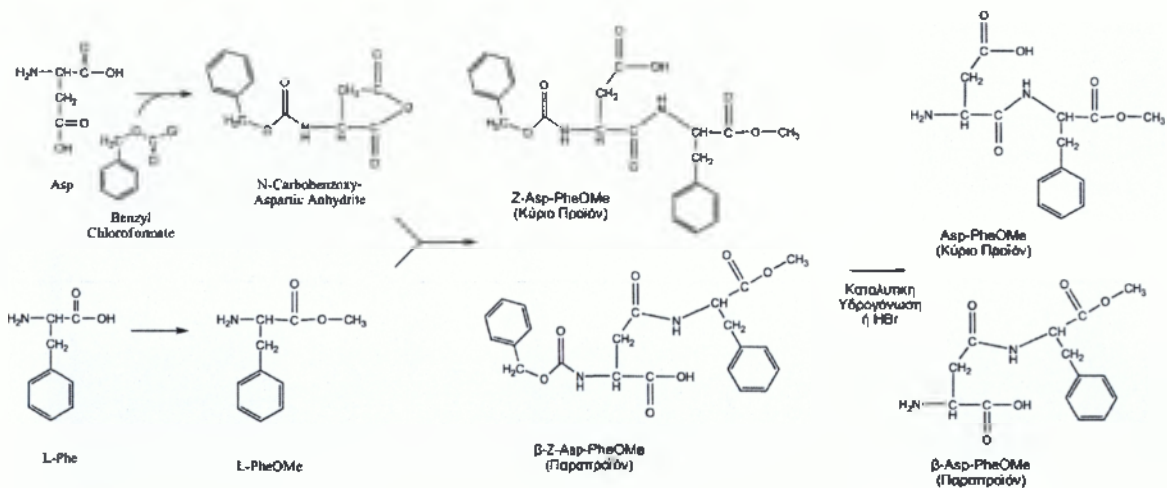
Η χημική σύνθεση της ασπαρτάμης (εικ. 6.) ολοκληρώνεται με τη διεξαγωγή τεσσάρων συνολικά επιμέρους αντιδράσεων. ι) Το αμινοξύ φαινυλαλανίνη αντιδρά με τη μεθανόλη προκειμένου να δημιουργηθεί ο μεθυλ-εστέρας της φαινυλαλανίνης (PheOMe). ιι) Προκειμένου να αποφευχθεί η επιτέλεση επιμέρους αντιδράσεων μεταξύ του αμινοξέος ασπαρτικό οξύ και του παραχθέντος εστέρα το ασπαρτικό οξύ υπόκειται σε τροποποίηση η οποία αφ' ενός προστατεύει την αμινο-ομάδα του και αφ' ετέρου ενεργοποιεί την ελεύθερη καρβόξυλ-ομάδα του. Η τροποποίηση αυτή έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία του ενός N-προστατευόμενου ασπαρτικού ανυδρίτη, όπως ο N-καρβοβενζοξυ-ασπαρτικός ανυδρίτης ή ο N-φορμυλ-ασπαρτικός ανυδρίτης. ιιι) Ο εστέρας PheOMe και ο N-προστατευόμενος ασπαρτικός ανυδρίτης αντιδρούν μεταξύ τους και σχηματίζουν το N-προστατευόμενο Asp-PheOMe. ιιι) N-προστατευόμενος Asp-PheOMe αντιδρά με ένα οξύ προκειμένου να υδρολυθεί ο ανυδρίτης και να ληφθεί το επιθυμητό προϊόν που δεν είναι άλλο από την ασπαρτάμη (Asp-PheOMe). Το καθοριστικό στάδιο της απόδοσης της συγκεκριμένης μεθοδολογίας εξαρτάται κυρίως από την απόδοση της συμπύκνωσης που λαμβάνει χώρα κατά τη αντίδραση (ιιι), η οποία έχει αναφερθεί ότι κυμαίνεται μεταξύ 65 ~ 98%. Το μεγαλύτερο πρόβλημα της χημικής σύνθεσης είναι το παραγόμενο παραπροϊόν β-Asp-PheOMe, το οποίο παρουσιάζει μια πικρή γεύση. Μεγάλη προσπάθεια έχει καταβληθεί για να μειωθεί ο σχηματισμός αυτού του παραπροϊόντος.

Κατά την ενζυμοχημική μεθοδολογία σύνθεσης της ασπαρτάμης (εικ. 7.) χρησιμοποιείται το ένζυμο θερμολυσίνη η οποία παράγεται από τον βάκκλο *thermoproteolyticus subtilis*. Η συνθετική οδός είναι πολύ παρόμοια με τη χημική σύνθεση. Όμως, χάρη στην εκλεκτικότητα του ενζύμου, αφ' ενός το προϊόν είναι ελεύθερο από τη β-μορφή αφ' ετέρου δύναται να χρησιμοποιηθεί ρακεμικό μίγμα DL-φαινυλαλανίνη αντί για L-φαινυλαλανίνη ως πρώτη ύλη.

Ο N-βενζοϋλοξυκαρβονυλ-ασπαρτικός ανυδρίτης (Z-ASP) και η DL-PheOMe προετοιμάζονται όπως και στη χημική μέθοδο και εν συνεχεία ενώνονται μέσω της δράσης της θερμολυσίνης. Παρά την ισορροπία που συμβαίνει κατά τον μηχανισμό της σύνθεσης του Z-Asp-PheOMe, η σύνθεση του εμφανίζει πολύ μεγάλη απόδοση (95%) λόγω της

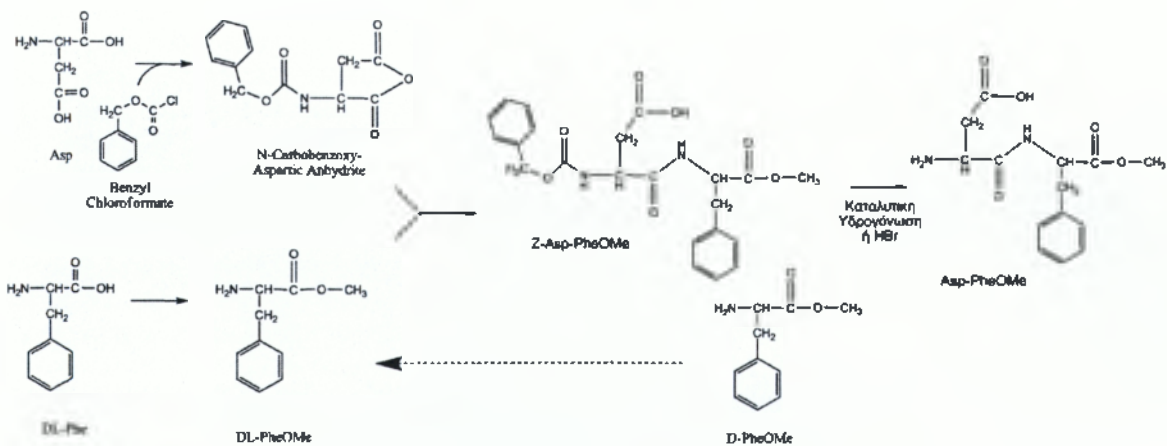
δημιουργίας αδιάλυτου άλατος με τα μόρια του D-PheOMe που δεν συμμετέχουν στην αντίδραση. Μετά το πέρας της αντίδρασης επιτελείται διαχωρισμός του Z-Asp- PheOMe και της D-PheOMe. Η τελευταία ένωση υπόκειται σε ρακεμοποίηση και επαναχρησιμοποιείται. Ενώ η συνολική διαδικασία είναι εκλεπτυσμένη, η μείωση της ενζυμικής δραστηριότητας της θερμολυσίνης είναι το μοναδικό μειονέκτημα της διαδικασίας. Προκειμένου να βελτιωθεί αυτό το σημείο έχουν διερευνηθεί διάφορες πιθανές εναλλακτικές μέθοδοι, όπως η ακινητοποίηση του ενζύμου, η τροποποίηση του μέσω μοριακής μηχανικής. Επίσης, υπάρχουν αναφορές σχετικά με την ενζυμική σύνθεση της ασπαρτάμης με τη χρήση μη προστατευόμενου ασπαρτικού οξέος και μεθυλεστέρα της φαινυλαλανίνης, αλλά οι αποδόσεις των ενζυμικών αυτών αντιδράσεων ήταν πολύ μικρές [Yagasaki and Hashimoto, 2008].

**ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ**



Εικόνα 6. Η χημική σύνθεση της ασπαρτάμης [Yagasaki and Hashimoto, 2008]

**ΕΝΖΥΜΟΧΗΜΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ**



Εικόνα 7. Η ενζυμοχημική σύνθεση της ασπαρτάμης [Yagasaki and Hashimoto, 2008]



### 3.7 Μεταβολισμός και φαινυλκετονουρία

Μετά την κατάποση της η ασπαρτάμη διασπάται, στο ανθρώπινο σώμα στους τρεις μεταβολίτες της. . Οι μεταβολίτες είναι οι εξής:α) το ασπαρτικό οξύ, β) τη φαινυλαλανίνη, γ) τη μεθανόλη. Η μεθανόλη που παράγεται από τον μεταβολισμό της ασπαρτάμης απορροφάται από τον ανθρώπινο οργανισμό και μετατρέπεται πολύ γρήγορα σε φορμαλδεΰδη και στη συνέχεια μετατρέπεται ολοκληρωτικά σε μυρμηκικό οξύ. [F.D.A., 1996]

Η πρόσληψη ασπαρτάμης στο 90ο εκατοστημόριο της πρόσληψης θα παράγει 25 φορές λιγότερο από ό, τι μεθανόλη από αυτό που θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε τοξικό. Λόγω της ύπαρξης του μυρμηγκικού οξέος υπάρχουν πολλές υποψίες ότι είναι το κύριο αίτιο που προκαλεί δηλητηρίαση από την μεθανόλη. Η ασπαρτάμη υδρολύεται ραγδαία στο λεπτό έντερο. Ακόμη και με πρόσληψη σε πολύ υψηλές δόσεις της ασπαρτάμης (πάνω από 200 mg / kg), η ασπαρτάμη δεν βρίσκεται στο αίμα λόγω της ταχείας κατανομή της. Η μεθανόλη που μεταβολίζεται από την ασπαρτάμη υποστηρίζεται ότι είναι απίθανο να μας ανησυχεί για την ασφάλειά της για τους παρακάτω λόγους.

Τα συστατικά του μεταβολισμού της ασπαρτάμης συναντώνται σε φυσικά τρόφιμα όπως κρέας, γάλα, φρούτα και λαχανικά. Ο ανθρώπινος οργανισμός χρησιμοποιεί αυτά τα συστατικά ακριβώς με τον ίδιο τρόπο στην ασπαρτάμη όπως και στα άλλα κοινά τρόφιμα. Εντούτοις, τα τρόφιμα που καταναλώνονται καθημερινά είναι πιο πλούσια σε αυτά τα συστατικά από ότι η ασπαρτάμη. Η ποσότητα της μεθανόλης που παίρνουμε πίνοντας ένα κουτί αναψυκτικού που περιέχει ασπαρτάμη είναι λιγότερη από όση έχει ένα ποτήρι φυσικού χυμού πορτοκαλιού, και γενικά χυμούς φρούτων και εσπεριδοειδών . Επίσης υπάρχουν και άλλες διαιτητικές πηγές από τις οποίες προσλαμβάνουμε την μεθανόλη, όπως είναι η ζύμωση. Ως εκ τούτου, το ποσό της μεθανόλης που παράγεται από την ασπαρτάμη είναι πιθανό να είναι μικρότερο από εκείνο που βρίσκουμε σε διάφορες φυσικές πηγές. Μελέτες σε ανθρώπους δείχνουν ότι το μυρμηκικό οξύ απεκκρίνεται πιο γρήγορα από ότι συντίθεται, μετά από την κατάποση της ασπαρτάμης.

