



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΗ ΖΕΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΥΘΟΥ

Μανώλας Δημήτρης ΑΜ: 161060

Ντούρου Ευαγγελία ΑΜ: 161076

Επιβλέποντες:

Δρ Σεχάντε Αντνάν

Αθήνα, 2023



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF FOOD AND SCIENCE
DEPARTMENT OF WINE, VINE AND BEVERAGE
TECHNOLOGY**

BACHELOR THESIS

MALTING OF *TRITICUM DICOCCUM* FOR BREWING

Manolas Dimitris AM: 161060

Ntourou Evangelia AM: 161076

Supervisors:

Dr Sexante Adnan

Athens, 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ

ΔΗΛΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο:

« Βυνοποίηση Ζέας για την παραγωγή ζύθου»

και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα Καθηγητή (1^ο Μέλους Επιτροπής)	
Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα Καθηγητή (2^ο Μέλους Επιτροπής)	
Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα Καθηγητή (3^ο Μέλους Επιτροπής)	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι κάτωθι υπογράφωντες Μανώλας Δημήτριος του Λάζαρου, με αριθμό μητρώου 161060 και Ντούρου Ευαγγελία του Σταύρου, με αριθμό μητρώου 161076, φοιτητές του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών, δηλώνουμε υπεύθυνα, ο καθένας ξεχωριστά, ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



Μανώλας Δημήτριος

Η Δηλούσα



Ντούρου Ευαγγελία

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά την διάρκεια της εκπόνησης της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας βασικό αντικείμενο αποτέλεσε το δίκοκκο σιτάρι και η μελέτη της ικανότητας του να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη στην ζυθοποίηση. Ορισμένη ποσότητα δίκοκκου σιταριού αφού καθαρίστηκε από ξένες ύλες οδηγήθηκε σε βυνοποίηση και ζυθοποίηση. Παρακολουθήθηκε και συγκρίθηκε με αντίστοιχη ποσότητα άλλων σιταριών καθώς και ποσότητα βύνης κριθαριού. Η παραγωγή βύνης και ζύθου έδωσε ένα προϊόν τεχνολογικά και οργανοληπτικά ικανό να καταναλωθεί.

Λέξεις κλειδιά : ζέα, δίκοκκο σιτάρι, σιτάρι, βυνοποίηση, ζυθοποίηση

ABSTRACT

During the elaboration of this dissertation, the main object was the Emmer wheat and the study of its ability to be used as a raw material in brewing. A certain amount of Emmer wheat after being cleaned of foreign matter was led to malting and brewing. It was observed and compared with a corresponding amount of other wheats as well as a quantity of barley malt. The production of malt and beer gave a product technologically and organoleptically capable of consumption.

Keywords : zea, emmer, wheat, malting, brewing

Ευχαριστίες

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ αρχικά στον κύριο Παναγιώτη Ταταρίδη που ήταν παρόν, προσφέροντάς μας απλόχερη βοήθεια και συμβουλές και χωρίς αυτόν η εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα ήταν αδύνατη.

Ευχαριστούμε βαθιά επίσης τον κύριο Σεχάντε Αντνάν και την κυρία Κεχαγιά Δέσποινα για όλη τους την συνεισφορά και την προθυμία τους καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας μας.

Μεγάλο ευχαριστώ στην κυρία Τριάντη Μυρτώ από Τμήμα Επιστημών Τροφίμων για την παροχή της αίθουσας και της χρήσης του αμυλογράφου.

Ευχαριστούμε όλα τα άτομα που μας βοήθησαν στον καθαρισμό του σιταριού καθώς χωρίς αυτούς θα είχαμε καθυστερήσει ακόμα περισσότερο.

Επίσης, ευχαριστούμε όσους βοήθησαν να προμηθευτούμε τις πρώτες μας ύλες και τα υλικά μας.

Τέλος, ευχαριστούμε τις οικογένειές μας και τους φίλους που μας στήριξαν καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μας.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	i
ABSTRACT	i
Ευχαριστίες.....	ii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΖΥΘΟΣ.....	2
1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	2
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	2
1.3 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΙΤΑΡΙ	7
2.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	7
2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	8
2.3 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	8
2.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΣΙΤΑΡΙΟΥ	9
2.5 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΟΥ ΚΟΚΚΟΥ.....	10
2.6 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ.....	10
2.7 ΠΙΘΑΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΙΚΟΚΚΟ ΣΙΤΑΡΙ / ΖΕΑ	12
3.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	12
3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	13
3.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	14
3.4 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ.....	15
3.5 ΟΦΕΛΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΙΝΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΜΕ ΔΙΚΟΚΚΟ ΣΙΤΑΡΙ	17
4.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΟΙΝΟΥ ΚΑΙ ΔΙΚΟΚΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ	17
4.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ.....	18
4.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ – ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΙΤΗΡΑ, ΒΥΝΗ ΚΑΙ ΖΥΘΟΣ.....	21
5.1 ΣΤΑΔΙΑ ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΗΣ	21
5.1.1 Παραλαβή.....	21
5.1.2 Διαβροχή	21
5.1.3 Βλάστηση.....	22
5.1.4 Ξήρανση.....	27

5.1.5 Απώλειες κατά τη βυνοποίηση και τρόποι μείωσης.....	29
5.2 ΣΤΑΔΙΑ ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	30
5.2.1 Άλεση.....	30
5.2.2 Πολτοποίηση	31
5.2.3 Διαύγαση - Διήθηση και έκπλυση βυνουπολομάτων.....	33
5.2.4 Βρασμός.....	34
5.2.5 Απομάκρυνση θερμού ιζήματος	35
5.2.6 Ψύξη - Οξυγόνωση - Απομάκρυνση ψυχρού ιζήματος.....	35
5.2.7 Ζύμωση.....	35
5.2.8 Ωρίμανση.....	36
5.2.9 Σταθεροποίηση - Διήθηση μέσω φιλτραρίσματος	36
5.2.10 Εμφιάλωση/Εμβαρέλωση	36
5.2.11 Οργανοληπτικός έλεγχος μπίρας	36
5.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	37
5.3.1 Μηχανικές αναλύσεις	37
5.3.2 Χημικοτεχνικές αναλύσεις.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΜΠΥΡΕΣ ΑΠΟ ΣΙΤΑΡΙ.....	46
6.1 ΜΠΙΡΕΣ ΑΠΟ ΣΙΤΑΡΙ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ	46
6.1.1 American Wheat Beer	46
6.1.2 American-Style Wheat Wine Ale	46
6.1.3 South German-Style Hefeweizen.....	46
6.1.4 South German-Style Kristal Weizen.....	46
6.1.5 South German-Style Dunkel Weizen	47
6.1.6 South German-Style Weizenbock.....	47
6.1.7 Berliner-Style Weisse.....	47
6.1.8 Belgian-Style Witbier	47
6.1.9 Belgian-Style Lambic/ Gueuze	48
6.1.10 Belgian-Style Fruit Lambic	48
6.1.11 Gose	48
6.1.12 Lichtenhain	49
6.1.13 Piwo grodziskie	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	50
7.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΒΥΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΗ.....	50
7.1.1 Εκατολιτρικό βάρος δημητριακού και βύνης [EB]	50
7.1.2 Βάρος χιλίων κόκκων δημητριακού και βύνης [ΒΧΚ].....	51
7.1.3 Ταξινόμηση κατά μέγεθος του δημητριακού (πάχος κόκκων)	51

7.1.4 Ποιότητα ενδοσπέρμιου – προσδιορισμός υαλώδων	52
7.1.5 Προσδιορισμός υγρασίας.....	52
7.1.6 Προσδιορισμός βλαστικής ικανότητας [BI].....	53
7.1.7 Προσδιορισμός βλαστικής ενεργότητας (μετά από 3 και 5 μέρες) [BE].....	55
7.1.8 Προσδιορισμός περιεκτικότητας λεπύρων στο σιτάρι	55
7.1.9 Προσδιορισμός ελεύθερων α-αμινοξέων σε μπίρα (FAN).....	55
7.1.10 Προσδιορισμός ευαισθησίας κριθαριού στο νερό	57
7.1.11 Πρόγραμμα διαβροχής.....	58
7.1.12 Βλάστηση.....	59
7.1.13 Ξήρανση.....	60
7.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΖΥΘΟΓΛΕΥΚΟΥΣ ΚΑΙ ΒΥΝΗΣ	60
7.2.1 Εκχυλισματική απόδοση βύνης (Congress mash)	60
7.2.2 Προσδιορισμός εκχυλίματος του βυνογλεύκου και υπολογισμός της εκχυλισματικής απόδοσης	62
7.2.3 Προσδιορισμός ιξώδους του βυνογλεύκου.....	62
7.2.4 Προσδιορισμός θερμοκρασίας ζελατινοποίησης	63
7.2.5 Μέτρηση αριθμού Hartong.....	64
7.2.6 Άλεση βύνης	65
7.2.7 Πρόγραμμα πολτοποίησης.....	65
7.2.8 Διαυγασία (Διήθηση).....	66
7.2.9 Πρόγραμμα βρασμού	66
7.2.10 Μέτρηση χρώματος βυνογλεύκου	66
7.2.11 Ζύμωση.....	67
7.2.12 Οργανοληπτικός έλεγχος μπίρας	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	68
8.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΗΣ - ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	68
8.1.1 Εκατολιτρικό βάρος [EB]	68
8.1.2 Βάρος χιλίων κόκκων [BΧΚ]	68
8.1.3 Ταξινόμηση κατά μέγεθος δημητριακού και βύνης (πάχος κόκκων)	69
8.1.4 Ποιότητα ενδοσπέρμιου – Προσδιορισμός υαλώδων κόκκων δημητριακού	70
8.1.5 Προσδιορισμός υγρασίας.....	70
8.1.6 Προσδιορισμός βλαστικής ικανότητας [BI].....	71
8.1.7 Προσδιορισμός βλαστικής ενεργότητας [BE].....	72
8.1.8 Προσδιορισμός λεπύρων	72
8.1.9 Προσδιορισμός ευαισθησίας στο νερό.....	72
8.1.10 Προσδιορισμός εκχυλισματικής απόδοσης βύνης (Congress mash).....	73

8.1.11 Προσδιορισμός θερμοκρασίας ζελατινοποίησης	73
8.1.12 Προσδιορισμός αριθμού Hartong	74
8.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	74
8.2.1 Σύγκριση βύνης δίκοκκου σιταριού και κοινού σιταριού βυνοποίησης	74
8.2.2 Σύγκριση ζυθογλεύκους από δίκοκκο σιτάρι και κοινό σιτάρι	75
8.2.3 Σύγκριση ανάλυσης ζύθου από δίκοκκο σιτάρι και κοινό σιτάρι	77
8.2.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αναλύσεων δίκοκκου σιταριού	79
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	82
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	84

Κατάλογος πινάκων

2.1 Συστηματική ταξινόμηση για το σιτάρι.....	7
3.1 Συστηματική ταξινόμηση για το δίκοκκο σιτάρι.....	12
5.1 Βασικές διαφορές της παραγωγικής διαδικασίας ανοιχτόχρωμης βύνης τύπου Pils και σκουρόχρωμης βύνης τύπου Munich.....	28
5.2 Απώλειες κατά τη βυνοποίηση.....	29
5.3 Ενδεικτικές τιμές για το εκατολιτρικό βάρος.....	37
5.4 Ενδεικτικές τιμές για το βάρος χιλίων κόκκων.....	38
5.5 Ταξινόμηση του δημητριακού ανάλογα με το μέγεθος του κόκκου στις αντίστοιχες κατηγορίες και ενδεικτικά ποσοστά αποδοχής για βυνοποίηση.....	38
5.6 Οργανικές αζωτούχες ενώσεις στη μπίρα.....	42
5.7 Η πρωτεΐνη στην μπίρα.....	42
5.8 Σχέση αριθμού Hartong με ποιότητα βύνης.....	45
7.1 Θερμοκρασία ζελατινοποίησης δημητριακών.....	64
8.1 Μετρήσεις εκατολιτρικού βάρους.....	68
8.2 Μετρήσεις βάρους χιλίων κόκκων και ενδεικτικές τιμές	69
8.3 Μετρήσεις πάχους κόκκων.....	69
8.4 Μετρήσεις Ποιότητας Ενδοσπερμίου (προσδιορισμός υαλωδών / αλευρωδών κόκκων) [%].....	70
8.5 Μετρήσεις υγρασίας και αντίστοιχες ενδεικτικές τιμές.....	71
8.6 Μετρήσεις βλαστικής ενεργότητας και ενδεικτικές τιμές.....	71
8.7 Μετρήσεις ευαισθησίας του δημητριακού στο νερό και αντίστοιχες ενδεικτικές τιμές.....	72
8.8 Μετρήσεις βύνης από δίκοκκο και κοινό σιτάρι.....	73
8.9 Μετρήσεις ζυθογλεύκους από δίκοκκο και κοινό σιτάρι.....	75
8.10 Μετρήσεις μπίρας από δίκοκκο και κοινό σιτάρι.....	76
8.11 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του T. dicoccum.....	78

Κατάλογος εικόνων

1.1 Λιθογραφία Βαβυλωνίων όπου απεικονίζεται η κατάποση ζύθου.....	2
1.2 Ο Νόμος περί Καθαρότητας	3
1.3 Άνθη λυκίσκου	5
1.4 Ζύμες.....	5
1.5 Διαφορές στη ζυθοποιητική διαδικασία με lager και ale ζύμες.....	6
2.1 Σιτάρι.....	7
2.2 Ανατομία κριθαριού.....	10
3.1 <i>Triticum dicoccum</i>	13
3.2 Αναπαράσταση Ζέας σε αργυρό νόμισμα.....	13
3.3 Χάρτης διάδοσης του <i>Triticum dicoccum</i> σε αρχαιολογικούς χώρους.....	14
4.1 Στάδια ανάπτυξης.....	17
4.2 Θεριζοαλωνιστική μηχανή.....	18
4.3 Παγκόσμια παραγωγή.....	20
5.1 Τρόπος προσρόφησης υγρασίας από τον κόκκο κατά την διαβροχή με εμβάπτιση στο νερό και ράντισμα νερού	22
5.2 Τρόπος προσρόφησης υγρασίας από τον κόκκο κατά την διαβροχή εναλλάξ εμβάπτιση στο νερό και αερισμό	22
5.3 Σύστημα Saladin.....	26
5.4 Μύλος με 3 κυλίνδρους	30
5.5 Διαγράμματα συστημάτων πολτοποίησης χωρίς βρασμό.....	31
5.6 Διάγραμμα συστήματος υπερπήδησης του χρόνου παραμονής στους 62°C.....	32
5.7 Διάγραμμα συστήματος πολτοποίησης με μεγάλο χρόνο παραμονής στους 62°C.....	32
5.8 Διάγραμμα συστήματος πολτοποίησης για αβυνοποίητα σιτηρά.....	32
5.9 Δοχείο Läuter.....	33
5.10 Φίλτρα πλακών	34
5.11 Χημική σύσταση κριθαριού.....	39

7.1 Ειδικός ζυγός με κυλινδρικό υποδοχέα 250 ή 500mL.....	50
7.2 Εργαστηριακή διάταξη ταξινόμησης κατά μέγεθος των κόκκων	51
7.3 Υγρασιόμετρο.....	52
7.4 Κόκκοι Ζέας εμβαπτιζμένοι σε διάλυμα τετραζολίου.....	54
7.5 Ζώντες κόκκοι Ζέας.....	54
7.6 Κόκκοι Ζέας σε τρυβλία.....	57
7.7 Κόκκοι Ζέας σε τρυβλία που έχουν βλαστήσει.....	58
7.8 Κόκκοι Ζέας μετά την απομάκρυνση.....	58
7.9 Κόκκοι Ζέας κατά το στάδιο της διαβροχής μετά από την παραμονή τους στον αέρα.....	59
7.10 Κόκκοι Ζέας κατά το στάδιο της διαβροχής μετά από την παραμονή τους στο νερό.....	59
7.11 Κόκκοι Ζέας κατά την 5 ^η μέρα της βλάστησης.....	59
7.12 Κόκκοι Ζέας κατά την 5 ^η μέρα της βλάστησης.....	59
7.13 Mash Bath Type R4.....	60
7.14 Ποτήρια ζέσεως με 4 διαφορετικά είδη αλεσμένης βύνης.....	61
7.15 Ποτήρια ζέσεως αφού μετά την ζαχαροποίηση και την προσθήκη νερού.....	61
7.16 Διαδικασία διήθησης.....	61
7.17 Ιξωδόμετρο Horpler.....	62
7.18 Αμυλογράφος.....	63
7.19 Διάγραμμα αμυλογράφου.....	63
7.20 Κλίμακα EBC.....	67

Κατάλογος διαγραμμάτων

Διάγραμμα 8.1 Ραβδόγραμμα μετρήσεων βύνης από δίκοκκο και κοινό σιτάρι.....	74
Διάγραμμα 8.2 Ραβδόγραμμα μετρήσεων ζυθογλεύκους από δίκοκκο και κοινό σιτάρι.....	75
Διάγραμμα 8.3 Ραβδόγραμμα μετρήσεων ζυθογλεύκους από δίκοκκο και κοινό σιτάρι.....	76
Διάγραμμα 8.4 Ραβδόγραμμα μετρήσεων μπίρας από δίκοκκο και κοινό σιτάρι.....	77
Διάγραμμα 8.5: Ραβδόγραμμα μέτρησης Ελεύθερο άζωτο αμινοξέων σε μπίρας από δίκοκκο και κοινό σιτάρι.....	77
Διάγραμμα 8.6 Σχηματικό διάγραμμα μεγέθους κόκκων δίκοκκου σιταριού.....	78
Διάγραμμα 8.7 Σχηματικό διάγραμμα ποσοστών υαλώδους και αλευρώδους δομής.....	79
Διάγραμμα 8.8 Ραβδόγραμμα υγρασίας ανά στάδιο αποφλοίωσης των κόκκων του δίκοκκου σιταριού.....	79

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε με σκοπό να μελετηθεί η ικανότητα του δίκοκκου σιταριού να οδηγηθεί σε βυνοποίηση και ζυθοποίηση, δίνοντας ένα τελικό προϊόν με ικανοποιητικά οργανοληπτικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά.

Αποτελείται από δύο μέρη, ένα θεωρητικό και ένα πειραματικό μέρος. Στο θεωρητικό μέρος, αρχικά αναφέρονται γενικές και ιστορικές πληροφορίες για τον ζύθο, καθώς και οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται.

Στη συνέχεια, γίνεται μία αναφορά στο σιτάρι, αναλύοντας τις καλλιεργητικές συνθήκες που απαιτεί, τις ποικιλίες και τα είδη που υπάρχουν, καθώς επίσης δίνονται πληροφορίες για τη διατροφική του αξία κ.α.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται το δίκοκκο σιτάρι, με τον ίδιο τρόπο που αναλύθηκε και το κοινό σιτάρι.

Στο επόμενο κεφάλαιο, γίνεται μια προσπάθεια να συγκριθεί το κοινό σιτάρι με το δίκοκκο σιτάρι, ως προς την χημική σύσταση και τις καλλιεργητικές τεχνικές ενώ έπειτα αναφέρονται ορισμένες μπίρες από σιτάρι που υπάρχουν ανά τον κόσμο καθώς και είδη ποτηριών που χρησιμοποιούνται.

Το πειραματικό μέρος ξεκινάει με την αναφορά των υλικών και των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της πτυχιακής εργασίας. Εξετάστηκε η ικανότητα του δίκοκκου σιταριού να βυνοποιηθεί με βάση τα αποτελέσματα που λήφθηκαν. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε βύνη, η οποία σε συνδυασμό με έτοιμη βύνη του εμπορίου, οδηγήθηκε σε ζυθοποίηση. Δημιουργήθηκαν δύο ζυθογλεύκη με 50 % βύνη pilsner, το 1^ο εκ των οποίων είχε επιπλέον 50% βύνη κοινού σιταριού και το 2^ο είχε βύνη σιταριού Ζέας. Τόσο τα ζυθογλεύκη, όσο και οι παραγόμενοι ζύθοι, αναλύθηκαν και προήλθαν σε σύγκριση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΖΥΘΟΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Μπίρα ή αλλιώς στην ελληνική γλώσσα «Ζύθος» είναι ένα αλκοολούχο ποτό που παράγεται από τη σακχαροποίηση του αμύλου και την αλκοολική ζύμωση των σακχάρων που προέκυψαν. Το άμυλο και τα ένζυμα, που προκαλούν τη σακχαροποίηση προέρχονται κυρίως από βυνοποιημένα δημητριακά, συνήθως βυνοποιημένο κριθάρι ή σιτάρι. Εναλλακτικές πηγές σακχάρων ή αμύλου αποτελούν η ζάχαρη, το σιρόπι μαλτόζης, το σιρόπι γλυκόζης, το ρύζι, ο αραβόσιτος και άλλα. [1]

Η λέξη μπίρα προέρχεται πιθανότατα από την ιταλική λέξη birra, η οποία με τη σειρά της προέρχεται από τη λατινική -bibere (ελλ. ποτό), που συνδέεται και με το λατινικό ρήμα -bibere (ελλ. πίνω). Η λέξη ζύθος σχετίζεται με το ρήμα -ζέω, δηλαδή βράζω. [2]

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Βαβυλώνιοι

Ο πολιτισμός των Βαβυλωνίων άρχισε να αναπτύσσεται το 2.000 π.Χ. Παρήγαγαν 20 διαφορετικά είδη μπίρας εκ των οποίων τα 8 ήταν από δίκοκκο σιτάρι. Όπως και για τους Σουμερίους έτσι και για τους Βαβυλώνιους η ζυθοποίηση ήταν οικιακή δουλειά την οποία αναλάμβαναν οι γυναίκες. [3] [4]



Εικόνα 1.1 : Λιθογραφία Βαβυλωνίων όπου απεικονίζεται η κατάποση ζύθου [65]

Μεσαίωνα

Στο τέλος της 1^{ης} χιλιετίας τα μοναστήρια ξεκίνησαν την παραγωγή μπίρας, η οποία λόγω της μεγάλης ποσότητας παραγωγής βγήκε στο εμπόριο. Έγινε εύκολα αποδεκτή από τους καταναλωτές καθώς ήταν υψηλής ποιότητας. Οι παραγωγοί πρόσθεταν στη μπίρα βότανα ή και μείγματα για τον αρωματισμό της. Γρήγορα όμως επιβλήθηκε φόρος αφού ήταν ένα προϊόν με κερδοφορία, κάτι που οδήγησε πολλά μοναστήρια στο κλείσιμο μη μπορώντας να ανταποκριθούν στα έξοδα για την παραγωγή και εμπορία της.

Η ευρύτερη χρήση του λυκίσκου ήδη από τον 11^ο αιώνα και ιδιαίτερα στο τέλος του 16^{ου} αιώνα αποκάλυψε τον «πραγματικό χαρακτήρα» της μπίρας. Τώρα η μπίρα μπορούσε να παρασκευαστεί σε μεγαλύτερες ποσότητες και να αποθηκευτεί, σε αντίθεση με το να πίνεται μέσα σε λίγες μέρες.

Ο Δούκας της Βαυαρίας, Wilhelm IV, το 1516μ.Χ. εξέδωσε τον "Νόμο περί καθαρότητας" σύμφωνα με τον οποίο για την Γερμανική μπίρα συστατικά αποτελούσαν το κριθάρι, το νερό και ο λυκίσκος, όχι όμως και οι ζύμες καθώς ακόμα δεν είχε γίνει γνωστή η χρήση τους. [4]



Εικόνα 1.2 : Ο Νόμος περί Καθαρότητας [46]

Ελλάδα

Ο Ιωάννης Φιξ ίδρυσε το εργοστάσιο παραγωγής μπίρας στο Κολωνάκι το 1864, το οποίο και μεταφέρθηκε στην Λεωφόρο Συγγρού το 1893. Ιδρύθηκαν κι άλλες μικροζυθοποιίες στην Ελλάδα οι οποίες όμως δεν άντεξαν τον ανταγωνισμό και έκλεισαν γρήγορα. [4]

1.3 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Οι βασικές πρώτες ύλες για την παραγωγή μπίρας είναι το νερό, η βύνη, ο λυκίσκος και οι ζύμες.

1. Νερό

Το ποσοστό στο οποίο χρησιμοποιείται στην παραγωγή της μπίρας φτάνει στο 95%. Η σύσταση του διαφέρει από τόπο σε τόπο και από χώρα σε χώρα, κάνοντας το έτσι ιδανικό για ορισμένους τύπους μπίρας, χωρίς να αποκλείει την χρησιμοποίηση οποιουδήποτε πόσιμου νερού στην παραγωγή του εκάστοτε τύπου. Η περιεκτικότητά του σε ιχνοστοιχεία και μέταλλα μπορεί να τροποποιηθεί και να προσαρμοστεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του στυλ μπίρας που παρασκευάζεται. [4][5][6]

2. Βύνη

Η πιο πολυχρησιμοποιημένη βύνη είναι αυτή του κριθαριού αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και βύνες από σιτάρι αλλά και άλλα δημητριακά (π.χ. βρώμη, ρύζι, σίκαλη). Μέσω της βύνης το ζυθογλεύκος αποκτά τα απαραίτητα ζυμώσιμα σάκχαρα για την μετατροπή τους σε αλκοόλ.

Τα βασικά πράγματα τα οποία προσφέρουν τα δημητριακά στην μπίρα είναι τα εξής:

- Χρώμα: Το χρώμα και η ποσότητα των κόκκων που χρησιμοποιούνται κατά την ζυθοποίηση επηρεάζουν το χρώμα της παραγόμενης μπίρας.
- Γεύση: Παίζουν βασικό ρόλο, με τα χαρακτηριστικά από τη μαγιά και τον λυκίσκο να έρχονται δεύτερα.
- Μαλτόζη: και άλλα ζυμώσιμα σάκχαρα τα οποία μετά τη δράση των ενζύμων στην πολτοποίησης, μετατρέπονται σε αλκοόλ και διοξείδιο του άνθρακα από τη μαγιά.
- Πρωτεΐνες: Βοηθούν στη σταθερότητα του αφρού
- Αμινοξέα: Αποτελούν το αφομοιώσιμο άζωτο για τις ζύμες
- Δεξτρίνες: Σε αυτές οφείλεται η αίσθηση του «σώματος» της μπίρας. [2][4][5]

3. Λυκίσκος (*Humulus lupulus*)

Είναι πολυετές φυτό το οποίο ανήκει στην οικογένεια των κανναβοειδών (*Cannabaceae*) και καλλιεργείται κυρίως σε ψυχρά κλίματα. Το μέρος το οποίο χρησιμοποιείται στην ζυθοποίηση είναι το θηλυκό άνθος του. [4][7][8]



Εικόνα 1.3 : Άνθη λυκίσκου [66]

Χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα, αλλά συστηματικά καλλιεργείται στην κεντρική Ευρώπη τουλάχιστον από το 800μ.Χ.. Ενώνεται με πρωτεΐνες από το ζυθογλεύκος και βοηθάει στη διαύγαση, καθώς επίσης αυξάνει τη διατηρησιμότητα του ζύθου και συμβάλει στο σχηματισμό και τη σταθερότητα του αφρού. Επιπλέον έχει αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Τα άνθη (κώνοι) φέρουν αδένες που περιέχουν μεταξύ των άλλων ρητινώδεις ουσίες με πικρή γεύση και παράγωγά τους καθώς και πτητικά έλαια που προσδίδουν το χαρακτηριστικό άρωμα στο λυκίσκο και στο ζύθο. [4][7]

Οι ποικιλίες ανάλογα με τη χρήση τους χωρίζονται σε κατηγορίες, όπως:

- πικρικές, υψηλών α-οξέων (π.χ. Magnum, Apollo, κ.α.)
- αρωματικές (π.χ. Amarillo, Willamette, Cascade, κ.α.)
- διπλής χρήσης (π.χ. Centennial, Citra, Columbus, Mosaic, κ.α.)
- ευγενείς (π.χ. Saaz, Hallertau, Tettnanger), χαμηλή πικράδα και μέσο άρωμα [5][7][9]

Προστίθεται σε μορφή:

- ανθέων
- πέλλετς
- εκχυλίσματος [3][10]

4. Ζύμες

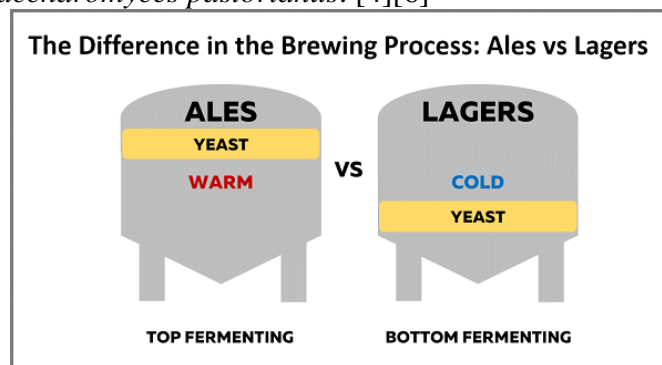
Είναι μονοκύτταροι μικροοργανισμοί οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την μετατροπή των σακχάρων του ζυθογλεύκους μέσω της αλκοολικής ζύμωσης σε διοξείδιο του άνθρακα και αλκοόλη, παράγοντας ουσιαστικά την μπίρα στο τελικό της στάδιο. [5]



Εικόνα 1.4 : Ζύμες [60]

Οι βασικές κατηγορίες ζυμών είναι οι εξής:

- Αφροζύμες [ale], οι οποίες ζυμώνουν και μέρος τους ανεβαίνει στην επιφάνεια, σε θερμοκρασία 16-24 °C και παράγουν περισσότερες εστέρες, που δίνουν φρουτώδη αρώματα στη μπίρα. Οι εστέρες που παράγονται επηρεάζονται από τρία κύρια στοιχεία: τα χαρακτηριστικά της ζύμης, την σύνθεση του γλεύκος και τις συνθήκες της ζύμωσης. Βγάζουν γεύση από φρούτα. Χρησιμοποιείται ο σακχαρομύκητας *Saccharomyces cerevisiae*.
- Βυθοζύμες [lager], οι οποίες ζυμώνουν και μέρος τους πηγαίνει στον πάτο του ζυθογλεύκος, σε θερμοκρασία 8-14°C, δημιουργούν ένα προϊόν με πιο «καθαρό» προφίλ, καθώς η βύνη και ο λυκίσκος γίνονται κατανοητοί πιο εύκολα. Αυτό συμβαίνει γιατί οι ζύμες αυτού του τύπου απελευθερώνουν λιγότερες γεύσεις. Οι ζύμες Lager είναι οι πιο ουδέτερες από όλες τις ποικιλίες, παράγοντας λιγότερα υποπροϊόντα ζύμωσης. Χρησιμοποιείται ο σακχαρομύκητας *Saccharomyces pastorianus*. [4][6]



