

Τεχνολογικό εκπαιδευτικό ίδρυμα Κρήτης
Σχολή Τεχνολόγων Γεωπόνων & Τεχνολόγων τροφίμων
Τμήμα Διατροφής και Διαιτολογίας



Θέμα: Επίδραση της επεξεργασίας στην διατροφική αξία των
τροφίμων: Η περίπτωση των πράσινων λαχανικών

Εκπόνηση πτυχιακής εργασίας από

Βασιλάκη Σταύρο

Επιβλέπων καθηγητής

Δρ. Βασίλης Γκισάκης

Σητεία 2018

TECHNOLOGICAL EDUCATIONAL INSTITUTE of CRETE
DEPARTMENT of HUMAN NUTRITION AND DIETETICS



Effect of processing on food: The case of Green Vegetables

Graduate work of the student:

Stavros Vasilakis

Supervisor:

Dr. Vasileios Gkisakis

Πρόλογος

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής διατριβής είναι να αναλύσει τις κατάλληλες μεθόδους επεξεργασίας των τροφίμων, εστιάζοντας σε μια διατροφικά σημαντική κατηγορία τροφίμων, τα πράσινα λαχανικά. Μέσω της επισκόπησης της βιβλιογραφίας διερευνάται το φάσμα επεξεργασιών που εφαρμόζονται. Πέρα των κλασσικών μεθόδων αναφέρονται και νέες πρόσφατες μελέτες που εισάγουν καινοτόμες μεθόδους, οι οποίες δυνητικά μπορούν να εισαχθούν με την πάροδο του χρόνου και με την προϋπόθεση της μικρότερης απώλειας σε σχέση με άλλες με παρόμοιες, λαμβάνοντας υπόψη τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που μπορεί να έχει μία μέθοδος ιδιαίτερα στον τομέα της μαζικής παραγωγής και εστίασης. Επίσης η διατριβή έχει ως στόχο να μελετήσει την επίδραση των εν λόγω μεθόδων στα θρεπτικά συστατικά των πράσινων λαχανικών. Παρουσιάζεται έτσι αρχικά η γενική σύστασή των πράσινων λαχανικών καθώς και μηχανισμοί άμυνας, μακροθρεπτικών και μικροθρεπτικών και άλλα μέρη του τροφίμου που υπάρχουν και της συνεισφοράς τους η μη σε μεταβολικά μονοπάτια του συστήματος ενώ αναδεικνύονται οι αρνητικές επιδράσεις της επεξεργασίας στα πράσινα λαχανικά. Επιπρόσθετα, αναφορά γίνεται στο συνδυασμό μεθόδων με σκοπό τη μεγαλύτερη διάρκεια διατήρησης του τροφίμου λόγω των διαφορετικών δράσεων που μπορεί να έχει η κάθε επεξεργασία ξεχωριστά.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να επισημάνω στον επιβλέπων καθηγητή, Δρ. Γκισάκη Βασίλη για την στήριξη και την καθοδήγηση του στην παρούσα πτυχιακή διατριβή.

Περιεχόμενα

Εξώφυλλο	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Περιεχόμενα	3
Πίνακας Περιεχομένων	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1. Εισαγωγή	8
1.1 Στόχοι της παρούσας διατριβής	9
2. Επεξεργασία τροφίμων	10
2.1 Μέθοδοι επεξεργασίας	10
α) Ξήρανση/αφυδάτωση	11
β) Χρήση χαμηλών θερμοκρασιών (ψύξη - κατάψυξη)	13
γ) Θερμική επεξεργασία	16
i) Ζεμάτισμα (Blanching)	16
ii) Αποστείρωση/Παστερίωση	17
iii) Κονσερβοποίηση	18
δ) Ζύμωση	19
ε) Προσθήκη ουσιών	19
στ) Ακτινοβόληση	20
η) Παλμικά ηλεκτρικά πεδία	21
θ) Αλάτισμα	21
ι) Υψηλή υδροστατική πίεση	22
κ) Τροποποιημένη / ελεγχόμενη ατμόσφαιρα	22
2.2. Μειονεκτήματα επεξεργασίας τροφίμων	24
2.3 Μέθοδοι επεξεργασίας πράσινων λαχανικών	24
2.3.1 Θερμική επεξεργασία	25

i) Ζεμάτισμα (Blanching).....	25
ii) Αποστείρωση/Παστερίωση και Κονσερβοποίηση	27
iii) Ξήρανση/αφυδάτωση.....	27
2.3.3 Τροποποιημένη / ελεγχόμενη ατμόσφαιρα	29
2.3.4 Ψύξη και κατάψυξη.....	32
2.3.5 Μηχανικές μέθοδοι	34
2.3.6 Προσθήκη ουσιών.....	35
2.3.7 Ακτινοβολία.....	35
2.3.8 Αλάτισμα (Πάστωμα).....	35
2.3.9 Συνδυασμός μεθόδων επεξεργασίας.....	36
3. Σύσταση, θρεπτική αξία και φυσιολογικές διαδικασίες πράσινων λαχανικών	36
3.1 Συστατικά πράσινων λαχανικών	37
3.1.1 Υδατάνθρακες.....	37
3.1.2 Πρωτεΐνες.....	38
3.1.3 Λίπη.....	39
3.1.4 Νερό	41
3.1.5 Χρωστικές	41
3.1.6 Αρωματικές ενώσεις.....	43
3.1.7 Βιταμίνες.....	44
3.1.8 Μέταλλα	44
3.1.9 Αντιοξειδωτικά	45
3.1.9.1 Φαινολικές ουσίες.....	45
3.1.9.2 Θειοκυανούχα.....	46
3.2 Φυσιολογικές διαδικασίες πράσινων λαχανικών.....	46
3.2.1 Ωρίμανση.....	46

3.2.2 Αναπνοή	47
4. Επίδραση μεθόδων επεξεργασίας στα θρεπτικά συστατικά πράσινων λαχανικών	48
4.1 Θερμική επεξεργασία	49
i) Κονσερβοποίηση.....	50
ii) Ζεμάτισμα.....	51
iii) Αποστείρωση.....	52
4.2 Χαμηλή θερμοκρασία.....	52
4.3 Ξήρανση – Αφυδάτωση.....	55
4.4 Ακτινοβολία.....	56
4.5 Πρόσθετες ουσίες.....	56
4.6 Τροποποιημένη ατμόσφαιρα.....	57
4.7 Μηχανικές μέθοδοι.....	57
4.8 Συνδυασμός μεθόδων	58
5. Συμπεράσματα	58
6. Βιβλιογραφία.....	59

Περίληψη

Επίδραση της επεξεργασίας στην διατροφική αξία των τροφίμων: Η περίπτωση των πράσινων λαχανικών

Βασιλάκης Σταύρος¹, Γκισάκης Βασίλης¹

1.Τμήμα διατροφής και Διαιτολογίας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σητεία

Εισαγωγή: Η σημαντικότητα των πράσινων λαχανικών λόγω προστατευτικών δράσεων στην διατροφή και η πλέον μειωμένη πρόσληψη τους

Μέθοδοι επεξεργασίας: Αναφορά των επεξεργασιών που διενεργούνται στα τρόφιμα γενικά και η χρήση τους και έπειτα ειδικότερα στα πράσινα λαχανικά

Συστατικά στοιχεία πράσινων λαχανικών : Γίνεται γενική αναφορά των συστατικών που των πράσινων λαχανικών και ανάλυση των διεργασιών που επηρεάζουν τα θρεπτικά συστατικά πριν και μετά την συγκομιδή.

Επιδράσεις: Ανάλυσης της επίδρασης της επεξεργασίας στα πράσινα λαχανικά και οι σημαντικότερες αρνητικές συνέπειες, καθώς και νέες μέθοδοι επεξεργασίας και οι ιδιαιτερότητές τους.

Λέξεις κλειδιά: επεξεργασία, θρεπτικά συστατικά, πράσινα λαχανικά, Οφέλη στα θρεπτικά συστατικά, οφέλη στην υγεία.

ABSTRACT

Effect of processing on food: The case of Green Vegetables

Vasilakis Stavros¹, Gkisakis Vasilis¹

1. Department of Nutrition-Dietetics, Technological Educational Institute of Crete, Siteia

Introduction: The importance of green vegetables and their protective action in our diet and the reduced intake

Processing methods: The introduction with all the processing methods applied in food and specifically in green vegetables.

Ingredients of green vegetables: A general reference to all ingredients found in green vegetables and to the procedures related to nutrients observed before harvest

Effects: effects, mainly negative, of processing of green vegetables and new new methods are applied who have lower effects.

Keywords: processing, nutrients, green vegetables, nutrition benefits, health benefits.

1. Εισαγωγή

Ένα τρόφιμο από την παραγωγή του μέχρι την κατανάλωση υπόκειται συνήθως σε μια σειρά επεμβάσεων που το καθιστούν κατάλληλο προς κατανάλωση. Η επεξεργασία τροφίμων ως επιστημονική και τεχνολογική δραστηριότητα καλύπτει μια ευρεία περιοχή από τη στιγμή της παραγωγής της πρώτης ύλης μέχρι τη διάθεση του τελικού προϊόντος. Περιλαμβάνει την εφαρμογή επιστημονικών αρχών με σκοπό την επιβράδυνση των φυσικών διεργασιών αποσυνθέσεως των τροφίμων, οι οποίες προκαλούνται από μικροοργανισμούς, ένζυμα ή περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η θερμότητα, η υγρασία και το ηλιακό φως και δι' αυτού για την καλύτερη διατήρηση των τροφίμων γίνεται η επεξεργασία των τροφίμων. Η επεξεργασία των τροφίμων μπορεί να προσφέρει θετικά ή αρνητικά αποτελέσματα στην θρεπτική αξία. Η θρεπτική αξία δεν είναι εμφανής στις ευεργετικές ιδιότητες που μπορεί να μας προσφέρει, ωστόσο έχει αρχίσει τα τελευταία χρόνια να απασχολεί ιατρούς και καταναλωτές (Barett et al., 2010) Η μετασυλλεκτική τεχνολογία επικεντρώνεται στην διαδικασία της συντήρησης και στους τρόπους χειρισμού μέχρι την κατανάλωση του. Ως εκ τούτου, η επεξεργασία τροφίμων ορίζεται ως το σύνολο των διεργασιών με τις οποίες η πρωτογενής παραγωγή, σε πιθανό συνδυασμό με άλλα συστατικά, με την βοήθεια εργασίας, δαπάνη ενέργειας, χρήση κατάλληλου εξοπλισμού, επιστημονικής γνώσης μετατρέπεται σε άλλα προϊόντα έτοιμα προς κατανάλωση ή πρώτες ύλες για την παραγωγή άλλων προϊόντων (Πλέσσας, 2014).

