



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ & ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ**

Η ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΜΠΥΡΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ



ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΠΕΤΡΑΚΟΥ ΜΑΡΙΛΕΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΣΦΑΚΙΑΝΑΚΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΣΗΤΕΙΑ 2016



TECHNOLOGICAL EDUCATIONAL INSTITUTE OF CRETE
SCHOOL OF AGRICULTURAL AND FOOD TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF NUTRITION AND DIETETICS

The nutritional value of the beer in the daily diet



Student: Petrakou Marilena

Supervisor professor: Sfakianaki Eirini

Sitia, 2016

*«From man's sweat and God's love, beer came into the world»
St Arnoldus*

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους καθηγητές μου από το T.E.I. Σητείας, και συγκεκριμένα την κυρία Βασιλική Χατζή και τον κύριο Γεώργιο Φραγκιαδάκη, για την βοήθεια τους στο αρχικό στάδιο της εργασίας αυτής.

Φυσικά ευχαριστώ πολύ την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κυρία Ειρήνη Σφακιανάκη για την αποτελεσματική συνεργασία και τις συμβουλές της.

Τέλος, η εργασία αυτή δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί χωρίς την στήριξη της οικογένειας μου και των φίλων μου. Τους ευχαριστώ ειλικρινά για την απεριόριστη υπομονή τους και κατανόηση τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

I. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

II. ABSTRACT

III. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

IV. ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ ΖΥΘΟΠΟΙΑΣ

| | |
|--|-----------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΙΣΤΟΡΙΑ ΜΠΥΡΑΣ | 1 |
| 1.1 Ανακάλυψη | 1-2 |
| 1.2 Η μύρα στους αρχαίους Έλληνες | 3 |
| 1.3 Η μύρα στην μετά Χριστόν εποχή | 3-5 |
| 1.4 Η σύγχρονη ελληνική ιστορία της μύρας | 5-6 |
| | |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ | 7 |
| 2.1 Βυνοποίηση | 7 |
| 2.1.1 Στάδια βυνοποίησης | 7-9 |
| 2.2 Ζυθοποίηση | 10 |
| 2.2.1 Στάδια ζυθοποίησης | 10-18 |
| 2.3 Ένζυμα στην ζυθοποιία | 19 |
| 2.3.1 Παράγοντες δράσης ενζύμων | 20-22 |
| | |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΕΙΔΗ ΜΠΥΡΑΣ | 23 |
| 3.1. Είδη μύρας | 23 |
| 3.1.1 Lager | 24-25 |
| 3.1.2 Ale | 25-28 |
| 3.1.3 Lambic | 29 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2 Light..... | 30 |
| 3.3 Low-alcohol..... | 30 |
| 3.4 Ελληνικές μύρες..... | 30 |
| 3.4.1 Ελληνικές μύρες Lager..... | 31-32 |
| 3.4.2 Ελληνικές μύρες Pilsner..... | 32 |
| 3.4.3 Ελληνικές μύρες Ale..... | 33-34 |
| 3.4.4 Ελληνικές μύρες Weiss..... | 35 |
| | |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΠΥΡΑΣ..... | 36 |
| 4.1 Νερό..... | 36-38 |
| 4.2 Κριθάρι..... | 38-40 |
| 4.2.1 Δομή κριθαριού..... | 40-41 |
| 4.2.2 Μη-αμυλούχοι πολυσακχαρίτες..... | 42 |
| 4.2.3 Άλλα συστατικά κριθαριού..... | 42 |
| 4.2.4 Πρωτεΐνες κριθαριού..... | 43 |
| 4.3 Είδη βύνης..... | 43 |
| 4.4 Λυκίσκος..... | 44-45 |
| 4.4.1 Χρήσεις λυκίσκου..... | 45 |
| 4.4.2 Συστατικά λυκίσκου..... | 46-47 |
| 4.4.3 Μέτρηση πικράδας μύρας..... | 47 |
| 4.4.4 Δράσεις λυκίσκου..... | 47-48 |
| 4.5 Μαγιά..... | 48-51 |
| 4.5.1 Προϊόντα μαγιάς..... | 51 |
| 4.5.2 Διατροφή μαγιάς..... | 52 |
| 4.5.3 Διαφορές ale-lager..... | 52-53 |
| 4.6 Αιθανόλη..... | 53 |

| | |
|--|-----------|
| 4.6.1 Απορρόφηση αιθανόλης..... | 53-54 |
| 4.6.2 Μεταβολισμός αιθανόλης..... | 54-55 |
| 4.6.3 Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε αιθανόλη..... | 55 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΜΠΥΡΑΣ..... | 56 |
| 5.1 Νερό..... | 56 |
| 5.2 Υδατάνθρακες..... | 56-57 |
| 5.3 Φυτικές ίνες..... | 57-58 |
| 5.4 Θερμιδική αξία μύρας..... | 59-60 |
| 5.5 Βιταμίνες μύρας..... | 61 |
| 5.5.1 Θειαμίνη (B1)..... | 61 |
| 5.5.2 Ριβοφλαβίνη (B2)..... | 62 |
| 5.5.3 Νιασίνη (B3)..... | 62 |
| 5.5.4 Παντοθενικό οξύ (B5)..... | 62-63 |
| 5.5.5 Πυριδοξίνη (B6)..... | 63 |
| 5.5.6 Φολικό οξύ (B9)..... | 63-64 |
| 5.5.7 Κοβαλαμίνη (B12)..... | 64 |
| 5.6 Ανόργανα στοιχεία..... | 65 |
| 5.7 Υπερομοκυστεΐναιμία..... | 66-67 |
| 5.8 Ρόλος των βιταμινών στην ομοκυστεΐνη..... | 67 |
| 5.9 Πυρίτιο..... | 68-69 |
| Πίνακες θρεπτικής ανάλυσης μύρας..... | 70-76 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο : ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΜΠΥΡΑΣ..... | 77 |
| 6.1 Ελεύθερες ρίζες..... | 77-78 |
| 6.1.1 Παραγωγή ελεύθερων ριζών..... | 79 |

| | |
|---|------------|
| 6.2 Ορισμός αντιοξειδωτικών..... | 79 |
| 6.3 Δράση αντιοξειδωτικών..... | 79-80 |
| 6.4 Αντιοξειδωτικά στοιχεία μύρας..... | 80 |
| 6.4.1 Πολυφαινόλες..... | 80-81 |
| 6.4.2 Μεταβολισμός και απορρόφηση φαινολικών ενώσεων..... | 81-82 |
| 6.5 Φλαβονοειδή..... | 82-83 |
| 6.6 Δράσεις φαινολικών ενώσεων..... | 84 |
| 6.7 Πολυφαινόλες λυκίσκου..... | 85 |
| 6.7.1 Prenylated φλαβονοειδή..... | 85 |
| 6.7.2 Ξανθοχυμόλη..... | 86-87 |
| 6.7.3 Ισοξανθοχυμόλη..... | 88-89 |
| 6.7.4 8-prenylnaringenin..... | 90 |
| 6.8 Φαινολικά οξέα..... | 91-93 |
| 6.9 Φερουλικό οξύ..... | 93 |
| 6.10 Άλλα αντιοξειδωτικά στοιχεία μύρας..... | 94 |
| 6.10.1 Μελατονίνη..... | 94 |
| 6.10.2 Μελανοΐδίνες..... | 95 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο : ΥΠΕΡΟΥΡΙΧΑΙΜΙΑ, ΟΥΡΙΚΗ ΑΡΘΡΙΤΙΔΑ..... | 100 |
| 7.1 Υπερουριχαιμία..... | 101 |
| 7.2 Ουρικό οξύ..... | 101-104 |
| 7.3 Ρόλος και οφέλη ουρικού οξέος..... | 104-105 |
| 7.4 Παθοφυσιολογία ουρικής αρθρίτιδας..... | 105 |
| 7.4.1 Στάδια ενεργοποίησης φλεγμονής..... | 105-106 |
| 7.5 Παράγοντες κινδύνου για ουρική αρθρίτιδα..... | 106-108 |
| 7.6 Διάγνωση ουρικής αρθρίτιδας..... | 108-109 |

| | |
|---|----------------|
| 7.7 Φάρμακα ουρικής αρθρίτιδας..... | 110 |
| 7.8 Συσχέτιση ουρικού οξέος με νοσήματα..... | 110-112 |
| 7.9 Αλκοόλ και ουρικό οξύ..... | 112 |
| 7.10 Μπύρα και ουρικό οξύ..... | 112-115 |
| 7.11 Διατροφή και ουρικό οξύ..... | 115-116 |
| 7.12 Φρουκτόζη..... | 116-117 |
| 7.13 Διατροφικές οδηγίες και διατροφικές παρεμβάσεις για το ουρικό οξύ..... | 119-120 |
| | |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο : ΜΕΤΡΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ..... | 121 |
| 8.1. Μοτίβο κατανάλωσης..... | 121 |
| 8.2 Ορισμός μέτριας κατανάλωσης (moderate drinking)..... | 121-122 |
| 8.3 Standard drink..... | 122-123 |
| 8.4 Οφέλη μέτριας κατανάλωσης..... | 124-127 |
| 8.5 Φαινόμενο ‘beer belly’..... | 127-128 |
| 8.6 Μεσογειακή πυραμίδα και μπύρα..... | 128-129 |
| 8.7 Η μπύρα ως ‘φαρμακοτρόφιμο’..... | 129 |
| | |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 130-141 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο ζύθος ή η μύρα, γνωστή από τη αρχαιότητα, αποτελεί το τρίτο πιο συχνά καταναλώσιμο ρόφημα παγκοσμίως, μετά το νερό και το τσάι. Αποτελεί καθημερινό κομμάτι της διατροφής πολλών λαών. Η μύρα περιέχει >2.000 οργανικές ενώσεις, οι οποίες οφείλονται στα τέσσερα βασικά της συστατικά. Τα βασικά της συστατικά είναι το κριθάρι, το νερό, ο λυκίσκος και η μαγιά. Η μαγιά συνήθως καθορίζει το είδος της μύρας ανάλογα αν χρησιμοποιούνται αφοζύμες (ale) ή βυθοζύμες (bottom). Η διαδικασία παραγωγής της μύρας περιλαμβάνει δυο ξεχωριστά στάδια, την βυνοποίηση και την ζυθοποίηση, στην διάρκεια των οποίων το κριθάρι μετατρέπεται σε βύνη κριθαριού, και στην συνέχεια προστίθεται ο λυκίσκος και η μαγιά που δίνουν την τελική μορφή και γεύση της μύρας. Τροποποιώντας τις βασικές πρώτες ύλες και τα στάδια της διαδικασίας παραγωγής δημιουργούνται περισσότερα είδη μύρας και μοναδικά μορφολογικά χαρακτηριστικά στην κάθε μύρα που παράγεται. Η θρεπτική αξία της μύρας οφείλεται στις αγνές και φυσικές πρώτες ύλες από όπου παράγεται η μύρα. Τα βασικά θρεπτικά της συστατικά είναι οι υδατάνθρακες, οι πρωτεΐνες, οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β, το κάλιο, το πυρίτιο και οι πολυφαινόλες. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της είναι η αυξημένη περιεκτικότητα σε νερό (90-95%) και η σχεδόν μηδενική της περιεκτικότητα σε λίπος. Αποτελεί μοναδική διατροφική πηγή του λυκίσκου και των φαινολικών ενώσεων του (ξανθοχυμόλη, ισοξανθοχυμόλη, 8-prenylnaringenin). Η μύρα περιέχει χαμηλό ποσοστό σε αιθανόλη (3-8%), έχει σημαντική θρεπτική αξία και μέτρια αντιοξειδωτική ικανότητα. Οι επιδράσεις της μύρας στην υγεία οφείλονται κυρίως στην αιθανόλη, στις βιταμίνες του συμπλέγματος Β και στις πολυφαινόλες. Η κατανάλωση μύρας σε μέτρια επίπεδα (1-2 ποτά/ημέρα για τις γυναίκες, 2-3 ποτά/ημέρα για τους άντρες) φαίνεται να είναι ευεργετική για τον οργανισμό και να προλαμβάνει την εμφάνιση χρόνιων νοσημάτων, όπως τα καρδιαγγειακά και ο σακχαρώδης διαβήτης. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετά επιστημονικά δεδομένα που δεν επιτρέπουν την κατανάλωση μύρας σε ασθενείς με υπερουριχαιμία ή ουρική αρθρίτιδα εξαιτίας της περιεκτικότητας σε πουρίνες. Συμπερασματικά, η μύρα μπορεί να αποτελέσει σημαντική πηγή αντιοξειδωτικών στοιχείων, νερού και βιταμινών, ειδικά όταν εντάσσεται σε υγιεινό πρόγραμμα διατροφής.

Λέξεις-κλειδιά : μύρα, διατροφή, αντιοξειδωτικά, υπερουριχαιμία, μέτρια κατανάλωση

ABSTRACT

The beer (or zythos according to Greek language) is known from ancient times. It is in the worldwide ranking the third most frequently consumable beverage, the water and tea being respectively in the first and the second place. According to nutritional principles of the population in many countries the consumption of beer forms a regular habit. In contrary, in Greece the development of organized breweries has been started in the recent years. Beer, due to its four basic ingredients, contains more than 2.000 organic compounds. The basic ingredients are barley, hops, yeast and water. Depending on the use of ales or bottoms, the yeast usually determines the type of the beer. The beer production involves two separate steps, the malting and the brewing, during which barley is converted to barley malt. Then, the hops and the yeast are added, in order to provide the final composition and taste of the beer. Modifying the proportions of the basic ingredients and the stages of the process production, more types of beer have been created with an unique and particular “morphological” features in every produced beer. The nutritional value of the beer is ought mainly to the pure and natural ingredients that constitute the final product. The basic nutritional ingredients of the beer are the carbohydrates, the proteins, the vitamins B, the potassium, the silicon and the polyphenols. Special features are the increased water content (90-95 %) and almost the zero content in fat. It is the unique nutritional source of hops and its phenolic compounds (xanthohumol, isoxanthoxumol, 8 -prenylaringenin), more it contains a low percentage in ethanol (3-8 %). Beer has a significant nutritional value and moderate antioxidant capacity. Its beneficial effects on health are ought especially in ethanol, in B vitamins and in polyphenols. The beer consumption in moderate levels (1-2 drinks / day for women, 2-3 drinks / day for men) seems to be beneficial for the human body and prevents the development of chronic diseases such as cardiovascular diseases and diabetes. However, according to several scientific data, the consumption of beer is not allowed in patients with hyperuricemia and gout due to the content of purines.

In conclusion, the beer can be an important source of antioxidants, vitamins and water, thus it can be included in a schedule of healthy and well-balanced nutrition.

Key- words: beer, nutrition, antioxidants, hyperuricemia, moderate consumption.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η μύρα ή ζύθος είναι αγαπημένο ποτό πολλών λαών εδώ και χιλιάδες χρόνια. Η ονομασία της προέρχεται από την λατινική λέξη ‘bibere’ που σημαίνει ποτό, ενώ η ελληνική λέξη ζύθος προέρχεται από το αρχαίο ρήμα ‘ζέω’ που σημαίνει βράζω. Έχουν ειπωθεί διάφοροι ορισμοί για να περιγράψουν την μύρα, όπως «το ζυμούμενο ποτό που παράγεται από την βύνη κριθαριού, πιθανόν να περιλαμβάνει και άλλες πηγές υδατανθράκων και αρωματίζεται από τον λυκίσκο».¹⁷ Άλλος ορισμός θα μπορούσε να είναι « το αλκοολούχο ποτό που δημιουργείται με την χρήση μαγιάς στους καρπούς κριθαριού, μαζί με λυκίσκο ή άλλα πρόσθετα υλικά».²⁴

Σήμερα είναι ιδιαίτερα αγαπητή στους βόρειους ευρωπαϊκούς λαούς, ενώ στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια αποκτά μεγάλη απήχηση. Σύμφωνα με τα δημογραφικά στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (2014), η μύρα έρχεται 2^η στις καταγραφές της συνολικής κατανάλωσης αλκοόλ με ποσοστό 34,8%, ενώ την πρώτη θέση κατέχουν τα αποσταγμένα ποτά(50,1%) και την τρίτη θέση το κρασί(8%). Αντιθέτως, στην Ελλάδα κατά την χρονική περίοδο 1961-2010 το κρασί κατείχε την πρώτη θέση στην συνολική κατανάλωση του πληθυσμού με ποσοστό 47%, 2^η η μύρα με ποσοστό 28% και ακολουθούσαν τα αποσταγμένα ποτά. Φαίνεται, λοιπόν, ότι οι γεωγραφικές και κοινωνικές διαφορές μεταξύ των λαών έχουν σημαντικό αντίκτυπο και στις προτιμήσεις των αλκοολούχων ποτών.

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι να διερευνηθούν οι αλήθειες και οι μύθοι γύρω από την μύρα. Στην διάρκεια της έρευνας της πρόσφατης βιβλιογραφίας παρουσιάστηκαν διαφορετικές πτυχές της στον οργανισμό. Τα θέματα που θα αναπτυχθούν στην συγκεκριμένη εργασία είναι η διαδικασία της ζυθοποιίας, οι πρώτες ύλες από όπου παρασκευάζεται η μύρα, η θρεπτική της αξία και η αντιοξειδωτική ικανότητα. Επίσης, διερευνάται η σχέση της μύρας με την ουρική αρθρίτιδα και την υπερουριχαιμία.

Συμπερασματικά, φαίνεται πως η μύρα μπορεί να είναι κομμάτι της Μεσογειακής διατροφής και μπορεί να αποτελέσει καθημερινή επιλογή στο διαιτολόγιο κάθε υγιή ενήλικα, αρκεί η κατανάλωση της να μην ξεπερνά τις διατροφικές οδηγίες.

ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ ΖΥΘΟΠΟΙΑΣ

- **Acrospire:** είναι το σημείο του καρπού από όπου ξεκινά η δημιουργία του νέου φυτού (βλάστηση).
- **Ale:** από τα σημαντικότερα είδη μύρας. Είναι μύρες υψηλής ζύμωσης ή αφροζύμωτες, καθώς στο τέλος της ζύμωσης τους τα στελέχη της μαγιάς επιπλέουν στην επιφάνεια της μύρας. Επίσης, η ζύμωση τους πραγματοποιείται σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Συνήθως παράγονται με τον μύκητα *Saccharomyces cerevisiae*.
- **Green malt:** ονομάζεται το κριθάρι που έχει φυτρώσει για 1-5 μέρες. Έχει αυξημένο ποσοστό σε υγρασία (>40%).
- **Lager:** από τα σημαντικότερα είδη μύρας, μαζί με τις ale. Είναι μύρες χαμηλής ζύμωσης ή βυθοζύμωτες, επειδή κατά την ζύμωση της η μαγιά κατακάθεται στον πάτο της δεξαμενής ζύμωσης. Συνήθως παράγονται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από τις ale με τον μύκητα *Saccharomyces Carlsbergensis*.
- **Lauter tun:** είναι η δεξαμενή όπου στο στάδιο της διήθησης γίνεται ο διαχωρισμός του γλεύκους από τους καρπούς.
- **Mashing:** εξαιρετικά σημαντικό στάδιο της ζυθοποιίας. Κατά την πολτοποίηση πραγματοποιείται ανάμειξη της αλεσμένης βύνης με ζεστό τρεχούμενο νερό, ώστε να εκχυλιστούν τα συστατικά των καρπών του κριθαριού.
- **Spent grist:** ονομάζονται τα υπολείμματα της αλεσμένης βύνης που μένουν μετά την πολτοποίηση. Αποτελούνται κυρίως από κελύφη των καρπών και έχει αυξημένο ποσοστό σε πρωτεΐνη.
- **Wort (=γλεύκος):** υπάρχουν δύο μορφές γλεύκους κατά την διαδικασία ζυθοποίησης. Το γλυκό γλεύκος είναι το υγρό κολλώδες υγρό που δημιουργείται από την βύνη κριθαριού και το νερό. Στην συνέχεια, στο στάδιο του βρασμού, γίνεται πικρό γλεύκος με την προσθήκη του λυκίσκου στο μίγμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΙΣΤΟΡΙΑ ΜΠΥΡΑΣ

1.1. ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΜΠΥΡΑΣ

Η μύρα είναι από τα αρχαιότερα, ίσως το αρχαιότερο, αλκοολούχο ποτό. Η ανακάλυψη της έγινε μάλλον τυχαία το έτος 6.000 π.Χ. από τον λαό των Σουμερίων. Ήταν νομαδικός λαός που κατοικούσε στην Μεσοποταμία (σημερινό Ιράκ) οι οποίοι άρχισαν τις πρώτες καλλιέργειες δημητριακών στις περιοχές που εγκαταστάθηκαν. Η ανακάλυψη της μύρας, σύμφωνα με τους ανθρωπολόγους, έγινε σε ένα δοχείο με νερό και κομμάτια ψημένου ψωμιού από κριθάρι, το οποίο ξεχάστηκε στον ήλιο. Με την βοήθεια του ήλιου και της ‘άγριας’ ζύμης έγινε η απαραίτητη ζύμωση. Κάποιοι γενναίοι δοκίμασαν αυτό το νέο ποτό και το βρήκαν γευστικό και γλυκό. Έτσι άρχισε να ανθίζει αυτό που σήμερα ονομάζεται μύρα.⁴

Οι Σουμέριοι ήταν ο πρώτος λαός που ασχολήθηκε με την τέχνη της ζυθοποιίας και ανέπτυξαν 16 διαφορετικά είδη μύρας, ενώ ασχολήθηκαν με την καλλιέργεια, την συγκομιδή, την άλεση και τον βρασμό των δημητριακών. Είχαν, ακόμα, και προστάτιδα θεά της μύρας, την Ninkasi. Έχουν βρεθεί κείμενα και έργα τέχνης που εξυμνούν την θεά Ninkasi και το πιο γνωστό κείμενο είναι ο ‘Ύμνος στην θεά Ninkasi’, στον οποίο έχει βρεθεί η πιο παλιά γνωστή συνταγή μύρας 4.000 χρόνια πριν. Οι Σουμέριοι εξυμνούσαν την θεά τους για την δημιουργία της μύρας και για τα οφέλη που είχε στο σώμα τους, κυρίως στην καρδιά τους και στο συκώτι τους!⁵

Ένα απόσπασμα από τον ύμνο της θεάς Ninkasi σε ελληνική μετάφραση :

« Εσύ είσαι η μόνη που ποτίζει την βύνη στο έδαφος, εσύ είσαι η μόνη που ποτίζει την βύνη στο βάζο, εσύ είσαι η μόνη που απλώνει τον μαγειρεμένο πολτό σε μεγάλες καλαμωτές....

Αυτό που κάνει την καρδιά σου να αισθάνεται υπέροχα, κάνει και εμάς να αισθανόμαστε υπέροχα... το συκώτι μας είναι χαρούμενο, η καρδιά μας είναι χαρούμενη».

Η 1^η απόδειξη της κατανάλωσης μύρας είναι η σφραγίδα από την περιοχή Tere Gawra στην βόρεια Μεσοποταμία (βόρειο σημερινό Ιράκ) πριν από 6.000 χρόνια. Στην σφραγίδα αυτή απεικονίζονται δυο άνθρωποι που πίνουν μύρα από ένα ενιαίο δοχείο χρησιμοποιώντας καλαμάκι! Τα καλαμάκια τότε ήταν φτιαγμένα από πηλό ή καλάμια ειδικά για την κατανάλωση μύρας, ενώ ο πλουσιότερος πληθυσμός έπινε με καλαμάκια

από ασήμι ή χρυσό. Οι πρώτες μύρες ήταν σκουρότερες από τις σημερινές, με λιγότερη περιεκτικότητα σε αλκοόλ, περισσότερες πρωτεΐνες και χωρίς λυκίσκο, ενώ δεν γνώριζαν την ζύμωση.

Ο επόμενος λαός που ανέπτυξε την ζυθοποιία ήταν οι Βαβυλώνιοι, οι οποίοι δημιούργησαν ακόμα 4 είδη μύρας. Υπήρχε άμεση επαφή με τους Σουμέριους καθώς οι Βαβυλώνιοι κατέκτησαν τις περιοχές τους το 3.000 π.Χ. , επομένως γνώρισαν και την ζυθοποιία. Οι Βαβυλώνιοι χρησιμοποιούσαν βύνη κριθαριού και ακατέργαστο σιτάρι, ενώ παρήγαγαν ανοιχτόχρωμες και σκουρόχρωμες μύρες. Ο κώδικας Χαμουραμπί (1.730 π.Χ.) αποτελεί μία από τις πιο αρχαίες νομοθεσίες και επιβάλλει την καθημερινή κατανάλωση μύρας κατοχυρώνοντας το δικαίωμα κατανάλωσης της. Ο κώδικας αυτός δημιουργήθηκε από τον βασιλιά Χαμουραμπί και όριζε τα δικαιώματα όλων των πολιτών. Παράλληλα, όριζε πως ανάλογα με την κοινωνική τους θέση είχαν δικαίωμα σε ανάλογη ποσότητα μύρας. Για τους εργάτες η κατανάλωση μύρας ορίζεται στα 2 λίτρα/ημέρα, για τους υπαλλήλους 3 λίτρα/ημέρα και για τους διοικητές και ιερείς τα 5 λίτρα/ημέρα. Ακόμα η θέση της μύρας εκείνη την εποχή ήταν τόσο σημαντική ώστε δεν κατείχε την θέση του συνοδευτικού αλλά της καθημερινής διατροφικής συνήθειας των λαών. Για αυτόν τον λόγο ο κώδικας είχε διάταγμα σχετικά με όσους απέχουν από την μύρα και καθόριζε την ποιότητα και το κόστος της μύρας στα 'alehouses' (μυραρίες στα σπίτια).

Οι Αιγύπτιοι ήταν ο επόμενος λαός που εξέλιξε περισσότερο την τέχνη της ζυθοποιίας, χρησιμοποιώντας τις διαδικασίες της βυνοποίησης, της ύγρανσης, του απλώματος και της ξήρανσης. Στην Αίγυπτο συνηθιζόταν ένα είδος μύρας που ονομαζόταν haq (hek) από κόκκινο κριθάρι από τον Νείλο. Αποτελούσε βασικό κομμάτι της διατροφής των Αιγυπτίων σε συνδυασμό με ψωμί και κρεμμύδι. Επίσης, στην Αίγυπτο αναπτύχθηκαν πιο σύγχρονες πρακτικές ζυθοποιίας και οι Αιγύπτιοι ζυθοποιοί έφτιαχναν διάφορα καρυκεύματα και αρωματισμένα ψωμιά μύρας, άρα ανέπτυξαν ποικιλία στην μύρα. Από εκείνη την εποχή γνώριζαν την σημασία που είχε η ποιότητα για να φτιάξουν την μύρα τους και γι αυτό υπήρχε πάντα ένας επιστάτης στην ζυθοποιία ή αλλιώς βασιλικός επιθεωρητής μύρας που εξασφάλιζε ότι οι προμηθευτές τους έδιναν τα καλύτερα και πιο αγνά προϊόντα. Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι δεν γνώριζαν την ύπαρξη της μαγιάς και επομένως ήταν το μόνο υλικό που δεν ελεγχόταν. Ωστόσο, μέσα από τα ευρήματα, οι ιστορικοί θεωρούν την μύρα το εθνικό ποτό της Αιγύπτου. Το τέλος της ζυθοποίησης στην Αίγυπτο ήρθε τον 8^ο αιώνα μ.Χ. με τις κατακτήσεις των Οθωμανών και την επιβολή του Κορανιού που επέβαλε την απαγόρευση του αλκοόλ.

1.2. Η ΜΠΥΡΑ ΣΤΟΥΣ ΑΡΧΑΙΟΥΣ ΕΛΛΗΝΕΣ

Γύρω στο 2.000 π.Χ. οι Αιγύπτιοι περνούν την ζυθοποιία στους αρχαίους Έλληνες, οι οποίοι τότε κατανάλωναν κυρίως κρασί. Οι αναφορές για συχνή κατανάλωση μύρας από τους αρχαίους Έλληνες είναι αρκετές ώστε να θεωρηθεί κομμάτι της διατροφής τους και αναφερόταν με το όνομα ‘κρίθινος οίνος’. Η αρχαία θεά Δήμητρα ήταν η θεά της συγκομιδής, της γεωργίας αλλά και της ζυθοποίησης. Πληθώρα αρχαίων κειμένων αναφέρουν το ποτό της θεάς Δήμητρας ή Κυκεώνα, το οποίο αποτελούνταν από βρώμη ή κριθάρι και βότανα. Άλλα στοιχεία από την μυθολογία αναφέρουν ότι ο θεός Διόνυσος έφυγε από την Μεσοποταμία λόγω της αποστροφής του στον λαό της, επειδή ήταν εθισμένοι στην μύρα. Ωστόσο, οι αρχαίοι Έλληνες γνώριζαν καλά την τέχνη της ζυθοποιίας αλλά δεν αναπτύχθηκε τόσο στην περιοχή λόγω του ζεστού κλίματος που ευνοούσε την καλλιέργεια αμπελιών. Αναφορές από αρχαία κείμενα για τον Ιπποκράτη αναφέρουν ότι χρησιμοποιούσαν την μύρα ως φάρμακο για την καταπολέμηση του πυρετού, ως διουρητικό και κατά της αϋπνίας. Η μύρα επίσης ήταν το ποτό των φτωχών και το ποτό της καθημερινότητας, ενώ το κρασί το ποτό των πλουσίων και της γιορτής. Η μόνη περιοχή που φαίνεται να αναπτύχθηκε ελληνική ζυθοποιία είναι η περιοχή της Θράκης με την φυλή των Σαππαίων. Υπάρχουν αρχαιολογικά ευρήματα στον βόρειο ελλαδικό χώρο, στην περιοχή της Μακεδονίας, που επιβεβαιώνουν ότι η περιοχή είχε αναπτύξει την παραγωγή του ζύθου. Οι Αιγύπτιοι επηρέασαν επίσης και τους Ρωμαίους και μάλλον έτσι επηρεάστηκε όλη η βόρεια Ευρώπη, ενώ σε κάποιες περιοχές της, όπως η Αγγλία, καλλιεργούσαν ποικιλίες κριθαριού για δικές τους μύρες.⁴

1.3. Η ΜΠΥΡΑ ΣΤΗΝ ΜΕΤΑ ΧΡΙΣΤΟΝ ΕΠΟΧΗ

Προχωρώντας στην εποχή μετά τον Χριστό, η κατανάλωση της μύρας ήταν ιδιαίτερα συχνή σε λαούς όπως οι Δανοί, οι Κέλτες και οι Γερμανοί, οι οποίοι χρησιμοποιούσαν την μύρα ως φάρμακο για τις αρθρώσεις και για τον βήχα. Μέχρι τότε αυτοί οι λαοί δεν χρησιμοποιούσαν λυκίσκο, ενώ η πρώτη καταγεγραμμένη χρήση λυκίσκου ήταν στην Γερμανία στην μονή Freising της Βαυαρίας το 768 μ.Χ.²

Το δυσμενές περιβάλλον που δημιουργεί για τους παθογόνους μικροοργανισμούς είναι ένας από τους λόγους που ευνοήθηκε η ανάπτυξη της μύρας, ακόμα και σε περιόδους που δεν μπορούσε να καταναλωθεί ούτε το νερό. Τότε θεωρούνταν από το πόσιμο νερό καθώς δεν υπήρχαν συστήματα καθαρισμού του και έτσι την προτιμούσε όλη η οικογένεια,

ακόμα και μικρά παιδιά. Η χρήση της δεν περιοριζόταν μόνο στην πόση της αλλά και για ιατρικές της χρήσεις, όπως το πλύσιμο του στόματος, οι πληγές και ως αντιβακτηριδιακό. Επίσης, καταναλωνόταν από άντρες-εργάτες γιατί τους κάλυπτε τις θρεπτικές τους απαιτήσεις σε βιταμίνες και μέταλλα.

Τα μοναστήρια συνέφεραν σε μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξη της μπίρας. Οι μοναχοί κατανάλωναν καθημερινά μπίρα λόγω της γεύσης της, της θρεπτικότητας της και επειδή μπορούσαν να την καταναλώνουν και σε περιόδους νηστείας. Υπήρξε μεγάλη αποδοχή και έτσι αναπτύχθηκε το εμπόριο μπίρας από τα μοναστήρια. Όμως, με την επιβολή αυξημένης φορολογίας από τους άρχοντες της εποχής πολλές μοναστηριακές ζυθοποιίες οδηγήθηκαν στο κλείσιμο. Οι μοναχοί όμως ανέπτυξαν και βελτίωσαν την διαδικασία ζυθοποιίας και καθιέρωσαν την χρήση του λυκίσκου.

Σημαντική είναι επίσης η συνεισφορά των γυναικών στην τέχνη της ζυθοποιίας καθώς η ζυθοποιία από τα αρχαία χρόνια ήταν τελετουργικό των γυναικών και οι πρώτες μπουραρίες ήταν σε σπίτια γυναικών-ζυθοποιών. Οι γυναίκες στην Ευρώπη που έφτιαχναν καλή μπίρα θεωρούνταν περιζήτητες νύφες!

Το 1516 ο Βαυαρός Δούκας Γουλιέλμος Δ' θέσπισε τον νόμο περί αγνότητας, ο οποίος ήταν ο πρώτος διατροφικός κανονισμός. Έτσι, στην γερμανική ζυθοποιία δεν επιτρεπόταν καμία άλλη πρώτη ύλη εκτός από κριθάρι, λυκίσκο, καθαρό νερό και μαγιά. Η μαγιά στην πραγματικότητα δεν αναφερόταν όταν γράφτηκε ο νόμος γιατί δεν ήταν τότε γνωστή. Όμως συμπεριλήφθηκε γιατί η μπίρα δεν θα μπορούσε να υπάρχει χωρίς την δράση της μαγιάς. Ο νόμος αυτός ακολουθήθηκε από όλες τις ζυθοποιίες τότε, μέχρι πρόσφατα που μεταβλήθηκε και μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιπρόσθετα υλικά, όπως το ρύζι ή ο αραβόσιτος. Ωστόσο, ενώ επιτρέπονται άλλα υλικά, ο νόμος ακολουθείται από πολλές ζυθοποιίες για να διασφαλίσει την αγνότητα του τελικού προϊόντος.

Ο 19^{ος} αιώνας ήταν ο αιώνας των περισσότερες εξελίξεων στην ζυθοποιία. Η βιομηχανική επανάσταση έφερε στην καθημερινή ζωή την ψύξη και την παστερίωση και έτσι μπορούσε να παραχθεί μπίρα όλο τον χρόνο. Τα πρόσωπα που συνέβαλαν και στον τομέα της ζυθοποιίας ήταν ο Louis Jean Pasteur και ο Emil Christian Hansen. Ο Pasteur (1862) με τις μελέτες του πάνω στην μπίρα ανακάλυψε τις ζύμες, ενώ ο Hansen στα εργαστήρια της ζυθοποιίας Carlsberg εξημέρωσε την 'άγρια' ζύμη με απομόνωση και επανακαλλιέργηση. Το ίδιο περίπου διάστημα (1842) στο Pilsen της Βοημίας έγινε η παρασκευή της πρώτης διαυγούς μπίρας με καθαρή καλλιέργεια βυθοζύμης (1^η Pils).

Η μείωση στην κατανάλωση της μύρας σε διάφορες χρονικές περιόδους, όπως τον 18^ο αιώνα οφείλεται στην αυξημένη φορολογία αλλά και στην συνεχή αύξηση της κατανάλωσης τσαγιού και καφέ. Τα δύο νέα ροφήματα αντικατέστησαν σε ένα βαθμό την μύρα και ο κόσμος τα προτιμούσε για πρωινό ή σε κοινωνικές εκδηλώσεις.

Την περίοδο του Α' παγκόσμιου πολέμου (1914-1918) η κατανάλωση της μύρας και γενικά του αλκοόλ μειώθηκε γιατί θεωρήθηκε ότι επιδρά αρνητικά στον πόλεμο.

Στην αρχή του 21^{ου} αιώνα, μόλις το 2000, άρχισαν να ερευνούν και να ανακαλύπτουν τα οφέλη της μύρας στην υγεία.

1.4. Η ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΜΠΥΡΑΣ

Στην Ελλάδα δεν υπήρχε ιδιαίτερη ανάπτυξη στον τομέα της ζυθοποιίας. Ως πρώτη ζυθοποιία στην σύγχρονη ιστορία της Ελλάδας αναφέρεται η μύρα ΦΙΞ.

Ο Ιωάννης Γ.Φιξ το 1864 ιδρύει στο Κολωνάκι της Αθήνας την πρώτη ελληνική ζυθοποιία. Γρήγορα τον διαδέχτηκε ο γιος του, Κάρολος Φιξ, ο οποίος και συνέχισε την δημιουργία και λειτουργία της ζυθοποιίας. Η ζήτηση στην αγορά ήταν μεγάλη και το 1893 μεταφέρει την επιχείρηση του σε σύγχρονο εργοστάσιο στην λεωφόρο Συγγρού στην Αθήνα. Η λειτουργία της ζυθοποιίας ΦΙΞ συνεχίστηκε μέχρι το 1982, όπου και πτώχευσε λόγω πολιτικών αντιπαραθέσεων της εποχής και του ανταγωνισμού με τα νέα προϊόντα της αγοράς. Η λειτουργία της ζυθοποιίας ΦΙΞ, όπως είναι γνωστή την δεκαετία του 2010, ξεκίνησε ξανά το 2009.⁹



Ταυτόχρονα, εκτός από την ΦΙΞ, υπήρχαν και άλλες ζυθοποιίες. Το 1876 ο Λορέντζο Μάμος ιδρύει στην Πάτρα την ζυθοποιία ΜΑΜΟΣ. Για περίπου 100 χρόνια η μύρα Μάμος ήταν ιδιαίτερα γνωστή και αγαπητή στο κοινό με πολλές διακρίσεις και εξαιρετική ποιότητα στα υλικά. Το 1909 υπήρχαν δυο ζυθοποιίες Μάμος, μία στην Πάτρα και μία στην Αθήνα. Η λειτουργία της σταμάτησε το 1983, πιθανόν λόγω του μεγάλου ανταγωνισμού στις αγορές στον τομέα της μύρας.¹⁰



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ

Ο σκοπός της διαδικασίας παραγωγής μύρας είναι να δημιουργήσει ένα προϊόν αλκοολικής ζύμωσης από μαγιά των εκχυλισμάτων βυνοποιημένου κριθαριού, την μύρα.¹¹ Για αυτόν τον λόγο οι διαδικασίες βυνοποίησης και ζυθοποιίας είναι σχεδιασμένες να δημιουργήσουν ένα ζυμάσιμο εκχύλισμα (γλεύκος) αλλά και να οδηγήσουν σε ένα προϊόν αγνό, με καθαρές πρώτες ύλες που θα φτάσει στον καταναλωτή με τα επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Η διαδικασία παραγωγής μύρας χωρίζεται σε δύο επιμέρους διαδικασίες, την βυνοποίηση και την ζυθοποίηση. Τα στάδια δεν έχουν αλλάξει πολύ κατά το πέρασμα των χρόνων, όμως ποικίλλουν στο εύρος των θερμοκρασιών και στα χρονικά διαστήματα στο κάθε βήμα της παραγωγικής διαδικασίας ανάλογα με τον τύπο της μύρας που πρέπει να παραχθεί.

2.1 ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΗ

Βυνοποίηση είναι η ελεγχόμενη, τεχνητή και περιορισμένη βλάστηση των καρπών του κριθαριού και οδηγεί στην βύνη, δηλαδή σε μια μορφή του κριθαριού που έχει μερικώς βλαστήσει, είναι πλούσιο στα κατάλληλα ένζυμα και έχει ξηρανθεί.^{4,11,16} Ο σκοπός της βυνοποίησης είναι να απαλλαγεί το κριθάρι από τις αδιάλυτες πρωτεΐνες¹⁷, αλλά και να απομακρυνθεί το κέλυφος του καρπού.¹¹

2.1.1. ΣΤΑΔΙΑ ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΗΣ

- i. **Παραλαβή κριθαριού:** Όταν το κριθάρι φτάσει στην ζυθοποιία πρέπει να τηρεί συγκεκριμένες προδιαγραφές για την βυνοποίηση, όπως το ποσοστό υγρασίας περίπου 12% και στην συνέχεια να ζυγιστεί, να καθαριστεί και να ταξινομηθεί.⁴ Πριν ξεκινήσει η μετατροπή του κριθαριού σε βύνη, ο βυνοποιός ελέγχει οπτικά τους καρπούς του κριθαριού. Αυτό ο έλεγχος περιλαμβάνει διάφορα κριτήρια ποιότητας, όπως η οσμή του, το χρώμα του, η ομοιογένεια και η ποιότητα του κελύφους. Σημαντικό είναι, επίσης, να προσδιοριστεί η ‘βλαστική ικανότητα’ του κριθαριού, δηλαδή το ποσοστό των ζωντανών καρπών σε σύγκριση με τα νεκρά.¹⁶ Ο σκοπός του προσδιορισμού της βλαστικής ικανότητας είναι να μειωθούν οι

νεκροί ή μη-φωτρωμένοι καρποί γιατί αποτελούν μεγάλη πηγή ανάπτυξης βακτηρίων. Επίσης, ο καρπός πρέπει να περιέχει 9-12% πρωτεΐνη για να οδηγήσει σε ένα πλούσιο και σταθερό αφρό, ενώ όσο γίνεται εφικτό πρέπει να υπάρχει ομοιογένεια στο σχήμα του κριθαριού (διάμετρος > 2,5 mm). Η ετερογένεια στο σχήμα του κριθαριού θα οδηγήσει σε μια ετερογενή βύνη που θα μειώσει την ποιότητα της μύρας και σε ανομοιογενή φύτρωση των καρπών στο στάδιο της βλάστησης. Ακολουθεί η αποθήκευση του κριθαριού για 4 με 8 εβδομάδες σε αεριζόμενα silos (κυκλικές δεξαμενές).¹⁶

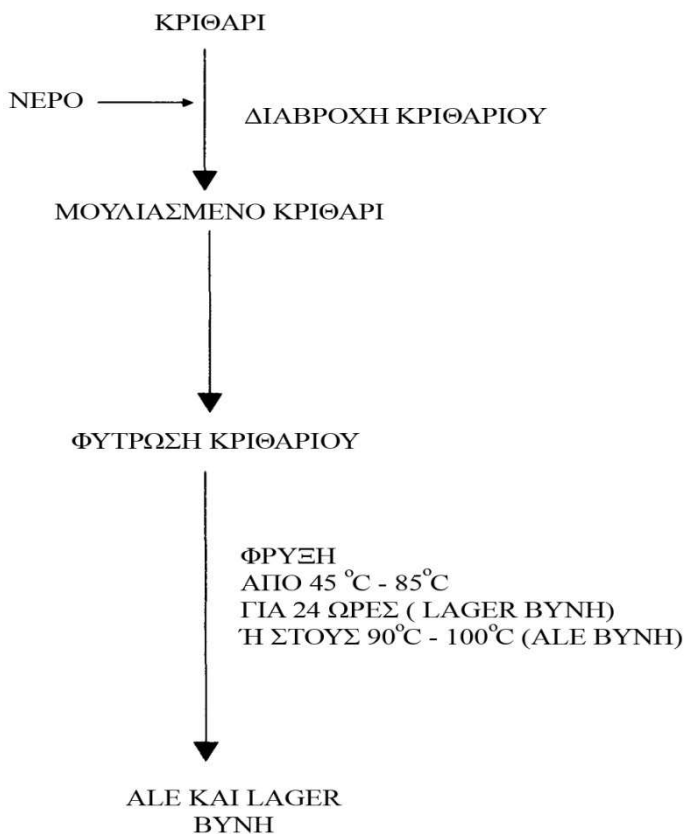
- ii. **Διαβρογή κριθαριού:** Κατά το στάδιο αυτό το κριθάρι εμποτίζεται σε νερό και έτσι το κριθάρι αποκτά υγρασία περίπου 45% μέσα σε 48 ώρες.¹⁷ Με την αύξηση της υγρασίας και του οξυγόνου αναπτύσσονται τα απαραίτητα ένζυμα που θα οδηγήσουν στην διάσπαση των υδατανθράκων για να μετατραπούν αργότερα σε απλά σάκχαρα. Η διαβρογή γίνεται εναλλάξ, με 6 ώρες στο νερό και 8 ώρες σε φρέσκο υγροποιημένο αέρα σε επανάληψη για 48 ώρες μέχρι η υγρασία να φτάσει στο 42-45%.^{4,17}
- iii. **Φύτρωση/βλάστηση:** Για 3-4 μέρες το κριθάρι αφήνεται να βλαστήσει. Οι συνθήκες βλάστησης περιλαμβάνουν τρία βασικά συστατικά : οξυγόνο, υγρασία (42-48%) και ζέστη.^{16,19} Στο διάστημα αυτό δροσερός αέρας κρατά την θερμοκρασία κοντά στους 16°C (14-18°C). Στην θερμοκρασία αυτή ενεργοποιούνται και σχηματίζονται ένζυμα που θα διασπάσουν την πρωτεΐνη, το άμυλο και τις ημικυτταρίνες των τοιχωμάτων του κριθαριού.¹⁴ Κατά την φύτρωση συμβαίνουν μεγάλες αλλαγές στην μορφή του καρπού. Αρχικά, το έμβρυο αναπτύσσεται στην ρίζα και στο acrospire, ενώ σταδιακά προκύπτουν άλλες ρίζες μέσα στον καρπό.¹⁶ Το προϊόν της βλάστησης ονομάζεται 'green malt'.¹⁷
- iv. **Φρύξη:** Μετά το απαιτούμενο διάστημα η βλάστηση πρέπει να σταματήσει και αυτό επιτυγχάνεται με το ψήσιμο (φρύξη ή kilning).⁸ Σκοπός της φρύξης είναι να απομακρύνει το νερό για να σταματήσει η ανάπτυξη του καρπού.¹⁶ Η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε μείωση της υγρασίας στο 5%.¹¹ Το κριθάρι «ψήνεται» (ζήρανση) σε ειδικούς κλιβάνους για 24 ώρες στους 45-85°C, αν η μύρα που θα παραχθεί είναι τύπου lager, ενώ για τύπου ale «ψήνεται» στους 90-100°C για 24 ώρες.¹⁷ Για να παραχθεί πιο σκουρόχρωμη βύνη η θερμοκρασία είναι συνέχεια στους 105°C.⁴

Η θερμοκρασία της ζήρασης καθορίζει το χρώμα της μύρας (pale ή darker). Έτσι, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, τόσο πιο σκούρα βύνη θα παραχθεί και θα οδηγήσει σε σκουρόχρωμη μύρα. Το αποτέλεσμα της φρύξης είναι ο σχηματισμός χαρακτηριστικών αρωματικών ενώσεων που οδηγούν σε ξεχωριστό άρωμα, γεύση και χρώμα την μύρα, η ανάπτυξη ενζύμων που θα είναι απαραίτητα για την ζυθοποίηση και η αποικοδόμηση των τοιχωμάτων του αμύλου για να κάνει τον καρπό πιο εύληπτο. ^{4,16}

Ο τύπος της βύνης που θα χρησιμοποιηθεί οδηγεί σε ένα συγκεκριμένο είδος μύρας. Πολλοί ζυθοποιοί χρησιμοποιούν μίγματα βύνης ή δυο ξεχωριστά είδη βύνης για να δώσουν ξεχωριστό χρώμα και άρωμα στην μύρα. Έτσι, υπάρχει η βασική βύνη που ορίζει τον τύπο της μύρας και η ειδική βύνη που χρησιμοποιείται σε μικρότερη ποσότητα. ⁴

Ο τερματισμός της βυνοποίησης γίνεται με το καβούρντισμα και όταν ο καρπός του κριθαριού έχει 'μαλακώσει', χωρίς να έχει κοκκώδη χαρακτήρα και το αποτέλεσμα αυτής είναι το βυνοποιημένο κριθάρι με τα κατάλληλα ένζυμα για να συνεχίσει στην διαδικασία της ζυθοποίησης.

Σχήμα 2.1 διάγραμμα ροής βυνοποίησης



2.2. ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗ

Στη διαδικασία της ζυθοποίησης, εκτός από την βύνη κριθαριού, λαμβάνουν μέρος στην διαδικασία παραγωγής και τα υπόλοιπα υλικά που χρειάζονται για την δημιουργία της μύρας, το νερό, ο λυκίσκος και η μαγιά.

Το δεύτερο μέρος της διαδικασίας είναι η δημιουργία της μύρας. Φαίνεται να υπάρχουν 4 βασικά βήματα, α) η προετοιμασία του γλεύκους που περιλαμβάνει την πολτοποίηση και τον βρασμό, β) η ζύμωση, γ) η ωρίμανση, και δ) το φιλτράρισμα.

Πριν ξεκινήσει η διαδικασία, το πόσιμο νερό της ζυθοποιίας υποβάλλεται σε αναβάθμιση, ώστε να πληρεί τις προδιαγραφές της μύρας που θα παραχθεί και πλέον ονομάζεται ‘νερό ζυθοποίησης’.³

2.2.1 ΣΤΑΔΙΑ ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ

- i. **Άλεση βύνης (grist):** Το πρώτο βήμα για την ζυθοποίηση είναι η άλεση της βύνης. Η άλεση γίνεται σε ειδικούς μύλους άλεσης της βύνης, αφού πρώτα η βύνη έχει ελεγχθεί από τον ζυθοποιό για τις προδιαγραφές της. Η βύνη αλέθεται για να αυξηθεί η επιφάνεια της και για να σπάσουν οι κόκκοι του αμύλου και έτσι τα ένζυμα να έχουν μεγαλύτερο έδαφος δράσης για να διαλύσουν τα συστατικά. Το κέλυφος του καρπού δεν απομακρύνεται γιατί θα λειτουργήσει αργότερα ως φίλτρο.^{4,14,16,17}
- ii. **Πολτοποίηση(mashing):** Σε αυτό το στάδιο το νερό της ζυθοποίησης αναμειγνύεται με το άλεσμα της βύνης (grist). Ο συνδυασμός της βύνης με το ζεστό νερό έχει ως αποτέλεσμα την μετατροπή του σύνθετου αμύλου σε απλά ζυμώσιμα σάκχαρα, ενώ τα ένζυμα που έχουν αναπτυχθεί από την βυνοποίηση, θερμαίνονται με το νερό και οδηγούν στην παραγωγή μαλτόζης. Η μαλτόζη θα αποτελέσει αργότερα την ‘τροφή’ της μαγιάς.¹² Η θερμοκρασία είναι περίπου 65°C και ο πολτός βρίσκεται στην δεξαμενή πολτοποίησης (mash tun) για 1 ώρα.¹⁷ Η θερμοκρασία αυτή είναι ιδανική για να ζελατινοποιηθούν οι κόκκοι του αμύλου και να μετατραπούν σε μια πιο ρευστή μορφή. Έτσι, τα ένζυμα (αμυλάσες) θα μπορούν να τους ‘πέσουν’ πιο εύκολα. Το προϊόν που θα προκύψει ονομάζεται γλεύκος, δηλαδή το υδατικό εκχύλισμα της βύνης.¹⁶

Σύμφωνα με την Ελληνική Ένωση Ζυθοποιών η πολτοποίηση για μια ελληνική μύρα έχει την εξής διακύμανση στις θερμοκρασίες της διαδικασίας :

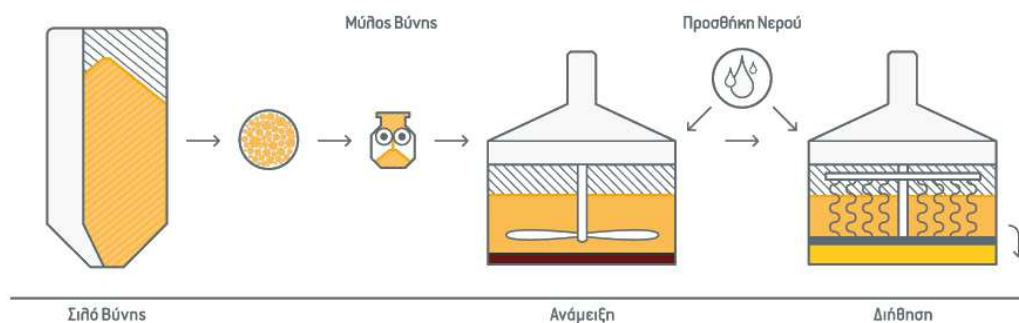
- I. Η ανάμειξη της αλεσμένης βύνης με το νερό γίνεται στους 50-57°C και το μίγμα παραμένει σε αυτήν την θερμοκρασία για να δράσουν τα πρωτεολυτικά ένζυμα της βύνης.
- II. Η θερμοκρασία στην συνέχεια ανεβαίνει στους 60-68°C και παραμένει σε αυτήν την θερμοκρασία για να γίνει η ‘σακχαροποίηση’ (δράση των αμυλολυτικών ενζύμων).
- III. Η πολτοποίηση τελειώνει όταν τα ένζυμα καταστρέφονται στους 75-78°C.

Τα 3 αυτά στάδια διαρκούν 1-2 ώρες, δίνοντας μεγαλύτερη διάρκεια στο στάδιο της σακχαροποίησης και μικρότερη στον τερματισμό της πολτοποίησης.²

Σε αυτό το στάδιο υπάρχουν διάφορες τροποποιήσεις ανάλογα με τον βαθμό επεξεργασίας και τροποποίησης της βύνης. Για παράδειγμα, οι βύνες τύπου lager που έχουν υποστεί μικρότερη θερμική επεξεργασία από τις βύνες τύπου ale πολτοποιούνται πρώτα στους 45°C για να σπάσουν τα κυτταρικά τοιχώματα του καρπού και μετά η θερμοκρασία ανεβαίνει στους 70°C για να ζελατινοποιηθεί το άμυλο.¹⁷

Η θερμοκρασία και ο χρόνος της διαδικασίας είναι σχεδιασμένα με βάση την συγκεκριμένη συνταγή και το είδος της μύρας, καθώς οι διάφορες διακυμάνσεις οδηγούν σε διαφορετική πρωτεόλυση και διαφορετική ποσότητα αζύμωντων σακχάρων. Οι δύο αυτοί παράγοντες επηρεάζουν την σταθερότητα του αφρού και την γεύση, αλλά και την θερμιδική αξία της μύρας.²

Επίσης, το στάδιο της πολτοποίησης είναι σχεδιασμένο για να παρέχει τις βέλτιστες θερμοκρασίες δράσης για κάθε ένζυμο με αποτέλεσμα την αποικοδόμηση των αδιάλυτων ουσιών της βύνης και την δημιουργία ζυμώσιμων σακχάρων.



