

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΛΑΧΑΝΑΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ - ΣΚΟΡΔΟ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΩΝ

Κώστογλου Χρήστος & Μακρίδης Δημήτρης

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Σχολή Περιβάλλοντος

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



Αργοστόλι Κεφαλληνίας

Απρίλιος 2021

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΛΑΧΑΝΑΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ - ΣΚΟΡΔΟ

Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

Ιωάννης Σαμαράς, Επιβλέπων

Ειρήνη Κατσαλήρου, Μέλος Επιτροπής

Πάυλος Μπουχάγερ, Μέλος Επιτροπής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το σκόρδο θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά λαχανικά, με διάφορες χρήσεις σε όλο τον κόσμο, είτε ως ωμό λαχανικό για μαγειρικούς σκοπούς, είτε ως συστατικό της παραδοσιακής και της σύγχρονης ιατρικής. Επιπλέον, περιέχει βιοδραστικές ενώσεις όπως φαινολικά συστατικά που συμβάλουν στην υγεία του ανθρώπου. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των σκόρδων που καλλιεργήθηκαν σε διαφορετικές περιοχές (Ερυσσος, Ισπανία, Έβρος, Εύβοια, Λάρισα και Τρίπολη) και επεξεργάστηκαν με διαφορετική μέθοδο και συνθήκες ξήρανσης (φούρνο αέρα και λυοφιλίωση). Συγκεκριμένα διερευνήθηκαν τα εξής φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των σκόρδων: το ποσοστό απώλειας σε νερό μετά την ξήρανση, το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο και η αντιοξειδωτική δράση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η λυοφιλίωση αποδείχτηκε συνολικά ως η πιο αποτελεσματική μέθοδος ξήρανσης καθώς εμφάνισε μεγαλύτερη απώλεια νερού σε σύγκριση με την ξήρανση σε φούρνο αέρα. Οι διαφορετικές περιοχές καλλιέργειας των σκόρδων αποδείχτηκε ότι επηρέασαν σημαντικά το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο των αφυδατωμένων σκόρδων και συγκεκριμένα τα σκόρδα που καλλιεργήθηκαν στην Ισπανία και τα κόκκινα σκόρδα στην Εύβοια εμφάνισαν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε φαινολικά συστατικά σε σχέση με τα σκόρδα των υπόλοιπων καλλιεργητικών περιοχών. Τα εκχυλίσματα από τα κόκκινα σκόρδα της Εύβοιας εμφάνισαν την πιο ισχυρή αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH ακολουθούμενα από τα εκχυλίσματα των σκόρδων που καλλιεργήθηκαν στην Ισπανία. Τα εκχυλίσματα από τα σκόρδα που καλλιεργήθηκαν στην Ισπανία εμφάνισαν την πιο ισχυρή αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο ABTS ακολουθούμενα από τα εκχυλίσματα των σκόρδων που καλλιεργήθηκαν

στην Εύβοια, στην Τρίπολη και στον Έβρο. Παρατηρήθηκε μια θετική συσχέτιση μεταξύ της αντιοξειδωτικής ικανότητας και της περιεκτικότητά σε φαινολικά συστατικά. επιβεβαιώνοντας ότι η αντιοξειδωτική ικανότητα των σκόρδων επηρεάζεται από τη συγκέντρωση των φαινολικών συστατικών τους.

Λέξεις-Κλειδιά: σκόρδα, ξήρανση, λυοφιλίωση, φυσικοχημικές ιδιότητες, φαινολικά συστατικά, αντιοξειδωτική ικανότητα

ABSTRACT

Garlic is considered one of the most important vegetables, with various uses around the world, either as a raw vegetable for culinary purposes, or as an ingredient in traditional and modern medicine. In addition, it contains bioactive compounds such as phenolic components that contribute to human health. The purpose of this study was to evaluate the physicochemical characteristics of garlic grown in different areas (Eryssos, Spain, Evros, Evia, Larissa and Tripoli) and treated with different method and drying conditions (air oven and freeze-drying). Specifically, the following physicochemical properties of garlic were investigated: the percentage of water loss after drying, the total phenolic content and the antioxidant activity. The results showed that freeze-drying proved to be the most effective drying method as a whole as it showed greater water loss compared to air oven drying. The different areas of garlic cultivation were found to affect significantly the total phenolic content of dehydrated garlic; namely garlic grown in Spain and red garlic in Evia showed the highest concentration of phenolic components compared to garlic of other regions. The extracts from the red garlic of Evia showed the strongest antioxidant capacity with the DPPH method followed by the extracts of garlic grown in Spain. Garlic extracts grown in Spain showed the strongest antioxidant capacity by the ABTS method followed by garlic extracts grown in Evia, Tripoli and Evros. A positive correlation was observed between antioxidant capacity and phenolic content confirming that the antioxidant capacity of garlic is affected by the concentration of their phenolic components.

Keywords: garlic, drying, freeze-drying, physicochemical properties, phenolic components, antioxidant capacity

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με τίτλο <<Φυσικοχημικές ιδιότητες λαχανακομικών προϊόντων (σκόρδο)>> εκπονήθηκε στα πλαίσια της ολοκλήρωσης, για τη λήψη του πτυχίου μας από το Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Περιβάλλοντος του Ιονίου Πανεπιστημίου.

Στόχος κατά της διάρκεια της συγγραφής, ήταν η σαφής και κατανοητή ανάλυση του θέματος. Η προσπάθεια της συγγραφής αποβλέπει σε ένα σαφές περιεχόμενο με αναλυτικούς – συγκεντρωτικούς πίνακες, γραφήματα και διαγράμματα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	6
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	12
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	13
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	14
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Φυσικοχημικές ιδιότητες του σκόρδου.....	17
1 Σκόρδο και βιοδραστικά συστατικά.....	17
1.2 Χημική Σύσταση	20
1.3 Παράγοντες πριν τη συγκομιδή.....	21
1.3.1 Γονότυπος.....	22
1.4 Καλλιεργητικές συνθήκες	24
1.4.1 Άρδευση	25
1.4.2 Λίπανση.....	25
1.4.3 Πρόσθετοι παράγοντες.....	28
1.5 Συνθήκες μετά τη συγκομιδή	29
1.6 Επεξεργασία	29
1.7 Αποθήκευση	31

1.7.1 Χρόνος.....	31
1.7.2 Θερμοκρασία.....	32
1.7.3 pH.....	33
1.7.4 Τροποποιημένες ατμόσφαιρας	33
1.7.5 Ακτινοβολία	33
1.8 Χαρακτηριστικά Ποικιλιών	34
1.8.1 Ποικιλία Έρυσσου.....	34
1.8.2 Ποικιλία Ευβοίας (Άσπρη-Κόκκινη)	35
1.8.3 Ποικιλία Έβρου	36
1.8.4 Ποικιλία Τρίπολης.....	36
1.8.5 Ποικιλία Λάρισας.....	37
1.8.6 Ποικιλία Ισπανίας.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Πειραματικό μέρος	39
2.1 Υλικά και Μέθοδοι.....	39
2.1.1 Φυτικό υλικό	39
2.1.2 Μέθοδοι.....	40
2.2 Μέθοδοι Κατεργασίας δειγμάτων:	41
2.3 Προσδιορισμός φαινολικών συστατικών	43
2.4 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής δράσης με τη μέθοδο DPPH.....	44
2.5 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής δράσης με τη μέθοδο ABTS.....	44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Αποτελέσματα – Συζήτηση	45
3.1 Ποσοστό μείωσης του νερού.....	45
3.2 Περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά	49
3.3 Αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH.....	53
3.4 Αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο ABTS.....	57
3.5 Συσχέτιση φαινολικού περιεχόμενου και αντιοξειδωτικής δράσης.....	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Συμπεράσματα	63
Βιβλιογραφία	65

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Στερεοχημική δομή των πιο αντιπροσωπευτικών βιοδραστικών συστατικών από το <i>Allium sativum</i> L .: αλλίνη, αλικίνη, και σουλφίδια, όπως αλλυλοσουλφίδιο, 2-βινυλδιθίνη.....	19
Εικόνα 2. Εργαστηριακοί χειρισμοί: Ξήρανση σε φούρνο αέρα (πάνω αριστερά), Λυοφιλίωση (πάνω δεξιά), Αποφλοιώση και τεμαχισμός (κάτω αριστερά), Λειοτρίβιση και τοποθέτηση σε δοχεία falcon (κάτω δεξιά)	41
Εικόνα 3. Στιγμιότυπο από την επεξεργασία του σκόρδου και την τοποθέτηση του στα τρυβλία πριν την ξήρανση στο φούρνο.	43
Εικόνα 4. Συσχέτιση των αντιοξειδωτικών παραμέτρων (DPPH - αριστερά) και (ABTS – δεξιά) των δειγμάτων σκόρδων με την περιεκτικότητά τους σε φαινολικά συστατικά ...	62

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Χημική σύσταση σκόρδου	21
Πίνακας 2. Πλήθος δειγμάτων, ποικιλίες, στέλεχος και επεξεργασίες που έγιναν στα σκόρδα.....	39
Πίνακας 3. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο ποσοστό μείωσης του νερού σε διαφορετικά στελέχη (εσωτερικό ή εξωτερικό) σκόρδων	45
Πίνακας 4. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο συνολικό φαινολικό περιεχόμενο σε διαφορετικά στελέχη (εσωτερικό ή εξωτερικό) σκόρδων	49
Πίνακας 5. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH σε διαφορετικά στελέχη (εσωτερικό ή εξωτερικό) σκόρδων	53
Πίνακας 6. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο ABTS σε διαφορετικά στελέχη (εσωτερικό ή εξωτερικό) σκόρδων	57

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο ποσοστό μείωσης του νερού στο εξωτερικό στέλεχος των σκόρδων	48
Γράφημα 2. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο ποσοστό μείωσης του νερού στο εσωτερικό στέλεχος των σκόρδων.....	49
Γράφημα 3. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο συνολικό φαινολικό περιεχόμενο στο εξωτερικό στέλεχος των σκόρδων	51
Γράφημα 4. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο συνολικό φαινολικό περιεχόμενο στο εσωτερικό στέλεχος των σκόρδων.....	52
Γράφημα 5. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH στο εξωτερικό στέλεχος των σκόρδων .	56
Γράφημα 6. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH στο εσωτερικό στέλεχος των σκόρδων .	56
Γράφημα 7. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο ABTS στο εξωτερικό στέλεχος των σκόρδων .	60
Γράφημα 8. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο ABTS στο εσωτερικό στέλεχος των σκόρδων .	60

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το σκόρδο (*Allium sativum*) είναι φυτό ποώδες ετήσιο. Ανήκει στην ίδια οικογένεια με το κρεμμύδι και το πράσο, του οποίου η καλλιέργεια χρονολογείται από τις αρχές της ανθρώπινης ιστορίας, όχι μόνο ως τροφή αλλά και λόγω των φαρμακευτικών του ιδιοτήτων. Πλήθος ιστορικών υποστηρίζει ότι η καταγωγή του σκόρδου είναι από την Σιβηρία και από εκεί επεκτάθηκε σε άλλες γεωγραφικές περιοχές από Σιβηρικές νομαδικές φυλές, πριν από 5000 χρόνια.

Αναφορά στο σκόρδο είχε γίνει για πρώτη φορά σε Αιγυπτιακό πάπυρο ονομασίας Ebbbers όπου αυτός χρονολογείται γύρω στο 1550 π.Χ., όπου σε αυτόν γίνονται αναφορές για την θεραπευτική του ιδιότητα για μεγάλο αριθμό συμπτωμάτων και νόσων, όπως για παράδειγμα η καρδιαγγειακές παθήσεις, οι νεοπλασίες, δείγματα εντόμων, παθήσεις του κυκλοφοριακού αλλά και ως αντιπαρασιτικό, αντιασθματικό και βρογχοδιασταλτικό. Στην ίδια εποχή ιστορικές έρευνες λένε ότι ο φαραώ παρείχε σκόρδο στους δούλους για την ενίσχυση της αντοχής και την ενδυνάμωση τους, έτσι ώστε να ανταπεξέλθουν στην κατασκευή των πυραμίδων. Ακόμη για τον ίδιο λόγο καταγράφεται η πρώτη ιστορική απεργία, διότι ο φαραώ Ραμσής ο Γ' σταμάτησε την παροχή σκόρδου, αυτό χρονολογείται το 1500 π.Χ. Η διάδοσή του και σε άλλους πολιτισμούς από την αρχαία Ελλάδα, αρχαία Ρώμη, της Βαβυλωνίας, της Ισραήλ, της Περσίας, της Κίνας καθώς και πολλών άλλων ήταν αναμενόμενη. Σημαντικό να αναφερθεί είναι ότι πολλοί λαοί που δεν είχαν έρθει σε επαφή ξανά με το σκόρδο ανακαλύψανε τα ίδια θεραπευτικά οφέλη σε διάφορες παθήσεις.

Στην αρχαία Ελλάδα το σκόρδο αποτελούσε βασικό συστατικό στη διατροφή των στρατιωτών καθώς αυτό τους έδινε περισσότερο θάρρος στις μάχες, η χρήση του οποίου

γινόταν και στον αθλητισμό κατά την περίοδο των Ολυμπιακών αγώνων και συγκεκριμένα πριν τα αγωνίσματα οι αθλητές το κατανάλωναν για να ανεβάσουν την απόδοσή τους, έτσι δεν θεωρείτε τυχαία το πρώτο “ αναβολικό ” στην ιστορία του αθλητισμού. Βολβοί σκόρδου είχαν βρεθεί κατά την διάρκεια ανασκαφών στο παλάτι της Κνωσού, το οποίο χρονολογείται μεταξύ του 1850 – 1400 π.Χ.