Σύμφωνα με μία έρευνα (Elmadfa et al., 2009) η σημαντικότητα των φρούτων και των λαχανικών στην περιοχή της μεσογείου, και ποιο συγκεκριμένα, στην Ελλάδα είναι πρώτη στην κατανάλωση λαχανικών στην Ευρώπη και 2η, όσον αφορά στην κατανάλωση φρούτων. Επίσης, σχεδόν το ¼ της παραγωγής των λαχανικών δίδονται για μεταποίηση. Σε μια παλαιότερη μελέτη φάνηκε η κατά κεφαλήν κατανάλωση των λαχανικών φρέσκων και επεξεργασμένων (Πίνακας 1). Η σημαντικότητα ανά τον κόσμο φαίνεται ιδιαίτερα για τα πράσινα λαχανικά, καθώς στην 4^η θέση βρίσκονται τα αγγούρια, στην 5^η θέση το λάχανο και στην 6^η το μαρούλι και το ραδίκι. Ακόμα, με την επεξεργασία, ειδικότερα των πράσινων λαχανικών, μπορούμε να συντηρήσουμε το τρόφιμο για το διάστημα που το προϊόν δεν είναι διαθέσιμο εκείνη την εποχή

λόγω εποχικότητας και έτσι γίνεται δυνατό το να παρέχεται μεγαλύτερη ποικιλία κατανάλωσης ειδικότερα σε περιοχές όπου παράγονται μόνο εποχιακά (Desai, 2000).

Λαχανικά	Ποσότητα (lb)		
	Φρέσκα	Κατεψυγμένα	Κονσερβοποιημένα
Σπαράγγι	1,0	0.07	0.2
Φασόλι	1.9	1.9	3.7
Αρακάς	-	1.9	1.2
Σπανάκι	2.1	0.93	

Πίνακας 1 Πόσότητα κατανάλωσης λαχανικών στις ΗΠΑ κατα κεφαλήν. Πηγή ERS (2006)

Επίσης, πρέπει να αναφερθεί η σημαντικότητα των λαχανικών στην υγεία του ανθρώπου, καθώς περιέχουν σημαντικά ποσοστά βιταμινών Α και C, αλλά χαμηλή σε Β, όπως και ανόργανων στοιχείων, όπως κάλιο, ασβέστιο, μαγνήσιο, σίδηρο, φώσφορο, θείο και άζωτο (Ταλέλλη, 2014). Παρόλη τη σημαντικότητα που δίνεται στα φρούτα και τα λαχανικά ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας αναφέρει ότι η κατανάλωση των φρούτων και λαχανικών δεν καλύπτει της ημερήσιες ανάγκες σε αυτά τα είδη τροφίμων και είναι μία από τις αιτίες θνησιμότητας (WHO, 2003). Τονίζεται επίσης πως δίαιτες πλούσια σε φρούτα και λαχανικά επιφέρουν μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης φλεγμονής, χρόνια νοσήματα, οξειδωτικό στρες και νευρολογικές παθήσεις (Eliassen et al., 2012; Pojer et al., 2013; Tanaka et al., 2012; Rimm et al., 1996; Steinmetz & Potter, 1996; van't Veer et al., 2000).

1.1 Στόχοι της παρούσας διατριβής

Η μελέτη, της επίδρασης των διάφορων μεθόδων επεξεργασίας στην θρεπτική αξία των πράσινων λαχανικών αποτελεί έτσι ένα πεδίο έρευνας το οποίο μπορεί να προσδώσει τη μέγιστη διατροφική αξία στα αντίστοιχα προϊόντα και στα οφέλη για τον καταναλωτή. Έτσι η παρούσα διατριβή ως στόχους έχει:

- Μελέτη των σύγχρονων μεθόδων επεξεργασίας τροφίμων, ιδιαίτερα στον τομέα της μαζικής παραγωγής και εστίασης
- Μελέτη της επίδρασης των εν λόγω μεθόδων στα θρεπτικά συστατικά μιας διατροφικά σημαντικής κατηγορίας τροφίμων, των πράσινων λαχανικών
- Διερεύνηση των σύγχρονων τάσεων στην επεξεργασία πράσινων λαχανικών.

2. Επεξεργασία τροφίμων

2.1 Μέθοδοι επεξεργασίας

Αντικειμενικοί σκοποί της επεξεργασίας των τροφίμων αποτελούν (Status, 1975):

- η συντήρηση τους
- η βελτίωση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων, της πεπτικότητας καθώς και της θρεπτικής τους αξίας
- η δημιουργία νέων προϊόντων υψηλότερης προστιθέμενης αξίας
- η παραγωγή πρώτων υλών χρήσιμων σε άλλες εφαρμογές
- Η ευκολότερη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών, όπως των υδατανθρακών κατά την ήπια επεξεργασία
- Η αύξηση γεωργικού εισοδήματος
- Η διάθεση τροφίμων όλο το έτος και όχι μόνο εποχιακά

Οι κατά βάση επεξεργασίες οι οποίες καταλήγουν στη συντήρηση των τροφίμων περιλαμβάνουν τα εξής:

α) Ξήρανση/αφυδάτωση,



Εικόνα 2.1 Ομάδες αποξηραμένων τροφίμων

Η ξήρανση είναι μία από τους αρχαιότερους τρόπους επεξεργασίας, η οποία μπορεί να γίνει παραδοσιακά ή τεχνητά, όπου υπάρχουν ελεγχόμενες συνθήκες. Συνήθως προτιμάται ο



Εικόνα 2.1. Διαδικασία ξήρανσης με χρήση ηλιακής ακτινοβολίας. Πηγή: <http://bit.ly/2E7ResZ>

δεύτερος τρόπος λόγω των μειονεκτημάτων του πρώτου, κυρίως ότι δεν μπορεί να ελεγχτεί η ηλιοφάνεια (Εικόνα 2) και οι καιρικές συνθήκες, καθώς και ότι υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα επιμόλυνσης από τρωκτικά και έντομα (Couriel, 1980). Όταν η ξήρανση πραγματοποιείται με τεχνητά μέσα ορίζεται και ως αφυδάτωση και η υγρασία του προϊόντος μπορεί να φτάσει ως και 10%. Η κύρια διαφορά ξήρανσης και αφυδάτωσης είναι ότι η ξηρά ουσία που απομένει στο αφυδατωμένο τρόφιμο δεν ξεπερνά το 2,5% του ξηρού βάρους, σε σχέση με τη μέθοδο της ξήρανσης.

Η κλασική τεχνική ξήρανσης είναι η θερμική, πέρα όμως της συγκεκριμένης υπάρχουν και άλλες όπως ωσμωτική, μηχανική και άλλες νεότερες μέθοδοι μέσω μικροκυμάτων και με υπέρυθρη ακτινοβολία (Barbosa-Canovas & Vega-Mercado, 1996). Μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να χρησιμοποιηθεί και η μέθοδος αποξήρανση με ψύξη (Εικόνα 3) (Karel, 1975; Dalglish, 1990).



Εικόνα 2.2. Μηχάνημα ξήρανσης υπό ψύξη (Πηγή: <http://bit.ly/2sGOPUC>)

β) Χρήση χαμηλών θερμοκρασιών (ψύξη - κατάψυξη)

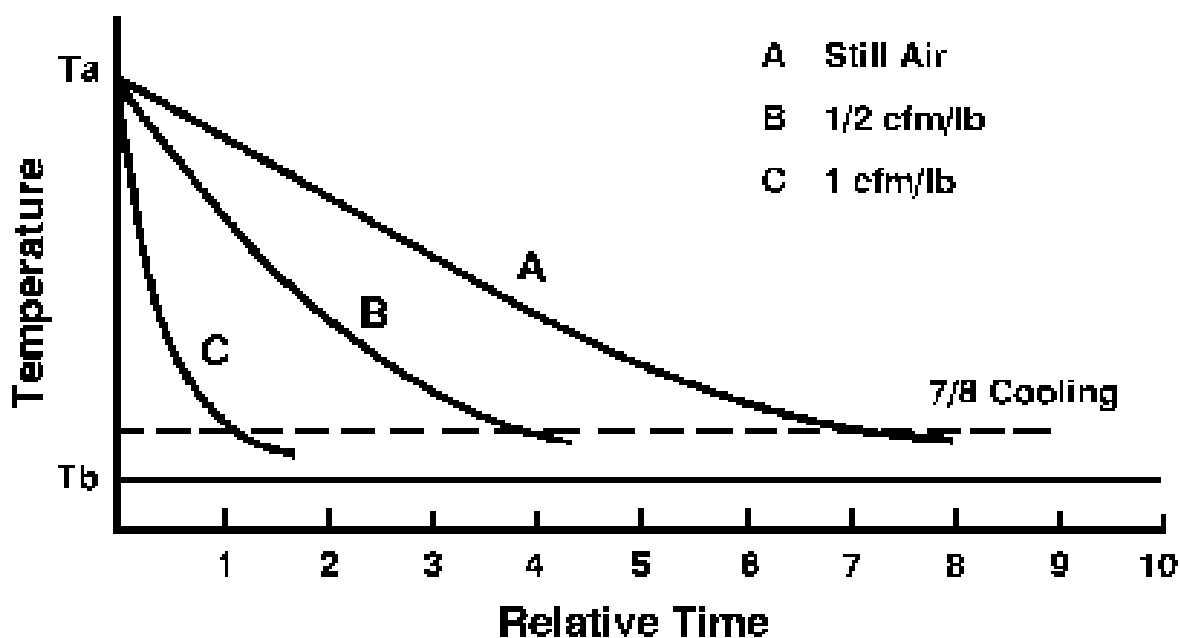


Εικόνα 2.3. Θάλαμος ψύξης σε συνθήκες χαμηλής ατμοσφαιρικής πίεσης . Πηγή: <http://bit.ly/2Cid4fi>

Η χρήση χαμηλών θερμοκρασιών έχει ως στόχο την μείωση της δραστηριότητας των μικροοργανισμών που αλλοιώνουν ένα τρόφιμο καθώς και την μείωση της αναπνοής και άλλων βιοχημικών διεργασιών. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές μείωσης της θερμοκρασίας διατήρησης καθώς και κατάψυξης των τροφίμων. Μια σημαντική αρχική διαδικασία μείωσης της θερμοκρασίας των τροφίμων, είναι η πρόψυξη, η οποία ορίζεται ως η άμεση μείωση της θερμότητας μετά την συγκομιδή. Η πρόψυξη μπορεί να γίνει με χρήση ψυχρού αέρα, κρύου νερού ή υγρού πάγου, ή ψύξης υπό κενό. Μια μέθοδος πρόψυξης είναι η υδρόψυξη και πραγματοποιείται είτε με ψεκάσμο είτε με βύθιση σε παγωμένο νερό. Με αυτό τον τρόπο απομακρύνονται ακαθαρσίες και το πιο σημαντικό πτώση θερμοκρασίας με μεγάλη ταχύτητα Άλλη μέθοδος πρόψυξης αποτελεί η ψύξη σε συνθήκες χαμηλής ατμοσφαιρικής πίεσης (vacuum cooling). Κατά αυτή τη μέθοδο, τα τρόφιμα που μεταφέρονται σε θάλαμο (εικόνα 4)

δέχονται ατμοσφαιρική πίεση μικρότερη του κανονικού, που με την σειρά της αλλάζει τα επίπεδα βρασμού, μειώνοντας έτσι τη θερμοκρασία όπως και με την εξαγωγή του αέρα από τον θάλαμο.