Εικόνα 1.5 : Διαφορές στη ζυθοποιητική διαδικασία με lager και ale ζύμες [67]

- Άγρια ή αυθόρμητη ζύμωση. Προκαλείται από ζύμες και βακτήρια της ατμόσφαιρας που επιμολύνουν το γλεύκος προς ψύξη. Σήμερα ορισμένα ζυθοποιία χρησιμοποιούν τέτοιους μικροοργανισμούς, τους οποίους προσθέτουν τα ίδια σε καλλιεργημένη μορφή. Κατά κύριο λόγο η ζύμωση αυτού του τύπου χρησιμοποιείται σε ξινές μπίρες, όπως γίνεται στο Βέλγιο με αυθόρμητη ζύμωση για μπίρες τύπου Lambic. Το γλεύκος εκτίθεται στον ανοιχτό αέρα όπου τα φυσικά κύτταρα ζύμης και βακτηρίων από τον αέρα έρχονται σε επαφή με το γλεύκος και ξεκινούν τη διαδικασία ζύμωσης. Είναι ικανή να μετατρέψει ακόμα και μη ζυμώσιμα σάκχαρα και συνήθως παράγεται ξινός ζύθος [4][6].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΙΤΑΡΙ

2.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Το σιτάρι ή σίτος (*Triticum*) καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο με πρώτη σε παραγωγή χώρα την Κίνα με 130 εκατομμύρια τόνους, με την Ινδία να ακολουθεί με 90 εκατομμύρια τόνους, και την Αμερική και την Ρωσία με 60 εκατομμύρια. Αποτελεί το δεύτερο σε συγκομιδή δημητριακό μετά το καλαμπόκι. Ο καρπός του σίτου είναι μια βασική τροφή, που χρησιμοποιείται στην παρασκευή αλευριού, ζωοτροφών και ως πρώτη ύλη στην παρασκευή αλκοολούχων ποτών και καυσίμων. Το πιο ευρέως καλλιεργούμενο είναι το μαλακό σιτάρι (*T. aestivum*). Είναι μια σημαντική πηγή υδατανθράκων, καθώς και η κορυφαία πηγή φυτικής πρωτεΐνης στα ανθρώπινα τρόφιμα, με περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη περίπου 13%. [11][12][13]



Εικόνα 2.1 : Σιτάρι [61]

Πίνακας 2.1 Συστηματική ταξινόμηση για το σιτάρι

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	ΦΥΤΑ (Plantae)
ΣΥΝΟΜΟΤΑΞΙΑ	ΑΓΓΕΙΟΣΠΕΡΜΑ (Magnoliophyta)
ΟΜΟΤΑΞΙΑ	ΜΟΝΟΚΟΤΥΛΗΔΟΝΑ (Liliopsida)
ΤΑΞΟΙΚΟΓΕΝΙΑΗ	ΚΥΠΕΙΡΩΔΗ (Cyperales)
ΥΠΟΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	ΠΟΟΕΙΔΗ (Poaceae) ‘η ΑΓΡΩΣΤΩΔΗ (Gramineae)
ΓΕΝΟΣ	ΣΙΤΟΣ (<i>Triticum</i>)

2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ανάλυση του άγριου σιταριού Einkorn (*Triticum monococcum*) δείχνει πως αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στην νοτιοανατολική Τουρκία, ενώ κατάλοιπα του έχουν βρεθεί και σε οικισμούς στην Συρία και χρονολογούνται από το 7800 έως 7500π.Χ. Το σιτάρι έφτασε στην Ελλάδα, στην Κύπρο και στην Ινδία το 6500π.Χ., στην Αίγυπτο το 6000π.Χ. και στη Γερμανία και στην Ισπανία το 5000π.Χ. και μέχρι το 4000π.Χ. είχε φτάσει και στις Βρετανικές Νήσους και στην Σκανδιναβία. [11][13]

Το πρώτο σιτάρι που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή ψωμιού ήταν το *Triticum aestivum* ή όπως είναι πιο γνωστό, μαλακό σιτάρι, ταυτοποιήθηκε μέσω ανάλυσης DNA σε δείγμα από σιταποθήκη που χρονολογείται περίπου το 1350π.Χ. στην Άσσηρο Μακεδονίας. [11]

Οι Ναφουτιανοί, οι κάτοικοι του Λεβάντε της Μέσης Ανατολής, περνούσαν αρκετό χρόνο στη συλλογή και την επεξεργασία άγριων δημητριακών. Έκτισαν σιταποθήκες, έφτιαξαν εργαλεία για την άλεση του σιταριού, ενώ ανακάλυψαν πως η σοδειά τους μπορούσε να αυξηθεί αν αντί για την επιφάνεια έβαζαν τους κόκκους βαθύτερα στο έδαφος. [13]

2.3 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Ανά τον κόσμο αριθμούνται περίπου 20 ποικιλίες σιταριού 7 ειδών. Κάποια αυτά τα είδη είναι διπλοειδή, με δύο σετ χρωμοσωμάτων, πολλά όμως είναι με τέσσερα ή έξι σετ χρωμοσωμάτων.

Το Einkorn (*T. monococcum*), το πρώτο αναγνωρισμένο είδος σιταριού είναι διπλοειδές, αποτελείται δηλαδή από συμπληρώματα επτά χρωμοσωμάτων. Οι περισσότεροι τετραπλοειδείς σίτοι (π.χ. Emmer και σκληρός σιτάρι) προέρχονται από το άγριο σίτο, *T. dicoccoides*. Το Wild Emmer είναι το ίδιο το αποτέλεσμα ενός υβριδισμού μεταξύ δύο διπλοειδών άγριων χόρτων, ο οποίος συνέβη πριν την εξημέρωση.

Τα εξαπλοειδή σιτάρια εξελίχθηκαν στα χωράφια των αγροτών είτε με εξημερωμένο σιτάρι είτε με υβρίδιο σκληρού σιταριού με ένα ακόμη άγριο διπλοειδές χόρτο. [11]

2.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

1. Διπλοειδή είδη:

Einkorn (*T. monococcum*): Είδος με άγριες και καλλιεργούμενες παραλλαγές που εξημερώθηκε ταυτόχρονα με το Emmer. [11][13]

2. Τετραπλοειδή είδη:

Σκληρό (*T. durum*): Χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα και είναι το δεύτερο πιο ευρέως καλλιεργούμενο σιτάρι.

Emmer (*T. dicoccum*): Που καλλιεργείται στην αρχαιότητα αλλά δεν έχει πλέον ευρεία χρήση, αν και τα τελευταία χρόνια καλλιεργείται ξανά.

Το Khorasan (*T. turanicum*): Είναι ένας αρχαίος τύπος σιτηρών. Το Khorasan αναφέρεται σε μια ιστορική περιοχή στο σύγχρονο Αφγανιστάν και στα βορειοανατολικά του Ιράν. Αυτός ο κόκκος έχει διπλάσιο μέγεθος από το σύγχρονο σιτάρι και είναι γνωστός για την πλούσια γεύση ξηρών καρπών. [11][13]

3. Εξαπλοειδή είδη:

Μαλακό σιτάρι (*T. aestivum*): Το πιο ευρέως καλλιεργούμενο στον κόσμο.

Spelt (*T. spelta*): Ένα άλλο εξαπλοειδές είδος που καλλιεργείται σε περιορισμένες ποσότητες, μερικές φορές θεωρείται υποείδος του στενά συγγενικού είδους μαλακού σίτου (*T. aestivum*), οπότε θεωρείται ότι η βοτανική του ονομασία είναι *T. aestivum ssp. Spelta*, είναι γνωστό και ως Dinkel. [11][13]

Όσον αφορά τα καλλιεργούμενα σιτηρά στον ελλαδικό χώρο, τα πρώτα που καλλιεργήθηκαν ήταν τα εξής:

1. μονόκοκκο (*Triticum monococcum ssp. Monococcum*)
2. δίοκοκκο (*T. turgidum ssp. Dicoccum*)
3. μαλακό (*T. aestivum ssp. Aestivum*)
4. σκληρό σιτάρι (*T. turgidum ssp. Durum*) (γυμνόσπερμα σιτάρια),
5. δίστιχο (*Hordeum vulgare f. distichon*)
6. εξάστιχο κριθάρι (*H. vulgare f. hexastichon*) (ντυμένο και γυμνόσπερμο)

Κατά εποχή του Χαλκού (3000 – 1200π.Χ.) εμφανίζονται το σιτάρι σπέλτα (*T. aestivum ssp. Spelta*) και το κεχρί (*Panicum miliaceum*), αλλά το σιτηρό που επικράτησε εκείνη την εποχή ήταν το μονόκοκκο σιτάρι, ιδιαίτερα στην Βόρεια Ελλάδα [14].

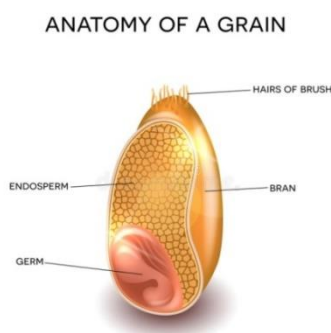
2.5 ANATOMIA ΤΟΥ ΚΟΚΚΟΥ

Ο κόκκος έχει κατά προσέγγιση μήκος 5-9 mm και βάρος μεταξύ 30-50 mg. Κατά τον τεμαχισμό του μπορεί να χωριστεί σε τρία βασικά μέρη, το ενδοσπέρμιο (Endosperm), το πίτουρο (Bran) και το φυτόρο ή έμβρυο (Germ). [16][19]

Το ενδοσπέρμιο αποτελεί το 83% του βάρους του κόκκου. Αυτό το μέρος του κόκκου περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεϊνών, σιδήρου, υδατανθράκων και τις κύριες βιταμίνες B, η ριβοφλαβίνη, η νιασίνη και η θειαμίνη, ενώ είναι και πηγή διαλυτών φυτικών ινών. [15][17][18][19]

Το πίτουρο αποτελεί το 15% του συνολικού βάρους και είναι το εξωτερικό στρώμα που προστατεύει το κύριο μέρος του κόκκου. Μέρος του είναι το περικάρπιο το οποίο αποτελείται από την επιδερμίδα, την υποδερμίδα, το περίβλημα, το υαλώδες στρώμα και την αλευρώνη. Το πίτουρο περιέχει μικρή ποσότητα πρωτεϊνών, μεγάλη ποσότητα από τις 3 βασικές βιταμίνες B καθώς και ιχνοστοιχεία αλλά και αδιάλυτες ίνες. [15][16][17][18][19]

Το φυτόρο αποτελεί το 3% του βάρους του κόκκου. Είναι το μέρος του κόκκου που είναι υπεύθυνο για την βλάστηση όταν αυτός φυτεύεται. Περιέχει ελάχιστες ποσότητες πρωτεϊνών, το μεγαλύτερο μέρος του αποτελείται από ιχνοστοιχεία και βιταμίνες B καθώς και λιπαρά. [15][16][17][18][19]



Εικόνα 2.2 : Ανατομία κριθαριού [68]

2.6 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ

Σε 100 γραμμάρια, περιέχονται 327 kilocalories τροφικής ενέργειας και είναι μια πλούσια πηγή πολλών θρεπτικών συστατικών, όπως πρωτεΐνες, μαγγάνιο και φώσφορος. Περιέχονται επίσης αρκετές βιταμίνες B και άλλα μέταλλα. Το σιτάρι αποτελείται από 13% νερό, 71% υδατάνθρακες και 1,5% λίπος. Η περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνη 13% είναι ως επί το πλείστον σε γλουτένη (75–80% της συνολικής πρωτεΐνης).

Οι πρωτεΐνες σιταριού έχουν χαμηλή ποιότητα για τη διατροφή του ανθρώπου. Αν και περιέχουν επαρκείς ποσότητες άλλων βασικών αμινοξέων,

τουλάχιστον για τους ενήλικες, οι πρωτεΐνες σιταριού είναι ανεπαρκείς στο βασικό αμινοξύ, τη λυσίνη. Επειδή οι πρωτεΐνες γλουτένης που υπάρχουν στο ενδοσπέρμιο του σίτου είναι ιδιαίτερα φτωχές σε λυσίνη, τα λευκά αλεύρια είναι πιο ελλιπή σε λυσίνη σε σύγκριση με τα δημητριακά ολικής αλέσεως. [11]

2.7 ΠΙΘΑΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Σε γενετικά ευαίσθητα άτομα, η γλουτένη που αποτελεί σημαντικό μέρος της πρωτεΐνης σιταριού, μπορεί να προκαλέσει κοιλιοκάκη. Η νόσος κοιλιοκάκη είναι ένα σύνδρομο που σχετίζεται με τη δυσανεξία στη γλουτένη και αποτελεί μια από τις πιο συχνές χρόνιες γαστρεντερικές διαταραχές που προκαλείται σε άτομα, τα οποία έχουν γενετική προδιάθεση. Παγκοσμίως, ο επιπολασμός της κοιλιοκάκης εκτιμάται ότι είναι από 0,5% μέχρι 1,0%, ενώ στον αραβικό κόσμο αναφέρθηκε ότι ήταν 5,6% Η μόνη γνωστή αποτελεσματική θεραπεία είναι η αυστηρή δια βίου διατροφή χωρίς γλουτένη. [13][26]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΙΚΟΚΚΟ ΣΙΤΑΡΙ / ΖΕΑ

3.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για το δίκοκκο σιτάρι (*Triticum dicoccum*) και συγκεκριμένα για το σιτάρι Ζέας από παραγωγούς και καταναλωτές, το οποίο αναφέρεται ότι αποτελεί την εξέλιξη του άγριου Emmer (*Triticum dicoccoides*; AABB). [26] [27]

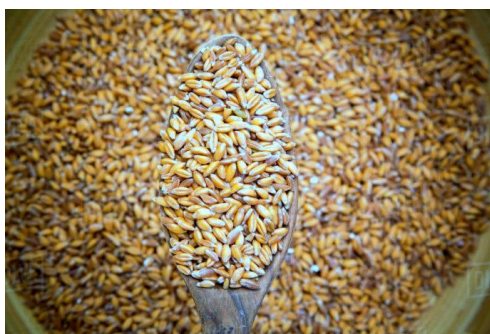
Πίνακας 3.1 Συστηματική ταξινόμηση για το δίκοκκο σιτάρι

ΒΑΣΙΛΕΙΟ	Plantae
ΣΥΝΟΜΟΤΑΞΙΑ	Angiosperms
ΟΜΟΤΑΞΙΑ	Monocots
ΤΑΞΟΙΚΟΓΕΝΙΑΚΗ	Poales
ΥΠΟΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ	Poaceae
ΓΕΝΟΣ	<i>Triticum</i>
ΕΙΔΟΣ	<i>T. dicoccum</i>

Η λέξη Ζέα προέρχεται ετυμολογικά από την λέξη ζειοδώρος, που σημαίνει αυτός που δίνει ζωή. Στην Ιταλία συναντάται με το όνομα Farro, στην Ινδία με τα ονόματα Samba, Javegodí, Sadaka και Kharlí και στην Αφρική με το όνομα Aja και Alas. [12][13][20]

Η επανεμφάνιση της Ζέας οφείλεται στα πλεονεκτήματα που έχει για την υγεία, στην καταλληλότητά της για χρήση σε οργανικές καλλιέργειες, αλλά και στο ότι έχει καλύτερη οργανοληπτική αξία σε σχέση με άλλα είδη. Η ανάγκη των εποχών για οργανικές καλλιέργειες και βιολογικά προϊόντα, είναι οι βασικοί λόγοι που έχει επανέλθει το ενδιαφέρον για το δίκοκκο σιτάρι, καθώς αυτό μπορεί να αναπτυχθεί σε εδάφη χαμηλής γονιμότητας. [13]

Έχει ερευνηθεί και ως εναλλακτικό δημητριακό χαμηλής απόδοσης που είναι κατάλληλο για περιθωριακές περιοχές και οργανικές καλλιέργειες, λόγω της υψηλής αντοχής του σε ασθένειες, της χαμηλής απαίτησης του σε νερό και άζωτο και της υψηλής ανταγωνιστικής ικανότητάς του κατά των ζιζανίων, σε σχέση με το *Triticum aestivum*. [13]



Εικόνα 3.1 : *Triticum dicoccum* [69]

3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα αρχαιολογικά αρχεία δείχνουν ότι το δίκοκκο σιτάρι εμφανίστηκε το 8000 ή 9000π.Χ., δηλαδή κατά την προκεραμική Νεολιθική περίοδο. Είναι από τα αρχαιότερα δημητριακά που έχει καλλιεργήσει ο άνθρωπος, το οποίο είχε βρεθεί σε εκσκαφές προϊστορικών οικισμών που αποτελούσαν την αρχαία Ελλάδα, με παλαιότερο αυτόν της Μικράς Ασίας. [12]



Εικόνα 3.2 : Αναπαράσταση Ζέας σε αργυρό νόμισμα [70]

Ήταν το βασικό καλλιεργούμενο είδος της πρώιμης γεωργίας της Παλαιστίνης, της Συρίας, του Τίγρη, του Ευφράτη, μέχρι και τον Περσικό κόλπο. Υπάρχουν ακόμη αναφορές στις οποίες φαίνεται ότι πριν από τουλάχιστον 5000 χρόνια υπήρχε στην Αιθιοπία, στην πρώην Γιουγκοσλαβία, στην Ινδία, στην Τουρκία, καθώς και στην Αίγυπτο και την Υεμένη. Στο τέλος της 4ης χιλιετίας π.Χ. φαίνεται ότι καλλιεργούνταν εκτενώς στη Γεωργία και στο τέλος της 3ης χιλιετίας, στην Αρμενία, το Αζερμπαϊτζάν και τη Ρωσία. [13][20]

Στην Ευρώπη εκτός από την Ελλάδα, καλλιεργούνταν σε Βουλγαρία, Ουκρανία, Μολδαβία, Ιταλία, Γαλλία και Ισπανία, περίπου κατά την 6η χιλιετία π.Χ. Αναφορές για καλλιέργεια δίκοκκου σιταριού σε Ελβετία, Γερμανία, Πολωνία, Ηνωμένο Βασίλειο, εμφανίζονται το 3500π.Χ. [13][20]

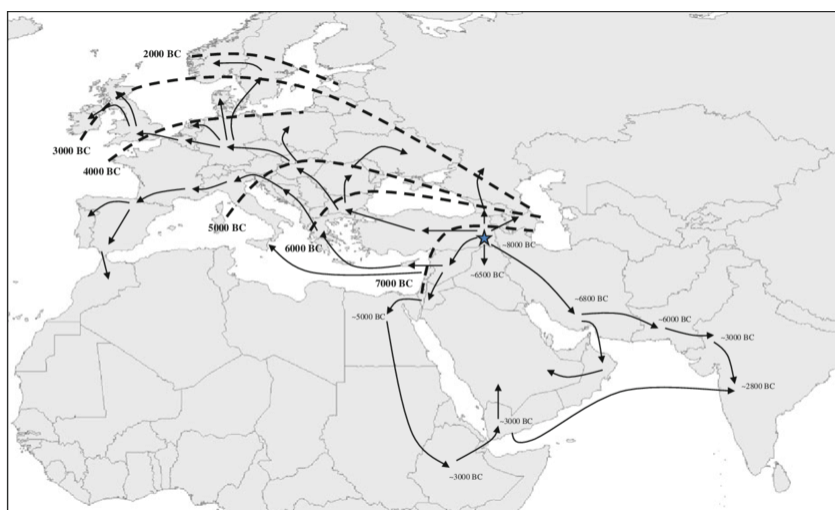
Κατά την Ομηρική εποχή, πιθανολογείται ότι η Ζέα χρησιμοποιείται ως ζωοτροφή. Ακόμα, ο Ηρόδοτος αναφέρει ότι οι Αιγύπτιοι παρασκεύαζαν ψωμί αποκλειστικά από Ζέα. Ήταν επίσης η βασική τροφή των Ετρούσκων και των

Ρωμαίων, μέχρι που αντικαταστάθηκε από το κοινό σιτάρι, κατά την ύστερη Ρωμαϊκή εποχή. [13]

Η ονομασία της Μαρίνας Ζέας του Πειραιά, Αττικής, προήλθε από το σιτάρι Ζέας, καθώς η διακίνησή του προς τα άλλα λιμάνια, γινόταν από εκεί. [12]

Παρόλο που για χιλιάδες χρόνια αποτελούσε το κυρίαρχο δημητριακό της Μέσης Ανατολής και της Β. Αφρικής, αντικαταστάθηκε τελικά από το *Triticum turgidum durum* και μέχρι την αρχή του 20ου αιώνα, είχε αντικατασταθεί από άλλα στελέχη σιταριού σχεδόν παντού. Η αντικατάσταση αυτή φαίνεται να οφείλεται στο ότι η παραγωγή και η εξαγωγή του κοινού σιταριού ήταν πιο κερδοφόρα, αλλά παράλληλα στο ότι ο σπόρος του μπορεί να αποχωριστεί από τον φλοιό με μεγαλύτερη ευκολία. [13]

Όσον αφορά τη νεότερη ιστορία, τις αρχές του 1900 φαίνεται ότι καλλιεργούνταν σε αρκετές χιλιάδες εκτάρια, σε δυτικές πολιτείες της Αμερικής. [20]



Εικόνα 3.3 : Χάρτης διάδοσης του *Triticum dicoccum* σε αρχαιολογικούς χώρους [95]

3.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Χαρακτηρίζεται από έναν επίμονα κλειστό φλοιό και από σκληρά λέπυρα. Οι καρποί του καλύπτονται από λέπυρα και λεπυρίδια. Τα ριζίδια είναι μεστά και καλύπτονται από χνούδι και σε κάθε σταχίδιο έχει 2 με 4 άνθη και παράγει δύο σπόρους με λέπυρα, τα οποία δεν αποχωρίζονται τον σπόρο μετά τη συγκομιδή. Οι κόκκοι του είναι λεπτοί και μακριοί και το χρώμα των πιτυρούχων στρωμάτων είναι σκούρο. [21]

Τα στάχυα είναι πυκνά και έντονα συμπιεσμένα. Το κοτσάνι είναι κοντό, στενό και οξύ. Τα κουκούτσια είναι είτε κόκκινα είτε λευκά, μακριά, λεπτά και αιχμηρά. Τα λέπυρα έχουν συνήθως χνούδι. Τέλος, το περικάρπιο του δίκοκκου σιταριού είναι πιο λεπτό από άλλα σιτηρά. [20]

3.4 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ

Θεωρείται ότι έχει υψηλή θρεπτική αξία και με βάση ορισμένες αναφορές, είναι οργανοληπτικά, θεραπευτικά και διατροφικά, ανώτερο σε σύγκριση με το *Triticum durum*. Περιέχει βασικά θρεπτικά συστατικά όπως πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, φυτικές ίνες, μέταλλα και δευτερεύοντα θρεπτικά συστατικά, όπως ανόργανες ενώσεις, ενώ είναι φτωχό σε λίπη. [13]

Η περιεκτικότητα του σε εκχύλισμα (κυρίως υδατάνθρακες) διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία και η μέση τιμή είναι από 78% μέχρι 83%. Το άμυλο, το οποίο είναι το κύριο συστατικό των υδατανθράκων, αναφέρθηκε ότι κυμαίνεται από 48,9% μέχρι 65,3% και θεωρείται ότι είναι αργά εύπεπτο, γεγονός που οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα σε αμυλόζη, η οποία κυμαίνεται από 19,4% έως 26,3% [13]

Η μειωμένη περιεκτικότητα σε σάκχαρα σε ποικιλίες δίκοκκου σιταριού διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών βρέθηκε να κυμαίνεται από 0,09% μέχρι 1%. [13]

Η περιεκτικότητά του σε ακατέργαστο λίπος κυμαίνεται από 1,14% μέχρι 3,80%. Έρευνα η οποία αποσκοπούσε στην ανάλυση της λιπαρής σύνθεσης του δίκοκκου σιταριού, έδειξε ότι δίκοκκο σιτάρι που καλλιεργήθηκε στην Πολωνία, είχε σε κυρίαρχη συγκέντρωση το παλμιτικό οξύ, το ελαϊκό και το λινολενικό οξύ, τα οποία και αποτελούσαν το 94% των συνολικών λιπαρών του δίκοκκου σιταριού. [13][14]

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες κυμαίνεται από 11,2% έως 22,7%, με την υψηλότερη περιεκτικότητα να έχει βρεθεί σε δίκοκκο σιτάρι όπου είχε καλλιεργηθεί στην Πολωνία. Επιπλέον έχει εντοπιστεί ότι η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες σε ανοιξιάτικο σιτάρι ήταν 14,4%, ενώ σε φθινοπωρινό σιτάρι 11,2%. [13][18]

Ακόμη, φαίνεται ότι στην περιοχή Maharashtra της Ινδίας, το δίκοκκο σιτάρι σε σύγκριση με άλλα σιτηρά της περιοχής, περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα γλουτένης, από 12,4% μέχρι 12,7%, ενώ δίκοκκο σιτάρι που καλλιεργήθηκε στην Ιταλία, είχε περιεκτικότητα σε γλουτένη από 9,04% μέχρι 10,7%. [13][16]

Η συνολική αναλογία των αμινοξέων στους κόκκους, είναι υψηλότερη στο δίκοκκο σιτάρι, γεγονός που οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες. [19]

Επιπλέον έχει υψηλότερη συγκέντρωση σε σελήνιο, σίδηρο και ψευδάργυρο σε σύγκριση με άλλα είδη σιταριού. Φαίνεται να έχει περιεκτικότητά σε σίδηρο από 4,3 μέχρι 9,8 mg/100g και σε ψευδάργυρο από 3,3 μέχρι 6,9 mg/100g, με τις διαφορές να οφείλονται στις ποικιλίες. Βρέθηκε επίσης σε δίκοκκο σιτάρι Ιταλίας συγκέντρωση σελήνιου 6 mg/100g. [13]

Η περιεκτικότητά του σε υγρασία είναι από 8,3% μέχρι 16,3% και η περιεκτικότητα σε τέφρα κυμαίνεται από 0,85% μέχρι 2,46% ξηρού βάρους. [13]

Πρόσφατη έρευνα έδειξε την σύνθεση αναγωγικών σακχάρων στο δίκοκκο σιτάρι. Μεταξύ των διαφόρων σακχάρων που εντοπίστηκαν, η περιεκτικότητα σε γλυκόζη και γαλακτόζη ήταν 0,12%, σε φρουκτόζη ήταν 0,11% και σε μαλτόζη ήταν 0,63%. [17]

Η περιεκτικότητά του σε πολυφαινόλες και καροτενοειδή, φαίνεται να κυμαίνεται από 508mg/g έως 2355 mg/g και από 1,63 mg/g έως 4,90 mg/g. Το κυρίαρχο φαινολικό οξύ που εντοπίστηκε ήταν το φερούλικό οξύ, του οποίου η περιεκτικότητά του ήταν από 323 μέχρι 759 μg/g και το κυρίαρχο καροτενοειδές που εντοπίστηκε ήταν η λουτεΐνη, με συγκεντρώσεις από 0,916 έως 4,14 μg/g, ακολουθούμενη από την ζεαξανθίνη. [13]

Το ανοιξιάτικο δίκοκκο σιτάρι φαίνεται να έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα, σε σύγκριση με το φθινοπωρινό δίκοκκο σιτάρι. Πιο συγκεκριμένα, είναι δύο φορές πιο πλούσιο σε φυτικές ίνες, δύο φορές πιο πλούσιο σε πρωτεΐνη και έχει υψηλή περιεκτικότητα στο αμινοξύ λυσίνη, καθώς επίσης και σε βιταμίνη Α, Β, Ε και C. Ακόμη, έχει υψηλή περιεκτικότητα σε μαγνήσιο, μέχρι και 40% σε σχέση με άλλα δημητριακά. Τέλος έχει υψηλή συγκέντρωση σε γλουτένη, με αποτέλεσμα να είναι εύπεπτο και εύκολα αφομοιώσιμο από τον οργανισμό. [13]

Η περιεκτικότητά του σε φυτικές ίνες κυμαίνεται από 7,2% έως 20,7%. Σε ποικιλίες της Ινδίας, το ποσοστό των φυτικών ινών συχνά είναι μεγαλύτερο από 16%, ενώ σε περιοχές της Ιταλίας κατά μέσο όρο το ποσοστό είναι 9,8%. Η αραβινοξυλάνη αποτελεί το βασικό συστατικό των φυτικών ινών και συναντάται σε υψηλά ποσοστά από 1,4% έως 2,2%. [13]

3.5 ΟΦΕΛΗ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Μελέτη η οποία αφορούσε την επίδραση της διατροφής με δίκοκκο σιτάρι στο λιπιδαιμικό προφίλ και τη γλυκόζη του αίματος σε διαβητικά άτομα, έδειξε ότι η τακτική διατροφή των διαβητικών ατόμων με δίκοκκο σιτάρι, επέφερε μείωση κατά 11% στην περιεκτικότητα των συνολικών λιπιδίων, των τριγλυκεριδίων και της LDL χοληστερόλης. Ακόμη, σε άτομα που ακολουθούσαν διατροφή με δίκοκκο σιτάρι, σημειώθηκε ελάχιστη μείωση στα επίπεδα της γλυκόζης στο αίμα τους.

Έχει αναφερθεί ότι το δίκοκκο σιτάρι έχει λιγότερες επιβλαβείς πρωτεΐνες γλουτένης, οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη νόσο κοιλιοκάκη ή για δυσανεξία την οποία εμφανίζουν ορισμένα άτομα, γεγονός το οποίο οφείλεται σε γενετικό πλεονέκτημα που έχει σε σχέση με άλλα σιτηρά.

Επιπλέον, έχει αναφερθεί ότι συμπληρώματα φυτικών ινών πλούσιων σε αραβινοξυλάνη (AX) σε ποσότητες 15g/ημέρα, έχουν ευεργετική επίδραση σε άτομα με διαβήτη τύπου 2.

Όσον αφορά την πεπτικότητα των υδατανθράκων, φαίνεται να είναι σημαντικά χαμηλότερη από άλλα είδη σιταριού, σε ποσοστά που κυμαίνονται από 40,4 έως 47,1 mg γλυκόζης/100mg γλυκόζης. Επιδημιολογικά δεδομένα υποδεικνύουν ότι η κατανάλωση διαίτας με χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη, έχει προστατευτικό ρόλο έναντι της ανάπτυξης διαβήτη τύπου 2.