Όσον αφορά το περιεχόμενο σε φορμαλδεΰδη, που μετατρέπεται γρήγορα στον οργανισμό, καθώς και τα ποσά της φορμαλδεΰδης από το μεταβολισμό της ασπαρτάμης είναι ασήμαντα σε σύγκριση με τα ποσά που παράγονται συνήθως από το ανθρώπινο σώμα μετά την κατανάλωση άλλων τροφίμων και φαρμάκων.

Τέλος, οι υποθέσεις των αρνητικών επιπτώσεων στην υγεία επικεντρώθηκαν στους τρεις

μεταβολίτες της ασπαρτάμης και στα παραιτέρω προϊόντα τους. Αυτοί οι μεταβολίτες έχουν μελετηθεί σε ένα ευρύ φάσμα των πληθυσμών συμπεριλαμβανομένων των βρεφών, παιδιών, εφήβων, και σε υγιείς ενήλικες. Σε υγιείς ενήλικες και παιδιά, ακόμα και τεράστιες δόσεις ασπαρτάμης δεν οδηγούν σε επίπεδα του πλάσματος των μεταβολιτών τα οποία μας ανησυχούν για την ασφάλεια της ασπαρτάμης. Τα άτομα με τη γενετική διαταραχή φαινυλοκετονουρία συμβουλεύονται να αποφεύγουν την ασπαρτάμη δεδομένου ότι έχουν μια μειωμένη ικανότητα να μεταβολίζουν τη φαινυλαλανίνη.

Η φαινυλαλανίνη είναι ένα από τα απαραίτητα αμινοξέα και είναι απαραίτητη για τη φυσιολογική ανάπτυξη και διατήρηση της ζωής. Ένα μικρό μέρος του πληθυσμού, που δεν έχει το κατάλληλο ένζυμο για τη χρησιμοποίηση του αμινοξέος φαινυλαλανίνη που υπάρχει στην ασπαρτάμη, πρέπει να την αποφεύγει. Η προειδοποίηση σημειώνεται στις συσκευασίες των ποτών και των τροφίμων που περιέχουν την ασπαρτάμη ως γλυκαντική ουσία. Η πάθηση λέγεται φαινυλοκετονουρία και η διάγνωσή της γίνεται αμέσως μετά τη γέννηση (συγγενής πάθηση). Τα άτομα με την κληρονομική νόσο φαινυλοκετονουρία, εξαιτίας έλλειψης του σχετικού ενζύμου, δεν μπορούν να μετατρέψουν τη φαινυλαλανίνη σε τυροσίνη και γι αυτό το λόγο πρέπει να αποφεύγουν την κατανάλωση της. [Henkel, 1999]

Τα υψηλά επίπεδα της φυσικής σύνθεσης του απαραίτητου αμινοξέος φαινυλαλανίνη θέτει σε κίνδυνο την υγεία των προσώπων που έχουν γεννηθεί με φαινυλοκετονουρία (PKU), η οποία είναι μια σπάνια κληρονομική ασθένεια που εμποδίζει φαινυλαλανίνη να μεταβολίζεται σωστά. Δεδομένου ότι τα άτομα με PKU πρέπει να θεωρούν την ασπαρτάμη ως πρόσθετη πηγή φαινυλαλανίνης, τα τρόφιμα που περιέχουν ασπαρτάμη και που πωλούνται στις Ηνωμένες Πολιτείες πρέπει να αναφέρουν την ένδειξη "Phenylketonurics: Περιέχει φαινυλαλανίνη" στις ετικέτες των προϊόντων τους. [F.D.A. 1987]

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, τα τρόφιμα που περιέχουν ασπαρτάμη απαιτείται εκ του νόμου από τον Οργανισμό Πρότυπων Τροφίμων της χώρας, FSA (Food Standards Agency), να συμπεριλάβει την χημική ουσία μεταξύ των συστατικών του προϊόντος και να φέρουν την ένδειξη: "περιέχει πηγή φαινυλαλανίνης". Αυτή η ένδειξη αναγράφεται συνήθως στο κάτω μέρος του καταλόγου των συστατικών. Οι κατασκευαστές υποχρεούνται επίσης να τυπώνουν τη φράση "με γλυκαντικά (ες)" κοντά στο κύριο όνομα του προϊόντος που βρίσκεται στην ετικέτα του τροφίμου στο οποίο περιέχεται. Υπάρχουν και άλλες φράσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται σε τρόφιμα που περιέχουν ασπαρτάμη, « γλυκαντικά όπως η ασπαρτάμη » ή « με σάκχαρα και γλυκαντικές ουσίες" σε τρόφιμα τα οποία περιέχουν και

ζάχαρη και γλυκαντικές ουσίες » [EFSA, 2011]

Υπάρχουν πολλές ανησυχίες για την ασφάλεια της ασπαρτάμης ως πρόσθετη πηγή φαινυλαλανίνης σε σχέση με τις υποθετικές μεταβολές που προκαλεί σε μεγάλο βαθμό στα επίπεδα των νευροδιαβιβαστών, καθώς και αναλογίες των νευροδιαβιβαστών μεταξύ τους στο αίμα και στον εγκέφαλο που μπορεί να οδηγήσει σε νευρολογικά συμπτώματα. Αναφορές στη βιβλιογραφία δεν έχουν βρει αξιόπιστα ευρήματα για την υποστήριξη αυτών των ανησυχιών. Ενώ υψηλές δόσεις που προκύπτουν από την κατανάλωση της ασπαρτάμης έχει βρεθεί ότι μπορεί να έχουν κάποιες επιπτώσεις οι οποίες είναι βιοχημικές, αυτές οι επιπτώσεις δεν παρατηρούνται από τα αποτελέσματα που έχουν διεξαχθεί σε μελέτες τοξικότητας, που να υποδηλώνουν ασπαρτάμη μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη νευρωνική λειτουργία. Όπως συμβαίνει με τη μεθανόλη, η τυπική διατροφή φαίνεται ότι μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά υψηλότερες ποσότητες πρόσληψης της φαινυλαλανίνης από ό,τι θα ανέμενε κανείς να συμβαίνει με την κατανάλωση της ασπαρτάμης.

Το ασπαρτικό οξύ (ασπαρτικό) είναι ένα από τα πιο κοινά αμινοξέα στην τυπική διατροφή, αλλά παρόλα αυτά έχει ενοχοποιηθεί ως πιθανή πηγή για νευροτοξικές επιδράσεις της ασπαρτάμης. Όπως και με την μεθανόλη και με την φαινυλαλανίνη, η πρόσληψη του ασπαρτικού οξέος από την ασπαρτάμη είναι μικρότερη από ό,τι θα ανέμενε κανείς από άλλες διαιτητικές πηγές. Κατά το 90ο εκατοστημόριο της πρόσληψης, η ασπαρτάμη παρέχει μόνο μεταξύ 1% και 2% της ημερήσιας πρόσληψης σε ασπαρτικό οξύ. Έχει υπάρξει κάποιες υποψίες ότι η κατανάλωση της ασπαρτάμης σε συνδυασμό με άλλα αμινοξέα, όπως γλουταμινικό, μπορεί να οδηγήσει σε τοξικότητα, προκαλώντας ζημιές στον εγκέφαλο και στα νευρικά κύτταρα. Ωστόσο, οι κλινικές μελέτες δεν έδειξαν σημάδια νευροτοξικών επιδράσεων, καθώς και μελέτες μεταβολισμού δείχνουν ότι δεν είναι δυνατόν να καταναλωθεί αρκετή ποσότητα του ασπαρτικού και το γλουταμινικού οξέος μέσω των τροφίμων και ποτών σε επίπεδα που θα αναμενόταν να είναι τοξικά. [Henkel, 1999]

### **3.8.Πρόσληψη**

Η τιμή της αποδεκτής ημερήσιας πρόσληψης (acceptable daily intake ή ADI), για την ασπαρτάμη, καθώς και άλλα πρόσθετα τροφίμων μελετήθηκαν, ορίζεται ως η "ποσότητα ενός προσθέτου τροφίμων, εκφραζόμενη βάσει του σωματικού βάρους, η οποία μπορεί να προσλαμβάνεται ημερησίως σε όλη τη διάρκεια της ζωής χωρίς αξιόλογο κίνδυνο για την



υγεία. »[ EFSA, 2011]. Η κοινή επιτροπή εμπειρογνομόνων του FAO / WHO για τα πρόσθετα τροφίμων (Joint Expert Committee on Food Additives) (JECFA) και η Επιστημονική Επιτροπή Τροφίμων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission's Scientific Committee on Food) έχει καθορίσει ότι αυτή η τιμή είναι 40 mg / kg σωματικού βάρους για την ασπαρτάμη,[ "EFSA makes aspartame studies available, 2011] ενώ ο FDA έχει θέσει ADI για την τιμή της ασπαρτάμης στα 50 mg / kg [ EFSA, 2010].

Προκειμένου οι αρμόδιοι φορείς (π.χ. EFSA, JEFCA, κλπ) να ορίσουν την τιμή ADI, λαμβάνουν υπόψη τους τα αποτελέσματα μελετών σχετικά με τη βραχυχρόνια και μακροχρόνια τοξικότητα (in vivo και in vitro) και καρκινογένεση(π.χ. μετάλλαξη, γενοτοξικότητα) καθώς και μελέτες αναπαραγωγής και ανάπτυξης. Σε κάθε περίπτωση, η τιμή ADI για κάθε ουσία είναι ίση με το 1% της ποσότητας που έχει βρεθεί να είναι οριακά μη τοξική σε πειραματόζωα. Συνεπώς, έχει ληφθεί κάθε πρόνοια ώστε να ελαχιστοποιηθεί το ρίσκο για τον τελικό καταναλωτή. Είναι σημαντικό, επίσης, να αναφέρουμε ότι όταν το Νομοθετικό Σώμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθορίζει τη μέγιστη ποσότητα μιας ουσίας που μπορεί να προστεθεί σε οποιοδήποτε τρόφιμο ή ποτό, λαμβάνει υπόψη του όχι μόνο την τιμή ADI για τη συγκεκριμένη ουσία, αλλά και τα μέσα επίπεδα κατανάλωσης των τροφίμων και ποτών που την περιέχουν. Η τιμή αυτή επανεκτιμάται ανά τακτά χρονικά διαστήματα ώστε να αντανάκλα τις αλλαγές στην κατανάλωση των συγκεκριμένων τροφίμων και μειώνεται εάν παρατηρηθεί αύξηση της κατανάλωσης, ακόμα και σε επιμέρους ομάδες του πληθυσμού (όπως π.χ. τα παιδιά ή οι διαβητικοί).