Με το πέρασμα των χρόνων και αφού φτάσαμε στην σύγχρονη ιστορία, σημαντικές ανακαλύψεις έγιναν για τις θεραπευτικές ιδιότητες του σκόρδου από μεγάλα ονόματα, όπως του Louis Pasteur το 1858, ο οποίος εντόπισε τις αντιβακτηριδιακές ιδιότητές του. Στη συνέχεια, το 1932 ο Albert Schweitzer θεράπευσε στην Αφρική την αμοιβαδική δυσεντερία με την χρήση του σκόρδου. Κλείνοντας, σημαντική ήταν και η χρήση του για την θεραπεία πολλών επιδημιών, όπως είναι ο τύφος, η χολέρα, η διφθερίτιδα και η φυματίωση (Lanzotti, 2006).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Φυσικοχημικές ιδιότητες του σκόρδου

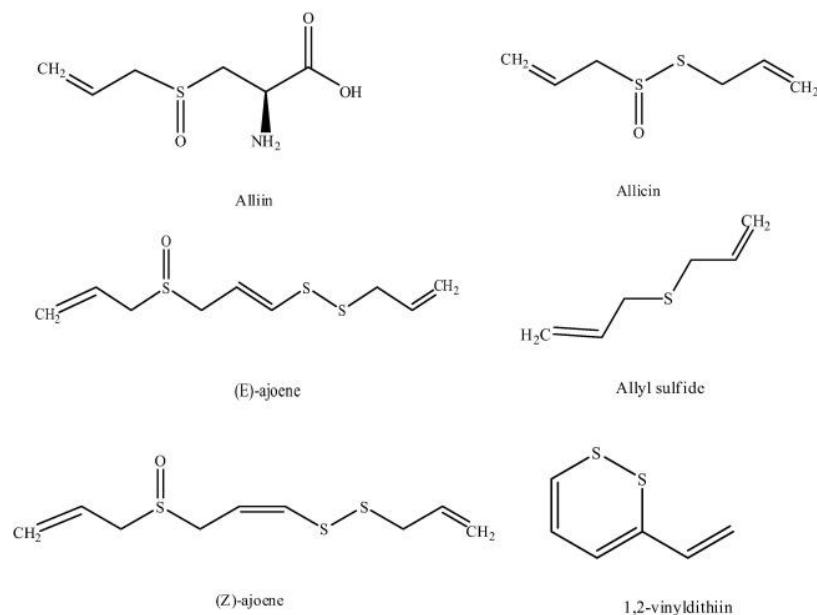
1 Σκόρδο και βιοδραστικά συστατικά

Σήμερα, τα φυσικά προϊόντα και τα εναλλακτικά φάρμακα είναι δημοφιλή στους ανθρώπους που ανησυχούν για τις πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις των συμβατικών φαρμάκων. Το σκόρδο είναι ένα δημοφιλές φυσικό φάρμακο και πρόσφατες μελέτες έχουν μελετήσει τη λειτουργία του σκόρδου ως φαρμακευτικό τρόφιμο.

Το σκόρδο (*Allium sativum* L.) αποτελεί ένα από τα βασικά λαχανικά παγκοσμίως παρουσιάζοντας συνολική καλλιεργήσιμη έκταση 1.437.690 εκτάρια και ετήσια παραγωγή/απόδοση 24.255.303 τόνους ξηρών βολβών/σκελίδων (Ríos-Ríos, Montilla, Olano, & Villamiel, 2019). Οι χρήσεις του σκόρδου εντοπίζονται τόσο στο τομέα τροφίμων όσο και στο φαρμακευτικό τομέα εξαιτίας των θεραπευτικών και αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων των βιοδραστικών του συστατικών. Το σκόρδο μπορεί να καταναλωθεί είτε ως έχει (ωμό) είτε έπειτα από επεξεργασία σε μορφή εκχυλίσματος, ελαίου ακόμη και ξηρής σκόνης. Οι διαθέσιμες μορφές σκόρδου παρουσιάζουν διακυμάνσεις ως προς τη χημική σύνθεση και τη συγκέντρωση των βιοδραστικών ενώσεων (Lanzotti, Scala, & Bonanomi, 2014).

Το κύριο ποιοτικό χαρακτηριστικό των προϊόντων με βάση το σκόρδο είναι η ιδιαίτερη γεύση των σκελίδων/βολβών, που αποτελεί συνέπεια των πολύπλοκων βιοχημικών αντιδράσεων (Randle & Lancaster, 2002). Οι κύριες ενώσεις που είναι υπεύθυνες για αυτό το άρωμα είναι κυρίως θειικά αμινοξέα που περιέχουν θείο, θειοσουλφινικά άλατα, μεταξύ των οποίων η αλλιλίνη ή το S-allyl-cysteine sulfoxide (ACSO) είναι ο κυρίαρχος πρόδρομος γεύσης σκόρδου. Εκτός από τις αρωματικές τους ιδιότητες, αυτές οι ενώσεις θείου είναι επίσης υπεύθυνες για τις φημισμένες φαρμακευτικές ιδιότητες του σκόρδου,

όπως αντικαρκινικές, αντιδιαβητικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές, καρδιοπροστατευτικές και ανοσορυθμιστικές δραστηριότητες (Rafe, 2014). Επιπλέον, μπορούν επιπλέον να αυξήσουν τη βιοσύνθεση της γλουταθειόνης, από τις οποίες είναι γνωστό ότι χρησιμοποιούνται σημαντικές αντιοξειδωτικές λειτουργίες. Άλλες σημαντικές πτητικές ενώσεις με ισχυρές βιοδραστικές ιδιότητες, είναι τα αχόενια (Block, Naganathan, Putman, & Zhao, 1993), καθώς και αρκετές ενώσεις που περιέχουν θείο εκτός από την αλλιλίνη, όπως η αλικίνη, η 2-βινυλδιθίνη, η αλλιξίνη και η S-αλλυλοκυστεΐνη και σουλφίδια, όπως διαλλυλο-, μεθυλο αλλυλο- και διπροπυλο μονο-, δι-, τρι- και τετρασουλφίδια, τα οποία σχηματίζονται μετά την αποσύνθεση των θειοσουλφινικών (Martins, Petropoulos, & Ferreira, 2016) (Εικόνα 1). Η πτητική φύση αυτών των βιοδραστικών ενώσεων εμπλέκεται σε μεγάλο βαθμό με τους αμυντικούς μηχανισμούς των φυτών σκόρδου ενάντια σε παράσιτα και διάφορα παθογόνα, καθώς η απελευθέρωσή τους συνδυάζεται με βλάβη κυττάρων και βλάβες των φυτικών ιστών. Οι πιο χαρακτηριστικές πτητικές οργανο-θείο ενώσεις του σκόρδου απελευθερώνονται μετά τη διακοπή της κυτταρικής μεμβράνης, προκαλώντας την α , β -απομάκρυνση της αλλιλίνης και άλλων σουλφοξειδίων, τα οποία βρίσκονται στο επίπεδο του κυτοπλάσματος, από το ένζυμο αλλινανάση, το οποίο είναι βρίσκεται στο κενό (Bloem, Haneklaus, & Schnug, 2010a).



Εικόνα 1. Στερεοχημική δομή των πιο αντιπροσωπευτικών βιοδραστικών συστατικών από το *Allium sativum* L.: αλλίνη, αλικίνη, και σουλφίδια, όπως αλλυλοσουλφίδιο, 2-βινυλδιθίνη

Ωστόσο, εκτός από τις πτητικές του ενώσεις, το σκόρδο είναι επίσης πλούσιο σε βιταμίνες (ειδικά βιταμίνες του συμπλέγματος B και βιταμίνη C), αντιοξειδωτικά, φλαβονοειδή και μέταλλα (ειδικά P, K και Se) (Rekowska & Skurpień, 2009), ενώ επίσης θεωρείται πλούσια πηγή άλλων μη πτητικών φυτοθεραπευτικών συστατικών, με σημαντικές φαρμακευτικές και θεραπευτικές ιδιότητες, από τις οποίες δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στα φλαβονοειδή, σαπωνίνες και σαπογενίνες, φαινολικές ενώσεις, οξείδια του αζώτου, αμίδια και πρωτεΐνες (Lanzotti et al., 2014). Τα γ-γλουταμυλ πεπτίδια, όπως γ-γλουταμυλ-S-2-προπενυλ κυστεΐνη (GluAIC), γ-γλουταμυλο-S-trans-1-προπενυλο-κυστεΐνη (IsoGluAIC) και γ-γλουταμυλο-S-μεθυλο κυστεΐνη, είναι σημαντικά ενδιάμεσα

στη μεταβολική οδό της βιοσύνθεσης του ACSO, και θεωρούνται επίσης ως δεξαμενές αποθήκευσης αζώτου και θείου εντός του κυττάρου (Jabbes, Arnault, Auger, Al Mohandes Dridi, & Hannachi, 2012). Επιπλέον, το σκόρδο έχει επίσης προταθεί ως μια από τις πλουσιότερες πηγές των συνολικών φαινολικών ενώσεων μεταξύ των συνήθως καταναλώνεται λαχανικών, ενώ έχει υψηλή βαθμολογία όσον αφορά την κατά κεφαλή κατανάλωση φαινολικών συστατικών στην ανθρώπινη διατροφή (Lanzotti et al., 2014). Ωστόσο, η συγκέντρωση φαινολικών συστατικών μπορεί να διαφέρει μεταξύ των διαφόρων γονότυπων και οικοτύπων, αλλά και μεταξύ των αγροτικών πρακτικών που εφαρμόζονται κατά την καλλιέργειά τους και των περιβαλλοντικών συνθηκών κατά την ανάπτυξή τους. Άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβανομένων των ολικών διαλυτών στερεών, του pH και της περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες, παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των γονότυπων για κάθε συνθήκη ανάπτυξης (Pardo, Escribano, Gómez, & Alvarruiz, 2007).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανασκόπηση των πρόσφατων μελετών σχετικά με τη χημική σύσταση και τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του σκόρδου και των προϊόντων με βάση το σκόρδο, εστιάζοντας στην επίδραση διαφόρων παραγόντων όπως οι συνθήκες πριν και μετά από τη συγκομιδή του σκόρδου στα ποιοτικά του χαρακτηριστικά.

1.2 Χημική Σύσταση

Το μεγαλύτερο μέρος του σκόρδου αποτελείται από νερό 65% και ο βολβός του ξηρού του βάρους περιέχει φρουκτόζες από υδατάνθρακες, καθώς και σουλφιδικά συστατικά, πρωτεΐνες, ίνες και ελεύθερα αμινοξέα. Το σκόρδο περιέχει υψηλά επίπεδα σαπώνων,

φωσφόρου, ποτάσας, θείου καθώς και ίχνη σεληνίου, βιταμινών Α και C, ασβεστίου, μαγνησίου, ιωδίου, μαγγανίου και σύμπλεγμα βιταμινών Β.

Η χαρακτηριστική οσμή και γεύση του σκόρδου οφείλεται στα μοναδικά σουλφιδικά που περιέχει το σκόρδο, επίσης αυτά το κάνουν ξεχωριστό ως προς την βιολογική του δραστηριότητα. Ένα μεγάλο ποσοστό των ερευνών, μεγαλύτερο του 90% γύρω από την δράση του σκόρδου έχουν δώσει την μεγαλύτερη έμφαση στα σουλφιδικά του συστατικά.

Πίνακας 1.Σύσταση Σκόρδου

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ %(ΝΩΠΟΥ ΒΑΡΟΥΣ)
Νερό	62 - 68
Υδατάνθρακες	26 - 30
Πρωτεΐνες	1,5 - 2,5
Αμινοξέα	1,0 - 1,5
Σουλφοξίδια - Κυστεΐνες	0,6 - 1,9
Γ - γλουταμινοκυστεΐνες	0,5 - 1,6
Λιπίδια	0,1 - 0,2
Ίνες	1,5
Ολικά σουλφίδια συστατικά	1,1 - 3,5
Θείο	0,23 - 0,37
Άζωτο	0,6 - 1,3
Μεταλλικά στοιχεία	0,7
Βιταμίνες	0,015
Σάπωνες	0,04 - 0,11
Ολικά λιποδιαλυτά συστατικά	0,15
Ολικά υδατοδιαλυτά συστατικά	97

1.3 Παράγοντες πριν τη συγκομιδή

Η χημική σύσταση του σκόρδου επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες που θα μπορούσαν να ληφθούν υπόψη για την ενίσχυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών και

των βιοδραστικών δράσεων του σκόρδου. Παράγοντες όπως αυτοί της επιλογής του γονότυπου παρουσιάζουν ιδιαίτερη σημασία. Η κατάλληλη επιλογή της ποικιλίας σκόρδου πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ανάλογα με τις εδαφολογικές και κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν κατά την καλλιέργεια με σκοπό την παραγωγή σκόρδων με βέλτιστα ποιοτικά χαρακτηριστικά και μέγιστη απόδοση. Οι καλλιεργητικές πρακτικές, ιδιαίτερα το καθεστώς άρδευσης και το πρόγραμμα γονιμοποίησης, είναι εξίσου σημαντικές, δεδομένου ότι συμβάλλουν όχι μόνο στην κάλυψη των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό και θρεπτικά συστατικά, και επομένως στην αποφυγή του ελλείμματος θρεπτικών ουσιών ή των συνθηκών καταπόνησης του νερού, αλλά επίσης θα μπορούσαν να επηρεάσουν ευεργετικά τη χημική σύνθεση και ποιότητα του τελικού προϊόντος.