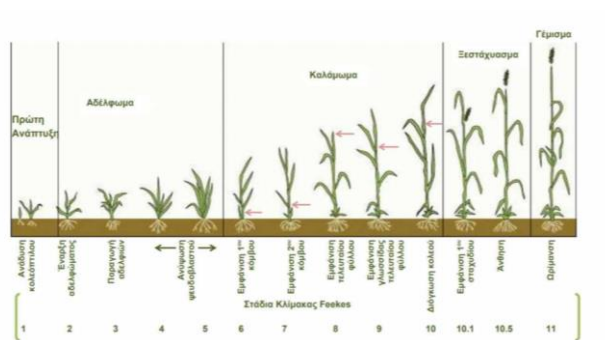
Τέλος, παρόλο που τα μέχρι τώρα αποτελέσματα δείχνουν την θετική επιρροή του δίκοκκου σιταριού σε άτομα που πάσχουν από διαβήτη, αλλά και στο λιπιδικό προφίλ ατόμων, θα πρέπει να γίνουν αρκετές ακόμα μελέτες για να οριστικοποιηθούν τα οφέλη τους. [13]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΙΝΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΜΕ ΔΙΚΟΚΚΟ ΣΙΤΑΡΙ

4.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΟΙΝΟΥ ΚΑΙ ΔΙΚΟΚΚΟΥ ΣΙΤΑΡΙΟΥ

Το δίκοκκο σιτάρι, όπως και το κοινό, καθώς αναπτύσσεται περνάει από 3 στάδια, από την σπορά έως και την συγκομιδή του, την εγκατάσταση, τον σχηματισμό και την παραγωγή. Η καλλιέργεια ξεκινά συνήθως νωρίς το Φθινόπωρο στο δίκοκκο, ενώ στο κοινό σιτάρι η καλλιέργεια μπορεί να αρχίσει είτε στο τέλος του Φθινοπώρου, είτε στις αρχές της Άνοιξης.

Η καλλιέργεια του δίκοκκου σιταριού σε σύγκριση με την καλλιέργεια του κοινού σιταριού παρουσιάζει πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα. Όσον αφορά τα πλεονεκτήματα, στις περισσότερες περιπτώσεις η λίπανση του εδάφους δεν κρίνεται απαραίτητη, ενώ υπερβολές στην λίπανση οδηγούν σε πλάγιασμα και ευαισθησία σε ασθένειες. Επιπλέον, η συχνή χρήση ζιζανιοκτόνων δεν είναι αναγκαία, καθώς το έντονο αδελφωμα του δίκοκκου σιταριού δεν επιτρέπει την ανάπτυξη ζιζανίων και τα εξωτερικά λέπυρα δρουν προστατευτικά έναντι ασθενειών, εντόμων και μυκήτων. Όσον αφορά τα μειονεκτήματα, αρχικά έχει μικρότερη απόδοση από το κοινό σιτάρι. Επίσης, ο διαχωρισμός των εξωτερικών λεπύρων από τον καρπό με ειδικό εξοπλισμό αυξάνει το κόστος του καλλιεργητή. Παράλληλα απαιτούνται ειδικές νομοθετικές άδειες για την καλλιέργεια του σιταριού. [20][24][28]



Εικόνα 4.1 : Στάδια ανάπτυξης σιταριού [62]

Και στις δύο καλλιέργειες, το βάθος της σποράς κυμαίνεται από 3-5 cm και οι γραμμές σποράς είναι συνήθως παράλληλες με την κίνηση του ήλιου, ανατολή – δύση και κάθετες προς τους ανέμους. Ανά στρέμμα χρησιμοποιούνται 20 κιλά και η σπορά γίνεται αμέσως μετά την προετοιμασία του χωραφιού ώστε να υπάρχει αρκετή υγρασία για την βλάστηση και να αποφευχθεί η γρήγορη ανάπτυξη ζιζανίων.

Το σιτάρι χρειάζεται κανονικά μεταξύ 110 και 130 ημερών μεταξύ της σποράς και της συγκομιδής, ενώ στο δίκοκκο μεταξύ 120 -150 ημερών, ανάλογα με το κλίμα, τον τύπο των σπόρων και τις συνθήκες του εδάφους. Κατά την εγκατάσταση το σιτάρι περνάει από την σπορά και καταλήγει στην έναρξη του καλαμώματος. Στο

διάστημα αυτό αναπτύσσονται οι βλαστοί και οι ρίζες του φυτού. Ο αριθμός των κόκκων του στάχους διαμορφώνεται προς το τέλος αυτού του σταδίου. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες στο στάδιο αυτό επηρεάζουν ιδιαίτερα τον ρυθμό ανάπτυξης. [11]



Εικόνα 4.2: Θεριζοαλωνιστική μηχανή [63]

Το στάδιο του σχηματισμού ξεκινάει μόλις εμφανιστεί ο πρώτος κόμβος μέχρι και το τέλος της άνθισης. Στο στάδιο αυτό αναπτύσσεται το στέλεχος, αυξάνονται τα φύλλα, οι ρίζες και αναπτύσσεται η ταξιανθία όπου και διαμορφώνεται ο αριθμός των σταχυδίων. Η ανάπτυξη είναι πολύ γρήγορη, με έντονη ζήτηση θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος. Η φάση αυτή είναι γνωστή και ως φάση γρήγορης ανάπτυξης. [13]

Η φάση της παραγωγής έπεται αυτή του σχηματισμού καθώς ξεκινάει με το τέλος της άνθησης και κρατά ως την ωρίμανση των κόκκων. Στο στάδιο αυτό ο αριθμός των κόκκων ανά m^2 και το ειδικό βάρος, οριστικοποιούνται. Το ανώτερο φύλλο έχει ιδιαίτερη σημασία για την παροχή φωτοσυνθετικών ουσιών στον αναπτυσσόμενο καρπό. [13]

Το δίκκοκο σιτάρι έχει υψηλή προσαρμοστικότητα σε φτωχά εδάφη και μπορεί να ευδοκιμήσει ακόμη και σε πετρώδη και άγονα. Εμφανίζει μεγάλη ανθεκτικότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες, μπορεί να καλλιεργηθεί σε υψόμετρο 1000 με 2000 μέτρα και να αναπτυχθεί σε εδάφη περιορισμένης γονιμότητας. [13][28]

Φυτεύεται σε ποικιλία εδαφών και ευδοκιμεί σε εδάφη μέσης σύστασης μέχρι βαριά, βαθιά και καλά στραγγιζόμενα. Σε ξηρές περιοχές ιδανικά θεωρούνται τα ελαφρά εδάφη. Παράλληλα, απαιτεί θερμοκρασίες μεταξύ $3-4^{\circ}C$ και $30-32^{\circ}C$, ενώ σαν βέλτιστη θερμοκρασία για πολλές διαδικασίες θεωρούνται οι $25^{\circ}C$. Το δίκκοκο σιτάρι προσαρμόζεται καλά σε στρες υψηλών θερμοκρασιών, κάτι που αποδίδεται στην γενετική του σύνθεση και το μορφοφυσιολογικό του μηχανισμό. [13][22][23][24]

4.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΙΤΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΚΡΙΘΑΡΙΟΥ

Το κριθάρι και το σιτάρι ανήκουν στην βοτανική οικογένεια *Poaceae* και παρουσιάζουν κοινά μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά. Το φυτό του σιταριού έχει μακριά και λεπτά φύλλα και οι ταξιανθίες του απαριθμούνται από 20

έως 100. Τα άνθη βρίσκονται σε ομάδες των 2 έως 6 σε δομές γνωστές και ως στάχυα. Τα φύλλα του είναι λεία στη βάση και τραχιά στην πάνω πλευρά. Το περίβλημά τους είναι στρογγυλό και μπορεί να είναι λείο ή τριχωτό. Προσαρμόζεται καλύτερα σε περιοχές με εύκρατο κλίμα με βροχοπτώσεις μεταξύ 30 και 90cm. Υπάρχει το χειμερινό και το ανοιξιάτικο σιτάρι. Η θρεπτική σύσταση του φυτού διαφέρει ανάλογα την ποικιλία, το κλίμα και το έδαφος όπου έχει καλλιεργηθεί. Κατά μέσο όρο, ο πυρήνας αποτελείται από 12% νερό, 70% υδατάνθρακες, 12% πρωτεΐνη, 2% λίπος, 1,8% μέταλλα και 2,2% ακατέργαστες ίνες. Περιέχει γλουτένη. Συνήθως φυτεύεται στο τέλος του καλοκαιριού. [59]

Ποικιλίες ανθεκτικότερες στην ξηρασία έχουν περισσότερο ανεπτυγμένο ριζικό σύστημα. Οι εμβρυακές ρίζες μπορούν να φτάσουν από 1 έως 2 μέτρα βάθος και μένουν ενεργές όσο ζει το φυτό. Οι μόνιμες μπορεί να φτάνουν τις 100. Η αύξηση των ριζών συνεχίζεται μέχρι το ξεστάχυσμα. Ανάλογα με τον τύπο υπάρχουν διαφορές ως προς το μήκος και την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος κάτι που έχει σαν αποτέλεσμα διαφορές προς την αντοχή στην υγρασία. Όσο πιο ανθεκτική είναι η ποικιλία στην ξηρασία τόσο πιο ανεπτυγμένες ρίζες διαθέτει. Το ριζικό σύστημα σε νέες ποικιλίες είναι ελαφρώς μεγαλύτερο, ενώ των χειμωνιάτικων ποικιλιών είναι βαρύτερο. [22]

Το κριθάρι καλλιεργείται σε ποικίλα περιβάλλοντα, έχοντας ως προτίμηση εξίσου τα εύκρατα κλίματα αλλά και τα υποαρκτικά ή υποτροπικά. Διατίθεται σε 2 ποικιλίες ανάλογα με τον αριθμό των λουλουδιών. Αναπτύσσεται συνήθως σε 90 μέρες αλλά μπορεί να ωριμάσει και πιο σύντομα. Οι μίσχοι είναι όρθιοι, εύσωμοι και φουντωτοί και φτάνουν τα 60 με 120cm. Το περίβλημα του φύλλου είναι λείο με ραβδώσεις. Έχει μεγάλη αντοχή στην ξηρασία. Είναι πλούσιο σε υδατάνθρακες με μέτριες ποσότητες ασβεστίου, πρωτεϊνών και φωσφόρου. Χρησιμοποιείται αρκετά για ζωοτροφές. Η φύτευση γίνεται συνήθως άνοιξη ή χειμώνα. [59]

4.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ – ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ

Τα τελευταία 34 χρόνια οι καλλιεργούμενες εκτάσεις του σιταριού σε παγκόσμια κλίμακα αυξήθηκαν σταθερά από 173 σε 239 εκ. ha ενώ η παραγωγή αυξήθηκε από 171 σε 481 εκ. τόνους και οι μέσες αποδόσεις από 98.8 σε 201 kg./στρ. Οι υψηλότερες αποδόσεις παρατηρούνται σε ευρωπαϊκές χώρες όπως Ολλανδία, Ιρλανδία, Μ. Βρετανία και Δανία. [22]

Η Ελλάδα ήταν ελλειμματική σε σιτάρι μέχρι περίπου το 1957. Κατά το 1981 το σκληρό σιτάρι κατέλαβε το 27% της συνολικής έκτασης και αποτέλεσε το 23% της συνολικής παραγωγής σιταριού. [22]

Το 2020, η παγκόσμια παραγωγή σιταριού ήταν 761 εκατομμύρια τόνοι, με επικεφαλής την Κίνα, την Ινδία και τη Ρωσία να παράγουν συλλογικά το 38% του παγκόσμιου συνόλου. Το παγκόσμιο ρεκόρ απόδοσης σίτου είναι περίπου 17 τόνοι ανά εκτάριο, το οποίο επιτεύχθηκε στη Νέα Ζηλανδία το 2017. [11]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΙΤΗΡΑ, ΒΥΝΗ ΚΑΙ ΖΥΘΟΣ

5.1 ΣΤΑΔΙΑ ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η βυνοποίηση είναι το πρώτο στάδιο για την παραγωγή ενός ποιοτικού ζύθου. Είναι η διαδικασία μετατροπής του δημητριακού σε βύνη μέσω μερικής βλάστησης και αποτελείται από τα εξής στάδια:

1. Παραλαβή – Καθαρισμός - Ταξινόμηση
2. Διαβροχή
3. Βλάστηση
4. Ξήρανση [46]

5.1.1 Παραλαβή

Κατά την παραλαβή ελέγχονται οι προδιαγραφές της καταλληλότητας του σιτηρού προς βυνοποίηση και λαμβάνουν χώρα οι εξής διαδικασίες:

1. μακροσκοπική εξέταση
2. μηχανικές αναλύσεις κριθαριού
3. χημικοτεχνικές αναλύσεις κριθαριού
4. ζύγιση
5. προκαθορισμός
6. αποθήκευση
7. ταξινόμηση κατά μέγεθος
8. ξανά ζύγιση [46]

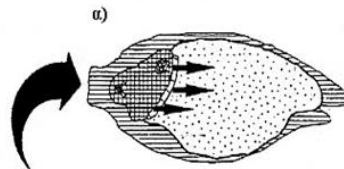
5.1.2 Διαβροχή

Κατά τη διαβροχή το νερό απορροφάται από το εσωτερικό του κόκκου, ενεργοποιώντας τα ένζυμα που υπάρχουν ήδη στον κόκκο προς σχηματισμό καινούριων και αρχίζει έτσι η βλάστησης. Προϋπόθεση είναι να έχει περάσει ο κόκκος από την περίοδο του λήθαργου. Στη διαβροχή αυξάνεται η αναπνοή του σιτηρού και κατ' επέκταση και η ανάγκη του για οξυγόνο. Για να ξεκινήσει η βλάστηση το γρηγορότερο δυνατό πρέπει ο κόκκος κατά τη διαβροχή να τροφοδοτείται σωστά και ικανά με οξυγόνο και νερό. [46]

Τρόποι προσρόφησης του νερού κατά τη διαβροχή

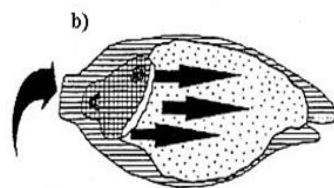
Υπάρχουν δύο τρόποι διαβροχής, με διαδοχική εμβάπτιση σε νερό και παραμονή στον αέρα ή με εμβάπτιση σε νερό στο οποίο διαλύεται συνέχεια οξυγόνο. Η εισροή του νερού στον κόκκο διαφέρει ανάλογα με την μέθοδο διαβροχής.

- Εμβάπτιση στο νερό και ράντισμα με νερό, όπου στην αρχή γίνεται γρήγορη προσρόφηση νερού αλλά διαχέεται αργά στο ενδοσπέρμιο



Εικόνα 5.1 : Τρόπος προσρόφησης υγρασίας από τον κόκκο κατά την διαβροχή με εμβάπτιση στο νερό και ράντισμα νερού [46]

- Εναλλάξ εμβάπτιση στο νερό και αερισμός, όπου στην αρχή γίνεται αργή προσρόφηση νερού αλλά διαχέεται γρήγορα στο ενδοσπέρμιο



Εικόνα 5.2 : Τρόπος προσρόφησης υγρασίας από τον κόκκο κατά την διαβροχή εναλλάξ εμβάπτιση στο νερό και αερισμό [46]

5.1.3 Βλάστηση

Η διαδικασία παραγωγής ενός νέου φυτού από την υπάρχοντα κόκκο ονομάζεται βλάστηση. Για την πραγματοποίηση της διαδικασίας αυτής απαιτούνται μεγάλες ποσότητες ενέργειας και ουσιών σχηματισμού ιστών που δημιουργούνται με το μεταβολισμό. Πριν τη δημιουργία του το νέου φυτού δεν μπορεί να παράξει μόνο του μέσω της φωτοσύνθεσης ουσίες, για το λόγο αυτό πρέπει να χρησιμοποιήσει τις αποθησαυριστικές ουσίες του κόκκου. [46]

Στην αρχή της βλάστησης οι ουσίες αυτές βρίσκονται σε υψηλομοριακή μορφή και πρέπει να αποικοδομηθούν σε μικρομοριακές. Αυτό θα πραγματοποιηθεί από ένζυμα τα οποία δημιουργούνται κατά τη βλάστηση. Απαραίτητη κατά τη

βλάστηση είναι διατήρηση της υγρασίας γύρω στο 42-48% και η παρουσία οξυγόνου. [46][63]

Ο σκοπός της βλάστησης είναι να αναπτυχθεί το ριζίδιο και το βλαστίδιο με κατανάλωση όλων των αποθησαυριστικών ουσιών του σπόρου. Επιδιώκεται η ενεργοποίηση και ο σχηματισμός των ενζύμων με όσο το δυνατόν μικρότερη απώλεια αποθησαυριστικών ουσιών. Για να μην υπάρξουν μεγάλες απώλειες των ουσιών, η βλάστηση διακόπτεται με αφαίρεση της υγρασίας (ήπια ξήρανση) ώστε να τερματιστούν οι ενζυμικές διεργασίες χωρίς να καταστραφούν τα ένζυμα. [50]

Οι διεργασίες αυτές χωρίζονται σε :

- Διεργασίες ανάπτυξης
- Διεργασίες σχηματισμού ενζύμων. [46]

Διεργασίες ανάπτυξης

Στο βλασάνοντα κόκκο δημιουργούνται το ριζίδιο και το βλαστίδιο. [46]

Ριζίδιο

Σχεδόν στο τέλος της διαβροχής, το ριζίδιο σπάει τη βάση του κόκκου και γίνεται ορατό. Το μήκος του κόκκου, από τον οποίο βγαίνουν 2-4 ριζίδια, πρέπει να είναι :

- για ανοιχτόχρωμη βύνη τύπου Pils 1,5 φορά το μήκος του κόκκου.
- για σκουρόχρωμη βύνη τύπου Munich 2 φορές το μήκος του κόκκου.

Μετά το τέλος της ξήρανσης τα ριζίδια απομακρύνονται και αποτελούν τις απώλειες. Για να ελαχιστοποιήσουμε τις απώλειες πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τους παράγοντες που επιδρούν στο σχηματισμό των ριζιδίων, όπως ο χρόνος βλάστησης, η θερμοκρασία βλάστησης και η υγρασία του κόκκου στη βλάστηση. Επί ξηράς ουσίας οι απώλειες των ριζιδίων είναι περίπου 4-5%. [46]

Βλαστίδιο

Δεν αποτελεί απώλεια κατά τον καθαρισμό αφού αναπτύσσεται εντός του κόκκου και δεν απομακρύνεται. Η διαλυτοποίηση των ουσιών του κόκκου και το μήκος του βλαστιδίου προχωρούν παράλληλα μεταξύ τους και η διαλυτοποίηση πρέπει να σταματάει σε ένα βαθμό καθώς οι μετατροπές των ουσιών μπορούν να οδηγήσουν σε μεγάλες απώλειες.

Το μήκος του βλαστιδίου πρέπει να είναι :

- για βύνες τύπου Pils $\frac{2}{3}$ - $\frac{3}{4}$ του μήκους του κόκκου και
- για βύνες τύπου Munich $\frac{3}{4}$ - $\frac{4}{4}$ του μήκους του κόκκου.

Οι δύο αυτοί τύποι έχουν διαφορετική διαλυτοποίηση κάτι που οφείλεται στη διαφορετική ανάπτυξη και σύσταση σε αποικοδομούμενες ουσίες που πρέπει να σχηματιστούν. [46]

Διεργασίες σχηματισμού ενζύμων

Τα κυριότερα ένζυμα και σύμπλοκα ενζύμων που υπάρχουν σε σιτηρό βύνη και μας ενδιαφέρουν είναι τα εξής:

- Ένζυμα αποικοδόμησης αμύλου
- Ένζυμα αποικοδόμησης ημικυτταρινών - γλυκανίων και πεντοζανών
- Ένζυμα αποικοδόμησης πρωτεϊνών
- Ένζυμα αποικοδόμησης φωσφορικών εστέρων [46]

Ένζυμα αποικοδόμησης αμύλου

1. α-αμυλάση

Σχηματίζεται κατά τη δεύτερη έως τέταρτη μέρα βλάστησης. Δημιουργούνται κυρίως δεξτρίνες και μικρές ποσότητες ολιγοσακχαριτών (μαλτοτριόζη, γλυκόζη) με την υδρόλυση αμυλόζης και αμυλοπηκτίνης.

2. β-αμυλάση

Προϋπάρχει στο ενδοσπέρμιο του σιτηρού σε μικρές ποσότητες. Απαιτείται καλός αερισμός στην αρχή της βλάστησης ο οποίος βοηθάει στο σχηματισμό της β-αμυλάσης και έτσι δημιουργούνται κυρίως μαλτόζη αλλά και μαλτοτριόζη και γλυκόζη με την υδρόλυση αμυλόζης και αμυλοπηκτίνης.

3. αμυλογλυκοζιδάση (α-γλυκοζιδάση)

Με την υδρόλυση της αμυλόζης και της αμυλοπηκτίνης δημιουργούνται μόρια γλυκόζης.

4. α-1,6 γλυκοζιδάση (πουλουλανάση)

Υδρολύει τους πλευρικούς δεσμούς της αμυλοπηκτίνης απελευθερώνοντας δεξτρίνες.

Οι αμυλάσες αποτελούν τα κύρια ένζυμα του βυνοποιημένου σιτηρού και η λειτουργία τους είναι η αποικοδόμηση του αμύλου, το οποίο είναι ένα μείγμα δύο πολυμερών, 20-25% αμυλόζης και 75-80% αμυλοπηκτίνης. [46]

Η ποσότητα αμυλασών που σχηματίζονται στη διάρκεια της βλάστησης εξαρτάται από :

- Από την ποικιλία και τις κλιματολογικές συνθήκες ανάπτυξης του σιτηρού
- Από το μέγεθος του κόκκου. Μεγάλοι κόκκοι μιας ποικιλίας σχηματίζουν περισσότερη αμυλάση.
- Από την θερμοκρασία βλάστησης. Σε χαμηλές θερμοκρασίες έχουμε σχηματισμό μεγάλων ποσοτήτων αμυλασών.
- Από το ποσοστό υγρασίας. Μεγαλύτερη περιεκτικότητα υγρασίας του κόκκου κατά την βλάστηση, μεγαλύτερη ποσότητα αμυλασών
- Από γιβεριλλινικό οξύ. Προσθήκη γιβεριλλινικού οξέως αυξάνει την δημιουργία των αμυλασών

Εκτός της α-αμυλάσης που δεν περιέχεται ακόμα στο σιτηρό όλα τα άλλα ένζυμα περιέχονται σε αυτό σε μικρές ποσότητες.

Ο σχηματισμός των ενζύμων γίνεται παράλληλα με τον αερόβιο μεταβολισμό του κόκκου. Ο καλός αερισμός της βλαστανούσας βύνης βοηθάει στην ανάπτυξη περισσότερων ενζύμων και σε λιγότερο χρόνο.

Η β-αμυλάση έχει τον μέγιστο ρυθμό μετατροπής του αμύλου σε σάκχαρα γύρω στους 62-64 °C. Η αξιολόγηση βύνης ή εκχυλίσματος βύνης γίνεται συνήθως από τον παραγωγό και όχι από τον τελικό καταναλωτή. [46][49][50][51][52]

Ένζυμα αποικοδόμησης ημικυτταρινών

Τα τοιχώματα των κυψελών του ενδοσπερμίου στα οποία περιέχονται οι κόκκοι του αμύλου αποτελούνται από ημικυτταρίνες και πρωτεΐνες. Οι ημικυτταρίνες αποτελούνται κατά κύριο λόγο από β-γλυκάνια και μικρές ποσότητες πεντοζανών. Οι πεντοζάνες είναι πολυμερή που αποτελούνται από μόρια κυρίως ξυλόζης και σε μικρότερο βαθμό από μόρια αραβινόζης. Κατά τη βλάστηση ένα μέρος τους αποικοδομείται οδηγώντας έτσι στη δράση τα ένζυμα αποικοδόμησης του αμύλου. Η παρουσία β-γλυκανίων που έχουν μεγάλο μοριακό βάρος, σε συγκέντρωση πάνω από 4% προκαλεί δυσκολίες κατά την πολτοποίηση και αύξηση του ιξώδους με συνέπεια προβλήματα στη διήθηση. [46]

Ένζυμα αποικοδόμησης πρωτεϊνών

Στον κόκκο οι αζωτούχες ενώσεις βρίσκονται κυρίως σε μορφή μεγαλομοριακών πρωτεϊνών αλβουμίνης, γλουτελίνης, κ.α. και κυρίως σε τρία σημεία αυτού:

1. στην αλευρώνη,
2. στο ενδοσπέρμιο και
3. στο έμβρυο

Κατά τη βλάστησης μέρος των πρωτεϊνών αποικοδομείται από τις πρωτεάσες. Ο σκοπός αυτής της αποικοδόμησης των πρωτεϊνών είναι:

1. η αποικοδόμηση της στηρικτικής πρωτεΐνης των τοιχωμάτων των κυψελών για να δράσουν τα αμυλολυτικά ένζυμα και
2. να δώσει αφομοιώσιμο άζωτο για τη σύνθεση νέων ιστών (ριζίδιο-βλαστίδιο)

Στο βλαστώντα κόκκο οι πρωτεάσες είναι αυτές που πραγματοποιούν την ενζυματική αποικοδόμηση των πρωτεϊνών. Η ενεργότητα τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις παραμέτρους της βλάστησης, την υγρασία του κόκκου κατά τη βλάστηση, τη θερμοκρασία, και τον αερισμό. [46]

Ένζυμα αποικοδόμησης φωσφορικών εστέρων (φωσφατάσες)

Κατά τη βλάστησης οι φωσφατάσες ελευθερώνουν φωσφορικό οξύ από οργανικούς εστέρες φωσφορικού οξέος το οποίο χρησιμοποιείται στην σύνθεση ATP. Η περιεκτικότητα σε φωσφορικά είναι γνώρισμα της ποικιλίας και έχει εξάρτηση από τη λίπανση του εδάφους. [46]

Ένζυμα του συμπλέγματος των οξειδοοξειδοκτασών

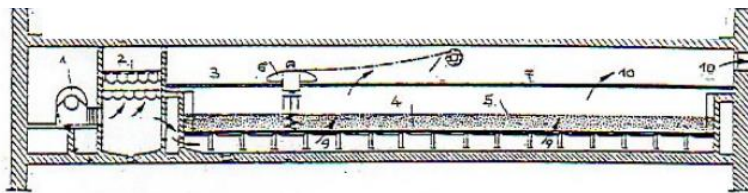
Τα ένζυμα αυτά καταλύουν αντιδράσεις οξείδωσης και αναγωγής και έχουν μεγάλη σημασία για τη βυνοποίηση-ζυθοποίηση. Με οξείδωση ουσιών της βύνης, κυρίως φαινολικών, επιδρούν στο χρώμα, στη γεύση και στην οργανοληπτική σταθερότητα της μπίρας. Τέτοια ένζυμα είναι η φαινολική οξειδάση, η καταλάση και η υπεροξειδάση. [46]

Συστήματα βλάστησης

Παλιότερα η βλάστηση συνέβαινε σε στρογγυλή ή ορθογώνια επίπεδη επιφάνεια με ειδικές πλάκες με πορώδη δομή, ώστε να απορροφάται και να διατηρείται η υγρασία στην επιφάνεια. Μετά τη διαβροχή το σιτηρό απλώνονταν πάνω στις πλάκες, με το πάχος να μην είναι μεγάλο. Ο χώρος που γίνονταν η βλάστηση συνήθως ήταν στο υπόγειο του βυνοποιείου.

Οι δυσκολίες που υπήρχαν για τα βυνοποιεία όπως η έλλειψη ειδικευμένου προσωπικού, το υψηλό κόστος λειτουργίας, οι δυσκολίες στη ρύθμιση θερμοκρασίας και υγρασίας και η μη απόλυτη εξασφάλιση αερόβιου μεταβολισμού του σπόρου οδήγησαν στην αντικατάσταση του συστήματος αυτού. Η αλλαγή αυτή ξεκίνησε από το 1880 μέσω των νέων εφευρέσεων και ανακαλύψεων και αναπτύχθηκαν πολλά συστήματα βλάστησης με αερισμό.

Απ' όλα τα συστήματα που αναπτύχθηκαν, αυτό που επικράτησε και χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα βασίζεται στο σύστημα Saladin. [46]



Εικόνα 5.3 : Σύστημα Saladin [46]

5.1.4 Ξήρανση

Είναι η διαδικασία στην οποία διακόπτεται της βλάστησης του σιτηρού και παράλληλα έρχονται σε αδράνεια τα ένζυμα και απομακρύνεται η υγρασία. Το σιτηρό που έχει μερικώς βλαστήσει, έχει ξηρανθεί και είναι πλούσιο σε ένζυμα αποτελεί τη βύνη. [46]

Σκοπός ξήρανσης

1. Η πράσινη βύνη να γίνει διατηρήσιμη και αποθηκεύσιμη.
2. Να διακοπούν και σταθεροποιηθούν οι χημικοβιολογικοί μεταβολισμοί που πραγματοποιήθηκαν κατά τη βλάστηση.
3. Η απαλλαγή από την οσμή και τη γεύση της πράσινης βύνης και η απομάκρυνση των ριζιδίων που αναπτύχθηκαν.
4. Η δημιουργία χαρακτηριστικών αρωματικών και χρωστικών ουσιών. [46][53].