Υπάρχουν αναφορές που έχουν αναλύσει τις μελέτες που έχουν εξετάσει την κατανάλωση ασπαρτάμης σε χώρες σε όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένων των Ηνωμένων Πολιτειών, των χωρών της Ευρώπης και της Αυστραλίας, μεταξύ άλλων. Αυτές οι αναφορές έχουν δείξει ότι ακόμα και με υψηλά επίπεδα της πρόσληψης της ασπαρτάμης, ότι μετά από μελέτες σε πολλές χώρες και με διαφορετικές μεθόδους μέτρησης της κατανάλωσης της ασπαρτάμης, το ποσοστό είναι πολύ κατώτερο από την αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη για την ασφαλή κατανάλωση ασπαρτάμης. Επίσης διαμέσου τέτοιων μελετών διαπιστώθηκε ότι οι πληθυσμοί που πιστεύεται ότι είναι ιδιαίτερα υψηλά στη λίστα με τους καταναλωτές της ασπαρτάμης, ακόμα και σε ευαίσθητα άτομα όπως τα παιδιά ή άτομα με υψηλά επίπεδα κατανάλωσης όπως οι διαβητικοί είναι κάτω από την αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη για την ασφαλή κατανάλωση της ασπαρτάμης και δεν ξεπερνούν τα 10mg/kg σωματικού βάρους την ημέρα (EFSA 2006), ακόμη και με την πολύ συντηρητικούς υπολογισμούς για το χειρότερο σενάριο της κατανάλωσης. Βλέπουμε

λοιπόν, ότι τα πραγματικά επίπεδα κατανάλωσης είναι πολύ χαμηλότερα από την αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη (ADI). [EFSA, 2011]

Η κύρια πηγή για την έκθεση σε ασπαρτάμης στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρώπη είναι η κατανάλωση αναψυκτικών, αν και μπορούν να καταναλωθεί και σε άλλα προϊόντα όπως τα φαρμακευτικά παρασκευάσματα, τα ποτά από φρούτα, και τις τσίχλες, μεταξύ άλλων, σε μικρότερες ποσότητες. Είναι σχεδόν απίθανο κάποιος να «καταφέρει» να καταναλώσει τόση μεγάλη ποσότητα τροφίμων και ποτών μέσα σε μια μέρα που να ξεπερνά την τιμή ADI της ασπαρτάμης. Για παράδειγμα τα 12 ουγγιά (0,34 kg) του αναψυκτικού σόδα περιέχουν 180 mg ασπαρτάμης, και για 75 κιλά (165 λίβρες) που είναι μια μέση τιμή βάρους για έναν μέσο ενήλικα, χρειάζεται περίπου 21 κουτιά του αναψυκτικού σόδα διαίτης, ανά ημέρα, για να καταναλώσει τα 3.750 mg ασπαρτάμης που θα ξεπεράσει 50 χιλιοστόγραμμα ανά κιλό σωματικού βάρους που έχει ορίσει ο FDA, ως αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη ασπαρτάμης από την σόδα διαίτης και μόνο. [EFSA, 2010]

### 3.9 Ανακάλυψη και έγκριση

Η ασπαρτάμη ανακαλύφθηκε το 1965 από τον James M. Schlatter, ένας φαρμακοποιός ο οποίος εργαζόταν για την GD Searle & Company. Ο James M. Schlatter εργαζόταν σε ένα σε ένα πρόγραμμα που είχε ως στόχο να ανακαλυφθούν νέες θεραπείες για το στομαχικό έλκος. Κατά τη διάρκεια της παραγωγής ενός υποψηφίου φαρμάκου, είχε συνθέσει την ασπαρτάμη. Ένα από τα στάδια της διαδικασίας έρευνας είχε σχέση με ένα ενδιάμεσο διπεπτίδιο, το aspartyl-φαινυλαλανίνη μεθυλικός εστέρας. Ένα λάθος που έγινε στο χειρισμό είχε ως αποτέλεσμα να και χυθεί κάποια άγνωστη ουσία στο χέρι του. Ανακάλυψε τυχαία τη γλυκιά γεύση όταν έγλειψε το δάχτυλό του, που είχε μολυνθεί με ασπαρτάμη, για να σηκώσει ένα κομμάτι χαρτί (ανθυγιεινή τεχνική για το εργαστήριο). Αυτός μαζί με κάποιον συνεργάτη του αποφάσισαν να δοκιμάσουν την άγνωστη ουσία στον καφέ και έτσι επιβεβαίωσαν την ταυτότητα της χημικής ουσίας με την γλυκιά γεύση. Το αποτέλεσμα ήταν η γλυκαντική ουσία, ασπαρτάμη [Stegink 1987].

Το 1975, παρακινούμενος από τα ζητήματα που αφορούν τον Flagyl και τον Aldactone, ο FDA των ΗΠΑ συντάσει μια ισχυρή ομάδα, στην οποία έχει ανατεθεί το έργο να επανεξετάσει 25 μελέτες που υποβλήθηκαν από τον κατασκευαστή, μεταξύ των οποίων 11 για την ασπαρτάμη. Η ομάδα ανέφερε «σοβαρές ελλείψεις στους χειρισμούς του John Searle και στα πρακτικά». Ο FDA ζήτησε την επικύρωση 15 από τις υποβληθείσες μελέτες σε αντίθεση με κάποια δεδομένα τα οποία εξασφάλιζαν την ασφάλεια της ουσίας. Το 1979

το Κέντρο για την Ασφάλεια των Τροφίμων και την Εφαρμοσμένη Διατροφή (CFSAN) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, δεδομένου ότι τυχόν προβλήματα που είχαν σχέση με την κατανάλωση της ασπαρτάμης τα οποία είχαν προκύψει από σχετικές μελέτες ήταν ήσσονος σημασίας, και δεν θα έπρεπε να επηρεάζουν τα συμπεράσματα. Και πως οι μελέτες αυτές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της ασφάλειας της ασπαρτάμης.

Το 1980, ο FDA συγκάλεσε το συμβούλιο Public Board of Inquiry (PBOI) το οποίο είναι ένα συμβούλιο που αποτελείται από ανεξάρτητους συμβούλους. Σε αυτούς ανατέθηκε το δύσκολο έργο της εξέτασης της προβαλλόμενης σχέσης μεταξύ της ασπαρτάμης και του καρκίνου του εγκεφάλου. Η PBOI κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ασπαρτάμη δεν προκαλεί εγκεφαλική βλάβη, αλλά τάχθηκε κατά την έγκριση της ασπαρτάμης εκείνη την χρονική στιγμή, επικαλούμενη αναπάντητα ερωτήματα σχετικά με τον καρκίνο που είχε δημιουργηθεί σε ποντίκια εργαστηρίου [Rastogi et al, 2001].

Επικαλούμενη στοιχεία από μια ιαπωνική μελέτη τα οποία δεν είχε στη διάθεση της η επιτροπή των μελών του PBOI, [Lewis, 2001] και αφού είχε ζητήσει συμβουλές από μια ομάδα εμπειρογνομόνων που επιρρίπτει τις στατιστικές αναλύσεις στις οποίες στηρίζεται ο δισταγμός του συμβουλίου PBOI ο οποίος τάχθηκε κατά της έγκρισης, [Magnuson et al., 2007] ο Επίτροπος του FDA Hayes εγκρίνει την χρήση της ασπαρτάμης σε ξηρά προϊόντα. [U.S. GAO, 1987] Το 1983, ο FDA ενέκρινε την περαιτέρω χρήση της ασπαρτάμης σε αεριούχα ποτά, καθώς και τη χρήση σε άλλα ποτά, σε προϊόντα που υπόκεινται σε ψήσιμο, και σε γλυκίσματα το 1993. Το 1996, ο FDA αναιρεί όλους τους περιορισμούς που είχαν θεσπιστεί όσον αφορά την χρήση της ασπαρτάμης, και επιτρέπει να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα τρόφιμα.

Αρκετές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ενέκριναν την χρήση της ασπαρτάμης το 1980, και το 1994 εγκρίθηκε η χρήση της σε όλη την Ε.Ε. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Scientific Committee on Food (SCF) επανεξέτασε μεταγενέστερες μελέτες για την ασφάλεια της ασπαρτάμης και επιβεβαίωσε την έγκρισή της το 2002. Η Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας των Τροφίμων (European Food Safety Authority) ανακοίνωσε το 2006 ότι η τιμή της Αποδεκτής Ημερήσιας Πρόσληψης είχε οριστεί σωστά, μετά από την επανεξέταση ενός συνόλου μελετών [Gross, 1987].

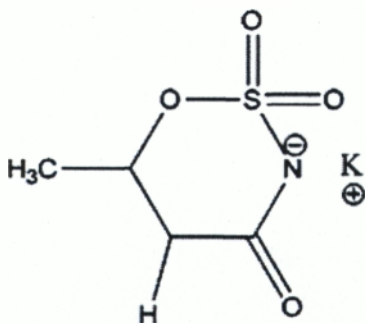
## 4. Ακετοσουλφαμικό Κάλιο

Το ακεσουλφαμικό κάλιο είναι μια τεχνητή γλυκαντική ουσία χωρίς θερμίδες και διατίθεται στο εμπόριο με τα εμπορικά ονόματα Sunett και Sweet One. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, είναι κωδικοποιημένη με τον αριθμό E950 [Natural Products Expo, 2010]. Ανακαλύφθηκε τυχαία το 1967 από τον Γερμανό χημικό Καρλ Κλάους στο Hoechst AG (σήμερα Nutrinova) [Clauss and Jensen 1973].

Διαθέτει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, και χρησιμοποιείται ευρέως σε τρόφιμα και ποτά, τόσο στις Ηνωμένες Πολιτείες όσο και στην Ευρώπη, και έχει εγκριθεί η χρήση της στις Ηνωμένες Πολιτείες από τον Οργανισμό Τροφίμων & Φαρμάκων (Food and Drug Administration (FDA)), και από αντίστοιχους οργανισμούς στην Ευρώπη. Η έγκριση έγινε από τον FDA το 1988 και έχει αξιολογηθεί 8 φορές για την ασφάλειά της αφού έχουν διατυπωθεί κατά διαστήματα ενστάσεις για την χρήση της. Προϊόντα τα οποία περιέχουν ακετοσουλφαμικό κάλιο δεν απαιτείται από την κείμενη νομοθεσία να φέρουν προειδοποιήσεις σε αντίθεση με προϊόντα τα οποία περιέχουν ασπαρτάμη [Ophardt C., 2003].

### 4.1 Δομή

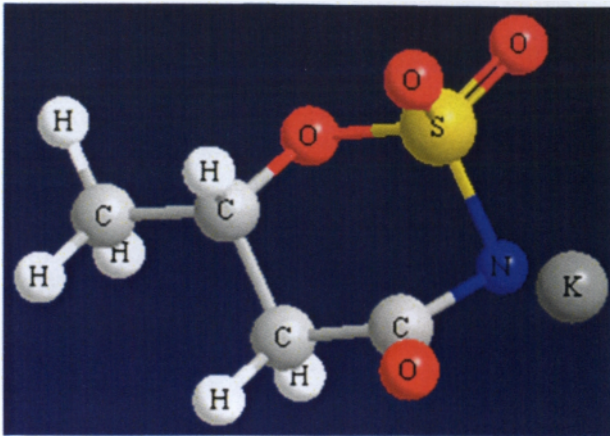
Ως προς τη χημική δομή του, το ακεσουλφαμικό κάλιο (εικ. 8.), (εικ.9) είναι το μετά καλίου άλας του 6-μεθυλ-1,2,3-οξοθειαζίν-4(3H)-ονο-2,2-διοξειδίου [Ager et al., 1998]



Εικόνα 8. Η χημική δομή του ακετοσουλφαμικού καλίου.

[Ager et al., 1998] (σχεδιασμός με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος ChemDraw v11.0)





Εικόνα 9. Η δομή του ακετοσουλφαμικού καλίου.

[Ager et al., 1998] (σχεδιασμός με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος ChemDraw v11.0).

## 4.2 Ιδιότητες

Το ακετοσουλφαμικό κάλιο είναι 180-200 φορές πιο γλυκό από τη σακχαρόζη, γλυκύτερο από την ασπαρτάμη, τη σακχαρίνη και τη σουκραλόζη [United States Patent, n.d].