Πέρα της απλής ψύξης υπάρχουν και άλλες μέθοδοι, όπως η χρήση ρεύματος βεβιασμένης κυκλοφορίας κρύου αέρα (forced air cooling) όπου η εισαγωγή του αέρα εισέρχεται από την οροφή μέσω ανεμιστήρων παράλληλων προς το δάπεδο και πρέπει να είναι ομοιόμορφη η θερμοκρασία σε όλο τον θάλαμο ψύξης. Σε αντίθεση με την απλή ψύξη, αλλιώς room cooling, όπου ο ρυθμός μείωσης της θερμοκρασίας είναι αργός λόγω περιορισμένου χώρου αποβολής της περίσσειας θερμότητας, με τη μέθοδο του forced air cooling, τα τρόφιμα που βρίσκονταν στοιβαγμένα σε κιβώτια δεν αργούν να ψυχθούν ομοιόμορφα. Αυτό διαφαίνεται και στο γράφημα 1, το οποίο αποτυπώνει την αποτελεσματικότητα της βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα όσον αφορά το χρόνο μείωσης της θερμοκρασίας του θαλάμου με ανεμιστήρες (B & C) και χωρίς (A). Άλλος τρόπος ψύξης είναι η κατάψυξη με έμμεση ή άμεση επαφή ο οποίος περιλαμβάνει τη χρήση πλακών με ψυκτικό υγρό που δεν εφάπτεται με το τρόφιμο είναι η έμμεση επαφή και η άμεση επαφή γίνεται σε ξηρό πάγο η υγρό άζωτο και γενικώς χημικά που δεν είναι τοξικά στον άνθρωπο και δεν προκαλούν αλλοιώσεις στο τρόφιμο (Boyette et al., 1989). Σημαντικό όργανο της διαδικασίας ψύξης/κατάψυξης αποτελούν οι αισθητήρες θερμοκρασίας (εικόνα 5). Έτσι, ανάλογα με το μέγεθος του θαλάμου ψύξης



Γράφημα 2.1. Χρήση βεβιασμένου αέρα σε σχέση με τον χρόνο (B & C) και απλή ψύξη (A). Πηγή: Boyette et al. (1989)

Όγκος θαλάμου μεγαλύτερος από (m ³)	Αριθμός αισθητήρων
500	2
5000	3
20000	4
50000	5
85000	6

Πίνακας 2.2 Αριθμός Αισθητήρων στους ψυκτικούς θαλάμους. Πηγή: Woolfe (1992)

υπάρχουν αντίστοιχοι αισθητήρες για σωστότερη κατανομή του αέρα σε όλο τον θάλαμο (Πίνακας 2). Αυτό συμβαίνει για την σωστή διατήρηση των προϊόντων στους ψυκτικούς θαλάμους χωρίς η θερμοκρασία να ανεβαίνει πάνω από 1-2 βαθμούς °C.



Εικόνα 2.4. Σύγχρονος αισθητήρας θερμοκρασίας (temperature logger) . Πηγή: <http://bit.ly/2Ckd12Q>

γ) Θερμική επεξεργασία

Η θερμική επεξεργασία των τροφίμων έχει ως κύριο σκοπό την συντήρηση τους και στηρίζεται κυρίως στην καταστροφή των μικροοργανισμών λόγω υψηλών θερμοκρασιών. Οι μέθοδοι θερμικής επεξεργασίας είναι πολλές και αρκετά διαδεδομένες, με κυριότερες το ζεμάτισμα, την παστερίωση-αποστείρωση καθώς και η συνεπακόλουθη κονσερβοποίηση.

i) Ζεμάτισμα (Blanching)

Το ζεμάτισμα (εικόνα 6) χρησιμοποιείται για την διατήρηση βιταμινών και απενεργοποίηση των ενζύμων. Οι μέθοδοι που μπορούν χρησιμοποιηθούν είναι το ζεμάτισμα σε ατμό, σε νερό (Status, 1975), σε θερμό αέρα και μικροκύματα.



Εικόνα 2.5. Βιομηχανικό σύστημα ζεματίσματος πράσινων λαχανικών . Πηγή: <http://bit.ly/2lgPuWI>

ii) Αποστείρωση/Παστερίωση

Οι διαδικασίες παστερίωσης και αποστείρωσης έχουν ως άξονα τους την χρήση θερμότητας με σκοπό την αδρανοποίηση παθογόνων μικροοργανισμών που είναι παρόντες στα προϊόντα καθώς και στην ανάπτυξη γεύσεων, αρωμάτων, την υφή και του χρώματος. Η αποστείρωση (εικόνα 7) χρησιμοποιείται για την καταστροφή των ανθεκτικών σπόρων των βακτηριδίων παθογόνων που μπορούν να καταστρέψουν το τρόφιμο. Αυτά τα προϊόντα θερμαίνονται σε θερμοκρασία 120 °C ή σε εξαιρετικά υψηλή θερμοκρασία (UHT) 140 °C, σκοτώνοντας τα βακτηρίδια και τους σπόρους τους. Για να θεωρείται αποστείρωση στον χώρο των τροφίμων η θερμοκρασία πρέπει να ξεπερνά τους 100 °C και να γίνονται σε τρόφιμα με pH μεγαλύτερο από 4,6.



Εικόνα 2.6. Βιομηχανικό σύστημα παστερίωσης/αποστείρωσης τροφίμων . Πηγή: <http://bit.ly/2C6Z88F>

Η παστερίωση βρίσκει εφαρμογή κυρίως σε βιομηχανίες τροφίμων και γάλακτος. Επινοήθηκε από τον Γάλλο γιατρό Λουί Παστέρ, από τον οποίο πήρε και το όνομά της. Έχει σκοπό την επιμήκυνση της διάρκειας ζωής του προϊόντος όπως άλλωστε και η αποστείρωση, ελαττώνοντας τον αριθμό των παθογόνων μικροοργανισμών που προκαλούν αλλοιώσεις σε αυτά. Η παστερίωση γίνεται με θέρμανση σε θερμοκρασία κάτω των 100 °C, συνήθως στους 72 °C για 16-20 δευτερόλεπτα ή στους 90 °C για 30', και έχει ως στόχο βλαστικές μορφές μικροοργανισμών. Υπάρχει επίσης και η υπερπαστερίωση η οποία πραγματοποιείται με θέρμανση στους 132 °C για τουλάχιστον 1 δευτερόλεπτο.

iii) Κονσερβοποίηση

Η κονσερβοποίηση (εικόνα 8), είναι συνεπακόλουθη επεξεργασία της παστερίωσης ή εμπορικής αποστείρωσης των τροφίμων, μέσα σε ερμητικά κλεισμένους περιέκτες. Είναι μια από τις πιο συνηθισμένες μεθόδους επεξεργασίας των τροφίμων με σκοπό την συντήρησή τους.



alamy stock photo

DDK0EY
www.alamy.com

Εικόνα 2.7. Σύστημα βιομηχανικής κλίμακας κονσερβοποίησης. Πηγή: <http://bit.ly/2Dwg4Sh>

Η κονσερβοποίηση περιλαμβάνει την θέρμανση των τροφίμων πριν τη συσκευασία και συνήθως εντός κλειστών δοχείων με στόχο την καταστροφή των μικροοργανισμών.

δ) Ζύμωση

Η ζύμωση (εικόνα 9) πραγματοποιείται με την βοήθεια μικροοργανισμών σε αναερόβιες συνθήκες προσφέροντας προϊόντα ποιο χρήσιμα στον άνθρωπο (Παπανικολάου, 2015). Ο όρος ζύμωση προέρχεται από τον Pasteur (1860), σημαίνοντας “ζωή χωρίς αέρα”, ωστόσο ο όρος δεν ισχύει με αυτή την έννοια καθώς η ζύμωση χρησιμοποιείται και αερόβια (Παπανικολάου, 2015).



Εικόνα 2.8. Εξοπλισμός ζύμωσης βιομηχανικής κλίμακας (γαλακτοκομικά προϊόντα). Πηγή: <http://bit.ly/2pTu2vF>

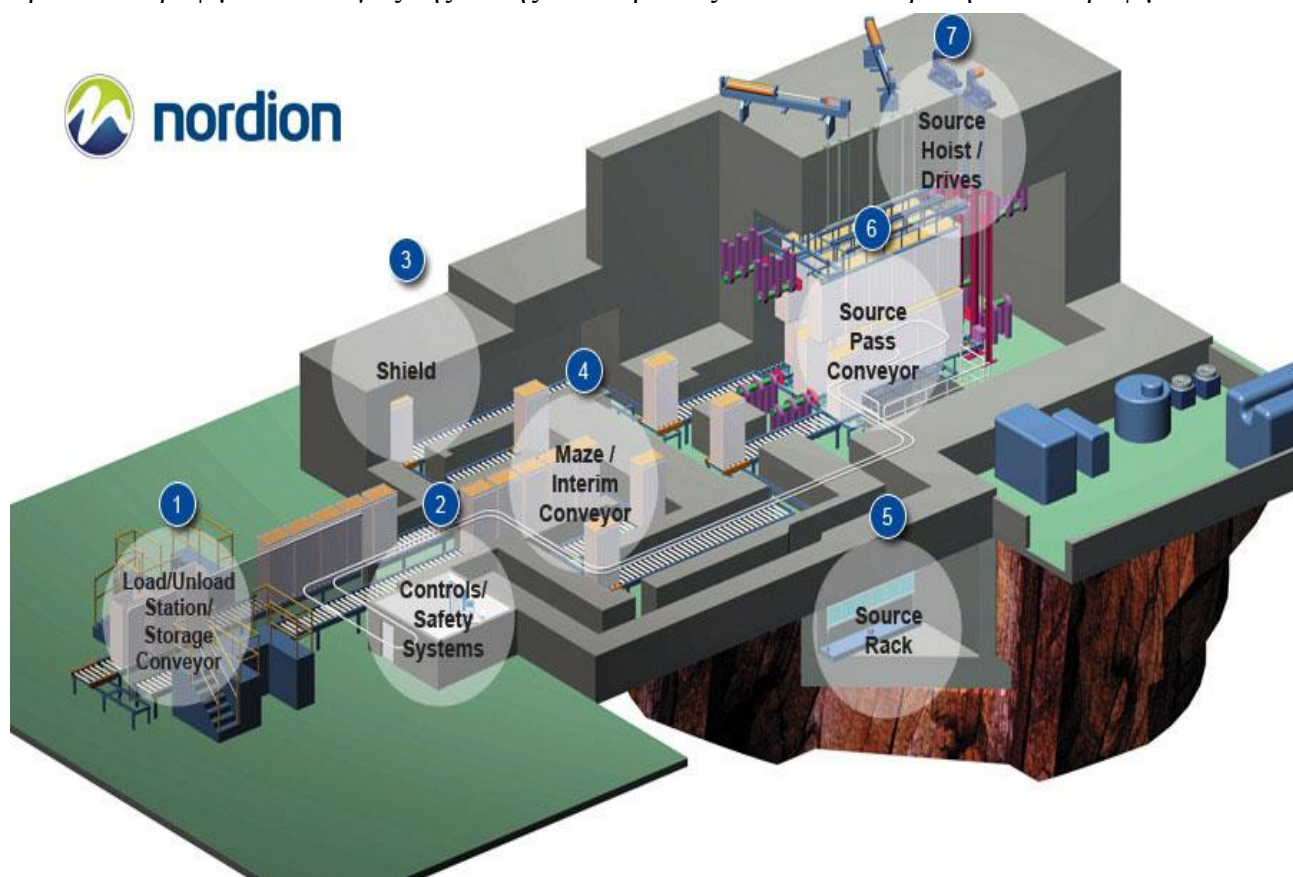
ε) Προσθήκη ουσιών

Οι ουσίες που εισέρχονται έχουν δύο ρόλους: i) την προστασία από παθογόνους μικροοργανισμούς και ii) την φυσιολογική συμπεριφορά προϊόντων, δηλαδή τον μεγαλύτερο χρόνο ζωής στο ράφι και μείωση τυχόν αλλοιώσεων. Η εισαγωγή αυτών των ουσιών για προστασία από παθογόνους γίνεται με διάφορες μεθόδους όπως εμπάπτιση, υποκαπνισμό ή

ψεκασμό (Λιοσάτου, 2015) Τέτοιες ουσίες είναι το σορβικό οξύ και κάλιο, το διοξείδιο του θείου, το θειώδες οξύ βενζοϊκό οξύ (Αναγνωστοπούλου κ.α., 2008). Επιπρόσθετα γίνεται προσθήκη νιτρωδών, ασκορβικού ή ισοασκορβικού οξέος. Ακόμα υπάρχουν χημικές ουσίες που μεταβάλλουν το pH του τρόφιμου.