Κατά την ξήρανση λαμβάνουν χώρα :

- Φυσικές μεταβολές της βύνης

Η πτώση της υγρασίας από το ποσοστό πάνω του 40% πρέπει να πέσει σε ένα ποσοστό περίπου 3-6% πρέπει να γίνει αργά με προσεκτική αφυδάτωση, αρχικά με μεγάλη ποσότητα ξηρού αέρα και χαμηλή θερμοκρασία, ώστε να μείνει σταθερός ο όγκος του κόκκου. Με υψηλές θερμοκρασίες στην αρχή, έχουμε συρρίκνωση του κόκκου, μείωση της ευθρυπτότητας και ο κόκκος θα είναι πιο σκληρός. Μια βύνη με αυτά τα χαρακτηριστικά δημιουργεί πρόβλημα στην άλεση και δίνει λιγότερο εκχύλισμα. [46]

- Βιολογικές μεταβολές της βύνης

Με θερμοκρασίες μικρότερες από 40°C και υγρασία μεγαλύτερη από 20%, στο στάδιο της προξήρανσης που το έμβryo είναι ζωντανό, ακόμα αναπτύσσεται το βλαστίδιο και το ριζίδιο. Από 40°C έως 70°C δρουν οι διάφορες ομάδες ενζύμων οι οποίες μετά την αύξησης της θερμοκρασίας, σε συνδυασμό με τη μείωση της υγρασίας αδρανοποιούνται ή/και καταστρέφονται. Όσο υψηλότερη η θερμοκρασία ξήρανσης και μεγαλύτερη η υγρασία, τόσο πιο γρήγορος ο ρυθμός καταστροφής των

ενζύμων της βύνης κατά τη ξήρανση. Αύξηση πάνω από τους 50°C, μόνο όταν η υγρασία της βύνης βρεθεί κάτω από 12%, διότι αλλιώς προκαλείται καταστροφή ενζύμων. [46]

- Χημικές μεταβολές της βύνης

Μέσω των αντιδράσεων μεταξύ αναγόντων σακχάρων και των αμινο-ενώσεων της βύνης (αντιδράσεις Maillard) κατά την ξήρανση, πραγματοποιείται σχηματισμός μελανοειδών, χαρακτηριστικών επιθυμητών οργανοληπτικών ουσιών χρώματος, γεύσης και οσμής. Σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 100°C, λαμβάνουν χώρα αντιδράσεις καραμελοποίησης (σκουρόχρωμες βύνες). Τα χαρακτηριστικά και οι προδιαγραφές της βύνης που θα παραχθεί καθορίζονται με ρύθμιση της θερμοκρασίας, αερισμού και του χρόνου ξήρανσης. [46][54][55]

Πίνακας 5.1 Βασικές διαφορές της παραγωγικής διαδικασίας ανοιχτόχρωμης βύνης τύπου Pils και σκουρόχρωμης βύνης τύπου Munich

	Ανοιχτόχρωμη βύνη τύπου Pils	Σκουρόχρωμη βύνη τύπου Munich
Περιεκτικότητα πρωτεΐνης στο κριθάρι	8,5-11%	11-13%
Υγρασία βλάστησης	42-44%	45-48%
Θερμοκρασία βλάστησης	17-18°C	22-25°C
Διαλυτοποίηση	Μικρή	Μεγάλη
Μήκος βλαστιδίου	2/3-3/4 κόκκου	3/4-4/4 κόκκου
Μήκος ριζιδίου	1,5x κόκκου	2x κόκκου
Τρόπος ξήρανσης	Γρήγορη ξήρανση και αδρανοποίηση ενζύμων, μικρή αποικοδόμηση ουσιών	Αργή ξήρανση, υγρή ατμόσφαιρα, μεγάλη ενεργότητα ενζύμων και αποικοδόμηση ουσιών
Θερμοκρασία ξήρανσης	80-85°C	105-110°C
Σχηματισμός μελανοειδών	Μικρός	Μεγάλος

5.1.5 Απώλειες κατά τη βυνοποίηση και τρόποι μείωσης

Για τα βυνοποιεία ο προσδιορισμός των απωλειών κατά τη βυνοποίηση είναι μεγάλης οικονομικής σημασίας. Οι ολικές απώλειες υπολογίζονται σε ξηρά ουσία του σιτηρού που εισέρχεται στο στάδιο της διαβροχής και την ποσότητα σε ξηρά ουσία της βύνης που εξέρχεται ως έτοιμο προϊόν. Στην αποδοτικότητα του βυνοποιείου υπολογίζονται απώλειες που οφείλονται στον προκαθαρισμό, την αποθήκευση, τον καθαρισμό και την ταξινόμηση κατά μέγεθος του σιτηρού. Απώλειες μπορεί να υπάρξουν στα στάδια της διαβροχής, της βλάστησης, της ξήρανσης και οφείλονται σε απομάκρυνση προσκολλημένων ξένων υλών, σε εκχύλιση ουσιών, σε απώλειες αναπνοής και στην απομάκρυνση ριζιδίων. Οι απώλειες κατά τη διαβροχή υπολογίζονται από την ποσότητα των υγρών της διαβροχής και την περιεκτικότητά τους σε εκχύλισμα. Οι απώλειες της αναπνοής κατά τη βυνοποίηση, τη διαβροχή, τη βλάστηση και τη ξήρανση υπολογίζονται από τη διαφορά των ολικών απωλειών και των απωλειών διαβροχής και των ριζιδίων.

Οι απώλειες της βυνοποίησης μπορεί να υπολογιστούν και μέσω της σύγκρισης του ΒΧΚ του σιτηρού και της βύνης του. Υπό κατάλληλες συνθήκες η μέθοδος αυτή είναι πιο αξιόπιστη σε σχέση με τον υπολογισμό των απωλειών μέσω του ΕΒ του σιτηρού και της βύνης του, αφού η μεταβολή των όγκων τους δεν γίνεται όπως τα βάρη τους. Μερικά από τα μέτρα που μπορούν να παρθούν για τον περιορισμό των απωλειών είναι η μείωση χρόνου βλάστησης, της θερμοκρασίας, της υγρασίας, του βλαστανόντος σπόρου, της χρησιμοποίησης συστήματος βλάστησης με επαναδιαβροχή και χρησιμοποίησης CO₂ στον αέρα βλάστησης. Υπερβολική μείωση των απωλειών της βυνοποίησης έχει ως αποτέλεσμα μειονεκτήματα στην ποιότητα της βύνης και ιδιαίτερα στο βαθμό διαλυτοποίησής της. [46]

Πίνακας 5.2 Απώλειες κατά τη βυνοποίηση

	Ανοιχτόχρωμη βύνη	Σκουρόχρωμη βύνη
Απώλεια διαβροχής	1,0%	1,0%
Απώλεια αναπνοής	5,8%	7,5%
Απώλεια ριζιδίων	3,7%	4,5%
Ολική απώλεια σε ξηρά ουσία	10,5%	13,0%

5.2 ΣΤΑΔΙΑ ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ

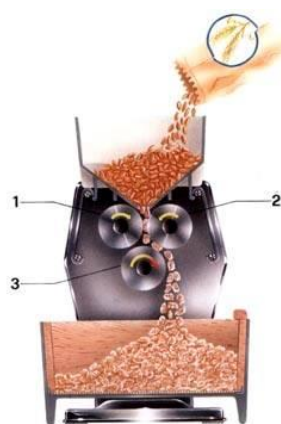
Η ζυθοποίηση είναι το δεύτερο στάδιο στην δημιουργία μιας ποιοτικής μπίρας. Η βύνη που έχει παραχθεί στο προηγούμενο στάδιο μέσω των σταδίων που θα περάσει θα μας δώσει το τελικό προϊόν. Τα στάδια αυτά είναι τα εξής:

1. Άλεση.
2. Πολτοποίηση.
3. Διαύγαση - Διήθηση και έκπλυση βυνοϋπολειμμάτων.
4. Βρασμός.
5. Απομάκρυνση θερμού ιζήματος.
6. Ψύξη – Οξυγόνωση – Απομάκρυνση ψυχρού ιζήματος.
7. Ζύμωση.
8. Ωρίμανση.
9. Σταθεροποίηση – Διήθηση μέσω φιλτραρίσματος.
10. Εμφιάλωση/Εμβαρέλωση

5.2.1 Άλεση

Η διαδικασία αυτή συμβαίνει ώστε να υπάρξει αύξηση της επιφάνεια της βύνης και να υπάρχει πρόσβαση και να δράσουν τα ένζυμα, ώστε να γίνει η εκχύλιση και αποικοδόμηση των ουσιών που περιέχονται σε αυτή. [10][46][53][56][57]

Ο βαθμός της άλεσης εξαρτάται από την ευθρυπτότητα της βύνης και επιδιώκεται η παραμονή των λεπύρων, καθώς βοηθούν στην διήθηση δημιουργώντας μια βοηθητική στοιβάδα φιλτραρίσματος, ενώ μεγάλη άλεση στα λέπυρα προκαλεί εκχύλιση πολυφαινολών και χρωστικών, που προκαλούν προβλήματα στον οργανοληπτικό χαρακτήρα της μπίρας. [10][46][53][56][57]



Εικόνα 5.4 : Μύλος με 3 κυλίνδρους [64]

5.2.2 Πολτοποίηση

Με την πολτοποίηση οι αδιάλυτες ουσίες της βύνης μετατρέπονται σε διαλυτές. Οι περισσότερες από αυτές τις ουσίες που βρίσκονται στη βύνη είναι αδιάλυτες και μέσω της διαδικασίας αυτής, μετατρέπονται στο γλεύκος μέσω της δράσης των ενζύμων. Η δραστηριότητα και κατ' επέκταση και ο βαθμός αποικοδόμησης ουσιών επηρεάζεται από τα παρακάτω:

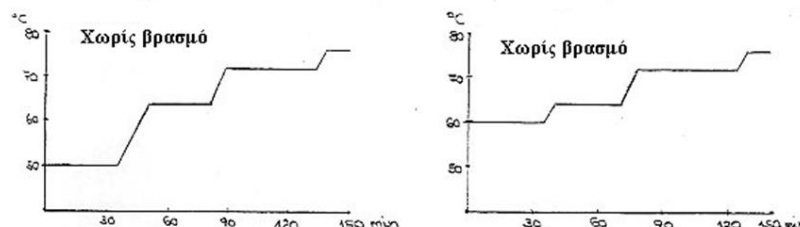
- θερμοκρασία,
- pH
- χρόνο
- αναλογία βύνης με νερό

Τα προϊόντα της αποικοδόμησης και ιδιαίτερα το ζυμώσιμο και το μη ζυμώσιμο εκχύλισμα, λειτουργούν σαν υπόστρωμα για την ανάπτυξη των ζυμών και χρησιμοποιούνται για να δώσουν ιδιαίτερο χαρακτήρα στη μπίρα που θα παραχθεί. Η αποικοδόμηση και η εκχύλιση των ουσιών αυτών αν γίνει χωρίς όρια μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην ποιότητα της μπίρας που θα παραχθεί.

Τα ένζυμα που μας ενδιαφέρουν κυρίως είναι τα ένζυμα που αποικοδομούν το άμυλο, δηλαδή : α-αμυλάση, β-αμυλάση, αμυλογλυκοζιδάση, α-1,6 γλυκοζιδάση [10][46][74][58]

Συστήματα πολτοποίησης

1) Συστήματα πολτοποίησης χωρίς βρασμό

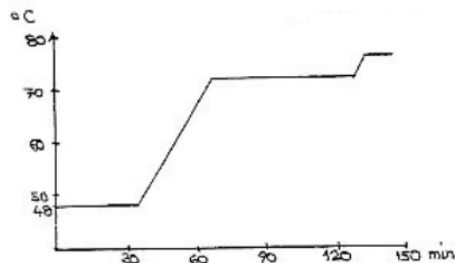


Εικόνα 5.5 : Διαγράμματα συστημάτων πολτοποίησης χωρίς βρασμό [46]

Αύξηση θερμοκρασίας σταδιακά και παραμονή στις βέλτιστες θερμοκρασίες των ενζύμων για ορισμένο χρόνο. [10]

Ειδικά συστήματα πολτοποίησης

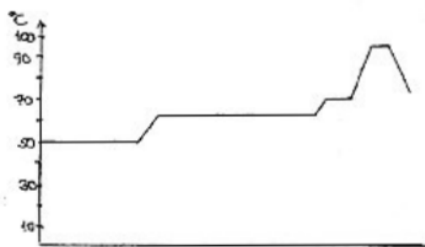
- 1) Σύστημα υπερπήδησης του χρόνου παραμονής στους 62°C



Εικόνα 5.6 : Διάγραμμα συστήματος υπερπήδησης του χρόνου παραμονής στους 62°C [46]

Λαμβάνεται βυνογλεύκος με χαμηλό ζυμώσιμο εκχύλισμα και είναι κατάλληλο για μπίρες με χαμηλό αλκοολ [46]

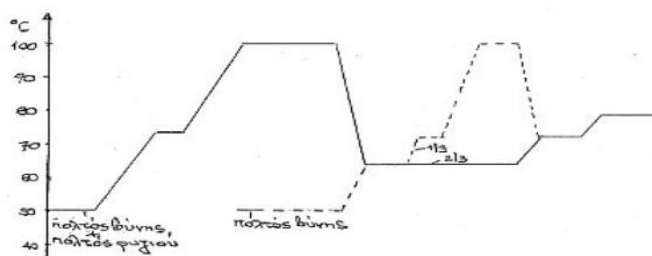
- 2) Σύστημα πολτοποίησης με μεγάλο χρόνο παραγωγής στους 62°C



Εικόνα 5.7 : Διάγραμμα συστήματος πολτοποίησης με μεγάλο χρόνο παραμονής στους 62° [46]

Λαμβάνεται βυνογλεύκος με υψηλό ζυμώσιμο εκχύλισμα, κατάλληλο για μπίρες με υψηλό βαθμό ζύμωσης [46]

- 3) Σύστημα πολτοποίησης αβυνοποίητων σιτηρών



Εικόνα 5.8: Διάγραμμα συστήματος πολτοποίησης για αβυνοποίητα σιτηρά [46]

Μειώνει το κόστος παραγωγής και είναι κατάλληλο για αβυνοποίητα σιτηρά γενικά [46]

Σκοπός πολτοποίησης

Να παραχθεί ένα ζυθογλεύκος του οποίου η σύσταση θα βοηθήσει την διαδικασία παραγωγής, δημιουργώντας τις κατάλληλες προϋποθέσεις για την παραγωγή του επιθυμητού τύπου μπίρας. [46]

Σκοπός αποικοδόμησης πρωτεϊνών του κριθαριού

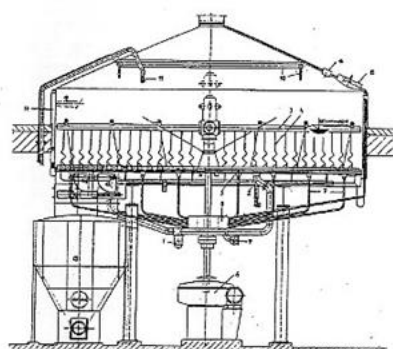
- Αποικοδόμηση κυτταρικών τοιχωμάτων του ενδοσπερμίου του κόκκου προκειμένου να δράσουν τα αμυλολυτικά ένζυμα
- Παραλαβή μεγαλομοριακών αζωτούχων ενώσεις με θετικό ρόλο στον αφρό της μπίρας
- Αποικοδόμηση μεγαλομοριακών αζωτούχων ενώσεων που προκαλούν θολώματα στη μπίρα
- Προσφορά αφομοιώσιμου αζώτου (αμινοξέα), για καλή πορεία στη ζύμωση. [46]

5.2.3 Διαύγαση - Διήθηση και έκπλυση βυνουπολοιμάτων

Ο πολτός πλέον, αποτελείται από διαλυτές και αδιάλυτες ουσίες, το βυνογλεύκος και τα βυνοϋπολείμματα. Τα βυνοϋπολείμματα, αποτελούνται κατά κύριο λόγο από λέπυρα, το βλαστίδιο και ουσίες που δεν αποικοδομούνται στην πολτοποίηση.

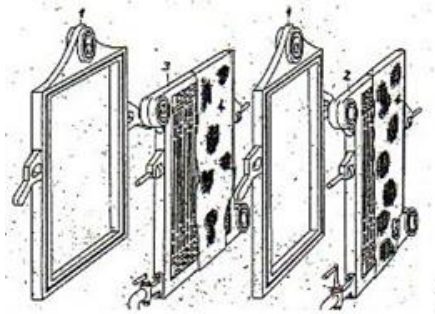
Ο διαχωρισμός βυνογλεύκους - βυνοϋπολείμματα πραγματοποιείται :

- με δοχείο με ψευδοπυθμένα (lauter) [46]



Εικόνα 5.9: Δοχείο Läuter [46]

- με φιλτρόπρεσσες/φίλτρα πλακών [46]



Εικόνα 5.10 : Φίλτρα πλακών [46]

5.2.4 Βρασμός

Γίνεται συνήθως στους 100°C για 60 με 90 λεπτά και πρέπει να είναι έντονος με κοχλασμό. Στο στάδιο αυτό επιτυγχάνονται τα εξής:

- η καταστροφή όλων των ενζύμων και η αποστείρωση του ζυθογλεύκου
- ο σχηματισμός και η απομάκρυνση πρωτεϊνών και συμπλόκων πρωτεϊνών πολυφαινολικών ενώσεων, υπό μορφή κροκιδωμάτων
- ο σχηματισμός χρωστικών (μελανοειδίνες), ως προϊόντα κυρίως της αντίδρασης Maillard
- η απομάκρυνση μη επιθυμητών ουσιών, μέσω της εξάτμισης, όπως διμεθυλοσουλφίδιο (DMS)
- η εξάτμιση του νερού και η συμπύκνωση του αραιού βυνογλεύκου
- η ρύθμιση της επιθυμητής αρχικής πυκνότητας του ζυθογλεύκου
- η μετατροπή των ουσιών του λυκίσκου, σε περίπτωση που αυτός προστεθεί σε αυτό το στάδιο [10][46]

Σε περίπτωση που γίνει προσθήκη λυκίσκου στο βρασμό, τα πικρικά οξέα μετατρέπονται στα ισομερή τους, ισο α οξέα με αύξηση της διαλυτότητάς τους. [10]

Οι πικρικές ποικιλίες λυκίσκου προστίθενται στον βρασμό στα πρώτα λεπτά προκειμένου να αυξηθεί ο συντελεστής αξιοποίησης των α οξέων, ενώ οι αρωματικές ποικιλίες προστίθενται προς το τέλος, ώστε οι απώλειες των αρωματικών ενώσεων να είναι μικρότερες. [10][46]

Τα α-πικρικά και β-πικρικά οξέα, τα οποία έχουν μικρή διαλυτότητα στο κρύο βυνογλεύκος, είναι αυτά που προσδίδουν στη μπίρα τη λεπτή, χαρακτηριστική, ευχάριστη πικράδα. Αξία στη ζυθοποίηση έχουν κυρίως τα α-οξέα. Σε συνδυασμό με αυτές τις ουσίες, τα αιθέρια έλαια, είναι αυτά που ευθύνονται για τον αρωματικό οργανοληπτικό χαρακτήρα. [10]

5.2.5 Απομάκρυνση θερμού ιζήματος

Αφού τελειώσει ο βρασμός, τα κροκιδώματα του θερμού ιζήματος απομακρύνονται ώστε να μη αλλάξει η δομή και να μην υπάρξει μείωση της θερμοκρασίας, και άρα να αυξηθεί το ιξώδες του ζυθογλεύκου. [10]

Μέθοδοι απομάκρυνσης θερμού ιζήματος

- Φυγοκέντρωση με Φυγόκεντρο, Dekanther ή Whirlpool. [10]

5.2.6 Ψύξη - Οξυγόνωση - Απομάκρυνση ψυχρού ιζήματος

Αμέσως μετά και αφού έχει απομακρυνθεί το θερμό ίζημα, ακολουθεί ψύξη και το ζυθογλεύκος οξυγονώνεται. Με την ψύξη επιτυγχάνονται τα εξής:

- Η θερμοκρασία ρυθμίζεται ώστε να ξεκινήσει ζύμωσης.
- Κορεσμός του ζυθογλεύκου με οξυγόνο.
- Απομακρύνεται το ψυχρό ίζημα.

Το ψυχρό ίζημα μπορεί να απομακρυνθεί :

- με φίλτρα
- με επίπλευση [10]

5.2.7 Ζύμωση

Είναι η διαδικασία κατά την οποία το ζυθογλεύκος μετατρέπεται σε μπίρα. Αυτό συμβαίνει με τη βοήθεια των ζυμών, οι οποίες μετατρέπουν το ζυμώσιμο εκχύλισμα σε αλκοόλη και CO₂. Στο στάδιο αυτό δημιουργούνται τα δευτερεύοντα προϊόντα του μεταβολισμού της ζύμης, επιθυμητά και μη, τα οποία επιδρούν σημαντικά στον οργανοληπτικό χαρακτήρα της μπίρας και επηρεάζουν ξεχωριστά ή σε συνδυασμό, το άρωμα, τη γεύση και άλλα ποιοτικά κριτήρια της μπίρας. Τα βασικά δευτερεύοντα προϊόντα είναι οι εστέρες, οι ανώτερες αλκοόλες, οι αλδεΐδες, το διακετύλιο, οι θειούχες ενώσεις κ.α.

Το στέλεχος της ζύμης και οι συνθήκες ζύμωσης επηρεάζουν τον οργανοληπτικό χαρακτήρα της μπίρας, οπότε θα πρέπει να γίνεται προσεκτική επιλογή. Επιπλέον θα πρέπει η κατάσταση της υγείας της ζύμης να είναι καλή, θα πρέπει να γίνεται σωστός αερισμός του ζυθογλεύκου και φυσικά συνεχής έλεγχος των παραμέτρων της ζύμωσης. [10]

5.2.8 Ωρίμανση

Το στάδιο αυτό πραγματοποιείται χωρίς να έχουν απομακρυνθεί όλες οι ζύμες και συμβαίνει η πλήρης ζύμωση του εναπομείναντος ζυμώσιμου εκχυλίσματος και φυσικός κορεσμός της μπίρας με CO₂. Ακόμη λαμβάνει χώρα ο σχηματισμός των επιθυμητών ενώσεων, η αποικοδόμηση των μη επιθυμητών, η γεύση της μπίρας εμπλουτίζεται και προκαλείται φυσική σταθεροποίησή της. [10]

5.2.9 Σταθεροποίηση - Διήθηση μέσω φιλτραρίσματος

Είναι ένα στάδιο κατά το οποίο απομακρύνονται θολώματα, βιολογικά και μη, τα οποία δημιουργούνται λόγω συσσωμάτωσης κολλοειδών. Διακρίνουμε το ψυχρό και το μόνιμο θόλωμα της μπίρας. Το ψυχρό θόλωμα μετατρέπεται με το χρόνο σε μόνιμο θόλωμα. Για να αποφευχθεί αυτό, θα πρέπει να απομακρυνθούν μερικώς ή εντελώς τα δύο κύρια συστατικά του (πρωτεϊνικά – φαινολικά) ή να αποφευχθούν οι παράγοντες οι οποίοι ευνοούν τον σχηματισμό. [10]

5.2.10 Εμφιάλωση/Εμβαρέλωση

Είναι η τελική διαδικασία κατά την οποία το προϊόν τοποθετείται σε φιάλες ή βαρέλια. Η διαδικασία γίνεται υπό πίεση προκειμένου να μην χαθεί το CO₂, καθώς αυτό οδηγεί σε αφρισμό της μπίρας. [46]

5.2.11 Οργανοληπτικός έλεγχος μπίρας

Η ανάλυση της μπίρας ολοκληρώνεται με φυσικοχημικές αναλύσεις και οργανοληπτική δοκιμασία. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της μπίρας προσδίδονται από τις πρώτες ύλες και τη διαδικασία παραγωγής. Μεγάλο πλήθος των πτητικών ενώσεων που υπάρχουν στην μπίρα, βιοσυντίθεται κατά τα στάδια της ζύμωσης και της ωρίμανσης. Ο οργανοληπτικός χαρακτήρας της μπίρας καθορίζεται από τη συγκέντρωση των ενώσεων αυτών, καθώς και από την αλληλεπίδρασή τους με τις άλλες ενώσεις. [10]

5.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

5.3.1 Μηχανικές αναλύσεις

Εκατολιτρικό βάρος σιτηρών και βύνης (EB)

Αποτελεί ποιοτική προδιαγραφή του σιτηρού που πρόκειται να βυνοποιηθεί και πραγματοποιείται για να προσδιοριστεί η απόδοση. Στην Ευρώπη εκφράζεται σε κιλά 100 λίτρων σιτηρού και στην Αμερική μετριέται σε λίμπρες ανά μπούσελ (1 μπούσελ=35,23907 λίτρα).[41][42][43][44]

Επηρεάζεται από το βάρος του κόκκου, το μέγεθος, το σχήμα καθώς και από τα λέπυρα. Ακόμα μπορεί να το επηρεάσει και η πυκνότητα των κόκκων και η υγρασία τους.

Όσο μεγαλύτερο εκατολιτρικό βάρος έχουν οι κόκκοι, τόσο μεγαλύτερη η εκχυλισματική απόδοση της βύνης και η ποσότητα της ξηράς ουσίας. [45]

Η μέτρηση γίνεται με αναγωγή σε ξηρά ουσία (DS dry solids) και τα δείγματα πρέπει να είναι καθαρά χωρίς ξένες ύλες. Σε ό,τι αφορά την βύνη, το εκατολιτρικό βάρος προσφέρει μια εικόνα του όγκου της και βοηθάει στο να εκτιμηθεί ο βαθμός της διαλυτοποίησης και της ευθρυπτότητάς της. [46]

Πίνακας 5.3 Ενδεικτικές τιμές για το εκατολιτρικό βάρος [4]

ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΟ	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΒ ΣΕ ΞΗΡΑ ΟΥΣΙΑ (kg/hL)
Σιτάρι	Άριστη ποιότητα: >82 1η ποιότητα: >78 2η ποιότητα: >76 Ελληνικό: 74 -78
Κριθάρι	66 -75
Βύνη κριθαριού	47 -60

Βάρος χιλίων κόκκων σιτηρών και βύνης (BΧΚ)

Η μέτρηση αυτή προσφέρει μια καλύτερη εικόνα της βυνοποιητικής αξίας του σιτηρού σε σχέση με την αντίστοιχη του εκατολιτρικού βάρους. Το μέγεθος και η πυκνότητα των κόκκων επηρεάζουν στενά το ΒΧΚ.

Όσο αυξάνεται, τόσο πιο μεγάλοι και γεμάτοι είναι οι κόκκοι κατά συνέπεια μεγαλώνει και η εκχυλισματική απόδοση της βύνης που θα παραχθεί. Η μέτρηση

πρέπει να γίνεται με αναγωγή σε ξηρά ουσία (DS) και τα δείγματα να είναι καθαρά χωρίς ξένες ύλες.

Το ΒΧΚ χρησιμοποιείται για να ελεγχθεί η πιστότητα ενός δείγματος καθώς αποτελεί γνώρισμα της ποικιλίας. Επιπλέον μέσω της συσχέτισης του ΒΧΚ της βύνης σε ξηρά ουσία μπορεί να υπολογιστεί η απώλεια στη βυνοποίηση. [46]

Πίνακας 5.4 Ενδεικτικές τιμές για το βάρος χιλίων κόκκων [4]

ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΟ	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΒΧΚ ΣΕ ΞΗΡΗ ΟΥΣΙΑ (g)
Σιτάρι	35 -54
Κριθάρι	30 -42
Βύνη κριθαριού	25 -35

Ταξινόμηση κατά μέγεθος σιτηρών (πάχος κόκκων)

Αποτελεί μια ανάλυση σημαντική για την αξιολόγηση του σιτηρού. Αν η πρώτη ύλη πλήρη τις σωστές προδιαγραφές σχετικά με την ταξινόμηση κατά μέγεθος η βύνη που θα παραχθεί θα είναι ομοιογενής, επειδή η προσρόφηση του νερού κατά την διαβροχή και η βλάστηση θα έχει γίνει ομοιόμορφα.

Η ταξινόμηση του σιτηρού ως προς το μέγεθος του κόκκου χωρίζεται σε 3 κατηγορίες όπως φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα 5.5.

Πίνακας 5.5 Ταξινόμηση του δημητριακού ανάλογα με το μέγεθος του κόκκου στις αντίστοιχες κατηγορίες και ενδεικτικά ποσοστά αποδοχής για βυνοποίηση

Μέγεθος κόκκων στο κόσκινο (Μέγεθος οπής)	Ποσοστό αποδοχής για βυνοποίηση		Κατηγορία	Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (κριθάρι)
≥2,8 mm	>50%	>85%	I	10,7%
≥2,5 mm	>35%			
≥2,2 mm			II	11,3%
<2,2 mm			III	12,9%

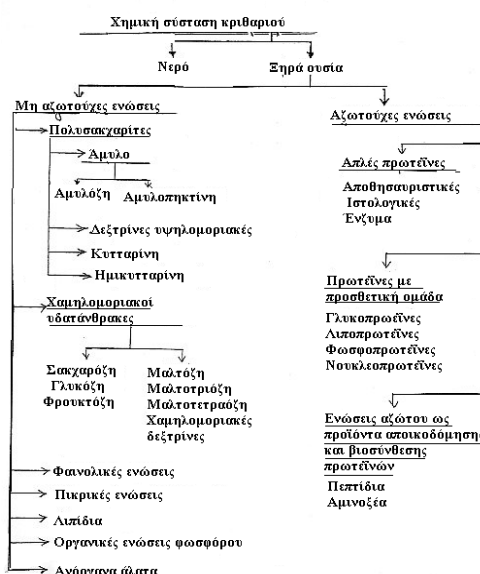
Όσο αυξάνεται το ποσοστό της κατηγορίας I, τόσο υψηλότερη είναι η εκχυλισματική απόδοση της βύνης που θα παραχθεί. Οι κόκκοι με μέγεθος κάτω των 2,2 χιλιοστών χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή.

Για να γίνει αποδεκτό το σιτάρι ή το κριθάρι για βυνοποίηση πρέπει το ποσοστό της 1ης κατηγορίας να είναι μεγαλύτερο από 85%, αφού θεωρούνται αποδεκτές τιμές 50% και 35% για τους κόκκους μεγέθους μεγαλύτερου ή ίσου των 2,8 και 2,5 χιλιοστών όπως φαίνονται στον Πίνακα 5.5. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη αυξάνεται αναλόγως με την κατηγορία των κόκκων.

Η ταξινόμηση στη βύνη γίνεται όπως και στα σιτηρά και μας δίνει μια εικόνα για την ομοιογένεια του κόκκου από την οποία έχει παραχθεί. Το ποσοστό υγρασίας της βύνης αυξανόμενο ανεβάζει και το μέγεθος του κόκκου καθώς είναι πιο γεμάτος. Μετά την βυνοποίηση είναι λογικό, λόγω της αύξησης του όγκου του κόκκου, να βελτιώνεται το αποτέλεσμα της ταξινόμησης. [46]

Ποιότητα ενδοσπέρμιου και προσδιορισμός υαλώδων κόκκων σιτηρών

Στη ζυθοποίηση αποφεύγονται τα σιτηρά με μεγάλο ποσοστό υαλώδων κόκκων, καθώς κατά την διαβροχή προσλαμβάνουν δυσκολότερα την υγρασία, διαλυτοποιούνται δυσκολότερα στη βλάστηση και η βύνη θα προκαλέσει δυσκολίες σε επόμενα στάδια. Ο υπολογισμός των υαλώδων από τους αλευρώδεις κόκκους προσδιορίζεται τεμαχίζοντας τους κόκκους κατά μήκος και παρατηρώντας τους σε στερεοσκόπιο.



Εικόνα 5.11 : Χημική σύσταση κριθαριού [46]

Το υαλώδες το κόκκου οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνη. Κατά κύριο λόγο, τα υψηλά επίπεδα πρωτεΐνης στο κόκκο οφείλονται σε χρήση μεγάλων ποσοτήτων αζωτούχων λιπασμάτων αλλά και σε αντίξοες συνθήκες κατά την καλλιέργεια που οδηγούν σε πρόωρη ωρίμανση. [46][47]

Στην αλευρώδη μορφή του κόκκου διακρίνονται κενά τα οποία περιέχουν συνήθως αέρα, κάτι που κάνει τους κόκκους αμύλου να διακρίνονται εύκολα. Κάτι το οποίο δεν συμβαίνει στους υαλώδεις κόκκους όπου τα κενά καλύπτονται από

πρωτεΐνες. Η διαφορά μπορεί να γίνει και με την ανάκλαση φωτός, καθώς στην πρώτη περίπτωση αυτό θα ανακλάται ακανόνιστα και διαχέεται, ενώ στη δεύτερη θα ανακλάται ομοιόμορφα. [46]

Τεμαχισμός κόκκου

Με διαμήκη τομή του κόκκου της βύνης και παρατήρηση των επιφανειών δίνεται μια αντικειμενική εικόνα για την ομαλότητα της διαλυτοποίησης, αποκαλύπτεται με τον τρόπο αυτό και το μεγαλύτερο μειονέκτημα μιας βύνης για ζυθοποίηση, δηλαδή το ποσοστό σε υαλώδης κόκκους.