1.3.1 Γονότυπος

Η χημική σύσταση του σκόρδου επηρεάζεται σημαντικά από το γονότυπο. Ως εκ τούτου, η επιλογή της ποικιλίας, σύμφωνα με τις κλιματικές απαιτήσεις και τις ανάγκες της αγοράς, είναι απαραίτητη για την επίτευξη της καλύτερης ποιότητας του τελικού προϊόντος. Η καλλιέργεια του σκόρδου δεν απαιτεί προηγουμένως γονιμοποίηση, επομένως οι αγρότες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τους βολβούς/σκελίδες της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου. Η βιοποικιλότητα και η παραλλαγή που σχετίζονται με τις βιοχημικές δραστηριότητες του σκόρδου έχουν αναφερθεί διεξοδικά. Οι (Hirata, Abdelrahman, Yamauchi, & Shigyo, 2015) μελέτησαν 103 σκελίδες/βολβούς σκόρδου, που είχαν συλλεχθεί από διάφορες περιοχές παγκοσμίως ως προς τη συγκέντρωσή τους σε σουλφοξείδιο S-αλλυλο-κυστεΐνης και σε συνολικό φαινολικό

περιεχόμενο και κατέληξαν σε μεγάλες διακυμάνσεις της χημική τους σύστασης . Με βάση αυτά τα αποτελέσματα, οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αυτή η παραλλαγή μπορεί να αποδοθεί στην προσαρμοστικότητα του είδους σε διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη διάρκεια των διαδικασιών επέκτασης και διασποράς της καλλιέργειας σκόρδου σε όλο τον κόσμο, ως μέσο επιβίωσης υπό δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι Khar, Banerjee, Jadhav, & Lawande (2011) εντόπισαν την ύπαρξη σημαντικών διακυμάνσεων στη συγκέντρωση σε σουλφοξείδια ανάμεσα σε 93 οικότυπους σκόρδου και συμπέραναν ότι η χημική σύσταση δεν επηρεάζεται σημαντικά από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και τον τόπο προέλευσης σε αντίθεση με το γενετικό υπόβαθρο των ποικιλιών, όπου οι διακυμάνσεις ήταν στατιστικά σημαντικές.

Η επιλογή της κατάλληλης ποικιλίας μπορεί να είναι χρήσιμη για την παραγωγή σκόρδων με αυξημένη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών και φουρουλικού οξέος, ανεξάρτητα από τις συνθήκες ανάπτυξης. Οι Chen et al. (2013) αξιολόγησαν 43 ποικιλίες σκόρδου για τις φαινολικές ενώσεις τους (συνολική περιεκτικότητα σε φαινόλες και φλαβονοειδή) και την αντιοξειδωτική δράση μέσω διαφόρων δοκιμασιών [(DPPH [2, 2-διφαινυλ-1-πικρυλυδραζύλ] αντιοξειδωτική δραστηριότητα, HRSC (ικανότητα σάρωσης ρίζας υδροξυλίου), FRAP (αντιοξειδωτική ισχύς που μειώνει τα ιόντα σιδήρου), CUPRAC (αντιοξειδωτική ικανότητα μείωσης ιόντων χαλκού) και MCA (δραστηριότητα χηλίωσης μετάλλων)], και παρατήρησαν μια μεγάλη διακύμανση μεταξύ των δοκιμασμένων ποικιλιών. Οι συγγραφείς κατέληξαν σε τρεις συγκεκριμένες ομάδες ποικιλιών σκόρδου, με σημαντικές διακυμάνσεις ως προς τη χημική τους σύσταση (συνολικό φαινολικό περιεχόμενο και φλαβονόλες) και την αντιοξειδωτική δραστηριότητάς τους. Παρόμοια, οι Fanaei, Narouirad, Farzanjo, & Ghasemi (2014)

μελέτησαν τις σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των γονότυπων σκόρδου ως προς την καταλληλότητά τους για αποθήκευση μεγάλης διάρκειας.

Οι διακυμάνσεις στη χημική σύσταση και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των γονότυπων σκόρδου συσχετίζονται με το χρώμα του φλοιού των σκελίδων/βολβών. Μελέτη με έξι διαφορετικούς γονότυπους σκόρδου που είχαν διαφορές ως προς το χρώμα του φλοιού (τρεις γονότυποι με λευκό χρώμα και τρεις γονότυποι με μωβ χρώμα) παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις ως προς την περιεκτικότητάς τους σε βιταμίνη C και σε περιεχόμενο έλαιο, καθώς και σε συνολικά φαινολικά συστατικά και φλαβονοειδή.

1.4 Καλλιεργητικές συνθήκες

Οι καλλιεργητικές συνθήκες επηρεάζουν σημαντικά τη χημική σύσταση του σκόρδου και, επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως χρήσιμο μέσο για την παραγωγή σκόρδων με συγκεκριμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Συγγραφείς αξιολόγησαν την επίδραση των καλλιεργητικών συνθηκών σε δέκα γονότυπους σκόρδου σε τέσσερις διαφορετικές τοποθεσίες και βρήκαν ότι η τοποθεσία δεν επηρέασε σημαντικά τη συγκέντρωση σε φαινολικά συστατικά και φουρουλικό οξύ, αλλά επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη συγκέντρωση σε π-κουμαρικό, την π-υδροξυβενζοϊκό και τη βανιλικό οξύ. Ομοίως, άλλοι συγγραφείς μελέτησαν τη συγκέντρωση των οργανοσουλφικών ενώσεων (τρία γ-γλουταμυλ πεπτίδια και τέσσερα σουλφοξείδια κυστεΐνης) που προέρχονται από διάφορες ποικιλίες σκόρδου, που καλλιεργήθηκαν σε τέσσερις διαφορετικές τοποθεσίες στην Ισπανία. Οι συγγραφείς συμπέραναν ότι ο γονότυπος αλλά και η τοποθεσία είχαν σημαντική επίδραση στη συγκέντρωση σε γ-γλουταμυλ πεπτίδια και σχεδόν καθόλου

σημαντική διαφορά στη συγκέντρωση σε αλλιλίνη και ισοαλλίνη. Έτσι, από αυτά τα αποτελέσματα μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι το προφίλ των οργανοσουλφικών ενώσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα πολύτιμο εργαλείο για τη διάκριση των οικοτύπων του σκόρδου, που αναπτύσσονται σε διαφορετικές τοποθεσίες.

1.4.1 Άρδευση

Η άρδευση του σκόρδου είναι απαραίτητη παράμετρος προκειμένου να προκύψουν τελικά προϊόντα μέγιστης απόδοσης και βέλτιστων ποιοτικών χαρακτηριστικών. Ωστόσο δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες που εξετάζουν την επίδραση της άρδευσης στη χημική σύσταση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σκόρδου. Η ήπια έλλειψη νερού (μείωση της περιεκτικότητας σε νερό του εδάφους κατά 40%) κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, όπως εφαρμόστηκε από τη συγκράτηση νερού για μία εβδομάδα στο στάδιο ανάπτυξης 3–5 φύλλων, προκάλεσε σημαντικές αλλαγές στα αντιοξειδωτικά και δραστηριότητες αντιοξειδωτικών ενζύμων, όπως καταλάση (CAT), ρεδοκτάση γλουταθειόνης (GR), γλουταθειόνη S-τρανσφεράση (GST), υπεροξειδάση (POD) και υπεροξειδίο δισμουτάση (SOD).

1.4.2 Λίπανση

Μία ακόμα σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την καλλιέργεια του σκόρδου είναι η λίπανση. Ένα εντατικό και πλήρες πρόγραμμα λίπανσης εξασφαλίζει υψηλή απόδοση και άριστα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Οι Diriba-Shiferaw, Nigussie-Dechassa, Kebede, J., & Getachew (2014) κατέληξαν στη χρήση λιπάσματος αναλογίας 92, 40 και 30 kg ha⁻¹ σε N, P και K, αντίστοιχα, για την επίτευξη μέγιστης απόδοσης και ποιότητας σε βολβούς

σκόρδου. Στην πραγματικότητα, υψηλές ποσότητες αζώτου (300 kg ha^{-1}), σε δύο διαφορετικές μορφές (θειικό αμμώνιο και ουρία), οδήγησαν σε αύξηση της πικάντικης γεύσης του σκόρδου, όπως εκφράζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε πυρουβικό οξύ και συσσώρευση νιτρικών αλάτων στους φυτικούς ιστούς (640 mg g^{-1} ξηρό βάρος), αντίστοιχα. Η λίπανση θείου συσχετίζεται θετικά με την περιεκτικότητα σε αλλιλίνη στους βολβούς σκόρδου, ενώ η επίδραση του ρυθμού εφαρμογής αζώτου στην περιεκτικότητα σε οργανικές θειούχες ενώσεις εξαρτάται από την καλλιέργεια, χωρίς, ωστόσο, να ανιχνεύεται υψηλότερη περιεκτικότητα σε αλλιλίνη όταν αυξάνονται οι ρυθμοί αζώτου.

Το θείο είναι το πιο σημαντικό θρεπτικό συστατικό όσον αφορά την ποιότητα του σκόρδου, καθώς εμπλέκεται σε μεγάλο βαθμό στη βιοσύνθεση των βιοδραστικών ενώσεων, πρώτον μέσω της ενσωμάτωσής του στην κυστεΐνη αμινοξέων, μετά την προσθήκη S- (2-προπενυλίου) πλευρική αλυσίδα και την οξείδωση του θείου, και τέλος με το σχηματισμό αλλιλίνη. Η εφαρμογή θείου κατά την καλλιέργεια του σκόρδου αυξάνει τη συγκέντρωσή του σε αλλιλίνη (Bloem et al., 2010a). Επιπλέον, τα εκχυλίσματα από τα φύλλα φυτών σκόρδου τα οποία κατεργάστηκαν με θείο έδειξαν ότι περιέχουν υψηλή συγκέντρωση σε αλλιλίνη σε σχέση με τα εκχυλίσματα από φυτά που δεν είχαν υποστεί επεξεργασία με θείο.

Εκτός από τη συγκέντρωση σε αλλιλίνη, η εφαρμογή θείου αυξάνει τη συγκέντρωση και άλλων μεταβολιτών που περιέχουν θείο, όπως κυστεΐνη, σουλφοξείδια κυστεΐνης, γλουταθειόνη και γλυκοσινολικά, τόσο στα φύλλα όσο και στους βολβούς (Bloem et al., 2010b). Επιπλέον, η λίπανση με χρήση θείου σε φυτά κόκκινου σκόρδου (*Allium roseum* L.) συνεισφέρει θετικά στη γεύση και οδηγεί αυξημένη συγκέντρωση σε φαινόλες και

μειωμένη περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες (Martins et al., 2016). Η επίδραση του θείου στη συγκέντρωση σε αλλίνη στους βολβούς σκόρδου συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας (φως, θερμοκρασία, περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες) και τον γονότυπο. Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την επιβεβαίωση των ευεργετικών αποτελεσμάτων της εφαρμογής θείου και, στη συνέχεια, της εφαρμογής συγκεκριμένων προγραμμάτων λίπανσης σε συγκεκριμένες συνθήκες ανάπτυξης και γονότυπους.

Η εφαρμογή θείου μέσω της μορφής ZnSO_4 (0,4%), ή μέσω της στοιχειακής μορφής (25 kg ha^{-1}), και βερμικόστρωτου (15 t ha^{-1}) παρουσίασε αυξημένη απόδοση και βελτιωμένα ποιοτικά χαρακτηριστικά στους βολβούς σκόρδου ως προς τα ολικά διαλυτά στερεά, το ασκορβικό οξύ, τις πρωτεΐνες και τη συγκέντρωση σε θείο. Επιπλέον, η διαφυλλική εφαρμογή Se και χουμικού οξέος ακόμη και σε χαμηλό ρυθμό εφαρμογής ($10 \text{ } \mu\text{g ml}^{-1}$ και 10 kg ha^{-1} για Se και χουμικό οξύ, αντίστοιχα) αυξάνει την αντιοξειδωτική δράση, και επηρεάζει αρνητικά τη συγκέντρωση σε αλικίνη.

Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες σχετίζεται επίσης με την ποιότητα των βολβών σκόρδου, ενώ το ξηρό βάρος αποτελείται κυρίως από σκορδόζη, έναν πολυσακχαρίτη φρουκτάνης. Η εφαρμογή του βερμικόστρωτου (βερμικής κομπόστ) και του εδάφους ως υπόστρωμα ανάπτυξης είχε ως αποτέλεσμα υψηλότερη συσσώρευση σκορδόζης, κυρίως επειδή προκάλεσε τον βολβό σε προγενέστερο στάδιο, και επομένως επέτρεψε μια μεγαλύτερη περίοδο πλήρωσης βολβών και κατά συνέπεια τη μετατόπιση περισσότερων βιοσυνθετικών προϊόντων από φύλλα σε βολβούς στο χώμα χωρίς προσθήκη βερμικής κομπόστ.

1.4.3 Πρόσθετοι παράγοντες

Η συγκέντρωση σε αλλιίνη στους βολβούς σκόρδου επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες κατά την καλλιεργητική περίοδο. Το στάδιο της συγκομιδής αποτελεί ένα ιδιαίτερο παράγοντα με μεγάλη σημασία για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του τελικού σκόρδου. Οι Bloem, Haneklaus, & Schnug (2010b) συμπέραναν ότι η αλλιίνη μετατοπίζεται από τα φύλλα (όπου γίνεται η βιοσύνθεσή της) στους βολβούς, με αυξανόμενη τάση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Αν και στα προηγούμενα στάδια ανάπτυξης η αλλιίνη συσσωρεύεται στα φύλλα, καθώς ξεκινά ο σχηματισμός βολβών και το φυτό πλησιάζει το στάδιο της συγκομιδής, η αλλιίνη και οι πρόδρομοι του μετατοπίζονται από τα φύλλα και αποθηκεύονται σε βολβούς. Η καθυστέρηση της συγκομιδής μπορεί να ως χρήσιμο μέσο για την ενίσχυση της συγκέντρωσης σε αλλιίνη και, επομένως για τη βελτιωμένη αντιοξειδωτική ικανότητα του τελικού προϊόντος. Οι Montañó, Beato, Mansilla, & Orgaz (2011) ανέφεραν ότι αν και η περιεκτικότητα σε οργανοσουλφικές ενώσεις εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον γονότυπο, η περιεκτικότητα σε αλλιίνη και ισοαλίνη θα μπορούσε να χειριστεί προσαρμόζοντας την ημερομηνία φύτευσης, με τα τέλη της φύτευσης τον Δεκέμβριο να έχουν ευεργετική επίδραση στο τελικό τους περιεχόμενο στο στάδιο της συγκομιδής.