Η εμφάνισή του είναι παρόμοια με αυτήν της ζάχαρης ή με τα άλλα υποκατάστατα της ζάχαρης Έχει σημείο τήξης  $225^{\circ}\text{C}$ , και χρόνο ζωής αρκετά μεγαλύτερο από κάποια άλλα υποκατάστατα ζάχαρης. Εξ' αιτίας αυτής του της ιδιότητας χρησιμοποιείται συχνά σε περιπτώσεις όπου άλλα γλυκαντικά όπως η ασπαρτάμη δεν θα ήταν σκόπιμο να χρησιμοποιηθούν λόγω της αστάθειας τους σε υψηλές θερμοκρασίες, ή σε προϊόντα τα οποία είναι επιθυμητό να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής ή σε προϊόντα τα οποία έχουν εκ φύσεως υψηλό pH. [Ager et al., 1998]

Συνήθως το ακετοσουλφαμικό κάλιο αναμειγνύεται με άλλα γλυκαντικά (κυρίως σουκραλόζη και ασπαρτάμη) επειδή τα μείγματα αυτά εμφανίζουν γλυκύτητα μεγαλύτερη από τα επί μέρους συστατικά τους. Δρουν δηλαδή συνεργατικά επί των υποδοχέων γλυκύτητας. Ένα από τα μειονεκτήματα του ακετοσουλφαμικού καλίου αλλά και των περισσότερων υποκατάστατων ζάχαρης είναι η ελαφρώς πικρή γεύση που αφήνει όταν χρησιμοποιηθεί σε ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις, η οποία δεν είναι επιθυμητή. Ο συνδυασμός αυτών των διαφορετικών τεχνητών γλυκαντικών ουσιών έχει ως αποτέλεσμα αφ' ενός μεν την συγκάλυψη της πικρής γεύσης των γλυκαντικών ουσιών αφ' ετέρου δε τη δημιουργία γεύσης η οποία θα προσομοιάζει περισσότερο με αυτή της κοινής ζάχαρης. [Orhardt C., 2003]

Σε αεριούχα ποτά, σχεδόν πάντα χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με κάποιο άλλο γλυκαντικό, όπως η ασπαρτάμη ή σουκραλόζη. Επίσης, χρησιμοποιείται ως γλυκαντική

ουσία σε πρωτεϊνικά ροφήματα και σε φαρμακευτικά προϊόντα, ιδίως σε μασώμενα και σε υγρά φάρμακα, όπου μπορεί να εμφανίζει ενίσχυση της δράσης των δραστικών συστατικών τους. [WHO, 2007]

### 4.3 Χρήσεις ακετοσουλφαμικού καλίου

Το ακετοσουλφαμικό κάλιο χρησιμοποιείται σε πληθώρα προϊόντων με μειωμένες θερμίδες και χωρίς πρόσθετα σάκχαρα ως γλυκαντική ουσία, σε συγκέντρωση συνήθως 350mg/L για τα υγρά και 350mg/Kg για τα στερεά προϊόντα. Στα διάφορα γλυκίσματα η συγκέντρωση στη οποία χρησιμοποιείται κυμαίνεται από 350-2000mg/Kg. Παρακάτω εμφανίζονται τα κύρια είδη προϊόντων στα οποία χρησιμοποιείται

#### Επιδόρπια και παρόμοια προϊόντα

1. Γλυκίσματα με βάση κακάο ή ξηρούς καρπούς
2. Γλυκίσματα με βάση άμυλο
3. Πολτοί με βάση κακάο, γάλα, ξηρούς καρπούς ή λιπαρές ουσίες
4. Παγωτά
5. Φρούτα σε κονσέρβες
6. Γλυκά κουταλιού, ζελέ, μαρμελάδες
7. Οπωροσκευάσματα
8. Γλυκόξινα διατηρημένα φρούτα και λαχανικά
9. Ψάρια, μαλακόστρακα και μαλάκια, διατηρημένα σε γλυκόξινο μέσο και μαρινάτα
10. Σάλτσες
11. Μουστάρδα
12. Εκλεκτά αρτοσκευάσματα προοριζόμενα για ειδική διατροφή
13. Παρασκευάσματα για τον έλεγχο του σωματικού βάρους που προορίζονται να αντικαταστήσουν το σύνολο της ημερήσιας πρόσληψης τροφής ή ένα επιμέρους γεύμα
14. Πλήρη παρασκευάσματα και συμπληρώματα διατροφής για χρήση υπό ιατρικό έλεγχο
15. Υγρά διαιτητικά συμπληρώματα διατροφής
16. Στερεά διαιτητικά συμπληρώματα διατροφής
17. Συμπληρώματα διατροφής με βάση τις βιταμίνες ή/και τα ανόργανα στοιχεία σε σιρόπι ή σε συσκευάσματα προς μάσηση
18. Δημητριακά για το πρόγευμα, με περιεκτικότητα σε ίνες άνω του 15 % και τα

οποία περιέχουν τουλάχιστον 20 % πίτυρα

19. Σούπες
20. Μικροπροϊόντα που δροσίζουν την αναπνοή
21. Χωνάκια και γκοφρέτες για παγωτό
22. Καραμελωμένα προϊόντα
23. Μηλίτης και απίτης

#### Ζύθοι και οينوπνευματώδη ποτά

1. Ζύθοι χωρίς αλκοόλη ή με περιεκτικότητα σε αλκοόλη που δεν υπερβαίνει 1,2% vol
2. Επιτραπέζιος ζύθος (περιεκτικότητας μικρότερη του 6 % σε ζυθογλεύκος)
3. Ζύθοι ελάχιστης οξύτητας 30 χιλιοϊσοδυνάμων εκφραζομένης σε NaOH
4. Μαύροι ζύθοι
5. Οينوπνευματώδη ποτά με περιεκτικότητα αλκοόλης κάτω του 15 % vol

[Πεπονάκης, 1994]

#### **4.4 Φυσικοχημικές ιδιότητες**

Χημική ονομασία Potassium 6-methyl-2,2-dioxo-oxathiazin-4-olate

Λειτουργικές χρήσεις Γλυκαντικό, ενισχυτικό γεύσης

Άλλες ονομασίες Ακεσουλφαμικό K

Μοριακός τύπος C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>KNO<sub>4</sub>S

Εμφάνιση: Άοσμη, λευκή κρυσταλλική σκόνη

Γραμμομοριακή μάζα 201,242 g / mol

Σημείο τήξης 225 ° C

Διαλυτότητα στο νερό 270 g / L στους 20 ° C , πολύ λίγο διαλυτή στην αιθανόλη.

πυκνότητα 1,81 g/ml [Ager et al., 1998]

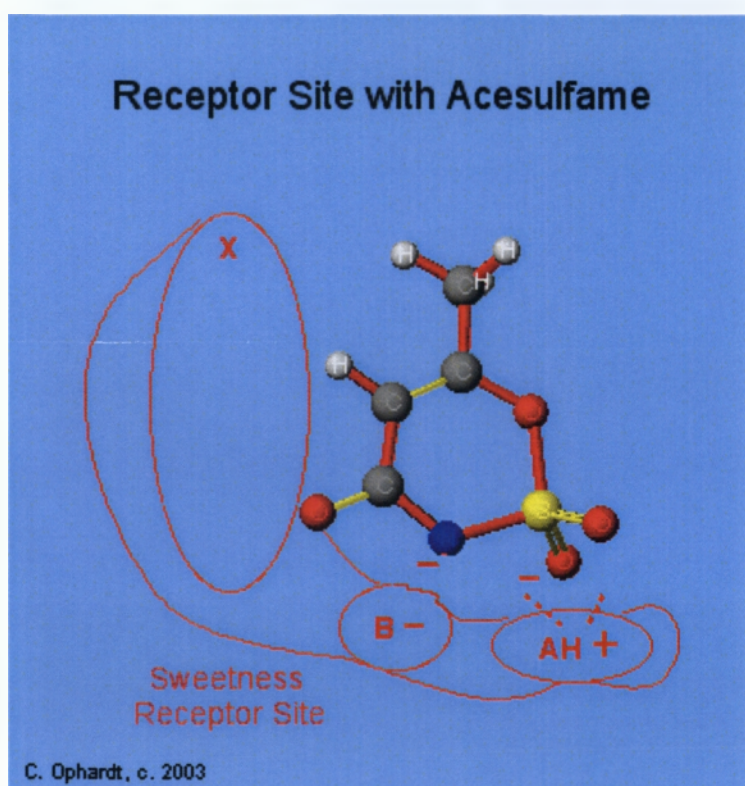
#### **4.5 Δέσμευση της ακετοσουλφάμης στον υποδοχείς γεύσης**

Η ακετοσουλφαμη από μόνη της είναι δυσδιάλυτη. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιείται ως συνήθως ως το μετά καλίου άλας. Με την επαφή του ακετοσουλφαμικού καλίου το άτομο του αζώτου πρωτονιώνεται.

Στο πολύ απλό μοντέλο δέσμευσης της ακετοσουλφάμης στον υποδοχέα όπως περιγράφεται στην εικόνα 10 η περιοχή (AH<sup>+</sup>) του υποδοχέα είναι αυτή που ενώνεται με το άτομο οξυγόνου της θειώδους ομάδας της ακετοσουλφάμης με την δημιουργία δεσμών υδρογόνου. Η περιοχή (B<sup>-</sup>) έχει ένα διαθέσιμο άτομο οξυγόνου που είναι αρνητικά



φορτισμένο. Γίνεται αντιληπτό λοιπόν ότι το αρνητικά φορτισμένο άτομο του αζώτου της ακετοσουλφάμης δυσκολεύεται να τοποθετηθεί μέσα στον υποδοχέα. Η περιοχή (X) έχει προσανατολισμό κάθετο προς τις άλλες δύο περιοχές. Η δέσμευση της ακετοσουλφάμης γίνεται μέσω των αλληλεπιδράσεων των υδρόφοβων ή μη πολικών περιοχών της περιοχής (X) με τη μη πολική μεθυλική ομάδα και με το δακτύλιο της ακετοσουλφάμης. [Ophardt C., 2003]



Εικόνα 10. Η δέσμευση της ακετοσουλφάμης από τον υποδοχέα που αντιλαμβάνεται την γλυκιά γεύση. [Ophardt C., 2003].

#### 4.6 Παρασκευή Ακετοσουλφαμικού Καλίου

Η διαδικασία παρασκευής του ακετοσουλφαμικού καλίου περιλαμβάνει την μετατροπή ενός οργανικού του ενδιάμεσου, του ακετο-ακετικού οξέος (aceto-acetic acid) και τη σύνδεσή του με το μέταλλο κάλιο.

#### 4.7 Μεταβολισμός

Το ακετοσουλφαμικό κάλιο δεν μεταβολίζεται από το ανθρώπινο σώμα, δεν αποθηκεύεται σε αυτό και αποβάλλεται με τα ούρα [Walker 2003].