Κατά την βλάστηση, η διαλυτοποίηση προχωράει από το έμβρυο προς την κορυφή του κόκκου, αλλά και από τη στοιβάδα της αλευρώνης προς το εσωτερικό. Για να ενεργοποιηθεί η διαλυτοποίηση και ο σχηματισμός ενζύμων στην αλευρώνη, πρέπει να φτάσουν σε αυτή οι γιβεριλλίνες.

Αν κατά τον τεμαχισμό το εσωτερικό του κόκκου είναι λευκό και αλευρώδες η βύνη έχει εύθρυπτη δομή και η διαλυτοποίηση της είναι καλή. Αντίθετα αν το εσωτερικό είναι κιτρινωπό, διάφανο και υαλώδες η βύνη έχει σκληρή δομή και κακή διαλυτοποίηση. [46]

Μέτρηση ευθρυπτότητας

Μέσω της ευθρυπτότητας μετριέται η σκληρότητα του κόκκου της βύνης. Μια εύθρυπτη βύνη, η οποία έχει παραχθεί από σιτηρό που έχει βλαστήσει ομοιόμορφα, δίνει κατά την πολτοποίηση το εκχύλισμα γρήγορα και ολοκληρωμένα, δηλαδή με μεγάλη απόδοση και με μικρό χρόνο πολτοποίησης. Όταν το ζυθογλεύκος παράγεται με αυτόν τον τρόπο δεν παρουσιάζονται προβλήματα στη ζύμωση και επομένως ακόμα και σε χαμηλές θερμοκρασίες ωρίμανσης λαμβάνεται μια μπίρα με ολοκληρωμένη γεύση, μεγάλη σταθερότητα στο χρόνο και σταθερότητα στον αφρό.

Χαμηλή θερμοκρασία με μεγάλες ποσότητες αέρα κατά την προξήρανση της πράσινης βύνης επηρεάζουν θετικά την ευθρυπτότητα της βύνης. Αντίθετα μέσω της γρήγορης αύξησης της θερμοκρασίας κατά τη ξήρανση η βύνη οδηγείται στην καταστροφή της εύθρυπτης δομής της και των ενζύμων της. [46]

5.3.2 Χημικοτεχνικές αναλύσεις

Προσδιορισμός υγρασίας σιτηρών και βύνης

Η υγρασία αποτελεί έναν από τους βασικούς παράγοντες ως προς την εκτίμηση της δυνατότητας αποθήκευσης του σιτηρού, έχει σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό των αποτελεσμάτων αναλύσεων επί ξηράς ουσίας αλλά και στον υπολογισμό του συντελεστή απόδοσης της βυνοποίησης.

Όσο υψηλότερη η περιεκτικότητα σε υγρασία τόσο πιο γρήγορα αλλοιώνεται. Υπερβολική υγρασία στον κόκκο οδηγεί σε ανάπτυξη επιμολύνσεων και έναρξη

φυσικοχημικών διεργασιών, κάτι που καθιστά την αποθήκευση και την επεξεργασία του αδύνατη.

Υγρασία μεγαλύτερη από 14% πριν την αποθήκευση συνεπάγεται πως αυτή θα πρέπει να μειωθεί με ξήρανση.

Η βύνη που έχει αλεστεί δεν πρέπει να μένει πολύ στο περιβάλλον, επειδή έχει χαμηλή υγρασία, προσροφά νερό εύκολα και δίνει λανθασμένα αποτελέσματα. Το ποσοστό υγρασίας μιας ανοιχτόχρωμης βύνης που έχει μόλις ξηρανθεί είναι 3.0%-3.5%, ενώ μιας σκουρόχρωμης, που έχει ξηρανθεί περισσότερο, είναι 2.0%-2.8%. Και για τις δύο η υγρασία με την αποθήκευση μπορεί να αυξηθεί κατά 0.5%-1.0%. [46][48]

Βλαστική ικανότητα σιτηρών (ζώντες κόκκοι) [B.I]

Η βλάστηση είναι το κυριότερο χαρακτηριστικό αξιολόγησης για να κριθεί ένα σιτηρό ικανό να βυνοποιηθεί, επειδή μόνο με τη βλάστηση δημιουργούνται τα υδρολυτικά ένζυμα και είναι δυνατή μια διαλυτοποίηση των ουσιών του κόκκου. Οι κόκκοι που δεν μπορούν να βλαστήσουν δεν θα βυνοποιηθούν ποτέ.

Βύνη η οποία αποτελείται από μεγάλο ποσοστό κόκκων που δεν βλάστησαν θα δώσει ζυθογλεύκος το οποίο θα έχει μικρό ποσοστό αφομοιώσιμου σακχάρων και αζώτου, χαμηλό τελικό βαθμό ζύμωσης και μίρα κακής ποιότητας, ενώ κατά την διαδικασία της παραγωγής εμφανίζονται μεγάλα προβλήματα.

Όταν η B.I είναι <95%, το σιτάρι δε θα δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα κατά τη βυνοποίηση και πρέπει να απορριφθεί. [46]

Βλαστική ενεργότητα σιτηρών (μετά από 3 και 5 μέρες) [B.E]

Δίνει μια εικόνα της ωριμότητας βλάστησης του σιτηρού σε ορισμένο χρόνο και σε συγκεκριμένες συνθήκες (υγρασία, θερμοκρασία, οξυγόνο).

Όταν η B.E αφού πέρασαν 3 μέρες είναι 95%, η ομοιομορφία της βλάστησης θα είναι πολύ καλή.

Όταν η B.E αφού πέρασαν 3 μέρες είναι 90% και μετά από 5 μέρες 95%, τότε η βλάστηση θεωρείται ικανοποιητική. [46]

Περιεκτικότητα λεπύρων στα σιτηρά

Τα λέπυρα των σιτηρών σαν κύριο συστατικό έχουν την κυτταρίνη, που κατά τις διεργασίες για την παραγωγή βύνης και ζύθου δεν αποικοδομείται. Σιτηρά με υψηλό ποσοστό σε λέπυρα έχουν μικρή εκχυλισματική απόδοση και η εκχύλιση των πολυφαινολικών ενώσεων δεν επιδρά θετικά σε γεύση και χρώμα στις ανοιχτόχρωμες μπίρες.

Μεγάλο ποσοστό λεπύρων δείχνει ότι το σιτάρι έχει μειωμένη εκχυλισματική απόδοση. Κυμαίνεται μεταξύ 7- 13%. [46]

Προσδιορισμός αζώτου/πρωτεϊνών σιτηρών και βύνης

Οι πρωτεΐνες οι οποίες περιέχονται στον κόκκο είναι ένα στοιχείο το οποίο είναι απαραίτητο κατά τη βλάστηση. Η περιεκτικότητα εξαρτάται από το είδος (οικογένεια, υποοικογένεια) του σιτηρού, το γένος και τις καλλιεργητικές τεχνικές (καιρός, υγρασία, λίπανση).

Οι πρωτεΐνες που περιέχονται στους κόκκους του δημητριακού που θα βυνοποιηθεί και στη συνέχεια θα λάβει μέρος στη ζυθοποίηση είτε παραμένουν αυτούσιες μετά το πέρας των διεργασιών, εκχυλισμένες ή μη σε βυνογλεύκος ή ζυθογλεύκος, είτε αποικοδομούνται προς παραγωγή άλλων ουσιών. Η παρουσία τους, οι προϊόντα αυτών ή ουσιών που προκύπτουν έπειτα από τη ζύμωση με την χρήση των κομματιών από τους ζυμομύκητες, έχουν σημαντική επίδραση στη γεύση και στο σώμα της μπίρας.

Η πρωτεΐνη στη βύνη μπορεί να είναι είτε διαλυτή είτε μη διαλυτή. Στο βυνογλεύκος το σύστημα που θα ακολουθηθεί κατά την πολτοποίηση θα καθορίσει την περιεκτικότητα και τη σύσταση προϊόντων αποικοδόμησης της πρωτεΐνης. Όσον αφορά το ζυθογλεύκος, η πρωτεΐνη στο στάδιο αυτό υφίσταται μερική απομάκρυνση μέσω του βρασμού ως κροκιδούμενο ίζημα το μέγεθος και η σύσταση του οποίου εξαρτάται από την θερμοκρασία, το pH και τις πολυφαινολικές ενώσεις.

Στους πίνακες που ακολουθούν φαίνεται ενδεικτικά η σύσταση σε οργανικές αζωτούχες ενώσεις μιας τυπικής μπίρας lager (Πίνακας 5.6) και ως προς το μέγεθος της και την ειδική χρήση της στη μπίρα (Πίνακας 5.7).

Πίνακας 5.6 Οργανικές αζωτούχες ενώσεις στη μπίρα

Κατηγορία	Συγκέντρωση κατά προσέγγιση (mg N/100ml μπίρας)
Ολικό άζωτο	74
Χαμηλομοριακό άζωτο	20
Άζωτο ελεύθερων α-αμινοξέων	15

Πίνακας 5.7 Η πρωτεΐνη στην μπίρα

Μέγεθος πρωτεΐνης	Είδος-Χρήση στη μπίρα
MB<200	Αμινοξέα
200≤MB<120000	Πεπτίδια, ολιγοπεπτίδια, Πολυπεπτίδια
MB>12000	Γνήσιες πρωτεΐνες
12000≤MB≤60000	Συμμετοχή στο σχηματισμό του αφρού
MB>60000	Συμμετοχή στη διατηρησιμότητα του αφρού και στο σχηματισμό θολώματος

Ο κόκκος του σιταριού περιέχει περισσότερη πρωτεΐνη από τον κόκκο του κριθαριού, το ίδιο συμβαίνει αντίστοιχα και με τις βύνες τους. Επομένως η σταρένια μπίρα θα έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και θα διαφέρει ως προς την εμφάνιση (πιο θολή) και ως προς την γεύση (περισσότερο σώμα). [46]

Δυνατότητας διόγκωσης του σιταριού κατά την διαβροχή

Ο δείκτης αυτός μας δίνει το ποσοστό νερού που μπορεί να απορροφήσει το σιτηρό κατά τη διαβροχή. Εξαρτάται από το είδος, την ποικιλία του σιτηρού, το μέγεθος των κόκκων και την φυσιολογική του κατάσταση.

Μεγάλη δυνατότητα διόγκωσης σημαίνει πως η βύνη που θα παραχθεί θα είναι πλούσια σε ένζυμα και με υψηλή ευθρυπτότητα.

Όταν η δυνατότητα διόγκωσης είναι:

- >48%, το δημητριακό είναι πολύ καλό για βυνοποίηση
- από 45% έως 48%, το δημητριακό είναι καλό για βυνοποίηση
- από 42% έως 45%, το δημητριακό είναι ικανοποιητικό για βυνοποίηση
- <42%, το δημητριακό είναι ακατάλληλο για βυνοποίηση

Ενδεικτικά το ποσοστό υγρασίας του κριθαριού μετά την διαβροχή για ανοιχτόχρωμη και σκουρόχρωμη βύνη πρέπει να είναι από 40% έως 43% και 45% έως 48% αντίστοιχα.

Η ενεργητικότητα των ενζύμων του κόκκου κατά την βλάστηση εξαρτάται σημαντικά από το ποσοστό υγρασίας. Μια αύξηση 4% στην υγρασία κατά τη βλάστηση αυξάνει τον μεταβολισμό του κόκκου κατά 80 φορές, συγκριτικά με την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 12°C που αυξάνει το μεταβολισμό κατά 5 φορές. [50]

Ευαισθησία σιτηρών στο νερό

Αποτελεί μια μέθοδο που αποτελεί σημαντικό εργαλείο στο σχεδιασμό του προγράμματος διαβροχής. Ισχύει ότι με αυξανόμενη ευαισθησία, πρέπει να μειώνεται ο χρόνος εμβάπτισης του σιτηρού στο νερό.

Εάν οι τιμές είναι :

- 10% το σιτηρό έχει πολύ μικρή ευαισθησία στο νερό.
- 10-20% το σιτηρό έχει μικρή ευαισθησία στο νερό.
- 20% το σιτηρό έχει ευαισθησία στο νερό.

Εκχυλισματική απόδοση βύνης (Congress Mash)

Μεταξύ των αναλύσεων της βύνης είναι η σημαντικότερη. Προσδιορίζει το σύνολο των διαλυτών ουσιών της βύνης και όσων διαλυτοποιούνται στην

πολτοποίηση. Με την αύξηση της εκχυλισματικής απόδοσης αυξάνεται και η απόδοση της βύνης στο ζυθογλεύκος και επομένως και σε μπίρα. Η εκχυλισματική απόδοση της βύνης επί ξηράς ουσίας, κυμαίνεται μεταξύ 76-84%.

Εξαρτάται από :

- την ποικιλία του σιτηρού,
- τις εδαφοκλιματικές συνθήκες κατά την ανάπτυξη,
- την περιεκτικότητα της βύνης πρωτεΐνη,
- την ύπαρξη λέπυρων,
- το μέγεθος των κόκκων (ταξινόμηση)
- τις διεργασίες βλάστησης και ξήρανσης
- το βαθμό διαλυτοποίησης των γλυκανίων και της πρωτεΐνης. [50]

Οι παράμετροι της πολτοποίησης, θερμοκρασία, pH και χρόνος επηρεάζουν δραστικά την εκχυλισματική απόδοση. [46]

Ιξώδες

Από το ιξώδες παίρνουμε πληροφορίες όπως το βαθμό αποικοδόμησης των ημικυτταρινών, που γίνεται με τη δράση των ενδο-β-γλυκανασών, κατά τη βυνοποίηση αλλά και κατά την πολτοποίηση. Επίσης μας δίνει πληροφορίες για το βαθμό αποικοδόμησης πολυσακχαριτών (κυρίως α-αμυλάση) ή πρωτεϊνών.

Χαμηλό ιξώδες του βυνογλεύκου είναι προϊόν μιας καλά διαλυτοποιημένης βύνης, κάτι που οδηγεί σε καλή εκχύλιση ουσιών στην πολτοποίηση, σωστή λειτουργία κατά τη διήθηση και μικρή απώλεια εκχυλίσματος στα βυνοϋπολλείμματα. Επιπλέον δίνει και εικόνα για το σχηματισμό και τη σταθερότητα του αφρού της παραγόμενης μπίρας.

Ενδεικτικές τιμές ιξώδους για ζυθογλεύκη πυκνότητας από 1,030 έως 1,100 είναι μεταξύ 1,59cp και 5,16cp.

Επηρεάζεται από:

- τη θερμοκρασία
- το pH
- το μέγεθος και τη δομή των μορίων των ουσιών που περιέχει
- το βαθμό ενυδάτωσης των μορίων[46]

Βαθμός διαλυτοποίησης βύνης

Για την διαλυτοποίηση της βύνης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο τύπος της και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της παραγόμενης μπίρας. Όσο ο βαθμός διαλυτοποίησης αυξάνεται, η διαφορά εκχυλίσματος μεταξύ λεπτοαλεσμένης και χονδροαλεσμένης βύνης μειώνεται.

Μιά βύνη υποδιαλυτοποιημένη έχει μη εύθρυπτο ενδοσπέρμιο, μικρή αποικοδόμηση μεγαλομοριακών και χαμηλή ενεργότητα ενζύμων. Η ζαχαροποίηση είναι αργή και παρουσιάζονται δυσκολίες στη διαύγαση και τη διήθηση, έχει χαμηλή απόδοση και χαμηλό βαθμό ζύμωσης. Το ζυθογλεύκος που παράγεται έχει έλλειψη

αμινοξέων με αποτέλεσμα να λαμβάνεται λάθος φάσμα από δευτερεύοντα προϊόντα της ζύμωσης-ωρίμανσης.

Αντίθετα, μια υπερδιαλυτοποιημένη βύνη δίνει μπίρες που έχουν ασταθή αφρό και φτωχό σώμα.

Προσδιορίζεται έμμεσα από:

- της ευθρυπτότητας της βύνης
- του ΒΧΚ της βύνης
- του ΕΒ της βύνης
- του ποσοστού σε υαλώδης κόκκους βύνης
- της μέτρησης του ιξώδους του βυνογλεύκου
- της διαφοράς εκχυλίσματος μεταξύ χονδροαλεσμένης - λεπτοαλεσμένης βύνης
- της μέτρησης του αριθμού Kolbach
- ειδικής συσκευής-κάμερας (malt analyser) που με χρήση υπεριώδους φωτός (UV) επιτρέπει την παρατήρηση του εσωτερικού της βύνης.
- της μέτρησης του αριθμού Hartong. Κυμαίνεται μεταξύ 0 – 10 και με αυξανόμενο αριθμό αυξάνεται και ο βαθμός διαλυτοποίησης της βύνης. [46]

Πίνακας 5.8: Σχέση αριθμού Hartong με ποιότητα βύνης

Αριθμός Hartong	Ποιότητα Βύνης
0 – 3,5	Κακή διαλυτοποίηση
4 – 4,5	Μικρή διαλυτοποίηση
5	Ικανοποιητική διαλυτοποίηση
5,5 – 6,5	Καλή διαλυτοποίηση
6,5 - 10	Πολύ καλή διαλυτοποίηση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΜΠΥΡΕΣ ΑΠΟ ΣΙΤΑΡΙ

6.1 ΜΠΥΡΕΣ ΑΠΟ ΣΙΤΑΡΙ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

6.1.1 American Wheat Beer

Είναι μια ανοιχτόχρωμη μπίρα όπου μπορεί να παρασκευαστεί από τουλάχιστον 30% βυνοποιημένο σιτάρι. Συνήθως σερβίρεται αφιλτράριστη και μπορεί να έχει θολή εμφάνιση. Σε σχέση με τις Γερμανικές σταρένιες, οι Αμερικάνικες λόγω του στελέχους της μαγιάς δεν προσφέρουν αρώματα μπανάνας ή γαρύφαλλου αλλά έχουν περισσότερα αρώματα λυκίσκου. Οι Αμερικάνοι ζυθοποιοί εμπνεύστηκαν από τους Βαυαρούς και τις δικές τους αφιλτράριστες με φρούτα και μπαχαρικά αλλά αφού δεν είχαν την βαυαρική μαγιά weizen αναγκάστηκαν να χρησιμοποιήσουν καθαρή αμερικάνικη καλλιέργεια μαγιάς ale. [29][30][33][34]

6.1.2 American-Style Wheat Wine Ale

Παρόλο που το όνομα παραπέμπει στα σταφύλια, οι μπίρες του τύπου αυτού δεν έχουν κάποια σχέση με αυτά, αλλά η σύστασή τους αποτελείται από τουλάχιστον 50% βυνοποιημένο σιτάρι. Έχουν πλούσιο σώμα και άρωμα ψωμιού ή καραμέλας, αφήνοντας μια γλυκιά επίγευση. Συχνά χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή τους και σκουρόχρωμες βύνες ενώ σε πολλές περιπτώσεις μπίρες αυτού του τύπου παλαιώνουν σε ξύλο βελανιδιάς. [29][30]

6.1.3 South German-Style Hefeweizen

Στα γερμανικά το «hefe» αναφέρεται στις ζύμες που δίνουν τη χαρακτηριστική θολερότητα της μπίρας και το «weizen» υποδηλώνει τη χρήση σιταριού. Έχει χρώμα από αχυρένιο μέχρι κεχριμπαρένιο και στην παραγωγή χρησιμοποιείται κατά 50% τουλάχιστον βύνη από σιτάρι. Το άρωμα και η γεύση οφείλονται στις ζύμες που προσφέρουν νότες φρουτώδεις (μπανάνα και τσιγλόφουσκα) και φαινολικές, που συνήθως είναι ισορροπημένες, ενώ παράλληλα αναδύονται φρούτα και μπαχαρικά. Ανάμεσα στις weissbier από τη Γερμανία θεωρείται η πιο δημοφιλής. Συνήθως η περιεκτικότητά τους σε αλκοόλ κυμαίνεται από χαμηλή έως μέτρια. [4][30][31][33][34][35]

6.1.4 South German-Style Kristal Weizen

Παράγονται το λιγότερο από 50% βυνοποιημένο σιτάρι, δεν έχουν άρωμα μαγιάς και έχουν πιο ξηρή αίσθηση στο στόμα από αντίστοιχες μπίρες. Επειδή είναι φιλτραρισμένη δεν υπάρχει παρουσία μαγιάς στο τελικό προϊόν. Έχουν άρωμα και γεύση που μοιάζουν με αυτά των hefeweizen, με τους φρουτώδεις και φαινολικούς χαρακτήρες να μην συνδυάζονται με την γεύση της μαγιάς και το πιο γεμάτο σώμα που προσφέρει. Τα φαινολικά χαρακτηριστικά εμφανίζονται συχνά ως γαρύφαλλο ή μοσχοκάρυδο και μπορεί να είναι καπνιστά ή να εμφανίζονται ακόμα και ως βανίλια,

ενώ και το άρωμα και η γεύση της μπανάνας συχνά γίνονται αντιληπτά. Ζυμώνουν αρκετά καλά και έχουν υψηλή ενανθράκωση. [29][30][31][33][35]

6.1.5 South German-Style Dunkel Weizen

Αποτελείται από 50% ή περισσότερο βύνη σιταριού και για την παρασκευή της χρησιμοποιούνται πιο σταρένιες βύνες. Θεωρείται ως διασταύρωση των dunkel και hefeweizen. Είναι γνωστή για την γλυκιά βυνώδη γεύση της και τον χαρακτήρα μπανάνας τον οποίο προσφέρει. Όταν υπάρχει παρουσία μαγιάς έχει μια πιο γεμάτη αίσθηση στο στόμα. Συχνά γίνονται αντιληπτοί εστέρες με χαρακτηριστικό άρωμα μπανάνας ή γαρύφαλλου. Μπίρες αυτού του τύπου θα πρέπει να έχουν ζυμώσει καλά και να έχουν υψηλή ενανθράκωση, ενώ το διακετύλιο δεν πρέπει να κάνει την εμφάνιση του. [29][30][31][34]

6.1.6 South German-Style Weizenbock

Αποτελεί την σταρένια έκδοση του γερμανικού τύπου bock ή μια πιο δυνατή dunkelweizen. Η βύνη melanoidin και η weizen ale μαγιά αποτελούν βασικά συστατικά των weizenbock και το ποσοστό τους σε βύνη σιταριού είναι το λιγότερο 50%. Μπορεί να είναι θολές, με γεύση ψωμιού και σκούρων φρούτων όπως δαμάσκηνο και σταφίδα. Οι φαινόλες και οι φρουτώδεις εστέρες προσφέρουν ένα καλά ισορροπημένο και στρογγυλεμένο άρωμα. Επίσης είναι ένα στυλ γνωστό για την χαμηλή πικράδα και την υψηλή ενανθράκωση. [29][30][31][34]

6.1.7 Berliner-Style Weisse

Είναι ένα στυλ με χαμηλό σε αλκοόλ και υψηλή ενανθράκωση. Έχει χρώμα ξανθό έως ανοιχτό καστανό και είναι θολό καθώς μπίρες αυτού του τύπου είναι αφιλτράριστες συνήθως και ο λυκίσκος δεν είναι από τα δυνατά στοιχεία τους, ενώ πολλές μπίρες του στυλ αυτού δεν περιέχουν καθόλου λυκίσκο. Επίσης κατά την παραγωγή τους αρκετοί ζυθοποιοί προσθέτουν και φρούτα. Όπως και όλες οι Γερμανικές σταρένιες μπίρες έτσι και αυτή αποτελείται κατά 50% από βύνη σιταριού και παίρνει την χαρακτηριστική ξινή τους γεύση από το *Lactobacillus* παρουσία του οποίου ζυμώνει. Λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας σε αλκοόλ αλλά και της έντονης οξύτητας συχνά στο σερβίρισμα του προστίθεται κάποιο γλυκό σιρόπι. [29][30][34][35]

6.1.8 Belgian-Style Witbier

Η παραγωγή τους ξεκίνησε στο Βέλγιο τον 14^ο αιώνα αλλά μέχρι το 1960 βρίσκονταν στην αφάνεια, μέχρι που ο Βέλγος ζυθοποιός Pierre Celis τις αναβίωσε. Οι witbiers είναι πάντα θολές και παρασκευάζονται με βυνοποιημένο κριθάρι. Μερικές φορές χρησιμοποιείται βρώμη και βασικό συστατικό τους είναι το αβυνοποίητο σιτάρι, ο κόλιανδρος και οι φλούδες πορτοκαλιού. Μπορούν να

προστεθούν και άλλα μπαχαρικά, ποτέ όμως δεν πρέπει να είναι υπερβολικά. Λόγω της δυσκολίας αντιμετώπισης του μεγάλου ποσοστού μη βυνοποιημένων κόκκων, λήψης της σωστής κρεμώδους υφής και διαχείρισης της λεπτής ισορροπίας των μπαχαρικών, είναι ένα δύσκολο στυλ παρασκευής. Οι βέλγικες μαγιές που χρησιμοποιούνται στην ζύμωση δίνουν πικάντικες και φρουτώδεις νότες. Η ύπαρξη γαλακτικής οξύτητας είναι ευπρόσδεκτη. [29][30][31][33][34][35]

6.1.9 Belgian-Style Lambic/ Gueuze

Είναι δύο στυλ τα οποία προέρχονται από φυσική και αυθόρμητη ζύμωση και έχουν υψηλά επίπεδα εστέρων αλλά και ξινές γεύσεις λόγω των βακτηρίων και της μαγιάς. Και οι δυο ζυθοποιούνται με την παρουσία αβυνοποίητου σιταριού (έως 30-40%) και βύνης κριθαριού. Η lambic αποτελεί προϊόν μιας μόνο παραγωγής, ενώ η gueuze αποτελεί ένα μείγμα από lambic διαφόρων ετών που επαναζυμώνουν στο μπουκάλι. Και στα δυο στυλ χρησιμοποιείται παλαιωμένος λυκίσκος 3 ετών καθώς το χαρακτηριστικό το οποίο θέλουν να εκμεταλλευτούν οι Βέλγοι από τον φυτό είναι η ιδιότητα του να δρα ως συντηρητικό. Οι μπίρες αυτές είναι ξηρές και δεν παρουσιάζουν υπολειμματική γλυκύτητα. Η lambic, έχει πιο απλή ξινή γεύση, και ίσως λιγότερο ανθρακικό σε αντίθεση με την gueuze, που έχει έναν πιο “άγριο” χαρακτήρα και παρέχεται στον καταναλωτή εμφιαλωμένη και με υψηλή ενανθράκωση. [29][30][32][36]

6.1.10 Belgian-Style Fruit Lambic

Οι μπίρες αυτές παράγονται όπως και οι gueuze, δηλαδή με ανάμειξη lambic διαφόρων ετών. Μια fruit lambic παίρνει το χρώμα και την γεύση της από το φρούτο το οποίο χρησιμοποιείται κατά την παρασκευή της. Τα πιο παραδοσιακά στυλ fruit lambics περιλαμβάνουν το kriek (κεράσια), το framboise (βατόμουρα) και druivenlambic (μοσχάτο σταφύλι). Η γλυκύτητα και η διαύγεια της ποικίλει ανάλογα με συνταγή της, η οποία αποτελείται από 30-40% αβυνοποίητο. Το αποτέλεσμα είναι η χαρακτηριστική ξινή γεύση που όμως μπορεί να επηρεαστεί από την γλυκύτητα των φρούτων τα οποία αποτελούν το 10-30% της σύστασής της. Κατά την παραγωγή της χρησιμοποιείται παλαιωμένος λυκίσκος 3 ετών. Οι μπίρες αυτές μπορεί να είναι από ξηρές έως ήπια γλυκές. [29][30][36]

6.1.11 Gose

Είναι γερμανική μπίρα η οποία πρωτοεμφανίστηκε τον μεσαίωνα στην πόλη Goslar, κοντά στον ποταμό Gose και στη συνέχεια εμφανίστηκε στη Λειψία, με αναφορές στις οποίες υπάρχει από το 1740. Η παραγωγή της μειώθηκε σημαντικά μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, έως ότου τερματίστηκε εντελώς το 1966. Η σύγχρονη αναβίωσή της ξεκίνησε το 1980 αλλά η μπίρα δεν είναι ευρέως διαθέσιμη. Είναι θολή λόγω της αιωρούμενης μαγιάς, με χρώμα αχυρένιο έως κεχρिमπαρί. Στην παραγωγή της χρησιμοποιείται βύνη σιταριού κατά 50%. Κυριαρχούν τα αρώματα βοτάνων, μπαχαρικών, λουλουδιών ή φρούτων, τα οποία βρίσκονται σε αρμονία με τα παραδοσιακά αρώματα. Ο χαρακτήρας του αλατιού είναι παραδοσιακός σε

χαμηλές ποσότητες, αλλά μπορεί να είναι αντιληπτός σε ποικίλες εντάσεις. Το σώμα είναι χαμηλό έως μέτριο-χαμηλό. Τέλος, ο χαρακτήρας χαμηλού έως μέτριου γαλακτικού οξέος είναι εμφανής, προσδίδοντας μία αιχμηρή, αναζωογονητική ξινή γεύση. [29][30][31][37]

6.1.12 Lichtenhain

Είναι μία ξινή, καπνιστή, χαμηλότερης πυκνότητας ιστορική γερμανική μπίρα σίτου, με καταγωγή το Lichtenhain. Το 1800 ήταν αρκετά γνωστή και ευρέως διαθέσιμη, θυμίζοντας berliner weisse πριν το 1840. Την χαρακτηρίζει ο πολύπλοκος αλλά και αναζωογονητικός χαρακτήρας λόγω της υψηλής εξασθένησης και ενανθράκωσης, σε συνδυασμό με την χαμηλή πικράδα και την μέτρια ξινή γεύση. [38][40]

6.1.13 Piwo grodziskie

Αναπτύχθηκε ως μοναδικό στυλ πριν από αιώνες στην πολωνική πόλη Grodzisk και είναι γνωστή στις γερμανόφωνες χώρες ως grätzer . Η φήμη και η δημοτικότητα της επεκτάθηκε γρήγορα σε άλλα μέρη του κόσμου στα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ου αιώνα. Η τακτική εμπορική παραγωγή μειώθηκε μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και σταμάτησε εντελώς στις αρχές-μέσα της δεκαετίας του 1990. Παραδοσιακά παρασκευάζεται κάνοντας multi step mash και βρασμό μεγάλης διάρκειας (~2 ώρες), χρησιμοποιώντας πολλαπλά στελέχη ale μαγιάς. [30][39]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

7.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΒΥΝΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΗ

- Σιτάρι μαλακό
- Σιτάρι Ζέας (*Triticum dicoccum*) (Ιδιωτική καλλιέργεια στον Νομό Ηλείας)
- Βύνη κριθαριού Thracian Pilsner, Βεργίνα
- Rice Hulls – φλούδες ρυζιού
- Λυκίσκος Hallertau Mittelfruh 3,30% α-οξέων, Γερμανία
- Ζύμη Bavarian Wheat M20, Mangrove Jack
- Νερό (δίκτυο Ε.ΥΔ.ΑΠ. δεξαμενή Αχαρνών)

7.1.1 Εκατολιτρικό βάρος δημητριακού και βύνης [EB]

- Ειδικός ζυγός με κυλινδρικό υποδοχέα 250 ή 500mL



Εικόνα 7.1 : Ειδικός ζυγός με κυλινδρικό υποδοχέα 250 ή 500mL

Ο προσδιορισμός γίνεται με ειδικό ζυγό που φέρει κυλινδρικό μεταλλικό υποδοχέα χωρητικότητας 250 ml ή 500 ml. Η μέτρηση ωστόσο δε δίνει ακριβή εκτίμηση της βυνοποιητικής αξίας του σιταριού. Κατά τον πειραματικό προσδιορισμό γεμίζεται ο ειδικός κυλινδρικός μεταλλικός υποδοχέας χωρητικότητας 250ml με ομογενές δείγμα σιτηρού και ζυγίζεται, ενώ προηγουμένως έχει ληφθεί το βάρος του κενού κυλίνδρου.