Παρόλο που τα γεωργικά συστήματα (εντατική, συμβατική και βιολογική γεωργία) έχουν επισημανθεί ότι επηρεάζουν όχι μόνο την ανάπτυξη και την απόδοση των φυτών, αλλά και την ποιότητα του τελικού προϊόντος διαφόρων καλλιεργειών, όσον αφορά τη χημική τους σύνθεση, δεν επηρεάζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, όπως ως περιεκτικότητα σε αλικίνη, έχει αναφερθεί μέχρι τώρα για καλλιέργεια σκόρδου.

1.5 Συνθήκες μετά τη συγκομιδή

Οι συνθήκες επεξεργασίας και αποθήκευσης έχουν μεγάλο ενδιαφέρον, καθώς οι μικρές διαφορές στη χημική σύνθεση και το περιεχόμενο των βιοδραστικών ενώσεων μπορεί να οδηγήσουν σε βαθιές διαφορές στη βιοδιαθεσιμότητα και την τελική βιοδραστικότητα των φυσικών μητρών.

Τα οφέλη της κατανάλωσης του σκόρδου στην υγεία του ανθρώπου προέρχονται από την συγκέντρωση των χημικών ενώσεων που περιέχει και τη συνεργιστική του δράση. Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα και η κλινική σύσταση των συμπληρωμάτων σκόρδου εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις εφαρμοζόμενες μεθόδους επεξεργασίας, ενώ η ασφάλειά τους εξαρτάται κυρίως από τις συνθήκες αποθήκευσης.

1.6 Επεξεργασία

Οι τεχνικές επεξεργασίας που εφαρμόζονται σε βιομηχανικό επίπεδο στοχεύουν στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και της βιοδιαθεσιμότητας των βιοδραστικών συστατικών του σκόρδου. Από την αρχαιότητα, αρκετοί πολιτισμοί μούλιαζαν τους βολβούς σε διάφορους διαλύτες, όπως την αλκοόλη, το κρασί, το γάλα και το ξύδι και να εκχυλίσουν διάφορες βιοδραστικές ενώσεις (Ryu & Kang, 2017). Σήμερα πολλές έρευνες αποδεικνύουν ότι η επεξεργασία μπορεί να προκαλέσει αρκετές μεταβολές στη συγκέντρωση των βιοδραστικών συστατικών.

Το μπλανσάρισμα (ζεμάτισμα) είναι μία θερμική διεργασία με ιδιαίτερη σημασία και βρίσκει εφαρμογή κατά την επεξεργασία του σκόρδου. Πιο συγκεκριμένα, οι σκελίδες σκόρδου αποφλοιώνονται και υποβάλλονται σε υψηλές θερμοκρασίες με τη χρήση ζεστού νερού, ατμού, μικροκυμάτων, ραδιοσυχνοτήτων και υπέρυθρης ακτινοβολίας

(Ríos-Ríos et al., 2019). Αυτή η τεχνική στοχεύει στη διατήρηση του χρώματος και της υφής, στην αποφυγή μικροβιακών λοιμώξεων και στην παρεμπόδιση της ενζυματικής δραστηριότητας μετά το ξεφλούδισμα. Οι Kinalski & Noreña (2014) ανέφεραν ότι το ζεμάτισμα οδήγησε σε σημαντική μείωση της περιεκτικότητας σε θειοσουλφινικά άλατα και της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας, ενώ ο ρυθμός μείωσης αυξήθηκε με την εφαρμογή του αυξανόμενου χρόνου και θερμοκρασίας.

Η κατανάλωση του σκόρδου μπορεί να περιλαμβάνει και τη μορφή εκχυλισμάτων που έχουν προκύψει από από σκελίδες σκόρδου ή από τη ξηρή σκόνη τους. Οι Lemar, Turner, & Lloyd (2002) έδειξαν ότι η εκχυλίσματος από φρέσκο σκόρδο είχε υψηλότερη δραστικότητα έναντι του μικροοργανισμού *Candida* σε σχέση με τη δράση του εκχυλίσματος από την αποξηραμένη σκόνη του. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώθηκαν κατόπιν παρατήρησης της μορφολογίας κυττάρων *Candida* και της αναστολής της επιβίωσής τους. Ακόμα, τα εκχυλίσματα φρέσκου σκόρδου προτείνονται για την περίπτωση μικροβιακών μολύνσεων.

Άλλες μέθοδοι επεξεργασίας που εφαρμόζονται στη βιομηχανία τροφίμων αποτελούν το βράσιμο, το τηγάνισμα και η χρήση του φούρνου μικροκυμάτων, και έχει αποδειχθεί ότι δεν επηρεάζουν τη συγκέντρωση σε βιοδραστικές ενώσεις (ανθοκυανίνες, ασκορβικό οξύ, φλαβονοειδή, φλαβανόλες, πολυφαινόλες και τανίνες) και την αντιοξειδωτική δραστικότητα του σκόρδου. Το τηγάνισμα των θρυμματισμένων ή ψιλοκομμένων σκελιδών είναι η προτιμότερη επεξεργασία μαγειρέματος, καθώς επιτρέπει τον σχηματισμό OSC, λόγω της ενεργοποίησης της αλλινάσης μετά την επεξεργασία, ενώ η έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες είναι λιγότερο επιζήμιες σε σύγκριση με τις άλλες

θεραπείες μαγειρέματος. Αντιθέτως, οι De Queiroz et al. (2013) βρήκαν ότι μετά το βράσιμο και το τηγάνισμα, η συγκέντρωση των βιοδραστικών ενώσεων του σκόρδου μειώνεται σημαντικά. Είναι προφανές ότι οι διεργασίες παρασκευής επηρεάζουν σημαντικά την τελική σύσταση και, κατά συνέπεια, τη βιοδραστικότητα των σκόρδων.

1.7 Αποθήκευση

Το σκόρδο χρησιμοποιείται τόσο για την παρασκευή τροφίμων αλλά και για την παραγωγή φαρμάκων και καλλυντικών. Επομένως η εξασφάλιση των κατάλληλων και ασφαλών συνθηκών αποθήκευσης του είναι αναγκαία προκειμένου να διατηρηθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των βολβών σκόρδου.

Η χρήση τροποποιημένης ατμόσφαιρας και η εφαρμογή ακτινοβολίας αποτελούν βασικές τεχνικές που εφαρμόζονται στο στόχο πριν την αποθήκευσή του για να διασφαλιστεί η σταθερότητά του και να διατηρηθούν τα μικροβιολογικά, φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του σκόρδου.

1.7.1 Χρόνος

Η διάρκεια αποθήκευσης είναι ζωτικής σημασίας για τις βιοδραστικές ενώσεις του σκόρδου. Η μέγιστη αντιοξειδωτική δράση των σκελίδων σκόρδου είναι έως 8 εβδομάδες αποθήκευσης στους 20 ± 2 °C (Fei, Tong, Wei, & De Yang, 2015). Οι Veríssimo et al. (2010) επιβεβαίωσαν τα αποτελέσματα και ανέφεραν ότι η συγκέντρωση σε αλικίνη μειώνεται με το χρόνο αποθήκευσης, ενώ η αντιοξειδωτική δράση και η συγκέντρωση σε φαινόλες αυξάνονται. Από την άλλη πλευρά, οι Horníčková et al. (2010) διερεύνησαν το συνολικό περιεχόμενο διαφόρων γονότυπων σκόρδου όσον

αφορά τα τρία κύρια αμινοξέα που περιέχουν θείο, καθώς και τις σχετικές αλλαγές της περιεκτικότητάς τους σε σουλφοξειδία κατά την αποθήκευση και παρατήρησε μια έντονη αύξηση των σουλφοξειδίων S-alk (en) υλκυστεΐνης. περιεχόμενο. Αυτή η αύξηση αποδόθηκε στη μετατροπή των αντίστοιχων δι-πεπτιδίων γ-γλουταμυλίου σε σουλφοξειδία, παρά στην απώλεια νερού (Horníčková et al., 2010). Παρά το γεγονός ότι η ισοαλίνη είναι ένα δευτερεύον συστατικό σκόρδου, το περιεχόμενό της έχει ζωτικής σημασίας από τεχνολογική άποψη: η ισοαλίνη είναι μια ένωση ενεργοποίησης και πρόδρομης ουσίας για την ανάπτυξη ανεπιθύμητου μπλε ή μπλε-πράσινου αποχρωματισμού πολλών εμπορικών παρασκευασμάτων σκόρδου (Horníčková et al., 2010). Έτσι, για να αποφευχθεί η εμφάνιση αυτής της διαδικασίας, το σκόρδο πρέπει να υποβληθεί σε επεξεργασία το συντομότερο δυνατό μετά τη συγκομιδή.

1.7.2 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία αποθήκευσης είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας καθώς επηρεάζει τη χημική σύσταση και τη βιοδραστητικότητα του σκόρδου. Οι Horníčková et al. (2010) παρατήρησαν αύξηση της συγκέντρωσης των σουλφοξειδίων S-alk (en) υλκυστεΐνης (π.χ. αλλίνη, μεθίνη και ισοαλίνη) έως και 30%, όταν οι βολβοί σκόρδου 58 γονότυπων αποθηκεύτηκαν στους 5 °C.

Οι Veríssimo et al. (2010) παρατήρησαν ότι η αντιοξειδωτική δράση του σκόρδου μειώνεται, με την αύξηση της θερμοκρασίας. Επιπλέον, οι Atashi, Akbarpour, Mashayekhi, & Mousavizadeh (2011) αξιολόγησαν τις διακυμάνσεις της συγκέντρωσης σε ένζυμα χλωροφύλλης, υδατανθράκων, αμυλάσης και ινβερτάσης στο σκόρδο σε

χαμηλές θερμοκρασίες και παρατήρησαν σημαντικές διαφορές ανάλογα με τη θερμοκρασία αποθήκευσης.

1.7.3 pH

Το pH αντανakλά στην οξύτητα του σκόρδου και αντικατοπτρίζει τη χημική του σύσταση και το αντιοξειδωτικό του δυναμικό. Οι Mattos, Silva, & Moretti (2010) διερεύνησαν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του φρέσκου και επεξεργασμένου σκόρδου και βρήκαν σημαντικές διακυμάνσεις ανάλογα με το pH των προϊόντων. Οι Kopeć, Piątkowska, Leszczyńska, & Elżbieta (2013) κατέληξαν ότι το βέλτιστο pH που διατηρεί την αλικίνη σταθερή κυμαίνεται μεταξύ 4-4,8.

1.7.4 Τροποποιημένες ατμόσφαιρας

Η εφαρμογή τροποποιημένης ατμόσφαιρας για τη βελτίωση και τη διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του σκόρδου έχει μελετηθεί. Οι Xihong, Li, Zhaojun, Xiuli, & Li (2010) αξιολόγησαν την επίδραση διαφορετικών συνθηκών συσκευασίας (αποθήκευση 15 ημερών στους 4 °C) στα φρέσκα σκόρδα και κατέληξαν ότι η αποθήκευση σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες 5,8 kPa O₂ + 7,0 kPa CO₂ (Xihong et. κ.λπ., 2010) ήταν η βέλτιστη επιλογή.

1.7.5 Ακτινοβολία

Οι τεχνικές ακτινοβολήσης μελετήθηκαν επίσης όλο και περισσότερο, κυρίως με την αξιολόγηση της ικανότητάς τους να βελτιώσουν τη διάρκεια ζωής του σκόρδου. Για

παράδειγμα, η αποτελεσματικότητά τους να αναστέλλουν τη βλάστηση του σκόρδου έχει ήδη επιβεβαιωθεί από τους Pellegrini, Croci, & Orioli (2000). Οι συγγραφείς παρατήρησαν ότι οι χαμηλές δόσεις ακτινοβολίας γάμμα δεν έδειξαν αποτελέσματα, ενώ οι δόσεις των 10 Gy μείωσαν σημαντικά τη βλάστηση του σκόρδου. Οι Pérez, Aveldaño, & Croci (2007), αξιολόγησαν τις επιπτώσεις των ακτίνων γ στους βολβούς σκόρδου και παρατήρησαν ότι μια δόση 60 Gy, για 8 μήνες μείωσε σημαντικά τη συγκέντρωση των λιπιδίων και των λιπαρών οξέων. Τέλος, οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα λιπίδια και τα λιπαρά οξέα εμπλέκονται βαθιά στη φυσιολογική βιοσυνθετική διαδικασία ανάπτυξης βλαστών και, επομένως, τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της ακτινοβολίας θα μπορούσαν να ερμηνευθούν ως η καθυστέρηση ή επιβράδυνση αυτής της συγκεκριμένης διαδικασίας.

Ωστόσο, η ακτινοβολία έχει επίσης προταθεί και ακόμη εφαρμόζεται για την αποφυγή μικροβιακής μόλυνσης κατά την περίοδο της αποθήκευσης, καθώς και για την αντικατάσταση της εφαρμογής χημικών μυκητοκτόνων κατά την περίοδο μετά τη συγκομιδή.