Επειδή ακριβώς δεν μεταβολίζεται, δεν προσδίδει καμία θερμιδική αξία και η συγκεκριμένη της ιδιότητα την κάνει περιζήτητη από καταναλωτές οι οποίοι ακολουθούν μια διατροφή με χαμηλό ποσοστό πρόσληψης θερμίδων που επιβάλλει ο σύγχρονος τρόπος ζωής. [Orhardt C., 2003]

#### 4.8 Πρόσληψη

Η αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη (acceptable daily intake ή ADI), τιμή για το ακετοσουλφαμικό κάλιο, καθώς και άλλα πρόσθετα τροφίμων που μελετήθηκαν, ορίζεται ως η "ποσότητα ενός προσθέτου τροφίμων, εκφραζόμενη βάσει του σωματικού βάρους, η οποία μπορεί να προσλαμβάνεται ημερησίως σε όλη τη διάρκεια της ζωής χωρίς αξιόλογο κίνδυνο για την υγεία. ». Η κοινή επιτροπή εμπειρογνομόνων του FAO / WHO για τα πρόσθετα τροφίμων (Joint Expert Committee on Food Additives) (JECFA) και η Επιστημονική Επιτροπή Τροφίμων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (European Commission's Scientific Committee on Food) έχει καθορίσει ότι αυτή η τιμή είναι 15 mg / kg σωματικού βάρους για το ακετοσουλφαμικό κάλιο.

Τέλος η χρήση του ακετοσουλφαμικού καλίου έχει εγκριθεί για όλες τις επιμέρους πληθυσμιακές ομάδες. [ACESULFAME POTASSIUM, n.d]

#### 4.9 Ανακάλυψη

Το ακεσουλφαμικό κάλιο αναπτύχθηκε μετά την τυχαία ανακάλυψη μιας παρόμοιας ένωσης (5,6-διμεθυλ-1 ,2,3-oxathiazin-4 (3H)-one 2,2-διοξειδίου) το 1967 από τον Καρλ Κλάους, και τον Harald Jensen στο Hoechst AG [Nabors L., 2001]. Η ανακάλυψη έγινε τυχαία από τον Κλάους, όταν βύθισε τα δάχτυλά του στις χημικές ουσίες με τις οποίες δούλευε και έπειτα τα έγλειψε για να πάρει ένα κομμάτι χαρτί. [Newton D., 2007]. Η επόμενη έρευνα έδειξε ότι ορισμένες ενώσεις με την ίδια βασική δομή δαχτυλίδι είχαν διαφορετικά επίπεδα γλυκύτητας. Το 6-μεθυλο-1 ,2,3-oxathiazine-4 (3H)-one 2,2-διοξειδίου του είχε ιδιαίτερα ευχάριστη και χαρακτηριστική γεύση και ήταν σχετικά εύκολο να την συνθέσει. Αυτοί οι λόγοι το έκαναν να ξεχωρίσει και να συνεχιστούν περαιτέρω έρευνες μέχρις ότου να λάβει την γενική ονομασία του ( ακεσουλφάμη-K) από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας το 1978. [Nabors L., 2001]

#### 4.10. Έγκριση και Ασφάλεια

Το ακετοσουλφαμικό κάλιο έχει εγκριθεί για τη χρήση του στα τρόφιμα στην Ευρώπη από το 1983, στις Ηνωμένες Πολιτείες από το 1988, και στον Καναδά από το 1994. Το 1985, η Επιστημονική Επιτροπή Τροφίμων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, δημοσίευσε μια συνολική αξιολόγηση που αφορούσε τις γλυκαντικές ουσίες. Η επιτροπή αυτή η οποία αποτελούνταν εμπειρογνώμονες από χώρες μέλη της ΕΕ αποδέχθηκαν τη χρήση του ακετοσουλφαμικού καλίου σε τρόφιμα και ποτά έπειτα από σειρά τοξικολογικών εξετάσεων. Η ασφάλεια της χρήσης του ακετοσουλφαμικού καλίου έχει επίσης εξεταστεί από τον JECFA, με το συμπέρασμα ότι το ακετοσουλφαμικό κάλιο είναι ασφαλές να χρησιμοποιείται, τουλάχιστον σε επίπεδα κάτω από την αποδεκτή ημερήσια δόση των 15 mg / kg βάρους σώματος. Ωστόσο, οι μελέτες που σκοπό έχουν να επιδείξουν την ασφάλεια δεν βρίσκουν σύμφωνο έναν αριθμό ατόμων και οργανώσεων που έχουν αμφιβολίες για την ασφάλεια της ακετοσουλφάμης, και κυρίως το Κέντρο για την Επιστήμη και του δημοσίου συμφέροντος για τις ΗΠΑ. Ισχυρίζονται ότι οι υπάρχουσες μελέτες είναι ανεπαρκείς (παρά το γεγονός ότι έχουν εξετασθεί από ομολόγους), ότι υπάρχουν λάθη στα ερευνητικά πρωτόκολλα, τη δοσολογία, και χρονική διάρκεια των μελετών, και ότι το ακετοσουλφαμικό κάλιο μπορεί να προκαλέσει ως αποτέλεσμα την καρκινογενετικότητα. Ειδικότερα, σημειώνει ότι δεν έχουν υπάρξει μακροπρόθεσμες μελέτες σε ανθρώπους, έτσι ώστε να μην υπάρχει αμφιβολία με τις μελέτες που δείχνουν ότι η ακετοσουλφάμη απορροφάται ταχέως και στη συνέχεια αποβάλλεται αμετάβλητη (δηλαδή δεν μεταβολίζεται από τον ανθρώπινο οργανισμό). Γι' αυτόν τον λόγο τα αποτελέσματα δεν μπορούν να είναι αντιπροσωπευτικά από την στιγμή που δεν έχουμε κάνει μακροχρόνια χρήση της ουσίας.

Ο CSPI μετά από πολλές μελέτες που αφορούν την ασφάλεια του ακετοσουλφαμικού καλίου κατέληξε στο συμπέρασμα ότι μπορεί να προκαλέσει μεταλλαξιογένεση.

Η Επιστημονική Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης με την εκ νέου αξιολόγηση του προϊόντος (μετά από τον CSPI ) από άλλους φορείς συντάσσει το συμπέρασμα ότι το ακετοσουλφαμικό κάλιο δεν είναι επιβλαβές, όπως και ότι δεν έχει αναπαραγωγίμη και μεταλλαξιογόνο δράση η οποία έχει διαπιστωθεί σε έτη χρήσης, σημειώνοντας: "Η Επιτροπή έκρινε ότι, παρόλο που οι μελέτες καρκινογένεσης έχουν συνταχθεί παλαιότερα, θα μπορούσαν ακόμη να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της ασφάλειας του ακετοσουλφαμικού καλίου. Επιπλέον, η Επιτροπή δεν συμφωνεί με την ερμηνεία της CSPI ότι αποτελεί ένδειξη της ενδεχόμενης καρκινογένεσης από αυτές τις μελέτες. Σε μία από

αυτές τις μελέτες υπάρχει μεταλλαξιογένεση ως θετικό εύρημα σε ποντίκια και συγκεκριμένα στα κύτταρα του μυελού των οστών. Σε αντίθεση με όλα τα άλλα ευρήματα που ελέγχθηκαν για μεταλλαξιογένεση και ήταν αρνητικά. Δεν υπάρχει άλλα νέα δεδομένα τα οποία να εμφανίζουν πιθανές βλαβερές συνέπειες. Έτσι δεν υπάρχει λόγος για να ζητήσουν πρόσθετες μελέτες χρόνιας τοξικότητας / καρκινογένεσης ή μεταλλαξιογένεσης”

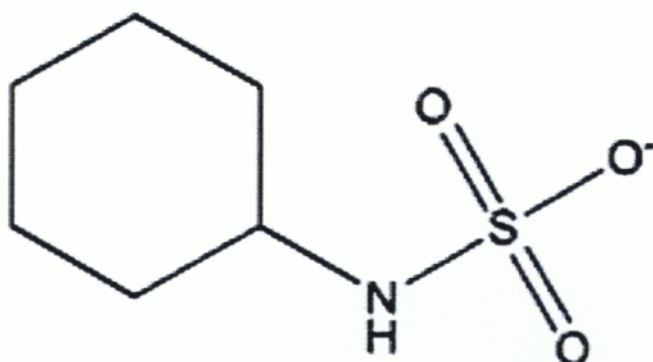
Σήμερα, η επίσημη θέση της επιστημονικής κοινότητας είναι ότι το ακετοσουλφαμικό κάλιο είναι ασφαλές για κατανάλωση, η οποία είναι η άποψη που διατυπώνονται σχετικά με το γλυκαντικό στον κλάδο των δημοσίων σχέσεων της ιστοσελίδας της IFIC. Είναι γνωστό επίσης ότι η ανύψωση σε επίπεδα ινσουλίνης ότι προκαλεί την αύξηση του πόθου για τα τρόφιμα που περιέχουν γλυκαντικές ουσίες και, κατά συνέπεια, μπορεί έμμεσα να οδηγήσει σε αύξηση βάρους. Η νατριούχος σακχαρίνη, το κυκλαμικό νάτριο, το stevioside και το ακετοσουλφαμικό κάλιο είναι γνωστά για την ενίσχυση της ινσουλίνης. Αντίθετα, η ασπαρτάμη δεν επηρεάζει την έκκριση ινσουλίνης.

## 5. Κυκλαμικό οξύ

Το κυκλαμικό οξύ, καθώς και τα μετά νατρίου και ασβεστίου άλατα είναι τεχνητές γλυκαντικές ουσίες. Στο εμπόριο διατίθεται με τις εμπορικές ονομασίες Assugrin, Sucaryl, Sugar Twin, Chuker, Sweet'N Low. Χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο της ζάχαρης σε αναψυκτικά, τρόφιμα και γλυκά. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, είναι κωδικοποιημένο με τον αριθμό E952. Ανακαλύφθηκε το 1937 στο Πανεπιστήμιο του Ιλινόις από έναν φοιτητή που ονομάζεται Michael Sveda.

Στις ΗΠΑ το 1958, κατατάχθηκε στις γενικώς αναγνωρισμένες ως ασφαλείς ουσίες (Generally Recognized as Safe (GRAS)). Την εποχή της κατάταξής του κυκλοφορούσε στην αγορά σε μορφή ταμπλέτας, για χρήση από διαβητικούς ως εναλλακτική γλυκαντική ουσία. Όμως στις 18 Οκτωβρίου 1969, ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των Ηνωμένων Πολιτειών (FDA) απαγόρευσε την πώλησή του ως συνέπεια μελετών που ενοχοποιούσαν το κυκλαμικό νάτριο για την εμφάνιση χρόνιας τοξικότητας σε πειραματόζωα και αύξηση της συχνότητας καρκίνου. Τον ίδιο μήνα, το κυκλαμικό εγκρίθηκε για χρήση στο Ηνωμένο Βασίλειο και χρησιμοποιήθηκε ως γλυκαντική ουσία σε διάφορα προϊόντα. Σήμερα, περισσότερες από 55 χώρες έχουν εγκρίνει τη χρήση των ενώσεων του κυκλαμικού. [["Worldwide Approval of Cyclamate"](#)]

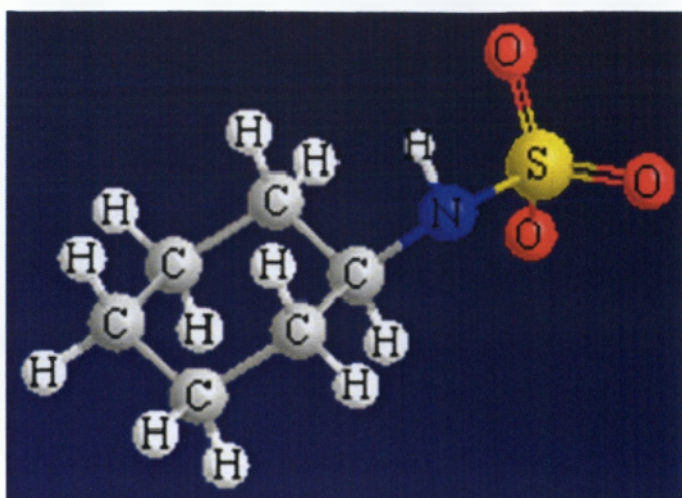
### 5.1 Δομή



Εικόνα 11. Η χημική δομή του κυκλαμικού νατρίου (σχεδιασμός με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος ChemDraw v11.0).