στ) Ακτινοβόληση

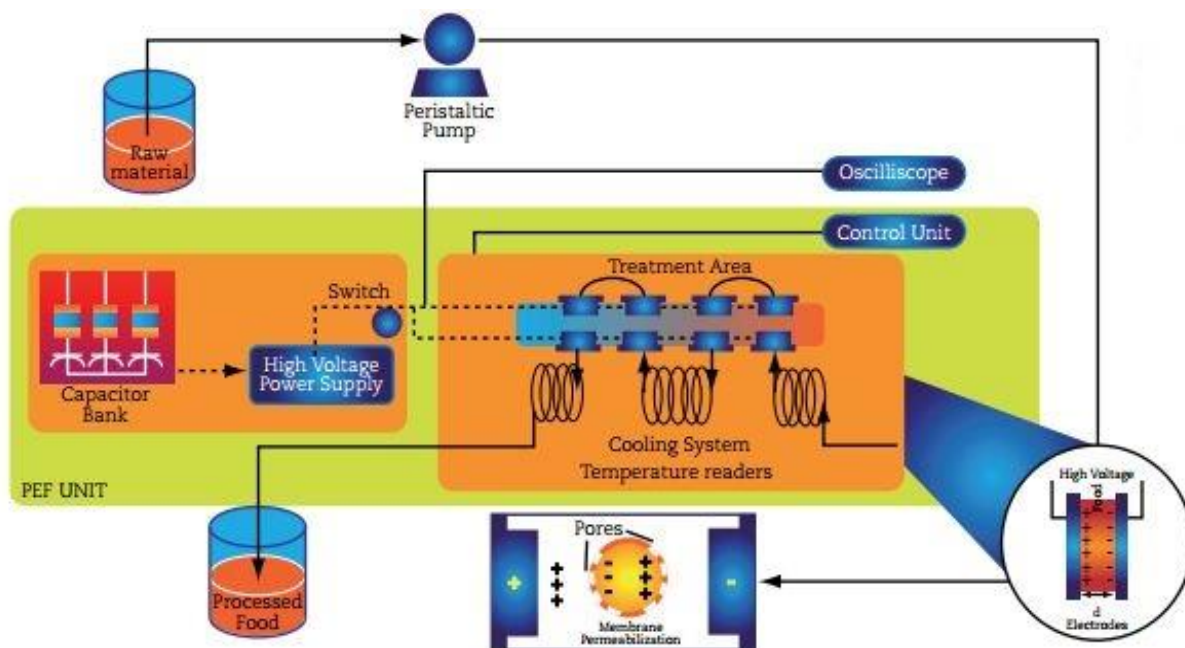
Η ακτινοβόληση (εικόνα 10) πραγματοποιείται με χρήση ιονίζουσας ακτινοβολίας (γ-Χ ακτινοβολίες) σε μικρές δόσεις 0,15 – 0,50 kGy για την αντιμετώπιση εντόμων που προσβάλλουν τρόφιμα. Αναλόγως της δόσης ακτινοβολίας που θα ακτινοβοληθεί στο τρόφιμο



Εικόνα 2.9. Βιομηχανική γραμμή επεξεργασίας ακτινοβόλησης τροφίμων. Πηγή: <http://bit.ly/2pVJDuw>

μαζί με της κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας ατμοσφαιρικού αέρα επηρεάζονται τα βακτήρια και ζυμομύκητες. Η ταυτόχρονη μείωση της θερμοκρασίας το τρόφιμο ελαττώνει και την επιθυμητή δόση ακτινοβόλησης για το τρόφιμο, ώστε να αναπτυχθούν αντίξοες συνθήκες για τους μικροοργανισμούς (McElhatton & Marshal, 2007).

η) Παλμικά ηλεκτρικά πεδία



Εικόνα 2.10. Βιομηχανική γραμμή επεξεργασίας τροφίμων με παλμικά ηλεκτρικά πεδία. Πηγή: <http://bit.ly/2E7bXME>

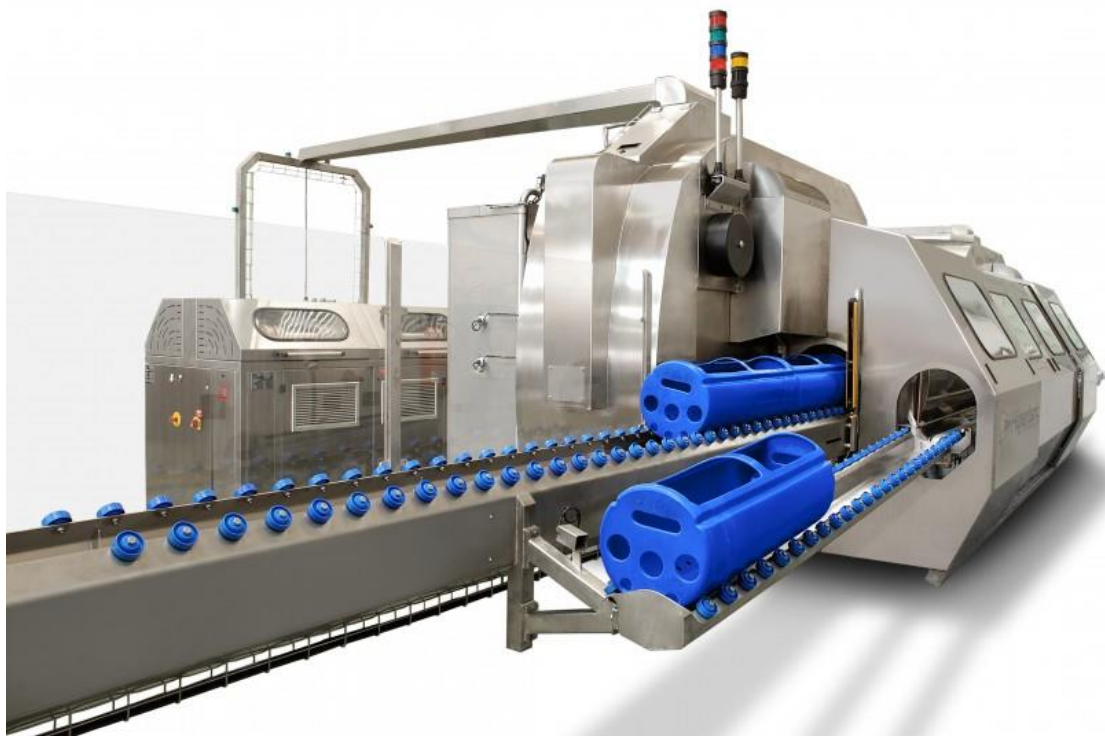
Με την χρήση παλμικών ηλεκτρικών πεδίων (εικόνα 11), πραγματοποιείται απενεργοποίηση των μικροοργανισμών μέσω ενός παλμικού κύματος που δημιουργεί ισχυρές ελεύθερες ρίζες οι οποίες εισέρχονται μέσω των πόρων των κυτταρικών μεμβρανών του τρόφιμου. (Πασσάμ κ.α., 2015).

θ) Αλάτισμα

Η χρήση αλάτος ως μέθοδος επεξεργασίας των τροφίμων περιλαμβάνει προσθήκη αλάτος περίπου 10-20% του αρχικού βάρους του τρόφιμου, η οποία πραγματοποιείται για την συντήρηση του τρόφιμου μέσω της παρεμπόδισης ανάπτυξης μικροοργανισμών (Πασσάμ κ.α., 2015).

ι) Υψηλή υδροστατική πίεση

Η υψηλή υδροστατική πίεση (εικόνα 12) εφαρμόζεται στα τρόφιμα για την μη μικροβιακή παρεμβολή στα τρόφιμα σε τιμές που κυμαίνονται μεταξύ 400 και 600 MPa. Απενεργοποιούνται έτσι οι φυτικές μικροβιακές μορφές, Στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι τα



Εικόνα 2.11. Βιομηχανική γραμμή επεξεργασίας τροφίμων με υψηλή υδροστατική πίεση. Πηγή: <http://bit.ly/2CHM1ub>
σπόρια μυκήτων απαιτούν πίεση 1000 MPa, καθώς και ότι τα gram+ βακτήρια είναι ποιο ανθεκτικά από τα Gram- (McElhatton & Marshal, 2007).

κ) Τροποποιημένη / ελεγχόμενη ατμόσφαιρα

Η χρήση τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP - Modified atmosphere packaging) έχει ως βασική αρχή την μεταβολή – τροποποίηση του περιβάλλοντος, ατμόσφαιρας γύρω από το συσκευασμένο προϊόν. Στον ατμοσφαιρικό αέρα υπάρχει 20% O₂, 79% N₂ και μικρή ποσότητα CO₂. Μεταβάλλοντας την σύσταση των αερίων μπορούμε να σταματήσουμε αυτές τις διεργασίες έτσι ώστε να μπορέσουμε να αυξήσουμε την διάρκεια ζωής των φρέσκων

προϊόντων. Πραγματοποιείται έτσι χρήση των CO₂ , O₂ και N₂ σε διαφορετικά ποσοστά με σκοπό την παράταση του χρόνου ζωής μεγάλης σειράς προϊόντων (Πασσάμ κ.α., 2015).



Εικόνα 2.12. Βιομηχανική γραμμή συσκευασίας με τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Πηγή: <http://bit.ly/2CsvaDG>

λ) Αιθυλενισμός

Ο αιθυλενισμός είναι μία μέθοδος όπου χρησιμοποιείται εξωγενές αιθυλένιο για πρόωρη ωρίμανση καρπών μέσω της εισαγωγής του αερίου στον χώρο αποθήκευσης του τροφίμου. Ο αιθυλενισμός μπορεί να γίνει σε πρώιμο στάδιο ωρίμανσης, όταν οι καρποί δεν έχουν αναπτύξει πλήρως τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά (π.χ. πράσινοι φυσιολογικά ώριμοι καρποί), ενώ σε μη κλιμακτηριακούς (π.χ. εσπεριδοειδή) ο αιθυλενισμός πρέπει να εφαρμοστεί μόνο όταν οι καρποί έχουν αποκτήσει την χαρακτηριστική τους γεύση (ως ποιοτικό χαρακτηριστικό) (Πάσσάμ κ.α., 2015).

2.2. Μειονεκτήματα επεξεργασίας τροφίμων

Οι παραπάνω μέθοδοι επεξεργασίας των τροφίμων μπορούν να παρατείνουν την εμπορική διάρκεια ζωής ενός προϊόντος, ιδιαίτερα στην περίπτωση των φρέσκων λαχανικών τα οποία έχουν μικρή διατηρησιμότητα (Balan et al., 2016). Ωστόσο, από την άλλη προκαλούν και μια σειρά αλλαγών στα τρόφιμα η οποίες επηρεάζουν την ποιότητα τους. Τέτοιες αλλαγές είναι όπως:

α) μείωση βιταμινών και σακχάρων,

β) μεταβολή χρώματος και γεύσης,

γ) μετουσίωση πρωτεϊνών και

δ) αποχρωματισμός (Πλέσσας, 2014).