Σχήμα 2.2. Διάγραμμα ροής ζυθοποιίας. Στάδια άλεσης/ανάμειξης/διήθησης γλεύκους. (Ζυθοποιία Φιξ)

iii. Διήθηση γλεύκους/ έκπλυση υπολειμμάτων (sparging/lautering) : Σε αυτό το σημείο της διαδικασίας υπάρχουν δύο φάσεις του προηγούμενου πολτού, το γλεύκος (wort) και οι αναλωμένοι κόκκοι που είναι τα υπολείμματα από την βύνη (spent grains). Σκοπός της διήθησης είναι να εκχυλιστούν και να ξεπλυθούν τα διαλυτά συστατικά ¹⁷, να διαχωριστεί η υγρή φάση του πολτού από τους φλοιούς που υπήρχαν ακόμα στον πολτό ² και να απομακρυνθούν τα στερεά υπολείμματα της βύνης. ⁴

Στο τέλος της πολτοποίησης υπάρχει ένα μίγμα από καρπούς και νερό τα οποία βρίσκονται σε αναστολή (φάση ‘ξεκούρασης’) στην δεξαμενή της πολτοποίησης (mash tun). Ζεστό νερό 45-75°C κυλά στο στρώμα των πολτοποιημένων καρπών από την επιφάνεια του στρώματος καρπών και σταδιακά εκχυλίζει τα διαλυτά συστατικά. Σε διάστημα 2-3 ωρών νερό προστίθεται σταδιακά και το μίγμα στραγγίζεται με την βοήθεια ειδικών φίλτρων. Νερό θα τρέχει διαμέσου του στρώματος των καρπών μέχρι να ξεπλυθεί όλο το μίγμα, ενώ οι στερεοί καρποί θα παραμείνουν στο φίλτρο. ¹⁶

Το φίλτρο συνήθως είναι μια διατηρητή πλάκα από πολυπροπυλένιο (polypropylene), όπου επιτρέπει να περάσει το γλεύκος, αλλά όχι τα αδιάλυτα συστατικά. Το κέλυφος του καρπού λειτουργεί, επίσης, ως φίλτρο. ¹⁶

Σύμφωνα με τους διεθνείς ορισμούς από τους συγγραφείς για την ζυθοποιία, φαίνεται να υπάρχει διαχωρισμός ανάμεσα στην διαδικασία του sparging και του lautering. Το αποτέλεσμα των δύο διαδικασιών είναι το ίδιο, αλλά διαφέρουν σε τεχνικές λεπτομέρειες, όπως το πλήθος των δεξαμενών που χρησιμοποιούνται. Το sparging φαίνεται να χρησιμοποιείται στην παραδοσιακή ζυθοποιία των βρετανικών ale μπυρών, όπου σύμφωνα με τον Baxter (2001), το άλεσμα με το γλεύκος βρίσκονται στο δοχείο πολτοποίησης και αργότερα περνούν μέσα από το φίλτρο σε νέα δεξαμενή που γίνεται ο βρασμός του γλεύκους. ¹⁷ Αντίθετα, σύμφωνα με τον ίδιο συγγραφέα, το lautering είναι η σύγχρονη πρακτική όπου όλο το γλεύκος περνά στο δοχείο της έκπλυσης (lauter tun) και εκεί γίνεται ο διαχωρισμός. ¹⁷ Η τεχνική του lautering είναι αυτή που επικρατεί στις σύγχρονες ζυθοποιίες, ενώ οι Έλληνες ζυθοποιοί δεν φαίνεται να ξεχωρίζουν τις διαδικασίες.

Το προϊόν της διήθησης του πολτού είναι το sweet wort (γλυκό γλεύκος).¹¹ Το γλεύκος είναι ένα γλυκό υγρό με υφή σιροπιού, χωρίς άμυλο, αλλά με μαλτόζη,

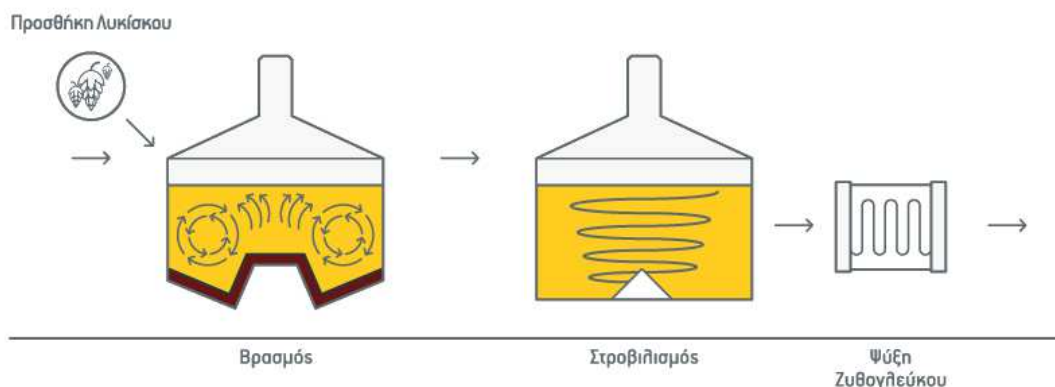
γλυκόζη και δεξτρίνες. ¹⁷ Τα σάκχαρα σε αυτήν την μορφή έχουν εκχυλιστεί και είναι ζυμώσιμα, τα οποία και δίνουν την γλυκιά γεύση στο υγρό. ¹²

iv. Βρασμός γλεύκους/προσθήκη λυκίσκου: Σε αυτό το στάδιο η μύρα θα αρχίσει να έχει νέα μορφή και γεύση. Το γλυκό γλεύκος μεταφέρεται σε δεξαμενές βρασμού (kettle), όπου για 1-2 ώρες θα βράσει. Η ακριβής θερμοκρασία και χρόνος του βρασμού είναι ξεχωριστά για κάθε συνταγή μύρας. ² Σύμφωνα με την Ελληνική Ένωση ζυθοποιών ο χρόνος κυμαίνεται από 30-90 λεπτά, στους 103 °C. Κατά τον βρασμό του γλεύκους θα προστεθεί ο λυκίσκος σε μορφή κώνων ή σε μορφή εκχυλίσματος. Πολλοί ζυθοποιοί κατά τον βρασμό προσθέτουν και άλλα πρόσθετα, όπως δεξτρόζη και είδη σιροπιών δημητριακών.

Ο βρασμός του γλεύκους έχει συγκεκριμένους στόχους, οι οποίοι είναι κοινοί σε όλες τις ζυθοποιίες και χώρες και είναι οι εξής :

- Αποστείρωση του γλεύκους από παθογόνους ή μη παθογόνους μικροοργανισμούς.
- Συγκόλληση και κατακρήμνιση των πρωτεϊνών και των ανεπιθύμητων ουσιών (τανίνες) που προκαλούν θολερότητα (hot trub).
- Ισομερισμός των α-οξέων του λυκίσκου σε iso-α-οξέα, τα οποία προσδίδουν την χαρακτηριστική και επιθυμητή πικρή γεύση στην μύρα.
- Καταστροφή / αδρανοποίηση ενζύμων.
- Εξάτμιση του νερού / Συμπύκνωση ζυθογλεύκους.
- Δημιουργία χαρακτηριστικού χρώματος και αρώματος με δημιουργία διάφορων ενώσεων, όπως οι μελανοϊδίνες (αντιοξειδωτικό συστατικό), και αντιδράσεων αμαύρωσης ανάμεσα στα σάκχαρα και στα αμινοξέα.

Ο λυκίσκος προστίθεται είτε στην αρχή, είτε στο τέλος του βρασμού, ανάλογα με την ένταση της πικρής γεύσης που θα πρέπει να έχει η μύρα. ¹⁶ Από την στιγμή που θα προστεθεί, το γλυκό γλεύκος (sweet wort) γίνεται πικρό γλεύκος ή hopped wort. Ο λυκίσκος θα απελευθερώσει αιθέρια έλαια και ρητίνες, τα οποία θα δράσουν ως φυσικά συντηρητικά και αντιοξειδωτικά και θα προσδώσουν ξεχωριστό άρωμα. ^{2,17}



Σχήμα 2.3. Διάγραμμα ροής ζυθοποιίας. Στάδιο βρασμού και ψύξης του γλεύκους. (Ζυθοποιία Φιξ)

- v. **Διαχωρισμός γλεύκους/ψύξη:** Αφού ολοκληρωθεί ο βρασμός, στον πάτο του δοχείου βρασμού έχει δημιουργηθεί ένα στρώμα από υπολείμματα του λυκίσκου και κατακρημνισθέντων πρωτεϊνών που έχουν συσσωματωθεί (hot trub). Αυτά τα υπολείμματα πρέπει να απομακρυνθούν είτε με φυγοκέντρηση (whirlpool), είτε με φιλτράρισμα, γιατί θα μειώσουν τον μεταβολισμό της μαγιάς και την ποιότητα της μύρας. Το πικρό γλεύκος περνά στην δεξαμενή της φυγοκέντρησης όπου θα στροβιλιστεί και τα στερεά υλικά θα κατακαθίσουν στο κέντρο της δεξαμενής, ενώ το διαυγές γλεύκος θα περάσει από τα πλάγια της δεξαμενής.

Το γλεύκος σε αυτό το στάδιο πρέπει να ψυχθεί σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα για να μειωθεί ο κίνδυνος για ενδεχόμενη μικροβιακή ανάπτυξη. Η γρήγορη ψύξη του επιτυγχάνεται με τους εναλλάκτες θερμότητας που βρίσκονται στα πλάγια της δεξαμενής. Η θερμοκρασία που θα αποκτήσει εξαρτάται από το είδος της ζύμωσης που θα ακολουθήσει. Αν η ζύμωση θα γίνει με μαγιά αφροζύμωτη (top-fermenting) το επιθυμητό εύρος θερμοκρασίας είναι 5-10 °C, ενώ για βυθοζύμωτη μαγιά το εύρος θα είναι 15-25 °C (bottom fermenting). Η επόμενη δεξαμενή που θα περάσει το γλεύκος είναι η δεξαμενή της ζύμωσης.^{2,15,16,17}

- vi. **Ζύμωση:** Το κρύο γλεύκος περνά σε αυτό το στάδιο στην δεξαμενή ζυμώσεως, όπου έρχεται απευθείας σε επαφή με την μαγιά (pitching) για να μειωθεί η μικροβιακή ανάπτυξη. Η δόση της μαγιάς που θα προστεθεί είναι συνήθως 15-20.000.000 κύτταρα/ml για τις περισσότερες μύρες, ενώ για τις μύρες τύπου strong ale είναι 30.000.000 κύτταρα/ml. Η μαγιά ως ζωντανός οργανισμός θα αρχίσει να 'τρέφεται' από τα σάκχαρα και τα αμινοξέα. Ο μεταβολισμός των

σακχάρων θα οδηγήσει στην παραγωγή της αιθυλικής αλκοόλης (αλκοόλ) και στο διοξείδιο του άνθρακα.¹⁶

Η μαγιά θα παραμείνει ενεργή 3-14 μέρες, όπου θα γίνει η κύρια ζύμωση στο γλεύκος, ενώ η δεύτερη ζύμωση θα γίνει στο επόμενο στάδιο της επεξεργασίας.¹¹

Σταδιακά το γλεύκος θα αρχίσει να μεταμορφώνεται σε ένα μίγμα μεγαλύτερης μάζας, με πτητικές αρωματικές ενώσεις (αλκοόλες, εστέρες), ενώ θα δημιουργηθούν συγκολλημένες μάζες κυττάρων μαγιάς που είτε θα καταβυθιστούν, είτε θα επιπλεύσουν στην επιφάνεια του μίγματος και στο τέλος της ζύμωσης θα απομακρυνθούν.¹⁷

Τα προϊόντα που έχουν προκύψει είναι το αλκοόλ που θα παραμείνει στο μίγμα, ενώ το διοξείδιο του άνθρακα θα συλλεχθεί, θα υποστεί απόσμιση, συμπίεση και υγροποίηση και θα χρησιμοποιηθεί αργότερα στο στάδιο της αποθήκευσης για να ενανθρακώσει την τελική μύρα.¹⁵

Υπάρχουν, ωστόσο, διαφορές στην θερμοκρασία και στην διάρκεια της ζύμωσης ανάλογα με τον τύπο της μαγιάς. Αν η μαγιά είναι τύπου lager (βυθοζύμη) η ζύμωση της θα διαρκέσει κάποιες εβδομάδες στους 6°C¹¹, ή σύμφωνα με άλλους ερευνητές στους 7-13°C.¹⁷ Αντίθετα, αν η μαγιά είναι τύπου ale (αφροζύμη) η ζύμωση της θα ολοκληρωθεί σε λίγες μέρες σε υψηλότερες θερμοκρασίες των 16-20°C^{11,12,17}, ακόμα και μέχρι τους 25°C.¹⁶

Οι ιδανικές συνθήκες για μια σωστή ζύμωση περιλαμβάνουν παράγοντες, όπως ο επαρκής αερισμός, η ελεγχόμενη θερμοκρασία, η πίεση, ο καθορισμός του υπολειμματικού εκχυλίσματος (residual extract) και το pH.¹⁶

- Ο επαρκής αερισμός είναι απαραίτητος από το στάδιο του διαχωρισμού του γλεύκους γιατί βοηθά στην καλύτερη διάδοση της μαγιάς. Επαρκής θεωρείται στην ποσότητα των 8-9 mg/l.
- Η θερμοκρασία πρέπει να είναι, όπως προαναφέρθηκε, στο εύρος της ανάπτυξης της μαγιάς. Αν αυξηθεί, θα αυξήσει την ταχύτητα της διαδικασίας αλλά και τα παραπροϊόντα της διαδικασίας.
- Το ίδιο ισχύει και για την αυξημένη πίεση. Αν αυξηθεί, θα αυξηθούν τα παραπροϊόντα της διαδικασίας.
- Ο όρος υπολειμματικό εκχύλισμα αναφέρεται στο ποσό των ζυμωμένων σακχάρων στο τελικό γλεύκος της ζύμωσης. Το επιθυμητό εύρος στην φρέσκια

μπύρα (green beer) είναι 6-10%, ενώ είναι αυξημένος ο κίνδυνος της μόλυνσης από μικροοργανισμούς.

- Το pH ενδείκνυται να είναι περίπου 4,5 γιατί το όξινο περιβάλλον μειώνει τις μικροβιακές μολύνσεις.

Το τέλος της ζύμωσης θα υπάρξει όταν το γλεύκος έχει το επιθυμητό ποσοστό σε αλκοόλ. Το προϊόν που έχει σχηματιστεί ονομάζεται πλέον 'φρέσκια μπύρα' (green beer).



Ζύμωση σε κυλινδρoκωνικά δοχεία. (Ελληνική Ένωση Ζυθοποιών)



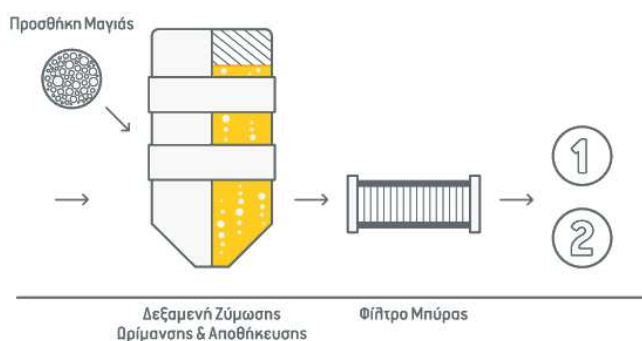
Ζύμωση σε ανοιχτά δοχεία. (Ελληνική Ένωση ζυθοποιών)

vii. Ωρίμανση/ψύξη: Η φρέσκια μύρα σε αυτό το στάδιο θα ωριμάσει και θα υποστεί την δεύτερη ζύμωση. Είναι μια περίοδος ανάμεσα στην ζύμωση και στην δημιουργία της τελικής μύρας, όπου η μύρα βρίσκεται στους -1°C με -20°C και αποθηκεύεται για 15-45 ημέρες ανάλογα με το είδος της.¹⁵ Το αποτέλεσμα της αποθήκευσης είναι η ωρίμανση του προϊόντος μέσω της δράσης της υπολειπόμενης μαγιάς. Η μαγιά αυτή θα ζυμώσει με μικρότερη ταχύτητα τα εναπομείναντα σάκχαρα και ταυτόχρονα θα δημιουργηθεί το περισσότερο ποσό του διοξειδίου του άνθρακα που θα δώσει το ανθρακικό της μύρας.^{2,17} Ταυτόχρονα, με την μικρή θερμοκρασία θα απομακρυνθούν οι ανεπιθύμητες αρωματικές ενώσεις και θα δημιουργηθεί το υπόλοιπο διοξείδιο του άνθρακα μέχρι το διάλυμα να φτάσει στον κορεσμό του.^{4,17}

Σε εκείνο το διάστημα οι περισσότεροι ζυθοποιοί προσθέτουν ουσίες, όπως το PVPP (polyvinylpolyrrolidone), η οποία απορροφά τις υπολειπόμενες ανεπιθύμητες πρωτεΐνες και πολυφαινόλες και θα καθιζήσει στον πάτο της δεξαμενής. Τέτοιες ουσίες μειώνουν την θολότητα και την σταθερότητα της τελικής μύρας.^{11,15}

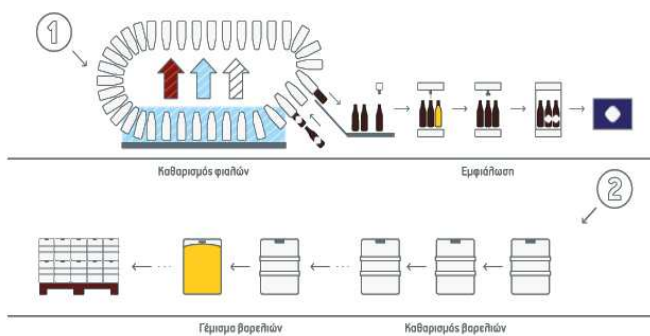
viii. Φιλτράρισμα : Είναι το τελευταίο στάδιο της επεξεργασίας πριν φτάσει στο στάδιο της συσκευασίας. Η μύρα δεν είναι πια ‘φρέσκια’ και σε αυτό το στάδιο αποκτά την διαύγεια της και την καθαρότητα της με την μορφή που φτάνει

στον καταναλωτή (bright beer).¹¹ Το φιλτράρισμα γίνεται με την χρήση βοηθημάτων (διηθητικές μεμβράνες) ή με φυγοκέντρηση, αλλά και με βοηθητικές ουσίες, όπως το PVPP. Σκοπός του φιλτραρίσματος είναι να αποκτήσει το διάλυμα διαύγεια, να απομακρυνθούν τα υπολείμματα της μαγιάς και των πρωτεϊνών, αλλά και η απομάκρυνση ενδεχόμενων βακτηρίων. Έτσι, επιτυγχάνεται η αύξηση του χρόνου ζωής στο τελικό προϊόν.^{4,13,15,16,17}



Σχήμα 2.4. Διάγραμμα ροής ζυθοποιίας. Στάδια ζύμωσης και φιλτραρίσματος μπύρας. (Ζυθοποιία Φιξ)

ix. Συσκευασία: Η εμφιάλωση γίνεται μαζί με την ανθράκωση της φιάλης. Όποιο είδος συσκευασίας χρησιμοποιηθεί (αλουμινένιο κουτί, γυάλινη φιάλη, βαρέλι) πρέπει πρώτα να έχει παστεριωθεί για να αυξηθεί ο χρόνος ζωής. Επίσης, το προϊόν δεν πρέπει να έρθει σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα γιατί μειώνεται η διάρκεια ζωής και η ποιότητα της μπύρας ('μπαγιάτεμα'). Το υλικό της συσκευασίας πρέπει να είναι από υλικά που δεν αντιδρούν με τα συστατικά της μπύρας και δεν ευνοούν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, όπως το αλουμίνιο και το ανοξείδωτο ατσάλι.^{11,16}



Σχήμα 2.5. Διάγραμμα ροής ζυθοποιίας. Στάδιο εμφιάλωσης. (Ζυθοποιία Φιξ)

2.3 ENZYMA ΣΤΗΝ ΖΥΘΟΠΟΙΑ

Ο σκοπός της ζυθοποιίας είναι η παραγωγή της μύρας, δηλαδή ενός ζυμωμένου αλκοολούχου ποτού με κύρια πρώτη ύλη το κριθάρι, μαζί με την προσθήκη του λυκίσκου και της μαγιάς.¹³ Η διαδικασία της ζυθοποίησης έχει συγκεκριμένα βήματα τα οποία σταδιακά οδηγούν το κριθάρι στην μορφή της μύρας. Η μετατροπή αυτή οφείλεται σε μεγάλο ποσοστό στα ένζυμα που υπάρχουν στον καρπό του κριθαριού και ενεργοποιούνται σταδιακά κατά την διαδικασία παραγωγής.

Το κριθάρι αποτελείται κυρίως από άμυλο. Το άμυλο δεν αποτελεί απλή μορφή σακχάρου, αλλά είναι πολυμερές μόριο γλυκόζης. Για να διασπαστεί από τον μύκητα *Saccharomyces Cerevisiae* διασπάται σταδιακά σε απλούστερες μορφές σακχάρων (αμυλόζη, αμυλοπηκτίνη) από τα κατάλληλα ένζυμα. Ταυτόχρονα, οι πρωτεΐνες διασπώνται στην απλούστερη μορφή τους, τα αμινοξέα.²⁴

Ένζυμο ονομάζεται η πρωτεΐνη που έχει ειδικό σχήμα ώστε να ταιριάζει με το διαθέσιμο υπόστρωμα και να το διασπάσει στα προϊόντα της διάσπασης. Η σχέση ενζύμου και προϊόντων φαίνεται να είναι²³:

Ένζυμο + υπόστρωμα = προϊόντα + ένζυμο.

Η ενζυματική αποικοδόμηση ξεκινά στο στάδιο της βυνοποίησης. Όταν το κριθάρι εμβαπτιστεί σε νερό, αυξάνεται η υγρασία και η θερμοκρασία στον καρπό και ενεργοποιούνται τα αμυλολυτικά ένζυμα, α-αμυλάση και β-αμυλάση. Σκοπός των αμυλολυτικών ενζύμων είναι να υδρολύσουν το άμυλο σε απλούστερα, διαθέσιμα σάκχαρα (γλυκόζη, μαλτόζη, μαλτοτριόζη, δεξτρίνες).²²⁻²⁶

Επίσης, ενεργοποιούνται και τα πρωτεολυτικά ένζυμα (καρβοξυπεπτιδάσες), τα οποία διασπών τις πολυπεπτιδικές αλυσίδες σε ελεύθερα αμινοξέα. Για την διάσπαση των πρωτεϊνών ενεργοποιούνται κυρίως οι ενδοπρωτεάσες και οι εξωπρωτεάσες με βέλτιστη θερμοκρασία δράσης στους 45-50°C.^{16,17,23}

Τα αμυλολυτικά ένζυμα ενεργοποιούνται στο στάδιο της φύτευσης του κριθαριού, απενεργοποιούνται στο στάδιο της φρύξης (kilning) και συνεχίζουν την υδρόλυση στο στάδιο της πολτοποίησης του βυνοποιημένου κριθαριού με το νερό (mashing). Η τελική αδρανοποίηση των αμυλολυτικών ενζύμων γίνεται στο στάδιο του βρασμού του γλυκού

γλεύκος με τον λυκίσκο και όταν όλα τα σάκχαρα βρίσκονται σε μορφή μονοσακχαριτών.²⁴

Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των κυριότερων ενζύμων διάσπασης των υδατανθράκων αναλύονται παρακάτω:

A-ΑΜΥΛΑΣΗ : αμυλολυτικό ένζυμο που διασπά τους α-1,4 γλυκοζιτικούς δεσμούς του αμύλου σε ολιγοσακχαρίτες. Δρα βέλτιστα στους 30-35°C και σε pH 5-6. Προϊόντα της α-αμύλασης είναι η μαλτόζη, η γλυκόζη και οι δεξτρίνες.^{16,23,24,26}

B-ΑΜΥΛΑΣΗ : διασπά την αμυλόζη και την αμυλοπηκτίνη σε μαλτόζη (2 μόρια γλυκόζης) και δρα βέλτιστα στις ίδιες συνθήκες με την α-αμύλαση.²⁴ Η διαφορά των δύο ενζύμων είναι ότι η β-αμύλαση δρα από το εξωτερικό άκρο της αλυσίδας της αμυλόζης και της αμυλοπηκτίνης, ενώ η α-αμύλαση δρα κατά μήκος τους και ανάμεσα στις διακλαδώσεις των α-1,6 δεσμών. Κύριο προϊόν της β-αμύλασης είναι η μαλτόζη.^{17, 26}

B-ΓΛΥΚΑΝΑΣΗ: ένζυμο που διασπά τα κυτταρικά τοιχώματα του κριθαριού στο στάδιο της φύτευσης, υδρολύει τις β-γλυκάνες και αποδίδει το μόριο της γλυκόζης. Υπάρχουν οι ενδο-β-γλυκανάσες που διασπούν τις β-γλυκάνες σε τρι-σακχαρίτες και σε τετρα-σακχαρίτες, αλλά και οι εξω-β-γλυκανάσες που διασπούν τις β-γλυκάνες σε γλυκόζη.^{17,22,24,25}

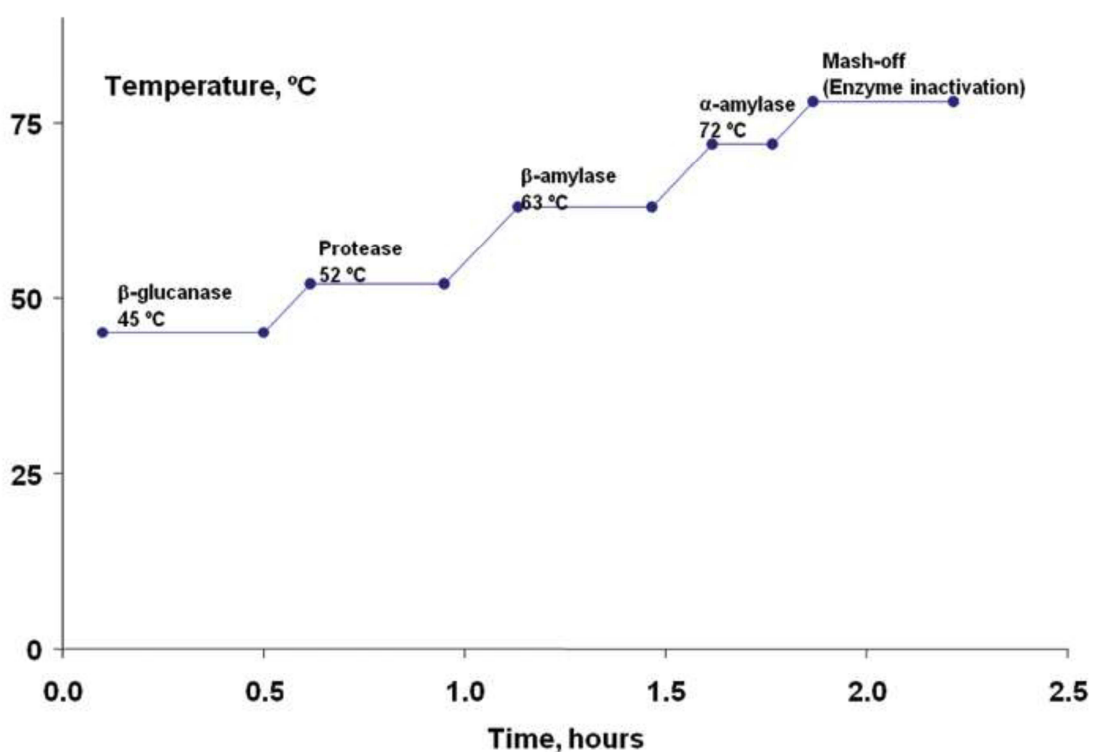
2.3.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΡΑΣΗΣ ENZYMΩΝ

Τα ένζυμα δρουν καλύτερα (βέλτιστη ταχύτητα διάσπασης μαζί με βέλτιστη απόδοση) όταν βρίσκονται σε ευνοϊκό περιβάλλον για την δράση τους και για τον σχηματισμό των επιθυμητών προϊόντων. Οι παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά την δράση των ενζύμων είναι :

- **Gibberellins** : είναι φυτοορμόνες που βρίσκονται στο έμβρυο του κριθαριού. Ενεργοποιούνται στο στάδιο του εμποτισμού του κριθαριού στο νερό και τονώνουν την παραγωγή των ενζύμων, ώστε να μπορούν να υδρολύσουν στο στάδιο της φύτευσης.^{17,18}
- **Θερμοκρασία** : η θερμοκρασία αποτελεί εξαιρετικά σημαντικό παράγοντα δράσης των ενζύμων. Η διαδικασία της ζυθοποίησης είναι σχεδιασμένη ώστε να προσφέρει σταδιακά τις βέλτιστες θερμοκρασίες για να δρουν τα ένζυμα στα επιμέρους στάδια, όπως φαίνεται και στο σχήμα 1.⁴ Στην φύτευση η θερμοκρασία αυξάνεται

στους 30-35°C για να αρχίσει να δρα η α-αμυλάση. Στην πολτοποίηση η θερμοκρασία ανεβαίνει στους 65°C για να ζελατινοποιηθεί το άμυλο και να ολοκληρωθεί η υδρόλυση.²⁴

- pH : οι αμυλάσες δρουν καλύτερα σε ουδέτερο pH 5-6 και αυτό το εύρος επιτυγχάνεται σε όλη την διαδικασία παραγωγής.^{23,24}
- Μεταλλικά ιόντα : τα ένζυμα χρειάζονται ασβέστιο, ψευδάργυρο, χαλκό, μαγγάνιο, κάλιο και νάτριο. Όλα αυτά τα στοιχεία λειτουργούν ως συμπράγοντες στα ένζυμα. Ταυτόχρονα, χρησιμοποιούν τις βιταμίνες του συμπλέγματος Β του κριθαριού ως συνένζυμα.^{23,24}



Σχήμα 1: Ενδεικτικό πρόγραμμα πολτοποίησης γλεύκους, θέρμανση στις βέλτιστες θερμοκρασίες δράσης των ενζύμων. (Π. Ταταρίδης)

Table 1 Enzymes breaking down carbohydrates in brewing

| Substrate | Enzyme | Bond broken | Endo or Exo-acting | Major Product |
|--------------------------------|-------------------------------|---|--------------------|---------------------------|
| Starch (amylose & amylopectin) | α -amylase | $\alpha 1 \rightarrow 4$ | endo | dextrins |
| Starch (amylose & amylopectin) | β -amylase | $\alpha 1 \rightarrow 4$ | exo | maltose |
| Starch (amylopectin) | Limit dextrinase | $\alpha 1 \rightarrow 6$ | endo | linear dextrins |
| Starch dextrins | α -glucosidase | $\alpha 1 \rightarrow 4$ | exo | glucose |
| β -Glucans | β -glucanase | $\beta 1 \rightarrow 4$ | endo | β -oligosaccharides |
| β -oligosaccharides | β -glucosidase | $\beta 1 \rightarrow 4$ and $\beta 1 \rightarrow 3$ | exo | glucose |
| Xylanase | Arabinoxylan (xylan backbone) | $\beta 1 \rightarrow 4$ | endo | Xylo-oligosaccharides |
| Arabinase | Arabinoxylan | $\alpha 1 \rightarrow 2$, $\alpha 1 \rightarrow 3$ | | Xylan backbone |
| Xylosidase | Xylan oligosaccharides | $\beta 1 \rightarrow 4$ | exo | Xylose |

Πίνακας 2.1. Ένζυμα της ζυθοποιίας.. (Bamforth, 2001)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΕΙΔΗ ΜΠΥΡΑΣ

Οι μύρες παράγονται σε όλες τις ηπείρους παγκοσμίως. Κάθε χώρα χρησιμοποιεί τοπικές και εισαγόμενες πρώτες ύλες και δημιουργεί την δική της συνταγή μύρας. Όμως, παρά τις διαφορετικές συνταγές, όλες οι χώρες κατηγοριοποιούν τις μύρες τους με βάση το είδος της ζύμωσης, τον τρόπο παραγωγής και τον τόπο προέλευσης.^{7,33} Υπάρχει ο όρος ‘beer style’ ή ‘τύπος μύρας’, ο οποίος περιγράφει τον συνολικό χαρακτήρα του είδους της μύρας (χρώμα, άρωμα, αφρός, αλκοόλ) και ίσως και την προέλευση της.³¹

Ο κυριότερος διαχωρισμός των ειδών της μύρας είναι οι αφροζύμωτες μύρες (ale) και οι βυθοζύμωτες (lager). Τα δύο είδη καθορίζονται από το είδος της μαγιάς που χρησιμοποιείται. Στις μύρες τύπου ale η μαγιά στο τέλος της ζύμωσης ανεβαίνει στην επιφάνεια του ζυθογλεύκου και τα κύτταρα της μαγιάς επιπλέουν.²⁷ Αντίθετα, στις μύρες τύπου lager η μαγιά κροκιδώνεται και βυθίζεται στον πάτο της δεξαμενής στο τέλος της ζύμωσης.²⁸

Τα είδη μαγιάς που χρησιμοποιούνται επιλέγονται με βάση τον τύπο της μύρας που πρέπει να παραχθεί. Για τις αφροζύμωτες μύρες χρησιμοποιούνται στελέχη του *Saccharomyces cerevisiae*, ενώ για τις βυθοζύμωτες χρησιμοποιείται ο μύκητας *Saccharomyces pastorianus*, αλλά και ο μύκητας *Saccharomyces carlsbergensis*.³⁴

Υπάρχει ακόμα ένα είδος μύρας, οι lambic, το οποίο γίνεται με την αυθόρμητη ζύμωση χωρίς την προσθήκη κάποιου συγκεκριμένου είδους μαγιάς, αλλά μόνο με άγριες ζύμες που υπάρχουν στο περιβάλλον της ζύμωσης της.³³



3.1.1. LAGER

Ο όρος lager άρχισε να χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις μύρες που ζυμώνονταν και διανέμονταν σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από τις ale της εποχής.¹¹ Η λέξη lager στα γερμανικά σημαίνει αποθήκευση, γιατί οι παραγωγοί τέτοιου είδους μύρας αποθήκευαν την μύρα σε κρύα κελάρια για μεγάλο χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα η τότε ale ζύμη να συμπεριφέρεται ως lager ζύμη.^{28,31,32} Επομένως, ο όρος lager αναφερόταν στις μύρες με ζύμωση σε χαμηλές θερμοκρασίες (χαμηλή ζύμωση).

Στην κατηγορία των lager ανήκουν οι περισσότερες ξανθές μύρες, συνήθως είναι ελαφριές και χαμηλής ζύμωσης.⁷ Η πρώτη ζύμωση τους γίνεται στους 7-13°C ή φτάνει μέχρι τους 15°C.¹⁷ Στην συνέχεια αποθηκεύονται σε κρύες συνθήκες των -1 μέχρι +4°C, όπου και γίνεται η δεύτερη ζύμωση τους για να ωριμάσει και να βελτιωθούν τα ποιοτικά της χαρακτηριστικά.²⁸ Η ωρίμανση τους είναι πιο αργή και διαρκεί από 3 εβδομάδες μέχρι και 3 μήνες.³³ Επίσης, στις μύρες τύπου lager παράγονται λιγότερα παραπροϊόντα από την μαγιά και έτσι αναπτύσσονται περισσότερο τα αρώματα του λυκίσκου.³¹

Τα κυριότερα είδη lager μύρας είναι :

1. **Bock:** το είδος αυτό αναπτύχθηκε από τους μοναχούς, οι οποίοι παρασκεύαζαν πιο δυνατή και πλούσια μύρα από το συνηθισμένο για να την καταναλώνουν ως τροφή κατά την Σαρακοστιανή νηστεία. Το χρώμα τους είναι ελαφρώς ως πολύ σκούρο κεχριμπαρένιο προς καφέ. Υπάρχει έντονος ο χαρακτήρας της βύνης αλλά και οι γεύσεις της σοκολάτας ή της καραμέλας. Το σύννηθες ποσοστό σε αλκοόλ είναι 5,5-7,5 %. Διακρίνονται σε επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με το χρώμα τους σε dunkelbock (αν είναι σκούρα) και σε doppelbock (αν είναι περισσότερο σκούρα με το αλκοόλ να φτάνει μέχρι το 9%).^{7,31}
2. **Pils /pilsner:** η ονομασία τους προέρχεται από το χωριό Plzen (Pilsen στα γερμανικά) της Τσεχίας, όπου και πρωτοεμφανίστηκε το συγκεκριμένο είδος. Πρόκειται για ένα από τα πιο γνωστά είδη μύρας καθώς αντιπροσωπεύει το 70-80% της παγκόσμιας παραγωγής. Είναι το πιο χαρακτηριστικό είδος των lager λόγω του χρυσαφένιου ανοιχτόχρωμου χρώματος τους. Έχουν χαρακτήρα ξηρό και ελαφρώς πικρό με αρώματα λυκίσκου και λουλουδιών και πυκνό πλούσιο αφρό. Το αλκοόλ τους είναι 4-5,5%.^{7,30,32}

3. **Helles / mailbock:** η ονομασία της προέρχεται από την γερμανική λέξη ‘hell’ που σημαίνει καθαρός ή ανοιχτόχρωμος. Πρόκειται για μια ανοιχτόχρωμη χρυσαφένια μύρα με αλκοόλ 5,7-8% και έντονο χαρακτήρα λυκίσκου. ^{31,33}
4. **Export:** γερμανική ξανθιά μύρα με έντονο τον χαρακτήρα της βύνης. Έχει πιο ξηρό χαρακτήρα από τις Pils και αλκοόλ 4-6%. Οι μύρες τύπου export (=εξαγωγή) είχαν μεγαλύτερη διάρκεια βρασμού, ώστε να αντέχουν στις εξαγωγές και στις μεταφορές στις πόλεις εκείνης της εποχής. Κάποια γνωστά είδη είναι η Dortmunder export, η Muenchner Helles και η Wiener export. ^{31,35}
5. **Maerzen:** η ονομασία της σημαίνει Μάρτης και ήταν η εποχή που παρασκεύαζαν τον συγκεκριμένο τύπο μύρας στην Βαυαρία. Το χρώμα της είναι βαθύ κεχριμπαρένιο μέχρι χάλκινο και το αλκοόλ της κυμαίνεται στο 4-7%. Έχει έντονο χαρακτήρα βύνης και λυκίσκου. Χαρακτηριστικός τύπος της είναι η μύρα Oktoberfest της ετήσιας φθινοπωρινής γιορτής μύρας του Μονάχου. ^{31,35}

3.1.2. ALE

Η ονομασία ‘ale’ πιθανόν προέρχεται από την αγγλική λέξη ‘ealu’ ή από την σκανδιναβική λέξη ‘ol’. ⁷ Ο όρος άρχισε να χρησιμοποιείται για να δηλώσει την μύρα χωρίς λυκίσκο γιατί παλιότερα δεν υπήρχε σε όλες τις μύρες προσθήκη λυκίσκου (3,10). Οι μύρες τύπου ale είναι αφροζύμωτες μύρες υψηλής ζύμωσης. Η ζύμωση τους γίνεται σε μέτριες θερμοκρασίες 15-26°C. ¹⁶

Τα κυριότερα είδη ale μύρας είναι :

1. **Weisse:** είναι από τα γνωστότερα είδη παγκοσμίως και προέρχονται από την Βαυαρία. Το όνομα τους σημαίνει ‘white’ (=άσπρο) και ο όρος αυτός οφείλεται στον χλωμό αφρό και στην θολότητα της μύρας αυτής. Οι μύρες αυτές είναι με βάση το σιτάρι κατά 40-70%, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες που είναι από κριθάρι, και δεν φιλτράρονται. Γι αυτόν τον λόγο στον πάτο του μπουκαλιού υπάρχουν υπολείμματα μαγιάς τα οποία παραμένουν ζωντανά και ενεργά και μετά το στάδιο της συσκευασίας, μέχρι την κατανάλωση. Το χρώμα τους είναι στις αποχρώσεις του ανοιχτού ξανθού προς το άσπρο. Το άρωμα τους είναι φρουτώδες λόγω της υπάρχουσας μαγιάς και ο αφρός τους είναι πλούσιος και συμπαγής λόγω των αυξημένων πρωτεϊνών και του ανθρακικού. Η δύναμη τους σε αλκοόλ κυμαίνεται στο 4,5-5,7%. ^{7,11,31,33}

2. **Porter:** η ονομασία της έχει πολλές πιθανές εξηγήσεις αλλά η πιο πιθανή εκδοχή της είναι ότι ξεκίνησε να γίνεται γνωστή από τους μεταφορείς του λιμανιού στο κεντρικό Λονδίνο. Το χρώμα τους είναι σκούρο προς μαύρο με αρώματα καπνού ή σοκολάτας αλλά η γεύση της είναι ήπια. Το αλκοόλ τους κυμαίνεται στο 4-7%.^{29,31}
3. **Trappist:** οι Trappists είναι Κιστερκιανοί μοναχοί και μοναχές (μοναχικό τάγμα της Καθολικής εκκλησίας) οι οποίοι ξεκίνησαν και συνεχίζουν την αποκλειστική ζυθοποίηση και πώληση του συγκεκριμένου είδους μύρας. Οι μοναστηριακές μύρες, όπως ονομάζονται, προέρχονται μόνο από 6 μοναστήρια, 5 στο Βέλγιο και 1 στην Ολλανδία, σε όλο τον κόσμο.^{7,29}

Για να χαρακτηριστεί ένα είδος μύρας ως μοναστηριακή πρέπει να πληρεί συγκεκριμένες προδιαγραφές. Όλη η ποσότητα της παραγωγής πρέπει να ζυθοποιείται μέσα στην περιοχή των τειχών του μοναστηριού υπό τον έλεγχο και την συμμετοχή των ίδιων των μοναχών. Σχετικά με τα οικονομικά θέματα, τα χρήματα που αποκτώνται από την πώληση των μπυρών προορίζονται μόνο για τις ανάγκες των μοναχών ή για φιλανθρωπικούς σκοπούς.²⁹

Το χρώμα των μοναστηριακών μπυρών είναι σκούρο, είναι δυνατές σε αλκοόλ (7-10%) ενώ έχουν φρουτώδη γεύση. Η ωρίμανση τους διαρκεί 3 χρόνια και η ζύμωση τους συνεχίζεται μέχρι την στιγμή του σερβιρίσματος.^{7,35}

4. **Pale Ale:** ο όρος pale χρησιμοποιείται από τον 17^ο αιώνα για να δηλώσει την μύρα με πιο ανοιχτό χρώμα από τις τότε γνωστές μύρες.²⁹ Παρασκευάζεται μόνο με την ειδική βύνη pale ale η οποία δίνει ένα ελαφρύ κεχριμπαρένιο χρώμα.³⁵ Χωρίζεται σε επιμέρους κατηγορίες : την India Pale Ale (IPA), την Bitter Ale, την Belgian Pale Ale και την American Pale ale.
 - i. **India Pale Ale (IPA):** το είδος αυτό προέρχεται από τους Άγγλους οι οποίοι ζυθοποιούσαν το συγκεκριμένο είδος μύρας με αυξημένο ποσοστό σε αλκοόλ και πολύ λυκίσκο, ώστε να αντέχει σε μακρινά ταξίδια στην αποικιακή Ινδία και να παραμένει φρέσκια μέχρι το τέλος του ταξιδιού τους. Έχουν χρώμα χρυσό προς κεχριμπαρένιο και έντονο το άρωμα του λυκίσκου.²⁹
 - ii. **Bitter ale:** αυτό το είδος αναπτύχθηκε επίσης στην Αγγλία την εποχή της αποικιοκρατίας των Άγγλων. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της είναι η έντονη πικράδα της λόγω του

αυξημένου λυκίσκου που περιέχει. Περιέχει αλκοόλ 3,5-4,5%.
29,33,35

- iii. **Belgian pale ale:** αποτελεί μια παραλλαγή της κλασσικής Αγγλικής pale ale. Παρασκευάζεται με τις ίδιες προδιαγραφές με την κλασσική pale ale, αλλά με βελγικής καταγωγής πρώτες ύλες και με μαγιά Pilsner, συστατικά που οδηγούν σε λιγότερη πικράδα αλλά σε περισσότερο αλκοόλ από τις Αγγλικές. Έχουν αλκοόλ 4-7%.^{29,31}
 - iv. **American pale ale:** παράγεται με διαφορετικές ποικιλίες λυκίσκου και βύνης από τις Αγγλικές. Έχει πιο έντονο τον χαρακτήρα του λυκίσκου, αρώματα κίτρου και πεύκου και αλκοόλ 4-7%.^{29,31}
5. **Old ale:** πρόκειται για μια απαλή σε γεύση και ίσως ελαφριά μύρα. Το χρώμα της είναι σκούρο καφέ, ενώ η ζύμωση της δεν είναι ολοκληρωμένη με αποτέλεσμα να υπάρχουν υπολείμματα σακχάρων (δεξτρίνες) στο τελικό προϊόν. Το αλκοόλ της κυμαίνεται στο 4-12%.^{31,33}
 6. **Barley wine:** πρόκειται για ένα είδος ale μύρας που έχει αρκετές ομοιότητες με το κρασί. Στην ελληνική της ονομασία μεταφράζεται ως 'κρίθινος οίνος', όρος που χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει το περισσότερο αλκοόλ και την παρουσία του κριθαριού. Έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε αλκοόλ, σε μαγιά και σε λυκίσκο. Υπάρχουν Αμερικάνικης και Αγγλικής καταγωγής barley wines. Η διαφορά τους οφείλεται στις διαφορετικές ποικιλίες λυκίσκου που χρησιμοποιούνται και στο διαφορετικό ποσοστό σε αλκοόλ. Οι Αμερικάνικες μύρες barley wine έχουν αλκοόλ 8-15% ενώ οι Αγγλικές 7-12%. Το χρώμα τους κυμαίνεται από κεχριμπαρένιο μέχρι σκούρο καφέ.^{29,31,33}
 7. **Red ale:** πρόκειται για την κόκκινη μύρα χωρίς κάποια ιδιαίτερη αλλαγή στις πρώτες ύλες. Το αλκοόλ της κυμαίνεται σε 4-8% ανάλογα με την καταγωγή της με δυνατό φρουτώδες χαρακτήρα. Μια κλασσική red ale προέρχεται από την Σκωτία ή από την Ιρλανδία, αλλά πλέον και από το Βέλγιο και την Αμερική.^{31,33,35}
 8. **Alt:** κατάγεται από την πόλη Dusseldorf της Γερμανίας, όπου ακόμα παρασκευάζεται. Το όνομα της σημαίνει 'παλιό' και υποδηλώνει ότι το συγκεκριμένο είδος υπάρχει πριν τις εξελίξεις των τεχνικών της ζυθοποιίας. Έχει σκούρο χρώμα και είναι ελαφρώς πικρή, με αλκοόλ στο 4-7%.^{31,33,35}

9. **Stout**: πρόκειται για μύρες Ιρλανδικής καταγωγής πολύ σκούρου χρώματος, αλλά πλέον παρασκευάζονται και στην Αμερική. Έχουν αρκετές ομοιότητες με τις porter αλλά κάποια διαφορετικά χαρακτηριστικά. Το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ο χαρακτήρας της καβουρντισμένης βύνης που δίνει την ξεχωριστή γεύση και το σχεδόν μαύρο χρώμα τους. Το αλκοόλ τους είναι 4-7%. Επίσης, το σώμα τους καλύπτεται από κρεμώδη αφρό που διαρκεί στο σερβίρισμα. Χωρίζονται σε 4 υποκατηγορίες ^{7,29,31,33,35}:
- i. **Oatmeal stout**: είναι μύρα με βάση την βρώμη και πιο γλυκιά γεύση από την κλασική stout.
 - ii. **Dry stout**: έχουν χρώμα βαθύ μαύρο και γεύση ‘καμένου’. Οι κυριότεροι εκπρόσωποι του είδους είναι η Guinness, η Murphy’s και η Beamish.
 - iii. **Sweet stout**: προέρχονται από την Αγγλία. Διαφέρουν από τις υπόλοιπες του είδους τους λόγω της προσθήκης ζάχαρης στην διαδικασία παραγωγής τους και επομένως πιο γλυκιά γεύση. Παραλλαγή τους είναι η milk stout, στην οποία προστίθεται λακτόζη για να της δώσει ακόμα πιο γλυκιά γεύση.
 - iv. **Russian Imperial stout**: είναι οι πιο δυνατές μύρες stout με το αλκοόλ να φτάνει μέχρι το 12%. Προορίζονταν για εξαγωγές σε χώρες της Βαλτικής και γ αυτόν τον λόγο έχουν αυξημένο αλκοόλ.
10. **Brown ale**: είναι καστανοκόκκινου-καφέ χρώματος με έντονη την αίσθηση της βύνης. Έχει αλκοόλ 4-7%. ^{31,33,35}
11. **Abbaye / Abbey**: είναι οι τύπου ‘μοναστηριακές’ μύρες, αλλά δεν προέρχονται από τα 6 συγκεκριμένα μοναστήρια των Trappist. Παράγονται είτε σε άλλα μοναστήρια είτε παράγονται σε ζυθοποιίες για λογαριασμό των μοναστηριών. Είναι βελγικής καταγωγής μαύρου χρώματος με αλκοόλ 6-8%. ^{7,35}
12. **Saison**: είναι βέλγικες ξανθές μύρες, κάπως ξινές και δροσιστικές. Έχουν έντονο το άρωμα από τον λυκίσκο και αλκοόλ 5-8%. Το όνομα τους πιθανόν προέρχεται από την εποχή του καλοκαιριού που συνηθιζόταν να παράγονταν. ^{31,33,35}

3.1.3. LAMBIC

Οι μύρες τύπου lambic ανήκουν στις βελγικές ale, αλλά δεν ζυμώνονται με το ίδιο είδος μαγιάς ale. Οι lambic παράγονται με αυθόρμητη φυσική ζύμωση χωρίς προσθήκη τεχνητής μαγιάς, αλλά με άγριες ζύμες και βακτήρια των ξύλινων βαρελιών όπου αποθηκεύονται ή σε ανοιχτές δεξαμενές με μύκητες από τον αέρα.^{29,33,35,36} Η παραγωγή γίνεται κυρίως στην κοιλάδα του ποταμού Senne στις Βρυξέλλες.³⁶

Η ζύμωση γίνεται από την ισχυρότερη ζύμη που θα έχει επικρατήσει από όλα τα στελέχη που υπάρχουν στο περιβάλλον της ζύμωσης, όπως οι μύκητες *Brettanomyces bruxellensis* και *Brettanomyces lambicus*.^{33,35,37} Γι αυτόν τον λόγο έχουν πιο σύνθετη μικροχλωρίδα από τις υπόλοιπες μύρες που παράγονται με απλή μαγιά.¹¹ Η ζύμωση διαρκεί 1-3 χρόνια και ξεκινά αφού το γλεύκος ψυχθεί στην ανοιχτή δεξαμενή του ζυθοποιείου. Στην διάρκεια των 3 χρόνων υπάρχουν διαδοχικές ζυμώσεις από διαφορετικά είδη μυκήτων, όπως τα *Enterobacteriaceae*, ο *Saccharomyces cerevisiae* και ο *Brettanomyces lambicus*.³⁶

Ο χαρακτήρας των lambic είναι πιο 'άγριος' από των άλλων ειδών επειδή οι άγριες ζύμες αφήνουν υπολείμματα αζύμωντων σακχάρων. Επίσης, δεν έχουν ως βάση το κριθάρι, αλλά το σιτάρι. Έχουν ξηρή, όξινη γεύση, δεν έχουν ανθρακικό και απαλή γεύση λυκίσκου. Το αλκοόλ τους κυμαίνεται στο 3-8%.^{11,31,33}

Αφού ξεκινήσει η ζύμωση, γίνεται προσθήκη ολόκληρων φρούτων τα οποία δίνουν ξεχωριστή γεύση στο τελικό προϊόν. Για παράδειγμα η μύρα Framboise γίνεται με προσθήκη βατόμουρων και η Kriek με κεράσια.³⁵

Οι μύρες τύπου lambic χωρίζονται σε δύο επιμέρους είδη :

1. **Gueuze**: είναι φυσικής ζύμωσης lambic, αλλά παράγεται με την ανάμειξη μιας ωριμασμένης για 3 χρόνια lambic και μιας φρέσκιας lambic. Υφίσταται διπλή ζύμωση στην φιάλη μέχρι την ώρα του σερβιρίσματος. Έχει ελαφρώς ξινή γεύση και αλκοόλ 4-6%.^{7,31,33}
2. **Faro** : αποτελεί ανάμειξη μιας lambic με ζάχαρη ή καραμέλα και μπαχαρικά (π.χ. πιπέρι). Έχουν αλκοόλ 4-6%.^{7,31,33}

3.2. LIGHT ΜΠΥΡΕΣ

Οι ‘ελαφριές’ μπίρες ή light είναι οι μπίρες που έχουν λιγότερη περιεκτικότητα σε αλκοόλ.^{11,35} Συνήθως είναι απλές μπίρες τύπου lager ή pils. Σε αυτές τις μπίρες όλο το διαθέσιμο άμυλο έχει μετατραπεί σε αλκοόλ, το οποίο στην συνέχεια απομακρύνεται τεχνητά. Άλλος τρόπος παραγωγής light μπίρας είναι η χρήση ζυθογλεύκους με λιγότερη περιεκτικότητα σε διαθέσιμα σάκχαρα. Αποτέλεσμα αυτών των διαδικασιών είναι οι λιγότερες θερμίδες σε κάθε μερίδα μπίρας. Έχουν αλκοόλ 2,5-5%.^{11,31,35}

3.3. LOW ALCOHOL ΜΠΥΡΕΣ (NO-ALCOHOL)

Οι μπίρες χωρίς αλκοόλ ή με χαμηλό αλκοόλ είναι οι μπίρες που περιέχουν <1-2% αλκοόλ. Κατά την διαδικασία παραγωγής το αλκοόλ αφαιρείται τεχνητά με την μέθοδο της όσμωσης, περνώντας από μια διαπερατή μεμβράνη. Είναι, επίσης, πολύ ελαφριές στο σώμα τους και στο χρώμα τους.^{11,31}

3.4. ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΜΠΥΡΕΣ

Η ζυθοποιία στην Ελλάδα ήταν γνωστή από την αρχαιότητα αλλά δεν γνώρισε μεγάλη άνθηση λόγω των κλιματικών συνθηκών στην Ελλάδα και της επικράτησης της καλλιέργειας του κρασιού. Ωστόσο, οι Έλληνες πάντα κατανάλωναν μπίρα, ιδίως την καλοκαιρινή περίοδο, ή την επέλεγαν στην έξοδο τους. Τα τελευταία χρόνια η τέχνη της μπίρας έχει γνωρίσει μεγάλη άνθηση και ολοένα και περισσότερες ελληνικές ζυθοποιίες δημιουργούνται. Διάφορα είδη μπίρας παράγονται ολοκληρωτικά στον ελλαδικό χώρο και αρκετές εισάγονται από άλλες χώρες. Πλέον πολλές περιοχές παράγουν την δική τους μπίρα με αποτέλεσμα η ελληνική ζυθοποιία και ιδιαίτερα ο τομέας της μικροζυθοποιίας να γνωρίζει μεγάλη άνθηση.

Παρακάτω περιγράφονται οι πιο γνωστές ελληνικές μπίρες κατηγοριοποιημένες με βάση τον τύπο της μαγιάς που παρασκευάζονται.