1.8 Χαρακτηριστικά Ποικιλιών

1.8.1 Ποικιλία Ερύσσου

Η ποικιλία Ερύσσου καλλιεργείται στην Κεφαλονιά. Η καλλιέργεια σκόρδου γενικότερα στα Ιόνια νησιά είναι μικρότερη σε σχέση με άλλες περιοχές την Ελλάδα. Η Κεφαλονιά έρχεται δεύτερη σε στρέμματα και τόνους παραγωγής, πίσω από την Κέρκυρα, πιο

συγκεκριμένα σύμφωνα με απογραφές του 2015 στη Κεφαλονιά καλλιεργούνται 178 στρέμματα, ενώ η παραγωγή φτάνει έως και τους 116 τόνους. Η ντόπια ποικιλία Ερύσσου είναι μια ιδιαίτερη ποικιλία με μοναδικά χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα το μέγεθος του σκόρδου είναι σχετικά μικρό σε σχέση με άλλες ποικιλίες και καλλιεργείται σε υψηλά υψόμετρα. Όσον αφορά το χρώμα της φλούδας είναι ελαφρά κόκκινη προς μοβ και η σκελίδες της είναι μακρόστενες. Η ντόπιοι την προφέρουν “Ρισιάνικη”, όσον αφορά την γεύση κύριο χαρακτηριστικό είναι η έντονη γεύση του και το “κάψιμο” που αφήνει στο στόμα. Η συγκεκριμένη ποικιλία σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες που αναλύσαμε ύστερα από δοκιμές στο εργαστήριο είχε την πιο έντονη γεύση.

1.8.2 Ποικιλία Ευβοίας (Άσπρη-Κόκκινη)

Η ποικιλία Ευβοίας καλλιεργείται στο Δήμο Μεσσαπίων και πιο συγκεκριμένα στην κωμόπολη των Ψαχνών και στα περίχωρα της σε χαμηλά υψόμετρα. Είναι διαδεδομένη ποικιλία και καλλιεργείται γενικότερα και σε άλλους νομούς. Η συγκεκριμένη ποικιλία διαχωρίζεται σε δύο κατηγορίες, στα κόκκινα και στα άσπρα. Εκτός από τον διαχωρισμό του χρώματος το μέγεθος παραμένει το ίδιο, πιο συγκεκριμένα μικρό με παχουλές σκελίδες στο εξωτερικό τμήμα και λεπτές μακρόστενες στο εσωτερικό. Επίσης, παρατηρείται ελαφριά καυστική γεύση και έντονη μυρωδιά. Η περιοχή έχει μεγάλη παραγωγή σκόρδων και κρεμμυδιών και το μεγαλύτερο κομμάτι της παραγωγής εντοπίζεται στον Δήμο Μεσσαπίων. Συνολικά στην Εύβοια καλλιεργούνται 191 στρέμματα και συνολική παραγωγή φτάνει τους 228 τόνους, σύμφωνα με απογραφές του 2015.

1.8.3 Ποικιλία Έβρου

Η ποικιλία που καλλιεργείται στον Νομό Έβρου είναι η πιο διαδεδομένη Ελληνική ποικιλία καθώς λόγω της μεγάλης παραγωγής μπορεί να προμηθεύσει κάθε γωνιά της Ελλάδας αλλά και χώρες του εξωτερικού όπως η Βουλγαρία, η Γερμανία, η Κύπρος. Πιο συγκεκριμένα καλλιεργούνται 2.761 στρέμματα και παράγονται συνολικά 2.351 τόνοι σκόρδου. Στον Έβρο παρατηρείται η μεγαλύτερη καλλιέργεια σκόρδου σε σχέση με την υπόλοιπη Ελλάδα. Μορφολογικά τα κεφάλια σκόρδου είναι μεγάλα, περίπου τα διπλάσια σε σχέση με άλλες ποικιλίες. Χρωματικά είναι λευκά και σπανιότερα κόκκινης-μοβ απόχρωσης, ενώ το σχήμα των σκελίδων είναι στρογγυλές και παχουλές στο εξωτερικό τμήμα και μακρόστενες στο εσωτερικό του.

1.8.4 Ποικιλία Τρίπολης

Η ποικιλία Τρίπολης καλλιεργείται στην Περιφερειακή ενότητα Πελοποννήσου, πιο συγκεκριμένα στο Νομό Αρκαδίας του οποίου η πρωτεύουσα είναι η Τρίπολη. Στον Νομό Αρκαδίας παρατηρείται η μεγαλύτερη παραγωγή σκόρδου σε σχέση με την υπόλοιπη Περιφερειακή ενότητα. Σύμφωνα με τις ίδιες απογραφές που πραγματοποιήθηκαν το 2015, στο Νομό Αρκαδίας καλλιεργούνται 453 στρέμματα, ενώ η παραγωγή φτάνει έως και τους 434 τόνους ετησίως. Σχηματικά η συγκεκριμένη ποικιλία θυμίζει πολύ την ποικιλία Έβρου, ως προς το σχήμα και το μέγεθος του σκόρδου, διότι και αυτή δίνει μεγάλα κεφάλια σκόρδου περίπου διπλάσια από τις υπόλοιπες ποικιλίες. Όσον αφορά το χρώμα, τα κεφάλια σκόρδου είναι λευκά με αρκετά μεγάλες και

παχουλές εξωτερικές σκελίδες, ενώ στο εσωτερικό τμήμα παρατηρούνται λεπτές μακρόστενες σκελίδες. Τέλος γευστικά έχουν γλυκιά – ήπια καυστική γεύση η οποία συνδυάζεται με ελαφρύ και ήπιο άρωμα.

1.8.5 Ποικιλία Λάρισας

Η ποικιλία Λάρισας καλλιεργείται στην Περιφέρεια Θεσσαλίας. Σημαντικό να αναφερθεί είναι ότι η ποικιλία Λάρισας είναι η δεύτερη σε παραγωγή σκόρδου στην Ελλάδα πίσω από την ποικιλία Έβρου. Πιο συγκεκριμένα καλλιεργούνται 723 στρέμματα και η παραγωγή φτάνει έως και 655 τόνους ετησίως. Σχηματικά η συγκεκριμένη ποικιλία έχει μικρού μεγέθους κεφάλια. Οι σκελίδες του εξωτερικού τμήματος είναι στρογγυλές και όχι πολύ παχουλές, ενώ στο εσωτερικό τμήμα είναι λεπτές και μακρόστενες. Χρωματικά στη συγκεκριμένη ποικιλία τα κεφάλια σκόρδου είναι λευκά. Τέλος γευστικά έχει πολύ έντονη καυστική γεύση και αρκετά έντονη οσμή.

1.8.6 Ποικιλία Ισπανίας

Η Ισπανία είναι η κυριότερη χώρα σε παραγωγή στην Ευρωπαϊκή Ένωση με 169.000 στρέμματα, ενώ η παραγωγή φτάνει τους 152.000 τόνους ετησίως, σύμφωνα με απογραφές που πραγματοποιήθηκαν το 2012. Η ποικιλία Ισπανίας περιλαμβάνει μικρού μεγέθους κεφάλια. Οι σκελίδες στο εξωτερικό τμήμα του σκόρδου είναι στρογγυλές μικρού μεγέθους, ενώ αξιοσημείωτο είναι ότι δεν περιέχει καθόλου εσωτερικό τμήμα. Χρωματικά η συγκεκριμένη ποικιλία έχει έντονο κόκκινο χρώμα ή λευκό. Τέλος, γευστικά έχει ελαφριά γλυκιά γεύση, όπου παρατηρείται πιο έντονη από τις άλλες

ποικιλίες που μελετήσαμε και έχει αρκετά έντονη μυρωδιά. Λόγο της μεγάλης παραγωγής η Ισπανία εξαγάγει σε πολλές άλλες χώρες.

Σημείωση: Στην Ελλάδα η καλλιέργεια του σκόρδου κυμαίνεται στα 8.672 στρέμματα και η παραγωγή φτάνει έως και 7.104 τόνους ετησίως σύμφωνα με καταγραφές που έγιναν το 2015.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Πειραματικό μέρος

2.1 Υλικά και Μέθοδοι

2.1.1 Φυτικό υλικό

Κατά την έναρξη της πτυχιακής- διπλωματικής εργασίας, οι ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν για την πειραματική διαδικασία συλλέχθηκαν από την τοπική αγορά και τοπικούς αγρότες - παραγωγούς του νησιού. Σε αυτές συμπεριλαμβάνεται και η ντόπια ποικιλία της Κεφαλονιάς, με ονομασία Ερύσσου, η οποία καλλιεργείται και σε άλλα μέρη του νησιού. Οι επεξεργασίες πάνω στα σκόρδα έγιναν στο εργαστήριο, οι οποίες θα αναφερθούν στη συνέχεια.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται η ποικιλίες που ασχοληθήκαμε.

Πίνακας 2. Πλήθος δειγμάτων, ποικιλίες, στέλεχος και επεξεργασίες που έγιναν στα σκόρδα

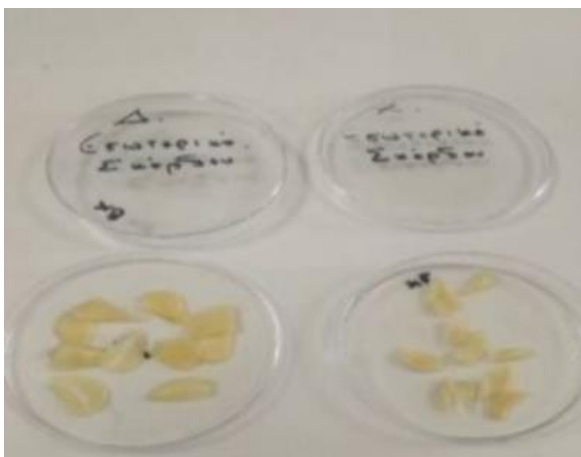
Πλήθος			
Δειγμάτων	Ποικιλίες	Στέλεχος	Επεξεργασία
ανά ποικιλία			
6	Σκόρδα Ερύσσου		Ξήρανση σε φούρνο
	Σκόρδα Εύβοιας άσπρα	Εξωτερικό	(40 – 45 °C)
	Σκόρδα Εύβοιας κόκκινα	Εσωτερικό	Ξήρανση σε φούρνο
	Σκόρδα Έβρου		(60 – 65 °C)

Σκόρδα Λάρισας	Λυοφιλίωση (-60 °C)
Σκόρδα Τρίπολης	
Σκόρδα Ισπανίας	

2.1.2 Μέθοδοι

Οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν στο Εργαστήριο για την επεξεργασία των δειγμάτων, είναι:

- 1) Ξήρανση στο φούρνο σε θερμοκρασία 40 – 45 °C
- 2) Ξήρανση στο φούρνο σε θερμοκρασία 60 – 65 °C
- 3) Λυοφιλίωση σε θερμοκρασία -60°C
- 4) Λειοτριβήση – Σκόνη σε γουδί
- 5) Ζύγιση – Εκχύλιση





Εικόνα 2.Εργαστηριακοί χειρισμοί: Ξήρανση σε φούρνο αέρα (πάνω αριστερά), Λυοφιλίωση (πάνω δεξιά), Αποφλοιώση και τεμαχισμός (κάτω αριστερά), Λειοτριβίση και τοποθέτηση σε δοχεία falcon (κάτω δεξιά)

2.2 Μέθοδοι Κατεργασίας δειγμάτων:

Το φυτικό υλικό (σκόρδο) συλλέχθηκε στο Εργαστήριο και στη συνέχεια ακολουθήθηκαν οι κατεργασίες. Αρχικά διαχωρίστηκαν οι ποικιλίες και στη συνέχεια καθαρίστηκαν (δηλ. απομάκρυνση του εξωτερικού φλοιού). Ύστερα διαχωρίστηκε το εξωτερικό και το εσωτερικό στέλεχος κάθε σκόρδου και στη συνέχεια απομακρύνθηκε η εξωτερική φλούδα από κάθε σκελίδα.

Στο επόμενο στάδιο πραγματοποιήθηκε λεπτό κόψιμο σε φέτες διαμέτρου περίπου 4 – 6 mm. Αφού τελείωσε το κόψιμο ακολούθησε η ζύγιση αρχικά σκέτων τρυβλίων (Petri) και ύστερα τοποθετήθηκαν οι φέτες αραιά μεταξύ τους και ζυγίστηκαν ξανά τα τρυβλία για τον προσδιορισμό του αρχικού καθαρού βάρους του σκόρδου, πριν την τοποθέτησή τους στον φούρνο και την Λυοφιλίωση. Οι παραπάνω μέθοδοι πραγματοποιήθηκαν σε κάθε ποικιλία ξεχωριστά.

Στη Λυοφιλίωση το κόψιμο κάθε σκελίδας έγινε στα τέσσερα και τοποθετήθηκαν σε τρυβλία τα οποία ζυγίστηκαν αρχικά σκέτα και στη συνέχεια για τον προσδιορισμό του νωπού βάρους του σκόρδου και αφέθηκαν στη κατάψυξη για 2 ημέρες σε θερμοκρασία στους -20°C και ύστερα τοποθετήθηκαν στον Λυοφιλιωτή για 3 ημέρες.

Κατά τη διάρκεια της ξήρανσης σε φούρνο πραγματοποιούνταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα ζυγίσεις για τον προσδιορισμό της απώλειας υγρασίας έως ότου σταθεροποιηθεί το τελικό βάρος του φυτικού υλικού. Επόμενο στάδιο μετά την ξήρανση ήταν η λειοτρίβηση σε σκόνη κάθε ποικιλίας ξεχωριστά σε γουδιά και ακολούθησε αποθήκευση αυτών σε ειδικά Type.

Τέλος ζυγίστηκαν από κάθε ποικιλία ξεχωριστά 2g σκόνης σκόρδου x3 φορές για κάθε μία και πραγματοποιήθηκε εκχύλιση με 5mL εκχυλιστικού μέσου το οποίο περιείχε μεθανόλη, υδροχλωρικό οξύ και νερό. Ακολούθησαν δύο εκχυλίσεις, η πρώτη διήρκτησε 1h και η δεύτερη που έγινε για δοκιμαστικούς σκοπούς διήρκτησε 24h σε σκοτάδι, ενώ παράλληλα πραγματοποιήθηκαν επιπλέον εκχυλίσεις για ερευνητικούς σκοπούς με το ίδιο εκχυλιστικό μέσο για 2 – 3h. Οι παραπάνω εκχυλίσεις – έρευνες πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασίες δωματίου 20 – 25°C.