Υπολογίζεται από τη σχέση: $a \cdot 4 \cdot 100 / 1000$, όπου a είναι η μάζα του σιτηρού στον κύλινδρο σε γραμμάρια. Αν χρησιμοποιηθεί ειδικός κυλινδρικός μεταλλικός υποδοχέας χωρητικότητας 500ml, το EB σε κιλά υπολογίζεται από τη σχέση: $a \cdot 2 \cdot 100 / 1000$, όπου a είναι η μάζα του σιτηρού στον κύλινδρο σε γραμμάρια. [46]

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τους αβυνοποίητους κόκκους ήταν η ASBC Methods of Analysis κωδικός D. 1,000-Kernel Weight. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τη βύνη ήταν η ASBC Methods of Analysis κωδικός C. 1,000-Kernel Weight.

7.1.2 Βάρος χιλίων κόκκων δημητριακού και βύνης [BXK]

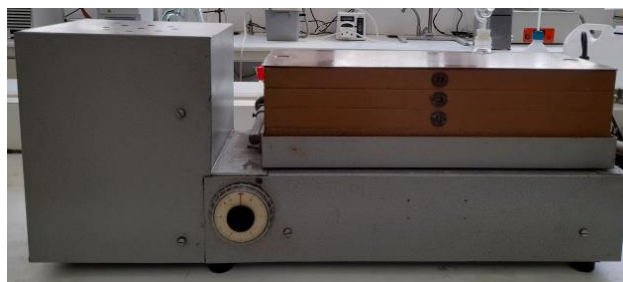
Κατά τον πειραματικό προσδιορισμό παίρνονται 4 δείγματα σιτηρού με βάρος περίπου 10 g έκαστος και γίνεται καταμέτρηση των κόκκων, όσοι κόκκοι έχουν σπάσει και οι ξένες ύλες θα πρέπει να απομακρυνθούν πριν γίνει ο υπολογισμός. Το αποτέλεσμα που προσδιορίζεται κατά την ανάλυση πρέπει πάντα να συγκρίνεται με αυτό που δίνει ο γενετιστής για αυτή την ποικιλία του σιτηρού.

$$\text{Υπολογίζεται ως εξής: } \text{BXK} = \text{μάζα δείγματος} * \left(\frac{1000}{\text{πλήθος κόκκων δείγματος}} \right) \text{ [46]}$$

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τους αβυνοποίητους κόκκους ήταν η EBC METHODS 3.4 1997 Thousand Corn Weight of Barley. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τη βύνη ήταν η EBC METHODS 4.4 1997 Thousand Corn Weight of Malt.

7.1.3 Ταξινόμηση κατά μέγεθος του δημητριακού (πάχος κόκκων)

- Εργαστηριακή διάταξη ταξινόμησης κατά μέγεθος των κόκκων δημητριακών



Εικόνα 7.2 : Εργαστηριακή διάταξη ταξινόμησης κατά μέγεθος των κόκκων

Η μέτρηση γίνεται σε κόσκινο ταξινόμησης που κινείται παλινδρομικά, το οποίο έχει 3 διάτρητα κόσκινα με σχισμές που έχουν διάμετρο 2,8mm, 2,5mm και 2,2mm. Στο 1ο κόσκινο (2,8mm) αφού ζυγιστούν, τοποθετούνται 200g αντιπροσωπευτικού δείγματος δημητριακού και το κόσκινο πάλλεται για 5 λεπτά. Το κλάσμα της αρχικής ποσότητας των κόκκων που έχει μείνει στο κάθε επίπεδο ζυγίζεται. Οι ξένες ύλες και οι κόκκοι που έσπασαν μεταφέρονται στην τελευταία θήκη των κόσκινων, όπου ζυγίζονται με τους κόκκους που είναι μικρότεροι των 2,2mm. [46]

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τους αβυνοποίητους κόκκους ήταν η EBC METHODS 3.11.1 Sieving Test for Barley 2002. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τη βύνη ήταν η EBC METHODS 4.22 Sieving Test for Malt 2005.

7.1.4 Ποιότητα ενδοσπέρμιου – προσδιορισμός υαλώδων

Για τον προσδιορισμό των υαλώδων κόκκων γίνεται τεμαχισμός και παρατήρηση στο στερεοσκόπιο 100 κόκκων και καταγραφή για τον καθένα αν είναι υαλώδης ή αλευρώδης. [46]

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τους αβυνοποίητους κόκκους ήταν η ASBC - Barley 2. Physical Tests.

7.1.5 Προσδιορισμός υγρασίας

- Εργαστηριακή διάταξη μέτρησης υγρασίας σπόρων δημητριακών



Εικόνα 7.3 : Υγρασιόμετρο

Μέθοδοι προσδιορισμού υγρασίας

- Με ξήρανση σε κλίβανο

Ζυγίζονται περίπου 5g αλεσμένου δημητριακού σε προζυγισμένη κάψα με κάλυμμα. Η κάψα μεταφέρεται σε κλίβανο και απομακρύνεται το κάλυμμα. Ξηραίνεται στους 105°C υπό ατμοσφαιρική πίεση ή στους 70°C υπό κενό για τρεις ώρες. Στη συνέχεια, αφού τοποθετηθεί το κάλυμμα στην κάψα, γίνεται η μεταφορά της σε ξηραντήρα, μέχρι να αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος και μετά ζυγίζεται. Μετά τη ζύγιση η κάψα τοποθετείται πάλι στον κλίβανο, αφαιρείται το κάλυμμα και ξηραίνεται για δύο ώρες στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι η μάζα μεταξύ δύο διαδοχικών

ζυγίσεων να παραμείνει σταθερή. Η ελάττωση της μάζας που προκύπτει δίνει την υγρασία:

$$Y (\text{υγρασία } \%) = \left[\frac{\text{απώλεια βάρους}}{\text{βάρους δείγματος}} \right] * 100$$

Σε περίπτωση που η υγρασία του δημητριακού είναι μεγαλύτερη από 17%, θα πρέπει αρχικά να γίνει προξήρανση σε θερμοκρασία μικρότερη των 50°C, προσδιορίζοντας την υγρασία Y1, που απομακρύνθηκε και έπειτα να γίνει η άλεση και ο προσδιορισμός της υγρασίας Y2, του προξηραμένου δημητριακού, σύμφωνα με τα παραπάνω. Η ολική υγρασία θα προκύπτει από το άθροισμα των δύο επιμέρους παραγόντων $Y = Y1 + Y2$. Αν δεν γίνει το βήμα της προξήρανσης θα υπάρξουν μεγάλες απώλειες υγρασίας κατά την άλεση και κίνδυνος ζελατινοποίησης του αμύλου. [46]

- Αγωγιμομετρικά [46]

Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην αγωγιμότητα του νερού και πραγματοποιείται με την εργαστηριακή διάταξη μέτρησης υγρασίας σπόρων δημητριακών. Το όργανο που χρησιμοποιείται στη μέτρηση, φέρει δύο ηλεκτρόδια, τα οποία τοποθετούνται μέσα στους κόκκους του δημητριακού. Το όργανο μέτρησης ενδέχεται να χρησιμοποιεί ειδικό θάλαμο (Εικόνα 1.3), μέσα στον οποίο τοποθετούνται οι κόκκοι του δημητριακού. Κατά την εφαρμογή ηλεκτρικής τάσης στις άκρες των δύο ηλεκτροδίων επάγεται ηλεκτρικό ρεύμα που διέρχεται μέσα από τη μάζα του δημητριακού, το οποίο οφείλεται στην αγωγιμότητα του νερού. Η ένταση του διερχόμενου ηλεκτρικού ρεύματος είναι ανάλογη με την υγρασία του δημητριακού.

Η μέθοδος αυτή είναι γρήγορη, αλλά χωρίς μεγάλη ακρίβεια. Μπορεί να φτάσει σε μια τιμή 35% με μια ικανοποιητική ακρίβεια. Για την επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων είναι ανάγκη να δοθεί μεγάλη προσοχή στον τρόπο γεμίσματος του δοχείου μέτρησης και της εισαγωγής των ηλεκτροδίων σε αυτό. [25]

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τους αβυνοποίητους κόκκους ήταν η EBC METHODS 3.2 Moisture Content of Barley 1997. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τη βύνη ήταν η EBC METHODS 4.2 Moisture Content of Malt 2000.

7.1.6 Προσδιορισμός βλαστικής ικανότητας [BI]

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τους αβυνοποίητους κόκκους για την βλαστική ικανότητα ήταν η EBC METHODS 3.5.1 Germinative Capacity of Barley: Rapid Staining Method 2005.

Αρχή μεθόδου

Το διάλυμα του τετραζολίου (2,3,5-Triphenyl tetrazolium), το οποίο είναι άχρωμο, μετατρέπεται με αναγωγή σε ερυθρό το οποίο ερχόμενο σε επαφή με το οξυγόνο του αέρα παραμένει σταθερό. [46]

Παρασκευή διαλύματος τετραζολίου

Διάλυμα 1: KH_2PO_4 : 9,078gr σε 1000ml H_2O

Διάλυμα 2: $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 11,876gr σε 1000ml H_2O

Διάλυμα 3: Προκύπτει από ανάμιξη του διαλύματος 1 (2 μέρη) και του διαλύματος 2 (3 μέρη)

Στα 100ml του διαλύματος 3 διαλύω 1gr 2,3,5-Triphenyl tetrazoliumchlorid.
[46]

Ακολουθεί η εξής διαδικασία:

100 ακέραιοι κόκκοι εμβαπτίζονται σε νερό βρύσης θερμοκρασίας 22-25°C για 18 ώρες. Μετά γίνεται διαμήκης τομή σχεδόν σε όλο το βάθος του κόκκου χωρίς όμως να αποχωρισθούν τα δύο τεμάχια του κόκκου. Μετά οι κόκκοι εμβαπτίζονται στο διάλυμα του τετραζολίου για 8 ώρες. [46]



Εικόνα 7.4 : Κόκκοι Ζέας εμβαπτιζμένοι σε διάλυμα τετραζολίου

Ζώντες κόκκοι: Η περιοχή του εμβρύου χρωματίζεται ερυθρά, διότι εκεί λόγω της αναπνοής επικρατούν αναγωγικές συνθήκες. [46]



Εικόνα 7.5 : Ζώντες κόκκοι Ζέας

7.1.7 Προσδιορισμός βλαστικής ενεργότητας (μετά από 3 και 5 μέρες) [BE]

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την βλαστική ενεργότητα για τους αβυνοποίητους κόκκους ήταν η EBC METHODS 3.6.1 Germinative Energy of Barley: Aubry Method 1997

Γίνεται μέτρηση του ποσοστού των κόκκων που βλάστησαν μετά από 3 και 5 ημέρες. [46]

Αρχή μεθόδου

Πλήθος κόκκων αφήνεται να βλαστήσει κάτω από σταθερές συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας και οξυγόνου, χωρίς να υπάρχει απαίτηση για πολύ νερό. Απαιτείται η ύπαρξη αρκετού οξυγόνου, ενώ η θερμοκρασία θα πρέπει να είναι περίπου 18°C.

Μετά 3 μέρες, από την τοποθέτηση των κόκκων, προσδιορίζεται το ποσοστό των κόκκων που βλάστησαν. Κατά τον προσδιορισμό αφαιρούνται οι κόκκοι που έχουν βλαστήσει.

Μετά από 5 ημέρες, γίνεται δεύτερος προσδιορισμός του ποσοστού των κόκκων που βλάστησαν συμπεριλαμβανομένου και του ποσοστού των κόκκων που βλάστησαν στις 3 ημέρες. [46]

7.1.8 Προσδιορισμός περιεκτικότητας λεπτύρων στο σιτάρι

Σε συγκεκριμένη ποσότητα σιτηρού αφού ζυγίστηκε, διαχωρίστηκαν τα λέπυρα από τον κόκκο με το χέρι καθώς η ποσότητα ήταν μικρή και ο αποχωρισμός τους έγινε εύκολα. Αφού έγινε η διαδικασία αυτή για όλη την ποσότητα, ζυγίστηκαν τα λέπυρα και οι γυμνοί κόκκοι. [46]

7.1.9 Προσδιορισμός ελεύθερων α-αμινοξέων σε μπίρα (FAN)

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ASBC – Wort 12. Free Amino Nitrogen (International Method).

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η μέθοδος νινυδρίνης. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της ποσότητας ελεύθερου αμινικού αζώτου σε γλέυκος ή μπίρα για να παρέχει πληροφοριών που αφορούν με την ποσότητα αμινικού αζώτου που διατίθεται στη ζύμη κατά τη διάρκεια της ζύμωσης ή την ποσότητα αμινικού αζώτου το οποίο μένει στην μπίρα αφού τελειώσει η ζύμωση. Η μέθοδος μετρά τα αμινοξέα, την αμμωνία και, σε κάποιο βαθμό, το α-αμινοάζωτο

της τελικής ομάδας σε πεπτίδια και πρωτεΐνες. Η μέθοδος δεν είναι ειδική για το α-άμινο άζωτο, δεδομένου ότι το γ-αμινοβουτυρικό οξύ, το οποίο υπάρχει τόσο στο γλεύκος όσο και στην μπίρα, αποδίδει ουσιαστικό χρώμα με τη νινυδρίνη. Η μέθοδος της νινυδρίνης μετράει την περιεκτικότητα σε αμμωνία επιπλέον του FAN, έτσι μετρά το συνολικό αφομοιώσιμο άζωτο. [46]

Αντιδραστήρια

A) Αντιδραστήριο χρώματος νινυδρίνης. Διαλύουμε μέχρι τα 100mL με απιονισμένο νερό:

10.0 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

6.0 g KH_2PO_4

0.5 g ninhydrin

0.3 g φρουκτόζης

Το pH πρέπει να είναι 6.6–6.8.

B) Διάλυμα αραιώσης

2 g KIO_3 σε 600 mL με απιονισμένο νερό και προσθέτουμε 400 mL 96% ethanol.

Φυλάσσεται στους 5°C.

Γ) Αποθεματικό πρότυπο διάλυμα γλυκίνης

Διαλύουμε 107.2 mg γλυκίνης μέχρι τα 100mL με απιονισμένο νερό.

Δ) Πρότυπο διάλυμα γλυκίνης

1 mL (Γ) στα 100mL με απιονισμένο νερό.

Αυτό το πρότυπο περιέχει 2 mg aminonitrogen/L

Προετοιμασία δείγματος

Calibration standard: Μεταφέρουμε 2mL Πρότυπο διάλυμα γλυκίνης (Δ) σε δοκιμαστικούς σωλήνες

Μπίρα: 2 mL από δ/μα με 1mL μπίρας μέχρι τα 50 mL με απιονισμένο νερό

Τυφλό: 2 mL απιονισμένο νερό [46]

Πειραματική πορεία (Όλες οι μετρήσεις γίνονται εις τριπλούν, δηλ. 3 τυφλά, 3 πρότυπα, 3 δείγματα)

1. Σε όλα προσθέτουμε 1mL Αντιδραστήριο χρώματος νινυδρίνης (A)
2. Κλείνουμε κάθε σωλήνα με μαρμάρινα πώματα για να αποφευχθεί η εξάτμιση
3. Βάζουμε τους δοκιμαστικούς σωλήνες σε βράζον υδατόλουτρο για 16 λεπτά.
4. Κρυνώνουμε σε υδατόλουτρο 20°C για 20 λεπτά
5. Προσθέτουμε 5mL διαλύματος αραιώσης (B) σε κάθε δοκιμαστικό και αναμιγνύουμε
6. Μετράμε στα 570nm μέσα σε 30 από την προσθήκη του B.

Μετρήσεις μέσης απορρόφησης που λαμβάνονται για τους τριπλούς σωλήνες από κάθε δείγμα. Αφαιρέστε τη μέση απορρόφηση τυφλού δείγματος από την απορρόφηση των δειγμάτων και από το πρότυπο γλυκίνης. Το ελεύθερο α-αμινοξύ σε mg/L βρίσκεται από τη σχέση:

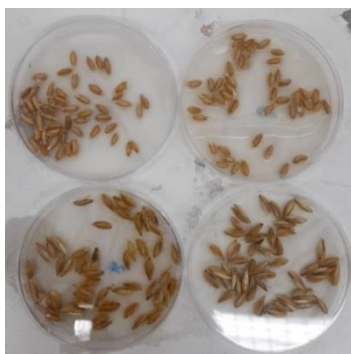
$$N (\alpha\text{-αμινο}) = \left(\frac{\text{απόρ.δ/τος στα 570 nm}}{\text{μέση απορ.προτύπου}} \right) * 2 * \text{συντελεστής αραιώσης [46]}$$

7.1.10 Προσδιορισμός ευαισθησίας κριθαριού στο νερό

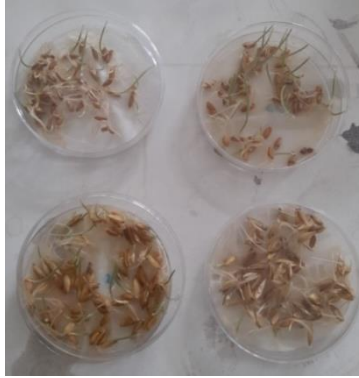
Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τους αβυνοποίητους κόκκους ήταν η EBC METHODS 3.5.2 Germination Capacity of Barley: Hydrogen Peroxide and Peeling method (RM) 2004.

Αρχή μεθόδου

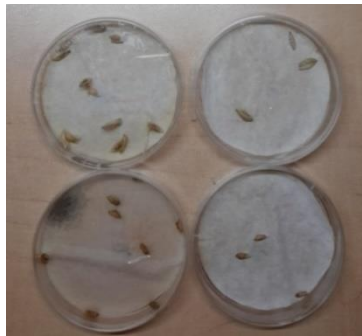
Τοποθετείται διηθητικό χαρτί σε 6 τρυβλία Petri \varnothing 10cm με τρόπο ώστε να μη σχηματίζονται ρυτιδώσεις. Μετριοούνται 6×50 κόκκοι κριθαριού και τοποθετούνται σε κάθε τρυβλίο χωρίς να αγγίζει ο ένας τον άλλον. Στα 3 τρυβλία προστίθεται 4 ml νερό και στα άλλα 3 τρυβλία 8 ml νερό. Τα τρυβλία σκεπάζονται και τοποθετούνται σε θερμοκρασία 18-20°C σε σκοτεινό μέρος. Μετά από 24 ώρες απομακρύνονται οι κόκκοι που βλάστησαν. [46]



Εικόνα 7.6 : Κόκκοι Ζέας σε τρυβλία



Εικόνα 7.7 : Κόκκοι Ζέας σε τρυβλία που έχουν βλαστήσει



Εικόνα 7.8 : Κόκκοι Ζέας μετά την απομάκρυνση

Μετά από 72 ώρες, μετριέται το σύνολο των κόκκων που βλάστησαν σε κάθε τρυβλίο και υπολογίζεται τη BE_{4ml} και η BE_{8ml} .

Ευαισθησία στο νερό % = $BE_{4ml} - BE_{8ml}$ [46]

7.1.11 Πρόγραμμα διαβροχής

Το πρόγραμμα διαβροχής που ακολουθήθηκε ήταν η εναλλάξ εμβάπτιση στο νερό και ο αερισμός. Πραγματοποιήθηκε με τη χρήση νερού δικτύου ύδρευσης (Ε.Υ.Δ.Α.Π) σε θερμοκρασία από 16 – 18°C. Χρησιμοποιήθηκαν κόκκοι Ζέας με λέπυρα. Η συνολική διάρκεια της διαβροχής ήταν 42 ώρες και η θερμοκρασία κατά τη διαβροχή ήταν 20°C. Η διαβροχή έγινε σε ταγιά ώστε όλοι οι κόκκοι να βρίσκονται μέσα στο νερό.

Το πρόγραμμα που ακολουθήθηκε ήταν το εξής:

- 5 ώρες μέσα στο νερό
- 9 ώρες στον αέρα
- 5 ώρες μέσα στο νερό
- 9 ώρες στον αέρα
- 5 ώρες μέσα στο νερό
- 9 ώρες στον αέρα



Εικόνα 7.9 : Κόκκοι Ζέας κατά το στάδιο της διαβροχής μετά από την παραμονή τους στον αέρα



Εικόνα 7.10 : Κόκκοι Ζέας κατά το στάδιο της διαβροχής μετά από την παραμονή τους στο νερό

7.1.12 Βλάστηση

Η βλάστηση έγινε σε μεγάλα ταψιά σε θερμοκρασίες 15-18°C και οι κόκκοι είχαν πρώτα τοποθετηθεί σε σουρωτήρι ώστε να απομακρυνθεί όσο περισσότερη ποσότητα νερού είχε μείνει σε αυτούς.

Η διαδικασία διήρκησε 5 μέρες και κατά την διάρκεια γινόταν ψεκασμός με νερό ώστε να μην ξεραθούν οι κόκκοι και σταματήσει η ανάπτυξη.



Εικόνα 7.11, 7.12 : Κόκκοι Ζέας κατά την 5η μέρα της βλάστησης

7.1.13 Ξήρανση

Στη ξήρανση ακολουθήθηκε το παρακάτω πρόγραμμα:

- 45°C για 24 ώρες
- 65°C για 8 ώρες
- 85°C για 6 ώρες, μέχρι τελική υγρασία 4%

7.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΖΥΘΟΓΛΕΥΚΟΥΣ ΚΑΙ ΒΥΝΗΣ

7.2.1 Εκχυλισματική απόδοση βύνης (Congress mash)

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την εκχυλισματική απόδοση της βύνης ήταν η ASBC Malt Methods, Malt 4. Extract.

Αρχή μεθόδου

Γίνεται άλεση της βύνης με κόσκινο 0,50 mm.

Απεσταγμένο νερό 200 ml φέρεται σε θερμοκρασία 46°C.

Σε προζυγισμένο ποτήρι 500 ml, γίνεται ανάμιξη 50g της αλεσμένης βύνης με ισχυρή ανάδευση, με νερό στους 46°C.

Το ποτήρι εμβαπτίζεται σε υδατόλουτρο 45°C για 30min, υπό συνεχή ανάδευση. Αφού πολτοποιείται ακριβώς για 30min, η θερμοκρασία του πολτού πρέπει να ανέβει στους 70°C σε 25min (1°C/min), χωρίς να σταματήσει η ανάδευση και μετά προσθέτουμε 100 ml νερό θερμοκρασίας 70°C. Μόλις προστεθεί το νερό αρχίζει ο χρόνος σακχαροποίησης. Μετά από 10min λαμβάνεται με υάλινη ράβδο μια σταγόνα πολτού και τοποθετείται σε πορσελάνη, όπου και αναμιγνύεται με μια σταγόνα διαλύματος ιωδίου 0,01mol/L ή 0,25% (2,5gr I₂ και 5gr KI σε 1lt νερό).



Εικόνα 7.13: Mash Bath type R4

Ένα μπλε – ερυθροϊώδες χρώμα της σταγόνας, δείχνει την ύπαρξη αμύλου που δεν έχει διασπαστεί, οπότε η ζαχαροποίηση δεν έχει τελειώσει. Ο έλεγχος της ζαχαροποίησης γίνεται ανά 5min έως ότου η σταγόνα του ιωδίου να δώσει ένα σταθερό κίτρινο χρώμα. Σημειώνεται ο χρόνος που η ζαχαροποίηση τελειώνει. Η θερμοκρασία των 70°C διατηρείται για 60min και στη συνέχεια το ποτήρι φέρνεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, περίπου 25°C σε χρόνο 15min. Ξεπλένεται η ράβδος και τα τοιχώματα του ποτηριού και προσθέτοντας νερό, φέρεται το βάρος του περιεχομένου στα 450g ακριβώς. Γίνεται δυνατή ανάδευση του πολτού με τη ράβδο και ακολουθεί διήθηση με χαρτί φίλτρου. Τα πρώτα 100ml του διηθήματος που εμφανίζονται θολά, επαναδιηθούνται. [46]



Εικόνα 7.14 : Ποτήρια ζέσεως με 4 διαφορετικά είδη αλεσμένης βύνης



Εικόνα 7.15 : Ποτήρια ζέσεως αφού μετά την ζαχαροποίηση και την προσθήκη νερού



Εικόνα 7.16 : Διαδικασία διήθησης

7.2.2 Προσδιορισμός εκχυλίσματος του βυνογλεύκου και υπολογισμός της εκχυλισματικής απόδοσης

Γίνεται ανάμιξη του βυνογλεύκου και μέτρηση της πυκνότητάς του στους 20°C. Από τον πίνακα του Plato βρίσκεται το εκχύλισμα (gr εκχυλίσματος/100gr βυνογλεύκου). Από την τιμή αυτή, συνυπολογίζοντας και την υγρασία της βύνης, υπολογίζεται η εκχυλισματική απόδοση σε 100 gr βύνης βάσει :

$$E = \frac{P(Y+800)}{100-P} \quad E'(DS) = \frac{E*100}{100-Y}, \text{ όπου :}$$

E = εκχυλισματική απόδοση βύνης ως έχει
E' = εκχυλισματική απόδοση βύνη επί ξηρού
P = gr εκχυλίσματος / 100 gr βυνογλεύκου (%Plato)
Y = % υγρασία βύνης [46]

7.2.3 Προσδιορισμός ιξώδους του βυνογλεύκου

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ASBC – Wort 13 . Viscosity.

Σε σωλήνα γεμάτο με βυνογλεύκος, ο οποίος περιβάλλεται από άλλο σωλήνα με νερό σε σταθερή θερμοκρασία, μετράται ο χρόνος πτώσης μιας σφαίρας. [46]

Η μέτρηση του ιξώδους έγινε με ιξωδόμετρο Paar Physica KF20 Höppler της εταιρείας IKA.



Εικόνα 7.17 : Ιξωδόμετρο Hoppler

7.2.4 Προσδιορισμός θερμοκρασίας ζελατινοποίησης

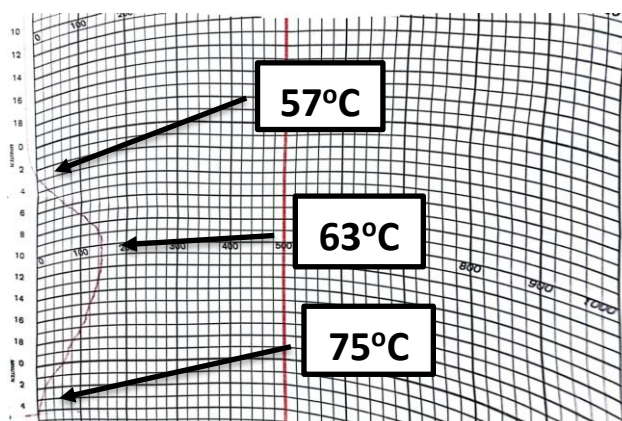
- Αμυλογράφος



Εικόνα 7.18 : Αμυλογράφος

Αρχή μεθόδου

Κατά τη διάρκεια του προσδιορισμού της θερμοκρασίας ζελατινοποίησης της Ζέας, 80g λεπτοαλεσμένου σιταριού ανακατεύονται καλά σε 450ml νερό και τοποθετούνται στον αμυλογράφο. Υπό συνεχή ανάδευση και με συνεχή άνοδο της θερμοκρασίας το εναιώρημα παραμένει στο μηχάνημα για 1 ώρα, στο διάστημα αυτό στο χαρτί για διάγραμμα με το οποίο συνδέεται ο αμυλογράφος δημιουργείται η καμπύλη ζελατινοποίησης. Στο σημείο που αρχίζει να δημιουργείται η καμπύλη είναι η θερμοκρασία έναρξης ζελατινοποίησης του δημητριακού και στην κορυφή της καμπύλης η μέγιστη θερμοκρασία ζελατινοποίησης. [74] [75]



Εικόνα 7.19 : Διάγραμμα αμυλογράφου

Πίνακας 7.1: Θερμοκρασίες ζελατινοποίησης δημητριακών [71][72]

Πηγή Αμύλου / Θερμοκρασία ζελατινοποίησης	Από	Έως
Σιτάρι	52	75
Κριθάρι	60	62
Βύνη Κριθαριού	64	67
Καλαμπόκι	62	77
Βρώμη	52	64
Σίκαλη	49	61
Ρύζι	61	82

7.2.5 Μέτρηση αριθμού Hartong

Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του Hartong ήταν το Mash Bath R4 της εταιρείας 1 – CUBE. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ASBC – Malt 4 . Extract.

Αρχή μεθόδου

Πολτοποιούνται για 60min, 4 ποσότητες της βύνης προς εξέταση, σε διαφορετικές θερμοκρασίες $t_1=20^{\circ}\text{C}$, $t_2=45^{\circ}\text{C}$, $t_3=65^{\circ}\text{C}$, $t_4=80^{\circ}\text{C}$ ξεχωριστά και προσδιορίζεται το εκχύλισμα που δίνει η βύνη σε κάθε μια από αυτές τις θερμοκρασίες. Έχει προσδιοριστεί από πριν την επί ξηράς ουσίας (DS) εκχυλισματικής απόδοσης της βύνης.