3.4.1. ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΜΠΥΡΕΣ LAGER

- **ΑΛΦΑ**: ξανθιά ελαφριά μύρα από την Αθηναϊκή ζυθοποιία με αλκοόλ 5%.³⁸
- **ΑΜΣΤΕΛ**: ξανθιά μύρα, επίσης από την Αθηναϊκή ζυθοποιία, με αλκοόλ 5%.³⁹
- **ΒΕΡΓΙΝΑ** : παράγεται στην περιοχή της Κομοτηνής με την μέθοδο της κλασσικής ζύμωσης, έχει αλκοόλ 5% και χρυσόξανθο χρώμα. Άλλα προϊόντα της ζυθοποιίας είναι η Βεργίνα ΠΟΡΦΥΡΑ, η Βεργίνα Weiss και η Βεργίνα Red.¹⁹
- **ΒΙΟΣ 5** : αποτελεί καινοτομία στον χώρο της ζυθοποιίας παγκοσμίως και δημιουργήθηκε από την Αθηναϊκή ζυθοποιία. Είναι η μόνη μύρα που περιέχει 5 δημητριακά (κριθάρι, σιτάρι, σίκαλη, ρύζι, καλαμπόκι). Κάθε δημητριακό προσδίδει ένα μοναδικό χαρακτηριστικό στο τελικό προϊόν. Το κριθάρι λειτουργεί ως βάση, το σιτάρι προσδίδει πιο γλυκό χαρακτήρα, η σίκαλη δίνει πιο πικρή γεύση, το ρύζι και το καλαμπόκι προσδίδουν πιο εκλεπτυσμένη και ελαφριά γεύση. Όλα αυτά δίνουν μια μύρα με 5% αλκοόλ και με χρώμα σκούρο χρυσαφί.³
- **BLUE ISLAND**: παρασκευάζεται από την Ελληνική ζυθοποιία Αταλάντης. Είναι καλοκαιρινή και ξανθιά μύρα με 5% αλκοόλ.¹³
- **BRINK'S**: παράγεται στο Ρέθυμνο με βιολογική βύνη από την Γερμανία. Δεν υποβάλλεται σε παστερίωση και φιλτράρισμα και έχει αλκοόλ 4,8%.¹⁸
- **CORFU**: η Κερκυραϊκή ζυθοποιία για τον τύπο των lager παράγει την Ionian Gold με αλκοόλ 4,6%.⁴⁰
- **ZEOΣ** : παράγεται στην Αργολίδα. Η ZEOΣ Pilsner με αλκοόλ 5% , η ZEOΣ Mak (lager) με 5% και η ZEOΣ Black Mak τύπου Weiss με 5% είναι η σειρά των προϊόντων της ζυθοποιίας της Αργολίδος.⁴¹
- **ΘΕΣΣΑΛΙΚΗ ΖΗΤΑ, ΘΕΣΣΑΛΙΚΗ ΘΗΤΑ** : αποτελεί την τοπική μύρα της Θεσσαλίας, με αλκοόλ 5%.³²
- **MAGNUS**: είναι μύρα με καταγωγή από την Ρόδο, με αλκοόλ 4,9%. Η ζυθοποιία παράγει και την Magnus Weiss.⁴²
- **ΜΥΘΟΣ** : ίσως η πιο διάσημη ελληνική μύρα παγκοσμίως. Παράγεται στην Σίνδο της Θεσσαλονίκης, έχει αλκοόλ 5% και ελαφρύ χαρακτήρα.¹⁵
- **ΝΗΣΟΣ** : μύρα με καταγωγή την Τήνο και ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Η ΝΗΣΟΣ Pilsner έχει χρώμα βαθύ χρυσό, δεν υπόκειται σε παστερίωση, αλλά μόνο σε μικροφιλτράρισμα. Έχει αλκοόλ 5%. Άλλα προϊόντα της τηνιακής ζυθοποιίας είναι η All-day lager που είναι βιολογική και πικάντικη και η μύρα '7 μποφόρ' με μαύρη κορινθιακή σταφίδα και 7% αλκοόλ.⁴³

- **ΧΑΡΜΑ** : κρητική μύρα από τα Χανιά, αφιλτράριστη και απαστερίωτη. Έχει χρώμα ξανθό-κίτρινο και αλκοόλ 5,2%.⁴⁴
- **ΦΙΞ**: παράγεται στην Ολυμπιακή ζυθοποιία, με ελαφρύ χαρακτήρα, χρυσόξανθο χρώμα και 5% αλκοόλ.⁸

3.4.2. ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΜΠΥΡΕΣ PILSNER

- **CANAL DIVE**: κορινθιακής καταγωγής ελαφριά μύρα, χωρίς παστερίωση και φιλτράρισμα. Η ζυθοποιία παράγει, επίσης, την Canal Dive Brown Ale καστανού χρώματος και με γεύση ψημένης βύνης.⁴⁵
- **CORFU**: επίσης από την Κερκυραϊκή ζυθοποιία στον τύπο των pilsner υπάρχει η Royal Ionian Pilsner. Είναι ξανθιά με πλούσιο άρωμα του λυκίσκου και αλκοόλ 5%.⁴⁰
- **DELPHI**: παράγεται στην Χαλκίδα. Είναι ξανθιά διπλής ζύμωσης μύρα φυσικά θολή. Είναι λίγο πικρή με άρωμα ακακίας και πορτοκαλιάς και αλκοόλ 4,5%.⁴⁶
- **ΔΙΩΝΗ** : παράγεται από την πατραϊκή ζυθοποιία. Περιέχει 4 είδη βύνης και 3 είδη λυκίσκου, με αλκοόλ 5%.⁴⁷
- **ZHTA ‘Z’ premium pilsner** : παράγεται στην ζυθοποιία της Αταλάντης, έχει χρώμα καστανόξανθο και αλκοόλ 5,2%.¹³
- **KAISER** : παράγεται από την ζυθοποιία Μύθος στην Θεσσαλονίκη. Έχει αλκοόλ 5% και ελαφρύ χαρακτήρα.¹⁵
- **PILS HELLAS**: παράγεται στην ζυθοποιία Αταλάντης. Έχει αλκοόλ 4,5 % και ελαφρώς πικρό χαρακτήρα.¹³
- **SEPTEM MONDAY’S PILSNER**: από την ζυθοποιία Septem της Εύβοιας υπάρχει ο τύπος της pilsner με αλκοόλ 5% και χρυσοκίτρινο χρώμα.²⁰
- **VOLKAN BLONDE**: φρουτώδης και πιπεράτη μύρα από την ζυθοποιία της Σαντορίνης με αλκοόλ 5%. Έχει χαρακτήρα λυκίσκου, μελιού και πιπερόριζας.⁴⁸
- **VOREIA PILSNER**: παράγεται στις Σέρρες. Έχει αλκοόλ 5% και άρωμα λουλουδιών, εσπεριδοειδών και λυκίσκου.⁴⁹

3.4.3. ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΜΠΥΡΕΣ ALE

- **ALEXANDER THE GREAT:** παράγεται στην Ρόδο και είναι μύρα τύπου Scotch ale. Το χρώμα της είναι βαθύ κόκκινο-χάλκινο και έχει άρωμα καραμέλας. Το αλκοόλ της είναι 6%. Η ίδια ζυθοποιία παράγει και την Dark ale χρώματος σκούρου καφέ και αλκοόλ 5,3%.³²
- **ΆΛΗ I.P.A. :** παράγεται στην Θεσσαλονίκη με χρώμα κεχριμπαρένιο και αλκοόλ 5%.³²
- **ΑΡΓΩ golden ale :** παράγεται στον Βόλο και είναι τύπου Belgian ale. Το χρώμα της είναι χρυσό με άρωμα από γκρέιπφρουτ και αλκοόλ 5%.⁵⁰
- **CORFU CONTESSA IPA:** είναι προϊόν της κερκυραϊκής ζυθοποιίας με 6,2% αλκοόλ. Συγκεκριμένα ανήκει στις India Pale Ale (IPA). Έχει χρώμα πορτοκαλί σκούρο και είναι διπλής ζύμωσης.⁴⁰
- **CORFU DARK ALE BITTER:** της κερκυραϊκής ζυθοποιίας, με χρώμα καστανοκόκκινο και αλκοόλ 5%.⁴⁰
- **CORFU IONIAN EPOS:** προϊόν επίσης της κερκυραϊκής ζυθοποιίας αλλά με χρώμα καστανό σκούρο. Επίσης, διπλής ζύμωσης και προσθήκη μελιού άνθεων στην διαδικασία της παραγωγής της. Έχει αλκοόλ 7,5%.⁴⁰
- **CRAZY DONKEY:** παράγεται από την ζυθοποιία της Σαντορίνης. Είναι τύπου India Pale Ale (IPA) με αλκοόλ 5,8 - 6% και αυξημένη πικράδα από τον λυκίσκο. Άλλα προϊόντα της ίδια ζυθοποιίας είναι η Yellow donkey ξανθού χρώματος και αλκοόλ 5-5,2%.⁵¹
- **LYRA GOLDEN ALE:** παράγεται στον Κίσσαμο των Χανίων με αλκοόλ 5,8%.³²
- **MAREA BEER:** περιέχει βύνες από 5 δημητριακά, είναι αφιλτράριστη και απαστερίωτη. Έχει χρώμα χάλκινο και αλκοόλ 5,4%. Η καταγωγή της είναι από την Εύβοια.³²
- **MARY ROSE:** χρώματος κόκκινου και με αλκοόλ 4,5 %. Το όνομα της οφείλεται στο ομώνυμο θρυλικό πλοίο του βασιλικού στόλου της Αγγλίας. Παρασκευάζεται από την ζυθοποιία Septem και έχει αποσπάσει σημαντικές διακρίσεις.³²
- **ODYSSEY RED RAPSODY:** μύρα κόκκινου χρώματος με αλκοόλ 7% από την ζυθοποιία της Αταλάντης.³²
- **PIKRI IPA:** μύρα τύπου India Pale Ale με χρώμα του μελιού, χωρίς παστερίωση και φιλτράρισμα, με αλκοόλ 5,7% και άρωμα εσπεριδοειδών. Παράγεται στην Εύβοια.³²

- **SEPTEM:** η μικροζυθοποιία Septem εδρεύει στην Εύβοια και έχει μια σειρά από μπίρες τύπου ale με ξεχωριστά χαρακτηριστικά το καθένα.²⁰
 - Septem 8η μέρα IPA: είναι τύπου India Pale Ale χρώματος χάλκινου, με αλκοόλ 7% και έντονο το άρωμα του λυκίσκου και του ροδάκινου.
 - Septem Friday's Pale ale: έχει χρώμα ξανθοκόκκινο, αλκοόλ 4,7% και άρωμα εσπεριδοειδών.
 - Septem Lava: είναι τύπου Imperial I.P.A. με αλκοόλ 9%. Έχει πορτοκαλί χρώμα και άρωμα βοτάνων.
 - Septem Sunday's honey golden ale: με αλκοόλ 6,5% και χρυσαφί ξανθό χρώμα. Έχει μέλι άνθεων και αρώματα πορτοκαλιού και ροδάκινου.
 - Septem Thursday's red ale: έχει κόκκινο χρώμα και αλκοόλ 5%. Τα αρώματα της θυμίζουν καραμέλα και ξηρούς καρπούς.
 - Septem A.C.E.: η ονομασία της προέρχεται από τις 3 ποικιλίες λυκίσκου που περιέχει σε μορφή ολόκληρων άνθεων (Amarillo, Centennial, Eldorado). Έχει αυξημένο αλκοόλ που αγγίζει το 8,20% και αυξημένη πικράδα.
- **ΣΟΛΟ CRAFT ΜΠΥΡΑ:** κρητική ζυθοποιία με έδρα το Ηράκλειο. Παράγει 7 διαφορετικούς τύπους μπίρας.⁵² Στην κατηγορία των ale ανήκουν οι
 - Σόλο Αμερικάνα pale ale : με αλκοόλ 6% και ποικιλίες αμερικάνικων λυκίσκων.
 - Σόλο Ψακί India Pale Ale : με αλκοόλ 7,5% και δυνατό χαρακτήρα λυκίσκου.
 - Σόλο Φουριάρης Imperial I.P.A. : με αλκοόλ 10% και πιο ισχυρά χαρακτηριστικά από την I.P.A.
- **VOREIA I.P.A.:** έχει κεχριμπαρένιο χρώμα και αλκοόλ 7%. Τα αρώματα της οφείλονται στην ποικιλία αμερικάνικου λυκίσκου, του γκρέιπφρουτ και της καραμέλας.⁴⁹
- **ΧΙΟΣ ΦΡΕΣΚΙΑ ΜΠΥΡΑ:** παράγεται στο νησί της Χίου. Έχει χρώμα ξανθοκίτρινο, αλκοόλ 4,9% και φρουτώδες άρωμα.⁵³
- **7 ΜΠΙΟΦΩΡ :** παράγεται από την τηνιακή ζυθοποιία ΝΗΣΟΣ. Είναι ξεχωριστή μπίρα σκούρου χρώματος με αλκοόλ 7%. Μοναδικό της χαρακτηριστικό αποτελεί η μαύρη κορινθιακή σταφίδα που περιέχει.⁴³

3.4.4. ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΜΠΥΡΕΣ WEISS

- **ΑΛΦΑ WEISS:** από την Αθηναϊκή Ζυθοποιία, με αλκοόλ 5% και χρώμα σκούρο ξανθό.³⁸
- **BERGINA WEISS:** με χρώμα πορτοκαλί και αλκοόλ 5%, παρασκευάζεται στην Κομοτηνή.¹⁹
- **CORFU AMOROSA WEISS:** από την Κερκυραϊκή ζυθοποιία, με διπλή ζύμωση. Έχει άρωμα μπανάνας και αλκοόλ 5,6%.⁴⁰
- **FIX ROYALE:** παράγεται από την Ολυμπιακή ζυθοποιία στην Εύβοια. Έχει άρωμα μπανάνας, δημητριακών και ανθέων, και αλκοόλ 5%.⁸
- **MAGNUS MAGISTER WEISS:** παράγεται στην Ρόδο, έχει πορτοκαλί χρώμα και αλκοόλ 5%.⁴²
- **ODYSSEY WHITE RAPSODY:** θολή ξανθιά μύρα με άρωμα πορτοκαλιού, αλκοόλ 5% από την ζυθοποιία της Αταλάντης.³²
- **ΣΤΕΡΓΙΟΥ 'ΕΛΑΙΑ'** : από την ζυθοποιία της Βάρης στην Αττική. Περιέχει φύλλα ελιάς και αλκοόλ 4,7%.³²
- **ΣΤΕΡΓΙΟΥ ΣΤΑΡΕΝΙΑ** : από την ίδια ζυθοποιία της Βάρης, με αλκοόλ 5,2%, χωρίς παστερίωση και φιλτράρισμα.³²
- **VOLKAN GREY:** μύρα από την Σαντορίνη με αρώματα κίτρου, μελιού και περγαμόντου. Έχει αλκοόλ 5%.⁴⁸
- **VOLKAN WHITE:** επίσης από την ζυθοποιία της Σαντορίνης, με αλκοόλ 4% και χαρακτήρα μελιού και κίτρου.⁴⁸
- **VOREIA WIT:** από την ζυθοποιία των Σερρών, με αλκοόλ 7% και αρώματα κόλιανδρου και πορτοκαλιού.⁴⁹

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΠΥΡΑΣ

Η μύρα είναι ένα αλκοολούχο ποτό που παρέχει σημαντικές ποσότητες θρεπτικών συστατικών, τα οποία προσφέρουν ενέργεια και ευεργετικά οφέλη στην υγεία του ανθρώπου.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες δίνουν στην μύρα 4 βασικές ιδιότητες : αγνή, υγιεινή, πολύτιμη και ευεργετική. Η μύρα είναι αγνό ποτό επειδή προτιμούνται φυσικά συστατικά και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί είναι πολύ μειωμένοι. Είναι υγιεινή λόγω της ποικιλίας και της ισορροπίας των συστατικών και είναι πολύτιμη λόγω της παρουσίας πολλών αξιόλογων θρεπτικών συστατικών.¹⁶

Τα βασικά της συστατικά είναι το νερό, το κριθάρι, ο λυκίσκος και η μαγιά. Και τα τέσσερα υπάρχουν σε τόση αναλογία ώστε να οδηγήσουν σε συγκεκριμένο τύπο μύρας με βάση την συνταγή της εκάστοτε ζυθοποιίας. Η ύπαρξη και των τεσσάρων συστατικών έχει καθοριστεί με τον νόμο της αγνότητας που δημιουργήθηκε για τις γερμανικές ζυθοποιίες το 1516 και απαγόρευε την προσθήκη άλλων συστατικών, με εξαίρεση την μαγιά που δεν ήταν γνωστή τότε, για να διατηρηθεί αναλλοίωτη η ταυτότητα της μύρας. Σήμερα, τηρείται ακόμα ο νόμος αλλά συχνά γίνονται τροποποιήσεις οι οποίες οδηγούν σε νέα προϊόντα ή σε βελτίωση των παλιών.²

Η διαδικασία της ζυθοποιίας απαιτεί συγκεκριμένη σειρά προσθήκης των συστατικών. Το πρώτο υλικό που επεξεργάζεται είναι το νερό, στην συνέχεια το κριθάρι με την διαδικασία της βυνοποίησης, ακολουθεί η προσθήκη του λυκίσκου και τέλος η ζύμωση με την προσθήκη της μαγιάς.

4.1 ΝΕΡΟ

Η μύρα αποτελείται από 90-94% νερό, άρα είναι σημαντικό στοιχείο της ποιότητας και του είδους της μύρας. Υπάρχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που πρέπει να πληρούνται για να ονομαστεί το απλό νερό της βρύσης ως ‘νερό ζυθοποίησης’ (brewing water).¹⁶ Το νερό που θα έρθει σε επαφή με το κριθάρι πρέπει να είναι πόσιμο, αγνό,

απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς και με συγκεκριμένες νομικά κατοχυρωμένες απαιτήσεις που εξασφαλίζουν την άριστη χημική και μικροβιολογική ποιότητα του.^{11,16} Ως νερό ζυθοποίησης ονομάζεται το νερό που θα προστεθεί στο γλεύκος (πολτοποιημένο κριθάρι), αλλά και το νερό που χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό των δεξαμενών και για τον ατμό στις δεξαμενές βρασμού.¹¹ Για κάθε λίτρο μύρας που θα παραχθεί, χρησιμοποιούνται περίπου 5 λίτρα νερού.¹⁶

Το χημικό προφίλ του νερού είναι ιδιαίτερα σημαντικό γιατί επηρεάζει το άρωμα και την γεύση της μύρας και αποτελεί στοιχείο διαφοροποίησης για κάθε μύρα. Γι αυτούς τους λόγους πρέπει να πληρεί τις απαιτήσεις του ζυθοποιού. Για να αποκτήσει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά μπορεί να υποστεί μείωση στο pH, ρύθμιση στα μεταλλικά άλατα, αποχλωρίωση και αποστείρωση.¹⁵

Το νερό περιέχει κυρίως μεταλλικά στοιχεία, όπως ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο, νάτριο, χλώριο, θειικά, δικαρβονικά και νιτρικά ιόντα. Το καθένα από αυτά έχει συγκεκριμένο ρόλο στο γευστικό προφίλ της μύρας και συγκεκριμένο εύρος τιμών για την βέλτιστη απόδοση των ιδιοτήτων τους.¹⁶ Πιο αναλυτικά :

- ΑΣΒΕΣΤΙΟ (Ca^{2+}) : 80-100mg/lit. Τα ιόντα ασβεστίου επηρεάζουν τον βαθμό γλυκύτητας του γλεύκους. Κύριο χαρακτηριστικό του είναι ότι αντιδρά με τα φωσφορικά ιόντα της βύνης κριθαριού, με αποτέλεσμα να μειώνεται η οξύτητα του γλεύκους (pH). Έτσι, δημιουργείται ένα ιδανικό περιβάλλον για την δράση των α- και β-αμυλασών, ενώ ταυτόχρονα μειώνονται τα ανεπιθύμητα παραπροϊόντα, όπως οι τανίνες. Επίσης, το ασβέστιο συνεισφέρει στην επαρκή κροκίδωση της μαγιάς ώστε να απομακρυνθεί πιο εύκολα στο τέλος της ζύμωσης. Τέλος, το ασβέστιο ενισχύει την σταθερότητα και την γεύση της μύρας.
- ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ (CO_3^{2+}), ΔΙΚΑΡΒΟΝΙΚΑ ΙΟΝΤΑ (HCO_3^{1-}) : <50 mg/lit. Είναι ανεπιθύμητα συστατικά του νερού γιατί αυξάνουν το pH, με αποτέλεσμα να μειώνεται το ποσό των ζυμούμενων σακχάρων στο γλεύκος και η απόδοση του φιλτραρίσματος.
- ΜΑΓΝΗΣΙΟ (Mg^{2+}) : 10-30 mg/lit. Έχει σημαντικό ρόλο για τον μεταβολισμό της μαγιάς, ενισχύοντας την ανάπτυξη της.
- ΝΑΤΡΙΟ (Na^+) : 70-150 mg/lit. Επηρεάζει την γλυκύτητα του γλεύκους μέσω της ενίσχυσης της γλυκύτητας την βύνης.
- ΚΑΛΙΟ (K^+) : <10 mg/lit. Έχει σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό της μαγιάς, όπως το μαγνήσιο.

- ΘΕΙΪΚΑ (SO₄²⁻) : ασκούν θετική επίδραση στην διάσπαση του αμύλου και των πρωτεϊνών.
- ΧΛΩΡΙΟ (Cl⁻) : <500 mg/l. Τονίζει την γλυκύτητα και την αίσθηση της ‘πληρότητας’ (mouthfeel).

Η πιο σημαντική επεξεργασία του νερού είναι η προσθήκη ή η αφαίρεση μεταλλικών στοιχείων. Ο σκοπός αυτής της επεξεργασίας είναι να οδηγήσει στην επιθυμητή γεύση ανάλογη με τον τύπο της μύρας που πρέπει να παραχθεί. Τα μεταλλικά στοιχεία έχουν τόσο σημαντικό ρόλο, ώστε να μπορούν να δίνουν ξεχωριστή γεύση και να οδηγούν σε μοναδικούς τύπους μύρας. Οι πιο διάσημες περιοχές για το νερό ζυθοποιίας τους είναι Μόναχο (Munich) της Γερμανίας, το Burton-on-Trent στην Αγγλία, το Plzen ή Pilsen στην Τσεχία και το Dortmund στην Γερμανία.¹⁶

4.2 ΚΡΙΘΑΡΙ

Το κριθάρι ή κριθή είναι η βασική πηγή πρώτης ύλης για την μύρα. Σχεδόν όλα τα χαρακτηριστικά της μύρας προέρχονται και επηρεάζονται από το είδος και την ποσότητα του κριθαριού. Το κριθάρι που προορίζεται για την βυνοποίηση και την ζυθοποιία ανήκει σε ειδικές κατηγορίες με μεγάλο ποσό ζυμώσιμου υλικού με την μορφή αποθηκευμένου αμύλου, ώστε να υπάρχει αυξημένη απόδοση στην ζύμωση.¹¹

Λόγω της μεγάλης σπουδαιότητας του, και το κριθάρι πρέπει να πληρεί συγκεκριμένες προδιαγραφές για να εισαχθεί στην αλυσίδα παραγωγής της μύρας. Ο έλεγχος του ξεκινά από τον αγρό, όπου πρέπει να καλλιεργηθεί χωρίς μεγάλη ποσότητα λιπασμάτων από τους αγρότες. Τα λιπάσματα στο κριθάρι χρησιμοποιούνται κυρίως για να μειώσουν τον κίνδυνο των μολύνσεων επειδή το κριθάρι είναι ιδιαίτερα ευπαθές σε μικροβιακές αλλοιώσεις. Όμως σε αλόγιστη ή μεγάλη ποσότητα το λίπασμα αυξάνει το ποσό των πρωτεϊνών και έτσι μειώνονται οι υδατάνθρακες (άμυλο). Γι αυτόν τον λόγο τηρούνται αυστηρά μέτρα από τους ζυθοποιούς για το επίπεδο ουσιών των φυτοφαρμάκων.¹¹

Την σημερινή εποχή η πρόοδος της τεχνολογίας στον τομέα της ζυθοποιίας είναι τόσο μεγάλη, ώστε να εξαλείφονται οι πιθανές λοιμώξεις με την τήρηση των κανόνων υγιεινής και με αυστηρούς ελέγχους υγρασίας και θερμοκρασίας σε όλα τα στάδια της παραγωγής.¹¹

Το καλλιεργημένο κριθάρι ανήκει στο είδος *Hordeum vulgare* της οικογένειας Gramineae (αγρωστωδών). Η ποικιλία που χρησιμοποιείται στην ζυθοποιία είναι το τετράστοιχο κριθάρι. Είναι η μοναδική πηγή υδατανθράκων, πρωτεϊνών, λίπους και πολυφαινόλων που προσλαμβάνονται από την μύρα, εκτός από τον λυκίσκο.¹⁶



Εσωτερικό καρπού κριθαριού. (Π. Ταταρίδης)



Καρποί κριθαριού.

Η σύσταση του κριθαριού σύμφωνα με τον Bamforth (2004) φαίνεται να είναι ¹¹ :

- Υδατάνθρακες : 78-83% του τελικού ξηρού βάρους.
 - Άμυλο : 63-65% από το ποσοστό των υδατανθράκων.
 - Σουκρόζη : 1-2%
 - Άλλα σάκχαρα : 1%.
 - Υδατοδιαλυτοί πολυσακχαρίτες : 1-1,5 %.
 - Διαλυτοί σε αλκάλια πολυσακχαρίτες : 8-10%.
 - Κυτταρίνη : 4-5%.
- Λίπος : 2-3%.
- Πρωτεΐνες : 10-12%.
 - Αλβουμίνη, γλοβουλίνες : 3,5%.
 - Χορδεΐνες : 3-4%.
 - Γλουτελίνες : 3-4%.
 - Νουκλεϊκά οξέα : 0,2-0,3 %.
 - Μεταλλικά στοιχεία : 2 %.
 - Άλλα στοιχεία : 5-6%.

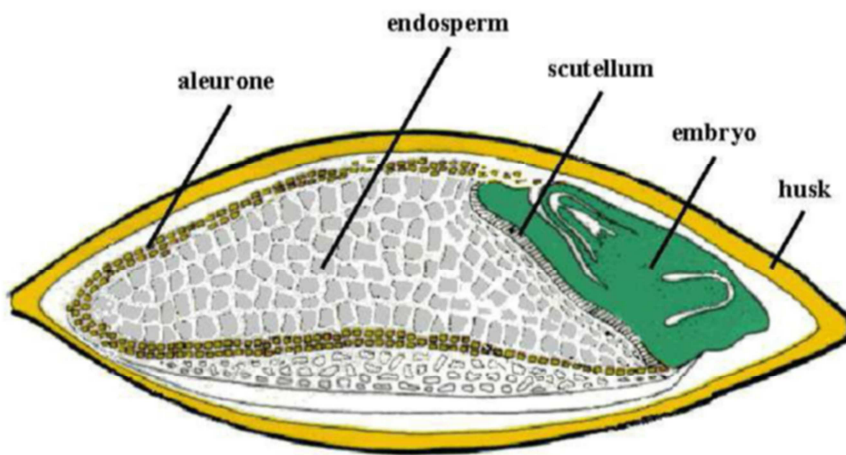
Η σύσταση αυτή υπάρχει στο κριθάρι που προορίζεται για την βυνοποίηση. Στην μύρα δεν υπάρχει ανεπεξέργαστο κριθάρι, αλλά χρησιμοποιείται ως βύνη κριθαριού. Η βύνη είναι το φυτρωμένο και ξηρό κριθάρι, το οποίο έχει ‘ψηθεί’ και έχει διαφορετική χημική σύσταση. Η βύνη αποτελείται κυρίως από 60-65% άμυλο, 7-10% άλλους υδατάνθρακες και 9-12% από πρωτεΐνες.¹⁵

4.2.1. ΔΟΜΗ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ

Το κριθάρι αποτελείται κυρίως από το ενδοσπέρμιο, το στρώμα αλευρόνης, το έμβρυο και το κέλυφος, όπως φαίνεται στην εικόνα 1. Το εσωτερικό μέρος του καρπού αποτελείται από το έμβρυο και το ενδοσπέρμιο. Το έμβρυο αποτελεί τον πυρήνα του καρπού όπου θα σχηματίσει το νέο φυτό, όταν καλλιεργηθεί, ενώ το ενδοσπέρμιο είναι το υπόλοιπο μέρος το εμβρύου και είναι η πηγή τροφής του.¹⁷

Ο καρπός αποτελείται από άμυλο, κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και β-γλυκάνες. Στο ενδοσπέρμιο κυριαρχεί το άμυλο και οι β-γλυκάνες, ενώ στο κάλυμμα και στις μεμβράνες του φλοιού βρίσκονται η κυτταρίνη με την ημικυτταρίνη.¹⁶

Το άμυλο αποτελείται κατά 75% από αμυλοπηκτίνη και κατά 25% από αμυλόζη. Τα δύο αυτά δομικά μόρια αποτελούνται από ευθεία και διακλαδισμένα μόρια γλυκόζης. Η αμυλοπηκτίνη περιέχει δεσμούς α-1,4 σε ευθείες αλυσίδες και δεσμούς α-1,6 στις διακλαδώσεις. Αντίθετα, η αμυλόζη είναι πιο απλό δομικά μόριο με δεσμούς μόνο α-1,4 και αποτελείται από 2.000-5.000 ενωμένες μονάδες γλυκόζης.^{16,17,24,25,53}



Εικόνα 4.1 : Καρπός κριθαριού, πηγή : 7^ο Ευρωπαϊκό συμπόσιο μύρας και υγείας, 2014

4.2.2. ΜΗ ΑΜΥΛΟΥΧΟΙ ΠΟΛΥΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ

Οι κυριότεροι μη-αμυλούχοι πολυσακχαρίτες του κριθαριού είναι οι β-γλυκάνες και οι αραβινοξυλάνες, οι οποίοι δεν αφομοιώνονται από τον οργανισμό και λειτουργούν ως διαιτητικές ίνες στην διατροφή. Αυτοί οι πολυσακχαρίτες δεν υδρολύονται από τα αμυλολυτικά ένζυμα και αν δεν μετατραπούν επαρκώς δρουν αρνητικά στην διαδικασία ζυθοποίησης (μειωμένο φιλτράρισμα, θόλωμα μπίρας).⁵³

Ο φλοιός αποτελείται κυρίως από την κυτταρίνη. Η κυτταρίνη είναι ακατέργαστη ίνα με δεσμούς β-1,4 και λειτουργεί ως φίλτρο στην βυνοποίηση για να διαχωρίσει τους αδιάλυτους καρπούς από το εκχύλισμα του κριθαριού.^{16,25}

Στις μεμβράνες του φλοιού υπάρχουν οι ημικυτταρίνες. Το κύριο συστατικό τους είναι οι αραβινοξυλάνες. Οι αραβινοξυλάνες είναι γραμμικής δομής σάκχαρο με δεσμούς β-1,4, το οποίο παραμένει μετά την διαδικασία της βυνοποίησης. Ο σκελετός της αποτελείται από β-D-xylopyranosyl και άλλους μονοσακχαρίτες συνδεδεμένους με φερουλικό οξύ με δεσμούς β-1,2 και β-1,4.^{25,54,55}

Σημαντικό συστατικό του κυτταρικού τοιχώματος του ενδοσπερμίου είναι οι β-γλυκάνες. Οι β-γλυκάνες είναι γραμμικό πολυμερές γλυκόζης με δεσμούς β-1,3 και β-1,4. Ο ρυθμός διάσπασης τους εξαρτάται από την ποσότητα των ενζύμων (β-γλυκανάσες) και το ποσοστό υγρασίας του καρπού.²⁵

Οι β-γλυκάνες και η αραβινοξυλάνη συνθέτουν μεγάλο μέρος του κυτταρικού τοιχώματος του καρπού. Στο τοίχωμα φαίνεται να υπάρχει ένα στρώμα ξυλόζης, το οποίο μερικώς καλύπτει την β-γλυκάνη, ενώ ταυτόχρονα οι μονάδες ξυλόζης βρίσκονται συνδεδεμένες με μόρια φερουλικού οξέος. Το τοίχωμα είναι διαπερατό από τα ειδικά ένζυμα και τα προϊόντα διάσπασης τους είναι μικρότεροι ολιγοσακχαρίτες και φερουλικό οξύ που θα υπάρχουν διαλυμένα στο γλεύκος.⁵⁵

4.2.3. ΑΛΛΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ

Το κριθάρι είναι πλούσια πηγή θρεπτικών συστατικών. Τα περισσότερα θρεπτικά στοιχεία βρίσκονται στο έμβρυο και στο στρώμα της αλευρόνης, όπως το πυρίτιο, το κάλιο, ο φώσφορος, οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β και ελάχιστα λιπίδια. Το κέλυφος του καρπού είναι πλούσιο σε αντιοξειδωτικά στοιχεία, όπως οι πολυφαινόλες.^{16,56} Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά επηρεάζουν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της μπίρας (χρώμα, γεύση). Τα λιπίδια και οι πολυφαινόλες επηρεάζουν σημαντικά τον σχηματισμό και την σταθερότητα του αφρού.¹⁶

4.2.4. ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ

Από το ενδοσπέρμιο του κριθαριού προέρχεται και η πρωτεΐνη που υπάρχει στην μύρα, αλλά σε μικρότερη ποσότητα. Σύμφωνα με την Sascha Wunderlich και τον Werner Back, η ποσότητα των πρωτεϊνών του κριθαριού κυμαίνεται στο 8-13,5%.¹⁶ Οι πρωτεΐνες είναι κυρίως αποθηκευτικής μορφής, όπως οι χορδεΐνες, αλλά υπάρχουν και αλβουμίνες και γλοβουλίνες. Η δράση τους περιορίζεται στην συμμετοχή τους στον σχηματισμό του αφρού, στην διαμόρφωση του χρώματος της βύνης και της γεύσης.^{16,57} Η ποσότητα πρωτεϊνών που θα καταλήξει στην μύρα είναι περίπου 0,3-1 gr/lit στις απλούστερες μορφές της (νουκλεϊκά οξέα, αμινοξέα, πεπτίδια, αμίνες). Το μεγαλύτερο μέρος των πρωτεϊνών χρησιμοποιείται ως τροφή για την μαγιά.^{56,57}

4.3. ΕΙΔΗ ΒΥΝΗΣ

Για κάθε τύπο μύρας χρησιμοποιείται ένα συγκεκριμένο είδος βύνης ή τις περισσότερες φορές συνδυασμός πολλών ειδών για να αποδοθεί πλουσιότερο χρώμα στην τελική μύρα. Ο πιο γνωστός τόπος προέλευσης είναι το Βέλγιο, αλλά και στην Ελλάδα καλλιεργούνται κάποια είδη βύνης. Τα κυριότερα είδη που χρησιμοποιούνται είναι ⁵⁸:

- Βύνη Pilsen : είναι η πιο ανοιχτόχρωμη βύνη. Χρησιμοποιείται για τις μύρες τύπου Pilsen.
- Βύνη Βιέννης : πρόκειται για μια από τις βασικές βύνες που χρησιμοποιείται για τις μύρες lager. Αποδίδει πλουσιότερο χρώμα και άρωμα από τις Pilsen με μυρωδιές καραμέλας και βουτύρου.
- Βύνη Pale Ale : είναι βασική ανοιχτόχρωμη βύνη που χρησιμοποιείται για τις ale μύρες και αποδίδει βαθύ χρυσαφί χρώμα.
- Βύνη Μονάχου : είναι εξειδικευμένη βύνη τύπου Μονάχου και χρησιμοποιείται για τις μύρες τύπου bock ή για ανοιχτόχρωμες και κόκκινες ale.
- Βύνη Crystal : πρόκειται για αρωματική βύνη που προσδίδει χρώμα καραμέλας και χρησιμοποιείται σε μύρες lager, ale και bock.
- Βύνη μαύρη : είναι η βύνη που 'ψήνεται' στους 230°C για να δώσει σκούρο χρώμα και αίσθηση καμένου ή καπνισμένου. Χρησιμοποιείται για τις μύρες τύπου stout ή porter.

Άλλες γνωστές ποικιλίες που χρησιμοποιούνται σε ειδικούς τύπους μύρας είναι η καπνιστή βύνη, η βύνη βιολογικής καλλιέργειας, η σιταρένια και η βύνη Αβαείου.



Χρώματα βασικών ειδών βύνης. (Π.Ταταρίδης)

4.4. ΛΥΚΙΣΚΟΣ

Ο λυκίσκος ή ‘*humulus lupulus*’ ή ‘ζυθοβότανο’ είναι πολυετές ποώδες αναρριχητικό φυτό που ανήκει στην οικογένεια των κανναβινοειδών (*cannabiniceae*).^{2,16,30} Το μέγεθος του μπορεί να φτάσει και τα 7 μέτρα. Αυτό το φυτό μπορεί να καλλιεργηθεί μόνο σε ψυχρά κλίματα, ενώ στην Ελλάδα γίνεται προσπάθεια καλλιέργειας τα τελευταία χρόνια.³⁰ Οι κύριες περιοχές καλλιέργειας του είναι η Γερμανία, οι ΗΠΑ, η Τσεχία και η Αγγλία.¹⁵

Υπάρχουν διάφορες καλλιέργειες λυκίσκου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μύρα. Η επιλογή του είδους εξαρτάται από την ένταση της πικράδας και το άρωμα που πρέπει να αποδοθεί στον κάθε τύπο μύρας. Επίσης, οι τύποι διαφέρουν στην ποσότητα των α-οξέων που περιέχουν. Οι κυριότερες καλλιέργειες είναι ¹²:

- Η ποικιλία Saaz που παράγεται στην Τσεχία. Έχει ήπιο πικάντικο άρωμα και ήπια γεύση. Οι κυριότερες μύρες που χρησιμοποιείται είναι οι κλασσικές Pilsner.
- Η ποικιλία Cascade που χρησιμοποιείται κυρίως στις ΗΠΑ για τις μύρες τύπου American Pale Ale.

Ο κυριότερος διαχωρισμός που υπάρχει στις κατηγορίες είναι ανάλογα τον σκοπό της χρήσης του. Ο λυκίσκος μπορεί να ανήκει στην κατηγορία των αρωματικών ποικιλιών, όπως η Fuggle και η Saaz, στην κατηγορία των πικρικών ποικιλιών (αυξημένη ένταση πικράδας που προσδίδουν), όπως η Magnum, ή στην κατηγορία διπλής χρήσης αρώματος

και πικράδας, όπως η Cascade.³⁵ Σύμφωνα με την ελληνική κατηγοριοποίηση ο λυκίσκος που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη είναι αρωματικών ποικιλιών, ενώ στις ΗΠΑ χρησιμοποιούνται ποικιλίες πικράδας.¹⁵

Ο λυκίσκος προστίθεται στο στάδιο του βρασμού του γλυκού γλεύκος ('wort'). Από την στιγμή που θα προστεθεί, η μύρα αποκτά την χαρακτηριστική γεύση και οσμή της και γίνεται 'πικρό γλεύκος'. Η προσθήκη του γίνεται συνήθως στο τέλος του βρασμού, αλλά μπορεί να προστεθεί επιπλέον ποσότητα και 1-2 ημέρες πριν την συσκευασία.¹² Ο χρόνος που θα παραμείνει ο λυκίσκος στο γλεύκος είναι ανάλογος με την ένταση της πικράδας που απαιτείται στον κάθε τύπο μύρας.

Υπάρχουν τρεις μορφές που κυκλοφορούν τα σκευάσματα λυκίσκου στις ζυθοποιίες. Χρησιμοποιούνται είτε με την μορφή κώνων (cones), είτε με την μορφή σφαιριδίων (pellets) είτε ως βύσματα (plugs).³⁵ Η κυριότερη μορφή που χρησιμοποιείται σήμερα είναι με τα pellets ή σε μορφή εκχυλίσματος.¹¹



Ανθη λυκίσκου.

4.4.1. ΧΡΗΣΕΙΣ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

Οι χρήσεις του λυκίσκου είναι πολλές, αποδίδοντας ευεργετικά οφέλη στην υγεία αλλά και ιδιότητες που αφορούν την διαδικασία ζυθοποιίας. Αρχικά, με την προσθήκη του λυκίσκου απομακρύνονται οι πρωτεΐνες από το γλεύκος με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα διαυγές υγρό. Επιπλέον, ο λυκίσκος δρα ως φυσικό συντηρητικό και αυξάνει την διάρκεια ζωής της μύρας. Σπουδαίο ρόλο έχει, επίσης, στον σχηματισμό του αφρού.⁶

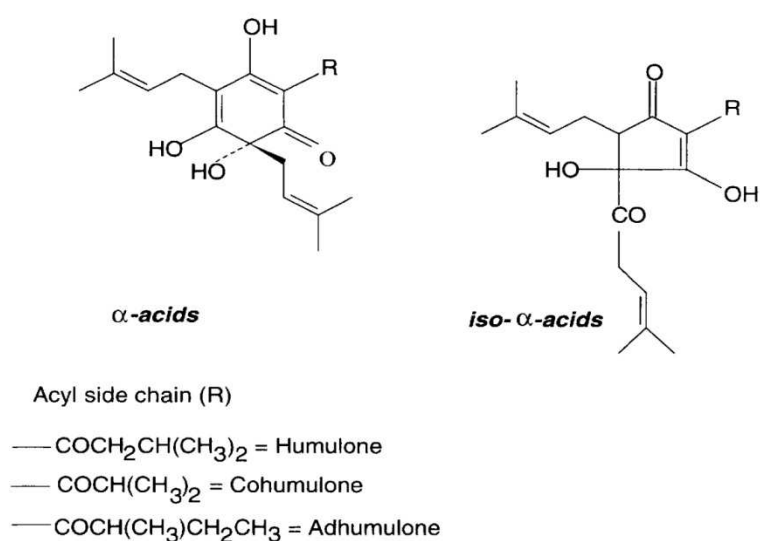
Λειτουργεί ως αντιβακτηριδιακός και αντιοξειδωτικός παράγοντας, προστατεύοντας την μύρα από πιθανές μικροβιακές μολύνσεις και από την πρόωρη οξείδωση της.¹⁵

4.4.2. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

Ο λυκίσκος αποτελείται από 2 βασικά συστατικά τα οποία προσφέρουν τις ιδιότητες τους στην μπύρα, τις ρητίνες και τα αιθέρια έλαια.¹¹ Οι ρητίνες αποτελούνται από α- και β-οξέα, τα οποία ονομάζονται διαφορετικά χουμουλόνες και λουπουλόνες αντιστοίχως. Από αυτά τα δύο οξέα προκύπτει η λατινική ονομασία του λυκίσκου 'humulus lupulus'.^{30,56}

Τα α-οξέα είναι οι ρητίνες που βρίσκονται στους θηλυκούς κώνους του λυκίσκου. Κατά τον βρασμό του γλεύκου ισομερίζονται σε iso-a-acids (ισο-α-οξέα), τα οποία προσδίδουν την χαρακτηριστική πικράδα του λυκίσκου και την δράση του ως φυσικό συντηρητικό.^{15,37}

Τα α-οξέα, σύμφωνα με τον Baxter, δρουν ως βακτηριοκτόνα στα Gram+ βακτήρια, όπως οι παθογόνοι μικροοργανισμοί listeria και clostridium.⁶¹ Αντίθετα, τα β-οξέα χαρίζουν την μοναδική γεύση της μπύρας και σταθερότητα στο σώμα της σε συνεργασία με τις τανίνες που περιέχει ο λυκίσκος.³⁰



Σχήμα 4.2. Χημικές δομές α-οξέων λυκίσκου.

Τα αιθέρια έλαια του λυκίσκου αποτελούνται από πάνω από 300 αρωματικές ενώσεις, ενώ σύμφωνα με τον Bamforth (2004) η σύσταση του λυκίσκου είναι ¹¹ :

- Ρητίνες : 17%
- Αιθέρια έλαια : 0,6%
- Τανίνες : 4,5%
- Μονοσακχαρίτες : 2,5%

- Πηκτίνες : 2,5%
- Αμινοξέα : <0,2%
- Πρωτεΐνες : 17%
- Λιπίδια : 3,5%

4.4.3. ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΙΚΡΑΔΑΣ ΜΠΥΡΑΣ (IBU)

Ο κάθε τύπος μύρας χαρακτηρίζεται από ένα συγκεκριμένο αριθμό, ο οποίος ορίζει το ποσό της πικράδας της. Ο αριθμός αυτός είναι το μέγεθος που ονομάζεται International Bitterness Unit (διεθνής μονάδα πικράδας) ή IBU. Το μέγεθος αυτό μετρά μόνο το ποσό των α-οξέων καθώς μόνο εκείνα έχουν την ιδιότητα της πικράδας. Έτσι, δημιουργείται η αναλογία 1 IBU = 1 mgr ισομερισμένων α-οξέων / λίτρο μύρας. Για τις ελαφριές μύρες είναι οι μονάδες είναι 10-20 IBU, ενώ για τις σκουρότερες (dark, stout) είναι 50 IBU.¹²

4.4.4. ΔΡΑΣΕΙΣ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

Υπάρχει πληθώρα ερευνών που αναδεικνύουν την ιδιότητα του λυκίσκου ως ηρεμιστικό ή αγχολυτικό. Οι Franco et al. (2012) έχουν αναλύσει τους μηχανισμούς δράσης του.^{59,165}

1. Τα β-οξέα του λυκίσκου αυξάνουν την δραστηριότητα των νευρομεταφορέων του GABA (γ-αμινο-βουτυρικό οξύ) μέσω της διαμόρφωσης των υποδοχέων του οξέος.
2. Ο λυκίσκος μπορεί να επηρεάσει την σεροτονίνη, τον νευρομεταφορέα που εμπλέκεται στην διαμόρφωση του νυχτερινού ύπνου. Η σεροτονίνη με την σειρά της ενεργοποιεί και την ορμόνη μελατονίνη που ρυθμίζει τον καρδιακό ρυθμό.
3. Επίσης, επηρεάζει τους υποδοχείς αδενosίνης που εμπλέκεται στην ποιότητα του ύπνου.

Με αυτούς τους μηχανισμούς ο λυκίσκος τονώνει το κεντρικό νευρικό σύστημα ενώ αποτελεί πιθανό τρόπο μείωσης του άγχους και βελτίωσης του ύπνου.^{30,59,60}

Στην μελέτη των ίδιων ερευνητών συμμετείχαν 17 υγιείς γυναίκες με αυξημένα επίπεδα άγχους που είχαν πιστοποιηθεί από ειδικά ερωτηματολόγια. Η παρέμβαση διήρκεσε δύο εβδομάδες, όπου οι εθελόντριες καταλάωναν 330 ml/ημέρα μύρα χωρίς αλκοόλ μαζί με το δείπνο τους. Μετά την παρέμβαση, σημειώθηκε βελτίωση της ποιότητας του ύπνου τους μέσω της μείωσης της λανθάνουσας κατάστασης ύπνου και μείωση της νυκτερινής κινητικότητας.⁵⁹

Εκτός από την ηρεμιστική επίδραση του λυκίσκου, μελέτες έχουν αναδείξει και την οιστρογονική του δράση. Τα εκχυλίσματα του λυκίσκου περιέχουν το πρενυλιωμένο (prenylated) φλαβονοειδές 8-prenylnaringenin. Η ένωση αυτή ανήκει στα φυτικά οιστρογόνα και γι αυτόν τον λόγο ο λυκίσκος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανακούφιση των μετεμηνοπαυσιακών συμπτωμάτων. Η δράση της συγκεκριμένης ένωσης θα αναλυθεί περαιτέρω στο κεφάλαιο των αντιοξειδωτικών.

4.5. ΜΑΓΙΑ

Η μαγιά είναι από τα σημαντικότερα υλικά για την δημιουργία της μπύρας. Παλαιότερα δεν γνώριζαν την ύπαρξη της αλλά με την εξέλιξη της τεχνολογίας και σημαντικών ανακαλύψεων ολοένα αποκαλύπτεται ο πολύπλοκος και μοναδικός της χαρακτήρας.

Η μαγιά είναι ζωντανός μονοκύτταρος ευκαρυωτικός μικροοργανισμός που έχει την ικανότητα να πολλαπλασιάζεται και σε απουσία οξυγόνου χρησιμοποιεί διάφορα υποστρώματα ως αναπνευστικό υπόστρωμα και ανήκει στο είδος ‘μύκητας’.^{15,17,62} Στην μύρα συμβάλλει σε ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως το χρώμα, το άρωμα, η γεύση και η θρεπτική αξία.⁶³ Επίσης, η μαγιά είναι ο κύριος παράγοντας που δημιουργεί τον μοναδικό χαρακτήρα της κάθε μπύρας και διακρίνει τα είδη των μπυρών.¹⁴

Ο σκοπός της χρήσης της μαγιάς είναι να μετατρέψει τα απλά σάκχαρα του γλεύκους, κυρίως το άμυλο του κριθαριού, σε απλούστερες ενώσεις. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αλκοολική ζύμωση και οδηγεί στην παραγωγή της αιθυλικής αλκοόλης και διοξειδίου του άνθρακα.^{12,14,15,17,64} Στην ζυθοποιία το αλκοόλ είναι το επιθυμητό προϊόν της ζύμωσης ενώ το διοξείδιο του άνθρακα απομακρύνεται και χρησιμοποιείται αργότερα ως ανθρακικό. Το τέλος της ζύμωσης φτάνει όταν όλα τα διαθέσιμα σάκχαρα του γλεύκους έχουν μετατραπεί σε αλκοόλ και όταν έχει επιτευχθεί το επιθυμητό επίπεδο σε αλκοόλ.^{62,63}

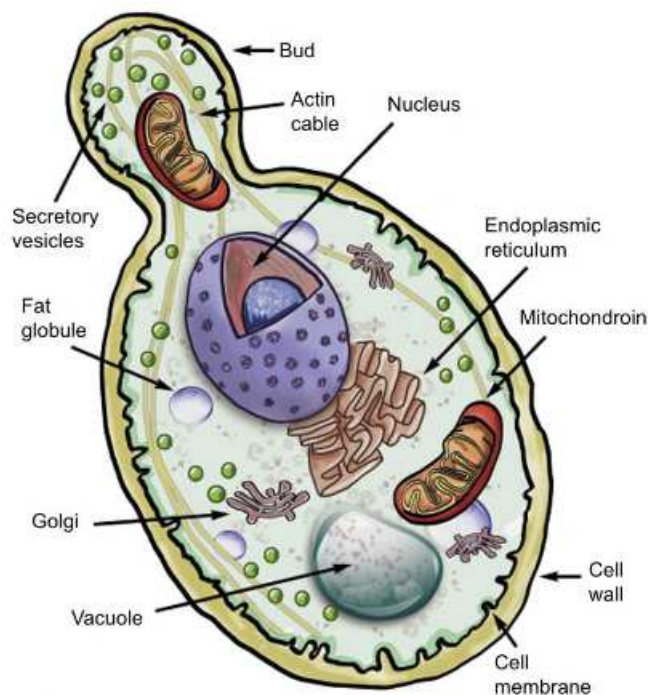
Ο εμβολιασμός (pitching) του γλεύκους με την μαγιά γίνεται αναλογικά με την ποσότητα του διαθέσιμου γλεύκους, σε ισοδυναμία 10-25 εκατομμύρια κύτταρα/ml γλεύκους.^{28,56} Τα κύτταρα που θα εμβολιαστούν πρέπει να έχουν αυξημένη βιωσιμότητα (αριθμός ζωντανών κυττάρων) και αυξημένη ζωτικότητα (καλή κατάσταση ζωντανών κυττάρων).⁶⁵

Στο τέλος της ζύμωσης τα κύτταρα της μαγιάς έχουν την ικανότητα να συγκολλούνται και να συσσωματώνονται σε μάζες κυττάρων. Στο σημείο αυτό της διαδικασίας φαίνεται το είδος του μύκητα που έχει χρησιμοποιηθεί. Στις μύρες τύπου ale τα κύτταρα της μαγιάς ανεβαίνουν στην επιφάνεια του γλεύκους και επιπλέουν επειδή έχουν ‘εγκλωβίσει’ το

παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα στο κύτταρο τους.²⁷ Αντίθετα, στις μύρες τύπου lager τα κύτταρα της μαγιάς συγκολλούνται και κατακρημνίζονται στον πάτο της δεξαμενής.²⁸ Και στις δύο περιπτώσεις η μαγιά συλλέγεται στο τέλος της ζύμωσης για να αποφευχθούν ποιοτικά προβλήματα στο τελικό προϊόν (θόλωμα, ανεπιθύμητη γεύση, μειωμένος αφρός). Άλλος λόγος της συλλογής της μαγιάς είναι γιατί τα ίδια στελέχη χρησιμοποιούνται 4-10 φορές (repitching) στις επόμενες ζυμώσεις. Με αυτόν τον τρόπο ο ζυθοποιός εξασφαλίζει αναλλοίωτα τα μοναδικά χαρακτηριστικά της παραγόμενης μύρας.^{56,66}

Ένα κύτταρο μαγιάς μπορεί να έχει μέγεθος 5-10μm. Το σχήμα της συνήθως είναι σφαιρικό ή οβάλ, ενώ μπορεί να σχηματίζει και ζευγάρια ή αλυσίδες.⁶⁵ Ως ζωντανός μικροοργανισμός χαρακτηρίζεται ως προαιρετικά αναερόβιος, καθώς μπορεί να μεταβολίσει την γλυκόζη σε πυρουβικό είτε μέσω της αλυσίδας της αναπνοής, είτε μέσω της ζύμωσης όταν δεν υπάρχει οξυγόνο.³⁷ Είναι ευκαρυωτικός οργανισμός και το κύτταρο της αποτελείται από ^{6,65}:

- Κυτταρικό τοίχωμα : το τοίχωμα της είναι διαπερατό στο νερό και στα μεταλλικά στοιχεία και αποτελείται από υδατάνθρακες. Έχει πάχος 250 nm και αποτελείται από 3 επιμέρους στρώματα από πρωτεΐνες και γλυκάνες.
- Κυτταροπλασματική μεμβράνη : είναι ημιδιαπερατή λιπιδική μεμβράνη η οποία βρίσκεται ανάμεσα στα τοιχώματα και ρυθμίζει τις ανταλλαγές του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος.
- Κυτταρόπλασμα : περικλείεται από την πλασματική μεμβράνη και γίνονται όλες οι βιοχημικές αντιδράσεις (μετατροπή γλυκόζης σε ενέργεια). Είναι μια κολλοειδής ουσία με συγκεκριμένα οργανίδια υπεύθυνα για τις λειτουργίες του κυττάρου και για την αναερόβια ζύμωση.
- Πυρήνας : ο πυρήνας αποτελείται από χρωμοσώματα με μόρια DNA, υπεύθυνα για την μετάδοση του γενετικού υλικού και την σύνθεση των πρωτεϊνών.
- Ριβοσωμάτια: εκεί συντίθεται οι πρωτεΐνες του κυττάρου.
- Ενδοπλασματικό δίκτυο και σύστημα Golgi : από εκεί εκκρίνονται οι πρωτεΐνες.
- Μιτοχόνδριο : στα μιτοχόνδρια γίνεται η παραγωγή της ενέργειας.
- Καινοτόπια : εκεί αποθηκεύονται οι ουσίες που θα χρειαστούν στο κύτταρο.