Σημαντικό γεγονός είναι πως οι πίνακες των συστατικών τροφίμων, ως απαραίτητα εργαλεία για επιδημιολογικές και διατροφικές μελέτες, αντιπροσωπεύουν πραγματικά μόνο τα τρόφιμα που καταναλώνονται στην ακατέργαστη μορφή τους χωρίς να λάβουν υπόψη το γεγονός ότι η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων και η βιολογική τους δραστηριότητα μπορούν να αλλάξουν από περιβαλλοντικές μεταβλητές καθώς την επεξεργασία (Greefield et al., 2007).

Η πτυχή αυτή έχει μεγάλη σημασία για διατροφικά σημαντικά τρόφιμα όπως τα φρούτα και λαχανικά, δεδομένου ότι μόνο μια μικρή ποσότητα τους καταναλώνεται σε ακατέργαστη κατάσταση, ενώ τα περισσότερα από αυτά πρέπει να υποστούν επεξεργασία για λόγους ασφαλείας, ποιότητας και οικονομικούς λόγους (Nicolì et al., 1999).

2.3 Μέθοδοι επεξεργασίας πράσινων λαχανικών

Παρακάτω αναλύονται οι επεξεργασίες που πραγματοποιούνται κυρίως στα πράσινα φυλλώδη λαχανικά, καθώς και ποια είναι τα οφέλη και μειονεκτήματα που προκύπτουν από αυτές, όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, όπως η αλλοίωση της εξωτερικής

εμφάνισης, της γεύσης, αρώματος και υφής καθώς και η τυχόν αύξηση της θρεπτικής τους αξίας.

2.3.1 Θερμική επεξεργασία

Η θερμική επεξεργασία ως η πιο ευρέως διαδεδομένη μέθοδο επεξεργασίας και συντήρησης τροφίμων, εφαρμόζεται και στα πράσινα λαχανικά με διάφορες, συνήθως περισσότερο ήπιες μεθόδους, αναλόγως του επιδιωκόμενου αποτελέσματος, όπως το ζεμάτισμα, η αποστείρωση / παστερίωση με συνεπακόλουθη κονσερβοποίηση και η ξήρανση.

i) Ζεμάτισμα (Blanching)

Η θερμοκρασία ζεματίσματος των πράσινων λαχανικών είναι 70 - 105 °C και διάρκειας 2 ½ - 5', συνήθως σε βραστό νερό. Κύριος λόγος ζεματίσματος των λαχανικών είναι το γεγονός ότι διαθέτουν ένζυμα τα οποία μπορούν να υποβαθμίσουν τα γενικότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά του τρόφιμου, όπως το άρωμα, γεύση και χρώμα ενώ μπορούν να προκαλέσουν



Εικόνα 2.13. Σύστημα βιομηχανικής ζεματίσματος αρακά. Πηγή: <http://bit.ly/2Aug0Kb>

και μείωση θρεπτικών συστατικών (βιταμίνες) μέσω της διαδικασίας της ενζυμικής αμαύρωσης (Status, 1975; Thane, et al., 1997), δηλαδή την μετατροπή των φαινολικών ενώσεων των τροφίμων σε σκουρόχρωμες πολυμερείς ενώσεις, τις μελανίνες με τη βοήθεια ενζύμων, τις φαινολάσες.

Η χρήση του ζεματίσματος (εικόνα 14) επιφέρει ακόμα βελτίωση του χρώματος όπως και την εξαγωγή των αερίων από τους ιστούς των λαχανικών. Από τα «ανεπιθύμητα» ένζυμα, η υπεροξειδάση είναι το πιο θερμοανθεκτικό οπότε και χρησιμεύει και ως δείκτης αδρανοποίησης των ενζύμων. Περιπτώσεις ζεματίσματος πράσινων λαχανικών είναι όπως τα πράσινα φασόλια που ζεματίζονται σε 82 °C για 3,5' ώστε να αδρανοποιηθούν τα ένζυμα της ενζυμικής αμαύρωσης. Το σπαράγγι και το πράσο επίσης μπορούν να δεχτούν ζεμάτισμα στους 55 C⁰ για 20'. Συγκεκριμένα, το σπαράγγι μετά την συγκομιδή ζεματίζονται στους 45-50 C⁰ ώστε να μην αναπτυχθεί ανεπιθύμητο ροζ χρώμα. Το ζεμάτισμα προσφέρει σταθερότητα σε χρωστικές όπως τα καροτενοειδή με λόγω της καταστροφής των ενζύμων αποικοδόμησης τους (Λαπιδάκης Ν. 2017).



Εικόνα 2.14. Σύστημα βιομηχανικής κλίμακας θερμικής επεξεργασίας και κονσερβοποίησης πράσινων λαχανικών. Πηγή: <http://bit.ly/2Ctv5jW>

ii) Αποστείρωση/Παστερίωση και Κονσερβοποίηση

Στην αποστείρωση/παστερίωση και την συνεπακόλουθη κονσερβοποίηση (εικόνα 15) των πράσινων λαχανικών χρησιμοποιείται αυξημένη θερμοκρασία για την στειρότητα των κέντρων των λαχανικών που χρησιμοποιούνται στην κονσερβοποίηση όπως τα φασόλια (Status, 1975). Με την χρήση θερμότητας γίνεται κυτταρική λύση και υπάρχει μαλακότερη υφή σε σχέση με άλλες μεθόδους.

iii) Ξήρανση/αφυδάτωση

Παρόλο το μεγάλο εύρος των τύπων των ξηράνσεων που μπορούν να πραγματοποιηθούν οι πιο διαδεδομένοι για τα πράσινα λαχανικά είναι η θερμική επεξεργασία



Εικόνα 2.15. Βιομηχανικό σύστημα ξήρανσης/αφυδάτωσης πράσινων λαχανικών. Πηγή: <http://bit.ly/2IYkxGh>

που περιλαμβάνει τους i) ξηραντήρες σήραγγας, ii) θαλάμου, iii) μεταφορικής ταινίας, iv) τυμπάνου, v) περιστροφικός και vi) ψεκασμού (Sullivan and Craig, 1984). Με την ξήρανση των

πράσινων λαχανικών (εικόνα 16) μπορεί να απομακρυνθεί μέχρι και το 80% του συνολικού νερού και να επιτευχθεί έτσι αποθήκευση έως και 40 ημερών στους 2 °C, επιμηκύνοντας τον χρόνο ζωής των τροφίμων (Antonopoulos et al., 2014). Οι τρόποι με τους οποίους έρχεται σε επαφή η θερμότητα με το προϊόν είναι σε συνθήκες κενού και με υπέρθερμο ατμό (Barbosa-Canovas and Vega-Mercado, 1996; Αρβανιτογιάννης & Μπόσνεα, 2001).

Για να ξεκινήσει η μείωση της περιεκτικότητας του τρόφιμου σε νερό απαιτείται ένα στάδιο προσαρμογής στην θερμοκρασία του χώρου ώστε να απομακρυνθεί αρχικά το ελεύθερο νερό με σταθερό ρυθμό ενώ κατόπιν μειώνεται ο ρυθμός ξήρανσης και παραμένει σταθερός (Rahman & Perera, 2007). Με την απομάκρυνση του μη δεσμευμένου νερού η ταχύτητα αφυδάτωσης του τρόφιμου μειώνεται και από την στιγμή που είναι επιθυμητή η πλήρη ξήρανση του τρόφιμου θα χρειαστεί μεγαλύτερος χρόνος στην αφυδάτωση του εξωτερικού κάλυκα μέχρι να γίνει η απομάκρυνση του δεσμευμένου νερού (Barbosa-Canovas and Vega-Mercado, 1996; Cussler, 2007; Saravacos and Maroulis, 2001; Olivas-Vargas et al., 2003). Με την μέθοδο της ξήρανσης το κύριο φαινόμενο που παρατηρείται είναι η συρρίκνωση του τρόφιμου και αυτό οφείλεται στην εξαγωγή του νερού και της αλλαγής της κυτταρικής δομής (Ruiz-Lopez και Garcia-Alvarado 2007; Hernandez et al., 2000; Simal et al., 1998; Kingsly et al., 2007) Για την ομοιόμορφη συρρίκνωση του τρόφιμου πρέπει να εισέρχεται ο αέρας με χαμηλές ταχύτητες για την αργή εξαγωγή του δεσμευμένου νερού από τα κύτταρα (Crapiste et al., 1988), καθώς η μεγάλη ταχύτητα αέρα μπορεί να δημιουργήσει ανομοιόμορφη συρρίκνωση (Ratti, 1994). Ωστόσο, για λαχανικά που περιέχουν υψηλή ποσότητα πρωτεϊνών, η μεγάλη ταχύτητα αέρα είναι η βέλτιστη μέθοδος ξήρανσης λόγω ενζυμικής αμαύρωσης (Barbosa-Canovas and Vega-Mercado, 1996). Κατά την ξήρανση παρατηρείται μείωση της ενεργότητας του νερού και με αυτόν τον τρόπο σε ενεργότητα νερού 0,42 τα καροτένιο παραμένει σταθερό (Thane et al., 1977). Κατά την αφυδάτωση, τα λαχανικά που θα υποστούν την επεξεργασία της η υγρασία τους φτάνει στο 5%. Έτσι, λόγω της μικρής περιεκτικότητας σε υγρασία δεν έχουν φόβο ανάπτυξης μικροοργανισμών και θεωρούνται μικροβιολογικά σταθερά. Η δραστηριότητα νερού στα λαχανικά αν μειωθεί περισσότερο από το 0,40 παρατηρείται ενζυμική αδρανοποίηση όχι όμως και στην αμαύρωση. Η οσμωτική αφυδάτωση εφαρμόζεται για την δημιουργία λειτουργικών τροφίμων και επιτυγχάνει την μικροβιολογική σταθεροποίηση. (Αλεξόπουλος, 2016).



Εικόνα 2.16. Συσκευασία πράσινων λαχανικών σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Πηγή: <http://bit.ly/2CXgOAE>

2.3.3 Τροποποιημένη / ελεγχόμενη ατμόσφαιρα

Η ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (εικόνα 17) χρησιμοποιείται ευρέως στην μεταποίηση πράσινων λαχανικών καθώς αυξάνεται ο χρόνος ζωής και ελέγχεται η συγκέντρωση αιθυλενίου, με διαφοροποιήσεις ωστόσο και περιορισμούς ανάλογα του είδους λαχανικού (Πίνακας 3). Παραδείγματος χάρη, στο αγγούρι οι συγκεντρώσεις σε O_2 και CO_2 τροποποιούνται έτσι ώστε να είναι 5 % και 5 % αντίστοιχα. Οι πιπεριές σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα υφίστανται σε O_2 περιεκτικότητας 2-5 % με σκοπό την μειωμένη αναπνοή και μεγαλύτερο χρόνο ζωής, ενώ το CO_2 δεν ξεπερνά το 5% για να αποφευχθεί ο αποχρωματισμός του κάλυκα, βαθουλώματα και μαλάκωμα επιδερμίδας, Η ελεγχόμενη ατμόσφαιρα στα φασολάκια κυμαίνεται μεταξύ 2-5% O_2 και 3-10% CO_2 , καθώς σε αυτές τις τιμές μπορεί να διανύσει μεγάλες αποστάσεις χωρίς να αλλοιωθεί το χρώμα του μιας και μειώνεται η αναπνοή του καρπού.