Υπολογίζεται το κάθε VZ ως εξής:

$$E = \frac{P(Y+800)}{100-P} \quad E'(DS) = \frac{E*100}{100-Y}, \text{ όπου :}$$

$$VZ_{1,2,3,4} = \frac{\%E'(DS)t_{1,t2,t3,t4} * 100}{\text{Εκχυλισματική απόδοση (DS) βύνης}}$$

Αριθμός Hartong = $\{(V1 + V2 + V3 + V4) / 4\} - 58,1$ [46]

Πορεία εργασίας

Σε προζυγισμένο ποτήρι ζυγίζονται 4 φορές από 50g λεπτοαλεσμένης βύνης. Απιονισμένο νερό έχει ήδη ετοιμαστεί σε θερμοκρασίες $t_1= 20^{\circ}\text{C}$, $t_2= 45^{\circ}\text{C}$, $t_3= 65^{\circ}\text{C}$, $t_4= 80^{\circ}\text{C}$ αντίστοιχα. Σε κάθε 350 ml νερού των θερμοκρασιών αυτών αναμιγνύεται η βύνη και αρχίζει να πολτοποιείται στις θερμοκρασίες αυτές και αναδεύεται συνεχώς. Μετά από 30 λεπτά αφού ξεκίνησε η πολτοποίηση, προσθέτουμε 50 ml νερού αντίστοιχης θερμοκρασίας. Όσο διαρκεί η πολτοποίηση, η θερμοκρασία ελέγχεται.

Μετά το τέλος της πολτοποίησης, 60min, οι πολτοί ψύχονται εκτός από τον πολτό των 80°C και το περιεχόμενο των ποτηριών φέρεται στα 450 gr με απιονισμένο νερό. Ο πολτός διηθείται και τα πρώτα 50 ml επαναδιηθούνται. Σε κάθε γλεύκος προσδιορίζουμε το εκχύλισμα. Επειδή ο πολτός των 80°C έχει υψηλό ιξώδες (ζελατινοποίηση), φέρεται στα 450g χωρίς να ψυχθεί, φιλτράρεται ζεστός και προσδιορίζεται το εκχύλισμα του. Αν προκληθεί δυσκολία, φιλτράρεται με βαμβάκι ή φυγοκεντρείται. [46]

Ο λόγος $VZ_{20^{\circ}\text{C}}$ προσδιορίζει το εκχύλισμα της βύνης που δημιουργήθηκε κατά τη βλάστηση. Πρέπει να είναι $>24\%$.

Ο λόγος $VZ_{45^{\circ}\text{C}}$ δίνει πληροφορίες για την ενεργητικότητα όλων των ενζύμων, με εξαίρεση αυτήν της α -αμυλάσης. Κυρίως δίνει πληροφορίες για την αποικοδόμηση των γλυκανίων των πρωτεϊνών και της ποσότητας των αμινοξέων στο βυνογλεύκος. Όσο μεγαλύτερος ο $VZ_{45^{\circ}\text{C}}$, τόσο καλύτερη η σταθερότητα της παραγόμενης μπίρας. Σήμερα επιζητούνται τιμές $>40\%$, ιδίως όταν χρησιμοποιούνται και άλλες πηγές αμύλου, εκτός από αυτές της βύνης (για να έχουμε αυξημένες ποσότητες αμινοξέων).

Ο λόγος $VZ_{65^{\circ}\text{C}}$ πρέπει να είναι $>95\%$. Η διαύγεια του εκχυλίσματος από την πολτοποίηση στους 65°C μας δίνει πληροφορίες για την κανονικότητα βυνοποίησης παρτίδας.

Ο λόγος $VZ_{80^{\circ}\text{C}}$ δίνει πληροφορίες για την ενεργητικότητα της α -αμυλάσης. [46]

7.2.6 Άλεση βύνης

Η άλεση στις βύνες έγινε σε μύλο με 3 κύλινδρους και διάκενο 1mm. Μετά την άλεση παραλήφθηκε λεπτοαλεσμένη βύνη μαζί με τα λέπυρα.

7.2.7 Πρόγραμμα πολτοποίησης

Η πολτοποίηση και στις δύο ζυθοποιήσεις πραγματοποιήθηκε σε ηλεκτρικό βραστήρα (Brewer electric brew kettle 30 lt, Brewferm) από ανοξείδωτο ατσάλι 30L.

Στην Weiss με το κοινό σιτάρι χρησιμοποιήθηκε:

- 1,5kg Thracian Pils
- 1,5kg Thracian Wheat
- 0,2kg Rice Hulls

Στην Weiss με το σιτάρι Ζέας χρησιμοποιήθηκε:

- 1,85kg Ζέα
- 1,5kg Thracian Pils

Η ποσότητα του σιταριού στη μπίρα με την Ζέα είναι μεγαλύτερη λόγω της χαμηλότερης απόδοσης της σε σχέση με την αντίστοιχη βύνη από το κοινό σιτάρι που χρησιμοποιήθηκε στην πρώτη μπίρα. Ενώ ο φλοιός ρυζιού δεν προστέθηκε στη μπίρα με την Ζέα καθώς τα λέπυρα μετά την βυνοποίηση δεν αποχωρίστηκαν από τους κόκκους. Ο υπολογισμός έγινε έτσι ώστε να παραλάβουμε το ίδιο εκχύλισμα και στις δύο μπίρες.

Το πρόγραμμα πολτοποίησης και στις 2 περιπτώσεις ήταν ως εξής:

- Προσθήκη βυνών στο νερό σε θερμοκρασία περίπου 68°C.
- Ο πολτός διατηρείται σε θερμοκρασία 65°C για 60 min με συνεχή ανάδευση.
- Στη συνέχεια ο πολτός ανέρχεται στους 72°C με ομαλή αύξηση της θερμοκρασίας και παραμένει εκεί για 20 min με συνεχή ανάδευση.
- Τέλος, η θερμοκρασία ανεβαίνει στους 78°C με ομαλή αύξηση της θερμοκρασίας όπου και παραμένει για 10 min υπό συνεχή ανάδευση

7.2.8 Διαυγάζση (Διήθηση)

Η διήθηση ξεκίνησε με ανακυκλοφορία (Vorlauf) και ακολούθησε η έκπλυση με νερό (sparging) στους 76°C έως το αραιό βυνογλεύκος και με το κοινό σιτάρι και με το σιτάρι Ζέας να εμφανίσει πυκνότητα 1,030.

7.2.9 Πρόγραμμα βρασμού

Το βυνογλεύκος αφού αραιώθηκε, μείωση της πυκνότητας, βράζει για 60min υπό συνεχή ανάδευση. Κατά τη διάρκεια του βρασμού και στις δύο συνταγές προστέθηκε λυκίσκος Hallertau Mittelfruh 40g (3,3% Άλφα οξέα, προέλευση: Γερμανία) 20min πριν το τέλος του βρασμού.

7.2.10 Μέτρηση χρώματος βυνογλεύκους

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ASBC – Beer 10 . Color.

Η μέτρηση του χρώματος γίνεται με μέτρηση της απορρόφησης στα 430nm σε φασματοφωτόμετρο με κυψελίδα 1cm. Διαυγές δείγμα διηθείτε με αποστειρωμένο φίλτρο μεμβράνης από υλικό που δεν απορροφά χρώμα, ώστε να είναι διαυγές. Τα πρώτα ml απορρίπτονται και λαμβάνεται δείγμα από τα επόμενα. Ο υπολογισμός του χρώματος γίνεται σε μονάδες EBC Επιπλέον για να είναι δεκτή η τιμή της απορρόφησης πρέπει : Απορρόφηση 700nm < Απορρόφηση 430nm * 0,039 [46]

Example	Beer color	EBC
Pale lager, Witbier, Pilsener, Berliner Weisse		4
Maibock, Blonde Ale		6
Weissbier		8
American Pale Ale, India Pale Ale		12
Weissbier, Saison		16
English Bitter, ESB		20
Biere de Garde, Double IPA		26
Dark lager, Vienna lager, Marzen, Amber Ale		33
Brown Ale, Bock, Dunkel, Dunkelweizen		39
Irish Dry Stout, Doppelbock, Porter		47
Stout		57
Foreign Stout, Baltic Porter		69
Imperial Stout		79

Εικόνα 7.20 : Κλίμακα EBC

7.2.11 Ζύμωση

Η ζύμωση πραγματοποιήθηκε σε σταθερή θερμοκρασία 20,5°C ($\pm 2^\circ\text{C}$). Χρησιμοποιήθηκε η ζύμη M20 Bavarian Wheat της Mangrove Jack's και το εμβόλιο έγινε βάσει των οδηγιών του κατασκευαστή. Μετά το τέλος της ζύμωσης ακολούθησε cold crash για 2 μέρες στον 1°C και δεύτερη ζύμωση στη φιάλη σε θερμοκρασία 18°C, με προσθήκη σακχαρόζης σε αναλογία $\approx 6,5\text{g/L}$ για την παραγωγή διοξειδίου.

7.2.12 Οργανοληπτικός έλεγχος μπίρας

Σε συνέχεια των αναλύσεων έγινε οργανοληπτική δοκιμή ως προς το χαρακτήρα της μπίρας σε σχέση με μπίρες Weiss του εμπορίου καθώς και τη μπίρα που παρήχθη με το δίκοκκο σιτάρι.

Έγινε τριγωνική δοκιμή σύμφωνα με τη μέθοδο ASBC - Sensory Analysis 7. Triangular Test (International Method).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

8.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΒΥΝΟΠΟΙΗΣΗΣ - ΖΥΘΟΠΟΙΗΣΗΣ

Όπως θα δείξουν και τα αποτελέσματα των μετρήσεων που ακολουθούν η Ζέα μπορεί να δώσει μια βύνη ικανή να παράξει ποιοτικό ζύθο. Στην δική μας βλάστηση η χαμηλότερη εκχυλισματική απόδοση και κατά συνέπεια και οι μεγαλύτερες απώλειες οφείλονται στο ότι η ξήρανση καθυστέρησε να ξεκινήσει με αποτέλεσμα την ανάπτυξη σε ποσοστό μεγαλύτερο από το επιθυμητό.

8.1.1 Εκατολιτρικό βάρος [EB]

Στον Πίνακα 8.1 φαίνονται οι μετρήσεις του εκατολιτρικού βάρους που έγιναν στις πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν.

Πίνακας 8.1 Μετρήσεις εκατολιτρικού βάρους

	EB (kg/hL)	
	Μετρήσεις	
	Αβυνοποίητο	Βυνοποιημένο
Σιτάρι Ζέας με λέπυρα	62,5	46,5
Σιτάρι Ζέας χωρίς λέπυρα	66,5	49,5
Σιτάρι εμπορίου	78,5	70,5

Οι κόκκοι Ζέας χωρίς τα λέπυρα έχουν μεγαλύτερο EB σε σχέση με τους κόκκους με τα λέπυρα. Αυτό δικαιολογείται καθώς τα λέπυρα αυξάνουν τον όγκο των σπόρων. Παρόλα αυτά η αύξηση δεν είναι διπλάσια όπως θα περίμενε κάποιος. Το σιτάρι του εμπορίου έχει φανερά μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με το σιτάρι Ζέας, οπότε ο ζύθος θα έχει και μεγαλύτερη εκχυλισματική απόδοση, εφόσον παραχθεί με την ίδια ποσότητα.

8.1.2 Βάρος χιλίων κόκκων [BΧΚ]

Με βάση τις μετρήσεις, σε θερμοκρασία 26°C, βρέθηκαν τα εξής:

Πίνακας 8.2 Μετρήσεις βάρους χιλίων κόκκων και ενδεικτικές τιμές [g]

	ΒΧΚ [g]	
	Μετρήσεις	
	Αβυνοποίητο	Βύνη
Κόκκοι Ζέας με λέπυρα	40,83	31,82
Κόκκοι Ζέας χωρίς λέπυρα	35,95	28,8
Σιτάρι εμπορίου	44,5	34,4

Για το σιτάρι Ζέας, παρατηρείται μείωση του ΒΧΚ όταν οι κόκκοι απαλλάσσονται από τα λέπυρα. Αυτή η μείωση είναι αναμενόμενη, καθώς τα λέπυρα αν και όχι τόσο βαριά όσο οι κόκκοι, φέρουν κάποιο βάρος. Το σιτάρι του εμπορίου έχει ελάχιστα μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με το σιτάρι Ζέας, προβλέπεται όμως μεγαλύτερη εκχυλισματική απόδοση.

8.1.3 Ταξινόμηση κατά μέγεθος δημητριακού και βύνης (πάχος κόκκων)

Με βάση τις μετρήσεις, προέκυψε η εξής ταξινόμηση:

Πίνακας 8.3 Μετρήσεις πάχους κόκκων

	[mm]	Αβυνοποίητο		Βύνη
Σιτάρι Ζέας χωρίς λέπυρα	>2,8	13,08	78,6	21,32
	>2,5 & ≤2,8	65,52		48,87
	>2,2 & ≤2,5	18,85		19,97
	≤2,2	2,55		9,84
Σιτάρι εμπορίου χωρίς λέπυρα	>2,8	46,32	81,3	64,12
	>2,5 & ≤2,8	34,98		19,87
	>2,2 & ≤2,5	17,68		8,54

	$\leq 2,2$	1,02	7,47
--	------------	------	------

Από τον Πίνακα 8.3 φαίνεται ότι το 97,45% των αβυνοποίητων κόκκων Ζέας είναι κατάλληλο για βυνοποίηση, λίγο μικρότερο από το ποσοστό του σιταριού του εμπορίου το οποίο ήταν 98,98%. Η περισσότεροι κόκκοι ζέας έχουν μέγεθος μεταξύ 2,5 και 2,8mm.

Παρατηρείται γενικά ανομοιομορφία στους κόκκους Ζέας σε σύγκριση με το σιτάρι του εμπορίου ως προς το πάχος, η οποία μπορεί να οφείλεται στη μορφολογία/μέγεθος των κόκκων, όσο και στις καλλιεργητικές τεχνικές που ακολουθήθηκαν, στον τόπο καλλιέργειας, στην διαφορετική ταχύτητα βλάστησης μεταξύ των κόκκων και στην ανομοιόμορφη κατανομή της λίπανσης.

Όσον αφορά την ταξινόμηση της βύνης, φαίνεται ότι η Ζέα θα έχει χαμηλότερη εκχυλισματική απόδοση από το κοινό σιτάρι καθώς το ποσοστό των κόκκων που είναι μεγαλύτερο από 2,5mm είναι στην περίπτωση της Ζέας 70,19% και στην περίπτωση του κοινού σιταριού 83,99%.

8.1.4 Ποιότητα ενδοσπέρμιου – Προσδιορισμός υαλώδων κόκκων δημητριακού

Στον Πίνακα 8.4 δίνονται τα ποσοστά υαλώδους και αλευρώδους δομής.

Πίνακας 8.4 Μετρήσεις Ποιότητας Ενδοσπερμίου (προσδιορισμός υαλωδών / αλευρωδών κόκκων) [%]

	Ποιότητα ενδοσπερμίου [%]	
	Μετρήσεις	
	Υαλώδης	Αλευρώδης
Κόκκοι Ζέας χωρίς λέπυρα	37	63
Κόκκοι σιταριού εμπορίου χωρίς λέπυρα	18	82

Παρατηρείται ότι και στο σιτάρι Ζέας και στο σιτάρι του εμπορίου το ποσοστό της αλευρώδους δομής υπερಿಸχύει της υαλώδους, ωστόσο στη Ζέα είναι αρκετά χαμηλότερο. Η συγκέντρωση του αμύλου στη Ζέα είναι ικανοποιητική προς χαμηλή, αποτέλεσμα το οποίο θα επηρεάσει την εκχυλισματική απόδοση.

8.1.5 Προσδιορισμός υγρασίας

Όσον αφορά το αποφλοιωμένο σιτάρι Ζέας, με τη μέθοδο της ξήρανσης στον κλίβανο, η υγρασία βρέθηκε να είναι 6,85%. Εφόσον το αποτέλεσμα είναι μικρότερο

από 14%, δεν χρειάζεται να γίνει προξήρανση και το αποτέλεσμα θεωρείται ικανοποιητικό και το σιτάρι κατάλληλο για βυνοποίηση. Στον παρακάτω Πίνακα 8.5 φαίνονται και τα υπόλοιπα αποτελέσματα.

Πίνακας 8.5 Μετρήσεις υγρασίας και αντίστοιχες ενδεικτικές τιμές (ξηρά ουσία)

	Υγρασία (%)	
	Μετρήσεις	
	Αβυνοποίητο	Βύνη
Σιτάρι Ζέας με λέπυρα	7,3	4,0
Σιτάρι Ζέας χωρίς λέπυρα	6,85	3,8
Σιτάρι εμπορίου	12,9	4,2

Παρατηρείται μικρή μείωση της υγρασίας των κόκκων όσο απαλλάσσονται από τα λέπυρα. Οι τιμές είναι εντός των ορίων. Φαίνεται επίσης ότι η υγρασία του σιταριού του εμπορίου έχει αρκετά μεγαλύτερη τιμή.

8.1.6 Προσδιορισμός βλαστικής ικανότητας [BI]

Με βάση τις μετρήσεις που έγιναν σε κόκκους Ζέας χωρίς λέπυρα, η BI ήταν 98,10 %, με ενδεικτική τιμή να είναι $\geq 95\%$

Με βάση τις μετρήσεις που έγιναν σε κόκκους σιταριού του εμπορίου, η BI ήταν 95,9%, με ενδεικτική τιμή να είναι $\geq 95\%$.

Τα αποτελέσματα είναι αρκετά ικανοποιητικά και το σιτάρι θεωρείται κατάλληλο για βυνοποίηση. Παρατηρούμε ότι η BI των κόκκων Ζέας είναι μεγαλύτερη από αυτή του σιταριού του εμπορίου.

8.1.7 Προσδιορισμός βλαστικής ενεργότητας [BE]

Στον παρακάτω Πίνακα 8.6 φαίνονται οι μετρήσεις της βλαστικής ενεργότητας των κόκκων του δίκοκκου σιταριού.

Πίνακας 8.6 Μετρήσεις βλαστικής ενεργότητας και ενδεικτικές τιμές

	Βλαστική Ενεργότητα [BE]	
	Μετρήσεις	
	3 μέρες	5 μέρες
Σιτάρι Ζέας με λέπυρα	94	94
Σιτάρι Ζέας χωρίς λέπυρα	94	94
Σιτάρι εμπορίου	99	99

Φαίνεται ότι η βλαστική ενεργότητα στις 3 μέρες είναι ιδιαίτερα καλή και στις 2 περιπτώσεις και συνεπώς το σιτάρι θεωρείται κατάλληλο για βυνοποίηση.

Στις 5 μέρες παρόλο που θα έπρεπε η τιμή να είναι $\geq 95\%$, εφόσον η βλαστική ικανότητα ήταν $>95\%$, το σιτάρι μπορεί να βυνοποιηθεί.

8.1.8 Προσδιορισμός λεπύρων

Σύμφωνα με τις μετρήσεις το ποσοστό των λεπύρων στο δίκοκκο σιτάρι υπολογίστηκε στο 12%, ποσοστό ικανοποιητικό για την παραγωγή ανοιχτόχρωμης μπίρας και με ικανοποιητική εκχυλισματική απόδοση.

8.1.9 Προσδιορισμός ευαισθησίας στο νερό

Πίνακας 8.7: Μετρήσεις ευαισθησίας του δημητριακού στο νερό και αντίστοιχες ενδεικτικές τιμές

	Ευαισθησία στο νερό (%)
	Μετρήσεις
Κόκκοι Ζέας με λέπυρα	4
Κόκκοι Ζέας χωρίς λέπυρα	9
Σιτάρι εμπορίου	3

Τα δείγματα του δίκοκκου σιταριού έχουν πολύ μικρή ευαισθησία στο νερό το οποίο σημαίνει ότι οι σπόροι είναι μακριά από το στάδιο του λήθαργου και σε συνδυασμό με την καλή βλαστική ικανότητα καθιστά τους σπόρους κατάλληλους για βυνοποίηση. Φαίνεται επίσης ότι το ίδιο ισχύει και για το σιτάρι του εμπορίου.

8.1.10 Προσδιορισμός εκχυλισματικής απόδοσης βύνης (Congress mash)

Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν, η εκχυλισματική απόδοση της βύνης σιταριού υπολογίστηκε στο 75,74% και της βύνης του δίκοκκου σιταριού στο 67,27%, ποσοστό είναι πιο χαμηλό από την ενδεικτική τιμή που θα περιμέναμε. Το χαμηλότερο ποσοστό απόδοσης οφείλεται στην βλάστηση των κόκκων, η οποία διακόπηκε λίγο αργότερα απ' ό τι θα έπρεπε με αποτέλεσμα να καταναλωθεί ένα μέρος του αμύλου. Για τον λόγο αυτό στην συνταγή της μπίρας με βύνης Ζέας χρησιμοποιήθηκε περισσότερη ποσότητα από την αντίστοιχη με τη βύνη σιταριού.

8.1.11 Προσδιορισμός θερμοκρασίας ζελατινοποίησης

Η θερμοκρασία ζελατινοποίησης του δίκοκκου σιταριού υπολογίστηκε μεταξύ των 57°C-75°C με χαμηλότερη τιμή στους 63°C. Το εύρος τιμών είναι εντός των θερμοκρασιών που θα πραγματοποιηθεί η πολτοποίηση.

8.1.12 Προσδιορισμός αριθμού Hartong

Ακολουθήθηκε η διαδικασία της πολτοποίησης και της εξέτασης της βύνης στις διαφορετικές θερμοκρασίες, ωστόσο το αποτέλεσμα του λόγου VZ_{65}° ήταν εκτός των ορίων των τιμών. Αυτό οφείλεται στην χαμηλή εκχυλισματική απόδοση της βύνης από δίκοκκο σιτάρι. Οπότε εφόσον ο λόγος VZ_{65}° ήταν μη αποδεκτός, δεν έγινε ο υπολογισμός του αριθμού Hartong.

8.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

8.2.1 Σύγκριση βύνης δίκοκκου σιταριού και κοινού σιταριού βυνοποίησης

Δημιουργήθηκε βύνη από το δίκοκκο σιτάρι και βύνη από σιτάρι και οι δύο βύνες αναλύθηκαν ως προς τις ίδιες παραμέτρους. Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Πίνακας 8.8 Μετρήσεις βύνης από δίκοκκο και κοινό σιτάρι

	Δίκοκκο σιτάρι χωρίς λέπυρα	Κοινό σιτάρι
Εκατολιτρικό βάρος [kg/hL]	49,5	70,5
Βάρος χιλίων κόκκων [g]	33,82	34,4
Υγρασία [%]	4,0	4,2
Πάχος κόκκων > 2,8mm [%]	21,32	64,12
2,5mm < πάχος κόκκων < 2,8mm [%]	49,87	19,87
2,2mm < πάχος κόκκων < 2,5mm [%]	19,97	8,54
Πάχος κόκκων < 2,2mm [%]	9,84	7,47
Εκχυλισματική απόδοση [%] σε ξηρά ουσία	67,27%	75,74%

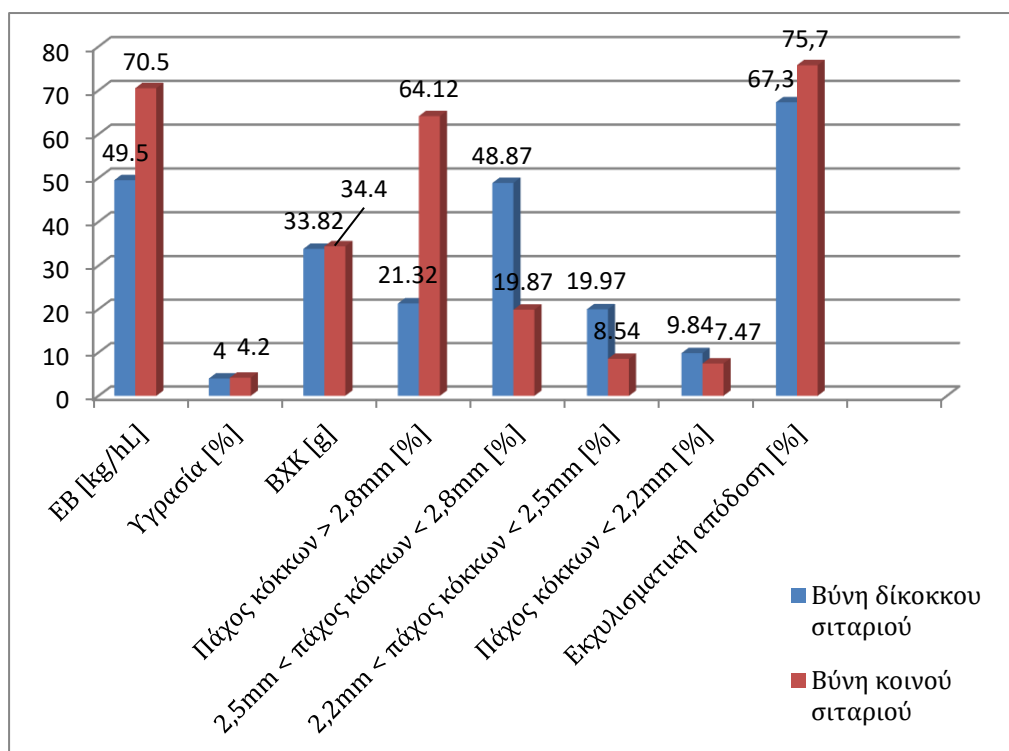
Παρατηρείται ότι η βύνη από δίκοκκο σιτάρι και η βύνη από κοινό σιτάρι έχουν παρόμοια ποσοστά υγρασίας και ελάχιστη διαφορά στο βάρος χιλίων κόκκων. Σημαντική διαφορά φαίνεται ότι υπάρχει στο εκατολιτρικό βάρος.

Διαφέρουν σημαντικά στην κατανομή των σπόρων κατά μέγεθος. Οι κόκκοι με μέγεθος μεγαλύτερο από 2,8mm στο δίκοκκο σιτάρι είναι μόλις 21,32% ενώ στο κοινό σιτάρι το ποσοστό ανέρχεται στο 64,12%. Οι κόκκοι με μέγεθος μεγαλύτεροι των 2,5 mm στο δίκοκκο σιτάρι είναι το 71,19% ενώ στο κοινό σιτάρι είναι 83,99%. Οι κόκκοι της κατηγορίας III, που κανονικά οδηγούνται για ζωοτροφή, στο δίκοκκο

σιτάρι έχουν ένα σχεδόν διπλάσιο ποσοστό (9,84%) από το κοινό μαλακό σιτάρι (7,47%). Για να γίνει αποδεκτό το σιτάρι για βυνοποίηση πρέπει το ποσοστό της 1ης κατηγορίας να είναι μεγαλύτερο από 85%. Κανένα από τα 2 σιτηρά δεν είναι πάνω από το αποδεκτό νούμερο αλλά το κοινό σιτάρι είναι πάρα πολύ κοντά σε αυτό, οπότε θα έχει και μεγαλύτερη εκχυλισματική απόδοση.

Η εκχυλισματική ικανότητα του δίκοκκου σιταριού είναι μόλις στο 67,27% ενώ του κοινού σιταριού ανέρχεται στο 75,74%. Η μελέτη του εκχυλίσματος του σιταριού είναι ένας δείκτης της αποδοτικότητας της βύνης και της περιεκτικότητας του σιταριού σε άμυλο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση το δίκοκκο σιτάρι φαίνεται να υστερεί, γεγονός το οποίο ήταν αναμενόμενο λόγω της καθυστέρησης της διακοπής της βλάστησης.

Στο διάγραμμα 8.1, τα αποτελέσματα των δύο βυνών έχουν τοποθετηθεί σε ραβδόγραμμα, το οποίο επιτρέπει την εύκολη οπτική σύγκρισή τους. Οι δύο βύνες παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες και αρκετές διαφορές, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Το τελικό συμπέρασμα είναι ότι αν και παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις μεταξύ τους και οι δύο θεωρούνται κατάλληλες για ζυθοποίηση.



Διάγραμμα 8.1 Ραβδόγραμμα μετρήσεων βύνης από δίκοκκο και κοινό σιτάρι

8.2.2 Σύγκριση ζυθογλεύκους από δίκοκκο σιτάρι και κοινό σιτάρι

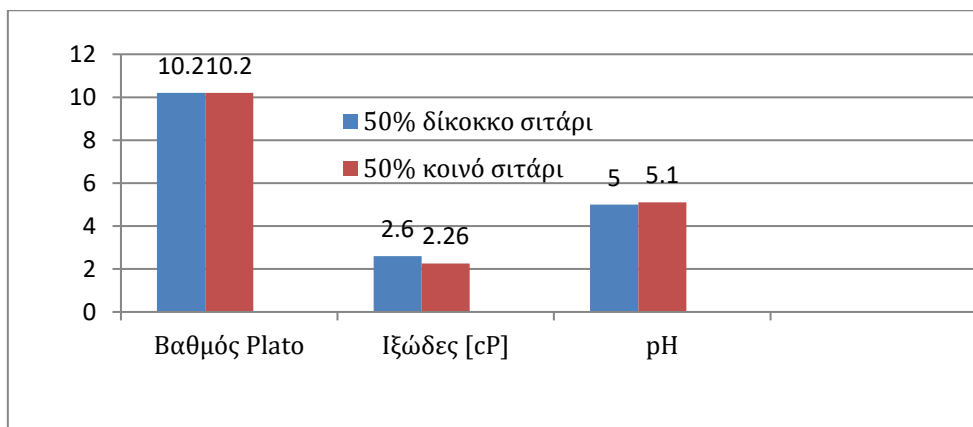
Στον παρακάτω Πίνακα 8.9 αναλύθηκε ζυθογλεύκος με 50% δίκοκκο σιτάρι και ζυθογλεύκος με 50% κοινό σιτάρι.