Σχήμα 4.2. Βασική δομή κυττάρου μαγιάς. (A. Hill)

Η ποιότητα της μαγιάς έχει εξαιρετική σημασία για την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Ο ζυθοποιός διαλέγει τα στελέχη που θα χρησιμοποιήσει ανάλογα με την συμπεριφορά της μαγιάς (αφροζύμη, βυθοζύμη), με την κροκίδωση της και με την θερμοκρασία της ζύμωσης της.¹⁶ Οι μύρες τύπου ale (αφροζύμωτες) οφείλονται στην χρήση του μύκητα *Saccharomyces cerevisiae*, ενώ οι μύρες τύπου bottom (βυθοζύμωτες) δημιουργούνται με τον μύκητα *Saccharomyces carlsbergensis*.^{12,17,28,56,58} Ωστόσο, άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι για τις lager μύρες χρησιμοποιείται κυρίως ο μύκητας *Saccharomyces pastorianus*.^{28,58,62} Η διαφορά μεταξύ των δύο ειδών έγκειται περισσότερο στην διαφορετική συμπεριφορά τους στην ζύμωση.^{15,17,58} Άλλα είδη που χρησιμοποιούνται είναι ο *Brettanomyces* spp για τις lambic και τις craft μύρες.⁵⁸

Οι διαφορές εξαλείφονται γιατί ο κάθε ζυθοποιός διατηρεί τα δικά του μοναδικά στελέχη μαγιάς τα οποία πολλές φορές προέρχονται από την ίδρυση της ζυθοποιίας. Ο λόγος που ο ζυθοποιός χρησιμοποιεί και συντηρεί τα δικά του στελέχη είναι λόγω της μοναδικής ταυτότητας και των μοναδικών χαρακτηριστικών της κάθε μύρας. Άρα, σύμφωνα με τον Bamforth (2004), η μαγιά είναι καθοριστικός παράγοντας προσδιορισμού της ταυτότητας της μύρας.¹¹

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν την συμπεριφορά της μαγιάς κατά την ζύμωση. Σύμφωνα με τον Stewart οι παράγοντες συνοψίζονται στους ⁶⁶ :

- Το είδος του στελέχους που χρησιμοποιείται (βυθού ή επιφανείας).
- Οι συνθήκες που γίνεται ο εμβολιασμός του γλεύκους με την μαγιά, π.χ. αν υπάρχουν αρκετά βιώσιμα κύτταρα.
- Το ποσό των διαθέσιμων σακχάρων, αμινοξέων και ιόντων.
- Την θερμοκρασία ζύμωσης και την διαθεσιμότητα του οξυγόνου.
- Το σχήμα της δεξαμενής ζυμώσεως (κωνική, οριζόντια).

Saccharomyces cerevisiae: ανήκει στο βασίλειο των Fungi (μύκητας), στο γένος *Saccharomyces* και στο είδος *cerevisiae*. Είναι το πιο συχνό είδος μύκητα που χρησιμοποιείται στις αφροζύμωτες μπύρες. ⁶⁵

Saccharomyces pastorianus ή *carlsbergensis*: πρόκειται για τον ίδιο μύκητα, αλλά η ονομασία *pastorianus* είναι η σημερινή. Χρησιμοποιείται για τις βυθοζύμωτες μπύρες. ⁶²

4.5.1. ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΜΑΓΙΑΣ

Η αλκοολική ζύμωση οδηγεί στην παραγωγή αιθυλικής αλκοόλης από τα μόρια της γλυκόζης. Η μαγιά σχηματίζει το αλκοόλ, το διοξείδιο του άνθρακα και πολλές πτητικές ενώσεις που συμβάλλουν στο προφίλ του τελικού προϊόντος. ^{15,63}

Η γλυκόζη μετατρέπεται σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα με την χημική σχέση ¹⁷



Κατά την ζύμωση σχηματίζεται ο εστέρες acetate ester, ο οποίος δίνει το φρουτώδες άρωμα στις ale μπύρες. ⁶⁵

Σχηματίζονται εστέρες, αλκοόλες, αλδεΐδες, κετόνες και θεικές ενώσεις. ^{17,56,58,63} Οι αλκοόλες που προέρχονται από την μαγιά συμβάλλουν στην γεύση της μπύρας. ¹⁵ Σχηματίζεται, επίσης, διοξείδιο του άνθρακα σε ποσότητα 3,5-4,5 gr/lit που οδηγεί στον σχηματισμό του αφρού. ⁵⁶

4.5.2. ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΜΑΓΙΑΣ

Το διαθέσιμο υπόστρωμα της μαγιάς είναι όλο το γλεύκος της βύνης, το οποίο έχει βράσει και έχει ψυχθεί στις θερμοκρασίες ανάπτυξης της μαγιάς. Ως ζωντανός οργανισμός, η μαγιά τρέφεται με υδατάνθρακες στην μορφή σακχάρου, με αμινοξέα, μεταλλικά στοιχεία και βιταμίνες. Για να ξεκινήσει να μεταβολίζει τα σάκχαρα, χρειάζεται υψηλή οσμωτική πίεση, αυξημένα διαθέσιμα σάκχαρα και επάρκεια σε άζωτο.³⁷

Οι υδατάνθρακες είναι κυρίως με την μορφή του αμύλου από τον καρπό του βυνοποιημένου κριθαριού, ενώ χρησιμοποιεί το άζωτο από τα αμινοξέα για να συνθέσει τις πρωτεΐνες για την ανάπτυξη των κυττάρων της. Χρειάζεται, επίσης, μαγνήσιο, κάλιο και νάτριο για να συνθέσει τα ένζυμα της. Η αλκοολική ζύμωση γίνεται σε αναερόβιες συνθήκες, αλλά χρειάζεται ένα μικρό ποσό οξυγόνου για να δραστηριοποιηθεί (8-12 mg O₂/lt).⁶⁵

4.5.3. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ALE-LAGER

Σκοπός της χρήσης της μαγιάς είναι να δημιουργήσει το επιθυμητό αλκοόλ και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά στην τελική μπύρα. Όμως, υπάρχουν διαφορές μεταξύ των ειδών μαγιάς που χρησιμοποιείται.

- 1) Η ale μπύρα (αφροζύμωτη) παρασκευάζεται αποκλειστικά με τον μύκητα *Saccharomyces cerevisiae*, ενώ η lager μπύρα μπορεί να παρασκευαστεί με τον *Saccharomyces carlsbergensis* ή με τον *Saccharomyces pastorianus*, ακόμα και με τον *Saccharomyces cerevisiae* lager's τύπου.³⁴
- 2) Η αφροζύμη σχηματίζει ένα στρώμα κυττάρων στην επιφάνεια του γλεύκου (top) ενώ η βυθοζύμη σχηματίζει το στρώμα στον πάτο της δεξαμενής ζυμώσεως (bottom).⁶²
- 3) Η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης της μαγιάς ale είναι 18-22°C ή σύμφωνα με τον Baxter στους 16-18°C, αλλά γενικά σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες από την μαγιά lager. Η μαγιά lager αναπτύσσεται καλύτερα σε πιο ψυχρές συνθήκες των 8-15°C.^{16,17,28,62,64}
- 4) Τα κύτταρα της ale μαγιάς μπορούν να αναπτυχθούν ακόμα και σε θερμοκρασίες >37°C, ενώ τα κύτταρα της lager μαγιάς αναπτύσσονται στους <34°C.⁶⁶

- 5) Η ale μαγιά δεν μπορεί να μεταβολίσει τον δισακχαρίτη μελιβιόζη, ενώ η lager μαγιά μπορεί να τον μεταβολίσει.⁶⁴
- 6) Η ζύμωση της ale μαγιάς γίνεται πιο γρήγορα σε διάστημα 2-18 ημερών, ενώ η ζύμωση με την lager μαγιά γίνεται πιο αργά σε διάστημα >3 εβδομάδες.^{62,66}
- 7) Υπάρχουν δύο ζυμώσεις για την μύρα lager. Η πρώτη ζύμωση ξεκινά μετά από 4-6 ώρες από τον εμβολιασμό του γλεύκος και είναι περίπου στους 8-15°C. Μετά την πρώτη ζύμωση η μύρα αποθηκεύεται σε συνθήκες ψύξης, όπου και ωριμάζει.^{27,28}
- 8) Η ζύμωση με την μαγιά ale δημιουργεί περισσότερα παραπροϊόντα σε σχέση με την ζύμωση lager. Σχηματίζονται πολλοί εστέρες με αποτέλεσμα οι μύρες να έχουν περισσότερη φρουτώδη γεύση και άρωμα λουλουδιών.^{2,25,27,62}
- 9) Η ale μαγιά μετατρέπει λιγότερα σάκχαρα σε αιθανόλη με αποτέλεσμα οι ale μύρες να είναι πιο γλυκιές.⁶²

4.6. ΑΙΘΑΝΟΛΗ

Η αιθανόλη είναι ένα από τα βασικά συστατικά κάθε αλκοολούχου ποτού, όπως η μύρα. Επηρεάζει σημαντικά και σχηματίζει την γεύση της μύρας, ενώ επηρεάζει και την σχέση του 'σώματος' της μύρας και του αφρού.¹¹

Η αιθανόλη δημιουργείται ως προϊόν της ζύμωσης του κριθαριού από την μαγιά, όπως προαναφέρθηκε. Ως χημική ένωση (C_2H_5OH) έχει μεγάλη διαλυτότητα στο νερό εξαιτίας της πολικής ομάδας υδροξυλίου (OH). Λόγω της μη πολικής της ομάδας (C_2H_5) μπορεί να διαπεράσει τις κυτταρικές μεμβράνες μέσω παθητικής διάχυσης.¹⁷

4.6.1. ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Κατά την κατανάλωση ενός αλκοολούχου ποτού, το υγρό περνά από τον οισοφάγο στο στομάχι και στην συνέχεια στον γαστρεντερικό σωλήνα, όπου και θα απορροφηθεί. Επίπεδα αιθανόλης θα βρεθούν πολύ γρήγορα στο αίμα μέσω της απορρόφησης του αυλού αλλά στην πραγματικότητα η συγκέντρωση της στον αυλό του λεπτού εντέρου είναι πολύ μεγαλύτερη. Μικρό ποσό αιθανόλης απορροφάται στο στομάχι, ενώ η κύρια απορρόφηση της γίνεται στον δωδεκαδάχτυλο και στην αρχή του λεπτού εντέρου. Μετά από 30-40

λεπτά, η αιθανόλη θα έχει περάσει στην κυκλοφορία του αίματος μέσω των τριχοειδών αγγείων.^{16,17}

Ο ρυθμός της απορρόφησης εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες που αφορούν τις προσωπικές επιλογές του καταναλωτή, όπως το είδος του ποτού, το σχήμα κατανάλωσης αλκοόλ (drinking pattern), αν συνοδεύεται από γεύμα, αλλά και γενετικούς ή φυλετικούς παράγοντες.¹⁷

Ίσως από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την συγκέντρωση της αιθανόλης στο αίμα είναι η συνοδεία του ποτού με κάποιο γεύμα. Όταν το αλκοόλ συνοδεύεται με γεύμα, μειώνεται ο ρυθμός γαστρικής κένωσης και ο γαστρικός μεταβολισμός, με αποτέλεσμα τα απόλυτα επίπεδα συγκέντρωσης της αιθανόλης να είναι μειωμένα αλλά και να επιβραδύνεται η αύξηση συγκέντρωσης αιθανόλης στο αίμα.¹⁷

4.6.2. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

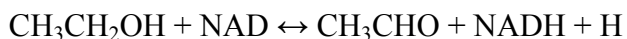
Ο καταβολισμός της αιθανόλης γίνεται στο ήπαρ με τον μηχανισμό της πλήρους οξειδωσης. Ο κύριος ρυθμός οξειδωσης της είναι 15 mg/dl αίματος / ώρα και είναι ανάλογος με το σωματικό βάρος το ατόμου και το βάρος το ήπατος.^{17,60} Η οξειδωση μπορεί να γίνει μέσω τριών μονοπατιών ανάλογα με το διάστημα κατανάλωσης αλκοόλ του ατόμου. Η αιθανόλη οξειδώνεται ^{17,60} :

- 1) Μέσω αλκοολικής αφυδρογονάσης (ADH)
- 2) Με το μικροσωμιακό οξειδωτικό σύστημα (MEOS), που χρησιμοποιείται μόνο σε χρόνια κατάχρηση αλκοόλ και ενεργοποιείται μόνο σε αυξημένη κατανάλωση αλκοόλ.
- 3) Στα υπεροξειδιοσώματα με το ένζυμο καταλάση, ως δευτερεύουσα οδός μεταβολισμού.

Το κύριο μεταβολικό μονοπάτι της αιθανόλης είναι μέσω της αλκοολικής αφυδρογονάσης. Οι Rajendram and Preedy, αλλά και ο Baxter, έχουν περιγράψει αυτό το μονοπάτι.^{61,67}

- i. Αρχικά η αιθανόλη οξειδώνεται σε ακεταλδεΐδη (acetaldehyde). Η πρώτη οξειδωση οφείλεται στην ADH (αλκοολική αφυδρογονάση) που αποτελεί μια από τις μεταλλοπρωτεΐνες ψευδαργύρου η οποία οξειδώνει στο κυτοσόλιο την αιθανόλη.

Η χημική αντίδραση της αιθανόλης προς ακεταλδεΐδη μέσω της ADH είναι ⁶⁰ :



- ii. Η ακεταλδεΐδη μετασχηματίζεται σε οξεικό οξύ (acetic acid). Η ακεταλδεΐδη είναι τοξική για τον οργανισμό και μέσω του ενζύμου αλδεϋδική αφυδρογονάση (ALDH) οξειδώνεται περαιτέρω σε οξεικό οξύ.
- iii. Το οξεικό οξύ ενώνεται με το συνένζυμο Α και συνθέτουν το ακετυλο-συνένζυμο Α (Ac-CoA) το οποίο δημιουργεί το ATP. Η τελευταία μετατροπή γίνεται από την συνθετάση του ακετυλο-συνενζύμου Α. Το ακετυλο-συνένζυμο Α που τελικώς θα σχηματιστεί θα μετατραπεί σε γλυκερόλη ή γλυκογόνο, αλλά κυρίως σχηματίζει ATP που χρησιμοποιείται ως ενέργεια μέσω του κύκλου του Kreb's.

4.6.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΑΙΘΑΝΟΛΗ

Η αιθανόλη είναι το χημικό στοιχείο που χαρακτηρίζει ένα ρόφημα ως αλκοολούχο. Διεθνώς, χρησιμοποιούνται διάφοροι τρόποι για να οριστεί η 'δύναμη' σε αλκοόλ σε κάθε ποτό εκφραζόμενοι με διαφορετικές μονάδες.

Η συχνότερη μονάδα μέτρησης της αιθανόλης στην μπύρα είναι η αλκοόλη κατ'όγκον ή όπως συχνότερα αναφέρεται alcohol by volume (%ABV). Ο αριθμός αυτός ορίζει την ποσότητα της αιθανόλης που υπάρχει σε κάθε κυβικό εκατοστό (cm³) για κάθε 100 κυβικά εκατοστά ποτού (κρασί, μπύρα, αποσταγμένα) και εκφράζει το πόσο 'δυνατή' είναι η μπύρα σε ποσοστό τοις εκατό (%v/v). Οι περισσότερες μπίρες ανά τον κόσμο έχουν 3-6% ABV. ^{11,30}

Άλλη μονάδα μέτρησης της αιθανόλης είναι το βάρος κατ'όγκον ή weight by volume. Η σχέση που συνδέει τις δύο μονάδες, σύμφωνα με τους Rajendram et al, είναι ⁶⁷ :

$$\text{ABV} = \text{ABW} * 1.25 \rightarrow 4\% \text{ ABW} = 5\% \text{ ABV}.$$

Κατά την διαδικασία ζυθοποίησης μετράται και η αρχική βαρύτητα του γλεύκους που εκφράζεται σε βαθμούς Plato. Οι βαθμοί αυτοί εκφράζουν το περιεχόμενο σε σάκχαρα του γλεύκους πριν το στάδιο της ζύμωσης. Όσο περισσότερους βαθμούς Plato έχει το γλεύκος, τόσο περισσότερο αλκοόλ θα έχει το τελικό προϊόν. Επίσης, ισχύει η ισοδυναμία

$$1 \text{ βαθμός Plato} = 1\% \text{ διάλυμα σακχάρων κατά βάρος.}^{11}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΜΠΥΡΑΣ

Η μύρα είναι το τρίτο πιο συχνά καταναλισκόμενο ρόφημα παγκοσμίως, μετά το νερό και το τσάι. Αποτελείται από αγνά φυσικά υλικά, όπως το νερό και το κριθάρι, καθώς και από μαγιά και λυκίσκο. Το καθένα από τα υλικά συμβάλλει στο θρεπτικό της προφίλ δίνοντας της σημαντική θρεπτική αξία και ευεργετικά οφέλη στην υγεία.

Η μύρα, σύμφωνα με τους Wunderlich και Back (2009), αποτελείται από άμυλο, πρωτεΐνες, πυρίτιο, κάλιο, φώσφορο, λιπίδια, βιταμίνες του συμπλέγματος Β και πολυφαινόλες. Τα περισσότερα από αυτά προέρχονται από την βύνη κριθαριού και τον λυκίσκο.¹⁶

5.1. ΝΕΡΟ

Το νερό αποτελεί το 90-95% της μύρας και είναι το κύριο υγρό μέσο όπου διαλύονται τα συστατικά του κριθαριού και προστίθεται ο λυκίσκος και η μαγιά. Με αυτόν τον τρόπο η μύρα συνεισφέρει στον τρόπο πρόσληψης υγρών και ταυτόχρονα βοηθάει στην καλύτερη νεφρική λειτουργία. Η μύρα λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας της σε αιθανόλη βοηθά να διατηρηθεί η ενυδάτωση, ενώ ταυτόχρονα περιέχει σημαντικούς ηλεκτρολύτες που βοηθούν στην ηλεκτρολυτική ισορροπία των υγρών του σώματος και στην απομάκρυνση των τοξικών παραγόντων από τον οργανισμό.^{11,61}

5.2. ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

Οι υδατάνθρακες που υπάρχουν στην μύρα προέρχονται αποκλειστικά από το βυνοποιημένο κριθάρι. Στην ουσία υπάρχουν οι υδατάνθρακες που έχουν επιβιώσει από την ζύμωση της μαγιάς ως απομεινάρια της αποικοδόμησης του αμύλου, δηλαδή ως δεξτρίνες. Η παρουσία των υδατανθράκων μπορεί να οφείλεται και στα πρόσθετα (adjuncts) που έχουν προστεθεί στην διαδικασία της ζυθοποίησης για να τροποποιήσουν το είδος της μύρας, όπως το σιτάρι και το ρύζι. Η σύσταση και η ποσότητα των υδατανθράκων που υπάρχει τελικά στη μύρα είναι πολύ διαφορετική από αυτή που υπάρχει στο κριθάρι. Ο Baxter (2001) υποστηρίζει ότι στα 100ml υπάρχουν 2-3 gr υδατανθράκων με την μορφή των πολυσακχαριτών και των μη ζυμούμενων δεξτρινών.^{11,56,61} Σημαντικό ρόλο έχει και το είδος της μύρας που παράγεται καθώς οι μύρες τύπου lager έχουν λιγότερους υδατάνθρακες από τις ale λόγω μεγαλύτερης ζύμωσης.⁶¹ Αναλύσεις από άλλους ερευνητές (Goni et Diaz-Rubio, 2011) και από το

USDA έχουν προσδιορίσει μεγαλύτερα επίπεδα υδατανθράκων μέχρι και 4,4 γραμμάρια /100 ml. ^{53,68} Ωστόσο, θρεπτικές αναλύσεις της ζυθοποιίας ΑΛΦΑ προσδιόρισαν τους υδατάνθρακες σε ποσότητα 3-3,5 gr/100 ml σε μύρα τύπου lager, ενώ στις μύρες τύπου Weiss περιέχουν 3,2 gr/100ml. ³⁸

Οι υδατάνθρακες της μύρας συνεισφέρουν σε μεγάλο βαθμό στο συνολικό ποσό των θερμίδων σε κάθε μερίδα μύρας. Ταυτόχρονα, δρουν ως μακροθρεπτικά συστατικά όπου αποδίδουν και αποθηκεύουν ενέργεια, ενώ συνεισφέρουν στην πρόσληψη φυτικών ινών της καθημερινής διατροφής. ⁶⁹

5.3. ΦΥΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ

Οι φυτικές ίνες αποτελούν σημαντικό κομμάτι της καθημερινής διατροφής λόγω των ευεργετικών ιδιοτήτων τους. Φυτικές ίνες, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, ονομάζονται οι πολυσακχαρίτες που αποτελούνται από παραπάνω από 10 σάκχαρα, αλλά δεν υδρολύονται από τα ενδογενή ένζυμα του λεπτού εντέρου. ⁵⁴ Άλλος ορισμός των φυτικών ινών είναι από τους Goni et Diaz-Rubio (2011) υποστηρίζοντας ότι φυτικές ίνες είναι το δύσπεπτο μέρος του φυτού, το οποίο αντέχει στην διάσπαση από τα ένζυμα του λεπτού εντέρου. Επίσης, οι φυτικές ίνες ανήκουν στους μη αφομοιώσιμους υδατάνθρακες που δεν απορροφούνται από το λεπτό έντερο αλλά λειτουργούν ως υπόστρωμα για την ζύμωση των εντερικών βακτηρίων του παχέως εντέρου. ⁵³

Οι φυτικές ίνες χωρίζονται σε αδιάλυτες και διαλυτές. Στις αδιάλυτες ανήκουν η ημικυτταρίνη, οι λιγνίνες και άλλοι πολυσακχαρίτες, ενώ στις διαλυτές ανήκουν οι β-γλυκάνες, οι πηκτίνες και οι αραβινοξυλάνες. Στην μύρα υπάρχουν διαλυτές φυτικές ίνες από τον καρπό του κριθαριού, κυρίως οι β-γλυκάνες και οι αραβινοξυλάνες. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι διαλυτές φυτικές ίνες, σύμφωνα με τους ερευνητές Goni και Diaz-Rubio (2011), βρίσκονται σε μεγαλύτερη ποσότητα στην μύρα σε σύγκριση με το κρασί και τον χυμό πορτοκαλιού της ίδιας ποσότητας. ⁵³

Όταν οι φυτικές ίνες φτάσουν στο παχύ έντερο, ζυμώνονται μερικώς από την μικροβιακή χλωρίδα του εντέρου και παράγουν υδρογόνο, μεθάνιο, διοξείδιο του άνθρακα και μικρής αλύσου λιπαρά οξέα (short chain fatty acids). Η διαδικασία αυτή οδηγεί στην επαρκή ανάπτυξη των μικροβίων, στην μείωση της χοληστερόλης, στην διόγκωση των κοπράνων, και στην ρύθμιση του μεταβολισμού των υδατανθράκων και του λίπους. ^{53,54}

Οι Kanauchi και Isikura (2011) με την μέθοδο HPLC (high performance liquid chromatography) ανέλυσαν τους υδατάνθρακες και τις φυτικές ίνες της μπίρας. Κατέληξαν ότι σε όλες τις μπίρες υπάρχουν μικρού μοριακού βάρους υδατάνθρακες, όπως η μαλτόζη και η μαλτοτριόζη και ταυτόχρονα β-γλυκάνες και αραβινοξυλάνες ως διαλυτές φυτικές ίνες. Στις μάρκες μπίρας που ανέλυσαν βρέθηκαν 4-6 gr/lit β-γλυκάνης γεγονός που σημαίνει ότι σε μια μερίδα των 200 ml υπάρχει πρόσληψη >0,75 gr φυτικών ινών.⁷⁰ Στο ίδιο συμπέρασμα έχει καταλήξει και η Ακαδημία διατροφής και διαιτητικής (Academy of nutrition and dietetics, 2014), υποστηρίζοντας ότι μια μπίρα τύπου lager μεγέθους 350 ml παρέχει >0,75 gr φυτικών ινών. Οι μπίρες πιο σκούρου χρώματος παρέχουν περίπου 1,3 gr/ μερίδα.⁷¹

Η συνεισφορά της μπίρας στις φυτικές ίνες μπορεί να αποτελέσει το 10% της καθημερινής απαίτησης σε διαλυτές φυτικές ίνες, όπως παρουσιάστηκε στο 7^ο συμπόσιο μπίρας και υγείας στις Βρυξέλλες το 2014 και σύμφωνα με την κορινθιακή ζυθοποιία.^{45,72,73}

Τα κύρια οφέλη των φυτικών ινών σχετίζονται με την πρεβιοτική δράση τους. Πρεβιοτική δράση ονομάζεται η δυνατότητα των φυτικών ινών ή των συστατικών τους να αυξάνουν τον πληθυσμό των ευεργετικών βακτηριών του παχέως εντέρου (π.χ. Lactobacillus, Bifidobacterium) και να μειώνουν άλλους πληθυσμούς βακτηρίων (π.χ. Clostridium, Bacteroids).⁵³ Οι δραστηριότητες που οφείλονται σε πρεβιοτικούς οργανισμούς είναι η ανάπτυξη της δραστηριότητας της ωφέλιμης χλωρίδας του εντέρου και με αυτόν τον τρόπο προστατεύουν από μεταβολικά νοσήματα.⁵⁴

Εκτός από την πρεβιοτική δράση έχει βρεθεί πληθώρα δεδομένων για άλλες ευεργετικές ιδιότητες των φυτικών ινών από την μπίρα. Η β-γλυκάνη μπορεί να μειώσει την πιθανότητα για τον καρκίνο του παχέως εντέρου, να μειώσει την αυξημένη χοληστερόλη, τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων, παχυσαρκίας και σακχαρώδη διαβήτη τύπου II.⁷² Η Ένωση ζυθοποιών του Καναδά (2008) υποστηρίζει πως οι φυτικές ίνες της μπίρας μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο του μεταβολικού συνδρόμου μέσω της μείωσης των υπόλοιπων παραγόντων κινδύνου, όπως η υπέρταση και ο σακχαρώδης διαβήτης.⁷⁴ Σημαντική είναι η συνεισφορά των μικρής αλύσου λιπαρών οξέων που προέρχονται από την ζύμωση των φυτικών ινών. Προϊόντα των λιπαρών οξέων είναι το βουτυρικό οξύ, το προπιονικό οξύ και το οξικό οξύ. Αυτά τα οξέα έχει βρεθεί ότι σχετίζονται με την βελτίωση του μεταβολισμού των υδατανθράκων και του λίπους.^{53,75}

5.4. ΘΕΡΜΙΔΙΚΗ ΑΞΙΑ ΜΠΥΡΑΣ

Οι θερμίδες της μύρας οφείλονται στην αιθανόλη και στους υδατάνθρακες από το κριθάρι που περιέχει. Περίπου τα δύο τρίτα της θερμιδικής αξίας της μύρας οφείλονται στο αλκοόλ, το οποίο αποδίδει 7 θερμίδες / γραμμάριο. Το υπόλοιπο θερμιδικό περιεχόμενο προέρχεται από τα υπολείμματα αμύλου και των πρωτεϊνών που δεν έχουν ζυμωθεί από την μαγιά. Μέσα από τα ερευνητικά δεδομένα φαίνεται πως δεν υπάρχει μια απόλυτη τιμή που να αντιπροσωπεύει τις θερμίδες ανά μερίδα μύρας. Το ποσό των θερμίδων ανά μερίδα εξαρτάται από τον τύπο της μύρας, το ποσοστό της σε αλκοόλ και τον όγκο της μερίδας.⁶⁹

Οι περισσότεροι ερευνητές, μαζί με το USDA, ορίζουν την θερμιδική αξία της μύρας σε 153-154,6 kcal/356 ml. Σύμφωνα, όμως, με τα ελληνικά δεδομένα το μέγεθος της εμπορικής μερίδας δεν αγγίζει συχνά τα 356 ml όπως στην υπόλοιπη Ευρώπη. Ο Εθνικός Διατροφικός Οδηγός ορίζει την ελληνική μερίδα ως 330 ml (1 κουτάκι). Επομένως, η θερμιδική αξία των 330 ml, με βάση τα δεδομένα των ίδιων ερευνητών, είναι 142-143,3 kcal/ 330ml. Οι θερμίδες αυτές αναφέρονται σε ξανθιά μύρα τύπου lager (βυθοζύμωτη) με αλκοόλ 5% ABV (v/v).^{68,73,75,77}

Σύμφωνα με τα δεδομένα της ζυθοποιίας ΑΛΦΑ, η μύρα τύπου lager με 5% των 330 ml (1 κουτάκι) περιέχει 132 kcal, η μύρα τύπου Weiss περιέχει 151,8 kcal και η μύρα με αυξημένο αλκοόλ (7%) περιέχει 172,2 kcal.³⁸

Επομένως, υπάρχουν άλλα είδη μύρας με διαφορετικό ποσοστό σε αλκοόλ, διαφορετικό χρώμα και άλλο είδος μαγιάς με αποτέλεσμα να οδηγούν και σε θερμιδικές διαφορές. Η μεγαλύτερη θερμιδική διαφορά βρίσκεται ανάμεσα στην μύρα με αλκοόλ και στην μύρα χωρίς αλκοόλ. Σύμφωνα με το USDA, οι μύρες με περισσότερο αλκοόλ (7,7 γραμμάρια/100ml) αποδίδουν 191,4 kcal/330ml. Στις μύρες τύπου light έχει γίνει μετατροπή όλων των σακχάρων σε αιθανόλη, με αποτέλεσμα λιγότερες θερμίδες και ταυτόχρονα μειωμένο αλκοόλ με 89,1 kcal/330ml. Επίσης, υπάρχουν οι μύρες τύπου light αλλά με υψηλότερο ποσοστό σε αλκοόλ (6 γραμμάρια/100ml), οι οποίες αποδίδουν 151,8 kcal/330ml.⁶⁸

Διαφορετικό θερμιδικό περιεχόμενο έχουν και οι μύρες με λιγότερο από 5% αλκοόλ ή περισσότερο, όπως προαναφέρθηκε. Οι Jimenez-Pavon et al. (2015) ανέλυσαν μύρες τύπου stout, κανονικές (regular) με 4% αλκοόλ και με λιγότερο αλκοόλ(3,5%), όπου στα

πλαίσια της μελέτης τους φάνηκαν οι θερμιδικές διαφορές των τριών τύπων. Οι θερμίδες στην μύρα τύπου stout αγγίζουν τις 220 kcal/330 ml, για τις regular μύρες τις 138,6/330 ml, ενώ για τις μύρες με λιγότερο ποσοστό σε αλκοόλ (3,5%) τις 112,2 kcal/330ml.⁷⁸

| Beer vs. Wine by Serving Size | | | | |
|--------------------------------------|--|---|--------------------------------|----------------------------------|
| <i>Nutrient</i> | Beer[*], 12 oz (regular) | Red Wine[*], 5 oz (table) | DRI for Men (age 19-50) | DRI for Women (age 19-50) |
| Calories | 153 Kcal | 125 Kcal | 3067 Kcal** | 2403 Kcal** |
| Water | 11 fl oz | 4.3 fl oz | 125 fl oz | 91 fl oz |
| Protein | 1.64 g | 0.10 g | 56 g | 46 g |
| Carbohydrate | 12.64 g | 3.84 g | 130 g | 130 g |
| Sugars | 0 g | 0.91 g | | |
| Alcohol | 13.9 g | 15.6 g | | |
| Vitamins | | | | |
| Thiamin | 0.018 mg | 0.007 mg | 1.2 mg | 1.1 mg |
| Riboflavin | 0.089 mg | 0.046 mg | 1.3 mg | 1.1 mg |
| Niacin | 1.826 mg | 0.329 mg | 16 mg | 14 mg |
| Pantothenic acid | 0.146 mg | 0.044 mg | 5 mg | 5 mg |
| Vitamin B6 | 0.164 mg | 0.084 mg | 1.3 mg | 1.3 mg |
| Vitamin B12 | 0.07 µg | 0 µg | 2.4 µg | 2.4 µg |
| Folate | 21 µg | 1 µg | 400 µg | 400 µg |
| Minerals | | | | |
| Calcium | 14 mg | 12 mg | 1000 mg | 1000 mg |
| Iron | 0.07 mg | 0.68 mg | 8 mg | 18 mg |
| Magnesium | 21 mg | 18 mg | 400-420 mg | 310-320 mg |
| Phosphorus | 50 mg | 34 mg | 700 mg | 700 mg |
| Potassium | 96 mg | 187 mg | 4700 mg | 4700 mg |
| Sodium | 14 mg | 6 mg | 1500 mg | 1500 mg |
| Zinc | 0.04 mg | 0.21 mg | 11 mg | 8 mg |
| Copper | 0.018 mg | 0.016 mg | 900 µg | 900 µg |
| Manganese | 0.0028 mg | 0.194 mg | 2.3 mg | 1.8 mg |
| Fluoride | 157.4 µg | 153.8 µg | 4 mg | 3 mg |
| Selenium | 2.1 µg | 0.3 µg | 55 µg | 55 µg |

*Based on data from the USDA Nutrient Database, Release 23.

**Based on active person at median age, height and weight. Calorie requirements vary by individual.

Πίνακας 5.1. Θρεπτική ανάλυση μύρας σε σύγκριση με το κρασί. (Giancoli 2011)

5.5. ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ ΜΠΥΡΑΣ

Οι κύριες βιταμίνες της μύρας ανήκουν στις υδατοδιαλυτές βιταμίνες του συμπλέγματος των βιταμινών Β. Προέρχονται από το έμβρυο του καρπού του κριθαριού. Στο στάδιο της πολτοποιήσης εκχυλίζονται και διαλυτοποιούνται στο υγρό γλεύκος και παραμένουν σε όλη την διάρκεια της ζυθοποίησης. Η μύρα περιέχει θειαμίνη (B1), ριβοφλαβίνη (B2), νιασίνη (B3), παντοθενικό οξύ (B5), πυριδοξίνη (B6), φυλλικό οξύ (B9) και κοβαλαμίνη (B12).^{16,56,61,74,79}

Οι περισσότερες βιταμίνες υφίστανται μεγάλες μεταβολές στην ποσότητα τους σε κάθε στάδιο ζυθοποίησης. Κατά την βλάστηση του κριθαριού αυξάνεται η ποσότητα της νιασίνης, της ριβοφλαβίνης, της πυριδοξίνης, του φολικού οξέος καθώς και της κοβαλαμίνης.^{56,73,74} Αρκετές χρησιμοποιούνται ως τροφή της μαγιάς αλλά τελικά ένα σημαντικό ποσό παραμένει στην μύρα.¹⁶

Η μύρα μπορεί να συνεισφέρει στην καθημερινή πρόσληψη των βιταμινών από τα τρόφιμα. Σχετικά με τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες, οι Sizer and Whitney (2013) αναφέρουν ότι η απορρόφηση τους γίνεται απευθείας στην κυκλοφορία του αίματος και εκκρίνονται σε σύντομο χρονικό διάστημα μέσω των ούρων. (37) Επίσης, όπως με όλα τα διατροφικά στοιχεία, η βιοδιαθεσιμότητα είναι σημαντικός παράγοντας. Η ένωση ζυθοποιών του Καναδά τονίζει πως η βιοδιαθεσιμότητα τους αυξάνεται ειδικά όταν η μύρα περιλαμβάνεται σε ένα υγιεινό πρόγραμμα διατροφής και μόνο όταν η πρόσληψη της είναι σε μέτρια επίπεδα. (14,32) Η αυξημένη ποσότητα των βιταμινών Β στην μύρα δρα ως επιπλέον παράγοντας προστασίας από τα καρδιαγγειακά νοσήματα, σε σύγκριση με τους καταναλωτές κρασιού ή αποσταγμένων ποτών. (32)

Όπως παρατηρείται από τα δεδομένα των αναλύσεων του USDA με ανάλογη προσαρμογή στις ελληνικές μερίδες των 330 ml, στην μύρα υπάρχει μεγαλύτερη ποσότητα σε νιασίνη με 1,692 mg/330 ml ενώ η θειαμίνη είναι στην μικρότερη ποσότητα με 0,017 mg/356 ml.^{68,81}

5.5.1. ΘΕΙΑΜΙΝΗ (B1)

Η θειαμίνη είναι υδατοδιαλυτή βιταμίνη γνωστή από προηγούμενα χρόνια επειδή η ανεπάρκεια της προκαλεί την ασθένεια beri-beri. Ενώ στην βύνη βρίσκεται σε σημαντική ποσότητα, σχεδόν όλο το μέρος της χάνεται κατά την ζύμωση από την μαγιά. Στην μύρα βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα με 0,018 mg/356 gr.^{68,82}

Η απορρόφηση της θειαμίνης γίνεται στο δωδεκαδάχτυλο και η σημαντικότερη λειτουργία της είναι πως λειτουργεί ως συνένζυμο και ως συμπαραγοντας στα ένζυμα που εμπλέκονται στον μηχανισμό της γλυκόλυσης, π.χ. η πυροσταφυλική αφυδρογονάση. Επίσης, συμμετέχει στον μεταβολισμό των υδατανθράκων όταν διασπώνται σε ενέργεια. Άλλες τροφές από όπου μπορεί να προσληφθεί η θειαμίνη είναι κυρίως οι ζωικές τροφές, τα σιτηρά και οι πατάτες.^{76,82}

5.5.2. ΡΙΒΟΦΛΑΒΙΝΗ (B2)

Η ριβοφλαβίνη, μαζί με την θειαμίνη και την νιασίνη, είναι απαραίτητες ως συνένζυμα για την χρησιμοποίηση των υδατανθράκων και του λίπους από την διατροφή, σύμφωνα με τον Baxter.^{61,76} Τα επίπεδα της αυξάνονται κατά την διάρκεια της βυνοποίησης και στην μύρα υπάρχουν περίπου 0,089mg/356gr.^{56,61,68,81}

Η ριβοφλαβίνη απορροφάται στο εγγύς λεπτό έντερο και λειτουργεί, επίσης, ως συνένζυμο. Σημαντικές διατροφικές πηγές της, εκτός από την μύρα, είναι τα γαλακτοκομικά, τα σιτηρά και το συκώτι.⁸²

5.5.3. ΝΙΑΣΙΝΗ (B3)

Η νιασίνη στην μύρα περιέχεται στην μεγαλύτερη ποσότητα συγκριτικά με τις υπόλοιπες βιταμίνες του συμπλέγματος B. Σύμφωνα με το USDA η μύρα περιέχει 1,826 mg/356gr μύρας.⁶⁸ Μπορεί να υπάρχει είτε με την μορφή του νικοτινικού οξέος, όπου και απορροφάται στο λεπτό έντερο, είτε ως νικοτιναμίδιο. Άλλες διατροφικές πηγές της νιασίνης είναι το βοδινό, το μοσχάρι, το χοιρινό και ο καφές.⁸²

Η σημαντικότερη λειτουργία της νιασίνης είναι ότι λειτουργεί ως συνένζυμο για το μόριο του NAD (νικοτιναμιδο- αδενο- δινουκλεοτίδιο) και για το μόριο του NADP (φωσφορικό- νικοτιναμιδο- αδενο δινουκλεοτίδιο). Τα ένζυμα αυτά ανήκουν στην ομάδα των αφυδρογονασών και είναι υπεύθυνα για την μεταφορά του υδρογόνου στους ιστούς.⁸²

5.5.4. ΠΑΝΤΟΘΕΝΙΚΟ ΟΞΥ (B5)

Η τέταρτη βιταμίνη στην μύρα είναι το παντοθενικό οξύ. Το όνομα του προκύπτει από την παρουσία του σε πολλές τροφές και βιοχημικές αντιδράσεις (=πανταχού παρών).

Λειτουργεί ως συνένζυμο στο συνένζυμο Α (CoA) που εμπλέκεται στις αντιδράσεις παραγωγής ενέργειας και στον μεταβολισμό των λιπιδίων. Η απορρόφηση του γίνεται στο λεπτό έντερο.⁸²

Άλλες διατροφικές πηγές παντοθενικού οξέος είναι οι ηλιόσποροι, τα προϊόντα ολικής αλέσεως, το συκώτι και τα αυγά.⁸² Στην μύρα βρίσκεται στην ποσότητα των 0,146mg/356gr.⁶⁸

5.5.5. ΠΥΡΙΔΟΞΙΝΗ (B6)

Η δεύτερη σε ποσότητα βιταμίνη στην μύρα είναι η πυριδοξίνη. Υπάρχει στις τροφές με 3 μορφές : την πυριδοξόλη, την αλδεΐδη της πυριδοξάλης και την αμίνη της πυριδοξαμίνης. Και οι 3 μορφές λειτουργούν ως συνένζυμα για τον μεταβολισμό των αμινοξέων όπως η φωσφορυλάση του γλυκογόνου.⁸² Η πυριδοξίνη έχει βρεθεί πως συμμετέχει σε πάνω από 100 βιοχημικές αντιδράσεις, όπως η μετατροπή των συμπληρωματικών αμινοξέων.⁸⁰ Σύμφωνα με τον Bamforth (2004), η πυριδοξίνη έχει συμμετοχή στην μείωση του κινδύνου της οστεοπόρωσης και των καρδιαγγειακών νοσημάτων, πιθανότατα λόγω της συμμετοχής στον μηχανισμό της ομοκυστεΐνης.⁸¹

Η απορρόφηση της γίνεται στο λεπτό έντερο, ενώ άλλες σημαντικές διατροφικές πηγές της είναι το κρέας, τα ψάρια, τα λαχανικά και τα προϊόντα ολικής αλέσεως.⁸² Στην μύρα βρίσκεται σε 0,164 mg/356 gr, σύμφωνα με το USDA.⁶⁸

5.5.6. ΦΟΛΙΚΟ ΟΞΥ (B9)

Το φολικό ή φυλλικό οξύ είναι πολύ σημαντικό στοιχείο της μύρας και προέρχεται από την μαγιά που προστίθεται στο στάδιο της ζύμωσης. Βρίσκεται ενεργό στην οξειδωμένη του μορφή ως τετραϋδροφολικό και συνήθως είναι συνδεδεμένο μαζί με πρωτεΐνες μεταφοράς, όπως η αλβουμίνη και η λευκωματίνη.^{75,82}

Ως συνένζυμο υπάρχει στις αντιδράσεις του καταβολισμού, με σημαντικό ρόλο στις αντιδράσεις καταβολισμού της ομοκυστεΐνης, της τρυπτοφάνης, της σερίνης και της ιστιδίνης. Από τις αντιδράσεις αυτές προκύπτουν προϊόντα που οδηγούν στην σύνθεση πουρινών και του DNA.^{75,82}

Το φολικό οξύ είναι απαραίτητο, επίσης, για την σωστή λειτουργία του νευρικού συστήματος, για την αναγέννηση των κυττάρων, για τον μεταβολισμό των αμινοξέων και

της βιταμίνης B12 και την ρύθμιση της ομοιόστασης του οργανισμού. Η επαρκής πρόσληψη του φολικού είναι απαραίτητη κατά την διάρκεια της κύησης καθώς η ανεπάρκεια του οδηγεί σε δυσπλασίες στην σπονδυλική στήλη του νεογνού και σε προεκλαμψία. Η επαρκής πρόσληψη του βοηθά στην μείωση του κινδύνου εμφάνισης της αναιμίας του φυλλικού οξέος.^{80,83}

Η μύρα περιέχει 21 μg/356gr σε φολικό οξύ, ενώ άλλες διατροφικές πηγές του είναι το σπανάκι, τα φασόλια και οι ντομάτες.^{68,82} Σύμφωνα με τους ερευνητές Perez et al. (2015), το φολικό οξύ της μύρας έχει αυξημένη βιοδιαθεσιμότητα και μπορεί να καλύψει κατά 10-20% στις ημερήσιες ανάγκες όταν η κατανάλωση της είναι μέτρια.⁸³

5.5.7. ΚΟΒΑΛΑΜΙΝΗ (B12)

Η κοβαλαμίνη ανήκει στις κορρινοειδείς ενώσεις επειδή περιέχει το στοιχείο κοβάλτιο στην δομή της. Στην φύση συναντάται σε δυο μορφές : την 5-αδενοσυλο-κοβαλαμίνη και την μεθυλοκοβαλαμίνη. Η απορρόφηση γίνεται μόνο με την παρουσία του ενδογενούς παράγοντα στο τμήμα του ειλεού. Έχει σημαντικό ρόλο για την λειτουργία του εγκεφάλου, το κεντρικό νευρικό σύστημα και τον σχηματισμό του αίματος.^{71,82}

Η κοβαλαμίνη, όπως και οι υπόλοιπες βιταμίνες, λειτουργεί ως συνένζυμο για την σύνθεση της μεθειονίνης από την ομοκυστεΐνη. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της είναι ότι μπορεί να συντεθεί μόνο από τους μικροοργανισμούς ή άλλους ζωικούς οργανισμούς. Για αυτόν τον λόγο τα ζωικά τρόφιμα, τα αυγά, το γάλα και τα προϊόντα ζύμωσης είναι πλούσια σε κοβαλαμίνη. Επίσης, η ανεπάρκεια της κοβαλαμίνης οδηγεί στην εμφάνιση της μεγαλοβλαστικής αναιμίας, μια από τις πιο συχνές αναιμίες.⁸²

Στην μύρα βρίσκεται σε ποσότητα των 0,07 μg/356 gr.⁶⁸ Ο Ethan Bergman, πρώην πρόεδρος του Academy of nutrition and dietetics, υποστηρίζει πως με την πρόσληψη μιας μύρας την ημέρα μπορεί να προσληφθεί το 3% της καθημερινής πρόσληψης σε B12.⁷¹ Η πρόσληψη της από την μύρα έχει ιδιαίτερο ρόλο καθώς αποτελεί σημαντική διατροφική πηγή κοβαλαμίνης για τους χορτοφάγους που δεν καταναλώνουν κανένα ζωικό τρόφιμο.^{73,74}

5.6. ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι πρώτες ύλες της μπίρας, κυρίως το κριθάρι, το νερό και η μαγιά, συνεισφέρουν στην πρόσληψη και των μεταλλικών στοιχείων. Τα επίπεδα που τελικά θα φτάσουν στην μπίρα εξαρτώνται από τον τύπο της μπίρας και την χώρα προέλευσης της λόγω της διαφορετικής σύστασης του νερού των περιοχών.⁸⁴

Η μπίρα περιέχει πληθώρα μετάλλων και ιχνοστοιχείων, όπως το ασβέστιο, το κάλιο, το νάτριο, ο φώσφορος, το μαγνήσιο, ο ψευδάργυρος, ο σίδηρος, το μαγγάνιο και ο χαλκός. Τα περισσότερα από αυτά χρησιμοποιούνται για την τροφή και την ανάπτυξη της μαγιάς ή λειτουργούν ως συνένζυμα.⁸⁴

Τα μεταλλικά στοιχεία σε επίπεδα που θα μπορούσαν να έχουν επίδραση στην υγεία είναι το κάλιο, το νάτριο, το ασβέστιο και το μαγνήσιο. Σύμφωνα με το USDA, σε μια μερίδα των 330 ml μπίρας περιέχονται :

13 mg ασβεστίου, 19,5 mg μαγνησίου, 89 mg καλίου και 13 mg νατρίου.⁶⁸

Με βάση αυτές τις ποσότητες ο Baxter (2001) υποστηρίζει ότι μια μερίδα μπίρας μπορεί να καλύψει 10-20% των ημερήσιων αναγκών σε αυτά τα στοιχεία.⁶¹

Σημαντικό χαρακτηριστικό των μεταλλικών στοιχείων της μπίρας είναι πως περιέχει χαμηλό λόγο καλίου/νατρίου σε αναλογία 4/1. Η αναλογία αυτή είναι ιδανική για να μπορεί να ενταχθεί το τρόφιμο σε μια διατροφή χαμηλού νατρίου, άρα η μπίρα σε μέτριες ποσότητες μπορεί να καταναλωθεί και να δράσει ευεργετικά και σε καταστάσεις υπέρτασης ή άλλων καρδιολογικών παθήσεων. Ο χαμηλός λόγος καλίου/νατρίου θα μπορούσε να ενισχύσει την μείωση της αρτηριακής πίεσης μέσω της μειωμένης πρόσληψης νατρίου και της αυξημένης πρόσληψης υγρού.⁶¹

Τα αυξημένα επίπεδα μαγνησίου της μπίρας μαζί με το χαμηλό ασβέστιο προστατεύει από την χολολιθίαση και τις πέτρες στους νεφρούς. Ταυτόχρονα, σύμφωνα με την Ένωση ζυθοποιών του Καναδά, 1 ποτήρι μπίρα την ημέρα αυξάνει την πρόσληψη σε νερό, άρα αυξάνει την διούρηση και έτσι μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης πέτρας στους νεφρούς.^{73,74}

5.7. ΥΠΕΡΟΜΟΚΥΣΤΕΪΝΑΙΜΙΑ

Η μύρα ασκεί ευεργετική επίδραση στα καρδιαγγειακά νοσήματα μέσω πολλών μηχανισμών. Ένας από αυτούς είναι η μείωση της ομοκυστεΐνης μέσω των βιταμινών Β6, Β12 και του φολικού οξέος που περιέχει.

Η ομοκυστεΐνη (Hcy) είναι ένα μη απαραίτητο αμινοξύ με θείο στην μοριακή δομή της, που μοιάζει με την κυστεΐνη στις χημικές τους ιδιότητες, γι αυτό και το συναφές όνομα.^{85,86} Η ομοκυστεΐνη παράγεται από την ενδοκυτταρική απομεθυλίωση της διατροφικής μεθειονίνης και υπάρχει είτε σε ελεύθερη μορφή, είτε δεσμευμένη στην αλβουμίνη του πλάσματος, είτε σε διμερή μορφή.^{82,85,87}

Οι μετατροπές γίνονται διαδοχικά από μεθειονίνη σε ομοκυστεΐνη και από ομοκυστεΐνη σε κυστεΐνη. Οι μετατροπές αυτές γίνονται μέσω 2 μονοπατιών :

- a) Σε επάρκεια μεθειονίνης : όταν υπάρχει μεθειονίνη διαθέσιμη από τις τροφές στο αίμα, η ομοκυστεΐνη χρησιμοποιείται για να παράγει κυστεΐνη. Το ένζυμο που την μετατρέπει είναι η συνθετάση της κυσταθειονίνης (cystathionine-β-synthase) μαζί με την βιταμίνη Β6 ως συμπάραγοντα.^{82,85,87}
- b) Σε έλλειψη μεθειονίνης : η ομοκυστεΐνη απομεθυλιώνεται για να παράγει μεθειονίνη μαζί με την βιταμίνη Β12.^{85,87}

Αν η ομοκυστεΐνη δεν μετατραπεί επαρκώς σε άλλο αμινοξύ, δημιουργείται η παθολογική κατάσταση που ονομάζεται υπερομοκυστεΐναιμία. Υπερομοκυστεΐναιμία ονομάζεται η μη φυσιολογική τιμή ομοκυστεΐνης >15 μmol/l αίματος. Σύμφωνα με τους Ganguly et Alam (2015) οι φυσιολογικές τιμές της ομοκυστεΐνης είναι 5-15 μmol/l, ενώ αν είναι 16-30 μmol/l πρόκειται για μέτρια υπερομοκυστεΐναιμία. Αν η τιμή είναι 31-100 μmol/l η υπερομοκυστεΐναιμία χαρακτηρίζεται ως ενδιάμεση και αν είναι >100 μmol/l πρόκειται για σοβαρή υπερομοκυστεΐναιμία.⁸⁵

Η υπερομοκυστεΐναιμία παρατηρείται, ολοένα και συχνότερα, ότι αποτελεί μέρος των κλινικών παρατηρήσεων σε ένα καρδιαγγειακό επεισόδιο και πλέον αποτελεί ανεξάρτητο παράγοντα κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα.^{82,85,87}

Οι Ganguly et Alam (2015) αναλύουν, επίσης, τις δράσεις της ομοκυστεΐνης σχετικά με τα καρδιαγγειακά νοσήματα. Η αυξημένη ομοκυστεΐνη προκαλεί αλλοιώσεις στο αγγειακό επιθήλιο και μείωση της ευκαμψίας των αγγείων, άρα ενδοθηλιακή δυσλειτουργία, αλλά και αλλοιώσεις στα λεία μυϊκά κύτταρα μέσω της αύξησης του οξειδωτικού stress. Επιπλέον, η ομοκυστεΐνη αυξάνει φλεγμονώδεις παράγοντες, όπως η πρωτεΐνη CRP. Έτσι,

δημιουργείται η αρτηριοσκλήρυνση, μια συνεχής φλεγμονώδης κατάσταση στα αρτηριακά τοιχώματα. Στην αρτηριοσκλήρυνση υπάρχει εναπόθεση λιπιδίων σε σχήμα πλακών στα τοιχώματα με αποτέλεσμα την εκδήλωση καρδιακής ανεπάρκειας και εγκεφαλικών επεισοδίων.^{85,86}

Οι παράγοντες κινδύνου υπερομοκυστεϊναιμίας, σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, είναι η αύξηση της ηλικίας, το αντρικό φύλο, το κάπνισμα, η αυξημένη κατανάλωση καφέ και αλκοόλ, η αρτηριακή υπέρταση, η δυσλιπιδαιμία και η ανθυγιεινή διατροφή.⁸⁵

5.8. ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ ΣΤΗΝ ΟΜΟΚΥΣΤΕΪΝΗ

Η ομοκυστεϊνη μπορεί να μειωθεί με την αύξηση της φυσικής δραστηριότητας, με την μέτρια πρόσληψη αλκοόλ και με την επαρκή πρόσληψη φολικού οξέος και βιταμίνης B12.^{81,85,87}

Το φολικό οξύ, η βιταμίνη B12 και η βιταμίνη B6 λειτουργούν ως συνένζυμα στην διαδικασία μεταβολής της ομοκυστεϊνης με την συμμετοχή τους στα μονοπάτια της απομεθυλίωσης και της μετατροπής της σε κυστεϊνη.⁸⁶ Σε μειωμένη πρόσληψη των βιταμινών αυτών παρατηρείται διαταραχή της απομεθυλίωσης της ομοκυστεϊνης σε μεθειονίνη.⁸⁵

Η μύρα λόγω της περιεκτικότητας της σε φολικό οξύ, B6 και B12 έχει σημαντικό ρόλο προστασίας από την υπερομοκυστεϊναιμία και συνεπώς και από τα καρδιαγγειακά νοσήματα.^{73,76}

Οι βιταμίνες B6, B12 και το φολικό οξύ προσφέρουν παραπάνω προστασία στους καταναλωτές μύρας από τους καταναλωτές κρασιού λόγω της περιεκτικότητας της μύρας σε αυτές τις βιταμίνες, σύμφωνα με την Ένωση ζυθοποιών του Καναδά.⁷⁴

5.9. ΠΥΡΙΤΙΟ

Ένα από τα σημαντικά στοιχεία της μύρας είναι το πυρίτιο (Si). Το πυρίτιο είναι το δεύτερο πιο άφθονο συστατικό στον φλοιό της γης και στο περιβάλλον μαζί με το οξυγόνο. Στο ανθρώπινο σώμα υπάρχει σε μεγάλες ποσότητες στα οστά, στους συνδετικούς ιστούς, στο δέρμα και στα αγγεία.⁸⁸

Οι κύριες διατροφικές πηγές πυριτίου είναι τα δημητριακά ολικής αλέσεως, η μπανάνα, τα δημητριακά πρωινού, το αλεύρι, το ρύζι, τα μακαρόνια, το ψωμί, τα φασόλια, το πόσιμο νερό και η μύρα.^{89,90,91} Τα τρόφιμα περιέχουν πυρίτιο ανήκουν κυρίως στην κατηγορία των δημητριακών/σιτηρών γιατί το πυρίτιο βρίσκεται στο κέλυφος των καρπών, όπως το κριθάρι και το σιτάρι.⁹²

Είναι ιδιαίτερο σημαντικό στοιχείο επειδή είναι απαραίτητο για τον σχηματισμό των οστών. Όταν η πρόσληψη του είναι επαρκής βοηθάει στην αύξηση της οστικής πυκνότητας, στην προστασία από την οστεοπόρωση, αυξάνει την σύνθεση του κολλαγόνου τύπου I και προστατεύει από τις τοξικές επιδράσεις του αλουμινίου όπου ο άνθρωπος εκτίθεται καθημερινά.^{74,76,92} Συνήθως, βρίσκεται ανάμεσα στις συνθέσεις του κολλαγόνου με τις πρωτεΐνες πρωτεογλυκάνες των ιστών.⁹⁰

Το πυρίτιο προκύπτει στην μύρα από τα κελύφη του κριθαριού και παραμένει σε όλη την διάρκεια της ζυθοποίησης. Βρίσκεται στην μορφή του ορθοσιλικικού οξέος με τον χημικό τύπο $\text{Si}(\text{OH})_4$. Τα επίπεδα πυριτίου που τελικά θα βρεθούν στην μύρα εξαρτώνται από την ποικιλία της βύνης και του κριθαριού που θα χρησιμοποιηθούν.⁸⁸ Σύμφωνα με τους Walker και Freeman, σε μια βύνη τύπου ale το πυρίτιο είναι 0,28 mg/gr βύνης, ενώ για μια βύνη σκούρου χρώματος είναι 0,45 mg/gr βύνης.⁸⁸ Κατά την διάρκεια παραγωγής στο στάδιο της άλεσης και στις διαβροχές, το πυρίτιο απελευθερώνεται από τα κελύφη και περνά στο υγρό γλεύκος. Όταν η άλεση είναι παρατεταμένης διάρκειας, αυξάνεται και το επίπεδο του πυριτίου που θα περιέχεται αργότερα στην μύρα. Η διαφορά αυτή οφείλεται στην μεγαλύτερη επιφάνεια καρπών που μένει εκτεθειμένη και με αυτόν τον τρόπο απελευθερώνεται περισσότερο πυρίτιο. Η διαδικασία ζύμωσης δεν επιδρά στα επίπεδα πυριτίου.⁸⁸

Η μύρα είναι σημαντική διατροφική πηγή πυριτίου στις δυτικές χώρες και ειδικά για τους άντρες λόγω της συχνότερης κατανάλωσης μύρας. Η πρόσληψη του στις δυτικές χώρες κυμαίνεται ανάμεσα στα 20-50 mg/day.^{89,90} Το ποσό που θα απορροφηθεί και θα χρησιμοποιηθεί από τον οργανισμό εξαρτάται από την μορφή που θα βρίσκεται το πυρίτιο

στο τρόφιμο. Η πιο βιοδιαθέσιμη μορφή είναι το ορθοσιλικικό οξύ. Σε αυτήν την μορφή το πυρίτιο απορροφάται καλύτερα από τον εντερικό σωλήνα επειδή αποτελείται από πολλά μονομερή κομμάτια που έχουν αυξημένη διαλυτότητα.^{89,90,93}

Σε έρευνα της Katherine Tucker και των συνεργατών της (2009) βρέθηκε ότι η οστική πυκνότητα (BMD) σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και σε άντρες ήταν μεγαλύτερη σε όσα άτομα κατανάλωναν μέτρια επίπεδα αλκοόλ και ειδικά με την μορφή της μπύρας. Οι μύρες που χρησιμοποιήθηκαν για τους συμμετέχοντες περιείχαν 7 mg πυριτίου/ 356 ml. Οι μετρήσεις στην συγκεκριμένη έρευνα αφορούσαν την οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης και την περιοχή του ισχίου.⁹⁴ Τα δεδομένα αυτά έχουν βρεθεί και υποστηριχτεί και από άλλους ερευνητές, όπως οι Jugdaohsingh, Powell και Casey.^{83,89,91,92}

Σε έρευνα του 2012 από τους McLernon, Powell et al. βρέθηκαν παρόμοια δεδομένα για το πυρίτιο. Οι ερευνητές ανέλυσαν τις διατροφικές προσλήψεις 5.119 γυναικών που βρίσκονταν στην περίοδο της εμμηνόπαυσης (50-62 χρονών). Η μέτρια πρόσληψη αλκοόλ σχετίστηκε θετικά με αυξημένη οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας και του αυχένα του μηριαίου οστού. Συγκεκριμένα, η μύρα σχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με αυξημένη οστική πυκνότητα της οσφυϊκής μοίρας, όπως και η έρευνα της Tucker.⁹⁵

Ο μηχανισμός προστασίας της οστικής πυκνότητας μέσω της μπύρας δεν είναι πλήρως διευκρινισμένος, ωστόσο η πιο πιθανή θεωρία είναι η προστασία του πυριτίου μέσω της μπύρας.