Είδος	Θερμοκρασία (°C)	Σ.Υ. (%)	Κατά προσέγγιση διάρκεια αποθηκευτικής περιόδου	Περιεχόμενο σε νερό (%)	Ειδική θερμότητα* (Btu lb ⁻¹ °F)	Σύσταση ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (%)	
						O ₂	CO ₂
Αγκινάρα	0	95-100	2-5 μήνες	84	0,84	3	3
Αντίδι	0	90-95	2-3 εβδομάδες	93	0,95	-	-
Γογγύλι	0	90-95	2-4 εβδομάδες	90	0,92	-	-
Κουνουπίδι	0	95+	2-4 εβδομάδες	92	0,93	2	5
Κρεμμύδι (πράσινο)	0	90-95	1 εβδομάδες	92	0,91	1	5
Λάχανο Βρυξελλών	0	95-100	3-5 εβδομάδες	85	0,88	2	10
Λάχανο (πρώιμο)	0	98-100	3-6 εβδομάδες	92	0,94	-	-
Λάχανο (όψιμο)	0	98-100	3-4 μήνες	92	0,94	2-3	3-6
Μαϊντανός	0	90-95	1-2 μήνες	88	0,88	10	11
Μαρούλι (κεφαλωτό)	0	95	2-3 εβδομάδες	95	0,96	3	2
Μαρούλι (φυλλώδες)	0	95	3-6 ημέρες	96	-	-	-
Πράσο	0	90-95	1-3 μήνες	85	0,88	2	2-5
Μπρόκολο	0	95-100	10-14 ημέρες	91	0,92	1-2	5-10
Σέλινο	0	98-100	2-3 μήνες	95	0,95	1,5	7,5
Σπανάκι	0	90-95	10-14 ημέρες	93	0,94	7-10	5-10
Σπαράγγι	0-2	95-99	2-3 εβδομάδες	93	0,94	Αέρας	10-14

Πίνακας 2.3. Αποθήκευση φυλλωδών λαχανικών. Πηγή: Wang (2012)

Ο αρακάς σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα 5-7% CO₂ στους 0 °C μπορεί να παρατείνει τον χρόνο ζωής του καρπού μέχρι και 10 ημέρες. (Πασσάμ κ.α., 2015) Στο σπαράγγι, σε θερμοκρασία μικρότερη των 4 °C και CO₂ περιεκτικότητας 12% αποφεύγεται προσωρινά η διαδικασία ξυλοποίησης και διατηρείται το πράσινο χρώμα (Lipton 1960; Loughed & Dewey, 1966). Στο λάχανο χρησιμοποιείται η σύσταση 3-6% CO₂ και 2-3% O₂ καθώς αποτρέπει την γήρανση το κιτρίνισμα των φύλλων διατηρούν τα θρεπτικά συστατικά όπως και το άρωμα μείωση της ανάπτυξης. (Saltveit, 1993). Στο μπρόκολο χρησιμοποιείται 1-2% O₂ και 5-10% CO₂ σε θερμοκρασίες 0-2 C⁰, χωρίς περαιτέρω αυξομειώσεις για την αποφυγή ανάπτυξης δυσάρεστων οσμών. (Toivonen & Forney, 2012). Στο κουνουπίδι δεν ενδείκνυται η ελεγχόμενη ατμόσφαιρα καθώς σε περιεκτικότητα σε CO₂ κάτω του 5% πραγματοποιείται μαλάκωμα των ανθοκεφαλών και ανεπιθύμητη οσμή και γεύση κατά το μαγείρεμα (Lipton et al., 1967; Lipton & Harris, 1976). Στην αγκινάρα ανάλογα της ποικιλίας χρησιμοποιείται και διαφορετική σύσταση μεταξύ 16% για το O₂ και 2-7% για το CO₂. Για το μαρούλι απαιτείται CO₂ 1-2% για την αποφυγή ανάπτυξης καστανών κηλιδώσεων (Forney & Austin, 1988). Το σπανάκι μπορεί να αποθηκευτεί

σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα με 10% CO₂, για διάστημα 3 εβδομάδων. Με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα περιεκτικότητας 10-20% CO₂ επιτυγχάνεται επίσης έλεγχος ασθενειών (Πάσσαμ κ.α., 2015). Σημαντικός παράγοντας για την χρήση τροποποιημένης / ελεγχόμενης ατμόσφαιρα στην αποθήκευση λαχανικών και φρούτων είναι η διαδικασία της αναπνοής και η παραγωγή CO₂ και η κατανάλωση O₂ μέσω της αναπνοής και η συνεπακόλουθη δημιουργία φαινομένων ενζυμικής αμαύρωσης. Έχουν αναπτυχθεί έτσι παράλληλες τεχνολογίες συσκευασίας όπως η μικροδιάτρητη και η μικροπορώδης μεμβράνη καθώς και τα λεγόμενα “smart films”. Οπότε, πράσινα λαχανικά, όπως τα φασολάκια (εικόνα 18), συσκευάζονται σε πλαστική μεμβράνη με περατότητα σε υδατμούς σε O₂ και CO₂ για την δημιουργία τροποποιημένης ατμόσφαιρας



Εικόνα 2.17. Φασολάκια συσκευασμένα σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Πηγή: <http://bit.ly/2CHlhuy>

με τρόπο που να αποφεύγεται η δημιουργία εσωτερική υγρασία, για την αποφυγή σήψης. Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα επίσης, δεν προτιμάται στο σπαράγγι λόγω υποβάθμισης του λαχανικού μέσω σκλήρυνσης, απώλεια σε βιταμίνη C και μείωση του αρώματος (Αλεξόπουλος, 2016). Στην αγκινάρα, η τροποποιημένη ατμόσφαιρα αυξάνει την περίοδο αποθήκευσης καθώς μειώνει την απώλεια νερού και το καφέτιασμα (Alexopoulos et al., 2003), ωστόσο η μεμβράνη που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι αυξημένης διαπερατότητας ώστε η περιεκτικότητα σε CO₂ να μην υπερβαίνει το 5-7% και εμφανίζεται σήψη (Miccolis & Saltveit, 1988). Τα λάχανα τύπου iceberg τυλίγονται ατομικά σε πολυαιθυλένιο που εμποδίζει την μάρανση, είναι ωστόσο σε διάτρητη μορφή ώστε να διευκολύνεται η εξαγωγή CO₂. Η περιτύλιξη του χλωρού κρεμμυδιού και του πράσου λειτουργώντας σαν τροποποιημένη ατμόσφαιρα μειώνει επίσης την μάρανση και τον αποχρωματισμό. Στο χλωρό κρεμμύδι με ψύξη στους 0 C⁰ με πάγο και τυλιγμένα σε πολυαιθυλένιο αποθηκεύτηκαν επιτυχώς για 4 εβδομάδες (Tsouvaltzis et al., 2013). Στα αρωματικά φυλλώδη λαχανικά χρησιμοποιείται επίσης μη περατό πλαστικό για την μείωση της απώλειας των στοιχείων (Ακουμιανάκης κ.ά., 2013). Παραδείγματος χάρη, στην ρόκα, στα αντίδια και στα ραδίκια επιτυγχάνεται καλύτερη διατήρηση όταν καλυφθούν με ημιπερατές ή διάτρητες πλαστικές μεμβράνες για τον περιορισμό της απώλειας νερού (Ακουμιανάκης κ.ά., 2013).

2.3.4 Ψύξη και κατάψυξη

Η πρόψυξη αμέσως μετά την συγκομιδή είναι σημαντικό να πραγματοποιηθεί σε φρούτα και λαχανικά λόγω της μείωσης της αναπνοής όπως και για την μείωση της θερμοκρασίας από τον αγρό και ιδιαίτερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες με αποτέλεσμα την αύξηση της ζωής του στο ράφι ακόμα προλαμβάνει τρόφιμα που μπορούν να αναβλαστήσουν όπως το σπαράγγι είναι απαραίτητο να προψυχθεί λόγω απότομης αύξησης του ρυθμού αναπνοής που μπορεί να καταστρέψει το λαχανικό σε 2 ώρες μετά την συγκομιδή και μετέπειτα να αποθηκευτεί στους 0 C⁰ για 10 μέρες (Πάσσαμ κ.α., 2015 ; Rickman J.C. et al., 2007). Ωστόσο οι μέθοδοι πρόψυξης των λαχανικών διαφέρουν ανάλογα το είδος των λαχανικών καθώς η κάθε μέθοδος θα επηρεάσει διαφορετικά την μετέπειτα φυσιολογία του εκάστοτε λαχανικού (Λιοσάτου, 2015), καθώς και ανάλογα της προηγούμενης επεξεργασίας. Έτσι, τα προϊόντα που έχουν δεχθεί τεμαχισμό πρέπει να αποθηκευτούν σε χαμηλές θερμοκρασίες γύρω

στους 10 °C (O'Beirne, 1990). Η μέθοδος της ψύξης υπό αέρα χρησιμοποιείται στις πιπεριές γίνεται καλύτερη χρήση (Lin et al., 1993). Στο αγγούρι χρησιμοποιείται η μέθοδος της



Εικόνα 2.18. Βιομηχανική γραμμή κατάψυξης πράσινων λαχανικών (σπανάκι). Πηγή: <http://bit.ly/2CJ754h>

υδρόψυξης σε αυτά που θα προοριστούν για επεξεργασία και έχει ως στόχο την μείωση της θερμότητας από τους 30 °C όταν είναι στον αγρό στους 13 °C μέσα σε 15-17 λεπτά. Στα φασολάκια προτιμάται η υδρόψυξη για την διατήρηση της σπαργής και την μείωση απώλειας νερού, κάτι που μπορεί να αυξήσει τον χρόνο αποθήκευσης του τρόφιμου μέχρι και 10 ημέρες. Η πρόψυξη στο μπρόκολο γίνεται στους 2 C⁰ ώστε να παραμείνει μέχρι και 4 εβδομάδες φρέσκο και για την διατήρηση της προστατευτικής δράσης του για νεοπλασματικές και καρδιολογικές ασθένειες (Jones et al 2006).

Η αγκινάρα δέχεται πρόψυξη στους 5 C⁰ μέσα σε μία μέρα μετά την συγκομιδή τους και τοποθέτηση σε ψυχρό αέρα ή με τοποθέτηση πάγου στα κιβώτια μεταφοράς, που έχει στόχο αύξηση αποθηκευτικής ζωής μείωση σήψης και την καλή εμφάνιση των ανθοκεφαλών. Το μαρούλι κατά την μεταφορά του πρέπει να προψυχθεί σε θερμοκρασία 1 C⁰ μέσα σε 9 ώρες

ειδάλλως αρχίζει η μάρανση και το κιτρίνισμα των φύλλων (Lipton & Barger, 1965). Προτιμάται δε, η πρόψυξη υπό κενό καθώς τα ψυχρά ρεύματα αέρα δεν συνιστώνται λόγω αυξημένης μείωση απώλειας νερού, ενώ η υδρόψυξη προκαλεί συγκράτηση νερού στις κεφαλές που οδηγούν σε σήψεις (Saltveit, 2012). Στα ραδίκια και αντίδια η πρόψυξη με νερό ή ψύξη υπό κενό συμβάλλει στη διατήρηση της φρεσκάδας και της ποιότητάς τους κατά την αποθήκευση (Ακουμιανάκης κ.ά., 2013). Όσον αφορά την κατάψυξη (εικόνα 19) η αποθήκευση των λαχανικών ακόμα και σε οικιακούς καταψύκτες σε θερμοκρασία $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ μπορεί να διατηρήσει χωρίς πρόβλημα στις αντιοξειδωτικές ουσίες (Papetti et al. 2006).