<http://www.medicinescomplete.com/mc/martindale/2009/images/c100-88-9.png>





Εικόνα 12. Η χημική δομή του κυκλαμικού νατρίου σε τρισδιάστατη μορφή. (σχεδιασμός με τη χρήση του λογισμικού προγράμματος ChemDraw v11.0)

Το κυκλαμικό νάτριο είναι το άλας νατρίου ή ασβεστίου του κυκλαμικού οξέος (του Ν-κυκλοεξυλ-σουλφαμικού οξέος), το οποίο προκύπτει από την προσθήκη μιας σουλφονικής ομάδας σε ένα μόριο κυκλοεξυλαμίνης (εικ. 11 και 12). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αντίδραση κυκλοεξυλαμίνης είτε με σουλφαμικό οξύ, είτε με τριοξείδιο του θείου. [Directive 2008/60/CE]

## 5.2 Ιδιότητες και χρήση

Το κυκλαμικό νάτριο είναι μια τεχνητή γλυκαντική ουσία. Είναι 30-50 φορές πιο γλυκό από τη ζάχαρη, αναλογικά με τη συγκέντρωση που θα το χρησιμοποιήσουμε σε κάποιο προϊόν. Αυτό το καθιστά ως το λιγότερο ισχυρό γλυκαντικό από τις τεχνητές γλυκαντικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στο εμπόριο. Μερικοί άνθρωποι βρίσκουν σε αυτό ότι έχει μια δυσάρεστη επίγευση, αλλά, γενικότερα σε λιγότερη ισχύ από ότι μπορεί να έχει η ζαχαρίνη ή το ακετοσουλφαμικό κάλιο.

Συχνά χρησιμοποιείται σε συνεργιστική δράση με άλλες τεχνητές γλυκαντικές ουσίες, ιδιαίτερα με την σακχαρίνη. Το μείγμα που χρησιμοποιείται ευρέως περιέχει 10 μέρη κυκλαμικού προς 1 μέρος σακχαρίνης. Ο λόγος που χρησιμοποιείται είναι για να καλύψει και τις δύο πικρές επιγεύσεις που προσδίδουν τα γλυκαντικά αυτά, αν χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα. Είναι λιγότερο ακριβό από τα περισσότερα γλυκαντικά, συμπεριλαμβανομένης της σουκραλόζης, και είναι σταθερό υπό θέρμανση. [Packard, 1976]

### 5.3 Χρήσεις κυκλαμικού οξέος, νάτριο και ασβέστιο

Το κυκλαμικό νάτριο χρησιμοποιείται σε πληθώρα προϊόντων με μειωμένες θερμίδες και χωρίς πρόσθετα σάκχαρα ως γλυκαντική ουσία. Οι συγκεντρώσεις στις οποίες χρησιμοποιείται είναι συνήθως 400mg/L για τα υγρά σκευάσματα και μέχρι 2500mg/Kg για τα στερεά. Παρακάτω εμφανίζονται τα κύρια είδη προϊόντων στα οποία χρησιμοποιείται

#### Μη αλκοολούχα ποτά

1. Αναψυκτικά και αρωματισμένα ποτά με βάση το νερό
2. Χυμοί φρούτων ή αφεψήματα με βάση το γάλα και τα παράγωγά του

#### Επιδόρπια και παρόμοια προϊόντα

1. Παρασκευάσματα με βάση το γάλα και τα παράγωγά του
2. Επιδόρπια με βάση φρούτα και λαχανικά
3. Επιδόρπια με βάση τα αυγά
4. Επιδόρπια με βάση τα σιτηρά
5. Επιδόρπια με βάση λιπαρές ουσίες
6. «σνακς»: αλμυρά και ξερά, με βάση το άμυλο ή Ξηρούς καρπούς
7. Γλυκίσματα με βάση κακάο ή ξηρούς καρπούς
8. Γλυκίσματα με βάση άμυλο
9. Πολτοί με βάση κακάο, γάλα, ξηρούς καρπούς ή λιπαρές ουσίες
10. Παγωτά
11. Φρούτα σε κονσέρβες
12. Γλυκά κουταλιού, ζελέ, μαρμελάδες
13. Οπωροσκευάσματα
14. Γλυκόξινα διατηρημένα φρούτα και λαχανικά
15. Ψάρια, μαλακόστρακα και μαλάκια, διατηρημένα σε γλυκόξινο μέσο και μαρινάτα
16. Σάλτσες
17. Μουστάρδα
18. Εκλεκτά αρτοσκευάσματα προοριζόμενα για ειδική διατροφή
19. Παρασκευάσματα για τον έλεγχο του σωματικού βάρους που προορίζονται να αντικαταστήσουν το σύνολο της ημερήσιας πρόσληψης τροφής ή ένα επιμέρους γεύμα
20. Πλήρη παρασκευάσματα και συμπληρώματα διατροφής για χρήση υπό ιατρικό έλεγχο



21. Υγρά διαιτητικά συμπληρώματα διατροφής
  22. Στερεά διαιτητικά συμπληρώματα διατροφής
  23. Συμπληρώματα διατροφής με βάση τις βιταμίνες ή/και τα ανόργανα στοιχεία σε σιρόπι ή σε συσκευάσματα προς μύσηση
  24. Δημητριακά για το πρόγευμα, με περιεκτικότητα σε ίνες άνω του 15 % και τα οποία περιέχουν τουλάχιστον 20 % πίτυρα
  25. Σούπες
  26. Μικροπροϊόντα που δροσίζουν την αναπνοή
  27. Χωνάκια και γκοφρέτες για παγωτό
  28. Καραμελωμένα προϊόντα
  29. Ποτά που συνίστανται σε μίγμα μπίρας, μηλίτη, απίτη, αποσταγμάτων ή κρασιού και μη αλκοολούχων ποτών.
- [Πεπονάκης, 1994]

#### **5.4 Φυσικοχημικές ιδιότητες**

Χημική ονομασία : Sodium N-cyclohexylsulfamate

Μοριακός τύπος : C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>NNaO<sub>3</sub>S

Εμφάνιση : Άοσμη, άχρωμη σκόνη

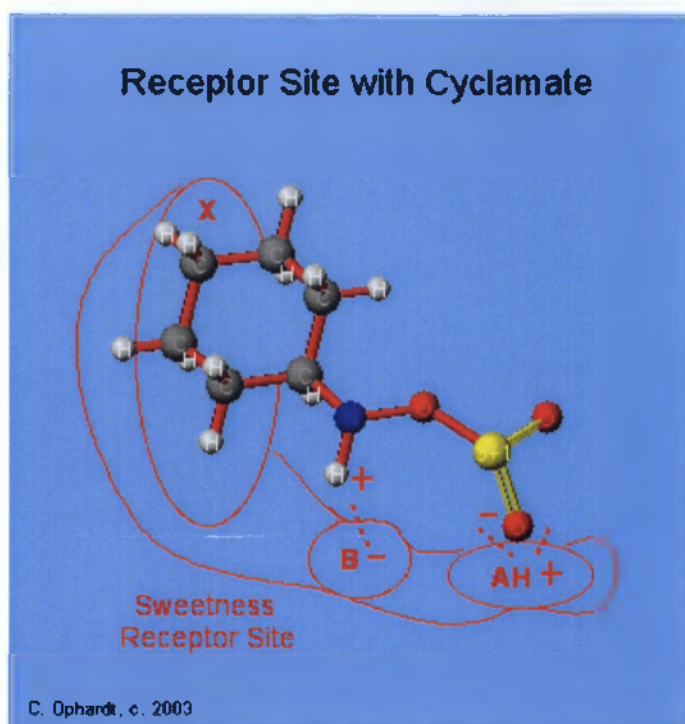
Μοριακό βάρος : 201,219 ± 0,012 g / mol / 237,22 g/mol (ένυδρο) [Atomic weights of the elements, 2007]

Σημείο τήξης : 265 ° C /

Διαλυτότητα: Διαλυτό σε νερό, πρακτικά αδιάλυτη σε αιθανόλη

Στοιχειακή Ανάλυση : C 35,81 %, H 6,01 %, N 6,96 %, Na 11,43 %, O 23,85 %, S 15,94 %, [Directive 2008/60/CE]

## 5.5 Δέσμευση του κυκλαμικού νατρίου στους υποδοχείς γεύσης



Εικόνα 13. Η δέσμευση του κυκλαμικού νατρίου από τον υποδοχέα που αντλαμβάνεται την γλυκιά γεύση.[Ophardt C., 2003] .

Στο πολύ απλό μοντέλο δέσμευσης του κυκλαμικού νατρίου στον υποδοχέα όπως περιγράφεται στην εικόνα 13, η περιοχή (AH +) του υποδοχέα είναι αυτή που έχει διαθέσιμα υδρογόνα τα οποία μπορούν να δημιουργήσουν δεσμούς υδρογόνου με το οξυγόνο το οποίο είναι μέρος της ομάδας του θείου. Η περιοχή (B -) έχει εν μέρει αρνητική ποσότητα οξυγόνων τα οποία είναι διαθέσιμα να δημιουργήσουν δεσμό με το υδρογόνο με την εν μέρει θετική διαθεσιμότητα υδρογόνου της αμινομάδας.

Η περιοχή (X) είναι περισσότερο ή λιγότερο κάθετα προς τους άλλους δύο τομείς αλληλεπιδρά μέσω υδρόφοβων ή μη πολικών ιδιοτήτων της σε έναν μη πολικό κυκλοεξανικό δακτύλιο στο μόριο του κυκλαμικού νατρίου [Ophardt, 2003].

## 5.6 Μεταβολισμός

Το κυκλαμικό οξύ δεν μεταβολίζεται από το ανθρώπινο σώμα σε ποσοστό 96-97%, των ατόμων που το καταναλώνουν. Σε αυτή την περίπτωση δεν προσδίδει καμία θερμιδική αξία και απεκκρίνεται αυτούσιο στα ούρα χωρίς καμιά περαιτέρω μεταβολική διεργασία.

Υπάρχει όμως και ένα ποσοστό 3-4 % των ατόμων που το καταναλώνουν, στους οποίους, το κυκλαμικό οξύ μεταβολίζεται προς μικρή ποσότητα κυκλοεξυλαμίνης. [Renwick, 2006]

## 5.7 Πρόσληψη

Το 2000, η Επιστημονική Επιτροπή Τροφίμων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Commission's Scientific Committee on Food), καθόρισε την Αποδεκτή Ημερήσια Πρόσληψη (ADI) για το κυκλαμικό οξύ (συμπεριλαμβανομένων των νατριούχων και ασβεστούχων αλάτων του) στα 7 mg / kg σωματικού βάρους. [SCF, 2000]

## 5.8 Ανακάλυψη

Όπως και οι περισσότερες τεχνητές γλυκαντικές ουσίες, τη γλυκύτητα του κυκλαμικού νατρίου ανακαλύφθηκε τυχαία. Το 1937, ο Michael Sveda που εκείνη την εποχή ήταν μεταπτυχιακός φοιτητής στο Πανεπιστήμιο του Ιλινόις, εργάζονται στο εργαστήριο του για τη σύνθεση ενός αντιπυρετικού φαρμάκου. Έριξε το τσιγάρο του στην άκρη του πάγκου που βρισκόταν στο εργαστήριο και όταν έβαλε το τσιγάρο στο στόμα του, ανακάλυψε τη γλυκιά γεύση του κυκλαμικού νατρίου. Το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για το κυκλαμικό αγοράστηκε από την εταιρεία DuPont, αλλά αργότερα πωλήθηκε στην Abbott Laboratories, η οποία ανέλαβε τις απαραίτητες μελέτες που έπρεπε να υποβληθεί η ουσία, για να χρησιμοποιηθεί ως νέο φάρμακο. Η Abbott σκόπευε να χρησιμοποιήσει το κυκλαμικό για να συγκαλύψουν την πικρή επίγευση ορισμένων φαρμάκων όπως τα αντιβιοτικά και η πεντοβαρβιτάλη. [Directive 2008/60/CE]

## 5.9 Έγκριση και Ασφάλεια

Η πρώτη χρήση του κυκλαμικού οξέος πραγματοποιήθηκε την δεκαετία του 1950, όταν χρησιμοποιήθηκε μείγμα του κυκλαμικού και της σακχαρίνης, οι οποίες βρέθηκε ότι είχαν συνεργιστική δράση μεταξύ τους ως γλυκαντικές ουσίες, σε soft drinks.