Σε ποσοτικές αναλύσεις του Robberecht (2009) βρέθηκε ότι σε 76 δείγματα μπυρών διαφορετικών ετικετών ο μέσος όρος πυριτίου είναι >20 mg/l.⁹⁶ Οι μύρες τύπου ale (αφροζύμωτες) έχουν περισσότερο πυρίτιο από τις lager μύρες (βυθοζύμωτες) και ειδικά όταν συσκευάζονται σε γυάλινες φιάλες. Από τις έρευνες του Powell (2005,2010) βρέθηκε ότι η μύρα περιέχει 0,9-3,94 mg/100 gr που σημαίνει ότι στην καθημερινή μέτρια κατανάλωση 300-574 ml/day μπύρας προσλαμβάνονται 2-9 mg/day βιοδιαθέσιμου πυριτίου.⁸⁹

Επομένως, η μύρα μπορεί να ενταχθεί ως διατροφική πηγή πυριτίου και πιθανόν να βοηθά στην πρόληψη της οστεοπόρωσης.

ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΠΥΡΑΣ (USDA, 2016)

Πίνακας 1: Μπύρα τύπου regular

| Nutrient | Unit | 1 Value Per100 g | Data points | Std. Error | 1 fl oz 29,7g | 1 can 356g |
|---|------|---------------------|-------------|------------|------------------|---------------|
| Proximates | | | | | | |
| Water | g | 91.96 | -- | -- | 27.31 | 327.38 |
| Energy | kcal | 43 | -- | -- | 13 | 153 |
| Energy | kJ | 181 | -- | -- | 54 | 644 |
| Protein ¹ | g | 0.46 | 588 | 0.007 | 0.14 | 1.64 |
| Total lipid (fat) ² | g | 0.00 | 3 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| Ash ¹ | g | 0.16 | 588 | 0.002 | 0.05 | 0.57 |
| Carbohydrate, by difference | g | 3.55 | -- | -- | 1.05 | 12.64 |
| Fiber, total dietary ² | g | 0.0 | 1 | -- | 0.0 | 0.0 |
| Sugars, total ² | g | 0.00 | 3 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| Sucrose ² | g | 0.00 | 3 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| Glucose (dextrose) ² | g | 0.00 | 3 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| Fructose ² | g | 0.00 | 3 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| Lactose ² | g | 0.00 | 3 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| Maltose ² | g | 0.00 | 3 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| Galactose ² | g | 0.00 | 3 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| Starch ² | g | 0.00 | 3 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| Minerals | | | | | | |
| Calcium, Ca ² | mg | 4 | 3 | 0.639 | 1 | 14 |
| Iron, Fe ² | mg | 0.02 | 3 | 0.004 | 0.01 | 0.07 |
| Magnesium, Mg ² | mg | 6 | 3 | 0.264 | 2 | 21 |
| Phosphorus, P ² | mg | 14 | 3 | 2.099 | 4 | 50 |
| Potassium, K ² | mg | 27 | 3 | 2.282 | 8 | 96 |
| Sodium, Na ² | mg | 4 | 3 | 0.546 | 1 | 14 |
| Zinc, Zn ² | mg | 0.01 | 3 | 0.001 | 0.00 | 0.04 |
| Copper, Cu ² | mg | 0.005 | 3 | 0.001 | 0.001 | 0.018 |
| Manganese, Mn ² | mg | 0.008 | 3 | 0.001 | 0.002 | 0.028 |
| Selenium, Se ² | µg | 0.6 | 3 | 0.044 | 0.2 | 2.1 |
| Fluoride, F ² | µg | 44.2 | 102 | 2.544 | 13.1 | 157.4 |
| Vitamins | | | | | | |
| Vitamin C, total ascorbic acid ² | mg | 0.0 | 1 | -- | 0.0 | 0.0 |
| Thiamin ² | mg | 0.005 | 3 | 0.000 | 0.001 | 0.018 |
| Riboflavin ² | mg | 0.025 | 3 | 0.001 | 0.007 | 0.089 |
| Niacin ² | mg | 0.513 | 3 | 0.021 | 0.152 | 1.826 |
| Pantothenic acid ² | mg | 0.041 | 3 | 0.011 | 0.012 | 0.146 |
| Vitamin B-6 ² | mg | 0.046 | 3 | 0.004 | 0.014 | 0.164 |
| Folate, total ² | µg | 6 | 3 | 0.706 | 2 | 21 |
| Folic acid | µg | 0 | -- | -- | 0 | 0 |
| Folate, food | µg | 6 | 3 | 0.706 | 2 | 21 |
| Folate, DFE | µg | 6 | -- | -- | 2 | 21 |
| Choline, total | mg | 10.1 | -- | -- | 3.0 | 36.0 |
| Vitamin B-12 | µg | 0.02 | 33 | 0.001 | 0.01 | 0.07 |
| Vitamin B-12, added | µg | 0.00 | -- | -- | 0.00 | 0.00 |
| Vitamin A, RAE | µg | 0 | -- | -- | 0 | 0 |
| Retinol | µg | 0 | -- | -- | 0 | 0 |
| Carotene, beta | µg | 0 | -- | -- | 0 | 0 |
| Carotene, alpha | µg | 0 | -- | -- | 0 | 0 |
| Cryptoxanthin, beta | µg | 0 | -- | -- | 0 | 0 |
| Vitamin A, IU | IU | 0 | -- | -- | 0 | 0 |
| Lycopene | µg | 0 | -- | -- | 0 | 0 |
| Lutein + zeaxanthin | µg | 0 | -- | -- | 0 | 0 |
| Vitamin E (alpha-tocopherol) ³ | mg | 0.00 | 5 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| Vitamin E, added | mg | 0.00 | -- | -- | 0.00 | 0.00 |
| Tocopherol, beta ³ | mg | 0.00 | 5 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| Tocopherol, gamma ³ | mg | 0.00 | 5 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| Tocopherol, delta ³ | mg | 0.00 | 5 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |

| Nutrient | Unit | 1 Value Per100 g | Data points | Std. Error | 1 fl oz 29,7g | 1 can 356g |
|--|------|------------------|-------------|------------|---------------|------------|
| Vitamin D (D2 + D3) | µg | 0.0 | -- | -- | 0.0 | 0.0 |
| Vitamin D | IU | 0 | -- | -- | 0 | 0 |
| Vitamin K (phylloquinone) ² | µg | 0.0 | 1 | -- | 0.0 | 0.0 |
| Lipids | | | | | | |
| Fatty acids, total saturated | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 4:0 | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 6:0 | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 8:0 | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 10:0 | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 12:0 | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 14:0 | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 16:0 | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 18:0 | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Fatty acids, total monounsaturated | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 16:1 undifferentiated | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 18:1 undifferentiated | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 20:1 | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 22:1 undifferentiated | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Fatty acids, total polyunsaturated | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 18:2 undifferentiated | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 18:3 undifferentiated | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 18:4 | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 20:4 undifferentiated | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 20:5 n-3 (EPA) | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 22:5 n-3 (DPA) | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| 22:6 n-3 (DHA) | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Fatty acids, total trans | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Cholesterol | mg | 0 | -- | -- | 0 | 0 |
| Amino Acids | | | | | | |
| Tryptophan ² | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Threonine ² | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Isoleucine ² | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Leucine ² | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Lysine ² | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Methionine ² | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Cystine ² | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Phenylalanine ² | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Tyrosine ² | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Valine ² | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Arginine ² | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Histidine ² | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Alanine ² | g | 0.012 | -- | -- | 0.004 | 0.043 |
| Aspartic acid ² | g | 0.016 | -- | -- | 0.005 | 0.057 |
| Glutamic acid ² | g | 0.047 | -- | -- | 0.014 | 0.167 |
| Glycine ² | g | 0.013 | -- | -- | 0.004 | 0.046 |
| Proline ² | g | 0.035 | -- | -- | 0.010 | 0.125 |
| Serine ² | g | 0.000 | -- | -- | 0.000 | 0.000 |
| Other | | | | | | |
| Alcohol, ethyl ¹ | g | 3.9 | 588 | 0.032 | 1.2 | 13.9 |
| Caffeine | mg | 0 | -- | -- | 0 | 0 |
| Theobromine | mg | 0 | -- | -- | 0 | 0 |
| Flavonoids | | | | | | |
| Flavan-3-ols | | | | | | |
| (-)-Catechin ^{9 10 11 12 13} | mg | 0.4 | 15 | 60 | 0.1 | 1.4 |
| (-)-Epigallocatechin ^{9 11} | mg | 0.0 | 4 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| (-)-Epicatechin ^{9 10 11 12 13} | mg | 0.1 | 14 | 20 | 0.0 | 0.3 |
| (-)-Epicatechin 3-gallate ^{9 11} | mg | 0.0 | 4 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| (-)-Epigallocatechin 3-gallate ^{9 11} | mg | 0.0 | 4 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| (-)-Gallocatechin ^{9 11} | mg | 0.1 | 4 | 30 | 0.0 | 0.3 |
| Flavanones | | | | | | |
| Hesperetin | mg | 0.0 | 1 | -- | 0.0 | 0.0 |
| Naringenin | mg | 0.0 | 1 | -- | 0.0 | 0.0 |
| Flavones | | | | | | |
| Apigenin ¹⁴ | mg | 0.0 | 1 | -- | 0.0 | 0.0 |
| Luteolin ¹⁴ | mg | 0.0 | 1 | -- | 0.0 | 0.0 |

| Nutrient | Unit | 1 | | | 1 fl oz 29,7g | 1 can 356g |
|--|------|-------------------|-------------|------------|------------------|---------------|
| | | Value Per100 g | Data points | Std. Error | | |
| Flavonols | | | | | | |
| Kaempferol ¹⁴ | mg | 0.8 | 2 | -- | 0.2 | 2.9 |
| Myricetin ¹⁴ | mg | 0.0 | 2 | -- | 0.0 | 0.1 |
| Quercetin ^{10 13 14} | mg | 0.0 | 11 | 10 | 0.0 | 0.1 |
| Isoflavones | | | | | | |
| Daidzein ¹⁵ | mg | 0.00 | 1 | -- | 0.00 | 0.00 |
| Genistein ¹⁵ | mg | 0.00 | 1 | -- | 0.00 | 0.00 |
| Total isoflavones ¹⁵ | mg | 0.00 | 1 | -- | 0.00 | 0.00 |
| Proanthocyanidin | | | | | | |
| Proanthocyanidin dimers ^{4 5 6 7 8} | mg | 0.8 | 8 | 420 | 0.2 | 2.9 |
| Proanthocyanidin trimers ^{4 5 6 8} | mg | 0.2 | 7 | 70 | 0.0 | 0.6 |
| Proanthocyanidin 4-6mers ^{2 6} | mg | 0.3 | 3 | 100 | 0.1 | 1.2 |
| Proanthocyanidin 7-10mers ^{5 6} | mg | 0.0 | 3 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| Proanthocyanidin polymers (>10mers) ^{5 6} | mg | 0.0 | 3 | 0 | 0.0 | 0.0 |

Πίνακας 2: Μπύρα τύπου light (3,9gr. αιθανόλης/100gr)

| Nutrient | Unit | 1 Value Per100 g | 1 fl oz 29,5g | 1 can or bottle (12 fl oz) 354g |
|--------------------------------|------|---------------------|------------------|------------------------------------|
| Proximates | | | | |
| Water | g | 94.88 | 27.99 | 335.88 |
| Energy | kcal | 29 | 9 | 103 |
| Protein | g | 0.24 | 0.07 | 0.85 |
| Total lipid (fat) | g | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carbohydrate, by difference | g | 1.64 | 0.48 | 5.81 |
| Fiber, total dietary | g | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Sugars, total | g | 0.09 | 0.03 | 0.32 |
| Minerals | | | | |
| Calcium, Ca | mg | 4 | 1 | 14 |
| Iron, Fe | mg | 0.03 | 0.01 | 0.11 |
| Magnesium, Mg | mg | 5 | 1 | 18 |
| Phosphorus, P | mg | 12 | 4 | 42 |
| Potassium, K | mg | 21 | 6 | 74 |
| Sodium, Na | mg | 4 | 1 | 14 |
| Zinc, Zn | mg | 0.01 | 0.00 | 0.04 |
| Vitamins | | | | |
| Vitamin C, total ascorbic acid | mg | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Thiamin | mg | 0.005 | 0.001 | 0.018 |
| Riboflavin | mg | 0.015 | 0.004 | 0.053 |
| Niacin | mg | 0.391 | 0.115 | 1.384 |
| Vitamin B-6 | mg | 0.034 | 0.010 | 0.120 |
| Folate, DFE | µg | 6 | 2 | 21 |
| Vitamin B-12 | µg | 0.02 | 0.01 | 0.07 |
| Vitamin A, RAE | µg | 0 | 0 | 0 |
| Vitamin A, IU | IU | 0 | 0 | 0 |

Πίνακας 3: Μπύρα με υψηλότερο αλκοόλ. (7,7 gr αιθανόλης/ 100gr.)

| Nutrient | Unit | 1 Value Per100 g | 1 fl oz 30,6g | 1 bottle 355g |
|--------------------------------|------|------------------------|------------------|------------------|
| Proximates | | | | |
| Water | g | 91.00 | 27.85 | 323.05 |
| Energy | kcal | 58 | 18 | 206 |
| Protein | g | 0.90 | 0.28 | 3.20 |
| Total lipid (fat) | g | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carbohydrate, by difference | g | 0.27 | 0.08 | 0.96 |
| Fiber, total dietary | g | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Sugars, total | g | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Minerals | | | | |
| Calcium, Ca | mg | 8 | 2 | 28 |
| Iron, Fe | mg | 0.03 | 0.01 | 0.11 |
| Magnesium, Mg | mg | 12 | 4 | 43 |
| Phosphorus, P | mg | 32 | 10 | 114 |
| Potassium, K | mg | 62 | 19 | 220 |
| Sodium, Na | mg | 4 | 1 | 14 |
| Zinc, Zn | mg | 0.01 | 0.00 | 0.04 |
| Vitamins | | | | |
| Vitamin C, total ascorbic acid | mg | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Thiamin | mg | 0.030 | 0.009 | 0.106 |
| Riboflavin | mg | 0.090 | 0.028 | 0.320 |
| Niacin | mg | 1.100 | 0.337 | 3.905 |
| Vitamin B-6 | mg | 0.090 | 0.028 | 0.320 |
| Folate, DFE | µg | 18 | 6 | 64 |
| Vitamin B-12 | µg | 0.02 | 0.01 | 0.07 |
| Vitamin A, RAE | µg | 0 | 0 | 0 |
| Vitamin A, IU | IU | 0 | 0 | 0 |

Πίνακας 4: Μπύρα τύπου light, με υψηλότερο αλκοόλ. (6 gr.αιθανόλης/ 100 gr)

| Nutrient | Unit | 1 Value Per100 g | 12.0 fl oz 356g |
|--------------------------------|------|------------------------|--------------------|
| Proximates | | | |
| Water | g | 92.88 | 330.65 |
| Energy | kcal | 46 | 164 |
| Protein | g | 0.25 | 0.89 |
| Total lipid (fat) | g | 0.00 | 0.00 |
| Carbohydrate, by difference | g | 0.77 | 2.74 |
| Fiber, total dietary | g | 0.0 | 0.0 |
| Sugars, total | g | 0.09 | 0.32 |
| Minerals | | | |
| Calcium, Ca | mg | 4 | 14 |
| Iron, Fe | mg | 0.03 | 0.11 |
| Magnesium, Mg | mg | 5 | 18 |
| Phosphorus, P | mg | 12 | 43 |
| Potassium, K | mg | 21 | 75 |
| Sodium, Na | mg | 4 | 14 |
| Zinc, Zn | mg | 0.01 | 0.04 |
| Vitamins | | | |
| Vitamin C, total ascorbic acid | mg | 0.0 | 0.0 |
| Thiamin | mg | 0.005 | 0.018 |
| Riboflavin | mg | 0.015 | 0.053 |
| Niacin | mg | 0.391 | 1.392 |
| Vitamin B-6 | mg | 0.034 | 0.121 |
| Folate, DFE | µg | 6 | 21 |
| Vitamin B-12 | µg | 0.02 | 0.07 |
| Vitamin A, RAE | µg | 0 | 0 |
| Vitamin A, IU | IU | 0 | 0 |

Πίνακας 5: Μπόρα τύπου light, χαμηλότερων υδατανθράκων. (3,3 gr.αιθανόλης/100gr)

| Nutrient | Unit | I Value Per100 g | 1 fl oz 29,5g | 12.0 fl oz 354g |
|--------------------------------|------|------------------------|------------------|--------------------|
| Proximates | | | | |
| Water | g | 95.40 | 28.14 | 337.72 |
| Energy | kcal | 27 | 8 | 96 |
| Protein | g | 0.17 | 0.05 | 0.60 |
| Total lipid (fat) | g | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Carbohydrate, by difference | g | 0.73 | 0.22 | 2.58 |
| Fiber, total dietary | g | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Sugars, total | g | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Minerals | | | | |
| Calcium, Ca | mg | 4 | 1 | 14 |
| Iron, Fe | mg | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Magnesium, Mg | mg | 4 | 1 | 14 |
| Phosphorus, P | mg | 8 | 2 | 28 |
| Potassium, K | mg | 17 | 5 | 60 |
| Sodium, Na | mg | 3 | 1 | 11 |
| Zinc, Zn | mg | 0.01 | 0.00 | 0.04 |
| Vitamins | | | | |
| Vitamin C, total ascorbic acid | mg | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Thiamin | mg | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Riboflavin | mg | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Niacin | mg | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Vitamin B-6 | mg | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Folate, DFE | μg | 0 | 0 | 0 |
| Vitamin B-12 | μg | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Vitamin A, RAE | μg | 0 | 0 | 0 |
| Vitamin A, IU | IU | 0 | 0 | 0 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^Ο ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΜΠΥΡΑΣ

Τα αντιοξειδωτικά στοιχεία είναι μια ομάδα στοιχείων με σπουδαία σημασία για την επίδραση τους στην υγεία του ανθρώπου. Τα ‘αντιοξειδωτικά’, όπως είναι ευρέως γνωστά, βρίσκονται σε πληθώρα τροφίμων, όπως τα φρούτα, τα λαχανικά, οι καρποί, το τσάι και το κρασί.

Ο άνθρωπος μπορεί να προσλάβει αντιοξειδωτικά στοιχεία μέσω των τροφών (βιταμίνες, καροτενοειδή, πολυφαινόλες) καταναλώνοντας επαρκώς τα τρόφιμα που τα περιέχουν. Συγκεκριμένα η μπύρα, όπως και το κρασί, μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην συνολική αντιοξειδωτική πρόσληψη από την καθημερινή διατροφή και όταν η πρόσληψη είναι μέτρια γίνεται πηγή σημαντικών αντιοξειδωτικών στοιχείων. Τα στοιχεία αυτά υπάρχουν στα φυτά με σκοπό να συμβάλλουν στην άμυνα τους από μικροβιακές επιθέσεις γι αυτό ονομάζονται και φυτοχημικά.⁵⁴

6.1. ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ

Η περιεκτικότητα ενός τροφίμου σε αντιοξειδωτικά είναι μεγίστης σημασίας καθώς τα αντιοξειδωτικά συστατικά όλων των τροφίμων καταπολεμούν τις βλαβερές για τον οργανισμό ελεύθερες ρίζες, βοηθώντας στην πρόληψη χρόνιων νοσημάτων και στην μείωση της διαδικασίας της γήρανσης.

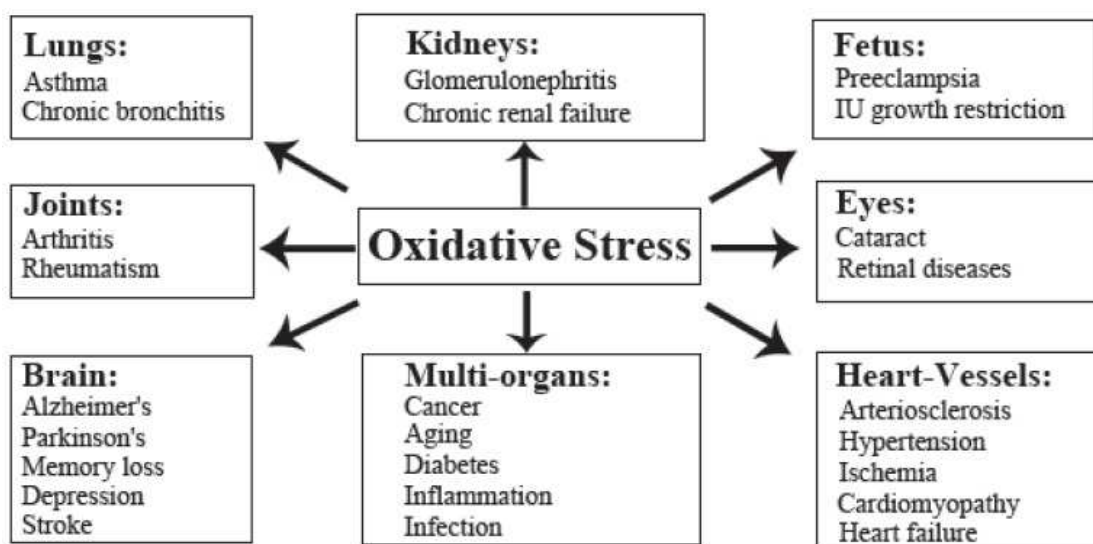
Ελεύθερες ρίζες ονομάζονται τα άτομα που έχουν ένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο στην εξωτερική τους στοιβάδα. Λόγω του μονήρους ηλεκτρονίου το άτομο είναι λιγότερο ευσταθές και για να αποκτήσει σταθερότητα σχηματίζει συνεχώς δεσμούς με τα γειτονικά άτομα του αποσπώντας ή δίνοντας ένα ηλεκτρόνιο. Αποτέλεσμα αυτής της ανταλλαγής είναι να αποκτήσει υψηλότερη ενεργειακή κατάσταση, αλλά ταυτόχρονα η ανταλλαγή αυτή καθορίζει αν το άτομο θα αποκτήσει οξειδωτικές ή αντιοξειδωτικές ικανότητες.^{97,98,99}

Η κύρια λειτουργία των ελεύθερων ριζών είναι να δρουν ως οξειδωτικά μέσα αποσπώντας ένα ηλεκτρόνιο από σημαντικά βιομόρια, κυρίως μόρια DNA, πρωτεΐνες, λίπη και υδατάνθρακες. Η επαφή της ελεύθερης ρίζας με το βιομόριο οδηγεί στην κυτταρική καταστροφή και συναφείς διαταραχές σε κυτταρικό επίπεδο. Με την πάροδο του χρόνου οι ελεύθερες ρίζες συσσωρεύονται και οδηγούν στην οξειδωτική καταπόνηση του οργανισμού (οξειδωτικό stress) προκαλώντας παθολογικές καταστάσεις.^{97,99}

Οξειδωτικό stress, σύμφωνα με τους Lobo et al. (2010), ονομάζεται η οξειδωτική καταστροφή που προκύπτει από την ανισορροπία ανάμεσα στην δημιουργία των

ελεύθερων ριζών και στις αντιοξειδωτικές άμυνες του οργανισμού.⁹⁹ Αποτέλεσμα του οξειδωτικού stress, όπως προαναφέρθηκε, είναι η εκδήλωση διάφορων χρόνιων νοσημάτων, όπως τα καρδιαγγειακά νοσήματα, ο καρκίνος, οι νευρολογικές νόσοι Alzheimer και Parkinson κ.ά.¹⁰⁰

Οι σημαντικότερες ελεύθερες ρίζες στον ανθρώπινο οργανισμό είναι το ανιόν υπεροξειδίου (O_2^-), η ρίζα υδροξυλίου (OH) και η ρίζα μονοξειδίου του αζώτου (NO).⁹⁷



Εικόνα 6.1. Ασθένειες που σχετίζονται με το οξειδωτικό στρες. (Pham-Huy, 2008)

6.1.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΡΙΖΩΝ

Οι ελεύθερες ρίζες παράγονται είτε ενδογενώς από το οργανισμό, είτε εξωγενώς με την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων. Η ενδογενής παραγωγή των ελεύθερων ριζών προκύπτει από τις φυσιολογικές απαραίτητες μεταβολικές διαδικασίες, όπως η αναπνοή και η φαγοκυττάρωση. Όταν τα κύτταρα χρησιμοποιούν οξυγόνο για να δημιουργήσουν ενέργεια, παράγουν τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP) ως κύριο προϊόν και ελεύθερες ρίζες ως παραπροϊόν. Η εξωγενής παραγωγή ελεύθερων ριζών οφείλεται στην δράση του περιβάλλοντος, όπως η έκθεση σε ακτίνες X, ο τρόπος μαγειρέματος και οι διατροφικές επιλογές (λιπαρά, καπνιστά), το κάπνισμα, η φυσική δραστηριότητα και η ρύπανση.^{99,100}

Ο σχηματισμός των ελεύθερων ριζών προκύπτει από ενζυματικές ή μη ενζυματικές αντιδράσεις.^{99,100} Ενζυματική παραγωγή ελεύθερων ριζών γίνεται κατά τις οξειδωτικές ενζυματικές αντιδράσεις, όπως οι μεταβολικές διαδικασίες που προαναφέρθηκαν, και συμμετέχουν ένζυμα όπως οι λιποξυγενάσες, οι υπεροξειδάσες και οι αφυδρογονάσες.⁹⁷

6.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ

Αντιοξειδωτικό στοιχείο ονομάζεται, σύμφωνα με τους Lobo et al. (2010), το σταθερό μόριο που μπορεί να 'δώσει' ένα ηλεκτρόνιο για να εξουδετερώσει μια ελεύθερη ρίζα. Τα αντιοξειδωτικά έχουν διάφορες λειτουργίες και ικανότητες, όπως να λειτουργούν ως σαρωτές / ανιχνευτές ελευθέρων ριζών, να είναι δότες ηλεκτρονίου και υδρογόνου κ.ά. Αντιοξειδωτικά στοιχεία βρίσκονται στον ενδοκυττάριο και στον εξωκυττάριο χώρο ώστε να προλαμβάνουν ή να καθυστερούν την κυτταρική καταστροφή.⁹⁹

6.3. ΔΡΑΣΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ

Οι ελεύθερες ρίζες έχουν την ικανότητα να προσελκύουν τους φλεγμονώδεις παράγοντες οδηγώντας σε φλεγμονή και κυτταρικό θάνατο.⁽⁹⁾ Ο οργανισμός για να αμυνθεί έχει αναπτύξει ενζυματικούς και μη-ενζυματικούς αντιοξειδωτικούς παράγοντες.

Τα αντιοξειδωτικά ένζυμα αποτελούν την πρώτη γραμμή άμυνας για τις ελεύθερες ρίζες, η οποία συνήθως αποτελείται από την υπεροξειδάση της γλουταθειόνης, την δισμουτάση υπεροξειδίου και την καταλάση.^{97,99}

Οι μη-ενζυματικοί αντιοξειδωτικοί παράγοντες προέρχονται από την διατροφή ή από τον ίδιο τον οργανισμό. Οι πιο σημαντικοί είναι το ασκορβικό οξύ, η γλουταθειόνη, η

μελατονίνη, το ουρικό οξύ και η βιταμίνη E, αλλά και οι πολυφαινόλες, το σελήνιο, τα ω-3 και τα ω-6.^{97,99,100}

Τα αντιοξειδωτικά στοιχεία δρουν με δυο τρόπους^{97,99}:

- a) Σπάσιμο αλυσίδας ελευθέρων ριζών (πρωτοταγή αντιοξειδωτικά) : οι ελεύθερες ρίζες δρουν συνεχώς προκαλώντας αποκοπή ενός ηλεκτρονίου από το γειτονικό τους μόριο, σχηματίζοντας μια συνεχή αλυσίδα. Η αλυσίδα αυτή διακόπτεται όταν η τελευταία ελεύθερη ρίζα σταθεροποιηθεί από ένα αντιοξειδωτικό. Παραδείγματα αντιοξειδωτικών με τέτοιο τρόπο δράσης είναι οι βιταμίνες C και E και τα καροτένια.
- b) Πρόληψη δημιουργίας ελευθέρων ριζών (δευτεροταγή αντιοξειδωτικά) : τα αντιοξειδωτικά ένζυμα (π.χ. δισμουτάση, καταλάση) δρουν με αυτόν τον τρόπο, καταστέλλοντας τον σχηματισμό των ελευθέρων ριζών.

6.4. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΠΥΡΑΣ

Τα αντιοξειδωτικά στοιχεία της μπίρας προέρχονται από την βύνη και τον λυκίσκο σε αναλογία περίπου 70-80% από την βύνη και 20-30% από τον λυκίσκο.^{61,79,81} Κατά την διαδικασία παραγωγής της μπίρας ο ρόλος τους είναι να προλαμβάνουν τις αντιδράσεις οξείδωσης ώστε να αυξηθεί ο χρόνος αποθήκευσης του προϊόντος και ταυτόχρονα συνεισφέρουν στον σχηματισμό του αφρού, της γεύσης και του χρώματος.¹⁰¹ Η ποσότητα που τελικά θα βρεθεί στην μπίρα είναι ανάλογη με τον τύπο του κριθαριού και του λυκίσκου που θα χρησιμοποιηθεί, αλλά και με τον χρόνο της διαδικασίας παραγωγής.^{79,102}

6.4.1. ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ

Οι πολυφαινόλες της βύνης και του λυκίσκου είναι η κύρια αντιοξειδωτική κατηγορία της μπίρας. Πολυφαινόλες ονομάζονται οι οργανικές ενώσεις με διάφορες παρόμοιες χημικές δομές και πολλές υδροξυλικές ομάδες στο μόριο τους.¹⁰³ Η κατηγορία των ενώσεων αυτών χαρακτηρίζεται από πάνω από 1 αρωματικό δακτύλιο που συνδέεται με παραπάνω από 1 υδροξύλια.⁵⁴

Οι πολυφαινόλες χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα τον αριθμό των φαινολικών δακτυλίων και των δομικών ομάδων που περιέχει το μόριο τους. Οι κύριες κατηγορίες των πολυφαινολών είναι οι απλές φαινόλες, οι βενζοκινόνες, τα φαινολικά οξέα, τα φαινυλοξικά οξέα, τα κινναμωμικά οξέα, οι κουμαρίνες, οι ναφθοκινόνες, οι ξανθόνες, τα

στιλβένια, τα φλαβονοειδή και οι λιγνάνες.⁵⁴ Άλλη κατάταξη των πολυφαινόλων είναι : τα φλαβονοειδή, οι λιγνάνες, τα φαινολικά οξέα, τα στιλβένια και οι άλλες πολυφαινόλες (alkylmethoxyphenols, alkylphenols κ.ά.)¹⁰⁴

Η μύρα περιέχει σημαντικές πολυφαινόλες και η δράση της ως αντιοξειδωτικό τρόφιμο έχει αποδειχθεί σε πληθώρα ερευνών. Έρευνα σε 31 ελληνικές μύρες μικροζυθοποιίας ανέδειξε την αντιοξειδωτική ικανότητα της μύρας. Στην έρευνα αναλύθηκαν μύρες από διάφορες περιοχές της Ελλάδας, όπως η Χίος, η Σαντορίνη, η Ρόδος, και βρέθηκε πως η μύρα έχει μικρότερη αντιοξειδωτική ικανότητα από το κόκκινο κρασί, αλλά μεγαλύτερη από το λευκό κρασί. Οι πολυφαινόλες της μύρας δρουν ως πρωτοταγή αντιοξειδωτικά, δηλαδή διακόπτουν τις αλυσιδωτές αντιδράσεις δημιουργίας ελεύθερων ριζών παρέχοντας άτομα υδρογόνου στα μόρια των ριζών.¹⁰⁵

6.4.2. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

Οι Shi et al. (2014) έχουν περιγράψει αναλυτικά την απορρόφηση και τον μεταβολισμό των φαινολικών ενώσεων. Βασικός παράγοντας για να υπάρξουν ευεργετικά οφέλη από τα φαινολικά στοιχεία είναι η βιοδιαθεσιμότητα. Η βιοδιαθεσιμότητα ορίζεται ως η ποσότητα της ένωσης που απελευθερώνεται από το τρόφιμο, διασπάται, απορροφάται, μεταβολίζεται και μεταφέρεται στους ιστούς και στα όργανα-στόχους. Η μοριακή δομή κάθε ένωσης καθορίζει το ποσό που θα απορροφηθεί και θα χρησιμοποιηθεί.¹⁰⁶ Σημαντικός παράγοντας, επίσης, για την βιοδιαθεσιμότητα του φλαβονοειδούς είναι η μορφή που υπάρχει στο τρόφιμο. Τα φλαβονοειδή βρίσκονται στα τρόφιμα ως γλυκοζίτες ή ως μη-γλυκοζυλιωμένα.¹⁰⁷

Αρκετοί ερευνητές έχουν παρατηρήσει πως διάφορες φαινολικές ενώσεις δεν απορροφούνται από τον οργανισμό, ενώ βρίσκονται σε επαρκή ποσότητα. Οι Schewe et Sies (2009) όμως υποστηρίζουν πως ακόμα και οι φαινολικές ενώσεις που δεν απορροφούνται, δεν σημαίνει ότι δεν δρουν ευεργετικά στον οργανισμό. Πολλές φαινολικές ενώσεις, όπως η επικατεχίνη, δρουν ως θρεπτικά υποστρώματα για τα εντερικά μικρόβια μειώνοντας την πιθανή ανάπτυξη γαστρεντερικών όγκων.¹⁰⁸

Η αρχή του μεταβολισμού των φαινολικών ενώσεων γίνεται στο ήπαρ, όπου εκεί είτε θα εισέλθουν στην κυκλοφορία του αίματος, είτε θα εκκριθούν με την χολή στο λεπτό έντερο. Όσες φαινολικές ενώσεις έχουν την κατάλληλη χημική δομή να εισέλθουν στον εντεροηπατικό κύκλο, θα καταλήξουν στον κόλον του παχέως εντέρου, ενώ άλλες ενώσεις

φτάνουν απευθείας στο κόλον. Στο κόλον θα υδρολυθούν και θα διασπαστούν σε μικρότερους μεταβολίτες από την τοπική μικροχλωρίδα.^{105,106,107}

Λόγω της αλληλεπίδρασης των φαινολικών ενώσεων και της μικροχλωρίδας, είναι πιθανός ο ρόλος των φαινολικών ενώσεων ως πρεβιοτικά, καθώς επηρεάζουν την σύνθεση της χλωρίδας του παχέως εντέρου.¹⁰⁶

Η μπύρα από την ομάδα των πολυφαινολών περιέχει κυρίως φαινολικά οξέα και φλαβονοειδή, τα οποία θα αναλυθούν στην συνέχεια του κεφαλαίου.

6.5. ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ

Τα φλαβονοειδή είναι από τις μεγαλύτερες κατηγορίες φυτοχημικών ενώσεων με πάνω από 4000 ενώσεις που χωρίζονται με βάση την μοριακή τους δομή.¹¹⁰ Είναι ομάδα φυσικών ενώσεων με κοινή χημική δομή, η οποία αποτελείται από σκελετό *diphenylpropane* που ενώνεται με δυο βενζοϊκούς δακτυλίους.⁷⁹ Στην καθημερινή διατροφή τα φλαβονοειδή αποτελούν τα δύο-τρίτα όλων των φαινολικών ενώσεων που προσλαμβάνονται από τα τρόφιμα.¹¹¹

Οι υποομάδες των φλαβονοειδών, σύμφωνα με τους ερευνητές, είναι : οι ανθοκυανιδίνες, οι φλαβανόλες, οι φλαβανόνες, οι φλαβονόλες, οι φλαβόνες και οι ισοφλαβόνες.^{79,111,112}

Ο Bamforth (2004) υποστηρίζει ότι στην μπύρα υπάρχει μεγαλύτερη ποικιλία σε φαινολικές ενώσεις σε σχέση με το κρασί, ωστόσο δεν είναι απολύτως βέβαιο πως ο οργανισμός απορροφά και χρησιμοποιεί όλη την διαθέσιμη ποσότητα.⁸¹

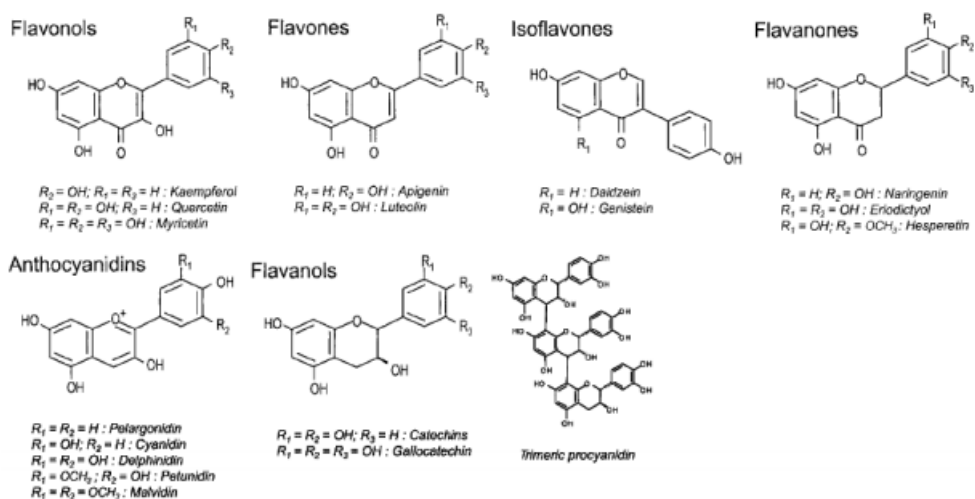
Η κατηγοριοποίηση των φλαβονοειδών της μπύρας φαίνεται να είναι ^{61,79,81,112,113} :

1. Φαινολικές αλκοόλες
2. Φαινολικές αμίνες / αμινοξέα
3. Φλαβανόλες (flavan-3-ols) και τα παράγωγα τους
4. Φλαβονόλες και τα παράγωγα τους
5. Παράγωγα φλαβονών
6. Προανθοκυανιδίνες

Οι κυριότεροι εκπρόσωποι από κάθε ομάδα είναι :

1. Φαινολικές αλκοόλες : τυροσόλη

2. Φαινολικές αμίνες : χορδενίνη, τυροσίνη, τυραμίνη
3. Φλαβανόλες : κατεχίνη, επικατεχίνη
 - Με τα παράγωγα τους : catechin-O-hexoside, catechin-O-dihexoside
4. Φλαβονόλες : quercetin, myricetin, rutin
 - Με τα παράγωγα τους : kaempferol-3-O-glucoside, quercetin-3-O-glucoside, kaempferol-3-O-rhamnoside, quercetin-3-O-rhamnoside.
5. Παράγωγα φλαβονών : apigenin-C-hexoside, apigenin-C-hexoside-O-hexoside, apigenin-C-glucoside, apigenin-C-diglucoside, apigenin-C-hexoside-C-pentoside.
6. Προανθοκυανιδίνες : procyanidin B3



Σχήμα 6.2. Χημικές δομές και υποκατηγορίες φαινολικών ενώσεων. (Μαυρίκου 2015)

6.6. ΔΡΑΣΕΙΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

Οι ευεργετικές επιδράσεις των φαινολικών στοιχείων της μύρας αποδείχθηκαν σε μελέτη Ελλήνων ερευνητών (Καρατζή, Ροντογιάννη et al. 2012). Οι ερευνητές είχαν ως σκοπό να αποδείξουν για πρώτη φορά την επίπτωση της μύρας στην αρτηριακή λειτουργία και στην αρτηριακή πίεση μέσω των αρτηριακών βιοδεικτών αθηροσκλήρωσης. Χρησιμοποίησαν υγιείς εθελοντές που τους δόθηκαν 3 επιλεγμένα ποτά (κανονική μύρα, μύρα χωρίς αλκοόλ, βότκα). Όρισαν ως κρίσιμους δείκτες της αρτηριακής λειτουργίας τους ανεξάρτητους παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα, όπως η ταχύτητα κύματος παλμού και η αορτική πίεση. Οι παρατηρήσεις τους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μέτρια πρόσληψη μύρας έχει μετρήσιμη ευεργετική επίδραση στους συγκεκριμένους βιοδείκτες. Η ευεργετική επίδραση αποδίδεται στον συνδυασμό της αιθανόλης και των αντιοξειδωτικών στοιχείων (φαινολικές ενώσεις) μέσω του μηχανισμού της αγγειοδιαστολής και της βελτίωσης της ενδοθηλιακής λειτουργίας.¹¹³

Η βελτίωση της ενδοθηλιακής λειτουργίας αποδείχθηκε και από επόμενη ελληνική έρευνα την ίδια χρονιά (2012). Οι ερευνητές εκτίμησαν την συνολική ενδοθηλιακή λειτουργία με την μέθοδο FMD (flow mediated dilatation=αγγειοδιαστολή μέσω ροής) σε 17 υγιείς άντρες με μέσο όρο ηλικίας τα 28 έτη. Στους εθελοντές χορηγήθηκε ελαφρύ γεύμα και 400 ml μύρα (20 gr. αλκοόλ, 48 mg πολυφαινολών) ή 800 ml μύρα χωρίς αλκοόλ (0 gr. αλκοόλ, 48 mg πολυφαινολών) ή 67 ml βότκα (20 gr. αλκοόλ). Μετά από διάστημα 1 ώρας και 2 ωρών από την κατανάλωση του ποτού μετρήθηκε η ενδοθηλιακή λειτουργία. Οι ερευνητές παρατήρησαν πως η μύρα με αλκοόλ βελτιώνει την ενδοθηλιακή λειτουργία στο οξύ μεταγευματικό στάδιο. Η παρατήρηση θεωρήθηκε σημαντική μόνο σχετικά με την μύρα με αλκοόλ, επομένως φαίνεται να υπάρχει συνεργική δράση της αιθανόλης και των πολυφαινολών.¹¹⁶

Σε έρευνα των Quifer-Rada et al. (2015) αναλύθηκαν 4 τύποι μύρας (lager, Pilsen, Marzenbier, χωρίς αλκοόλ). Οι ερευνητές προσδιόρισαν ποσοτικά τις φαινολικές ενώσεις και τα φαινολικά οξέα σε αυτές τις μύρες. Μέτρησαν συνολικά 54 διαφορετικές χημικές ενώσεις, ενώ μέσα σε αυτές βρήκαν και 7 καινούριες ενώσεις που δεν είχαν προσδιοριστεί ξανά. Οι 7 καινούριες ενώσεις που προσδιόρισαν είναι : το coumaric-O-hexoside, το caffeic-O-hexoside, το sinapic-O-hexoside, το catechin-O-hexoside, το kaempferol –O-hexoside και το arigenin-C-hexoside-pentoside. Τα τέσσερα είδη, ωστόσο, δεν είχαν κάποια ουσιαστική διαφορά στην ποσότητα των ενώσεων.⁷⁹

Σύμφωνα με την βάση δεδομένων φαινολικών ενώσεων (Phenol-explorer database, 2015) η μπίρα ξανθού χρώματος περιέχει 27,83 mg πολυφαινόλων / 100 ml ή 91,84mg /330 ml.

104

6.7. ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ ΛΥΚΙΣΚΟΥ

Οι ξηροί κώνοι του λυκίσκου περιέχουν 14,4% του ξηρού τους βάρους σε πολυφαινόλες. Ο λυκίσκος περιέχει την ομάδα των φαινολικών οξέων, των prenylated φλαβονοειδών (πρενυλιωμένες χαλκόνες), των κατεχινών και των προανθοκυανιδινών. Στην κατηγορία των prenylated φλαβονοειδών ανήκουν οι prenylated χαλκόνες και οι prenylated φλαβανόνες.^{117,118,119}

6.7.1. PRENYLATED ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ

Τα prenylated φλαβονοειδή αποτελούν ειδική κατηγορία φαινολικών ενώσεων τα οποία βρίσκονται στα φύλλα των θηλυκών κώνων του λυκίσκου, συγκεκριμένα εκκρίνονται από τους εσωτερικούς αδένες της λουπουλίνης. Αποτελούνται από ομάδα prenyl (3-methyl-but-2-en-1-yl) που ενώνεται με τον σκελετό του φλαβονοειδούς. Στον λυκίσκο βρίσκονται σε ποσότητα 0,2-0,6% του βάρους του αλλά μεγάλη ποσότητα τους χάνεται στον βρασμό του γλεύκους και στην ζύμωση από την μαγιά.^{61,79,81}

Ο λυκίσκος και κατ'επέκταση η μπίρα, είναι η μόνη διατροφική πηγή των παρακάτω prenylated φλαβονοειδών.^{120,121} Τα κυριότερα prenylated φλαβονοειδή του λυκίσκου είναι η ξανθοχυμόλη, η ισοξανθοχυμόλη, η desmethylxanthohumol, η 6-prenylnaringenin, η 8-prenylnaringenin και η 6-geranylnaringenin.⁷⁹ Αυτή η ομάδα των φλαβονοειδών έχει κλινική σημασία καθώς όπως υποστηρίζουν οι Liu et al. (2015), είναι βιοδραστικές ενώσεις με υποσχόμενες φαρμακευτικές λειτουργίες.¹²²

Η διαδικασία ζυθοποίησης έχει ιδιαίτερη επίδραση στα πρενυλιωμένα φλαβονοειδή. Όπως εξηγούν οι Possemiers et al. (2009), ο κώνος του λυκίσκου είναι πλούσιος σε ξανθοχυμόλη και desmethylxanthohumol, ως κύριους αντιπρόσωπους των πρενυλιωμένων φλαβονοειδών. Κατά τον βρασμό του γλεύκους με τον λυκίσκο, τα δυο φλαβονοειδή ισομερίζονται σε ισοξανθοχυμόλη και ένα μίγμα 8-prenylnaringenin και 6-prenylnaringenin αντιστοίχως. Επομένως, τα κυρίαρχα πρενυλιωμένα φλαβονοειδή στην

τελική μύρα είναι η ισοξανθοχυμόλη, η 8-prenylnaringenin και η 6-prenylnaringenin.¹⁰⁷ Επίσης, έχει παρατηρηθεί πως μέσα σε διάστημα 48 ωρών από την κατανάλωση μύρας η ισοξανθοχυμόλη μετατρέπεται σε 8-prenylnaringenin στο άπω κόλον μέσω των εντερικών βακτηρίων.¹²³

6.7.2. ΞΑΝΘΟΧΥΜΟΛΗ

Η ξανθοχυμόλη είναι το κύριο prenylated φλαβονοειδές του λυκίσκου και ανήκει στις πρενυλιωμένες χαλκόνες. Η ονομασία της προέρχεται από την ελληνική λέξη ξανθός= κίτρινος, επειδή εκκρίνεται από τους αδένες (μικροί κίτρινοι σάκοι στην βάση του πέταλου του κώνου) της λουπουλίνης των θηλυκών κώνων του λυκίσκου.¹²⁴ Η χημική της ονομασία είναι 3'-[3,3-dimethylallyl]-2',4',4-trihydroxy-6'-methoxychalone.¹²⁵ Αντιπροσωπεύει το 1% του ξηρού βάρους του λυκίσκου.^{109,118,126} Σε έρευνα των Rossi et al. (2014) η ξανθοχυμόλη βρέθηκε σε ποσότητα >0,96 mg/lit μύρας, ενώ σε άλλες έρευνες βρέθηκε <0,2 mg/lit.^{109,122} Η ποσότητα που τελικά θα βρεθεί στην μύρα εξαρτάται από το είδος της μύρας που παράγεται, καθώς οι μύρες τύπου stout και porter περιέχουν περισσότερη ξανθοχυμόλη.¹²⁴

Για να υπάρξει μεγαλύτερη ποσότητα ξανθοχυμόλης στην τελική μύρα, οι ζυθοποιοί μπορούν να τροποποιήσουν κάποια στάδια και τις πρώτες ύλες στην διαδικασία παραγωγής. Για παράδειγμα, μπορούν να χρησιμοποιούνται τροποποιημένα προϊόντα λυκίσκου με αυξημένη ξανθοχυμόλη ή να προστίθεται αργότερα ο λυκίσκος κατά τον βρασμό του γλεύκους.¹²²

Το μόριο της ξανθοχυμόλης σχηματίζεται στους αδένες λουπουλίνης του λυκίσκου μέσω ενός ειδικού βιοσυνθετικού μονοπατιού που περιλαμβάνει πρενυλίωση και μεθυλίωση, ενώ κατά την διαδικασία ζυθοποίησης η ξανθοχυμόλη ισομερίζεται σε ισο-ξανθοχυμόλη κατά τον βρασμό του γλεύκους με τον λυκίσκο.^{79,125} Η δράση της στην μύρα είναι να λειτουργεί ως συντηρητικό για να αυξάνει τον χρόνο ζωής της μύρας ενώ προσθέτει άρωμα και πικράδα στο προϊόν.¹⁰⁹ Η διαδικασία της ζυθοποιίας οδηγεί σε σημαντική μείωση των επιπέδων της ξανθοχυμόλης κατά τα στάδια του ισομερισμού του γλεύκους, της ζύμωσης και του φιλτραρίσματος.¹²⁷

Οι δράσεις της ξανθοχυμόλης στον οργανισμό έχουν διερευνηθεί ευρέως αλλά ακόμα δεν έχει βρεθεί όλο το φάσμα δράσεως της και απαιτούνται περισσότερες μελέτες. Συνοπτικά, η ξανθοχυμόλη εμπλέκεται στους μηχανισμούς^{59,109,123} :

- Της πρόληψης ή της μείωσης της παχυσαρκίας.
- Της μείωσης των μολύνσεων (αντιμολυσματική)
- Της φλεγμονής (αντιφλεγμονώδης)
- Της αποτροπής των οξειδώσεων (αντιοξειδωτική)
- Της δημιουργίας του καρκίνου (αντικαρκινική)
- Της απόπτωσης (μείωση της απόπτωσης)
- Των οιστρογόνων (αντι-οιστρογονική)

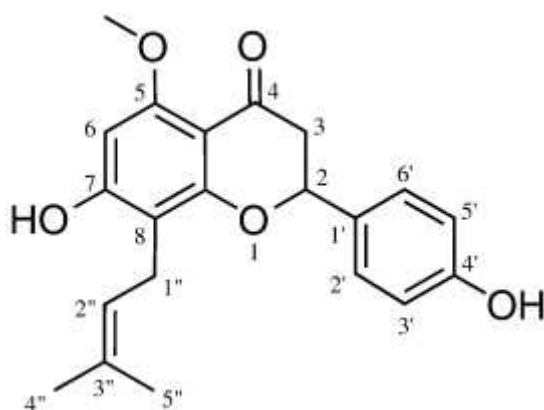
Ωστόσο, ενώ υπάρχουν ενδείξεις, δεν έχουν επιβεβαιωθεί όλες οι δράσεις της σε ανθρώπους. Οι Rossi et al. (2014) δεν απέδειξαν καμία οιστρογονική της δράση, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυτοχημική ένωση για τον καρκίνο. Η ξανθοχυμόλη μπορεί να ρυθμίσει τον μεταβολισμό του καρκινικού όγκου, ειδικά για τον καρκίνο του προστάτη, των ωοθηκών και του εντέρου, και πλέον θεωρείται υποψήφια για φαρμακευτική χρήση ως χημειοπροληπτική εξαιτίας αυτής της ικανότητας.¹⁰⁹ Οι Liu et al. (2015) υποστηρίζουν πως η ξανθοχυμόλη δρα αντικαρκινικά μέσω της μείωσης του πολλαπλασιασμού των καρκινικών κυττάρων και της αύξησης της απόπτωσης που σημαίνει μείωση της ανάπτυξης καρκινικού όγκου.¹²² Επίσης, βρέθηκε ότι αναστέλλει την παραγωγή της ελεύθερης ρίζας του οξειδίου του αζώτου, συμπληρώνοντας την αντικαρκινική της δράση.¹⁰⁹

Ενώ τα δεδομένα για τις έρευνες σε ανθρώπους είναι περιορισμένα, πειραματικά δεδομένα των Stevens et al. (2004), υποστηρίζουν πως η ξανθοχυμόλη είναι ισχυρός αντικαρκινικός παράγοντας λειτουργώντας με τρεις τρόπους^{59,121} :

- a) Εμποδίζει την μεταβολική δραστηριότητα των προκαρκινογόνων ουσιών.
- b) Προωθεί την λειτουργία των αποτοξινωτικών καρκινικών ενζύμων.
- c) Παρεμποδίζει την ανάπτυξη καρκινικού όγκου αναστέλλοντας τους φλεγμονώδεις παράγοντες.