Εικόνα 3. Στιγμιότυπο από την επεξεργασία του σκόρδου και την τοποθέτηση του στα τρυβλία πριν την ξήρανση στο φούρνο.

2.3 Προσδιορισμός φαινολικών συστατικών

Σε φιαλίδιο Eppendorf τοποθετείται απιονισμένο νερό και έπειτα δείγμα εκχυλίσματος σκόρδου. Το προϊόν της αντίδρασης με το Folin-Ciocalteu φωτομετρείται στα 750 nm έναντι του τυφλού δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη αναφοράς κατασκευάζεται με γαλλικό οξύ. Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε mg ισοδύναμων γαλλικού οξέος ανά g ξηρού βάρους (dw).

2.4 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής δράσης με τη μέθοδο DPPH

Σε φιαλίδια Erppendorf προστίθενται δείγμα εκχυλίσματος σκόρδου ή μεθανόλης για το λευκό προσδιορισμό και διάλυμα DPPH (0,0024g σε 100 mL μεθανόλη). Η απορρόφηση μετράται σε $t = 0$ min και $t = 30$ min στα 515 nm. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg AsA/g ξηρού βάρους (dw).

2.5 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής δράσης με τη μέθοδο ABTS

Σε δοκιμαστικούς σωλήνες τοποθετούνται κατάλληλες ποσότητες δείγματος. Σε κάθε δείγμα προστίθεται ανά 30 s 2500 μ L διαλύματος εργασίας του ριζικού κατιόντος του ABTS (ABTS^{+}) και ακολουθεί ανάδευση με vortex. Μετά την επώαση σε σκοτάδι ακολουθεί καταγραφή της απορρόφησης των δειγμάτων στα 734 nm. Παράλληλα κατασκευάζεται καμπύλη αναφοράς trolox (TE) και τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg TE/g ξηρού βάρους (dw).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Αποτελέσματα – Συζήτηση

Παρατηρήθηκε μεγάλη ποικιλομορφία στα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σκόρδων. Είναι γνωστό ότι διάφοροι παράγοντες όπως η πρώτη ύλη (ποικιλία) καθώς και οι μέθοδοι και οι συνθήκες ξήρανσης μπορούν να επηρεάσουν την φυσικοχημική σύνθεση και τις οργανοληπτικές ιδιότητες των σκόρδων συμβάλλοντας στην τελική ποιότητά τους.

3.1 Ποσοστό μείωσης του νερού

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται η επίδραση της επεξεργασίας της ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο ποσοστό μείωσης του νερού σε διαφορετικά στελέχη (εσωτερικό ή εξωτερικό) σκόρδων.

Πίνακας 3 Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο ποσοστό μείωσης του νερού σε διαφορετικά στελέχη (εσωτερικό ή εξωτερικό) σκόρδων

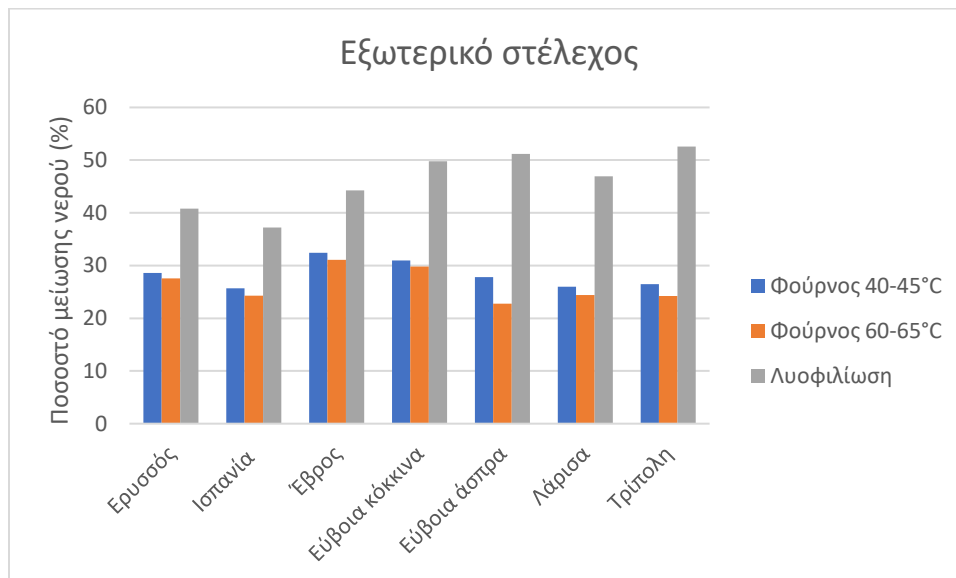
Περιοχή	Στέλεχος	Επεξεργασία	Ποσοστό
			μείωσης νερού%
Έρυσσος	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	27,54
	Εσωτερικό		26,43
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	28,61
	Εσωτερικό		26,62

	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	40,82
	Εσωτερικό		42,52
Ισπανία	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	24,28
	Εσωτερικό		26,73
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	25,68
	Εσωτερικό		25,64
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	37,2
	Εσωτερικό		36,34
Έβρος	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	31,06
	Εσωτερικό		29,66
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	32,45
	Εσωτερικό		31,42
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	44,28
	Εσωτερικό		39,07
Εύβοια κόκκινα	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	29,8
	Εσωτερικό		27,14
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	30,99
	Εσωτερικό		30,68
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	49,79
	Εσωτερικό		48,01
Εύβοια άσπρα	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	22,76
	Εσωτερικό		19,54
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	27,78

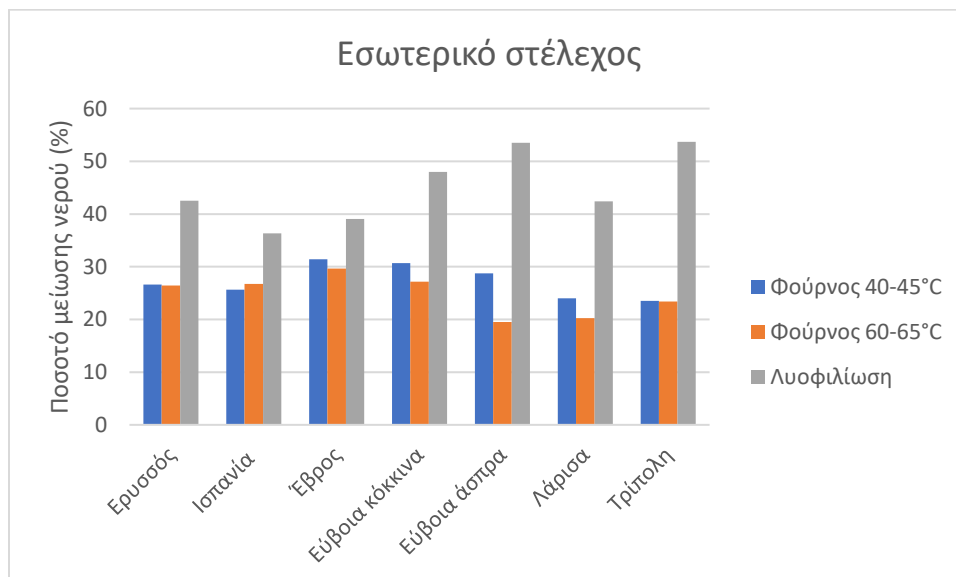
	Εσωτερικό		28,75
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	51,18
	Εσωτερικό		53,52
Λάρισα	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	24,4
	Εσωτερικό		20,26
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	25,99
	Εσωτερικό		23,98
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	46,91
	Εσωτερικό		42,39
	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	24,2
	Εσωτερικό		23,41
Τρίπολη	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	26,46
	Εσωτερικό		23,55
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	52,6
	Εσωτερικό		53,71

Παρατηρήθηκε ότι η επεξεργασία της ξήρανσης (με χρήση φούρνου αέρα ή με κατάψυξη-λυοφιλίωση) επηρέασε σημαντικά το ποσοστό της απώλειας νερού κατά την αφυδάτωση των σκόρδων ($p < 0,05$). Η λυοφιλίωση αποδείχτηκε συνολικά ως η πιο αποτελεσματική μέθοδος ξήρανσης καθώς εμφάνισε μεγαλύτερη απώλεια νερού, η οποία ήταν κατά μέσο όρο 45,59% σε σύγκριση με την ξήρανση σε φούρνο αέρα στους 40-45 °C (25,51%) και 60-65 C (27,76%). Η περιοχή της καλλιέργειας αλλά και το στέλεχος

του σκόρδου δεν επηρέασαν στατιστικά την απώλεια νερού στα σκόρδα (Γραφήματα 1 και 2).



Γράφημα 1. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο ποσοστό μείωσης του νερού στο εξωτερικό στέλεχος των σκόρδων



Γράφημα 2.Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο ποσοστό μείωσης του νερού στο εσωτερικό στέλεχος των σκόρδων

3.2 Περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά

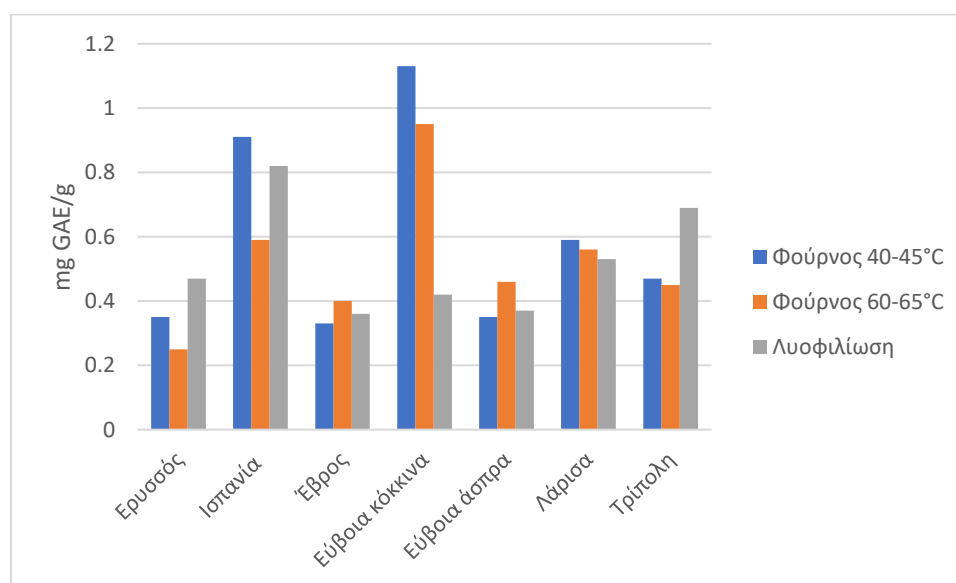
Στον Πίνακα 4 παρουσιάζεται η επίδραση της επεξεργασίας της ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο συνολικό φαινολικό περιεχόμενο των διαφορετικών στελεχών (εσωτερικό ή εξωτερικό) των σκόρδων.

Πίνακας 4.Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο συνολικό φαινολικό περιεχόμενο σε διαφορετικά στελέχη (εσωτερικό ή εξωτερικό) σκόρδων

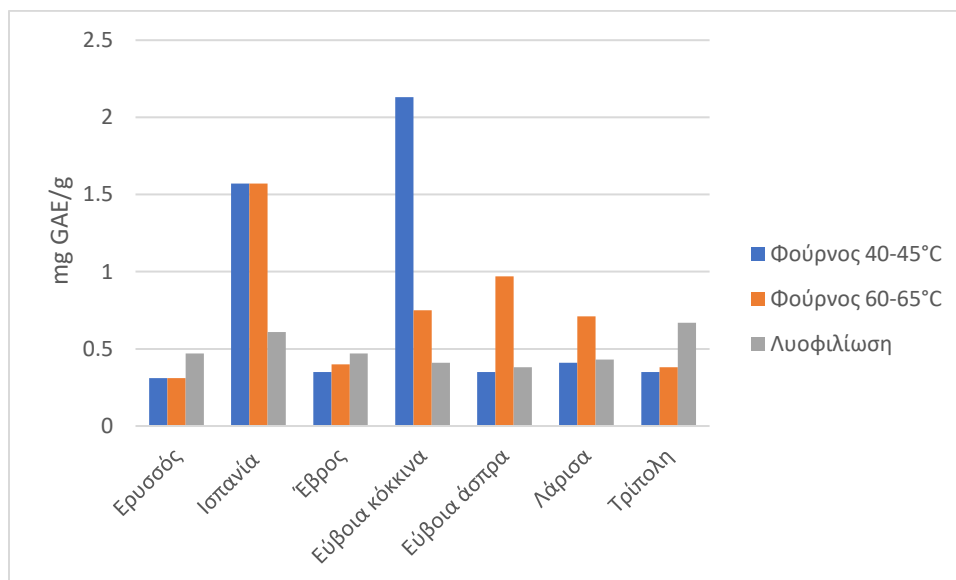
Περιοχή	Στέλεχος	Επεξεργασία	TPC (mgGAE/g)
Έρυσσος	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,25
	Εσωτερικό		0,31
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,35
	Εσωτερικό		0,31
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,47
	Εσωτερικό		0,47
Ισπανία	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,59
	Εσωτερικό		1,54

	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,91
	Εσωτερικό		1,57
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,82
	Εσωτερικό		0,61
Έβρος	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,4
	Εσωτερικό		0,4
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,33
	Εσωτερικό		0,35
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,36
	Εσωτερικό		0,47
	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,95
	Εσωτερικό		0,75
Εύβοια κόκκινα	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	1,13
	Εσωτερικό		2,13
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,42
	Εσωτερικό		0,41
	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,46
	Εσωτερικό		0,97
Εύβοια άσπρα	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,35
	Εσωτερικό		0,35
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,37
	Εσωτερικό		0,38
Λάρισα	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,56
	Εξωτερικό		0,56

Τρίπολη	Εσωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,71
	Εξωτερικό		0,59
	Εσωτερικό	Λυοφιλίωση	0,41
	Εξωτερικό		0,53
	Εσωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,43
	Εξωτερικό		0,45
	Εσωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,38
	Εξωτερικό		0,47
	Εσωτερικό	Λυοφιλίωση	0,35
	Εξωτερικό		0,69
	Εσωτερικό		0,67
	Εξωτερικό		



Γράφημα 3. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο συνολικό φαινολικό περιεχόμενο στο εξωτερικό στέλεχος των σκόρδων



Γράφημα 4. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στο συνολικό φαινολικό περιεχόμενο στο εσωτερικό στέλεχος των σκόρδων

Παρατηρήθηκε ότι η επεξεργασία της ξήρανσης (με χρήση φούρνου αέρα ή με κατάψυξη-λυοφιλίωση) αλλά και τα διαφορετικά στελέχη των εξεταζόμενων σκόρδων δεν επηρέασαν σημαντικά το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο των αφυδατωμένων σκόρδων. Ωστόσο, οι διαφορετικές περιοχές καλλιέργειας των σκόρδων αποδείχτηκε ότι επηρέασαν σημαντικά το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο των αφυδατωμένων σκόρδων και συγκεκριμένα τα σκόρδα που καλλιεργήθηκαν στην Ισπανία (1,00 mgGAE/g) και τα κόκκινα σκόρδα στην Εύβοια (0,97 mgGAE/g) εμφάνισαν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε φαινολικά συστατικά σε σχέση με τα σκόρδα των υπόλοιπων καλλιεργητικών περιοχών (Γραφήματα 3 και 4).