Πίνακας 8.9 Μετρήσεις ζυθογλεύκους από δίκοκκο και κοινό σιτάρι

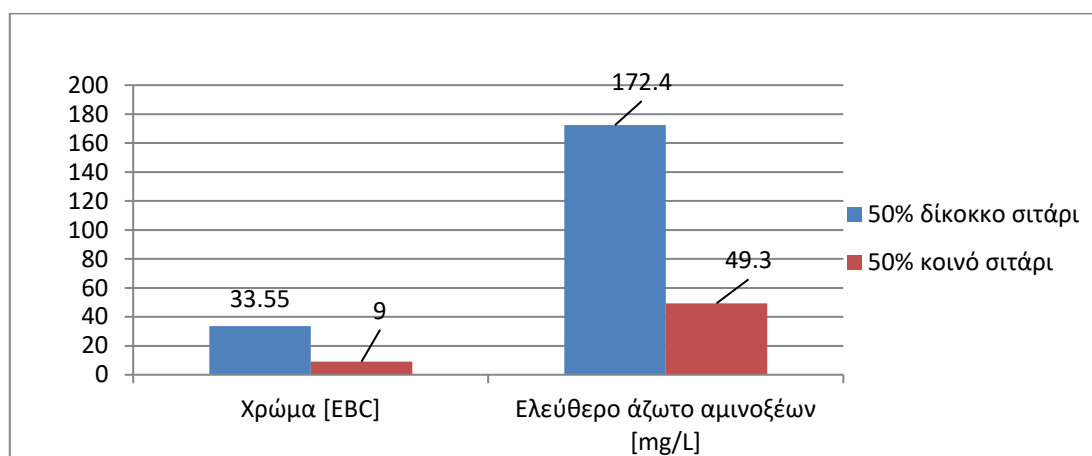
	50% δίκοκκο σιτάρι	50% κοινό σιτάρι
Βαθμός Plato	10,2	10,2
Ιξώδες [cP]	2,60	2,26
Χρώμα [EBC]	33,55	9,0
pH	5,0	5,1
Ελεύθερο άζωτο αμινοξέων [mg/L]	172,4	49,3

Παρατηρείται ότι ανάμεσα στα δύο ζυθογλεύκη δεν υπάρχει διαφορά όσον αφορά τον βαθμό Plato, ενώ η διαφορά στο pH είναι σχεδόν αμελητέα. Σημαντική διαφορά παρατηρείται στο χρώμα, με το ζυθογλεύκος από δίκοκκο σιτάρι να είναι πιο σκουρόχρωμο, λόγω της μεγαλύτερης βλάστησης και ξήρανσης. Το αφομοιώσιμο άζωτο είναι αρκετά μεγαλύτερο στο ζυθογλεύκος από δίκοκκο σιτάρι, το οποίο δηλώνει μεγαλύτερη συγκέντρωση αμινοξέων. Τέλος, το ιξώδες είναι λίγο μεγαλύτερο στο ζυθογλεύκος από το δίκοκκο σιτάρι, το οποίο δείχνει ότι το τελικό προϊόν θα έχει περισσότερο σώμα, πλουσιότερη αίσθηση στο στόμα και καλύτερη σταθερότητα του αφρού.

Στο Διάγραμμα 8.2 και 8.3, τα αποτελέσματα των δύο ζυθογλεύκων έχουν τοποθετηθεί σε ραβδόγραμμα, το οποίο επιτρέπει την εύκολη οπτική σύγκρισή τους.



Διάγραμμα 8.2 Ραβδόγραμμα μετρήσεων ζυθογλεύκους από δίκοκκο και κοινό σιτάρι



Διάγραμμα 8.3 Ραβδόγραμμα μετρήσεων ζυθογλεύκους από δίκοκκο και κοινό σιτάρι

8.2.3 Σύγκριση ανάλυσης ζύθου από δίκοκκο σιτάρι και κοινό σιτάρι

Στον παρακάτω Πίνακα 8.10, φαίνονται οι μετρήσεις της μπίρας που προέκυψε από το ζυθογλεύκος που είχε 50% δίκοκκο σιτάρι και 50% κοινό σιτάρι.

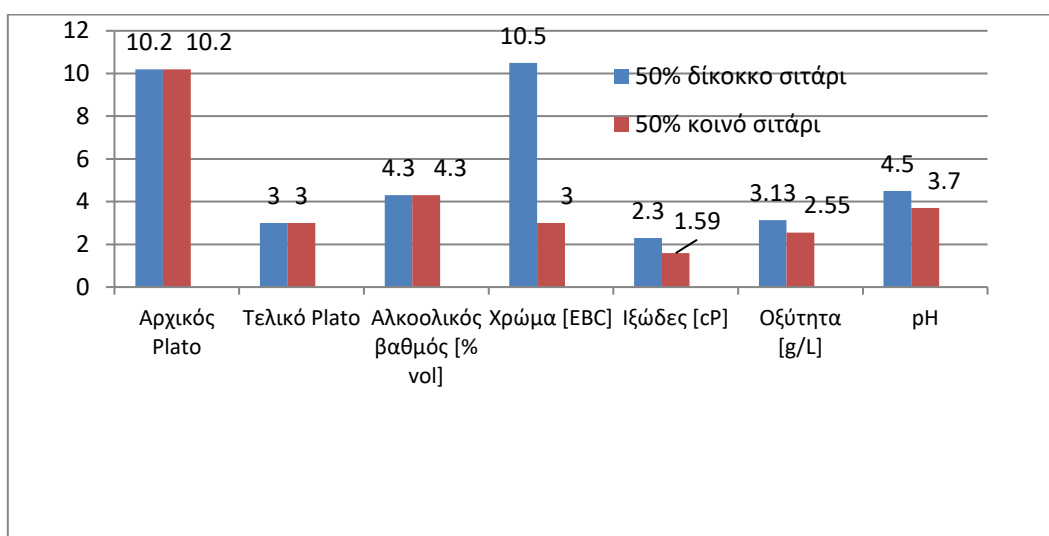
Πίνακας 8.10 Μετρήσεις μπίρας από δίκοκκο και κοινό σιτάρι

	50% δίκοκκο σιτάρι	50% κοινό σιτάρι
Αρχικός βαθμός Plato	10,2	10,2
Τελικός βαθμός Plato	3,0	3,0
Αλκοολικός βαθμός [% vol]	4,3	4,3
Χρώμα [EBC]	33,9	7,3
Ιξώδες [cP]	2,30	1,59
Οξύτητα [g/L]	3,13	2,55
pH	4,5	3,7
Ελεύθερο άζωτο αμινοξέων [mg/L]	103	5,5

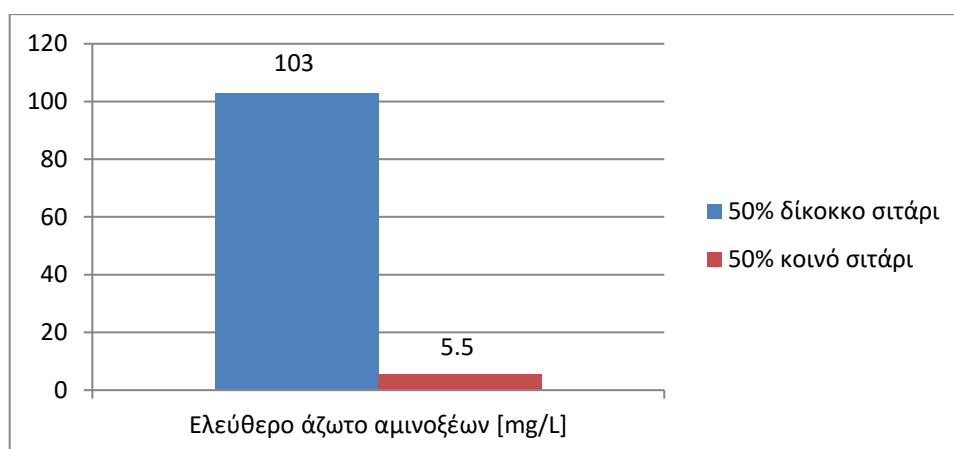
Οι μπίρες που δημιουργήθηκαν ξεκίνησαν από ζυθογλεύκη με κοινό βαθμό Plato, οπότε αναμενόμενα έδωσαν και μπίρες με ίδιο αλκοολικό βαθμό. Το pH είναι παραπλήσιο και στις δύο περιπτώσεις. Η μεγάλη διαφορά στο χρώμα, η οποία ήταν αναμενόμενη, οφείλεται στο ότι η ξήρανση του δίκοκκου σιταριού διήρκησε περισσότερη ώρα. Όσον αφορά το ιξώδες, και στις δύο περιπτώσεις φαίνεται ότι η

διαλυτοποίηση δεν ήταν τόσο καλή. Ο ζύθος από δίκοκκο σιτάρι βέβαια έχει υψηλότερο ιξώδες, το οποίο δείχνει ότι το προϊόν αυτό έχει πιθανώς πιο σταθερό αφρό και καλύτερο σώμα όπως και πιο πλούσια αίσθηση στο στόμα. Τέλος, το αφομοιώσιμο άζωτο στον ζύθο με δίκοκκο σιτάρι είναι αρκετά μεγαλύτερο. Αυτό δείχνει ότι σε αυτή τη μπίρα το ποσοστό εκχυλίσματος θα είναι πιο χαμηλό ενώ οι πρωτεΐνες θα προσφέρουν ένα θόλωμα στη μπίρα που λόγω του τύπου της είναι επιθυμητό σε σύγκριση με την μπίρα από κοινό σιτάρι η οποία έχει πιο υψηλό ποσοστό εκχυλίσματος και είναι πιο διαυγής.

Σύμφωνα με την οργανοληπτική δοκιμή, η μπίρα με Ζέα δεν εμφάνισε σημαντικές διαφορές σε σχέση με τη μπίρα από το κοινό σιτάρι, αλλά παρουσίαζε πιο σύνθετα αρώματα, μεγαλύτερη ενανθράκωση και πιο πλούσιο αφρό. Είχε ωστόσο τα αναμενόμενα χαρακτηριστικά μιας μπίρας τύπου Weiss σύμφωνα με την περιγραφή του BJCP και τις μπίρες Weiss του εμπορίου που δοκιμάστηκαν.



Διάγραμμα 8.4: Ραβδόγραμμα μετρήσεων μπίρας από δίκοκκο και κοινό σιτάρι



Διάγραμμα 8.5: Ραβδόγραμμα μέτρησης Ελεύθερο άζωτο αμινοξέων σε μπίρας από δίκοκκο και κοινό σιτάρι

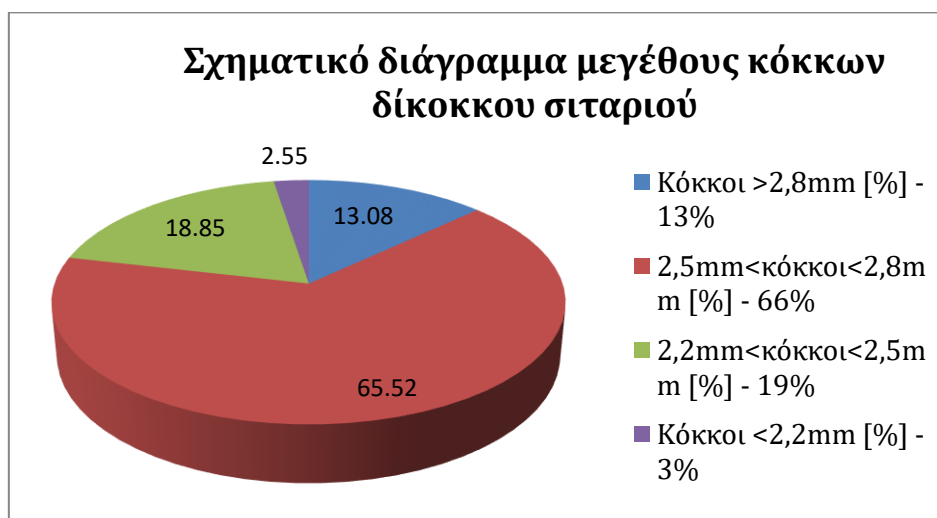
Στα διαγράμματα 8.4 και 8.5 τα αποτελέσματα των δύο ζυθογλεύκων έχουν τοποθετηθεί σε ραβδόγραμμα, το οποίο επιτρέπει την εύκολη οπτική σύγκρισή τους.

8.2.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αναλύσεων δίκοκκου σιταριού

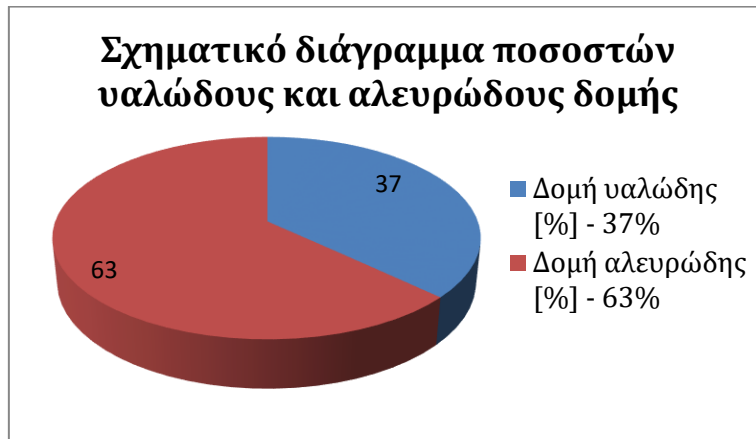
Στον Πίνακα 8.11 καταγράφονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στους σπόρους του δίκοκκου σιταριού.

Πίνακας 8.11 : Ποιοτικά χαρακτηριστικά του *T. dicocum*

ΕΒ κόκκων με λέπυρα [kg/hL] επί ξηρού	62,5
ΕΒ κόκκων χωρίς λέπυρα [kg/hL] επί ξηρού	66,6
ΒΧΚ με λέπυρα [g] επί ξηρού	40,83
ΒΧΚ χωρίς λέπυρα [g] επί ξηρού	35,95
Κόκκοι >2,8mm [%]	13,08
2,5mm<κόκκοι<2,8mm [%]	65,52
2,2mm<κόκκοι<2,5mm [%]	18,85
Κόκκοι <2,2mm [%]	2,55
Δομή υαλώδης [%]	37
Δομή αλευρώδης [%]	63
Υγρασία κόκκων με λέπυρα [%]	7,3
Υγρασία κόκκων χωρίς λέπυρα [%]	6,85
ΒΙ [%]	98,10
ΒΕ κόκκων με λέπυρα στις 3 μέρες [%]	94
ΒΕ κόκκων με λέπυρα στις 5 μέρες [%]	94
ΒΕ κόκκων χωρίς λέπυρα στις 3 μέρες [%]	94
ΒΕ κόκκων χωρίς λέπυρα στις 5 μέρες	94
Ευαισθησία στο νερό με λέπυρα [%]	4
Ευαισθησία στο νερό χωρίς λέπυρα [%]	9
Λέπυρα [%]	12



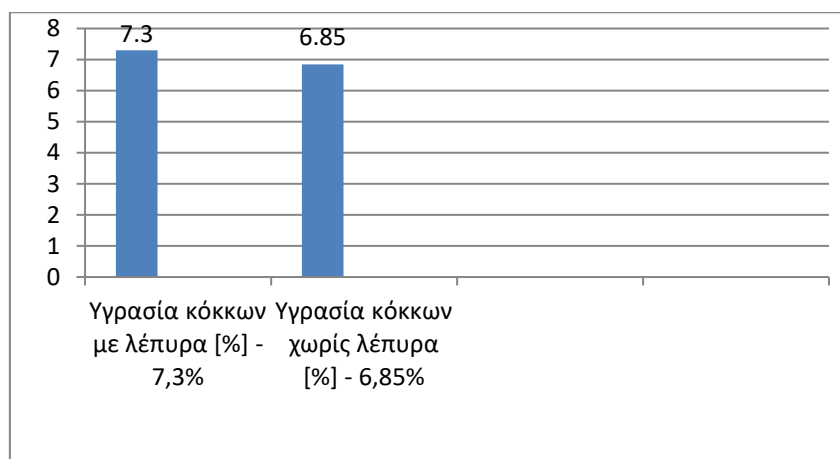
Διάγραμμα 8.6 Σχηματικό διάγραμμα μεγέθους κόκκων δίκοκκου σιταριού



Διάγραμμα 8.7 Σχηματικό διάγραμμα ποσοστών υαλώδους και αλευρώδους δομής

Τα ληφθέντα δείγματα δίκοκκου σιταριού παρουσιάζουν αποδεκτά χαρακτηριστικά και κατάλληλη ποιότητα για την παρασκευή της βύνης και την πραγματοποίηση της διαδικασίας ζυθοποίησης. Οι κόκκοι με μέγεθος μικρότερο των 2,2mm αντιστοιχούν μόλις στο 2,55% του συνόλου των δειγματος. Το ποσοστό της αλευρώδους δομής δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό, γεγονός που δηλώνει ότι η εκχυλισματική ικανότητα του αμύλου θα είναι σχετικά χαμηλή, σε οριακά αποδεκτά επίπεδα.

Η υγρασία των κόκκων του δίκοκκου σιταριού θεωρείται ικανοποιητική. Δεν είναι ούτε πολύ μεγάλη ώστε να διευκολύνει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών ούτε πολύ μικρή ώστε να καθιστά τους κόκκους ιδιαίτερα εύθραυστους. Στο διάγραμμα 8.8 φαίνεται μία μικρή πτώση της υγρασίας κατά το στάδιο αποφλοιώσης των κόκκων του δίκοκκου σιταριού.



Διάγραμμα 8.8 Ραβδόγραμμα υγρασίας ανά στάδιο αποφλοιώσης των κόκκων του δίκοκκου σιταριού

Επιπλέον, η βλαστική ικανότητα είναι αρκετά υψηλή (98,10%), όπως και η βλαστική ενεργότητα των κόκκων που βλάστησαν στις 3 μέρες και με λέπυρα και χωρίς. Η βλαστική ενεργότητα των κόκκων που βλάστησαν στις 5 μέρες και με λέπυρα και χωρίς είναι χαμηλότερη των ορίων κατά μία μονάδα (94%). Εφόσον όμως η βλαστική ικανότητα ήταν μεγαλύτερη από 95%, το σιτάρι μπορεί να βυνοποιηθεί. Παρατηρείται επιπλέον ότι η ευαισθησία στο νερό είναι πολύ μικρή, το οποίο είναι και το επιθυμητό

Το ποσοστό των λεπύρων είναι εντός των αποδεκτών ποσοστών, ωστόσο όσο μεγαλύτερο το ποσοστό των λεπύρων, τόσο μειωμένη εκχυλισματική απόδοση θα έχει το σιτάρι.

Τέλος, το εκατολιτρικό βάρος είναι αρκετά χαμηλότερο από τις ενδεικτικές τιμές, σε αντίθεση με το βάρος χιλίων κόκκων που είναι αποδεκτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην συγκεκριμένη πειραματική διαδικασία δείγμα από δίκοκκο και κοινό σιτάρι εμπορίου, μελετήθηκαν ως προς ορισμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά και ως προς την καταλληλότητα τους να οδηγηθούν σε διαδικασία βυνοποίησης και επομένως, ζυθοποίησης.

Αναφορικά με τα μηχανικά χαρακτηριστικά, παρατηρήσαμε ότι το δίκοκκο σιτάρι σε σύγκριση με το κοινό σιτάρι εμφανίζει χαμηλότερη υγρασία και μικρότερο εκατολιτρικό βάρος και βάρος χιλίων κόκκων.

Σημαντικές διαφορές μεταξύ των σιτηρών παρατηρούνται στην ταξινόμηση των κόκκων κατά μέγεθος. Το κοινό σιτάρι εμφανίζει αρκετά υψηλότερο ποσοστό κόκκων μεγέθους πάνω από 2,8mm και αρκετά μικρότερο ποσοστό κόκκων μεγέθους 2,2mm έως 2,5mm. Παρόλα αυτά λόγω του γεγονότος ότι οι κόκκοι του δίκοκκου σιταριού με μέγεθος 2,2mm έως 2,5mm και 2,5mm έως 2,8mm πλησιάζουν το 85% των κόκκων μπορεί να εξασφαλιστεί ομοιομορφία στη βλάστηση.

Αναφορικά με την ποιότητα του ενδοσπερμίου, όπως προκύπτει από μία απλή καταμέτρηση τεμαχισμένων κόκκων, οι κόκκοι του δίκοκκου σιταριού εμφανίζουν μεγαλύτερο ποσοστό υαλώδους μορφής.

Σχετικά με τις σημαντικότερες παραμέτρους για τα σιτηρά που προορίζονται για βυνοποίηση, δηλαδή τη βλαστική ικανότητα, τη βλαστική ενεργότητα και την ευαισθησία στο νερό το δίκοκκο σιτάρι εμφάνισε ιδανικές τιμές.

Όπως έδειξε η βυνοποίηση, τα μηχανικά χαρακτηριστικά του δίκοκκου σιταριού σε σχέση με το κοινό μαλακό σιτάρι ήταν αναλογικά όπως και πριν τη βυνοποίηση. Παρατηρήθηκε μεγάλη ανομοιομορφία στους κόκκους βύνης του δίκοκκου σιταριού γεγονός στο οποίο θα πρέπει να δοθεί προσοχή κατά τη ρύθμιση των μύλων για την άλεση της βύνης.

Η βύνη του δίκοκκου σιταριού εμφάνισε μειωμένη εκχυλισματική απόδοση σε σύγκριση με το κοινό σιτάρι. Αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη διάρκεια βλάστησης η οποία είχε ως αποτέλεσμα να καταναλωθεί ένα μέρος του αμύλου.

Ο ζύθος που παράχθηκε με 50% δίκοκκο σιτάρι σε σύγκριση με το ζύθο με 50% κοινό σιτάρι αν και παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις μεταξύ τους, έχουν στο σύνολο παραπλήσια χαρακτηριστικά. Ο ζύθος από δίκοκκο σιτάρι έχει πιο πλούσιο σώμα, περισσότερο και πιο σταθερό αφρό και πιο έντονη αρωματική αίσθηση σε σύγκριση με τον ζύθο από το κοινό σιτάρι που έχει πιο ουδέτερη αρωματική αίσθηση και λιγότερο σώμα.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της οργανοληπτικής δοκιμής και οι δύο ζύθοι εμφάνισαν τα κανονικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά για τις μπίρες Weiss, με το

ζύθο από το δίκοκκο σιτάρι να χαρακτηρίζεται από ελαφρώς μεγαλύτερη πολυπλοκότητα και πιο πλούσιο χαρακτήρα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι το δίκοκκο σιτάρι Ζέας είναι κατάλληλο για βυνοποίηση και ζυθοποίηση και δίνει ζύθους με κατάλληλα χαρακτηριστικά. Αν η διαδικασία της βυνοποίησης και ιδιαίτερα της βλάστησης γίνει σωστά, μπορούμε να λάβουμε βύνη η οποία θα δώσει εξαιρετικά αποτελέσματα.

Πλεονέκτημα για τους ζυθοποιούς που επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν το συγκεκριμένο σιτάρι είναι η στροφή των καταναλωτών σε προϊόντα με χαμηλή περιεκτικότητα σε γλουτένη. Σημαντικό μειονέκτημα είναι φυσικά η αυξημένη τιμή σε σχέση με τη βύνη σιταριού και κατ' επέκταση σε αυξημένο κόστος παραγωγής μπίρας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] : https://www.ellinikienosizithopoion.gr/?page_id=607
- [2] : <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CF%80%CE%AF%CF%81%CE%B1>
- [3] : <https://beerandbrewing.com/dictionary/UqfrcsPoAI/>
- [4] : https://www.ellinikienosizithopoion.gr/?page_id=72
- [5] : <https://www.alebox.gr/how-beer-is-made>
- [6] : <https://www.dummies.com/food-drink/drinks/beer/the-main-ingredients-of-beer/>
- [7] : <https://www.beerwulf.com/en-gb/articles-about-craft-beer/beer-ingredients>
- [8] : <https://www.agrobooks.gr/books/lukiskos/>
- [9] : C. Schönberger, T. Kostelecky. (2012) 125th Anniversary Review: The Role of Hops in Brewing. *Journal of the Institute of Brewing*, 259-267
- [10] : Michael Mosher , Kenneth Trantham. (2017) *Brewing Science: A Multidisciplinary Approach*
- [11] : https://medlabgr.blogspot.com/2014/01/blog-post_29.html#gsc.tab=0
- [12] : <https://www.terra-greca.be/useful-for-our-diet/zea-the-emmer-wheat/>
- [13] : Srinu Dhanavath, U.J.S. Prasada Rao. (2017). Nutritional and Nutraceutical Properties of Triticum dicoccum Wheat and Its Health Benefits: An Overview. *Journal of Food Science*, 82, 2227-2532
- [14] : Elzbieta Suchowilska *et al.* (2009). Discriminant analysis of selected yield components and fatty acid composition of chosen Triticum monococcum, Triticum dicoccum and Triticum spelta accessions. *Journal of Cereal Science*, 49, 310-315
- [15] : Rita Acquistucci *et al.* (2004). Chemical, technological, and nutritional characteristics of two lines of "farro" (Triticum turgidum ssp. dicoccum). *Molecular Nutrition and food research*, 48, 213-217
- [16] : T.D. Supekar, S.R. Patil. (2005). Comparative study of some important aestivum, durum and dicoccum wheat cultivars for grain, flour quality and suitability for chapati making characteristics. *Journal of Food Science*, 42, 488-492
- [17] : Sladana Zilic *et al.* (2017). Free asparagine and sugars profile of cereal species: the potential of cereals for acrylamide formation in foods. *Food Additives and Contaminants*, 34, 705-713
- [18] : Veronica Giacintucci *et al.* (2014). Composition, Protein Contents, and Microstructural Characterisation of Grains and Flours of Emmer Wheats (Triticum turgidum ssp. dicoccum) of the Central Italy Type . *Czech Journal of Food Sciences*, 32, 115-121

- [19] : P. Konvalina, I. Capouchova. (2012). Agronomically important traits of emmer wheat, *Plant, soil and environment*, 58, 341-346
- [20] : Zaharieva M, Ayanna NG *et al.* (2010). Cultivated emmer wheat (*Triticum dicoccon* Schrank), an old crop with promising future: a review, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57, 937-962
- [21] : <https://www.meteofarm.gr/>
- [22] : B. Friebe *et al.* (2000). Development of a complete set of *Triticum aestivum*-*Aegilops speltoides* chromosome addition lines. *Theoretical and Applied Genetics*, 101, 51-58
- [23] : Κώστας Κουτής. (2016). *Το ντυμένο ή «αρχαίο» σιτάρι*
- [24] : <https://www.yara.gr/threpsi-lipansi/lipansi-sitari/pagkosmia-paragwgh-sitirwn/>
- [25] : <https://flour.com/anatomy-of-a-wheat-kernel/>
- [26] : ScienceAid. (2017). *Cereal Grains: The Structure & Uses of Wheat*
- [27] : <https://storymaps.arcgis.com/stories/9861cb6900614d1eb5ddac2676f1cdfa>
- [28] : <https://www.fao.org/3/Y4011E/y4011e07.htm>
- [29] : <https://www.craftbeer.com/beer-styles>
- [30] : <https://www.brewersassociation.org/edu/brewers-association-beer-style-guidelines/>
- [31] : Michael Jackson. (1996). *The Simon & Schuster Pocket Guide to Beer*
- [32] : Raf Meert. (2022) *Lambic. The Untamed Brussels Beer: Origin, Evolution and Future*
- [33] : <https://www.allagash.com/blog/what-is-wheat-beer-vs-witbier-vs-hefeweizen/>
- [34] : <https://vinepair.com/articles/7-questions-wheat-beer-youve-embarrassed-ask/>
- [35] : <https://www.storey.com/article/wheat-beers-wit-weisse-weizen/>
- [36] : Michael Jackson. (1993). *Michael Jackson's Beer Companion: Lagers, Ales, Wheat Beers, Stouts, Fruit Beers, Porters, Steam Beers*
- [37] : https://www.huffpost.com/entry/an-introduction-to-gose-s_b_11978444
- [38] : <http://www.milkthefunk.com/wiki/Lichtenhainer>
- [39] : William Shawn Scott. (2012). *Project Grodziskie: A Polish Renaissance*
- [40] : <https://www.bjcp.org/news/bjcp-releases-2021-beer-style-guidelines/>
- [41] : <https://www.sidmartinbio.org/what-is-hectoliter-weight/>

- [42] : <https://www.wise-geek.com/what-is-a-hectoliter.htm>
- [43] : <https://www.metric-conversions.org/el/weight/pounds-to-kilograms.htm>
- [44] : Judson Lewis. (1963). *Weights and Measures Standards of the United States*
- [45] : <https://www.laboratuvar.com/en/gida-analizleri/fiziksel-analizler/hektolitire-agirligi-tayini>
- [46] : Ηλίας Νεράτζης *et al.* (2015). *Τεχνολογίες Βύνης & Ζύθου*
- [47] :
<http://www.agroepirus.gr/eagro/citizens/articles/article.jsp?context=9204&categoryid=201&articleid=6730>
- [48] : <https://gree-conditions.ru/el/do-prosushki-zerna-vlazhnost-ego-by-la-23-i-ubyli-zerna-semyan-posle-sushki/>
- [49] : <http://www.zythopedia.eu/61>
- [50] : <https://blog.homebrewing.org/what-is-diastatic-power-definition-chart/>
- [51] : <https://beersmith.com/blog/2010/01/04/diastatic-power-and-mashing-your-beer/>
- [52] : <https://www.probrewer.com/library/malt/understanding-malt-analysis-sheets/>
- [53] :
<https://zythos.webnode.gr/news/%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%AF-%CE%B2%CF%8D%CE%BD%CE%B7%CF%821/>
- [54] : Michael J. Lewis, Tom W. Young. (2002) *Brewing*
- [55] : <https://stonepathmalt.com/process/>
- [56] : <https://www.beeroskopio.com/>
- [57] : <https://www.brewer-world.com/guide-to-milling/>
- [58] : D.E. Briggs *et al.* (1981) *Malting and Brewing Science: Malt and Sweet Wort, Volume 1*
- [59] : <https://www.differencebetween.com/what-is-the-difference-between-wheat-barley-and-oats/>
- [60] : <https://www.unknownbrewing.com/yeast-in-beer>
- [61] : <https://www.meteofarm.gr/%CE%B1%CE%B3%CF>
- [62] : <https://agravia.gr/anagkes-threpsis-star>
- [63] : <https://www.insider.gr/eidiseis/229483/o>

- [64] : <https://zythos.webnode.gr/news/alesi-vyn>
- [65] : <https://www.greekgastronomyguide.gr/mpyra-ethniko-proion/>
- [66] : <https://www.hellas-hops.gr/el/fresko-lykisko.html>
- [67] : <https://www.beercartel.com.au/blog/the-difference-between-ales-vs-lagers-explained/>
- [68] : <https://fabflour.co.uk/fab-flour/how-flour-is-milled/attachment/grain-anatomy/>
- [69] : <https://glaveris.gr/%CF%84%CE%B1-%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%BF%CF%86%CE%AD%CE%BB%CE%B7-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%B1%CE%BB%CE%B5%CF%8D%CF%81%CE%BF%CF%85-triticum-dicoccum-%CE%B6%CE%AD/>
- [70] : <https://www.argiro.gr/2017/08/alevri-zeas/>
- [71] : Chakraborty *et al.* (2022). An Insight into the Gelatinization Properties Influencing the Modified Starches Used in Food Industry: A review. *Food Bioprocess Technol*, 15, 1195–1223
- [72] : https://www.braukaiser.com/wiki/index.php/Starch_Conversion#Gelatinization
- [73] : <https://www.naftikachronika.gr/2023/02/28/poies-chores-paragoun-to-perissotero-sitari/>
- [74] : Tamara Dapcevic Hadnadev *et al.* (2011). The Role of Empirical Rheology in Flour Quality Control. *Wide Spectra of Quality Control*, 18, 335 – 355
- [75] : Simon Terver *et al.* (2012). Studies on the Gelatinization Temperature of Some Cereal Starches. *International gernal of chemistry*, 4, 22 - 28