2.3.5 Μηχανικές μέθοδοι

Κύριες μηχανικές μέθοδοι επεξεργασίας των πράσινων λαχανικών είναι η αποφλοιώση και ο τεμαχισμός (εικόνα 20). Καθώς τα προϊόντα αυτά λόγω του τεμαχισμού τους αυξάνεται η αναπνοή τους (O'Beirne, 1990), χρησιμοποιούνται έτοιμες συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας και ημιδιαπερατής μεμβράνης, ώστε να μπορεί να γίνει η εξαγωγή του CO_2 από την συσκευασία.



Εικόνα 2.19. Βιομηχανικό εξοπλισμός τεμαχισμού πράσινων λαχανικών (φασολάκια). Πηγή: <http://bit.ly/2gofaWh>

2.3.6 Προσθήκη ουσιών

Η χρήση οξέων και θειωδών στα πράσινα λαχανικά μπορεί να προκαλέσει διάφορες επιθυμητές συνέπειες όπως η αδρανοποίηση των ενζύμων, όπως και προστίθεται γιατί παρατηρείται προστατευτική δράση σε πολλές βιταμίνες. Χρησιμοποιούνται έτσι για την προστασία των αντιοξειδωτικών από την χρήση ενζυμικής αμαύρωσης, προστατεύοντας το χρώμα των λαχανικών. (Πάσσαμ κ.α., 2015) Το ερυθροβορικό οξύ μπορεί να χρησιμοποιηθεί προς αντικατάσταση των θειωδών, μαζί με το κιτρικό οξύ σε κατεψυγμένα λαχανικά. Η χρήση των θειωδών μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά της ενζυμικής αμαύρωσης. Επιπρόσθετα, χημικές ουσίες όπως η μηλεϊνική υδραζίνη μπορούν να συνδράμουν στην αποφυγή της μετασυλλεκτικής επαναβλάστησης, (Πάσσαμ κ.α., 2015; Αλεξόπουλος, 2016).

2.3.7 Ακτινοβολία

Η ακτινοβόληση των λαχανικών αμέσως μετά την συγκομιδή χρησιμοποιούνται για την καθυστέρηση μικροβιακών αλλοιώσεων των λαχανικών. Η ιονίζουσα ακτινοβολία χρησιμοποιείται ως εναλλακτική επεξεργασία του ζεματίσματος που ως στόχο έχει την αδρανοποίηση των ενζύμων που ευθύνονται για την ενζυμική αμαύρωση (Πάσσαμ κ.α., 2015). Ακόμα μπορεί να στοχεύει στην μείωση της βλάστησης των κρεμμυδιών και σκόρδου. (McElhatton & Marshal, 2007). Η δόση που μπορεί να δεχτεί ένα τρόφιμο σε ακτινοβολία X και ηλεκτρόνια είναι από 5-10 MeV. Οι ακτίνες υπεριώδους φωτός μπορούν να προσφέρουν μεγαλύτερη ποσότητα των κρεμμυδιών από τον αγρό προς κατανάλωση σε σχέση με την ακτινοβολία γ (Gould, 1995). Έμμεσα δέχεται μέσω των μορίων νερού υψηλή ποσότητα αντιοξειδωτικών. Η μέγιστη ποσότητα που δέχονται τα φρούτα και τα λαχανικά είναι 1 kGy (Αλεξόπουλος, 2016)

2.3.8 Αλάτισμα (Πάστωμα)

Η χρήση αλατιού στα λαχανικά δεν είναι ευρέως διαδεδομένη επεξεργασία. Μπορεί να πραγματοποιηθεί με εμβάπτιση, και χρησιμοποιείται ως ένας δυνητικός τρόπος διατήρησης των

φαινολικών ενώσεων καθώς και για την απομάκρυνση του οξυγόνου και την αποφυγή της ενζυμικής αμαύρωσης (Ρούσσης, 2015).

2.3.9 Συνδυασμός μεθόδων επεξεργασίας

Είναι προφανές από τα παραπάνω ότι ο συνδυασμός μεθόδων επεξεργασίας των πράσινων λαχανικών πραγματοποιείται κατά κόρον στην βιομηχανία τροφίμων καθώς μπορεί να δώσει καλύτερο αποτέλεσμα από την χρήση μιας μόνο μεθόδου. Παραδείγματος χάρη, η πρόψυξη σε συνδυασμό με την χρήση τροποποιημένης/ελεγχόμενης ατμοσφαιρας μπορεί να επιφέρει ακόμα μεγαλύτερο χρόνο συντήρησης. Επίσης, για την αδρανοποίηση των ενζύμων της ενζυμικής αμαύρωσης μέσω υπερήχων συνίσταται να γίνεται σε συνδυασμό με θερμική επεξεργασία. Η χρήση ιονίζουσας ακτινοβολίας μαζί με ψύξη έχει βρεθεί πως δεν επιτρέπει την ανάπτυξη ελεύθερων ριζών (McElhatton A. 2007). Η χρήση ουσιών κατά το ζεμάτισμα μπορεί να έχει επιθυμητά αποτελέσματα, η χρήση του θειώδους άλατος μπορεί να είναι σημαντική στην παραμονή του επιθυμητού χρώματος να καθορίσει την μικροβιακή χλωρίδα των λαχανικών (Bolin, 1974). Κατά την ξήρανση τα καροτενοειδή γίνονται ασταθή για την διατήρηση τους μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα και ποιο συγκεκριμένα αδρανών αερίων (Λαπιδάκης, 2017). Η ίδια η μέθοδος της λεύκανσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως πρωταρχική σε άλλες μεθόδους όπως η ψύξη όπου δεν παρέχεται καταστροφή των μικροοργανισμών που μπορεί να περιέχει καθώς και απενεργοποίηση ενζύμων. Η μέθοδος της λεύκανσης λαμβάνει χώρα με σημαντικό βαθμό και στην επεξεργασία της κονσερβοποίησης (Rickman J. D et al. 2007).

3. Σύσταση, θρεπτική αξία και φυσιολογικές διαδικασίες πράσινων λαχανικών

Τα πράσινα λαχανικά εν γένει, αποτελούν ένα σημαντικό παράγοντα της ανθρώπινης διατροφής (Manolopoulou and Varzakas, 2016) με ιδιαίτερα οφέλη για την υγεία (Howard et al.,1999). Συγκεκριμένα, λαχανικά όπως το μπρόκολο, το μαρούλι, ο αρακάς, το σπανάκι, τα φασολάκια, περιλαμβάνουν συστατικά υψηλής θρεπτικής και διαιτητικής αξίας όπως α)

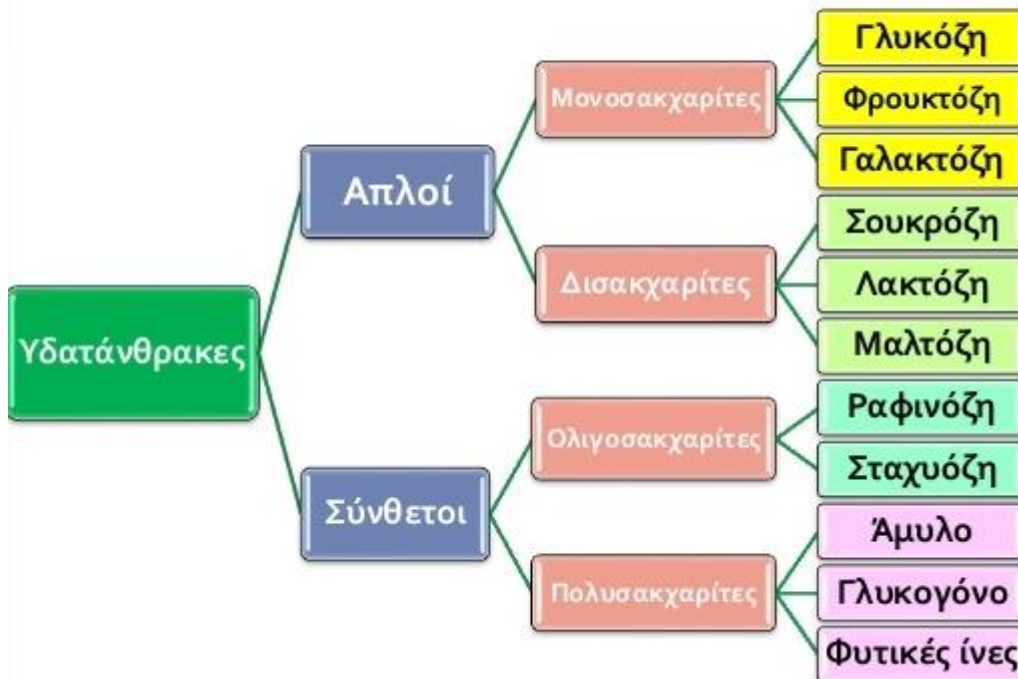
βιταμίνες, β) οι φαινολικές ουσίες, γ) ανόργανα στοιχεία, δ) αντιοξειδωτικές ουσίες, ε) φυτικές ίνες και οργανικά οξέα και σάκχαρα (Γιαννακούρου, 2015) Ακόμα η προσθήκη νατρίου και άλατος μπορεί να είναι σημαντική στην διατήρηση των καροτενοειδών (Arya, et al., 1979). Για την διατήρηση και την εισαγωγή ορισμένων τροφίμων σε συσκευασία για την μέθοδο κονσερβοποίησης απαιτείται αφαίρεση της εξωτερικής σάρκας (ξεφλούδισμα) (Thane et al., 1997). Στο παρόν κεφάλαιο παρατίθενται τα σημαντικότερα συστατικά των λαχανικών που δυνητικά επηρεάζονται από τις μεθόδους επεξεργασίας τους καθώς και πληροφορίες σχετικά με την θρεπτικής τους αξία.

3.1 Συστατικά πράσινων λαχανικών

3.1.1 Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες (εικόνα 21) είναι η κύρια πηγή ενέργειας και καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος των μακροθρεπτικών που προσκομίζεται από το φυτό πριν την συγκομιδή του (Τσακαλίδου, 2015) ενώ κατόπιν της συγκομιδής πραγματοποιείται καταβολισμός τους. Ενώ σε κάποια λαχανικά αυτή η διεργασία δεν είναι επιθυμητή, σε άλλα αυτή η διεργασία προσδίδει ανάλογη επιθυμητή γεύση (Λιοσάτου Γ. 2017). Ο υδατάνθρακας έχει συνδεθεί με την γλυκιά γεύση λόγω της ενέργειας που προσδίδει (Μπαδέκα, 2017). Τα κυριότερα απλά σάκχαρα είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη, η σακχαρόζη και μαλτόζη. Το 0,5 – 1,5% των υδατανθράκων αποτελείται από διαιτητικές ίνες. Η κατανάλωση αυτών αυξάνει την προστασία του οργανισμού από νεοπλασματικές ασθένειες του εντέρου (Τσακαλίδου, 2015). Σημαντική είναι ωστόσο και η διαδικασία αποικοδόμησης του υδατάνθρακα καθώς σχετίζεται με την γεύση και τη συντήρηση του τρόφιμου. Συγκεκριμένα, τα φυλλώδη λαχανικά που περιέχουν ταξιανθίες δεν αποθηκεύουν πολλά σάκχαρα όταν όμως συλλέγονται μαζί μαζί με το κοτσάνι, όπου περιέχει νερό και υδατάνθρακες επεκτείνεται η εμπορική ζωή τους ενώ οι υδατάνθρακες μαζί με τα οξέα προσφέρουν ή αλλάζουν τη γευστικότητα των καρπού. Λόγου χάρη, η αγκινάρα συγκομίζεται με τον ανθικό της μέρος ως πηγή ενέργειας. Σημαντικό είναι επίσης πως αναλόγως η θερμοκρασία αποθήκευσης επηρεάζει και τα ποσοστά των υδατανθράκων (Salama et al., 1990). Οι φυτικές ίνες καταλαμβάνουν το 15-20% είναι εύθραυστες στο νερό με την αύξηση του μοριακού βάρους.