3.3 Αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH

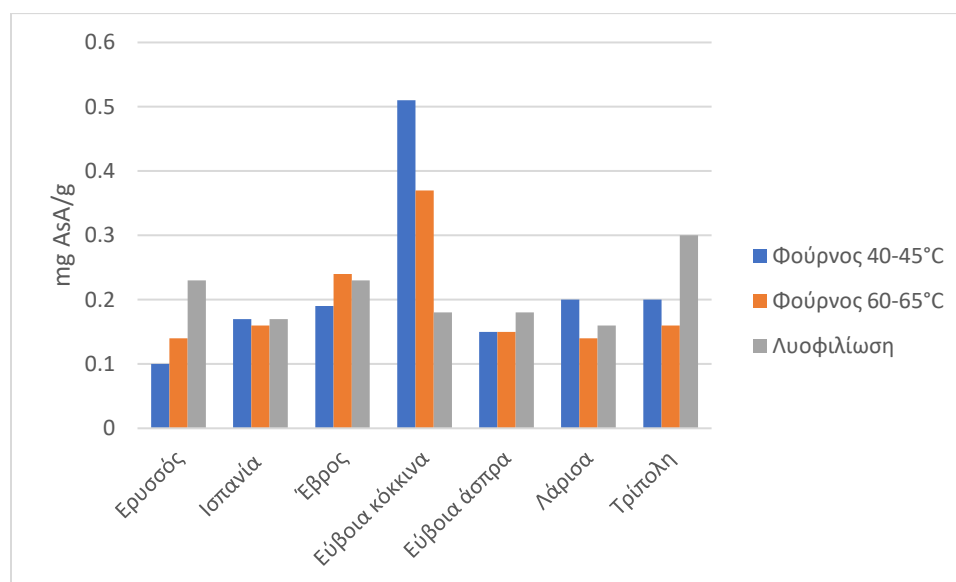
Στον Πίνακα 5 παρουσιάζεται η επίδραση της επεξεργασίας της ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH των διαφορετικών στελεχών (εσωτερικό ή εξωτερικό) των σκόρδων.

Πίνακας 5. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH σε διαφορετικά στελέχη (εσωτερικό ή εξωτερικό) σκόρδων

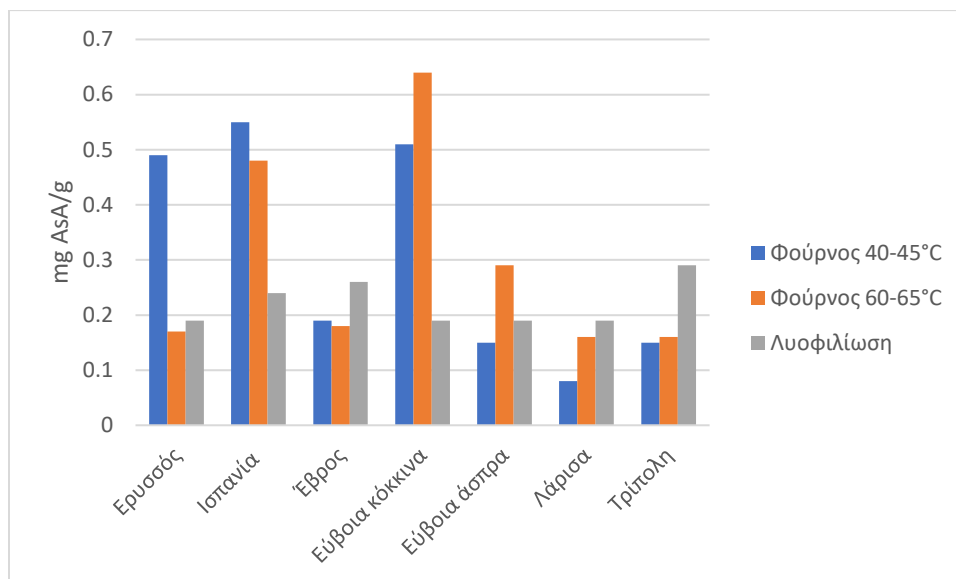
Περιοχή	Στέλεχος	Επεξεργασία	DPPH (mgAsA/g)
Έρυσσος	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,14
	Εσωτερικό		0,17
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,1
	Εσωτερικό		0,49
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,23
	Εσωτερικό		0,19
Ισπανία	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,16
	Εσωτερικό		0,48

	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,17
	Εσωτερικό		0,55
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,17
	Εσωτερικό		0,24
Έβρος	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,24
	Εσωτερικό		0,18
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,19
	Εσωτερικό		0,19
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,23
	Εσωτερικό		0,26
	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,37
	Εσωτερικό		0,64
Εύβοια κόκκινα	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,51
	Εσωτερικό		0,51
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,18
	Εσωτερικό		0,19
	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,15
	Εσωτερικό		0,29
Εύβοια άσπρα	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,15
	Εσωτερικό		0,15
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,18
	Εσωτερικό		0,19
Λάρισα	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,14
	Εξωτερικό		0,14

Τρίπολη	Εσωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,16
	Εξωτερικό		0,2
	Εσωτερικό	Λυοφιλίωση	0,08
	Εξωτερικό		0,16
	Εσωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,19
	Εξωτερικό		0,16
	Εσωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,2
	Εξωτερικό		0,15
	Εσωτερικό	Λυοφιλίωση	0,3
	Εξωτερικό		0,29
	Εσωτερικό		
	Εξωτερικό		



Γράφημα 5.Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH στο εξωτερικό στέλεχος των σκόρδων



Γράφημα 6.Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH στο εσωτερικό στέλεχος των σκόρδων

Ομοίως με το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο, η αντιοξειδωτική δράση των σκόρδων παρουσίασε σημαντικές στατιστικά διαφορές για τις διαφορετικές περιοχές καλλιέργειας των σκόρδων. Συγκεκριμένα τα εκχυλίσματα από τα κόκκινα σκόρδα της Εύβοιας εμφάνισαν την πιο ισχυρή αντιοξειδωτική ικανότητα (0,40 mgAsA/g) ακολουθούμενα από τα εκχυλίσματα των σκόρδων που καλλιεργήθηκαν στην Ισπανία (0,26 mgAsA/g). Παρατηρήθηκε ότι η επεξεργασία της ξήρανσης (με χρήση φούρνου αέρα ή με κατάψυξη-λυοφιλίωση) αλλά και τα διαφορετικά στελέχη των εξεταζόμενων σκόρδων

δεν επηρέασαν σημαντικά την αντιοξειδωτική δράση των αφυδατωμένων σκόρδων (Γραφήματα 5 και 6).

3.4 Αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο ABTS

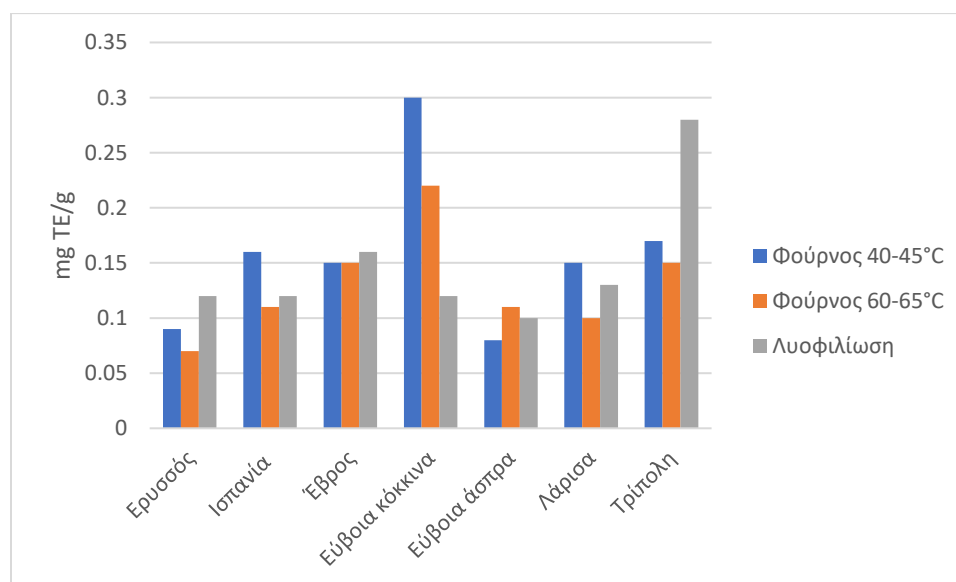
Στον Πίνακα 6 παρουσιάζεται η επίδραση της επεξεργασίας της ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο ABTS των διαφορετικών στελεχών (εσωτερικό ή εξωτερικό) των σκόρδων.

Πίνακας 6. Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο ABTS σε διαφορετικά στελέχη (εσωτερικό ή εξωτερικό) σκόρδων

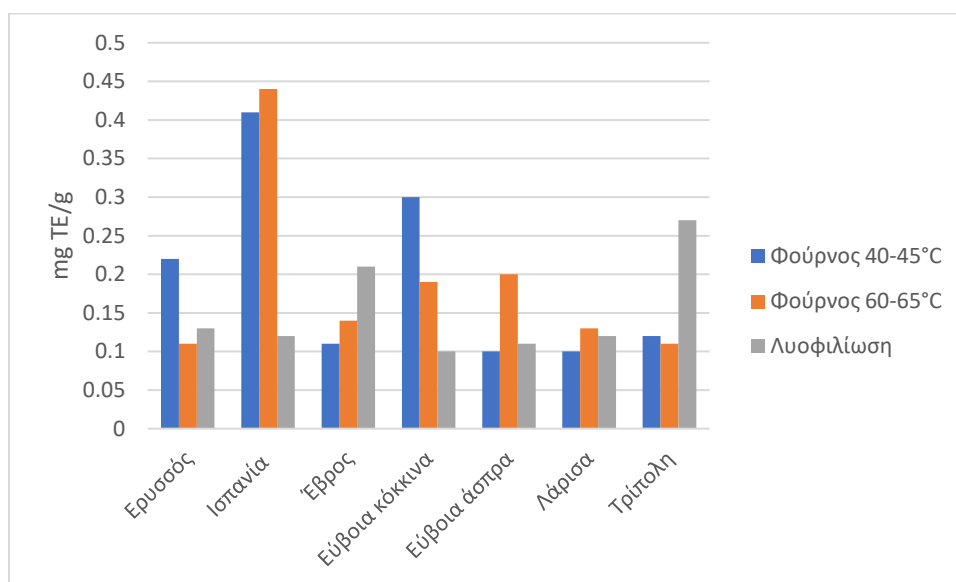
Περιοχή	Στέλεχος	Επεξεργασία	ABTS (mg TE/g)
Έρυσσος	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,07
	Εσωτερικό		0,11
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,09
	Εσωτερικό		0,22
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,12
	Εσωτερικό		0,13
Ισπανία	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,11
	Εσωτερικό		0,44

	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,16
	Εσωτερικό		0,41
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,12
	Εσωτερικό		0,12
Έβρος	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,15
	Εσωτερικό		0,14
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,15
	Εσωτερικό		0,11
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,16
	Εσωτερικό		0,21
	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,22
	Εσωτερικό		0,19
Εύβοια κόκκινα	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,3
	Εσωτερικό		0,3
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,12
	Εσωτερικό		0,1
	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,11
	Εσωτερικό		0,2
Εύβοια άσπρα	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,08
	Εσωτερικό		0,1
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,1
	Εσωτερικό		0,11
Λάρισα	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,1
	Εξωτερικό		0,1

Τρίπολη	Εσωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,13
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,15
	Εσωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,1
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,13
	Εσωτερικό	Λυοφιλίωση	0,12
	Εξωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,15
	Εσωτερικό	Φούρνος 60-65°C	0,11
	Εξωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,17
	Εσωτερικό	Φούρνος 40-45°C	0,12
	Εξωτερικό	Λυοφιλίωση	0,28
	Εσωτερικό	Λυοφιλίωση	0,27



Γράφημα 7.Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο ABTS στο εξωτερικό στέλεχος των σκόρδων