6.7.3. ΙΣΟΞΑΝΘΟΧΥΜΟΛΗ

Η ενδιάμεση ένωση ανάμεσα στην ξανθοχυμόλη και στην 8-prenylnaringenin είναι η ισοξανθοχυμόλη (5-O-methyl-8-prenylnaringenin). Η ισοξανθοχυμόλη ανήκει στις πρενυλιωμένες φλαβανόνες και προκύπτει από τον ισομερισμό της ξανθοχυμόλης κατά τον βρασμό του γλεύκους. Βρίσκεται μόνο στα θηλυκά άνθη του λυκίσκου μαζί με την ξανθοχυμόλη και την 8-prenylnaringenin.¹¹¹



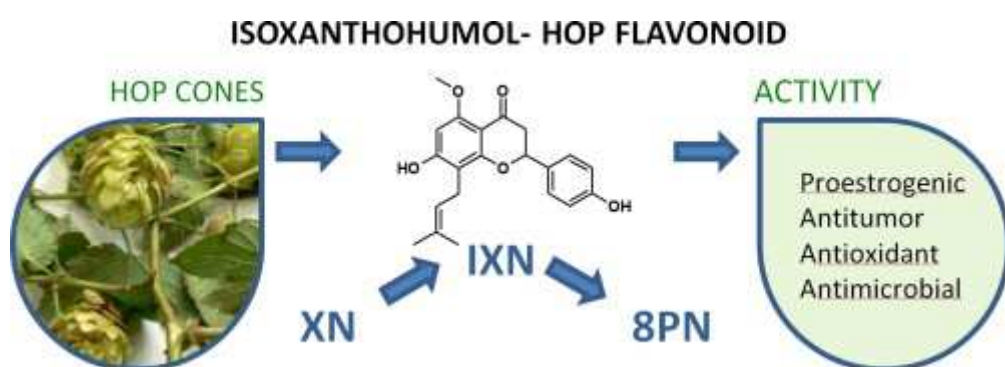
Εικόνα 6.3. Χημική δομή ισοξανθοχυμόλης. (Zolnierczyk 2015)

Σε έρευνα των Zolnierczyk et al. (2015) αναλύθηκαν δείγματα από εκχυλίσματα και συμπληρώματα λυκίσκου καθώς και από μύρες διάφορων χωρών (Τσεχία, Αμερική, Ισπανία, Πορτογαλία). Η ισοξανθοχυμόλη βρέθηκε σε ποσότητα από 0,04 mg/lt μέχρι 3,44 mg/lit στις μύρες τύπου strong ale. Το φάσμα δράσεως της μοιάζει με αυτό των φλαβονοειδών (αντικαρκινική, αντιμικροβιακή, αντιοξειδωτική) και της ξανθοχυμόλης, αλλά ως προς την οιστρογονική της δραστηριότητα ήταν πολύ πιο αδύναμη σε σχέση με την ένωση 8-prenylnaringenin.¹¹¹

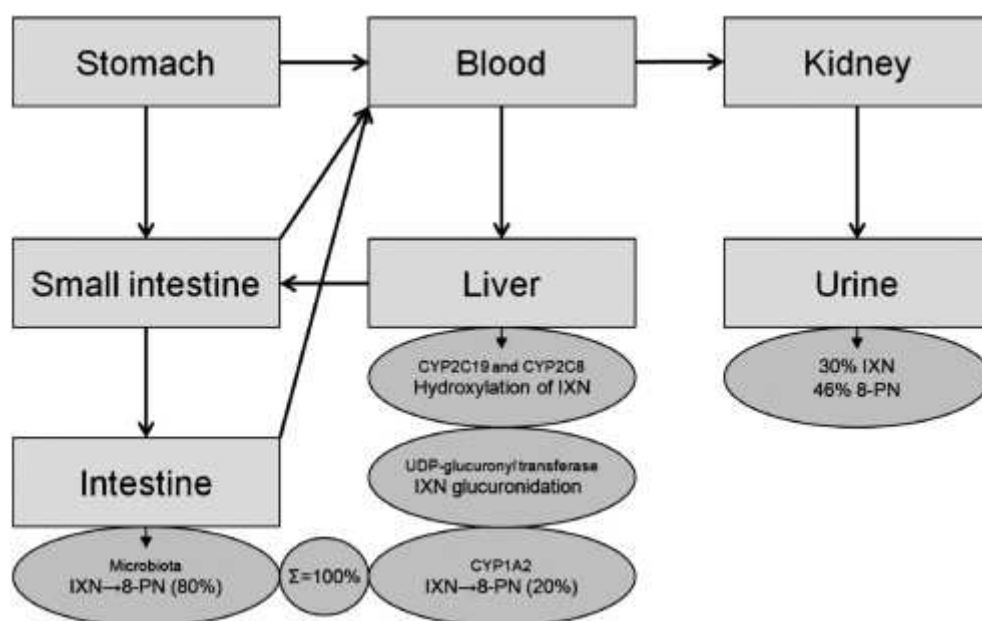
Οι Possemiers et al.(2009) προσπάθησαν να αναδείξουν τις ευεργετικές επιδράσεις της ισοξανθοχυμόλης. Παρατήρησαν πως μπορεί να ζυμωθεί από τα εντερικά βακτήρια στο κόλον με αποτέλεσμα να οδηγεί σε μεγαλύτερη συγκέντρωση της 8-prenylnaringenin, που θα αναλυθεί παρακάτω.¹⁰⁷

Οι Quifer-Rada et al. (2014) υποστηρίζουν πως η ουρική ισοξανθοχυμόλη μπορεί να είναι ένας ισχυρός βιοδείκτης της κατανάλωσης μπίρας. Τονίζουν πως δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι βιοδείκτες που να αποδεικνύουν πως οι φαινολικές ενώσεις της μπίρας απορροφώνται επαρκώς από τον οργανισμό. Επομένως, μέσα από συνδυασμό τριών

ερευνών αναδεικνύουν την ουρική ισοξανθοχυμόλη ως βιοδείκτη κατανάλωσης μύρας. Η πρώτη μελέτη των ερευνητών έγινε σε 41 υγείς εθελοντές που κατανάλωναν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές ελεγχόμενη δόση μύρας. Μέσα από τις στατιστικές αναλύσεις βρέθηκε πως σε 330 ml μύρας προσλαμβάνονται $152 \pm 23 \mu\text{g}$ ισοξανθοχυμόλης και $18 \pm 2,4 \mu\text{g}$ 8-prenylaringenin. Η δεύτερη μελέτη αφορούσε μέτριους καταναλωτές (1-3 ποτά/ημέρα) μύρας με αυξημένο καρδιαγγειακό κίνδυνο και παρατηρήθηκε πως η πρόσληψη ισοξανθοχυμόλης ήταν $364 \pm 29 \mu\text{g}$ και η πρόσληψη 8-prenylaringenin ήταν $22 \pm 3,5 \mu\text{g}$.



Εικόνα 6.4. Δομή και δράσεις ισοξανθοχυμόλης. (Zolnierczyk 2015)



Εικόνα 6.5. Μεταβολισμός ισοξανθοχυμόλης. (Zolnierczyk 2015)

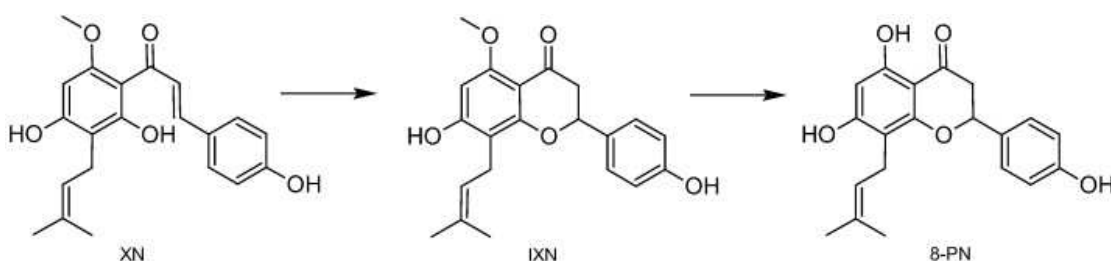
6.7.4. 8-PRENYLNARINGENIN (8-PN)

Η ένωση 8-prenylnaringenin είναι ένα από τα πρενυλιωμένα φλαβονοειδή του λυκίσκου και ο κύριος ρόλος της είναι η οιστρογονική δράση. Ανήκει στα φυτοοιστρογόνα, δηλαδή σε φυτικές ενώσεις που δρουν ως ορμόνη στον αντίστοιχο υποδοχέα αλλά η δράση τους είναι πιο αδύναμη από το ανθρώπινο οιστρογόνο.^{59,61,111}

Η 8-prenylnaringenin προκύπτει από την ένωση ισοξανθοχυμόλη σε διάστημα περίπου 48 ωρών από την κατανάλωση μπίρας μέσω της δράσης της μικροχλωρίδας στο άπω κόλον.¹²³

Σύμφωνα με τους ερευνητές το 8-PN είναι το πιο ισχυρό φυτοοιστρογόνο που έχει βρεθεί μέχρι σήμερα.^{81,118,126,128} Η μπίρα είναι η μόνη διατροφική πηγή του 8-PN και μπορεί να καλύψει μέχρι και το 10% της καθημερινής πρόσληψης σε φυτοοιστρογόνα. Ενώ υπάρχουν και άλλες πιθανές οιστρογονικές ενώσεις από τον λυκίσκο, όπως η 6-prenylnaringenin, η 6,8-diprenylnaringenin και η 8-geranylnaringenin, η δραστηριότητα του 8-PN είναι σημαντικά μεγαλύτερη, σύμφωνα με τον Bamforth.⁸¹

Η οιστρογονική δράση του 8-PN μοιάζει με την δράση της 17-β-οιστραδιόλης επειδή το 8-PN δεσμεύεται στους ίδιους υποδοχείς και ανταγωνίζεται με αυτήν για την δέσμευση σε αυτούς.^{81,126} Έτσι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε γυναίκες που βρίσκονται στην εμμηνόπαυση ώστε να μειώσει τα συμπτώματά τους (π.χ. εξάψεις).⁸¹



Εικόνα 6.6. Μετατροπή της ξανθοχυμόλης σε ισοξανθοχυμόλη και σε 8-prenylnaringenin. (Zolnierczyk 2015)

6.8. ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΟΞΕΑ

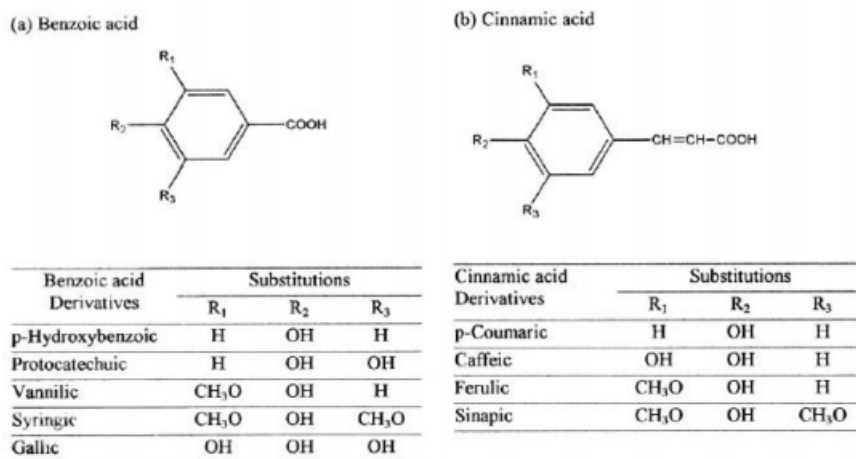
Τα φαινολικά οξέα είναι υποομάδα των πολυφαινολών με τις ίδιες ευεργετικές επιδράσεις των φλαβονοειδών. Η παρουσία των φαινολικών οξέων στην μύρα οφείλεται στο κριθάρι που περιέχει ως πρώτη ύλη. Τα φαινολικά οξέα μπορούν να βρεθούν είτε ελεύθερα μέσα στα κύτταρα, είτε σχηματίζουν ενώσεις με άλλα μόρια.¹⁰⁵ Στο κριθάρι τα φαινολικά οξέα βρίσκονται συνδεδεμένα στα μόρια του αμύλου και στους πολυσακχαρίτες του, αλλά απελευθερώνονται από τα ειδικά ένζυμα κατά την πολτοποίηση.¹⁰¹

Οι Magalhaes et al. (2011) προσδιόρισαν τα είδη των φαινολικών οξέων που προέρχονται από την βύνη κριθαριού. Προσδιόρισαν σημαντικά επίπεδα από υδροξυβενζοϊκά οξέα, όπως το γαλλικό οξύ και το βανιλλικό. Από την κατηγορία των υδροξυκινναμικών οξέων ως πιο άφθονο βρέθηκε το φερούλικό οξύ και ακολουθούσε το p-κουμαρικό οξύ, το καφεϊκό και το σιναπικό οξύ.¹²⁷

Τα φαινολικά οξέα κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την χημική τους δομή σε παράγωγα βενζοϊκού οξέος (C6-C1) και σε παράγωγα κινναμωμικού οξέος (C6-C3).¹²⁹

Τα κυριότερα είδη με τους σημαντικότερους εκπροσώπους από κάθε είδος που βρίσκονται στην μύρα είναι ^{61,79,81,101,113,}.

1. Hydroxybenzoic (υδροξυβενζοϊκά) οξέα και τα παράγωγα τους :
 - γαλλικό οξύ (gallie acid), πρωτοκατεχικό οξύ (protocatechuic acid), 4-υδροξυβενζοϊκό οξύ (4-hydroxybenzoic acid), βανιλλικό οξύ (vanillic acid), διυδροξυβενζοϊκό οξύ (dihydroxybenzoic acid).
 - Παράγωγο : protocatechuic-O-hexoside.
2. Hydroxycinnamic (υδροξυκινναμικά) οξέα και τα παράγωγα τους :
 - Καφεϊκό οξύ (caffaic acid), p-κουμαρικό οξύ (p-coumaric acid), φερούλικό οξύ (ferulic acid), σιναπικό οξύ (sinapic acid).
 - Παράγωγα : coumaric-O-hexoside, ferulic-O-hexoside, sinapic-O-hexoside, feruloylquinic οξύ.
3. Hydroxyphenylacetic οξέα : 4-hydroxyphenylacetic οξύ.



Σχήμα 6.7. Δομές βενζοϊκών και κινναμωμικών οξέων με τα παράγωγα τους. (Μαυρικού 2015)

Λόγω της απελευθέρωσης τους από το κέλυφος του κριθαριού στο στάδιο της πολτοποίησης, τα φαινολικά οξέα της μύρας χαρακτηρίζονται με αυξημένη και άμεση βιοδιαθεσιμότητα, επειδή βρίσκονται σε μονομερή εύκολα απορροφήσιμα κομμάτια. Ο Baxter αναφέρει πως τα φαινολικά οξέα που βρίσκονται σε μονομερή μορφή είναι κυρίως τα υδροξυκινναμικά οξέα, όπως το p-κουμαρικό οξύ, το φερουλικό οξύ και το γαλλικό οξύ.⁶¹ Μετά την κατανάλωση μύρας, η οποία περιέχει σημαντικά επίπεδα φαινολικών οξέων, έχει παρατηρηθεί αυξημένη αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος. Οι παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα από το Free Radical Research Group φανερώνουν πως ειδικά η κατανάλωση μύρας αυξάνει την αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος, όπως και το περιεχόμενο του αίματος σε φαινολικά οξέα.⁶¹ Η μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας είναι έμμεση απόδειξη ότι τα φαινολικά οξέα απορροφούνται επαρκώς και χρησιμοποιούνται από τον οργανισμό.¹³⁰

Η αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος μετά την κατανάλωση μύρας έχει αποδειχθεί σε έρευνα των Ghiselli et al. (2000). Οι ερευνητές χορήγησαν σε 14 εθελοντές 500 ml μύρας και παρατήρησαν τις αλλαγές στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος τους. Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος αυξήθηκε περισσότερο μετά την κατανάλωση μύρας με αλκοόλ 4,5% συγκριτικά με την αντιοξειδωτική ικανότητα μετά από μύρα χωρίς αλκοόλ. Επομένως, οι ερευνητές συμπέραναν πως η μέτρια πρόσληψη μύρας μπορεί να βελτιώσει την αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος, άρα τα φαινολικά οξέα της μύρας απορροφούνται επαρκώς από τον οργανισμό.¹³¹

Οι ίδιοι ερευνητές (Ghiselli et al. 2000) με την μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας (HPLC), μέτρησαν τα επίπεδα συγκεκριμένων φαινολικών οξέων στο πλάσμα του αίματος. Τα φαινολικά οξέα που προσδιορίστηκαν ήταν το καφεϊκό οξύ, το σιναπικό οξύ, το συριγγικό οξύ και το βανιλλικό οξύ.¹³¹

Όπως προαναφέρθηκε, η έμμεση απόδειξη της απορρόφησης των φαινολικών οξέων στον εντερικό φραγμό είναι η αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος. Σε έρευνα των Nardini et al. (2006), βρέθηκε ότι η αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος αυξάνεται στο μέγιστο βαθμό 30 λεπτά μετά την κατανάλωση μύρας στο τμήμα του εγγύς εντέρου. Οι μορφές των φαινολικών οξέων που προσδιορίστηκαν ήταν το 4-hydroxyphenylacetic οξύ, το p-κουμαρικό, το καφεϊκό, το σιναπικό, το φερουλικό, το σιναπικό και το βανιλλικό οξύ.¹³⁰

6.9. ΦΕΡΟΥΛΙΚΟ ΟΞΥ

Το φερουλικό οξύ ανήκει στα υδροξυκινναμικά οξέα και είναι από τα πιο σημαντικά φαινολικά οξέα της μύρας.¹²⁰ Είναι οργανική ένωση που βρίσκεται στα κυτταρικά τοιχώματα των φυτικών κυττάρων και αποτελεί το κυρίαρχο φαινολικό αμινοξύ στους καρπούς των δημητριακών.¹⁰⁶ Έχει χαρακτηριστεί ως αντιοξειδωτικό στοιχείο λόγω της προαποπρωτικής δράσης του σε καρκινικά κύτταρα.¹⁰³

Ο Bamforth (2004) υποστηρίζει ότι από τα φαινολικά οξέα, το φερουλικό οξύ βρίσκεται στην μεγαλύτερη ποσότητα από τα υπόλοιπα με συγκέντρωση 10-30 mg/lit. Η αυξημένη ποσότητα του φερουλικού στην μύρα δεν εξασφαλίζει ότι όλη η ποσότητα αξιοποιείται επαρκώς από τους ιστούς και τα όργανα. Το φερουλικό οξύ της μύρας χαρακτηρίζεται από αυξημένη και άμεση βιοδιαθεσιμότητα καθώς το μεγαλύτερο ποσό απορροφάται άμεσα από το σώμα. Η απορρόφηση του προσδιορίζεται από τις μετρήσεις του στην έκκριση ούρων, επομένως έχει απορροφηθεί επαρκώς από το πεπτικό σύστημα. Τέλος, το φερουλικό οξύ από την μύρα χαρακτηρίζεται ως περισσότερο βιοδιαθέσιμο, ακόμα και από το φερουλικό οξύ της τομάτας το οποίο απορροφάται κατά 11-25% !^{81,132}

6.10. ΆΛΛΑ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΠΥΡΑΣ

6.10.1. ΜΕΛΑΤΟΝΙΝΗ

Εκτός από τις πολυφαινόλες, η μύρα περιέχει και άλλου είδους αντιοξειδωτικά στοιχεία, όπως η μελατονίνη. Η μελατονίνη αποτελεί ορμόνη που παράγεται από τον κωνοειδή αδένα του εγκεφάλου κατά τον μεταβολισμό του αμινοξέος τρυπτοφάνη, με τον χημικό τύπο N-acetyl-3-(2-aminoethyl)-5-methoxyindole.¹³³ Η μελατονίνη βρίσκεται και σε πολλά φυτικά τρόφιμα, όπως το κρασί και η μύρα, με σκοπό να προστατεύει το φυτό από το οξειδωτικό στρες ως φυτοορμόνη.^{97,133} Η πηγή της μελατονίνης στην μύρα δεν έχουν ακριβώς διευκρινιστεί, αλλά πιθανόν προέρχεται από την βύνη κριθαριού, την βασική πρώτη ύλη της μύρας.¹²⁹

Η μελατονίνη έχει χαρακτηριστεί ως άμεσος ‘σαρωτής’ ελεύθερων ριζών και ως έμμεσος ‘σαρωτής’ καθώς έχει την ιδιότητα να τονώνει την σύνθεση αντιοξειδωτικών ενζύμων, π.χ. την υπεροξειδάση της γλουταθειόνης.¹²⁹ Συγκεκριμένα, οι Tengattini et al. (2008) αναφέρουν ότι η μελατονίνη μπορεί να έχει προστατευτικό ρόλο από τα καρδιαγγειακά νοσήματα λόγω της δράσης της ως σαρωτής ελεύθερων ριζών.¹³⁴

Άλλες ιδιότητες της μελατονίνης είναι η συμμετοχή στην ρύθμιση του κερκαδικού ρυθμού, στο ανοσοποιητικό σύστημα, στον μεταβολισμό των λιπιδίων και στην φυσιολογία του αμφιβληστροειδούς.^{129,133}

Οι Kocadagli et al. (2014) ανέλυσαν δείγματα από διάφορα τρόφιμα και ποτά με την μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας (LC-liquid chromatography) με σκοπό να προσδιορίσουν τα επίπεδα της μελατονίνης και των ισομερών της. Στην μύρα τα επίπεδα μελατονίνης βρέθηκαν $94,5 \pm 6,70$ pg/ml και των ισομερών της μελατονίνης $14,3 \pm 0,48$ pg/ml. Τα επίπεδα χαρακτηρίστηκαν σημαντικά ώστε να μπορούν να δρουν στην υγεία, αφού προσδιοριστεί και η βιοδιαθεσιμότητα της στον οργανισμό.¹³³

Σε έρευνα των Maldonado et al. (2009), μετρήθηκε η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα (Total Antioxidant Status, TAS) σε 7 υγιείς εθελοντές που κατανάλωναν γνωστές μάρκες μύρας. Οι ερευνητές παρατήρησαν πως η μελατονίνη αυξήθηκε σημαντικά μετά την κατανάλωση της μύρας, ενώ οι μύρες με αυξημένο αλκοόλ είχαν υψηλότερα επίπεδα μελατονίνης.¹²⁹

6.10.2. ΜΕΛΑΝΟΪΔΙΝΕΣ

Κατά την βυνοποίηση, το κριθάρι μετατρέπεται σε βύνη κριθαριού σε θερμοκρασίες άνω των 70°C ανάλογα με το είδος της μύρας που θα παραχθεί. Στο στάδιο της φρύξης του κριθαριού (kilning) πραγματοποιείται η αντίδραση Maillard. Αντίδραση Maillard ονομάζεται η αντίδραση ανάμεσα στην αμινο-ομάδα των αμινοξέων και στην αλδεϋδομάδα των σακχάρων του κριθαριού. Η αντίδραση στο τελικό της στάδιο σχηματίζει μικρού μοριακού βάρους προϊόντα και μεγάλου μοριακού βάρους ενώσεις, όπως οι μελανοΐδινες.¹¹⁵

Οι μελανοΐδινες είναι προϊόντα της αντίδρασης Maillard οι οποίες βρίσκονται στην μύρα λόγω του κριθαριού. Κύριες λειτουργίες τους είναι ο σχηματισμός του χρώματος της βύνης και αργότερα της μύρας, ενώ συνεισφέρουν και στο άρωμα και στην γεύση της μύρας. Οι μύρες σκούρου χρώματος (dark, abbey, stout) περιέχουν υψηλότερα επίπεδα μελανοϊδινών επειδή οι βύνες για αυτές τις μύρες 'ψήνονται' σε υψηλότερες θερμοκρασίες ευνοώντας την αντίδραση Maillard.¹¹⁵

Σημαντικό χαρακτηριστικό των μελανοϊδινών είναι η αντιοξειδωτική τους ικανότητα. Οι μελανοΐδινες δρουν ως σαρωτές των ελεύθερων ριζών (κυρίως των ριζών υπεροξυλίου και υδροξυλίου). Οι μελανοΐδινες μαζί με τις πολυφαινόλες αποτελούν τα σημαντικότερα αντιοξειδωτικά στοιχεία της μύρας.¹³⁵

Τα επίπεδα των μελανοϊδινών έχουν προσδιοριστεί σε διαφορετικού τύπου μύρες. Ο Morales (2009) αναφέρει πως οι μύρες τύπου abbey περιέχουν περισσότερες μελανοΐδινες (2,36 gr/l), στις μύρες τύπου stout αγγίζουν τα 2,18gr/l ενώ στις μύρες τύπου pilsner τα 1,63gr/l.¹³⁵

Συμπερασματικά σχετικά με την συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα της μύρας είναι πως η μύρα αυξάνει την αντιοξειδωτική ικανότητα του πλάσματος, αλλά η αντιοξειδωτική της δράση οφείλεται στον συνδυασμό των δράσεων της αιθανόλης και των πολυφαινολικών ενώσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ (phenol-explorer database, δεδομένα του 2015)

ΜΠΥΡΑ ΤΥΠΟΥ ALE

| Alcoholic beverages - Beers - Beer [Ale] | | |
|--|-----------------------|--------------------|
| Flavonoids | | |
| Chalcones | Xanthohumol | 0.01 mg/100 ml |
| Flavanols | (+)-Catechin | 0.33 mg/100 ml |
| | (-)-Epicatechin | 0.05 mg/100 ml |
| Flavanones | 6-Geranylnaringenin | 1.10e-03 mg/100 ml |
| | 6-Prenylnaringenin | 0.02 mg/100 ml |
| | 8-Prenylnaringenin | 4.40e-03 mg/100 ml |
| | Isoxanthohumol | 0.21 mg/100 ml |
| Isoflavonoids | Biochanin A | 5.00e-04 mg/100 ml |
| | Daidzein | 5.00e-04 mg/100 ml |
| | Genistein | 1.00e-03 mg/100 ml |
| Phenolic acids | | |
| Hydroxybenzoic acids | 4-Hydroxybenzoic acid | 0.11 mg/100 ml |
| | Gallic acid | 0.11 mg/100 ml |
| | Protocatechuic acid | 0.06 mg/100 ml |
| | Syringic acid | 0.11 mg/100 ml |
| | Vanillic acid | 0.29 mg/100 ml |
| Hydroxycinnamic acids | Caffeic acid | 7.50e-03 mg/100 ml |
| | Ferulic acid | 0.33 mg/100 ml |
| | p-Coumaric acid | 0.12 mg/100 ml |
| | Sinapic acid | 0.07 mg/100 ml |
| Other polyphenols | | |
| Alkylmethoxyphenols | 4-Vinylguaiacol | 0.01 mg/100 ml |

ΜΠΥΡΑ ΤΥΠΟΥ REGULAR

| Alcoholic beverages - Beers - Beer [Regular] | | |
|--|--------------------------------|--------------------|
| Flavonoids | | |
| Chalcones | Xanthohumol | 1.41e-03 mg/100 ml |
| Flavanols | (+)-Catechin | 0.11 mg/100 ml |
| | (-)-Epicatechin | 0.06 mg/100 ml |
| | Procyanidin dimer B3 | 0.16 mg/100 ml |
| | Procyanidin trimer C2 | 0.03 mg/100 ml |
| | Prodelfphinidin dimer B3 | 0.18 mg/100 ml |
| | Prodelfphinidin trimer C-GC-C | 0.02 mg/100 ml |
| | Prodelfphinidin trimer GC-C-C | 1.00e-02 mg/100 ml |
| | Prodelfphinidin trimer GC-GC-C | 0.04 mg/100 ml |
| Flavanones | 6-Geranylnaringenin | 4.29e-04 mg/100 ml |
| | 6-Prenylnaringenin | 2.59e-03 mg/100 ml |
| | 8-Prenylnaringenin | 1.04e-03 mg/100 ml |
| | Isoxanthohumol | 0.04 mg/100 ml |
| | Naringin | 7.50e-04 mg/100 ml |
| Flavones | Apigenin | 4.17e-03 mg/100 ml |
| Flavonols | 3,7-Dimethylquercetin | 2.50e-04 mg/100 ml |
| | Myricetin | 6.67e-04 mg/100 ml |
| | Quercetin | 6.67e-03 mg/100 ml |
| | Quercetin 3-O-arabinoside | 5.83e-04 mg/100 ml |
| | Quercetin 3-O-rutinoside | 0.09 mg/100 ml |
| Isoflavonoids | Biochanin A | 1.50e-03 mg/100 ml |
| Phenolic acids | | |
| Hydroxybenzoic acids | 2,6-Dihydroxybenzoic acid | 0.09 mg/100 ml |
| | 2-Hydroxybenzoic acid | 0.20 mg/100 ml |
| | 3,5-Dihydroxybenzoic acid | 0.03 mg/100 ml |
| | 3-Hydroxybenzoic acid | 0.03 mg/100 ml |
| | 4-Hydroxybenzoic acid | 0.96 mg/100 ml |
| | Gallic acid | 0.07 mg/100 ml |
| | Gallic acid 3-O-gallate | 0.26 mg/100 ml |
| | Gentisic acid | 0.03 mg/100 ml |
| | Protocatechuic acid | 0.05 mg/100 ml |
| | Syringic acid | 0.02 mg/100 ml |
| | Vanillic acid | 0.07 mg/100 ml |
| Hydroxycinnamic acids | 4-Caffeoylquinic acid | 0.01 mg/100 ml |
| | 5-Caffeoylquinic acid | 0.08 mg/100 ml |
| | Caffeic acid | 0.03 mg/100 ml |
| | Ferulic acid | 0.26 mg/100 ml |
| | m-Coumaric acid | 0.02 mg/100 ml |
| | o-Coumaric acid | 0.15 mg/100 ml |
| | p-Coumaric acid | 0.10 mg/100 ml |
| | Sinapic acid | 0.02 mg/100 ml |
| Hydroxyphenylacetic acids | 4-Hydroxyphenylacetic acid | 0.03 mg/100 ml |

| | | |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| | Homovanillic acid | 0.05 mg/100 ml |
| Other polyphenols | | |
| Alkylmethoxyphenols | 4-Vinylguaiacol | 0.15 mg/100 ml |
| Alkylphenols | 3-Methylcatechol | 1.00e-04 mg/100 ml |
| | 4-Ethylcatechol | 6.00e-04 mg/100 ml |
| | 4-Vinylphenol | 4.53e-03 mg/100 ml |
| Hydroxybenzaldehydes | Vanillin | 0.02 mg/100 ml |
| Hydroxybenzoketones | 2,3-Dihydroxy-1-guaiacylpropanone | 3.40e-03 mg/100 ml |
| Hydroxycoumarins | 4-Hydroxycoumarin | 0.11 mg/100 ml |
| | Esculin | 0.02 mg/100 ml |
| | Umbelliferone | 1.67e-03 mg/100 ml |
| Tyrosols | Tyrosol | 0.32 mg/100 ml |
| Other polyphenols | Catechol | 1.10e-03 mg/100 ml |
| | Pyrogallol | 4.70e-03 mg/100 ml |

ΜΠΥΡΑ ΧΩΡΙΣ ΑΛΚΟΟΛ

| | | |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Flavonoids | | |
| Chalcones | Xanthohumol | 3.00e-04 mg/100 ml |
| Flavanols | (+)-Catechin | 0.10 mg/100 ml |
| | (-)-Epicatechin | 5.56e-03 mg/100 ml |
| Flavanones | 6-Prenylnaringenin | 7.00e-04 mg/100 ml |
| | 8-Prenylnaringenin | 3.00e-04 mg/100 ml |
| | Isoxanthohumol | 1.00e-02 mg/100 ml |
| Phenolic acids | | |
| Hydroxybenzoic acids | 2-Hydroxybenzoic acid | 1.11e-03 mg/100 ml |
| | 4-Hydroxybenzoic acid | 7.30e-03 mg/100 ml |
| | Protocatechuic acid | 0.27 mg/100 ml |
| | Vanillic acid | 0.03 mg/100 ml |
| Hydroxycinnamic acids | Caffeic acid | 0.01 mg/100 ml |
| | Ferulic acid | 0.12 mg/100 ml |
| | p-Coumaric acid | 0.04 mg/100 ml |
| | Sinapic acid | 7.30e-03 mg/100 ml |
| Other polyphenols | | |
| Hydroxybenzaldehydes | Vanillin | 4.80e-03 mg/100 ml |
| Hydroxybenzoketones | 2,3-Dihydroxy-1-guaiacylpropanone | 2.50e-03 mg/100 ml |
| Tyrosols | Tyrosol | 0.27 mg/100 ml |

ΜΠΥΡΑ ΣΚΟΥΡΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ (dark)

| Flavonoids | | |
|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| Chalcones | Xanthohumol | 0.03 mg/100 ml |
| Flavanols | (+)-Catechin | 0.02 mg/100 ml |
| | (-)-Epicatechin | 1.00e-02 mg/100 ml |
| Flavanones | 6-Geranylaringenin | 2.73e-03 mg/100 ml |
| | 6-Prenylaringenin | 0.02 mg/100 ml |
| | 8-Prenylaringenin | 9.23e-03 mg/100 ml |
| | Isoxanthohumol | 0.12 mg/100 ml |
| Phenolic acids | | |
| Hydroxybenzoic acids | 4-Hydroxybenzoic acid | 0.07 mg/100 ml |
| | Gallic acid | 0.03 mg/100 ml |
| | Protocatechuic acid | 0.04 mg/100 ml |
| | Syringic acid | 0.11 mg/100 ml |
| | Vanillic acid | 0.17 mg/100 ml |
| Hydroxycinnamic acids | Caffeic acid | 0.03 mg/100 ml |
| | Ferulic acid | 0.09 mg/100 ml |
| | p-Coumaric acid | 0.05 mg/100 ml |
| | Sinapic acid | 0.03 mg/100 ml |
| Other polyphenols | | |
| Alkylmethoxyphenols | 4-Vinylguaiacol | 0.03 mg/100 ml |
| Alkylphenols | 3-Methylcatechol | 2.90e-03 mg/100 ml |
| | 4-Ethylcatechol | 1.00e-03 mg/100 ml |
| | 4-Methylcatechol | 2.20e-03 mg/100 ml |
| | 4-Vinylphenol | 0.03 mg/100 ml |
| Other polyphenols | Catechol | 1.00e-02 mg/100 ml |
| | Pyrogallol | 0.03 mg/100 ml |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο ΟΥΡΙΚΗ ΑΡΘΡΙΤΙΔΑ, ΥΠΕΡΟΥΡΙΧΑΙΜΙΑ

Η ουρική αρθρίτιδα είναι μία από τις πιο συχνές ρευματικές νόσους, που συναντάται σε όλο τον κόσμο. Στην εποχή μας συναντάται σε μεγαλύτερη συχνότητα καθώς η σημερινή διατροφή περιέχει τρόφιμα με αυξημένη περιεκτικότητα σε πουρίνες αλλά και γενικότερα ο σημερινός τρόπος ζωής ευνοεί τέτοιου είδους ασθένειες. Σύμφωνα με δεδομένα του 2003 από το Ελληνικό Ίδρυμα Ρευματολογίας ο επιπολασμός της ουρικής αρθρίτιδας στους ενήλικες είναι 4,7%.¹³⁶ Η αύξηση του ουρικού οξέος, επίσης, είναι σύνηθες φαινόμενο στον γενικό πληθυσμό καθώς οι σημερινές διατροφικές συνήθειες και ο τρόπος ζωής ευνοούν τα αυξημένα επίπεδα.¹³⁷

Η ουρική αρθρίτιδα είναι η πιο κοινή φλεγμονώδης αρθρίτιδα που παρουσιάζεται κυρίως σε μεσήλικες άντρες και μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες και συχνά συνδέεται με την ύπαρξη υπερουριχαιμίας.^{138,139,140} Οι ασθενείς με ουρική αρθρίτιδα συχνά παρουσιάζουν δυσκινησία, μειωμένη ποιότητα ζωής και αυξημένα επίπεδα θνησιμότητας.^{140,141} Η ουρική αρθρίτιδα προσβάλλει τις αρθρώσεις, κυρίως τις μικρές και μεγάλες αρθρώσεις στα κάτω άκρα στο σημείο της μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης στην βάση του μεγάλου δάκτυλου του ποδιού (ποδάγρα), αλλά μπορεί να προσβάλλει και τα γόνατα και τους αγκώνες.^{142,143,144}

Η ουρική αρθρίτιδα ακολουθεί συγκεκριμένες χρονικές φάσεις.¹⁴⁴

Αρχική ασυμπτωματική υπερουριχαιμία → υποτροπιάζοντα οξεία επεισόδια μαζί με διαστήματα χωρίς συμπτώματα → χρόνια συμπτωματική τοφειδής ουρική αρθρίτιδα.

Σύμφωνα με αυτήν την πορεία, η ουρική αρθρίτιδα μπορεί να εμφανιστεί είτε ως οξεία και επώδυνη αρθρίτιδα λίγων αρθρώσεων, είτε ως χρόνια φλεγμονώδης πολυαρθρίτιδα των κάτω άκρων.¹⁴¹ Στην οξεία αρθρίτιδα κυριαρχούν τα οξεία επεισόδια ανά τακτά χρονικά διαστήματα που χαρακτηρίζονται από πόνο, φλεγμονή στις αρθρώσεις και αιφνίδια έναρξη. Τα ξαφνικά επεισόδια συνήθως εμφανίζονται νωρίς το πρωί, υποχωρούν μετά από λίγες ώρες ή ημέρες (μέχρι και δύο εβδομάδες) και κατά την διάρκεια τους η άρθρωση αποκτά ερυθρότητα, οίδημα και αύξηση της θερμοκρασίας.¹⁴²

7.1. ΥΠΕΡΟΥΡΙΧΑΙΜΙΑ

Η ύπαρξη της υπερουριχαιμίας είναι βασική προϋπόθεση και είναι η πρόδρομη ασθένεια που ενισχύει την εμφάνιση και την εξέλιξη της ουρικής αρθρίτιδας. Η υπερουριχαιμία είναι ο κλινικός όρος που χρησιμοποιείται όταν το ουρικό οξύ είναι ανεβασμένο στο αίμα.¹⁴²

Η υπερουριχαιμία συμβαίνει όταν η απέκκριση του ουρικού οξέος είναι ατελής / μειωμένη από τους νεφρούς ή όταν η παραγωγή του είναι αυξημένη.¹³⁷ Η ύπαρξη της υπερουριχαιμίας μπορεί να οριστεί όταν υπάρχουν τιμές ουρικού οξέος $\geq 7\text{mg/dl}$ για τους άντρες ή $\geq 6\text{ mg/dl}$ για τις μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες.^{145,146,147} Το Αμερικάνικο Κολλέγιο Ρευματολογίας και άλλοι ερευνητές, όπως οι Hainer et al (2014) και οι Manara (2013), ορίζουν την υπερουριχαιμία σε τιμή $\geq 6,8-7\text{ mg/dl}$.^{140,143,147}

Όπως προαναφέρθηκε, το πρώτο στάδιο της ουρικής αρθρίτιδας είναι η υπερουριχαιμία. Η πλειοψηφία των ασθενών εμφανίζουν για πολλά χρόνια αυξημένα επίπεδα ουρικού οξέος, χωρίς να εμφανίζουν κλινικά συμπτώματα. Το ποσοστό των ασθενών που τελικά θα εμφανίσουν ουρική αρθρίτιδα πιθανόν εξαρτάται από την επίδραση των υπόλοιπων περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως η αυξημένη κατανάλωση αλκοόλ και η χρήση φαρμάκων. Σε αυτό το στάδιο υπάρχει 'σιωπηλή' εναπόθεση ουρικού οξέος στις αρθρώσεις με αποτέλεσμα τον σχηματισμό των κρυστάλλων ουρικού μονοατρίου. Όπως περιγράφει το Ελληνικό Ίδρυμα Ρευματολογίας, «Η αυξημένη ή η μειωμένη παραγωγή ουρικού οξέος από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες προκαλεί είτε την καθίζηση, είτε την απελευθέρωση των κρυστάλλων». Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η εμφάνιση της ουρικής αρθρίτιδας.¹³⁶

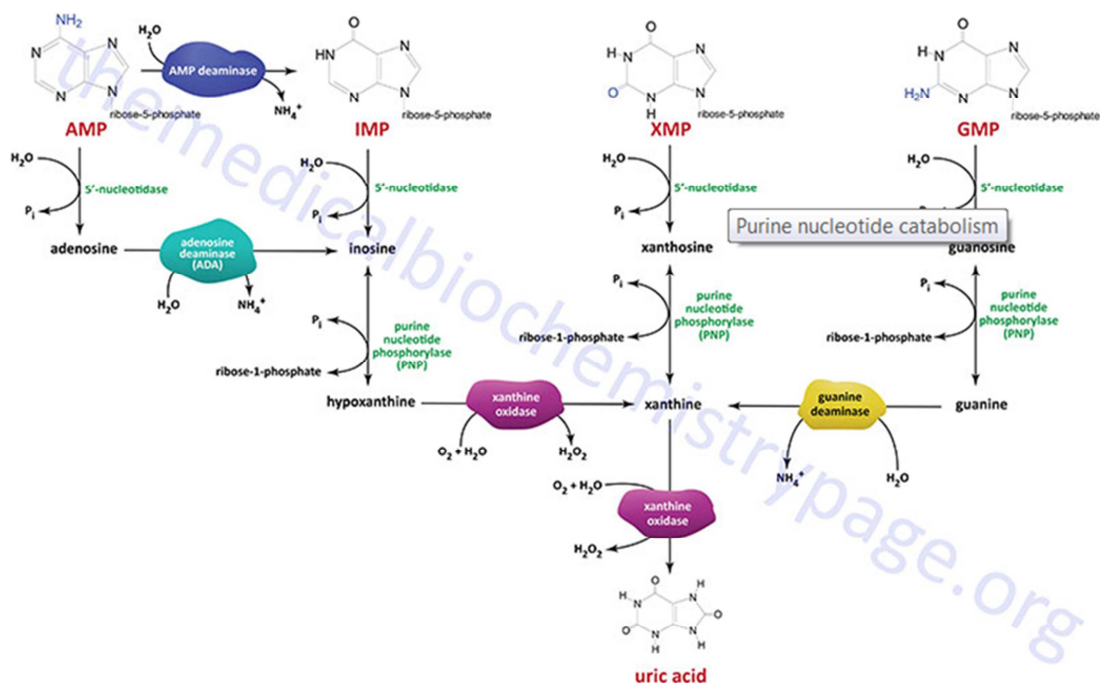
7.2. ΟΥΡΙΚΟ ΟΞΥ

Το ουρικό οξύ ή 2,6,8- τριοxyurine είναι οργανική ένωση με τον χημικό τύπο $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$. Ορίζεται ως παραπροϊόν του μεταβολισμού των πουρινών και είναι, επίσης, το τελικό προϊόν του μεταβολισμού των πουρινών στους ανθρώπους, ενώ σε άλλα θηλαστικά το ουρικό οξύ μεταβολίζεται σε αλλαντοϊνη από το ένζυμο ουρικάση.^{139,142,148}

Τα επιθυμητά επίπεδα ουρικού οξέος είναι $\leq 6\text{mg/dl}$, σύμφωνα με τους περισσότερους ερευνητές.^{141,143,144,149} Οι ομάδες υψηλού κινδύνου για εμφάνιση ουρικής αρθρίτιδας (μεσήλικες άντρες και μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες) μπορούν να έχουν ουρικό οξύ μέχρι και $7,2\text{ mg/dl}$, αλλά μια τέτοια τιμή δεν αποτελεί στόχος επίτευξης ή θεραπείας. Οι

Desideri et al. (2014) υποστηρίζουν πως δεν μπορεί να υπάρξει ‘φυσιολογική’ τιμή ουρικού οξέος, καθώς τα κλινικά συμπτώματα της ουρικής αρθρίτιδας ή τα οξεία επεισόδια της μπορούν να απουσιάζουν, ενώ το ουρικό οξύ στο αίμα είναι αυξημένο.¹⁵⁰ Επομένως, ως θεραπευτικός στόχος ορίζεται η τιμή ≤ 6 mg/dl για όλο τον πληθυσμό, ενώ για όσους ήδη πάσχουν η τιμή αυτή συνδυάζεται με τις ανάλογες διατροφικές συνήθειες και φαρμακευτική υποστήριξη.¹⁴¹

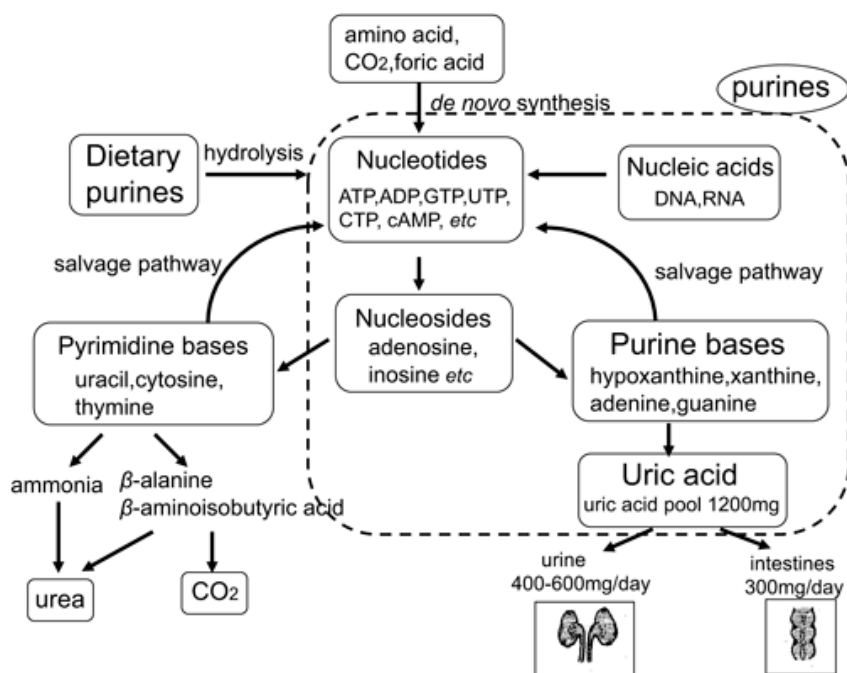
Το ουρικό οξύ προκύπτει από την διάσπαση των πουρινών. Οι πουρίνες είναι ομάδα χημικών ουσιών, τμήματα των νουκλεϊκών οξέων (DNA, RNA) που συναντώνται σε πολλούς ιστούς του σώματος και σε πολλά τρόφιμα.¹⁵¹ Το ανθρώπινο σώμα διασπά τις πουρίνες και τις απομακρύνει ως παραπροϊόντα, όπως το ουρικό οξύ.¹⁴² Με χημικούς όρους η πουρίνη είναι ετεροκυκλική αρωματική οργανική ένωση και στο μόριο της περιέχει έναν δακτύλιο πουρίνης μαζί με ένα δακτύλιο ιμιδαζολίου.¹⁵² Οι πουρίνες συναντώνται στις μορφές των βάσεων πουρίνης, των νουκλεοτιδίων, των νουκλεοσιδίων και των νουκλεϊκών οξέων. Η κύρια πηγή πουρίνης που υπάρχει στα τρόφιμα και στα ποτά είναι τα νουκλεϊκά οξέα, όπως η γουανοσίνη που υπάρχει στην μπύρα.^{137,138}



Σχήμα 7.1. Σχηματική αναπαράσταση σύνθεσης ουρικού οξέος.

Η διαδικασία μεταβολισμού του ουρικού οξέος έχει περιγραφεί από τους Alvarez-Lario et al. (2011). Ως αρχική πηγή ουρικού οξέος θεωρούνται οι διατροφικές και ενδογενείς πουρίνες. Αρχικά, από την τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP) δημιουργείται η μονοφωσφορική αδενοσίνη (AMP), που είναι η φωσφορυλιωμένη μορφή της αδενίνης, μετατρέπεται σε ινοσίνη μέσω της αδενοσίνης και στην συνέχεια σε υποξανθίνη (hypoxanthine) μέσω της οξειδάσης της ξανθίνης. Στο τέλος, δημιουργείται η ξανθίνη μέσω του ενζύμου γουανάσης και τελικά σχηματίζεται το ουρικό οξύ. Άλλη πηγή ουρικού οξέος είναι η μονοφωσφορική γουανοσίνη (GMP) που μεταβολίζεται σε γουανοσίνη, στην συνέχεια σε γουανίνη, ακολούθως σε ξανθίνη και τελικά σε ουρικό οξύ.^{139,148,153}

Η παραγωγή του ουρικού οξέος γίνεται είτε ενδογενώς κατά την κυτταρική διάσπαση είτε προσλαμβάνεται από την διατροφή, όπως απεικονίζεται και στην εικόνα 1.^{137,148} Το τελικό ποσό ουρικού οξέος που θα κυκλοφορήσει στο αίμα εξαρτάται από τις διατροφικές πουρίνες, από τον ρυθμό της ενδογενούς παραγωγής, από την νεφρική ισορροπία και από το είδος των πουρινών που καταναλώνονται μέσα από τις τροφές.^{139,153} Το ουρικό οξύ σχηματίζεται στο ήπαρ και κυκλοφορεί στο πλάσμα του αίματος στην μορφή του μονοσθενούς άλατος νατρίου. Στους νεφρούς φιλτράρεται στο σπείραμα και σε ποσοστό 95% επαναρροφάται στο εγγύς σωληνάριο μέσω των υποδοχέων URAT₁. Αφού φιλτραριστεί, θα εκκριθεί και θα επανακυκλοφορήσει στο πλάσμα αίματος.^{139,148,155} Σε φυσιολογικές καταστάσεις, το ουρικό οξύ θα αποβληθεί μέσω των ούρων. Όταν, όμως, η απέκκριση από τους νεφρούς είναι ατελής ή όταν η παραγωγή του ουρικού οξέος είναι αυξημένη, οι νεφροί δεν μπορούν να το αποβάλλουν. Όσο αυξάνεται το ουρικό οξύ στο αίμα, τόσο μειώνεται και η διαλυτότητα του. Όταν φτάσει σε τιμές περίπου 6,4-6,8 mg/dl το ουρικό οξύ φτάνει σε σημείο κορεσμού στις αρθρώσεις και αρχίζει να σχηματίζει τους κρυστάλλους που οδηγούν στην ουρική αρθρίτιδα.^{144,148}



Εικόνα 7.2. : Μεταβολισμός πουρινών

7.3. ΡΟΛΟΣ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ ΟΥΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

Όπως προαναφέρθηκε το ουρικό οξύ αποτελεί το τελικό προϊόν του μεταβολισμού των πουρινών στους ανθρώπους. Τα επιθυμητά επίπεδα του είναι ≈ 6 mg/dl. Οι Alvarez-Lario et al. (2011) υποστηρίζουν πως αν το ουρικό οξύ ήταν άχρηστη ουσία ή επιβλαβές προϊόν για τον οργανισμό, οι νεφροί δεν θα επαναρροφούσαν το 90% του φιλτραρισμένου ουρικού οξέος. Άρα όταν το ουρικό οξύ είναι φυσιολογικό στο αίμα έχει ωφέλιμες δράσεις, όπως η αντιοξειδωτική, η νευροπροστατευτική και η αντιφλεγμονώδης.^{139,150}

Το ουρικό οξύ έχει ισχυρή αντιοξειδωτική δραστηριότητα λόγω των διπλών δεσμών στο μόριο του και αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά αντιοξειδωτικά στοιχεία στον ανθρώπινο οργανισμό. Αντιπροσωπεύει τα 2/3 της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος. Η αντιοξειδωτική του δράση είναι ικανή να εξουδετερώσει >50% των ελεύθερων ριζών του αίματος, σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές. Αποτέλεσμα της αντιοξειδωτικής του δράσης είναι να μειώνει το οξειδωτικό στρες του οργανισμού.^{139,148,149}

Έχει παρατηρηθεί πως τα χαμηλά επίπεδα ουρικού στους ανθρώπους συνδέονται με νευρολογικές παθήσεις. Η ισχυρή αντιοξειδωτική του δράση μειώνει την υπεροξείδωση του λίπους στον εγκέφαλο. Μειωμένα επίπεδα ουρικού οξέος ανιχνεύονται σε νόσους, όπως η νόσος Parkinson. Τα επίπεδα του ουρικού στην νόσο του Parkinson

χρησιμοποιούνται ως δείκτης δραστηριότητας της νόσου και της ανταπόκρισης στην θεραπεία, όπως αναφέρουν οι Alvarez-Lario.¹³⁹

Τέλος, το ουρικό οξύ έχει και προ-οξειδωτικό ρόλο. Σε αυξημένες συγκεντρώσεις λειτουργεί ως δείκτης οξειδωτικού στρες, όπως υποστηρίζουν οι Villegas et al.(2010), παρά την αντιοξειδωτική του δράση.¹⁴⁵ Οι Alvarez-Lario (2011) αποδίδουν τις αρνητικές προ-οξειδωτικές του δράσεις στην ρίζα του ουρικού οξέος που υπάρχει στο μόριο του, η οποία αυξάνει την παραγωγή των ελεύθερων ριζών. Η ρίζα του ουρικού οξέος έχει την ικανότητα να τονώνει την παραγωγή των ελεύθερων ριζών μέσω της επαγωγής της σύνθεσης προφλεγμονωδών μορίων ή μέσω του ενζύμου οξειδάση της ξανθίνης που δημιουργεί τις ελεύθερες ρίζες.¹³⁹

7.4. ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΟΥΡΙΚΗΣ ΑΡΘΡΙΤΙΔΑΣ

Η υπερουριχαιμία αποτελεί το πρωταρχικό βήμα για την εμφάνιση των συμπτωμάτων της ουρικής αρθρίτιδας. Όταν το ουρικό οξύ φτάσει στο σημείο κορεσμού του (>6,8mg/dl), συσσωματώνεται στους χόνδρους των αρθρώσεων και σχηματίζει κρυστάλλους ουρικού μονονατρίου. Οι κρύσταλλοι είναι υπεύθυνοι για την έναρξη των συμπτωμάτων και των επεισοδίων που δηλώνουν την ουρική αρθρίτιδα.