Στις ΗΠΑ το 1958, κατατάχθηκε στις γενικώς αναγνωρισμένες ως ασφαλείς ουσίες (Generally Recognized as Safe (GRAS)). Την εποχή της κατάταξής του κυκλοφορούσε στην αγορά σε μορφή ταμπλέτας, για χρήση από διαβητικούς ως εναλλακτική γλυκαντική ουσία. Όμως στις 18 Οκτωβρίου 1969, ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των Ηνωμένων Πολιτειών (FDA) απαγόρευσε την πώλησή του ως συνέπεια μελετών που ενοχοποιούσαν το κυκλαμικό νάτριο για την εμφάνιση χρόνιας τοξικότητας σε πειραματόζωα και αύξηση της συχνότητας καρκίνου. Έκτοτε, μία σειρά αξιολογήσεων από αρμόδιους φορείς, όπως η Επιτροπή Αξιολόγησης για τον Καρκίνο του Αμερικανικού Οργανισμού Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA Cancer Assessment Committee, 1984) και η Εθνική Ακαδημία Επιστημών των Η.Π.Α. (U.S. National Academy of Sciences, 1984 και 1994) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το κυκλαμικό οξύ και ο μεταβολίτης του (κυκλοεξυλαμίνη) δεν είναι καρκινογόνα για τον άνθρωπο. Το γεγονός βέβαια, ότι η βιομηχανία τροφίμων και ποτών είχε ήδη αρχίσει να δοκιμάζει άλλες γλυκαντικές ουσίες και μείγματά τους προκειμένου να επιτύχει την επιθυμητή γλυκύτητα, με την οποία οι καταναλωτές είναι πλέον εξοικειωμένοι, είχε σαν αποτέλεσμα το να μην υπάρχει σήμερα ιδιαίτερος λόγος να ζητηθεί η επανέγκρισή της.

Η ασφάλεια του κυκλαμικού οξέος έχει επιβεβαιωθεί από περισσότερες από 75 επιστημονικές μελέτες. Τον ίδιο μήνα, το κυκλαμικό εγκρίθηκε για χρήση στο Ηνωμένο Βασίλειο και χρησιμοποιήθηκε ως γλυκαντική ουσία σε διάφορα προϊόντα. Σήμερα, περισσότερες από 55 χώρες έχουν εγκρίνει τη χρήση των ενώσεων του κυκλαμικού. [FAO, 2006]

## Συμπεράσματα

Τα πρόσθετα, μπορεί να είναι φυσικές ή χημικές ουσίες με ή χωρίς θρεπτική αξία, τις οποίες ο άνθρωπος προσθέτει σκόπιμα στα τρόφιμα κατά την παραγωγή, συσκευασία, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή τους, για διάφορους σκοπούς, όπως η συντήρηση και η προστασία τους από τάγγιση, η διατήρηση της υφής και εμφάνισής τους, η εξυπηρέτηση ειδικών διαιτητικών αναγκών κ.ά.

Η προσθήκη χημικών ουσιών στα τρόφιμα ρυθμίζεται από Νομοθεσίες και Κανονισμούς, σύμφωνα με τους οποίους επιτρέπεται η χρήση ουσιών που θεωρούνται ασφαλείς, δεδομένου ότι χρησιμοποιούνται σε καθορισμένες συγκεντρώσεις και είδη τροφίμων. [Δρ Ελένη Ιωάννου-Κακούρη et al, 2008]

Τα γλυκαντικά είναι ουσίες που προστίθενται στα τρόφιμα για να τους δώσουν γλυκιά γεύση, αντικαθιστώντας τη ζάχαρη. Δημιουργήθηκαν για να καλύψουν την επιθυμία του σύγχρονου ανθρώπου για γλυκιά γεύση, συμβάλλοντας στον καλύτερο έλεγχο του σωματικού του βάρους αφού δίνουν μια πολύ γλυκιά γεύση με πολύ λίγες ή καθόλου θερμίδες και παράλληλα καθιστώντας δυνατή την κατανάλωση «γλυκών» τροφίμων και ροφημάτων από διαβητικούς, αφού δεν επηρεάζουν τα επίπεδα γλυκόζης και ινσουλίνης στο αίμα.

Υπάρχουν αρκετές μελέτες και έρευνες οι οποίες έχουν διενεργηθεί με σκοπό να προβλέψουν τις βραχυπρόθεσμες, αλλά κυρίως τις μακροπρόθεσμες, πιθανές συνέπειες των γλυκαντικών στην υγεία του ανθρώπου.

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω υπάρχουν πλεονεκτήματα και μεονεκτήματα όσων αφορά την χρήση των γλυκαντικών ουσιών.

Κατά την γνώμη μου το θετικό αποτέλεσμα της χρήσης τους είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους διαβητικούς και από μια ομάδα ανθρώπων η οποία επιθυμεί να ακολουθεί μια διατροφή χαμηλής θερμιδικής αξίας.

Τα αρνητικά αποτελέσματα της χρήσης τους είναι οι αρνητικές επιπτώσεις που μπορεί να προκαλέσουν στην υγεία. Σύμφωνα με τις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί και αφορούν τις αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία είναι οι εξής:

1. Αυξημένη χρήση των τεχνητών γλυκαντικών ουσιών (> 1680 mg ανά ημέρα) οδηγεί σε σχετική αύξηση κινδύνου της τάξης του 1,3 για την δημιουργία καρκινώματος της ουροδόχου κύστης στον άνθρωπο. (Weihrauch and Diehl, 2004)

2. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης επιβεβαιώνουν ότι η ασπαρτάμη είναι ένας καρκινογόνος παράγοντας στα τρωκτικά, και ότι η επίδραση του επιρεάζει και τα δύο είδη, αρουραίους (αρσενικά και θηλυκά) και ποντικούς (άρρηνες). Δεν παρατηρήθηκαν καρκινογόνες επιδράσεις σε θηλυκά ποντίκια. (Soffritti et al, 2010)

Οι εγκρίσεις των γλυκαντικών νέας γενιάς (ακεσουλφάμη-K, σουκραλόζη, alitame και νεοτάμης) είναι πολύ πρόσφατες για τη ύπαρξη επιδημιολογικών στοιχείων για πιθανούς κινδύνους που αφορούν τη δημιουργία καρκινωμάτων στον άνθρωπο. (Weihrauch and Diehl, 2004)

Οι περισσότερες τεχνητές γλυκαντικές ουσίες όπως η ασπαρτάμη, το ακετοσουλφαμικό κάλιο και το κυκλαμικό νάτριο ανακαλύφθηκαν τυχαία και κατά την διάρκεια πειραματικών φαρμάκων. Αυτό το γεγονός μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν υπήρχε η αναγκαιότητα της δημιουργίας τους και ότι από την στιγμή που ήταν προοριζόμενα για φάρμακα σίγουρα θα υπάρχουν παρενέργειες στην χρήση τους όπως συμβαίνει με όλα τα φάρμακα.

Επιπλέον, η ιδιότητα των γλυκαντικών να είναι 200 φορές πιο γλυκά και σε πολύ χαμηλότερο κόστος αγοράς σε σχέση με την επιτραπέζια ζάχαρη αποδίδει τεράστιο οικονομικό όφελος στις βιομηχανίες τροφίμων.

Εντύπωση προκαλεί και το γεγονός ότι η χρήση του κυκλαμικού νατρίου έχει απαγορευτεί από τον FDA (Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των Ηνωμένων Πολιτειών) από το 1969 ενώ ο αντίστοιχος οργανισμός της Ευρώπης εγκρίνει την χρήση του. Υπάρχει η εξήγηση βέβαια ότι το καταναλωτικό κοινό έχει συνηθίσει σε άλλα μείγματα γλυκαντικών ουσιών και ότι δεν υπάρχει η ανάγκη για την επανέγκρισή της στην Αμερική. Πιστεύω πως θα έπρεπε να υπάρχει αντιστοιχεία απόψεων μεταξύ του FDA και του JEFCA.



## Προτάσεις

Κατά την γνώμη μου θα ήταν ασφαλέστερη η χρήση μόνο των φυσικών γλυκαντικών ουσιών όπως η σορβιτόλη, η манνιτόλη, η θαυμαίνη, η νεοεσπεριδίνη DC, η λακτιτόλη, η ξυλιτόλη. Αλλά αυτή η εκδοχή δεν συμφέρει σίγουρα τις βιομηχανίες τροφίμων γιατί το κόστος είναι μεγαλύτερο.

Επίσης πρέπει να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες και έρευνες που να αφορούν την χρήση των γλυκαντικών ουσιών και τις παρενέργειες που μπορεί να προκαλέσει η χρήση τους.

Απαραίτητη είναι και η καλύτερη πληροφόρηση του κοινού από τους αρμόδιους φορείς στη χώρα μας για την χρήση των γλυκαντικών ουσιών.

## Συμβουλές προστασίας

1. Να διαβάζετε πάντα στις ετικέτες των τροφίμων και των φαρμάκων το ποσοστό της ζάχαρης ή την τεχνητή γλυκαντική ουσία που περιέχουν.
2. Να αποφεύγετε τα επεξεργασμένα τρόφιμα με μεγάλο ποσοστό ζάχαρης.
3. Να χρησιμοποιείτε μόνο 1-2 κουταλάκια ζάχαρη (ή ακόμα καλύτερα, μέλι) την ημέρα στη διατροφή σας.
4. Να μην κάνετε κατάχρηση σε τρόφιμα με τεχνητά γλυκαντικά (ακόμα και τσίχλες).
5. Τα παιδιά και οι έγκυες να αποφεύγουν τις τροφές με τεχνητά γλυκαντικά.
6. Εάν έχετε διαβήτη, να ξέρετε ότι ορισμένα τρόφιμα «χωρίς ζάχαρη» (όπως γιαούρτια) μπορεί να επηρεάσουν το σάκχαρο του αίματός σας, λόγω άλλων υδατανθράκων που περιέχουν, ενώ άλλα τέτοια προϊόντα (π.χ. σοκολάτες, μπισκότα) περιέχουν γλυκαντικά που έχουν θερμίδες (όπως σορβιτόλη και манνιτόλη), που επηρεάζουν το σάκχαρο του αίματος.
7. Όσοι κάνουν δίαιτα, να θυμάστε ότι και τα λάιτ προϊόντα με υποκατάστατα ζάχαρης μπορεί να περιέχουν θερμίδες.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ACESULFAME POTASSIUM

Available at: [www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/.../Additive-001.pdf](http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/.../Additive-001.pdf)

### ACSH Debunks Internet Health Hoax (1999)

Available at: [http://www.acsh.org/healthissues/newsid.265/healthissue\\_detail.asp](http://www.acsh.org/healthissues/newsid.265/healthissue_detail.asp)

Ager David J, Pantaleone David P., Henderson Scott A., . Katritzky Alan R, Prakash Indra, Walters D. Eric (1998). "Commercial, Synthetic Non-nutritive Sweeteners". *Angewandte Chemie International Edition* 37 (13–24): 1802–1817. doi:10.1002/(SICI)1521-3773(19980803)37:13/14<1802::AID-ANIE1802>3.0.CO;2-9

Available at: [http://ufark12.chem.ufl.edu/Published\\_Papers/PDF/728.pdf](http://ufark12.chem.ufl.edu/Published_Papers/PDF/728.pdf)

### Aspartame

Available at: <http://www.Snopes.com>

Budavari, Susan, ed. (1989). "861. Aspartame". *The Merck Index* (11th ed.). Rahway, NJ: Merck & Co.. p. 859. ISBN 91191028X.