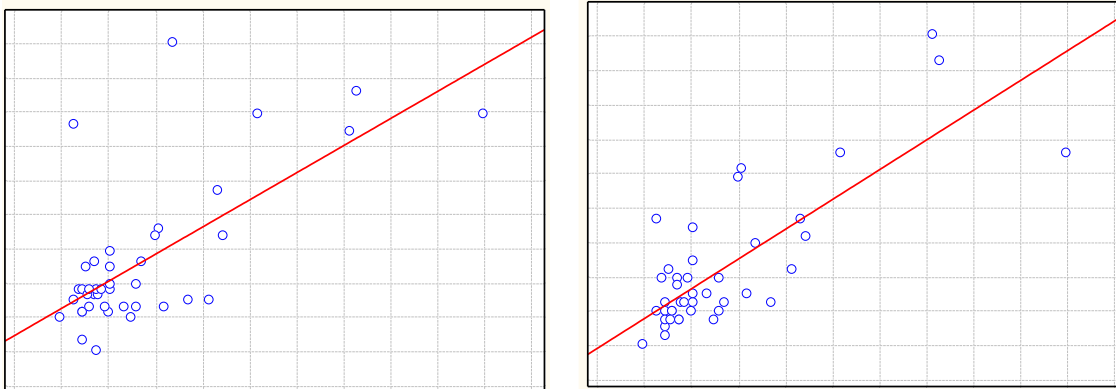
Γράφημα 8.Επίδραση της επεξεργασίας ξήρανσης και της περιοχής καλλιέργειας στην αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο ABTS στο εσωτερικό στέλεχος των σκόρδων

Η αντιοξειδωτική δράση των σκόρδων με τη μέθοδο ABTS παρουσίασε επίσης σημαντικές στατιστικά διαφορές για τις διαφορετικές περιοχές καλλιέργειας των σκόρδων. Συγκεκριμένα τα εκχυλίσματα από τα σκόρδα που καλλιεργήθηκαν στην

Ισπανία εμφάνισαν την πιο ισχυρή αντιοξειδωτική ικανότητα (0,23 mg TE/g) ακολουθούμενα από τα εκχυλίσματα των σκόρδων που καλλιεργήθηκαν στην Εύβοια (κόκκινα σκόρδα, 0,21 mg TE/g), στην Τρίπολη (0,18 mg TE/g) και στον Έβρο (0,15 mg TE/g). Η αντιοξειδωτική δράση με τη μέθοδο ABTS των αφυδατωμένων σκόρδων δεν παρουσίασε διακυμάνσεις ως προς την διαφορετική επεξεργασία της ξήρανσης (με χρήση φούρνου αέρα ή με κατάψυξη-λυοφιλίωση) αλλά και τα διαφορετικά στελέχη των εξεταζόμενων σκόρδων (Γραφήματα 7 και 8).

3.5 Συσχέτιση φαινολικού περιεχόμενου και αντιοξειδωτικής δράσης

Η ανάλυση συσχέτισης των αντιοξειδωτικών παραμέτρων των δειγμάτων σκόρδων με την περιεκτικότητά τους σε φαινολικά συστατικά παρουσιάζεται στην Εικόνα 4. Παρατηρήθηκε μια θετική συσχέτιση μεταξύ της αντιοξειδωτικής ικανότητας και της περιεκτικότητά σε φαινολικά συστατικά. Συγκεκριμένα, η συσχέτιση μεταξύ TPC και DPPH ήταν 0,69 και η συσχέτιση μεταξύ TPC και ABTS ήταν 0,79. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαίωσαν ότι η αντιοξειδωτική ικανότητα των εξεταζόμενων σκόρδων επηρεάζεται από τη συγκέντρωση των φαινολικών συστατικών τους.



Εικόνα 4.Συσχέτιση των αντιοξειδωτικών παραμέτρων (DPPH - αριστερά) και (ABTS – δεξιά) των δειγμάτων σκόρδων με την περιεκτικότητά τους σε φαινολικά συστατικά

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Συμπεράσματα

Η ποιότητα του σκόρδου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από τις συνθήκες καλλιέργειας αλλά και επεξεργασίας μετά τη συγκομιδή. Οι καλλιεργητικές πρακτικές πρέπει να στοχεύουν στην επίτευξη της μέγιστης ποιότητας των σκόρδων και ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην επεξεργασία των σκόρδων καθώς μπορεί να επηρεάσει τις βιοδραστικές ιδιότητες του σκόρδου και να μειώσει την ποιότητά του.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των σκόρδων που καλλιεργήθηκαν σε διαφορετικές περιοχές (Ερυσσος, Ισπανία, Έβρος, Εύβοια, Λάρισα και Τρίπολη) και επεξεργάστηκαν με διαφορετική μέθοδο και συνθήκες ξήρανσης (φούρνο αέρα και λυοφιλίωση). Συγκεκριμένα αξιολογήθηκαν τα εξής ποιοτικά χαρακτηριστικά των εξεταζόμενων σκόρδων ως προς το ποσοστό απώλειας σε νερό μετά την ξήρανση, το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο και την αντιοξειδωτική δράση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η λυοφιλίωση αποδείχτηκε συνολικά ως η πιο αποτελεσματική μέθοδος ξήρανσης καθώς εμφάνισε μεγαλύτερη απώλεια νερού σε σύγκριση με την ξήρανση σε φούρνο αέρα. Οι διαφορετικές περιοχές καλλιέργειας των σκόρδων αποδείχτηκε ότι επηρέασαν σημαντικά το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο των αφυδατωμένων σκόρδων και συγκεκριμένα τα σκόρδα που καλλιεργήθηκαν στην Ισπανία και τα κόκκινα σκόρδα στην Εύβοια εμφάνισαν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε φαινολικά συστατικά σε σχέση με τα σκόρδα των υπόλοιπων καλλιεργητικών περιοχών. Τα εκχυλίσματα από τα κόκκινα σκόρδα της Εύβοιας εμφάνισαν την πιο ισχυρή αντιοξειδωτική ικανότητα με τη μέθοδο DPPH ακολουθούμενα από τα εκχυλίσματα των σκόρδων που καλλιεργήθηκαν στην Ισπανία. Τα εκχυλίσματα από τα σκόρδα που καλλιεργήθηκαν στην Ισπανία εμφάνισαν την πιο ισχυρή αντιοξειδωτική

ικανότητα με τη μέθοδο ABTS ακολουθούμενα από τα εκχυλίσματα των σκόρδων που καλλιεργήθηκαν στην Εύβοια, στην Τρίπολη και στον Έβρο.

Βιβλιογραφία

- Atashi, S., Akbarpour, V., Mashayekhi, K., & Mousavizadeh, S. (2011). *Garlic physiological characteristics from harvest to sprouting in response to low temperature* *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 2 (2011), pp. 285-291.
- Block, E., Naganathan, S., Putman, D., & Zhao, S. (1993). Organo-sulfur chemistry of garlic and onion: Recent results. *Pure and Applied Chemistry*, 65, 625–632.
- Bloem, E., Haneklaus, S., & Schnug, E. (2010a). Influence of Fertilizer Practices on S-Containing Metabolites in Garlic (*Allium sativum* L.) under Field Conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(10), 10690–10696.
- Bloem, E., Haneklaus, S., & Schnug, E. (2010b). *Influence of Fertilizer Practices on S-Containing Metabolites in Garlic (Allium sativum L.) under Field Conditions. Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(19), 10690–10696.
- Chen, S., Shen, X., Cheng, S., Li, P., Du, J., Chang, Y., & Meng, H. (2013). Evaluation of garlic cultivars for polyphenolic content and antioxidant properties. *PLoS ONE*, 8(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079730>
- De Queiroz, Y. S., Antunes, P. B., Vicente, S. J. V., Sampaio, G. R., Shibao, J., Bastos, D. H. M., & Torres, E. A. F. da S. (2013). *Bioactive compounds, in vitro antioxidant capacity and Maillard reaction products of raw, boiled and fried garlic (Allium sativum L.)*. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(5), 1308–1314.
- Diriba-Shiferaw, G., Nigussie-Dechassa, R., Kebede, W., J., J. S., & Getachew, T.

- (2014). Bulb quality of Garlic (*Allium sativum* L.) as influenced by the application of inorganic fertilizers. *African Journal of Agricultural Research*, 9(8), 784–796. <https://doi.org/10.5897/ajar2013.7723>
- Fanaei, H., Narouirad, M., Farzanjo, M., & Ghasemi, M. (2014). *Evaluation of yield and some agronomical traits in garlic genotypes (Allium sativum L.) Annual Research and Review in Biology*, 4 , pp. 3386-3391.
- Fei, M. L. I., Tong, L. I., Wei, L. I., & De Yang, L. (2015). Changes in antioxidant capacity, levels of soluble sugar, total polyphenol, organosulfur compound and constituents in garlic clove during storage. *Industrial Crops and Products*, 69, 137–142. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.02.021>
- Hirata, S., Abdelrahman, M., Yamauchi, N., & Shigyo, M. (2015). Characteristics of chemical components in genetic resources of garlic *Allium sativum* collected from all over the world. , 63(1),. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 63(1), 35–45.
- Horníčková, J., Kubec, R., Cejpek, K., Velíšek, J., Ovesná, J., & Stavelíková, H. (2010). *Profiles of S-alk(en)ylcysteine sulfoxides in various garlic genotypes Czech Journal of Food Sciences*, 28 (4) pp. 298-308.
- Jabbes, N., Arnault, I., Auger, J., Al Mohandes Dridi, B., & Hannachi, C. (2012). Agro-morphological markers and organo-sulphur compounds to assess diversity in Tunisian garlic landraces. *Scientia Horticulturae*, 148, 47–54.
- Khar, A., Banerjee, K., Jadhav, M. R., & Lawande, K. E. (2011). Evaluation of garlic ecotypes for allicin and other allyl thiosulphinates. *Food Chemistry*, 128(4), 988–996. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.004>

- Kinalski, T., & Noreña, C. P. Z. (2014). Effect of Blanching Treatments on Antioxidant Activity and Thiosulfinate Degradation of Garlic (*Allium sativum* L.). *Food and Bioprocess Technology*, 7(7), 2152–2157. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1282-1>
- Kopeć, A., Piątkowska, E., Leszczyńska, T., & Elżbieta, S. (2013). *Healthy properties of garlic, Current Nutrition and Food Science* , 9, pp. 59-64.
- Lanzotti, V. (2006). The analysis of onion and garlic. *Journal of Chromatography A*, 1112(1–2), 3–22. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.12.016>
- Lanzotti, V., Scala, F., & Bonanomi, G. (2014). Compounds from *Allium* species with cytotoxic and antimicrobial activity. *Phytochemistry Reviews*, 13(4), 769–791. <https://doi.org/10.1007/s11101-014-9366-0>
- Lemar, K. M., Turner, M. P., & Lloyd, D. (2002). Garlic (*Allium sativum*) as an anti-Candida agent: A comparison of the efficacy of fresh garlic and freeze-dried extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 93(3), 398–405. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01707.x>
- Martins, N., Petropoulos, S., & Ferreira, I. C. F. R. (2016). Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre- and post-harvest conditions: A review. *Food Chemistry*, 211, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.029>
- Mattos, L., Silva, L., & Moretti, C. L. (2010). *Functional and physico-chemical characteristics in Brazilian and Chinese cultivars of fresh and freeze-dried garlicks XXVIII international horticultural congress – IHC2010*, pp. 77-78.

- Montaño, A., Beato, V. M., Mansilla, F., & Orgaz, F. (2011). *Effect of Genetic Characteristics and Environmental Factors on Organosulfur Compounds in Garlic (Allium sativum L.) Grown in Andalusia, Spain. Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(4), 1301–1307.
- Pardo, J. E., Escribano, J., Gómez, R., & Alvarruiz, A. (2007). Physical-chemical and sensory quality evaluation of garlic cultivars. *Journal of Food Quality*, 30(5), 609–622. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2007.00146.x>
- Pellegrini, C. N., Croci, C. A., & Orioli, G. A. (2000). Morphological changes induced by different doses of gamma irradiation in garlic sprouts. *Radiation Physics and Chemistry*, 57(3–6), 315–318. [https://doi.org/10.1016/S0969-806X\(99\)00397-7](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(99)00397-7)
- Pérez, M. B., Aveldaño, M. I., & Croci, C. A. (2007). Growth inhibition by gamma rays affects lipids and fatty acids in garlic sprouts during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 44(2), 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.08.018>
- Rafe, A. (2014). Physicochemical Characteristics of Garlic (*Allium sativum* L.) Oil: Effect of Extraction Procedure. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(6), 1. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.s.2014030601.11>
- Randle, W., & Lancaster, J. (2002). *Sulphur compounds in alliums in relation to flavour quality* H.D. Rabinowitch, L. Currah (Eds.), *Allium crop science: Recent advances*, CAB Int., Wallingford, pp. 329-356.
- Rekowska, E., & Skupień, K. (2009). The Influence of selected agronomic practices on the yield and chemical composition of winter garlic. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 70(1), 173–182. <https://doi.org/10.2478/v10032-009-0017-8>

- Ríos-Ríos, K. L., Montilla, A., Olano, A., & Villamiel, M. (2019). Physicochemical changes and sensorial properties during black garlic elaboration: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 88(July 2018), 459–467. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.016>
- Ryu, J. H., & Kang, D. (2017). Physicochemical properties, biological activity, health benefits, and general limitations of aged black garlic: A review. *Molecules*, 22(6). <https://doi.org/10.3390/molecules22060919>
- Veríssimo, T., Almeida, I., Cidade, H., Pinto, M., Azevedo, S., Oliveira, B., & Cunha, L. (2010). *Evaluation of antioxidant activity of minimally processed garlic cloves XXVIII international horticultural congress – IHC2010*, pp. 77-178.
- Xihong, L., Li, L., Zhaojun, B., Xiuli, W., & Li, W. (2010). *Improved keeping quality of fresh-cut garlic sprouts by modified atmosphere packaging XXVIII international horticultural congress – IHC2010*, pp. 77-178.