Οι Doherty et al (2009) και οι Desideri et al (2014) έχουν περιγράψει την φλεγμονώδη απόκριση που δημιουργούν οι κρύσταλλοι. Η ταχύτητα και η εξέλιξη της ανάπτυξης των κρυστάλλων εξαρτάται από την τοπική συγκέντρωση ουρικού οξέος στην εκάστοτε άρθρωση, από το pH και την θερμοκρασία της περιοχής και από την συμμετοχή των εξωκυττάρων πρωτεϊνών γύρω από τους χόνδρους. Μετά την αρχή της εναπόθεσης τους, οι κρύσταλλοι παραμένουν “προστατευμένοι” μέσα στους χόνδρους και δεν έρχονται σε άμεση επαφή με τις αρθρώσεις. Αυτό το χρονικό διάστημα μπορεί να διαρκέσει για χρόνια και ο ασθενής παραμένει ασυμπτωματικός. Όταν οι κρύσταλλοι έρθουν σε επαφή με την άρθρωση, ενεργοποιούν την φλεγμονώδη απόκριση του οργανισμού.^{144,150}

7.4.1 ΣΤΑΔΙΑ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΛΕΓΜΟΝΗΣ^{150,154,155}

1. Όταν οι κρύσταλλοι έρθουν σε επαφή με την άρθρωση, αναγνωρίζονται από τους κυτταρικούς υποδοχείς της φυσικής ανοσίας και ενεργοποιείται ο μηχανισμός της φλεγμονώδους απόκρισης. Οι κρύσταλλοι έχουν την ικανότητα της ενεργοποίησης της φλεγμονώδους απόκρισης, επειδή μπορούν να τονώσουν την σύνθεση και την απελευθέρωση προφλεγμονωδών παραγόντων, όπως υποστηρίζει ο Choi (2005).¹⁵⁴

2. Το πρώτο στάδιο της διαδικασίας της φλεγμονώδους απόκρισης είναι η φαγοκυττάρωση από τα μακροφάγα και τα μονοκύτταρα του οργανισμού. Τα κύτταρα αυτά ως μέρος της άμυνας του οργανισμού ενεργοποιούν το NALP3 φλεγμονόσωμα (inflammasome), ένα πολύ-πρωτεϊνικό σύμπλεγμα, που ενεργοποιεί μια σειρά από προφλεγμονώδεις ουσίες.
3. Αρχικά ενεργοποιείται η ενεργή κασπάση-1, στην συνέχεια η ενεργή κασπάση-1 διασπά την ανενεργή κυτταροκίνη pro-IL-1β σε ενεργή κυτταροκίνη IL-1β.
4. Η κυτταροκίνη IL-1β ενεργοποιεί τον μηχανισμό φλεγμονής και οδηγεί στην παραγωγή χημειοκινών και στην συσσώρευση ουδετερόφιλων στην άρθρωση.

Σχηματικά, σύμφωνα με τον Choi (2005), η παθογένεση της ουρικής αρθρίτιδας φαίνεται να είναι ¹⁵⁴ :

ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΠΟΥΡΙΝΗ + ΕΝΔΟΓΕΝΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΟΥΡΙΝΗΣ → ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΥΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ => ΝΕΦΡΙΚΗ ΚΑΙ ΕΝΤΕΡΙΚΗ ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ ή ΥΠΕΡΚΟΡΕΣΜΟΣ ΟΥΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΠΟΙΗΣΗ

7.5. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΓΙΑ ΟΥΡΙΚΗ ΑΡΘΡΙΤΙΔΑ

Οι παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση της ουρικής αρθρίτιδας κατηγοριοποιούνται ως διατροφικοί, φαρμακευτικοί, γενετικοί, φυλετικοί και ηλικιακοί.

- ΦΥΛΟ. Η ουρική αρθρίτιδα προσβάλλει κυρίως μεσήλικες άντρες (40-60 ετών). Γενικά αποτελεί μια νόσο που προσβάλλει περισσότερο τους άντρες και γι αυτό τον λόγο είναι και η πιο κοινή φλεγμονώδης αρθρίτιδα των αντρών.¹⁵⁶ Οι μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες είναι η δεύτερη φυλετική ομάδα που μπορεί να προσβληθεί από τη νόσο. Η ουρική αρθρίτιδα δεν προσβάλλει νεότερες γυναίκες καθώς προστατεύονται από τα οιστρογόνα. Τα οιστρογόνα θεωρείται πως ασκούν ουρικοζουρική δράση με αποτέλεσμα να επάγουν την απέκκριση του ουρικού οξέος.^{143,144}
- ΗΛΙΚΙΑ. Η αύξηση της ηλικίας θεωρείται παράγοντας κινδύνου γιατί η γήρανση μπορεί να αυξήσει το ουρικό οξύ μέσω της μείωσης της νεφρικής λειτουργίας, αλλά και γιατί η ασυμπτωματική υπερουριχαιμία που ίσως να υπήρχε σε νεότερη ηλικία, μπορεί να εμφανιστεί με την πάροδο του χρόνου.¹⁴⁴
- ΦΑΡΜΑΚΑ. Φάρμακα που οδηγούν στην απότομη αύξηση ή μείωση του ουρικού οξέος αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης ουρικής αρθρίτιδας. Τέτοια φάρμακα είναι

τα διουρητικά αγκύλης, η κυκλοσπορίνη και οι μικρές δόσεις ασπιρίνης τα οποία επηρεάζουν το ουρικό οξύ μέσω της αλληλεπίδρασης τους με τους νεφρικούς μεταφορείς ουρικού (URAT₁).^{144,156}

- ΓΕΝΕΤΙΚΟΙ . Η αυξημένη παραγωγή ουρικού οξέος μπορεί να οφείλεται κάποιες φορές σε γενετικούς παράγοντες. Τρεις από τις πιο συχνές κληρονομικές διαταραχές που αυξάνουν τα επίπεδα ουρικού οξέος είναι η έλλειψη της φωσφατάσης-6-φωσφορικής γλυκόζης (glucose-6-phosphatase), η έλλειψη της φωσφο-ριβο-συλ-τρανσφεράσης υποξανθίνης-γουανίνης (hypoxanthine-guanine phosphoribosyltransferase) και η υψηλή δραστηριότητα της συνθετάσης 5'-phosphoribosyl-1'pyrophosphate (ένζυμο που εμπλέκεται στην σύνθεση των πουρινών). Όμως, οι γονιδιακές διαταραχές σ' αυτά τα γονίδια είναι σπάνιες. Επομένως, η αιτιολογία της ουρικής αρθρίτιδας σχετικά με τους γονιδιακούς παράγοντες σχετίζεται μόνο με την αλληλεπίδραση των γονιδίων με το περιβάλλον (διατροφικοί παράγοντες, παχυσαρκία).¹⁵⁷

Οι Doherty et al (2009) συμπληρώνουν στους γενετικούς παράγοντες, την οικογενειακή προδιάθεση καθώς και διαταραχές στα γονίδια που ρυθμίζουν τους μεταφορείς ουρικού οξέος (URAT1) ή σε άλλα γονίδια που εμπλέκονται στην ρύθμιση της γλυκόζης.¹⁴⁴

- ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟΙ. Η διατροφή έχει θεωρηθεί ως σημαντικός παράγοντας κινδύνου καθώς η ανθυγιεινή διατροφή και τα τρόφιμα αυξημένων πουρινών, συμπεριλαμβάνονται ως παράγοντες κινδύνου και για άλλα νοσήματα, όπως η παχυσαρκία, η υπέρταση, τα καρδιαγγειακά νοσήματα κ.ά. Οι συγκεκριμένοι διατροφικοί παράγοντες θα αναλυθούν στην συνέχεια του κεφαλαίου.

Σε ανασκόπηση 53 πρόσφατων ερευνών οι Singh et al. (2011) κατέγραψαν ως παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση της ουρικής αρθρίτιδας την κατανάλωση αλκοόλ, την διατροφή, την πρόσληψη συγκεκριμένων φαρμάκων και την παρουσία άλλων νόσων. Χρόνιες νόσοι θεωρήθηκαν τα καρδιαγγειακά νοσήματα, ο σακχαρώδης διαβήτης, η υπέρταση, η νεφρική νόσος και κάποιο είδος δυσλιπιδαιμίας.¹⁴¹

Οι Alvarez-Lario et al. (2014) θεώρησαν ως παράγοντες κινδύνου και την ύπαρξη παχυσαρκίας και του μεταβολικού συνδρόμου, αλλά επισήμαναν και τις γενετικές αιτίες εμφάνισης ουρικής αρθρίτιδας, όπως οι φυλετικές διαφορές.¹³⁷

Οι Hainer et al. (2014) συνοψίζουν τους παράγοντες σε γενετικούς, ηλικιακούς, φυλετικούς, διατροφικούς, υποστηρίζοντας τις προηγούμενες παρατηρήσεις.¹⁴³

Η Ιταλική εταιρεία Ρευματολογίας (2013) ορίζει δυο ξεχωριστές κατηγορίες παραγόντων, τους ειδικούς και τους γενικούς. Οι ‘γενικοί’ παράγοντες για εμφάνιση ουρικής αρθρίτιδας είναι η αύξηση της ηλικίας, το αντρικό φύλο, η παχυσαρκία, η κατανάλωση αλκοόλ, τα φάρμακα που αυξάνουν το ουρικό οξύ και η συνοσηρότητα. Ως ‘ειδικούς’ παράγοντες ξεχωρίζουν όσους εμπλέκονται στην ήδη εγκατεστημένη ουρική αρθρίτιδα, όπως τα επίπεδα ουρικού οξέος στο αίμα, τα προηγούμενα επεισόδια οξείας αρθρίτιδας και την εκτίμηση της ακτινογραφίας στις προσβαλλόμενες περιοχές.¹⁴⁰

Συνολικά, όλοι οι ερευνητές θεωρούν ως παράγοντες κινδύνου το αλκοόλ, την διατροφή, το φύλο, την ηλικία, τα γενετικά χαρακτηριστικά, την συνοσηρότητα και συγκεκριμένα φάρμακα.

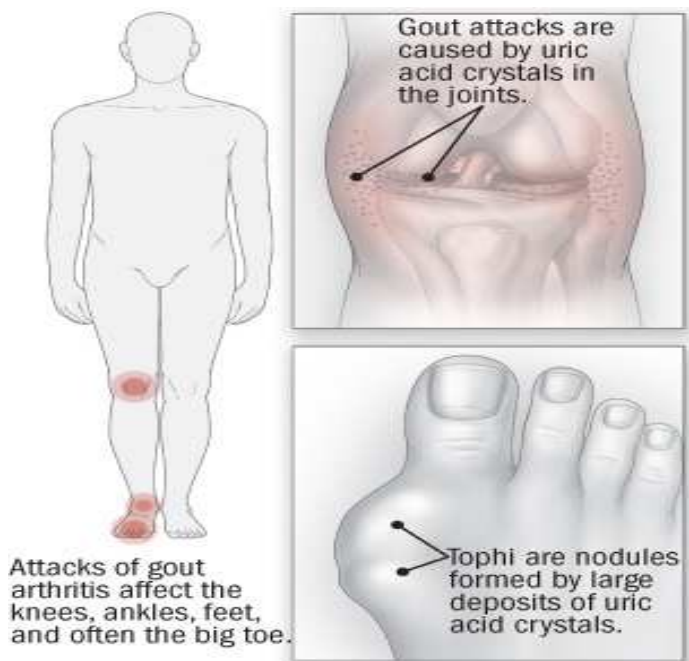
7.6. ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΟΥΡΙΚΗΣ ΑΡΘΡΙΤΙΔΑΣ

Η διάγνωση της ουρικής αρθρίτιδας γίνεται με βάση συγκεκριμένα κριτήρια που έχουν προταθεί από το Αμερικάνικο Κολλέγιο Ρευματολογίας και χρησιμοποιούνται από τους ρευματολόγους ή από άλλους ειδικούς υγείας.¹⁴³

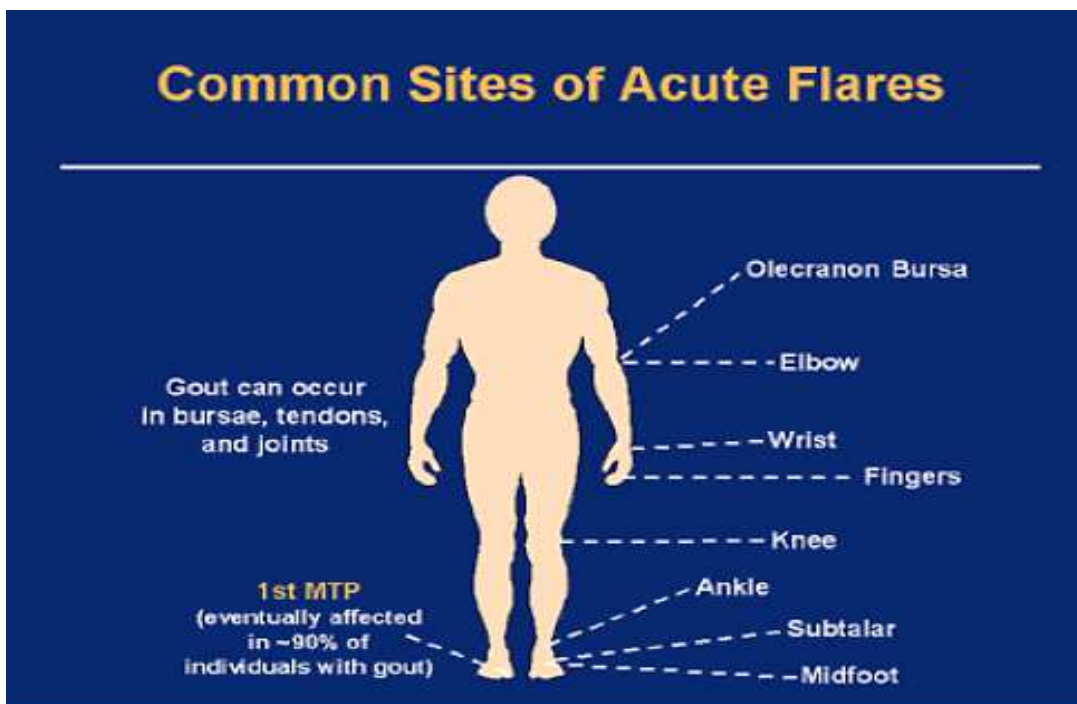
Η εκτίμηση της νόσου γίνεται ανάλογα την ανάπτυξη της αρθρίτιδας στην 1^η μεταταρσοφαλαγγική άρθρωση, σχετικά με το οίδημα και την ερυθρότητα που παρουσιάζει. Στην συνέχεια, ο ασθενής πρέπει να πληρεί ένα από τα παρακάτω κριτήρια :

- 1) Παρουσία των χαρακτηριστικών ουρικών κρυστάλλων στο υγρό της προσβληθείσας άρθρωσης
- 2) Παρουσία τόφων, οι οποίοι πρέπει να έχει αποδειχθεί ότι αποτελούνται από ουρικούς κρυστάλλους (μέσω μικροσκοπικής εξέτασης ή χημικών μέσων)
- 3) Παρουσία ≥ 6 από τα παρακάτω ευρήματα:
 - a. Ασύμμετρο οίδημα στην προσβληθείσα άρθρωση
 - b. Ύπαρξη επεισοδίου ουρικής αρθρίτιδας
 - c. Αρνητική μικροβιακή καλλιέργεια του αρθρικού υγρού κατά την διάρκεια επεισοδίου ουρικής αρθρίτιδας στην άρθρωση
 - d. Ανάπτυξη μέγιστου μεγέθους της φλεγμονής μέσα σε 1 ημέρα
 - e. Ύπαρξη υπερουριχαιμίας
 - f. Ερυθρότητα φλεγμονής
 - g. >1 επεισόδια οξείας αρθρίτιδας
 - h. Πόνος ή ερυθρότητα στην 1^η μεταταρσοφαλαγγική άρθρωση ποδιού
 - i. Υποφλοιώδης κύστη χωρίς διαβρώσεις στην ακτινογραφία

- j. Υποψία για ύπαρξη τόφου
- k. Οξύ επεισόδιο μόνο στην 1^η μεταταρσοφαλαγγική άρθρωση
- l. Οξύ επεισόδιο μόνο στην άρθρωση τόφου



Εικόνα 7.3. Κλινική εικόνα ουρικής αρθρίτιδας. (Harvard Health Publications, 2010)



Εικόνα 7.4. Περιοχές που προσβάλλει η ουρική αρθρίτιδα. (Μαλαβάζου Π.)

7.7. ΦΑΡΜΑΚΑ ΟΥΡΙΚΗΣ ΑΡΘΡΙΤΙΔΑΣ

Τα φάρμακα που χρησιμοποιούνται από τους ρευματολόγους στοχεύουν στην μείωση του ουρικού οξέος. Οι ομάδες φαρμάκων που επιλέγονται συχνότερα είναι τα Μη Στεροειδή Αντιφλεγμονώδη (Μ.Σ.Α.Φ.), η κολχικίνη και τα κορτικοστεροειδή.^{140,142} Συγκεκριμένα επιλέγονται ως φάρμακα πρώτης γραμμής η αλλοπουρινόλη (allopurinol) και η φεβουξοστάτη (febuxostat). Και οι δύο ουσίες επιλέγονται ως αναστολείς της οξειδάσης της ξανθίνης, με αποτέλεσμα και την μείωση του παραγομένου οξέος.¹⁴³

7.8. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΟΥΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΜΕ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Τα αυξημένα επίπεδα ουρικού οξέος έχουν συνδεθεί με τον αυξημένο κίνδυνο διάφορων χρόνιων νοσημάτων, αλλά και η ύπαρξη κάποιου χρόνιου νοσήματος οδηγεί στην αύξηση του κινδύνου εμφάνισης υπερουριχαιμίας και ουρικής αρθρίτιδας. Η αλληλεξάρτηση της σχέσης του ουρικού οξέος με τα νοσήματα και αντιστρόφως, οφείλεται στην ‘χρήση’ των ίδιων μηχανισμών δράσης.

i. ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ.

Η αύξηση του ουρικού οξέος θεωρείται ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για την εμφάνιση κάποιου από τους παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση των καρδιαγγειακών νοσημάτων, όπως η υπέρταση, το μεταβολικό σύνδρομο, η καρδιακή ανεπάρκεια και η διαταραχή στον μεταβολισμό της γλυκόζης.^{139,150,151} Η σχέση του ουρικού οξέος με τα καρδιαγγειακά, επομένως, είναι έμμεση μέσω της αύξησης του κινδύνου εμφάνισης άλλων σχετικών παθήσεων.

Οι Desideri et al. (2014) περιγράφουν τους παθοφυσιολογικούς μηχανισμούς της σχέσης ουρικού οξέος και παραγόντων κινδύνου καρδιαγγειακών. Η υπερουριχαιμία οδηγεί και προάγει την ενδοθηλιακή δυσλειτουργία οδηγώντας σε μείωση της αγγειοδιαστολής και ταυτόχρονη μείωση της πρόσληψης γλυκόζης από τους σκελετικούς μύες. Άλλοι πιθανοί μηχανισμοί της σχέσης είναι η αυξημένη οξείδωση της χαμηλής πυκνότητας χοληστερόλης (LDL), η αυξημένη παραγωγή ελεύθερων ριζών και η αυξημένη συγκόλληση αιμοπεταλίων που ευνοούν τον σχηματισμό θρόμβων και η προ-οξειδωτική δραστηριότητα.^{142,149,150,151}

Η σχέση του ουρικού οξέος με τα καρδιαγγειακά αποδεικνύεται στην μελέτη NHANES I, η οποία πραγματοποιήθηκε σε 5.926 συμμετέχοντες στο χρονικό διάστημα 1971-1992.

Παρατηρήθηκε πως για κάθε 1 mg/dl μείωση του ουρικού οξέος, μειώνεται και θνησιμότητα από καρδιαγγειακά κατά 9%.¹⁵⁰

Στην μεταγενέστερη προοπτική μελέτη PRECIS (Preventive Cardiology Information System) που δημοσιεύτηκε το 2008, σημειώθηκε πως για κάθε 1 mg/dl αύξηση του ουρικού οξέος, αυξάνεται η καρδιαγγειακή θνησιμότητα κατά 39%.¹⁵⁰

Από τα συνολικά δεδομένα της σχετικής βιβλιογραφίας υποστηρίζεται πως το ουρικό οξύ ανήκει στους τροποποιήσιμους παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα.

ii. ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΟ ΣΥΝΔΡΟΜΟ.

Η σχέση μεταξύ του ουρικού οξέος και του μεταβολικού συνδρόμου οφείλεται στην σχέση του ουρικού με την ινσουλίνη. Έχει παρατηρηθεί πως η ινσουλίνη μειώνει την νεφρική έκκριση του ουρικού οξέος με αποτέλεσμα την αύξηση του ουρικού οξέος στο αίμα και επομένως, την αύξηση της συχνότητας της υπερουριχαιμίας. Η σχέση τους, ωστόσο, είναι αμφίρροπη το ουρικό οξύ σχετίζεται και με την αντίσταση στην ινσουλίνη, η οποία αποτελεί μέρος του μεταβολικού συνδρόμου.^{139,149}

Εκτός από την ινσουλίνη, το ουρικό οξύ σχετίζεται, με άγνωστους μέχρι στιγμής μηχανισμούς, με την υπερτριγλυκεριδαιμία που, επίσης, αποτελεί κομμάτι του μεταβολικού συνδρόμου.¹⁴⁹

Οι Villegas et al. (2010) αναφέρουν πως η συσχέτιση ουρικού-μεταβολικού συνδρόμου οφείλεται και στην αύξηση του οξειδωτικού στρες που προκύπτει σε αυξημένο ουρικό οξύ (προ-οξειδωτική δράση του ουρικού οξέος).¹⁴⁵

Με όλους τους παραπάνω τρόπους η υπερουριχαιμία αποτελεί μέρος του μεταβολικού συνδρόμου, μαζί με την παχυσαρκία, την δυσλιπιδαιμία και τον σακχαρώδη διαβήτη.^{143,144}

iii. ΧΡΟΝΙΑ ΝΕΦΡΙΚΗ ΝΟΣΟΣ/ ΝΕΦΡΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.

Οι Desideri et al. (2014) θεωρούν το ουρικό οξύ ως παράγοντα κινδύνου για την έναρξη χρόνιας νεφρικής ανεπάρκειας. Η σχέση μεταξύ των δύο είναι δύσκολο να προσδιοριστεί γιατί το ουρικό οξύ εκκρίνεται από τους νεφρούς, επομένως σε μια πιθανή νεφρική ανεπάρκεια θα υπάρχει μειωμένη νεφρική απέκκριση και μείωση στην πειραματική διήθηση. Η απέκκριση του ουρικού οξέος σε μια τέτοια ασθένεια θα γίνει από το έντερο, αλλά δεν είναι πλήρως αποτελεσματική, άρα το ουρικό οξύ στο αίμα θα αυξηθεί.^{150,158}

Ταυτόχρονα, το αυξημένο ουρικό οξύ μπορεί να οδηγήσει σε νεφρικά προβλήματα, χωρίς απαραίτητα να έχουν δημιουργηθεί οι κρύσταλλοι ουρικού μονονατρίου. Όταν θα

δημιουργηθούν οι κρύσταλλοι στο νεφρικό σωληνοειδές σύστημα (υπερουριχαιμία) , θα προκύψει η νεφρική ανεπάρκεια.¹⁴⁹

7.9. ΑΛΚΟΟΛ ΚΑΙ ΟΥΡΙΚΟ ΟΞΥ

Η κατανάλωση αλκοόλ επηρεάζει άμεσα τα επίπεδα ουρικού οξέος λόγω της ύπαρξης αιθανόλης αλλά και λόγω των πουρινών. Το αλκοόλ αυξάνει το ουρικό οξύ πλάσματος μέσω της αύξησης της σύνθεσης του ουρικού οξέος.¹⁴⁵ Ακόμα, ο μεταβολισμός της αιθανόλης επιταχύνει την διάσπαση της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP) σε πρόδρομες ουσίες που τελικά οδηγούν στον σχηματισμό του ουρικού οξέος.¹⁴⁶

Οι Choi et al. (2004) είχαν συσχετίσει την πρόσληψη αιθανόλης με το ουρικό οξύ στην έρευνα NHANES III στις Η.Π.Α. σε 14.363 συμμετέχοντες. Παρατήρησαν ότι η πρόσληψη αιθανόλης αυξάνει το ουρικό οξύ μέσω της μείωσης της απέκκρισης του και μέσω της αυξημένης παραγωγής του. Η αύξηση του ουρικού οξέος ήταν πιο έντονη στους άντρες και στην κατανάλωση μύρας, καθώς η μύρα, και όχι το κρασί ή άλλο οινοπνευματώδες, έχει αυξημένη ποσότητα σε πουρίνες.¹³⁸ Σε μεταγενέστερη έρευνα του Choi με άλλους ερευνητές (2008) υποστήριξαν ότι η αύξηση κατά μία μερίδα την ημέρα σε μύρα μπορεί να προκαλέσει αύξηση του ουρικού οξέος κατά 0,4 mg/dl.¹⁵⁹

Η αύξηση του κίνδυνου ουρικής αρθρίτιδας με την κατανάλωση αλκοόλ έχει παρατηρηθεί και από άλλους ερευνητές, όπως οι Singh et al (2011), οι οποίοι υποστηρίζουν πως το αλκοόλ οποιασδήποτε μορφής (μύρα, κρασί, λικέρ) μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο και για τις δύο μορφές ουρικής αρθρίτιδας.^{141,145}

Ο κίνδυνος για εμφάνιση της ουρικής αρθρίτιδας, ωστόσο, δεν αυξάνεται όταν η πρόσληψη του αλκοόλ είναι σε μέτριες ποσότητες. Όσο αυξάνονται τα γραμμάρια αιθανόλης που προσλαμβάνονται, τόσο αυξάνεται ο κίνδυνος για την ουρική αρθρίτιδα. Όταν η κατανάλωση είναι υπερβολική, η περίσσεια αιθανόλης μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ, το οποίο μειώνει την νεφρική απέκκριση και έτσι αναστέλλει την έκκριση του ουρικού οξέος.^{137,146}

7.10. ΜΠΥΡΑ ΚΑΙ ΟΥΡΙΚΟ ΟΞΥ

Η μύρα ως βασικό συστατικό της έχει την μαγιά, η οποία προστίθεται στο στάδιο της ζύμωσης του γλεύκους. Η μαγιά έχει αυξημένη περιεκτικότητα σε πουρίνες με την μορφή

των νουκλεϊκών οξέων. Γι αυτόν τον λόγο η μύρα θεωρείται πως αυξάνει τον κίνδυνο υπερουριχαιμίας και ουρικής αρθρίτιδας.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την ανάλυση των πουρινών στα τρόφιμα και τα ποτά είναι η HPLC (high performance liquid chromatography). Με αυτήν την μέθοδο οι Fukuchi et al. (2013) ανέλυσαν διάφορα δείγματα Ιαπωνικών μπυρών. Κατέληξαν πως η μύρα περιέχει κυρίως γουανίνη με συνολικό περιεχόμενο >5mg/100ml. Ωστόσο, παρατήρησαν πως οι μύρες με λιγότερη βύνη (low-malt) έχουν μικρότερη επίδραση στα επίπεδα του ουρικού οξέος, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μύρες. Αυτή η παρατήρηση φαίνεται να οφείλεται στην μικρότερη περιεκτικότητα πουρινών από την βύνη και την μαγιά. Επίσης, οι μύρες χωρίς αλκοόλ και με χαμηλό αλκοόλ αυξάνουν το ουρικό οξύ, άρα το φαινόμενο οφείλεται και στην αιθανόλη και στην μαγιά. Σε μία μερίδα μύρας των 350 ml υπάρχει πρόσληψη πουρινών 18,2-34,2 mg, κυρίως γουανίνης.¹⁶⁰

Με την ίδια μέθοδο (HPLC) ανέλυσαν δείγματα μπυρών από όλο τον κόσμο οι Yamamoto et al. (2009). Οι τύποι μύρας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι μύρες βρετανικού τύπου (British), οι home-brewed μύρες (από μικροζυθοποιούς), η μύρα Guinness και οι μύρες τύπου lager. Οι πουρινικές βάσεις που προσδιορίστηκαν ήταν η αδερίνη, η υποξανθίνη, η ξανθίνη, η αδενοσίνη και η γουανοσίνη. Οι ερευνητές παρατήρησαν πως υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα σε κάθε είδος πουρίνης ανάλογα με το είδος της μύρας. Οι μύρες τύπου lager περιέχουν τα μεγαλύτερα ποσά σε αδερίνη, υποξανθίνη και αδενοσίνη, ενώ στην συνολική περιεκτικότητα πουρινών η Guinness έχει το μεγαλύτερο σκορ, όπως φαίνεται στον πίνακα παρακάτω. Επίσης, παρατηρήθηκε πως οι Ιαπωνικές μύρες γενικά περιέχουν μεγαλύτερα ποσά σε γουανοσίνη. Σχετικά με την συσχέτιση με το ουρικό οξύ οι ερευνητές υποστηρίζουν πως η αύξηση του ουρικού οξέος οφείλεται και στις πουρίνες και στην αιθανόλη της μύρας, αλλά η επίδραση της αιθανόλης είναι μικρότερης έντασης.¹⁵²

Η μύρα φαίνεται πως αυξάνει το ουρικό οξύ μέσω της γουανοσίνης που κυρίως περιέχει. Η γουανοσίνη είναι το πιο εύκολα απορροφήσιμο νουκλεοτίδιο, όπως παρατηρούν πολλοί ερευνητές.^{137,138,146,152} Οι Choi et al.(2004,2008) στην έρευνα NHANES III που πραγματοποιήθηκε στις Η.Π.Α. το διάστημα 1988-1994 σε 14.363 συμμετέχοντες παρατηρούν αύξηση 0,4 mg/dl του ουρικού οξέος στους άντρες που καταναλώνουν αυξημένη ποσότητα μύρας λόγω των πουρινών αλλά και της αιθανόλης. Η επίπτωση της μύρας πιθανόν να μετριάζεται μέσω της περιεκτικότητας της μύρας σε πολυφαινόλες.^{138,159}

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας των τελευταίων 10 ετών φαίνεται πως καταλήγει στα ίδια συμπεράσματα για την σχέση της μπύρας με το ουρικό οξύ. Δημοσιεύσεις του πανεπιστήμιου του Harvard (Harvard Health Publications, 2005, 2010) αναφέρουν πως οι καταναλωτές μπύρας (beer drinkers) αυξάνουν κατά 50% την πιθανότητα τους για εμφάνιση ουρικής αρθρίτιδας για κάθε επιπλέον καθημερινή μερίδα μπύρας. Επομένως, ο κίνδυνος διπλασιάζεται όταν οι καθημερινές μερίδες ξεπερνούν τις 2/ημέρα.¹⁴²

Οι Singh et al. (2011) σε ανασκόπηση 53 ερευνών συμπεραίνουν πως ενώ η κατανάλωση αλκοόλ αυξάνει τον κίνδυνο και για τις δύο μορφές ουρικής αρθρίτιδας, η μπύρα αυξάνει περισσότερο τον κίνδυνο εμφάνισης οξείας ουρικής αρθρίτιδας.¹⁴¹

Όταν η κατανάλωση περιορίζεται σε 1-2 μερίδες/ημέρα, δεν φαίνεται να αυξάνει σημαντικά τον κίνδυνο για εμφάνιση κάποιου τύπου ουρικής αρθρίτιδας, όπως υποστηρίζουν οι Alvarez-Lario et al. (2014) και οι Hainer et al. (2014).^{137,143}

Ο κίνδυνος εμφάνισης δεν σχετίζεται μόνο με τις μερίδες που θα καταναλωθούν, αλλά και από την χρονική στιγμή που θα καταναλωθούν. Σε έρευνα του πανεπιστημίου της Βοστώνης την χρονική περίοδο 2003-2012, 724 εθελοντές με οξεία ουρική αρθρίτιδα και αναφερόμενα επεισόδια της νόσου τον περασμένο χρόνο ρωτήθηκαν για την κατανάλωση αλκοόλ 24 ώρες πριν το επεισόδιο της ουρικής αρθρίτιδας. Οι ερευνητές παρατήρησαν πως ο κίνδυνος για μελλοντική εμφάνιση των επεισοδίων αυξανόταν, όσο αυξανόταν και το ποσό του αλκοόλ. Όμως ακόμα και σε μέτρια κατανάλωση (1-2 μερίδες) ο κίνδυνος για οξύ επεισόδιο αυξανόταν, αν το αλκοόλ καταναλωνόταν σε χρονικό διάστημα 24 ωρών. Ταυτόχρονα, όλοι οι τύποι αλκοόλ συνδέθηκαν με αύξηση του ουρικού οξέος, αλλά η μπύρα αύξανε περισσότερο τον κίνδυνο λόγω της γουανοσίνης.¹⁴⁶

Οι de Oliveira et al. (2012) θεωρούν την κατανάλωση μπύρας ως ανεξάρτητο παράγοντα κινδύνου για αύξηση του ουρικού οξέος λόγω των πουρινών, αλλά και της αιθανόλης.¹⁴⁸ Γι αυτό τον λόγο οι περισσότερες διατροφικές οδηγίες της ουρικής αρθρίτιδας τείνουν να περιορίζουν την κατανάλωση αλκοόλ οποιασδήποτε μορφής (μπύρα, κρασί) και ιδιαίτερα συστήνεται η κατάχρηση αλκοόλ (>2 ποτά/ημέρα).^{147,161}

Ο Α. Ζαμπέλας (2011) στις διατροφικές οδηγίες της ουρικής αρθρίτιδας αναφέρει ότι οι οδηγίες αναφέρονται σε ασθενείς που ήδη πάσχουν από κάποια μορφή ουρικής αρθρίτιδας, και κυρίως για τις οξείες φάσεις της νόσου. Όπως χαρακτηριστικά γράφει¹⁶¹ :

<< Τρεις αναστρέψιμοι παράγοντες μπορούν να συνεισφέρουν στην αύξηση του ουρικού οξέος : δίαιτα υψηλού περιεχομένου σε πουρίνες, η παχυσαρκία και η τακτική

κατανάλωση οινοπνεύματος. Κανένας από αυτούς τους παράγοντες δεν μπορεί να προκαλέσει από μόνος του υπερουριχαιμία, αλλά μπορεί να την επιδεινώσει όταν συνυπάρχουν άλλα αίτια, όπως η μειωμένη ικανότητα απέκκρισης του ουρικού οξέος. . . Ο μέτριος περιορισμός των διαιτητικών πουρινών θα μειώσει το ουρικό στον ορό κατά 15-20% >>

Επομένως, η μπύρα μπορεί να αυξάνει περισσότερο τον κίνδυνο για την ουρική αρθρίτιδα, αλλά δεν έχουν βρεθεί ισχυρά επιστημονικά δεδομένα ακόμα που να απαγορεύουν την κατανάλωση της από τους νοσούντες. Ωστόσο, πρέπει να περιορίζεται ή και να αποφεύγεται σε περιόδους έξαρσης ώστε να μην υπάρχει εξωτερική φόρτιση με διατροφικές πουρίνες και αιθανόλη, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να ενισχύεται η μέτρια κατανάλωση.

7.11. ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΟΥΡΙΚΟ ΟΞΥ

Η καθημερινή διατροφή είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση και την μελλοντική ανάπτυξη της υπερουριχαιμίας και της ουρικής αρθρίτιδας. Τα συμπεράσματα των περισσότερων επιστημονικών ερευνών καταλήγουν πως υπάρχουν συγκεκριμένες διατροφικές ομάδες και ουσίες που μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο εμφάνισης της ασθένειας.^{137,141,142,143,159}

Οι διατροφικές ομάδες υψηλού κινδύνου φαίνεται να είναι :

- Τα αναψυκτικά κανονικών θερμίδων.
- Τα φρούτα που περιέχουν φρουκτόζη και οι χυμοί (κυρίως ο χυμός πορτοκαλιού).
- Το κόκκινο κρέας και τα θαλασσινά.
- Το κυνήγι και τα εντόσθια ζώων.
- Το σιρόπι καλαμποκιού και όσα τρόφιμα το περιέχουν.
- Η μπύρα.

Τα τρόφιμα υψηλού κινδύνου ως κοινό χαρακτηριστικό έχουν την περιεκτικότητα τους σε αυξημένες πουρίνες. Ωστόσο, κάποια φρούτα και χυμοί αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης ουρικής αρθρίτιδας επειδή έχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε φρουκτόζη. Το γεγονός ότι ένα τρόφιμο μπορεί να ανήκει σε κάποια διατροφική κατηγορία από τις παραπάνω, δεν αποτελεί διατροφική απαγόρευση. Η αύξηση του κινδύνου εμφάνισης ουρικής αρθρίτιδας συμβαίνει όταν η καθημερινή κατανάλωση είναι αυξημένη και είναι ανάλογη με την επιπλέον καθημερινή μερίδα στην διατροφή του ατόμου.¹³⁷

Τρόφιμα αυξημένων πουρινών, σύμφωνα με τους Alvarez-Lario et al. (2014), είναι το κρέας, το ψάρι, τα θαλασσινά, τα εντόσθια αλλά και κάποια λαχανικά, όπως το σπανάκι, τα σπαράγγια, τα φασόλια και τα μανιτάρια. Όμως, δεν αυξάνουν όλα τα τρόφιμα τον κίνδυνο εμφάνισης ουρικής αρθρίτιδας. Τα λαχανικά με αυξημένες πουρίνες δεν φάνηκε να αυξάνουν τον κίνδυνο, σε αντίθεση με το κρέας και τις υπόλοιπες διατροφικές ομάδες.^{137,141}

Μέσα από τις έρευνες έχουν παρατηρηθεί και τρόφιμα που δρουν προστατευτικά ενάντια στην ουρική αρθρίτιδα. Κάποια λαχανικά (ειδικά όσα περιέχουν αυξημένες φυτικές ίνες) και τα άπαχα ή ημιάπαχα γαλακτοκομικά δεν φαίνεται να αυξάνουν τον κίνδυνο για ουρική αρθρίτιδα.^{140,141,143,148}

Τα γαλακτοκομικά προϊόντα φαίνεται να αυξάνουν την απέκκριση του ουρικού οξέος, πιθανόν λόγω της δράσης τους στους νεφρικούς μεταφορείς που εμπλέκονται στην μεταφορά του ουρικού (URAT₁), χωρίς να έχει διευκρινιστεί πλήρως ο προστατευτικός μηχανισμός.^{137,141}

Τα λαχανικά, ακόμα και όσα έχουν αυξημένη περιεκτικότητα σε πουρίνες, δεν έχουν συνδεθεί θετικά με την ανάπτυξη της ουρικής αρθρίτιδας, όπως παρατήρησαν οι Singh et al. (2011) και οι Alvarez-Lario et al. (2014). Η πρόσληψη συστήνεται να είναι μέτρια και όχι σε υπέρμετρες ποσότητες για να μην επιβαρύνεται επιπλέον η διατροφική πρόσληψη των πουρινών.^{137,141}

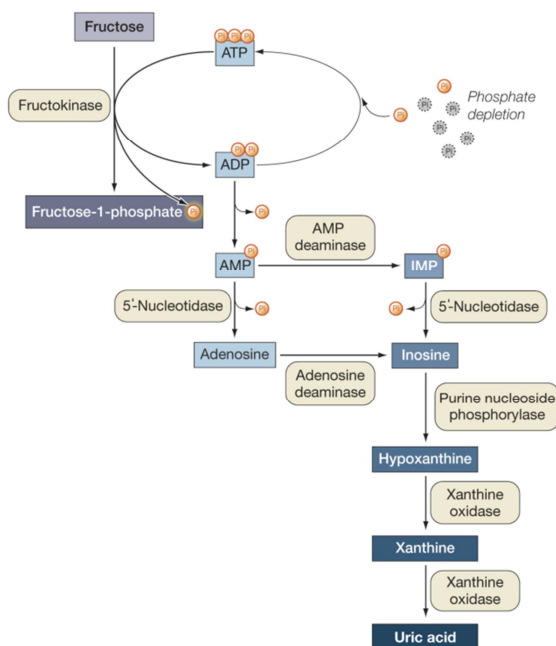
7.12. ΦΡΟΥΚΤΟΖΗ

Τα αναψυκτικά με κανονικές θερμίδες, κάποια φρούτα με αυξημένη περιεκτικότητα σε φρουκτόζη (μήλα, δαμάσκηνα, σταφίδες, σύκα) και διάφορα σιρόπια η έτοιμα προϊόντα που περιέχουν σιρόπι καλαμποκιού έχουν ως κοινό συστατικό τους την φρουκτόζη.

Η φρουκτόζη είναι φυσικός μονοσακχαρίτης που συναντάται στο μέλι και σε κάποια φρούτα και σχετικά με την ουρική αρθρίτιδα είναι ο μόνος υδατάνθρακας που μπορεί να αυξήσει το ουρικό οξύ, σε αντίθεση με την γλυκόζη ή άλλα σάκχαρα.¹⁵⁹ Η φρουκτόζη μεταβολίζεται στο ήπαρ και μέσω του ενζύμου φρουκτοκινάσης σχηματίζεται η 1-φωσφορική-φρουκτόζη. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται φωσφορυλίωση και ως προϊόν προκύπτει η τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP), το οποίο καταναλώνεται αμέσως ως πηγή ενέργειας για τα κύτταρα. Ως παραπροϊόντα του καταβολισμού της τριφωσφορικής αδενοσίνης προκύπτει η διφωσφορική αδενοσίνη (ADP), στην συνέχεια η διφωσφορική

αδενοσίνη θα μετασχηματιστεί σε μονοφωσφορική αδενοσίνη (AMP) και άλλες οργανικές φωσφορικές ενώσεις. Η μονοφωσφορική αδενοσίνη αποτελεί πρόδρομη ουσία του ουρικού οξέος και μέσω της αδενίνης και των υπολοίπων ενζύμων θα σχηματιστεί τελικά το ουρικό οξύ.^{139,142,148,150}

Έχει παρατηρηθεί ευρέως ότι η κατανάλωση >2 αναψυκτικών/ημέρα μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο εμφάνισης ουρικής αρθρίτιδας στους άντρες γιατί η αυξημένη πρόσληψη φρουκτόζης που περιέχουν προάγει τον σχηματισμό του ουρικού οξέος. Όμως, στα αναψυκτικά τύπου light δεν έχει παρατηρηθεί το ίδιο.^{137,141,159} Ο κίνδυνος εμφάνισης της υπερουριχαιμίας και της ουρικής αρθρίτιδας αυξάνεται γενικά όταν η πρόσληψη της φρουκτόζης είναι αυξημένη, όχι μόνο μέσω των αναψυκτικών, αλλά και με αυξημένη πρόσληψη ροφημάτων με σιρόπι καλαμποκιού.^{140,143}



Εικόνα 7.6. : Μεταβολισμός φρουκτόζης σε ουρικό οξύ (2010)

**ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΤΟΥΣ ΣΕ ΠΟΥΡΙΝΕΣ**

| |
|---|
| <p>ΥΨΗΛΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΣΕ ΠΟΥΡΙΝΕΣ (100-1000 mg πουρινικού αζώτου / 100 gr τροφίμου)</p> <p>Σαρδέλες / σκουμπρί / ρέγγα / πέστροφα / μαρίδα / αντζούγιες</p> <p>Μύδια / αστακός / κτένια / αυγοτάραχο</p> <p>Όργανα ζώων (μυαλά, καρδιά, νεφροί) / παράγωγα κρέατος / λαγός / κουνέλι / κιμάς / πέρδικα / ζωμοί κρέατος / χήνα</p> <p>Μαγιά (λαμβανόμενη ως συμπλήρωμα)</p> |
| <p>ΜΕΤΡΙΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΣΕ ΠΟΥΡΙΝΕΣ (9-100 mg / 100 gr τροφίμου)</p> <p>Κρέας / ψάρι / πουλερικά / μοσχάρι / θαλασσινά (εκτός από της 1^{ης} ομάδας)</p> <p>Ντομάτα / κραμβοειδή (μπρόκολο, κουνουπίδι) / σπαράγγια / φασόλια / φακή / μανιτάρια / αρακάς / σπανάκι</p> |
| <p>ΑΜΕΛΗΤΕΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΣΕ ΠΟΥΡΙΝΕΣ</p> <p>Ψωμί / κράκερς / κέικ / μπισκότα / δημητριακά / ζυμαρικά / ρύζι / καλαμπόκι</p> <p>Βούτυρο/ μαργαρίνη / αυγά / τυρί /γάλα</p> <p>Χυμοί φρούτων / φρούτα / σοκολάτα / καφές / παγωτό</p> <p>Ανθρακούχα ποτά / γλυκά με ζελέ</p> <p>Λαχανικά (εκτός της 1^{ης} ομάδας) / ελαιόλαδο / ελιές</p> <p>Ξηροί καρποί / αλάτι / ζάχαρη</p> |

*τα τρόφιμα με υψηλό περιεχόμενο συστήνεται να παραλείπονται στην ουρική αρθρίτιδα, ακόμα και όταν η νόσος βρίσκεται σε περίοδο ύφεσης.

**τα τρόφιμα μέτριου περιεχομένου μπορούν να καταναλώνονται καθημερινά αλλά ελεγχόμενα με το μέγεθος της μερίδας κρέατος/ψαριού/πουλερικού να είναι 60-90 gr, ενώ για τα λαχανικά συστήνεται 1 μερίδα λαχανικών= ½ φλιτζάνι.

7.13. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΟΥΡΙΚΟ ΟΞΥ

Μέσα από τις έρευνες και τις συστάσεις για την μείωση του ουρικού οξέος υπάρχουν κάποιες βασικές συστάσεις που αφορούν την διατροφή. Οι συστάσεις δεν απευθύνονται μόνο σε όσους ήδη έχουν εμφανίσει κάποια έξαρση της νόσου αλλά και σε όσους έχουν χαρακτηριστεί ως ασυμπτωματικοί. Πρέπει να τονιστεί πως οι οδηγίες δεν αποτελούν θεραπεία αλλά περιγράφουν ένα ολοκληρωμένο πλάνο υγιεινής ζωής και διατροφής που στοχεύει και στην μείωση της συνοσηρότητας.

Από τα συνολικά ερευνητικά δεδομένα προκύπτουν οι παρακάτω διατροφικές οδηγίες :

1. Επίτευξη ή/και διατήρηση του επιθυμητού και ιδανικού βάρους.^{137,141,142,143,161}
2. Περιορισμός του αλκοόλ σε μέτρια κατανάλωση και αποφυγή της μπύρας, ειδικά όταν ο ασθενής βρίσκεται σε οξεία φάση.^{137,142,143,161,162}
3. Αποφυγή αναψυκτικών με ζάχαρη.¹³⁷
4. Μειωμένη κατανάλωση κόκκινου κρέατος/κυνηγιού/θαλασσιών.¹³⁷
5. Επαρκής κατανάλωση ψαριών.¹³⁷
6. Κατανάλωση αποβουτυρωμένων γαλακτοκομικών .^{137,143}
7. Επαρκής ενυδάτωση.^{137,161}
8. Περιορισμός του σιροπιού καλαμποκιού και των προϊόντων που το περιέχουν.¹⁴³

Εκτός από τις συγκεκριμένες διατροφικές οδηγίες που προαναφέρθηκαν, το διατροφικό σχήμα που επιλέγεται σε ασθενείς με ουρική αρθρίτιδα ή υπερουριχαιμία έχει ιδιαίτερη σημασία. Παλαιότερα υπήρχε η σύσταση να αποφεύγονται τα τρόφιμα αυξημένων πουρινών από την στιγμή που θα ξεκινούσε η ασθένεια και εφ' όρου ζωής. Όμως, αυτές οι δίαιτες μειωμένων πουρινών είχαν στηριχτεί, σύμφωνα με τους ερευνητές Alvarez-Lario et al. (2014), σε έρευνες λίγων ημερών, άρα δεν υπάρχει ισχυρή επιστημονική απόδειξη. Επιπλέον, τέτοιου τύπου δίαιτες έχουν μειωμένη διάρκεια συμμόρφωσης και τήρησης και ίσως δεν είναι υγιεινές γιατί περιέχουν μειωμένο ποσοστό πρωτεΐνης και αυξημένο ποσοστό σε υδατάνθρακες και λίπος. Ο περιορισμός των πουρινών (με την μορφή του μοσχαριού, χοιρινού, μπέικον, θαλασσιών) μπορεί να ακολουθηθεί μόνο κατά την διάρκεια της οξείας φάσης και για σύντομο χρονικό διάστημα.^{148,161} Τέλος, οι δίαιτες μειωμένων πουρινών αποκλείουν τρόφιμα αυξημένων πουρινών που δεν έχει βρεθεί να αυξάνουν τον κίνδυνο ουρικής αρθρίτιδας, όπως τα λαχανικά.^{137,142}

Το διατροφικό σχήμα που μπορεί να ακολουθηθεί και σε ασθενείς με ουρική αρθρίτιδα είναι η Μεσογειακή διατροφή ή διαίτα τύπου DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension). Ταυτόχρονα, είναι ωφέλιμο να ενισχυθεί η κατανάλωση φυτικών πρωτεϊνών και η μείωση των ζωικών πρωτεϊνών.^{137,143}

Εικόνα 7.6. Πυραμίδα για την διατροφή ουρικού οξέος.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο ΜΕΤΡΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

Η κατανάλωση αλκοόλ είναι μια συνήθεια που υπάρχει σε όλο τον κόσμο, από αρχαιοτάτων χρόνων. Παρά τις διαφορετικές κουλτούρες, σχεδόν όλοι οι λαοί καταναλώνουν αλκοόλ, ανάλογα και με τις θρησκευτικές πεποιθήσεις τους. Το αλκοόλ, μιλώντας για την Ελλάδα αλλά και για την Ευρώπη και την Αμερική, είναι συνήθεια πολλών ανθρώπων, πολύ συχνά και κομμάτι της καθημερινότητας τους.

8.1. ΜΟΤΙΒΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Οι συνθήκες που συνοδεύουν την κατανάλωση αλκοόλ ονομάζονται ‘drinking pattern’ (=μοτίβο κατανάλωσης). Ως μοτίβο κατανάλωσης το Διεθνές Κέντρο για την Πολιτική του Αλκοόλ (International Center for alcohol policies, 2008) ορίζει το πώς πίνουν οι άνθρωποι, το είδος του ποτού που επιλέγουν, την ποσότητα και την συχνότητα που πίνουν, την τοποθεσία και με ποια άτομα πίνουν.¹⁶⁸

Το μοτίβο κατανάλωσης έχει ιδιαίτερη σημασία για τον τομέα της υγείας καθώς διαχωρίζει τους καταναλωτές σε απόντες (abstainers), μέτριους (moderate) και βαρείς (heavy). Τα περισσότερα οφέλη στην υγεία έχουν αποδειχθεί από πληθώρα ερευνών για τους μέτριους καταναλωτές. Επομένως, είναι σημαντικό να περιγραφεί και να οριστεί τι σημαίνει μέτρια κατανάλωση, ανάλογα με το φύλο του καταναλωτή, το είδος του ποτού και τις τοπικές συνήθειες.

Η χρησιμότητα της περιγραφής της μερίδας του αλκοόλ στηρίζεται στην πρόληψη της παχυσαρκίας και τα μεγέθη των μερίδων είναι προσαρμοσμένα στα κοινά μεγέθη μπουκαλιού που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Όπως υποστηρίζουν οι Bach-Faig et al. (2011), τα μεγέθη των μερίδων βασίζονται στην λιτότητα στον τρόπο ζωής και πρέπει να προσαρμόζονται στις αστικές και σύγχρονες διατροφικές συνήθειες.¹⁶⁹

8.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (moderate drinking)^{73,119,170,171,172}

Έχουν προταθεί διάφοροι ορισμοί για την μέση κατανάλωση, αλλά υπάρχει ομοφωνία από όλους τους ερευνητές ότι :

ΜΕΤΡΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΟΡΙΖΕΤΑΙ ΩΣ 1-2 ΠΟΤΗΡΙΑ/ΗΜΕΡΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΓΥΝΑΙΚΕΣ ΚΑΙ 2-3 ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΝΤΡΕΣ ή 10-12 ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ / ΗΜΕΡΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΓΥΝΑΙΚΕΣ ΚΑΙ 20-24 ΓΡΑΜΜΑΡΙΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ / ΗΜΕΡΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΝΤΡΕΣ.