Clauss K., Jensen H. (1973). "Oxathiazinone Dioxides - A New Group of Sweetening Agents". *Angewandte Chemie International Edition* 12 (11): 869–876.

doi:10.1002/anie.197308691]

Δρ Ελένη Ιωάννου-Κακούρη, Δρ Κώστας Μιχαήλ., Ελένη Προκοπίου, Άννα Κρασιά, Άντρη Νεοφύτου,

Οδηγός για Πρόσθετα Τροφίμων (Έκδοση 2008) Γενικό Χημείο του Κράτους σελ. 8-11, 71-83

### ΕΦΕΤ: Τα πρόσθετα στα τρόφιμα

Available at:

[http://www.efet.gr/portal/page/portal/efetnew/library/consumers\\_info/food\\_additive](http://www.efet.gr/portal/page/portal/efetnew/library/consumers_info/food_additive)

"EFSA Call: Call for scientific data on Aspartame (E 951)". [efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu). 2011 [last update]. <http://www.efsa.europa.eu/en/dataclosed/call/110601.htm>. Retrieved November 25, 2011.

"EFSA makes aspartame studies available". [foodnavigator.com](http://www.foodnavigator.com). 2011 [last update].

<http://www.foodnavigator.com/Legislation/EFSA-makes-aspartame-studies-available>. Retrieved November 25, 2011

EFSA National Experts (May 2010). "Report of the meetings on aspartame with national experts". EFSA. <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/scdoc/1641.htm>. Retrieved January 9, 2011.

EFSA :: Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) related to a new long-term carcinogenicity study on aspartame

Available at: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/356.htm>

European Commission, Scientific Committee on Food, Revised opinion on cyclamic acid and its sodium and calcium salts, SCF, 2000.

Available at: [http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out53\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out53_en.pdf)

FDA Statement on Aspartame, November 18, 1996 ??????

Food Additive Approval Process Followed for Aspartame, Food and Drug Administration, June 1987

Available at: <http://archive.gao.gov/d28t5/133460.pdf>

Henkel, John (1999). "Sugar Substitutes: Americans Opt for Sweetness and Lite". FDA Consumer Magazine 33 (6): 12–6. PMID 10628311. Archived from the original on January 2, 2007.

Available at:

[http://replay.waybackmachine.org/20070102024642/http://www.fda.gov/fdac/features/1999/699\\_sugar.html](http://replay.waybackmachine.org/20070102024642/http://www.fda.gov/fdac/features/1999/699_sugar.html).

JECFA, « [Monograph Sodium cyclamate - INS N° 952\(iv\) \[archive\]](#) », Food additive Monograph Available at: <http://www.fao.org> [archive], FAO, 2006, p. 1-2. Consulté le 21/11/2008 [pdf]

Lewis, Ricki (2001). *Discovery: windows on the life sciences*. Oxford: Blackwell Science. pp. 4. ISBN 0-632-04452-7.

Magnuson BA, Burdock GA, Doull J et al (2007). "Aspartame: a safety evaluation based on current use levels, regulations, and toxicological and epidemiological studies". *Critical Reviews in Toxicology* 37 (8): 629–727. doi:10.1080/10408440701516184. PMID 17828671

Available at: <http://www.fte.ugent.be/vlaz/Magnuson2007.pdf>

Masse molaire calculee d'après Atomic weights of the elements 2007 [archive] Available at: [www.chem.qmul.ac.uk](http://www.chem.qmul.ac.uk)

Nabors, Lyn O'Brien; Lyn O'Brien-Nabors (2001). *Alternative sweeteners*. New York, N.Y: Marcel Dekker. pp. 13. ISBN 0-8247-0437-1.

Available at: <http://fars.itvhe.ac.ir/fars/Documents/2001-19936.pdf>

"Natural Products Expo/SupplyExpo Ingredient Standards & Guidelines". Penton Media, Inc. Available at: [http://www.newhope.com/standards/exhibitor/ingred\\_guidelines.html](http://www.newhope.com/standards/exhibitor/ingred_guidelines.html). Retrieved 23 Feb 2010.

Newton, David E. (2007). *Food Chemistry (New Chemistry)*. New York: Facts on File. pp. 69. ISBN 0-8160-5277-8. [ebooks.lib.unair.ac.id/download.php?id=2177](http://ebooks.lib.unair.ac.id/download.php?id=2177)

O'Donnell, Kay (2006). "6 Aspartame and Neotame". In Mitchell, Helen Lucy. *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*. Blackwell. pp. 86–95. ISBN 1405134348. Available at:

<http://books.google.com/books?id=uaxDp6mlNdIC&pg=PA86#v=onepage&q&f=false>. Retrieved July 26, 2011.

Ophardt Charles E. (2003). Elmhurst college virtual chembook.  
Available at: <http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/549aspartame.html> (3/3/2012)

Packard, Vernal S. (1976). Processed foods and the consumer: additives, labeling, standards, and nutrition. Minneapolis: University of Minnesota Press. pp. 332. ISBN 0-8166-0778-8.

† a, b, c, d et e Parlement européen et Conseil de l'Europe, « Directive 2008/60/CE établissant des critères de pureté spécifiques pour les édulcorants pouvant être utilisés dans les denrées alimentaires. », dans Journal officiel de l'Union européenne, no L 158, 18/06/2008, p. 17-40

Πεπονάκης Κ. Πρόσθετα στα τρόφιμα (1994)  
Available at: [www.agrool.gr/files/e\\_codes2.pdf](http://www.agrool.gr/files/e_codes2.pdf)

Prodolliet, J.; Bruelhart, M. (1993). "Determination of aspartame and its major decomposition products in foods". *J AOAC Int* 76 (2): 275–82. PMID 8471853.

Rastogi, S.; Zakrzewski, M.; Suryanarayanan, R. (Mar 2001). "Investigation of solid-state reactions using variable temperature X-ray powder diffractometry. I. Aspartame hemihydrate". *Pharm Res* 18 (3): 267–73. doi:10.1023/A:1011086409967. PMID 11442263.

Renwick AG. The intake of intense sweeteners – an update review. *Food Additives and Contaminants* 2006;23(4):327-338

Soffritti Morando , MD, Belpoggi Fiorella , DBS, Manservigi Marco , DBS, Tibaldi Eva , DBS, Lauriola Michelina, PhD, Falcioni Laura , DVM, and Bua Luciano , MD (July 2010) "Aspartame Administered in Feed, Beginning Prenatally Through Life Span, Induces Cancers of the Liver and Lung in Male Swiss Mice". *AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE* 53:1197–1206 (2010) Accepted 30 July 2010  
DOI10.1002/ajim.20896. Published online 30 September 2010 in Wiley Online Library ([wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)).

Stegink, Lewis D. (July 1987). "The aspartame story: a model for the clinical testing of a food additive". *American Journal of Clinical Nutrition* 46 (1): 204–15. PMID 3300262.  
Available at: <http://www.ajcn.org/cgi/content/abstract/46/1/204>.

Τα πρόσθετα στα τρόφιμα 7 Απρ. 2010  
Available at: <http://www.eufic.org/article/el/nutrition/sugar/artid/sweeteners/>

United States Patent 5,336,513

"U.S. GAO - HRD-87-46 Food and Drug Administration: Food Additive Approval Process Followed for Aspartame, June 18, 1987". pp. 94–96.  
<http://www.gao.gov/docdb/lite/info.php?rptno=HRD-87-46>. Retrieved 2008-09-05.  
Available at: <http://www.gao.gov/assets/150/145477.pdf>

Walker R 2003. Acesulfame Potassium: WHO Food Additives, Series 28. Available at: [www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v28je13.htm](http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v28je13.htm).

Weihrauch M. R., Diehl V. (January 2004). "Artificial sweeteners—do they bear a carcinogenic risk? " *Annals of Oncology* 15: 1460–1465, 2004  
doi:10.1093/annonc/mdh256 European Society for Medical Oncology

WHO April 2007

Available at: [http://www.who.int/prequal/trainingresources/pq\\_pres/TrainingZA-April07/Excipients.ppt](http://www.who.int/prequal/trainingresources/pq_pres/TrainingZA-April07/Excipients.ppt)

Williams, Richard J.; Goldberg, Israel (1991). *Biotechnology and food ingredients*. New York: Van Nostrand Reinhold. ISBN 0-442-00272-6.

Available at:

[http://books.google.gr/books?id=4W5N5eFu2CMC&pg=PA580&lpg=PA580&dq=Williams,+Richard+J.,+Goldberg,+Israel+%281991%29,+Biotechnology+and+food+ingredients,+New+York:+Van+Nostrand+Reinhold,+ISBN+0-442-00272-6.&source=bl&ots=vbRIaTFpnF&sig=w0BtGfTrz8-HsdnpwwemRq3UCrI&hl=el&sa=X&ei=8cBgT9OgK8\\_B8QPL0JzHBw&ved=0CDkQ6AEwAw#v=onepage&q=Williams%2C%20Richard%20J.%3B%20Goldberg%2C%20Israel%20%281991%29.%20Biotechnology%20and%20food%20ingredients.%20New%20York%3A%20Van%20Nostrand%20Reinhold.%20ISBN%200-442-00272-6.&f=false](http://books.google.gr/books?id=4W5N5eFu2CMC&pg=PA580&lpg=PA580&dq=Williams,+Richard+J.,+Goldberg,+Israel+%281991%29,+Biotechnology+and+food+ingredients,+New+York:+Van+Nostrand+Reinhold,+ISBN+0-442-00272-6.&source=bl&ots=vbRIaTFpnF&sig=w0BtGfTrz8-HsdnpwwemRq3UCrI&hl=el&sa=X&ei=8cBgT9OgK8_B8QPL0JzHBw&ved=0CDkQ6AEwAw#v=onepage&q=Williams%2C%20Richard%20J.%3B%20Goldberg%2C%20Israel%20%281991%29.%20Biotechnology%20and%20food%20ingredients.%20New%20York%3A%20Van%20Nostrand%20Reinhold.%20ISBN%200-442-00272-6.&f=false)

"Worldwide Approval of Cyclamate".

Available at: <http://www.cyclamate.com/cvctable.html>.

Yagasaki, Makoto; Hashimoto, Shin-ichi (November 2008). "Synthesis and application of dipeptides; current status and perspectives". *Applied Microbiology and Biotechnology* 81 (1): 13–22. doi:10.1007/s00253-008-1590-3. PMID 18795289.