Αναλυτικότερα, ο Bamforth (2004) ξεχωρίζει τους περιστασιακά μέτριους καταναλωτές ως τους ανθρώπους που πίνουν αλκοόλ λιγότερο συχνά από το καθημερινό και ορίζει τους μέτριους καταναλωτές ως : ‘οι άνθρωποι που πίνουν αλκοόλ μόνο σε μικρές ποσότητες σε οποιαδήποτε στιγμή, χωρίς να γίνει τοξικό και καθημερινά’.¹⁷⁰

Ως μέτρια κατανάλωση μπορεί να οριστεί η κατανάλωση μέσα στα προσωπικά όρια του καταναλωτή ανάλογα με την υγεία του, τις κοινωνικές πεποιθήσεις και το σώμα του, όπως αναφέρουν οι Ζυθοποιοί της Ευρώπης. (Brewers of Europe, 2008)⁷³

Άλλη προσέγγιση της μέτριας κατανάλωσης εκφράζουν οι Marcos et al. (2015) που τοποθετούν την μέτρια πρόσληψη αναλογικά με την καταναλωμένη ενέργεια. Αποδεκτό όριο κατανάλωσης αλκοόλ, μέσα από τις έρευνες τους, θεωρήθηκε η συμμετοχή του αλκοόλ <10% της καταναλωμένης ενέργειας.¹¹⁹

8.3. STANDARD DRINK

Standard drink ονομάζεται ο συγκεκριμένος όγκος αλκοολούχου ποτού με συγκεκριμένη ποσότητα αιθανόλης. Σκοπός του ορισμού ενός standard drink είναι να χρησιμοποιείται για τα ασφαλή επίπεδα κατανάλωσης αλκοόλ και για την εκτίμηση των ποσών που καταναλώθηκαν.¹⁷³

Υπάρχει μεγάλη σύγχυση για την ποσότητα αιθανόλης που περιέχει κάθε μερίδα ποτού, αλλά και για το μέγεθος της κάθε μερίδας. Κάθε χώρα έχει διαφορετικές τιμές για τα επίπεδα αιθανόλης σε κάθε μερίδα ποτού και δεν φαίνεται να υπάρχει σαφής ορισμός των επιπέδων. Επίσης, στο Ηνωμένο Βασίλειο χρησιμοποιούν τον όρο ‘ unit of alcohol ‘ αντί για τον όρο standard drink. Το εύρος της τιμής του standard drink κυμαίνεται από 8-23,5 γραμμάρια αιθανόλης/ποτό ανάλογα με το είδος του ποτού και το μέγεθος της μερίδας.¹⁷³

Ωστόσο, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO,2014) αναφέρει¹⁷⁴:

1 standard drink στις Η.Π.Α. = 14 γραμμάρια καθαρής αιθανόλης

1 standard drink στην Αγγλία = 8 γραμμάρια καθαρής αιθανόλης και

1 standard drink στην Ισπανία και σε άλλες χώρες = 10 γραμμάρια καθαρής αιθανόλης.

Το μέγεθος του standard drink εξαρτάται από το είδος του ποτού στο ποτήρι, καθώς η μύρα περιέχει λιγότερη αιθανόλη σε σχέση με το κρασί ή άλλα αποσταγμένα ποτά, στο ίδιο μέγεθος μερίδας. Άρα όταν γίνεται λόγος για την μερίδα ενός standard drink εννοείται

^{175,176,177}

12 ounces (oz) μύρας = 355 ml με 5% ABV.

5 oz κρασιού = 150 ml με 12,5 % ABV

1,5 oz αποσταγμένο ποτό (ουίσκι, τσίπουρο, βότκα ή άλλο) = 45 ml με 40% ABV

Άλλος ορισμός για το τι ορίζεται ως standard drink είναι από την Ένωση Ζυθοποιών του Καναδά που αναφέρουν ότι : 1 standard drink μύρας = 341 ml με 5% αλκοόλ ή 13,6 γραμμάρια αιθανόλης.⁷⁴

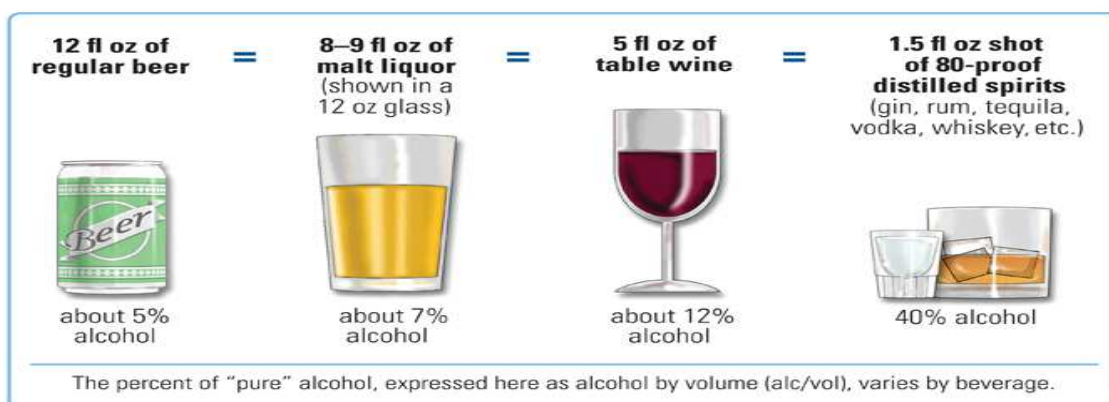
Επίσης, στο Ηνωμένο Βασίλειο χρησιμοποιούν την μονάδα pint, όπου σύμφωνα με το Βρετανικό Ίδρυμα Διατροφής (British Nutrition Foundation, 2016) 1 μονάδα αλκοόλ (unit) ισούται με 8 γραμμάρια καθαρής αιθανόλης ή 10 ml ποτού. Στην μία μονάδα αλκοόλ αντιστοιχεί 1/3 pint μύρας (189 ml) με 5-6% αλκοόλ. Με αυτήν την αντιστοιχία το Βρετανικό Υπουργείο Υγείας (2016), ορίζει την μέτρια κατανάλωση ως <14 μονάδες αλκοόλ / εβδομάδα και για τα δύο φύλα, δηλαδή περίπου 6 μερίδες μύρας των 569 ml / εβδομάδα με 4% αλκοόλ.¹⁷⁸ Η σύσταση ανά ημέρα αντιστοιχεί σε 2-3 μονάδες αλκοόλ για τις γυναίκες και 3-4 μονάδες αλκοόλ για τους άντρες, δηλαδή 569 ml/ημέρα.⁷⁶

Λόγω της προαναφερόμενης σύγχυσης μεταξύ των ορισμών, είναι προτιμότερο να ακολουθηθούν οι ελληνικές οδηγίες που προκύπτουν από τον Εθνικό Διατροφικό Οδηγό (2014) και υποστηρίζουν ότι ¹⁷¹ :

1 standard drink μύρας = 330 ml με 4-5% αλκοόλ

1 standard drink κρασιού = 125 ml με 11-13% αλκοόλ

1 standard drink ούζου / τσίπουρου / άλλου αποσταγμένου ποτού = 40-45 ml με 40% αλκοόλ.



Σχήμα 8.1. Μεζούρες αλκοολούχων ποτών ως standard drink. (National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism)

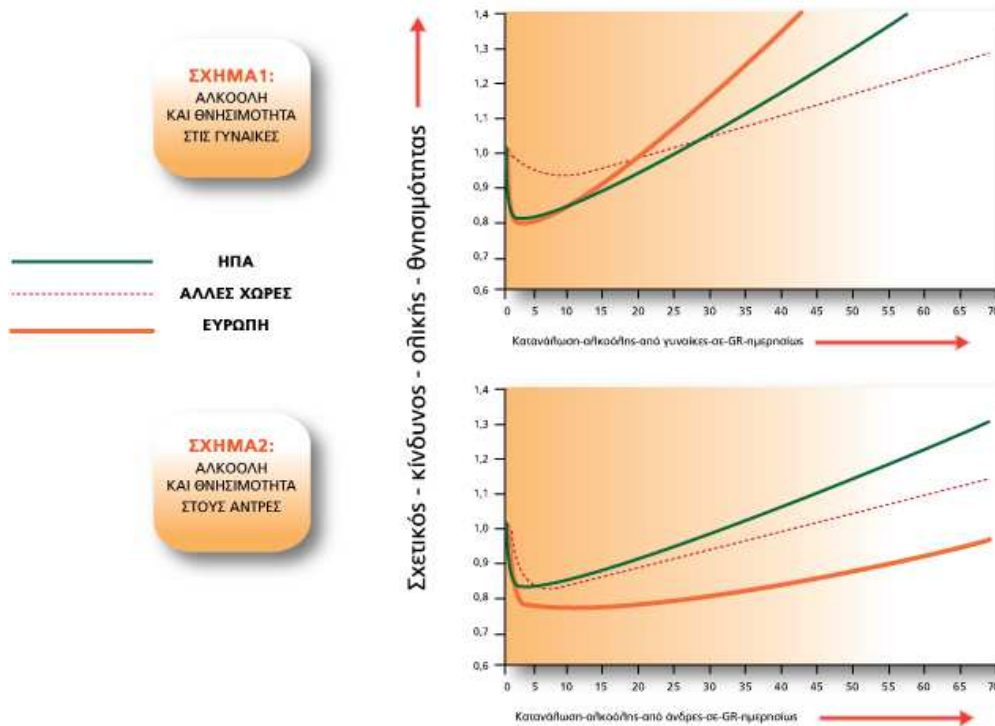
8.4. ΟΦΕΛΗ ΜΕΤΡΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Η μέτρια κατανάλωση αλκοόλ είναι μεγίστης σημασίας γιατί τα οφέλη του αλκοολούχου ποτού υπάρχουν μόνο όταν η κατανάλωση είναι μέτρια.

Στο 7^ο Ευρωπαϊκό Συμπόσιο Μπύρας και Υγείας (2014) παρουσιάστηκαν συνοπτικά οι ευεργετικές επιδράσεις της αιθανόλης σε μέτρια κατανάλωση ¹⁷⁹:

- I. Αύξηση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη
- II. Μείωση της εμφάνισης σακχαρώδη διαβήτη
- III. Μείωση νοσημάτων του εγκεφάλου
- IV. Αύξηση της HDL (‘καλή χοληστερόλη’), μείωση των θρομβώσεων, αύξηση της ροής στην στεφανιαία αρτηρία
- V. Αύξηση της οστικής πυκνότητας
- VI. Μείωση του κινδύνου χολολιθίασης
- VII. Μείωση της ρευματοειδούς αρθρίτιδας
- VIII. Μείωση των πετρών στους νεφρούς

Η Ένωση Ζυθοποιών του Καναδά (Brewers association of Canada, 2013) αλλά και η Ελληνική Ένωση Ζυθοποιών (2008) αναλύει, επίσης, τα οφέλη της μέτριας κατανάλωσης. Οι ευεργετικές επιδράσεις του αλκοόλ φαίνεται να σχηματίζουν καμπύλη U- ή J-shape, δηλαδή η σχέση μεταξύ της ποσότητας του αλκοόλ και την εμφάνιση νοσημάτων ή της θνησιμότητας είναι σχέση δόσης-αποτελέσματος, όπως περιγράφεται και στο σχήμα 8.2. Όταν η κατανάλωση αλκοόλ είναι πολύ μικρή ή πολύ μεγάλη, δεν υπάρχουν οφέλη και αυξάνονται οι πιθανότητες θανάτου ή εμφάνισης χρόνιων νοσημάτων. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν όλα τα ερευνητικά δεδομένα.^{2,74}



Σχήμα 8.2. Διάγραμμα συσχέτισης θνησιμότητας και κατανάλωσης αλκοόλ. (Ελληνική Ένωση Ζυθοποιών)

Συγκεκριμένα η μέτρια κατανάλωση αλκοόλ δρα ευεργετικά στα παρακάτω χρόνια νοσήματα ⁷⁴:

1. Καρδιαγγειακά νοσήματα : η μέτρια αιθανόλη μειώνει τον κίνδυνο υπέρτασης, μεταβολικού συνδρόμου και στεφανιαίας νόσου που σχετίζονται με την εμφάνιση κάποιας καρδιαγγειακής ασθένειας. Έχει υποστηριχτεί ότι η δράση της αιθανόλης στο καρδιαγγειακό σύστημα είναι η πιο σημαντική από όλες τις δράσεις λόγω της συνεχούς αυξανόμενης εμφάνισης καρδιαγγειακών ασθενών. Η μύρα συγκεκριμένα δρα ευεργετικά στα καρδιαγγειακά νοσήματα μέσω ¹³² :
 - a) της αύξησης της HDL
 - b) της ελάττωσης της συσσώρευσης της χοληστερόλης στα αγγεία
 - c) μείωση της τάσης των αιμοπεταλίων να συσσωματώνονται σε θρόμβους
 - d) αύξηση του φιβρινογόνου

Οι δράσεις αυτές αποδίδονται και στο περιεχόμενο σε αιθανόλη, σε πολυφαινόλες και στις βιταμίνες του συμπλέγματος Β της μύρας. Σε έρευνα των Chiva-Blanch et al. (2015), παρατηρήθηκαν ευεργετικές επιδράσεις στους καρδιαγγειακούς δείκτες σε αλκοολική και σε μη αλκοολική μύρα, επομένως οι επιδράσεις οφείλονται και στις πολυφαινόλες της μύρας. ¹⁸¹

2. Σακχαρώδης διαβήτης : έχει παρατηρηθεί μείωση του σακχαρώδη διαβήτη κατά 30% σε μέτρια κατανάλωση, πιθανόν επειδή η αιθανόλη αλλάζει τον τρόπο που το σώμα παράγει ινσουλίνη. Επίσης, το αλκοόλ βελτιώνει την ευαισθησία στην ινσουλίνη και μειώνει τις συγκεντρώσεις ινσουλίνης στο πλάσμα. Οι Βρετανικές οδηγίες για τον σακχαρώδη διαβήτη και το αλκοόλ επιτρέπουν την μέτρια κατανάλωση σε ρυθμισμένο σακχαρώδη διαβήτη, συστήνοντας μαζί με το ποτό ένα μικρό γεύμα για να αποφευχθεί ο κίνδυνος υπογλυκαιμίας.^{180,182,183}
3. Εγκεφαλικές ασθένειες (εγκεφαλικό, άνοια, νόσος του Parkinson) : όταν στην μέση ενήλικη ζωή υπάρχει μέτρια κατανάλωση, έχει παρατηρηθεί καλύτερη γνωστική λειτουργία στην μετέπειτα ζωή. Η περιεκτικότητα της μύρας σε κάλιο, μαγνήσιο και φυτικές ίνες μπορούν να επιδρούν ευεργετικά στον εγκέφαλο μειώνοντας τον κίνδυνο εγκεφαλικού λόγω των επιδράσεων στην αρτηριακή πίεση και στην ενδοθηλιακή λειτουργία.¹³²
4. Ψυχολογικές επιδράσεις : σε μέτρια κατανάλωση, ο καταναλωτής αποκτά το 'αίσθημα well-being', δηλαδή μειώνεται το άγχος του ενώ αυξάνεται η αυτοπεποίθηση του.
5. Παχυσαρκία : σε μέτρια κατανάλωση δεν υπάρχει κίνδυνος για αύξηση του βάρους που να οφείλεται μόνο στην κατανάλωση αλκοόλ. Στην μεγάλη Ευρωπαϊκή μελέτη κοορτής των Bergmann et al. (2011), συμμετείχαν 521.446 άτομα από 10 διαφορετικές χώρες, ηλικίας 25-70 χρόνων και καταγράφηκε η κατανάλωση αλκοόλ το χρονικό διάστημα 1992-2000. Το αντικείμενο της μελέτης ήταν να διερευνηθεί πόσο σχετίζεται η κατανάλωση αλκοόλ σε όλη την διάρκεια της ζωής με την κοιλιακή και γενική παχυσαρκία. Οι ερευνητές παρατήρησαν αυξημένη περιφέρεια μέση και ΔΜΣ στους heavy drinkers (κατανάλωση >96 γρ./ημέρα). Επίσης, οι γυναίκες που κατανάλωναν 6-24 γραμμάρια αιθανόλης/ημέρα εμφάνισαν χαμηλότερο ΔΜΣ.¹⁶⁵ Στην μετα-ανάλυση των Traversy et al.(2015) αναφέρεται πως από τα συνολικά δεδομένα της διαθέσιμης βιβλιογραφίας, υπάρχει κίνδυνος παχυσαρκίας αλλά όχι όταν η πρόσληψη είναι μέτρια και συνυπολογιστούν οι συγχυτικοί παράγοντες, πχ. Φυσική δραστηριότητα.¹⁸⁴
6. Μείωση νεφρικών πετρών : ειδικά σε μέτρια κατανάλωση μύρας έχει παρατηρηθεί μείωση του σχηματισμού πετρών στους νεφρούς. Όπως υποστηρίζουν τα δεδομένα από την Ακαδημία διατροφής και διαιτητικής (2014), αυτό συμβαίνει λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας της μύρας σε νερό που προκαλεί αύξηση της διούρησης και λόγω των ουσιών του λυκίσκου που μειώνει την απελευθέρωση ασβεστίου από τα οστά, άρα και μείωση των νεφρικών πετρών.⁷¹

Το όφελος της μέτριας κατανάλωσης φαίνεται να οφείλεται περισσότερο στο περιεχόμενο σε αλκοόλ και λιγότερο σε ευεργετικά συστατικά των αλκοολούχων ποτών. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει η Ελληνική Ένωση Ζυθοποιών² :

‘Η μύρα είναι εξίσου καλή με το κρασί στην προστασία της καρδιάς. Είναι το αλκοόλ αυτό που διαθέτει την μείζονα προφυλακτική δράση και κανένας ιδιαίτερος τύπος ποτού δεν μπορεί να αξιώνει το μονοπώλιο.’

Ο υπό μελέτη πληθυσμός έχει σημαντική βαρύτητα στην εξαγωγή των συμπερασμάτων για το ποιο αλκοολούχο ποτό είναι περισσότερο ευεργετικό. Τα αποτελέσματα τείνουν να αποδίδουν ευεργετικές ιδιότητες και στην μύρα, στα πλαίσια της μέτριας κατανάλωσης, όπως και με το κρασί. Στην Ελλάδα δεν είναι τόσο συχνή η κατανάλωση της μύρας καθ’ όλη την διάρκεια του χρόνου, σε σύγκριση με βορειότερες ευρωπαϊκές χώρες, άρα πιθανόν οι παρατηρήσεις εστιάζονται στην κατανάλωση κρασιού.²

8.5. ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ‘BEER BELLY’

Beer belly είναι ο χιουμοριστικός όρος για τους καταναλωτές μύρας που είναι παχύσαρκοι. Έχει παρατηρηθεί πολύ συχνά ότι οι καταναλωτές μύρας (beer drinkers) εμφανίζουν κοιλιακή παχυσαρκία. Η κοιλιακή παχυσαρκία αποδεικνύεται με αυξημένη περιφέρεια μέσης και αυξημένο λόγο μέσης-ισχίων, ενώ αποτελεί παράγοντα κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα και για το μεταβολικό σύνδρομο.¹⁷⁹

Το θεωρητικό υπόβαθρο για το beer belly στηρίζεται στις παρατηρήσεις που γίνονται στους καταναλωτές μύρας. Η μύρα προτιμάται επειδή είναι δροσερή και προσφέρει το αίσθημα της ανανέωσης, αλλά ταυτόχρονα έχει λίγη περιεκτικότητα σε αλκοόλ. Σε συνδυασμό με τον αυξημένο όγκο σε κάθε μερίδα (το ποτήρι μύρας είναι μεγαλύτερο σε σχέση με το ποτήρι του κρασιού) και τα τρόφιμα που συνοδεύουν την μύρα, δημιουργούνται ιδανικές συνθήκες για την αυξημένη κατανάλωση μύρας. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μύρα καταναλώνεται πιο εύκολα από το κρασί, οι ερευνητές υποστηρίζουν πως η μύρα ευθύνεται για την παχυσαρκία στους καταναλωτές μύρας.

Η μύρα περιέχει περισσότερους υδατάνθρακες σε σχέση με το κρασί ή άλλο ποτό, επομένως το ποσό της ενέργειας που αποθηκεύεται στο ήπαρ είναι μεγαλύτερο. Με την συνεχή συσσώρευση θερμίδων από τους υδατάνθρακες και την αιθανόλη, εμφανίζεται η παχυσαρκία. Το φαινόμενο του beer belly υποστηρίχθηκε από μεγάλες μελέτες, όπως η British Regional Heart Study (2003). Στην μελέτη συμμετείχαν άντρες 60-79 χρονών και παρατηρήθηκε ότι

όσοι κατανάλωναν περισσότερο μύρα, εμφάνιζαν μεγαλύτερο ΔΜΣ και μεγαλύτερη περιφέρεια μέσης.¹⁸⁵

Επομένως, πιστεύεται ότι αυτό το γεγονός οφείλεται στις αυξημένες θερμίδες της μύρας. Όμως οι περισσότερες θερμίδες της μύρας προέρχονται από το αλκοόλ και όχι από τα απλά σάκχαρα ή από τους υδατάνθρακες. Στην ουσία, η παχυσαρκία εμφανίζεται όταν η κατανάλωση αλκοόλ ξεπερνά το μέτρο, όπως συμβαίνει και με τα υπόλοιπα αλκοολούχα ποτά.⁷⁴

Στο 7^ο Ευρωπαϊκό Συμπόσιο μύρας και υγείας (2014) υποστηρίχθηκε ότι η εμφάνιση παχυσαρκίας είναι ανεξάρτητη από τον τύπο του αλκοολούχου ποτού, αλλά σχετίζεται πλήρως από την ποσότητα που καταναλώνεται. Δηλαδή αυτό που έχει σημασία είναι να υπάρχει ισορροπία ενέργειας και να μην διαταράσσεται το ενεργειακό ισοζύγιο από την πρόσληψη αιθανόλης. Όταν η πρόσληψη της μύρας ή άλλου ποτού δεν ξεπερνά τα 30 γραμμάρια αιθανόλης ημερησίως (2 ποτά /ημέρα), δεν εμφανίζονται αύξηση της παχυσαρκίας.¹⁷⁹

Τα ερευνητικά δεδομένα είναι αντικρουόμενα και υποστηρίζεται πως υπάρχει μεγάλη έλλειψη δεδομένων. Συγκεκριμένα, υπάρχει έλλειψη καταγραμμένων διαφορών σχετικά με τον γενικότερο τρόπο ζωής των καταναλωτών κρασιού, ενώ ταυτόχρονα η κατανάλωση μύρας παγκοσμίως είναι μεγαλύτερη από την κατανάλωση κρασιού και επίσης, υπάρχει έλλειψη δεδομένων από ομάδες με βαρείς καταναλωτές κρασιού.¹⁸⁵

Συμπερασματικά, ο όρος beer belly δεν υφίσταται, και όταν η πρόσληψη αιθανόλης είναι σε μέτρια επίπεδα δεν συνδέεται με αύξηση του βάρους.

8.6. ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ ΠΥΡΑΜΙΔΑ ΚΑΙ ΜΠΥΡΑ

Η μεσογειακή πυραμίδα δημιουργήθηκε με βάση τα τρόφιμα και τις διατροφικές συνήθειες που κυριαρχούσαν στους λαούς της Μεσογείου τον 20^ο αιώνα. Αναφέρεται σε υγιή πληθυσμό 18-65 ετών και περιλαμβάνει το διατροφικό σχήμα που οδηγεί σε μειωμένη θνησιμότητα και εμφάνιση χρόνιων νοσημάτων.¹⁶⁹

Οι συστάσεις της πυραμίδας περιλαμβάνουν κυρίως φυτικά τρόφιμα και ελαιόλαδο, μέτρια κατανάλωση θαλασσινών/αυγών/πουλερικών/γαλακτοκομικών και χαμηλή κατανάλωση κόκκινου κρέατος.

Επειδή το αλκοόλ υπήρχε πάντα στους μεσογειακούς πολιτισμούς, υπάρχει σύσταση και για μέτρια κατανάλωση κρασιού. Στις παλαιότερες εκδοχές της Μεσογειακής πυραμίδας, κυρίως

του ελλαδικού χώρου, η μύρα δεν θεωρούνταν κομμάτι της πυραμίδας, αλλά ούτε και κομμάτι της συνήθους υγιεινής διατροφής. Η απόκλιση της μύρας οφείλεται στις τοπικές διατροφικές συνήθειες των Ελλήνων περισσότερο, και άλλων μεσογειακών λαών λιγότερο, οι οποίοι δεν θεωρούν την μύρα βασικό κομμάτι της διατροφής.

Τα τελευταία χρόνια, η μεσογειακή πυραμίδα έχει ανασχηματιστεί και για την κατανάλωση αλκοόλ αναφέρει ¹⁶⁹ :

«Με σεβασμό στην θρησκεία και στις κοινωνικές πεποιθήσεις, συστήνεται η μέτρια κατανάλωση κρασιού ή άλλων ζυμούμενων ποτών, 1 ποτήρι/ημέρα για τις γυναίκες και 2 ποτήρια/ημέρα για τους άντρες»

Επομένως, η μύρα μπορεί να ενταχθεί στο διατροφικό σχήμα της Μεσογειακής διατροφής, όπως και το κρασί, τηρώντας το μοτίβο της μέτριας κατανάλωσης.

8.7. Η ΜΠΥΡΑ ΩΣ ‘ΦΑΡΜΑΚΟΤΡΟΦΙΜΟ’

Ο όρος ‘φαρμακοτρόφιμο’ (nutraceutical) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1979 από τον Stephen DeFelice και ορίστηκε ως ¹⁶⁵ :

‘ένα τρόφιμο ή μέρος κάποιου τροφίμου που παρέχει κλινικά ή οφέλη στην υγεία, μαζί με πρόληψη και θεραπεία κάποιας νόσου’.

Πλέον ο όρος ‘φαρμακοτρόφιμο’ χρησιμοποιείται για τα τρόφιμα που περιέχουν τα λεγόμενα φυτοθεραπευτικά συστατικά. Στα φυτοθεραπευτικά συστατικά κατατάσσονται οι ουσίες που προέρχονται από τα φυτά και μπορούν να αποτελέσουν καθημερινό κομμάτι της ανθρώπινης διατροφής. Η σημαντική ικανότητα των φυτοθεραπευτικών συστατικών είναι ότι μπορούν να ρυθμίσουν τον μεταβολισμό και να προλάβουν χρόνια νοσήματα, όπως ο καρκίνος και τα καρδιαγγειακά. Τα φλαβονοειδή χαρακτηρίζονται ως κύρια και ενεργά συστατικά των φαρμακοτροφίμων, όπως η μύρα.¹⁶⁵ Σύμφωνα με τους Rossi et al. (2014), η ξανθοχυμόλη που περιέχεται στην μύρα, είναι υποψήφια για χρήση ως χημειο-προληπτικό εξαιτίας της ικανότητας της να ρυθμίζει τον μεταβολισμό του καρκινικού όγκου.¹⁰⁹ Επομένως, η μύρα θα μπορούσε με επιφύλαξη και με μελλοντικές έρευνες, να χαρακτηριστεί ως φαρμακοτρόφιμο λόγω της περιεκτικότητας της σε φλαβονοειδή και σε ξανθοχυμόλη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. European Food Information Council (2002). *Beer, a long history*. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο : <http://www.eufic.org/article/en/page/FTARCHIVE/artid/beer/> (4/10/2014).
2. Ελληνική ένωση Ζυθοποιών (2014). *Ιστορία μπύρας*. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: http://ellinikienosizithopoion.gr/?page_id=72 (5/10/2015)
3. Ιστοσελίδα Αθηναϊκής Ζυθοποιίας. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο : <https://www.athenianbrewery.gr> (5/9/2014)
4. Παναγιώτης Ταταρίδης. *Βυνοποίηση-ζυθοποίηση, η παραγωγή ζύθου στο σπίτι*. Τμήμα οινολογίας και τεχνολογίας ποτών, Τ.Ε.Ι. Αθήνας.
5. Charles W. Bamforth. *Beer, health and nutrition*. 1^η έκδοση. Oxford: Blackwell Publishing. 2004: 30-41.
6. Ιστοσελίδα *beer-pedia*. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο : <http://www.beer-pedia.com/index.php/beer-pedia/historical?start=10> (5/10/2015)
7. Ιστοσελίδα *beer-land* (2005). Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο : <http://www.beerland.org/el/article>.
8. Ιστοσελίδα *ζυθοποιίας Φιξ*. (2016) Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.fix-beer.gr/history>.
9. Ιστοσελίδα *ζυθοποιίας Μάμος*. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.mamos.gr>
10. Ιστοσελίδα *beer-institute.org*. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.beerinstitutione.org>.
11. Charles W. Bamforth. *Beer, health and nutrition*. 1^η έκδοση. Oxford: Blackwell Publishing. 2004: 49-85.
12. Ιστοσελίδα *brew-wiki*. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://brewwiki.com/>
13. Ιστοσελίδα Ελληνικής Ζυθοποιίας Αταλάντης. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.eza.gr/>
14. Ιωάννης Γ. Μπλούκας. *Επεξεργασία και συντήρηση τροφίμων*. Αθήνα: εκδόσεις Σταμούλη. 2004: 441-444.
15. Ιστοσελίδα *ζυθοποιίας Μύθος*. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.mythosbrewery.gr/Pages/default.aspx>.
16. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Wunderlich S., Back W. 1st ed. *Overview of manufacturing beer: ingredients, processes and quality criteria*. London: Elsevier. 2009: 3-15.
17. E. Denise Baxter, Paul S. Hughes. *Beer: quality, safety and nutritional aspects*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry. 2001: 1-13.
18. Ιστοσελίδα *Ρεθυμνιακής ζυθοποιίας*. Διαθέσιμο στον δικτυακό τόπο: <http://www.brinks-beer.gr/>

19. Ιστοσελίδα ζυθοποιίας *BEPIΓINA*. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.verginabeer.com/el/>
20. Ιστοσελίδα ζυθοποιίας *Septem*. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://septem.gr/>
21. Ιστοσελίδα ζυθοποιίας *Βόλου*. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.volosbeer.gr>
22. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Eduardo V. Soares. 1st ed. London: Elsevier. *Flocculation in Saccharomyces cerevisiae*. 2009: 103-110.
23. T. O'Rourke. *The function of enzymes in brewing*. The BREWER international 2002, 9(2):14-18.
24. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: N.P. Guerra et al. 1st ed. London: Elsevier. *Use of amyolytic enzymes in brewing*. 2009: 113-125.
25. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: I.M.P.L.V.O. Ferreira. 1st ed. London: Elsevier. *Beer carbohydrates*. 2009: 291-298.
26. C. Bamforth. *A brewer's biochemistry. Part 2 carbohydrates*. The BREWER international 2001:27-30.
27. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Pavsler A., Buiatti S. 1st ed. London: Elsevier. *Non-lager beer*. 2009: 17-30.
28. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Pavsler A., Buiatti S. 1st ed. London: Elsevier. *Lager beer*. 2009: 31-44.
29. Ιστοσελίδα beer about. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://beer.about.com/>
30. Ιστοσελίδα beer-bartender. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://beerbartender.gr/>
31. Ιστοσελίδα beer-advocate. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.beeradvocate.com/>
32. Ιστοσελίδα greek-beershop.gr. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.greekbeershop.gr/>
33. Λώνης Κ.. *Είδη μπίρας*. Τμήμα οινολογίας και τεχνολογίας ποτών, Τ.Ε.Ι. Αθήνας.
34. Annie E. Hill. *Brewing microbiology, managing microbes, ensuring quality and valorizing waste*. In: A. E. Hill. 1st ed. Oxford: Woodhead Publishing. Introduction. 2015.
35. Ιστοσελίδα beer.gr. διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.beer.gr/>
36. Spitaels F. et al., *The microbial diversity of traditional spontaneously fermented lambic beer*. PLoS One. 2014: 9(4)
37. Schifferdecker A.J., Dashko S., Ishchuk O.P., Piskur J. *The wine and beer yeast Dekkera Bruxellensis*. Yeast 2014, 31(9): 326-332.
38. Ιστοσελίδα ζυθοποιίας ΑΛΦΑ. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.alfabeer.gr/home/>
39. Ιστοσελίδα ζυθοποιίας ΑΜΣΤΕΛ. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.amstel.gr/>

40. Ιστοσελίδα κερκυραϊκής ζυθοποιίας. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο :
<http://www.corfubeer.com/>
41. Ιστοσελίδα ζυθοποιίας ΖΕΟΣ. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο:
<http://www.zeosbrewery.com>.
42. Ιστοσελίδα Ροδιακής ζυθοποιίας. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο:
<http://magnusmagister.gr/>
43. Ιστοσελίδα Τηνιακής ζυθοποιίας ΝΗΣΟΣ. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο:
<http://nissos.beer/>
44. Ιστοσελίδα Χανιώτικης μύρας ΧΑΡΜΑ. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο :
<http://www.cretanbeer.gr/>
45. Ιστοσελίδα Κορινθιακής ζυθοποιίας Canal Dive. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο :
<http://canaldive.gr>.
46. Ιστοσελίδα ζυθοποιίας Delphi. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο:
<http://www.delphibeer.gr>.
47. Ιστοσελίδα Πατραϊκής ζυθοποιίας ΔΙΩΝΗ. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο :
<http://patrabeer.gr/>
48. Ιστοσελίδα ζυθοποιίας Σαντορίνης. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο :
<http://volkanbeer.com/>
49. Ιστοσελίδα ζυθοποιίας Σερρών. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο :
<http://www.sirisbrewery.gr/>
50. Ιστοσελίδα ζυθοποιίας Βόλου. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο:
<http://www.volosbeer.gr/>
51. Ιστοσελίδα ζυθοποιίας Σαντορίνης. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο :
<http://www.santorinibrewingcompany.gr/>
52. Ιστοσελίδα ζυθοποιίας Ηρακλείου. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο: <http://solobeer.gr/>
53. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Goni I., Diaz-Rubio M.E., Saura-Calixto F. 1st ed. London: Elsevier. *Dietary fiber in beer: content, composition, colonic fermentability and contribution to the diet*. 2009: 299-307.
54. Ψυλλινάκης Ε. Σημειώσεις θεωρητικού μαθήματος Χημείας και Ανάλυσης, Τ.Ε.Ι. Σητείας, 2014.
55. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: G.P. Fox. 1st ed. London: Elsevier. *Beer and arabinoxylan*. 2009: 309-314.
56. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Buiatti S. 1st ed. London: Elsevier. *Beer composition: an overview*. 2009: 213-226.
57. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Fontana M., Buiatti S. 1st ed. London: Elsevier. *Amino acids in beer*. 2009: 273-284.

58. Ιστοσελίδα εταιρείας παραγωγής βύνης. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.castlemalting.com/>
59. Franco L. et al. *The sedative effect of non-alcoholic beer in healthy female nurses*. PLoS one, 2012:7(7).
60. Μυρωνίδου-Τζουβελέκη Μ. *Φαρμακολογία αιθυλικής αλκοόλης*. Ιατρική σχολή Αριστοτέλειου πανεπιστήμιου Θεσσαλονίκης. 2007. (16/4/2016).
61. E. Denise Baxter, Paul S. Hughes. *Beer: quality, safety and nutritional aspects*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry. 2001: 98-118.
62. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Hellborg L., Piskur J. 1st ed. London: Elsevier. *Yeast diversity in the brewing industry*. 2009: 77-88.
63. Giovenzana V., Beghi R., Guidetti R. *Rapid evaluation of craft beer quality during fermentation process by vis/NIR spectroscopy*. Journal of food engineering. 2014:142(80-86).
64. Annie E. Hill. *Brewing microbiology, managing microbes, ensuring quality and valorizing waste*. In: Speers A., Forbes J. 1st ed. Oxford: Woodhead Publishing. *Yeast: an overview*. 2015:3-7.
65. Ian S. Hornsey. *A history of beer and brewing*. In: *The beginnings*. Cambridge: The Royal Society of chemistry. 2003:1-30.
66. Annie E. Hill. *Brewing microbiology, managing microbes, ensuring quality and valorizing waste*. In: G.G. Stewart. 1st ed. Oxford: Woodhead Publishing. *Yeast: quality assessment, management and culture maintenance*. 2015:11-26.
67. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: R.Rajendram, V.R.Preedy. 1st ed. London: Elsevier. *Ethanol in beer: production, absorption and metabolism*. 2009: 431-440.
68. Βάση δεδομένων του USDA (United States Department of Agriculture), release 28 (2016). Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search>.
69. Charles W. Bamforth. *Beer, health and nutrition*. 1ⁿ έκδοση. Oxford: Blackwell Publishing. 2004: 86-95.
70. Kanauchi M, Ishikura W, Bamforth C. *β -glucans and pentosans and their degradation products in commercial beers*. Journal of the institute of brewing 2011, 117(1):120-124.
71. Ansel K. (2014). *Have a brewski! 5 ways beer can help your health*. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο: <http://www.eatright.org/resource/food/vitamins-and-supplements/types-of-vitamins-and-nutrients/have-a-brewski-5-ways-beer-can-help-your-health>. (5/12/2015)
72. Ιστοσελίδα Ευρωπαϊκών συμποσίων ‘μπύρας και υγείας’. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο: <http://www.beerandhealth.eu>. (24/1/2016)
73. Brewers of Europe. *The effects of moderate beer consumption*. 4th ed. 2008.

74. Brewers association of Canada. *Health effects of moderate beer consumption*. 2008.
75. Πλέσσας Σ. *Διατητική του ανθρώπου*. Εκδόσεις ΦΑΡΜΑΚΟΝ-ΤΥΠΟΣ 2010:133-136.
76. Beer academy. *Wholesome beer*. 2010. (19/4/2016)
77. Giancoli A. A toast to good health. *American Dietetic Association Times (ADA Times)* 2011:11-14.
78. Jimenez-Pavon D, Cervantes-Borunda M.S, Diaz L.E, Marcos A, Castillo M. *Effects of a moderate intake of beer on markers of hydration after exercise in the heat: a crossover study*. *J Int Soc Sports Nutr*. 2015:12-26.
79. Quifer-Rada P. et al. A comprehensive characterization of beer polyphenols by high resolution mass spectrometry (LC-ESI-LTQ-Orbitrap-MS). *Food Chem* 2015. 169:336-343.
- 80.Sizer F.S, Whitney E. *Nutrition: concepts and controversies*. Wadsworth: cengage learning. 2013: 233-285.
81. Charles W. Bamforth. *Beer, health and nutrition*. 1^η έκδοση. Oxford: Blackwell Publishing. 2004: 96-118.
82. Biesalski H.K, Grimm P, *Εγχειρίδιο διατροφής*. Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα. 2008:168-200.
83. Perez M, de Argila Fernandez-Duran N, Pereira-Sanchez A, Serrano-Gonzalez L, *Benefits of moderate beer consumption at different stages of life of women*. 2015, 32(1):32-34.
84. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Pohl P. 1st ed. London: Elsevier. *Metals in beer*. 2009: 349-358.
85. Ganguly P, Alam S.F, *Role of homocysteine in the development of cardiovascular disease*. *Nutrition journal* 2015:14(6).
86. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: D.A. de Luis, R. Aller, 1st ed. London: Elsevier. *Beer consumption and homocysteine*. 2009: 615-622.
87. Julius A.K. *The effect of moderate consumption on plasma homocysteine and cholesterol level*. *Journal of natural science research*.2015:5(5).
88. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Walker C, Freeman G, Judgaohsingh R, Powell J.J, 1st ed. London: Elsevier. *Silicon in beer: origin and concentration*. 2009: 367-371.
89. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Judgaohsingh R, Powell J.J, 1st ed. London: Elsevier. *Moderate beer consumption: effects on silicon intake and bone health*. 2009: 787-794.
90. Price C.T, Koval K.J, Langford J.R. *Silicon: a review of its potential role in the prevention and treatment of postmenopausal osteoporosis*. *International journal of endocrinology*. 2013:2013.

91. Powell J.J. et al. *A provisional database for the silicon content of foods in the United Kingdom*. British Journal of Nutrition, 2005. 94: 804–812.
92. Casey T.R, Bamforth C.W. *Silicon in beer and brewing*. Journal of the science of the food and agriculture. 2009:90(5).
93. Sripanyakorn S. et al. *The comparative absorption of silicon from different foods and food supplements*. British journal of nutrition 2009. 102: 825-834.
94. Tucker K. et al. *Effects of beer, wine and liquor intakes on bone mineral density in older men and women*. The American journal of clinical nutrition 2009. 89(4): 1188-1196.
95. McLernon D.J, Powell J.J, Judgaohsingh R, Macdonald H.M. *Do lifestyle choices explain the effect of alcohol on bone mineral density in women around menopause?*. The American journal of clinical nutrition 2012. 95(5): 1261-1269.
96. Robberecht H, Van Cauwenbergh R, Van Vlaslaer V, Hermans N. *Dietary silicon intake in Belgium: sources, availability from foods and human serum levels*. Science of the total environment 2009. 407(16): 4777-4782.
97. Καλαντζή Ε, Κατωπόδης Ι. *Αντιοξειδωτικά, κίνδυνοι και οφέλη*. Πτυχιακή εργασία Α.Τ.Ε.Ι. Σητείας Διατροφής και Διαιτολογίας. 2010.
98. Μπόλκα Σ. *Τα αντιοξειδωτικά της σοκολάτας*. Πτυχιακή εργασία Α.Τ.Ε.Ι. Σητείας Διατροφής και Διαιτολογίας. 2012.
99. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. *Free radicals, antioxidants and functional foods: impact on human health*. Pharmacognocny review 2010. 4(8): 118-126.
100. Pham-Huy L.A, He H, Pham-Huy C. *Free radicals, antioxidants in disease and health*. International journal of medical science 2008. 4(2): 89-96.
101. Victor Preedy. *Processing and impact on antioxidants in beverages*. In: Zhao H. Oxford: Elsevier. *Endogenous antioxidants and antioxidant activities of beers*. 2014: 15-23.
102. Gerloff A, Singer M.V, Feick P. *Beer and its non-alcoholic compounds: role in pancreatic exocrine secretion, alcoholic pancreatitis and pancreatic carcinoma*. International journal environmental research and public health 2010. 7(3): 1093-1104.
103. Hiramatsu M, Yoshikawa T, Inoue M. *Food and free radicals*. In: Okuda T. New York: Springer science and business media. *Phenolic antioxidants*. 1997: 31-47.
104. Βάση δεδομένων για φαινολικές ενώσεις (2016). Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο: <http://phenol-explorer.eu/>
105. Μαυρίκου Γ.Μ. *Αντιοξειδωτικά σε ελληνικές μπίρες*. Χαροκόπειο πανεπιστήμιο, τμήμα διατροφής και διαιτολογίας. 2015.
106. Shi Y, Johnson J, O’Shea M, Chu Y.F. *The bioavailability and metabolism of phenolics, a class of antioxidants in grains*. Cereal foods world 2014. 59(2): 52-58.

107. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Possemiers S, Verstraete W, Van de Wiele T. 1st ed. London: Elsevier. *Estrogenicity of beer: the role of intestinal bacteria in the activation of beer flavonoid isoxanthohumol*. 2009: 523-540.
108. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Schewe T, Sies H. 1st ed. London: Elsevier. *Epicatechin and its role in protection of LDL and of vascular endothelium*. 2009: 803-814.
109. Rossi T. et al. *Drink your prevention: beverages with cancer preventive phytochemicals*. Pol Arch Med Wewn 2014. 124(12): 713-722.
110. Nijveldt R.J. et al. *Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications*. The American journal of clinical nutrition 2001;74(418-425).
111. Zolnierczyk A.K. et al. *Isoxanthohumol: biologically active hop flavonoid*. Fitoterapia 2015. 103:71-82.
112. Bhagwat S, Haytowitz D.B, Wasswa-Kintu S.I, Holden J.M. *USDA develops a database for flavonoids to assess dietary intakes*. Procedia food science 2013(2):81-86.
113. Karatzi K. et al. *Acute effects of beer on endothelial function and hemodynamics: a single-blind, crossover study in healthy volunteers*. Nutrition 2013:1-5.
114. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Hui-Jing Li, Deinzer M.L. 1st ed. London: Elsevier. *Proanthocyanidins in hops*. 2009: 333-348.
115. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Saura- Calixto F, Serrano J, Perez-Jimenez J. 1st ed. London: Elsevier. *What contribution is beer to the intake of the antioxidants in diet?* 2009: 441-448.
116. Γεωργούλια Α. *Μελέτη της οξειδίας επίδρασης της κατανάλωσης μπόρας στην ενδοθηλιακή λειτουργία και την αρτηριακή σκληρία υγιών εθελοντών*. Μεταπτυχιακή εργασία Χαροκοπέιου Πανεπιστημίου. 2012.
117. Arranz S. et al. *Wine, beer and polyphenols on cardiovascular disease and cancer*. Nutrients 2012. 4(7):759-781.
118. Nikolic D, van Breemen R.B. *Analytical methods for quantitation of prenylated flavonoids from hops*. Curr Anal Chem 2013. 9(1):71-85.
119. Marcos A , López Díaz-Ufano M, Pascual Fuster V. *Could the moderate consumption of beer be included within a healthy diet?* Semergen 2015. 41(1):1-12.
120. Polak J, Bartoszek M, Stanimirova I. *A study of the antioxidant properties of beers using electron paramagnetic resonance*. Food chemistry 2013. 141(3):3042-3049.
121. Stevens J.F, Page G.E. *Xanthohumol and related prenylflavonoids from hops and beer: to your good health*. Phytochemistry 2004. 65(10):1317-1330.
122. Liu M. et al. *Pharmacological profile of xanthohumol, a prenylated flavonoid form hops (humulus lupulus)*. Molecules 2015. 20(1):754-779.

123. Quifer-Rada P. et al. *Urinary isoxanthohumol is a specific and accurate biomarker of beer consumption*. The journal of nutrition 2014. 144(4):484-488.
124. Weiskirchen R, Mahli A, Weiskirchen S, Hellerbrand C. *The hop constituent xanthohumol exhibits hepatoprotective effects and inhibits the activation of hepatic stellate cells at different levels*. Frontiers in physiology 2015:6(140).
125. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Iacomino G, Tedesco I, Russo G.L. 1st ed. London: Elsevier. *Biological properties of beer and its components compared to wine*. 2009: 483-490.
126. Milligan S.L. et al. *The endocrine activities of 8-prenylnaringenin and related hop (humulus lupulus L.) flavonoids*. The journal of clinical endocrinology and metabolism 2000. 85(12).
127. Magalhaes P.J. et al. *Influence of malt on the xanthohumol and isoxanthohumol behavior in pale and dark beers: a micro-scale approach*. Food research International 2011. 44(1):351-359.
128. Maragou N.C, Rosenberg E, Thomaidis N.S, Koupparis M.A. *Direct determination of the estrogenic compounds 8-prenylnaringenin, zearalenone, α - and β -zearalenol in beer by liquid chromatography-mass spectrometry*. Journal of chromatography A 2008. 1202(1):47-57.
129. Maldonado M.D, Moreno H, Calvo J.R. *Melatonin present in beer contributes to increase the levels of melatonin and antioxidant capacity of the human serum*. Clinical nutrition 2009. 28(2):188-191.
130. Nardini M, Natella F, Scaccini C, Ghiselli A. *Phenolic acids from beer are absorbed and extensively metabolized in humans*. The journal of nutritional biochemistry 2006. 17(1):14-22.
131. Ghiselli A. et al. *Beer increases plasma antioxidant capacity in humans*. The journal of nutritional biochemistry 2000. 11(2):76-80.
132. Charles W. Bamforth. *Beer, health and nutrition*. 1^η έκδοση. Oxford: Blackwell Publishing. 2004: 120-154.
133. Kocadagli T, Yilmaz C, Gokmen V. *Determination of melatonin and its isomer in foods by liquid chromatography tandem mass spectrometry*. Food chemistry 2014. 153:151-156.
134. Tengattini S. et al. *Cardiovascular diseases: protective effects of melatonin*. Journal of pineal research 2008. 44(1):16-25.
135. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: F.J. Morales. 1st ed. London: Elsevier. *Non-specific hydroxyl radical scavenging properties of melanoidins from beers*. 2009: 765-774.

136. Ελληνικό Ίδρυμα Ρευματολογίας. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο: <http://www.elire.gr/> (27/3/2016).
137. Alvarez-Lario B, Alonso-Valdivielso J.L. *Hyperuricemia and gout: the role of diet*. Nutr Hosp 2014. 29(4):760-770.
138. Choi H.K, Curhan G. *Beer, liquor and wine consumption and serum uric acid level: The Third National Health and Nutrition Examination Survey*. Arthritis care and research 2004. 51(6):1023-1029.
139. Alvarez-Lario B, MacArron-Vicente J. *Is there anything good in uric acid?* Q J Med 2011. 104:1015-1024.
140. Manara M. et al. *Italian Society of rheumatology recommendations for the management of gout*. Reumatismo 2013. 65(1):4-21.
141. Singh J.A, Reddy S.G, Kundukulam J. *Risk factors for gout and prevention: a systematic review for literature*. Curr Opin Rheumatol 2011. 23(2):192-202.
142. Harvard Health Publications. *All about gout*. 2010.
143. Hainer B.L, Matheson E, Wilkes R.T. *Diagnosis, treatment and prevention of gout*. American Family physician 2014. 90(12):831-836.
144. Doherty M. *New insights into the epidemiology of gout*. Rheumatology 2009. 48(2).
145. Villegas R. et al. *Prevalence and determinants of hyperuricemia in middle aged, urban Chinese men*. Metab Syndrom Relat Disord 2010. 8(3):263-270.
146. Neogi T. et al. *Alcohol quantity and type on risk of recurrent gout attacks: an internet-based case-crossover study*. Am J Med 2014. 127(4):311-318.
147. Khanna D. et al. *2012 American College of Rheumatology guidelines for management of gout Part I: Systematic non-pharmacologic and pharmacologic therapeutic approaches to hyperuricemia*. Arthritis Care Res 2012. 64(10):1431-1446.
148. De Oliveira E.P, Burini R.C. *High plasma uric acid concentration: causes and consequences*. Diabetol Metab Syndr 2012. 4(12).
149. Μαλαβάζου Π, Πεχλεβανίδη Ε, Πεχλεβανίδη Ν. *Υπερουριχαιμία, ουρική αρθρίτιδα και τρόποι αντιμετώπισης*. Α.Τ.Ε.Ι. Σητείας, Τμήμα διατροφής και διαιτολογίας.
150. Desideri G. et al. *Is it to revise the normal range of serum acid levels?* European Review for medical and pharmacological sciences 2014. 18(9):1295-1306.
151. Καραγιάννη Τ. *Ουρικό οξύ και καρδιαγγειακός κίνδυνος, διατροφική αντιμετώπιση*. Ημερίδα της Ε.Μ.Πα.Κ.Α.Ν 2015.
152. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Yamamoto T, Moriwaki Y. 1st ed. London: Elsevier. *Purines in beer*. 2009: 285-290.

153. Kaneko K, Aoyagi Y, Fukuuchi T, Inazawa K, Yamaoka N. *Total purine and purine base content of common foodstuffs for facilitating nutritional therapy for gout and hyperuricemia*. Biol Pharm Bull 2014. 37(5):709-721.
154. Choi H, Mount D.B, Reginato A.M. *Pathogenesis of gout*. Ann Intern Med 2005. 143:499-516.
155. Kastner D.L, Aksentijevich I, Goldbach-Mansky R. *Autoinflammatory disease reloaded: a clinical perspective*. Cell 2010. 140(6):784-790.
156. Escott-Stump S. *Nutrition and diagnosis- related care*. 7th ed. Wolters Kluwer. 2012:645-651.
157. *Hyperuricemia and gout*. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο: <http://themedicalbiochemistrypage.org/gout.php> (26/3/2016)
158. Johnson R.J. et al. *Uric acid and chronic kidney disease: which is chasing which?* Nephrol Dial Transplant 2013. 28(9):2221-2228.
159. Choi J.W, Ford E.S, Gao X, Choi H.K. *Sugar-sweetened soft drinks, diet soft drinks and serum uric acid level: the Third National Health and nutrition examination survey*. Arthritis care and research 2008. 59(1):109-116.
160. Fukuuchi T. et al. A simple HPLC method for determining the purine content of beer and beer-like alcoholic beverages. Analytical sciences 2013. 29:511-517.
161. Ζαμπέλας Α. *Κλινική διαιτολογία και διατροφή*. Αθήνα: Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης. 2007:915-917.
162. Fields T.R. *New data on diet and alcohol and the risk of gout*. Hospital for special surgery 2009. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο: https://www.hss.edu/conditions_new-data-diet-alcohol-risk-gout.asp (19/3/2016)
163. Choi H.K, Willett W, Curhan G. *Fructose-rich beverages and risk of gout in women*. JAMA 2010. 304(20).
164. Zgaga et al. *The association of dietary intake of purine-rich vegetables, sugar-sweetened beverages and dairy with plasma urate, in a cross-sectional study*. PLoS One 2012. 7(6).
165. Juavez J.C. *Hops (humulus lupulus L.) and beer: Benefits on the sleep*. Journal of sleep disorders and therapy 2012.
166. Gorinstein S. et al. *Bioactivity of beer and its influence on human metabolism*. International journal of food sciences and nutrition 2007. 58(2):94-107.
167. Tousoulis D. et al. *Acute effects of different alcoholic beverages on vascular endothelium, inflammatory markers and thrombolysis system*. Clinical nutrition 2008. 27(4):594-600.
168. International center of alcohol policies. *Drinking patterns and health outcomes: an overview*. 2008.

169. Bach-Faig et al. *Mediterranean diet pyramid today, science and cultural updates*. Public Health Nutrition 2011. 14(12):2274-2284.
170. Charles W. Bamforth. *Beer, health and nutrition*. 1^η έκδοση. Oxford: Blackwell Publishing. 2004: 18-20.
171. *Εθνικός διατροφικός οδηγός για ενήλικες*. Ινστιτούτο προληπτικής, περιβαλλοντικής και εργασιακής ιατρικής, Prolepsis. 2014:65-68.
172. European Food Information Council (EUFIC). Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο : <http://www.eufic.org/page/en/page/FAQ/faqid/alcohol-moderate-consumption>. (14/4/2016)
173. Kerr W.C, Stockwell T. *Understanding standard drinks and drinking guidelines*. Drug Alcohol Rev 2012. 31(2):200-205.
174. World Health Organization (WHO). *Global status report on alcohol and health 2014*.
175. *Moderate drinking*. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο: http://www.moderatedrinking.com/home/default_home.aspx?p=md_defined. (10/4/2016)
176. *National institute on alcohol abuse and alcoholism*. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο: <https://www.niaaa.nih.gov/alcohol-health/overview-alcohol-consumption/what-standard-drink>. (10/4/2016)
177. Nielsen S.J, Kit B.K, Fakhouri T, Ogden C.L. *Calories consumed from alcoholic beverages by U.S. adults, 2007-2010*. CDC 2012:110.
178. British Nutrition Foundation 2016. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο: <https://www.nutrition.org.uk/healthyliving/healthylifeplanner/goals>. (14/4/2016)
179. Ευρωπαϊκό συμπόσιο ' Μπύρα και Υγεία '. O'Sullivan K. *Beer and calories: a scientific review*. 2014.
180. Chiva-Blanch G, Arranz S, Lamuela-Raventos R.M, Estruch R. *Effects of wine, alcohol and polyphenols on cardiovascular disease risk factors: evidences from human studies*. Alcohol alcohol 2013. 48(3):270-277.
181. Chiva-Blanch G. et al. *Effects of alcohol and polyphenols from beer on atherosclerotic biomarkers in high cardiovascular risk men: a randomized feeding trial*. Nutr Metab Cardiovasc Dis 2015. 25(1):36-45.
182. Marques-Vidal P, Vollenweider P, Waeber G. *Alcohol consumption and incidence of type 2 diabetes, results from the CoLaus study*. Nutr Metab Cardiovasc Dis 2015. 25(1):75-84.
183. *The global diabetes community*. Διαθέσιμο στον δικτυακό ιστότοπο: <http://www.diabetes.co.uk/diabetes-and-alcohol.html>. (3/5/2016)
184. Traversy G, Chaput J.P. *Alcohol consumption and obesity: an update*. Current obesity reports 2015. 4(1):122-130.

185. Victor R. Preedy. *Beer in health and disease prevention*. In: Wannamethee S.G. 1st ed. London: Elsevier. *Beer and obesity*. 2009: 505-511.