Τύποι υδατανθράκων



Εικόνα 3.1 Τύποι υδατανθράκων. Πηγή: <http://bit.ly/2CDDgBr>

3.1.2 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες δεν συμπεριλαμβάνονται σε μεγάλη ποσότητα στο σύνολο των λαχανικών και είναι χαμηλότερης βιολογικής αξίας σε σχέση με τις ζωικές τροφές. Λίγα λαχανικά είναι αξιόλογες πηγές πρωτεϊνών, όπως τα φασολάκια και ο αρακάς. Ωστόσο, τα ένζυμα που σε σχέση με τις πρωτεΐνες εμπεριέχουν μεγάλη σημασία για τα λαχανικά (Τσακαλίδου, 2015). Πολλά από αυτά, όπως η πολυφαινολοξειδάση πολυγαλακτουρονάση πυκτινестεράση λιποξυγενάση οξειδωση του ασκορβικού και η χλωροφυλλάση αν και καταλαμβάνουν λιγότερο από το 1% σε σχέση με τρόφιμα ζωικής προέλευσης καταλύουν αντιδράσεις που επιφέρουν γήρανση η συνέχεια της ωρίμανσης. Συγκεκριμένα, τα ένζυμα χωρίζονται στις κατηγορίες που περιγράφονται στον Πίνακα 4. Μετά την συγκομιδή, στα φυλλώδη λαχανικά επέρχεται γήρανση καθώς προκύπτει μείωση της διαθεσιμότητας της

πρωτεΐνης (Status, 1975) λόγω συγκέντρωσης πρωτεασών και την αποσύνθεση πρωτεϊνών σε συνθήκες απουσίας φωτός.

Κατηγορίες	Ένζυμα
Οξειδοοξειδοκτάσες	λιποξειγενάση, πολυφαινυλοξειδάσες, υπεροξειδάσες
Υδρολάσες	γλυκοσιδάσες, εστεράσες, πρωτεϊνάσες
Τρανσφεράσες	τρανσαμινάσες
Λυάσες	αποκαρβοξυλάση γλουταμινικού οξέος
Λιγάσες	συνθετάση γλουταμίνης

Πίνακας 3.1. Κατηγοριοποιημένα ενζυμα λαχανικών. Πηγή: Ρούσσης 2015

3.1.3 Λίπη

Η ποσότητα λιπών στα πράσινα λαχανικά είναι συνήθως μικρά και βρίσκονται στο κυτόπλασμα του κυττάρου. Ο ρόλος τους είναι η προστασία από απώλεια υγρασίας και τη δράση παθογόνων μικροοργανισμών (Γιανακούρου, 2015). Τα λιπαρά οξέα μπορούν να χωριστούν σε 3 κατηγορίες με βάση την ανθρακική αλυσίδα τους, διπλούς δεσμούς και σε πρόσθετα μέρη ομάδων της αλυσίδας. Κατά την ονοματολογία των μορίων η ένδειξη των αριθμών υποδικνύει την θέση των διπλών δεσμών στην θέση που είναι συνδεδεμένα η μέτρηση ξεκινάει από την καρβοξυλική ομάδα. Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα αναλόγως τους άνθρακες κατατάσσονται σε μικρή αλυσίδα <14 άνθρακες και μεγαλύτερο από 18 μεγάλη αλυσίδα. Υπάρχουν είδη λιπαρών οξέων που λειτουργούν ως αντιοξειδωτικά όπως τοκοφερόλες και τοκοτριενόλες.(Τασιούλα-Μαργαρη, 2014). Στα οπωροκηπευτικά, τα λιπίδια μπορούν να αποδομηθούν με διάφορους τρόπους, είτε ενζυμικά μέσω της λιποξυγενάσης που δημιουργεί δυσάρεστες οσμές, λ.χ. σε σπαράγγια λαχανάκια Βρυξελλών αρακά και πράσινα φασολάκια (Ρούσσης Ι.) είτε λόγω χημική/φωτοχημικής αποικοδόμησης του λίπους μέσω της β-οξειδωσης. Στις ενζυμικές αντιδράσεις τα πολυακόρεστα λιπαρά μετατρέπονται σε υδροϋπεροξειδία και δημιουργούν αρώματα που άλλοτε είναι επιθυμητά και άλλοτε όχι. Στο αγγούρι αυτή η διαδικασία βοηθά στο ιδιαίτερο άρωμα και γεύση μέσω της διάσπασης του λινολενικού οξέος.

Επίσης, η δράση του αιθυλενίου στο σπανάκι μπορεί να επηρεάσει και τα λίπη με τον καταβολισμό τους. (Πάσσαμ κ.α., 2015)

Είδος	Μέγιστη αποδεκτή απώλεια νερού (%)
Αγγούρι	7
Αρακάς (λοβός)	5
Κουνουπίδι	7
Κρεμμύδι	10
Λάχανο	7-10
Λάχανο Βρυξελλών	8
Μαρούλι	3-5
Μπρόκολο	4
Παντζάρι	7
Παντζάρι (με φύλλα)	5
Πιπεριά (πράσινη)	7
Πράσο	7
Σέλινο	10
Σπαράγγι	8
Σπανάκι	3
Φασόλι	5

Πίνακας 3.2 Τιμές απώλειας νερού πράσινων λαχανικών πριν την εμφάνιση συμπτωμάτων. Πηγή: Robinson et al., 1975

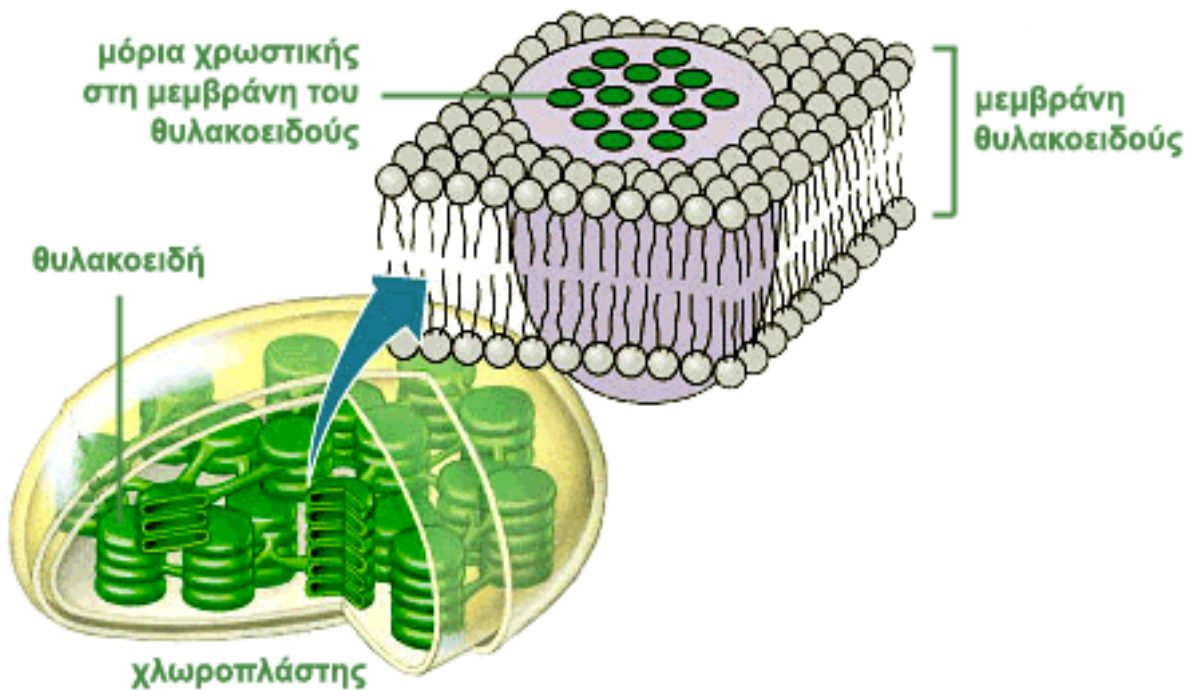
3.1.4 Νερό

Το μεγαλύτερο μέρος του βάρους των λαχανικών αποτελείται από νερό που περιλαμβάνει έως και το 90% του βάρους του. Το νερό όμως δεν βρίσκεται εξολοκλήρου σε ελεύθερη μορφή, καθώς ένα μέρος του είναι δεσμευμένο στα κυτταρικά τοιχώματα ή σε διάφορες χημικές ενώσεις (Barta, 2006; Cussler, 2007; Pessoa, 2007). Στα λαχανικά, μετά τη συλλογή τους αρχίζει η σταδιακή μείωση του νερού έτσι ώστε αν η απώλεια αυτή δεν μειωθεί θα επέλθει η υποβάθμιση του τρόφιμου. Το νερό που περιέχεται ονομάζεται και ως ενεργότητα νερού και με βάση αυτή ορίζεται η δράση των μικροοργανισμών και η ενζυμική δραστηριότητα (Leung, 1986). Η επιθυμητή απώλεια υγρασίας του τρόφιμου κυμαίνεται μεταξύ 3-6%. Η σχετική υγρασία παίζει σημαντικό ρόλο στο κάθε τρόφιμο, για αποφυγή της αφυδάτωσης οπότε υπάρχουν συγκεκριμένες τιμές απώλειας νερού για κάθε πράσινο λαχανικό πριν την εμφάνιση συμπτωμάτων (πίνακας 5). Λόγου χάρη, σε λαχανικά όπως τα κολοκυθάκια πρέπει να αποφευχθούν τραυματισμοί κατά την συγκομιδή για την αποφυγή γρήγορης απώλεια νερού. Τα φασολάκια κατά την αποθήκευση τους σε θερμοκρασία 4-7 C⁰ απαιτούν αυξημένη σχετική υγρασία του χώρου στο 90-95 % για αποφυγή καστανέρυθρων κηλιδώσεων.

3.1.5 Χρωστικές

Το χρώμα των λαχανικών προέρχεται από τις χρωστικές και αποτελεί δείκτης της κατάσταση ωρίμανσης του (εικόνα 22). Οι κύριες ομάδες χρωστικών είναι οι πολυφαινόλες, που χωρίζονται στα φλαβονοειδή ανθοκυανίνες και τανίνες τα καροτενοειδή που χωρίζονται στα καροτένια και ξανθοφύλλες και αλκαλοειδή που αποτελούνται από τις βεταλαΐνες (Λαπιδάκης, 2017). Η χλωροφύλλη προσδίδει το πράσινο χρώμα και σε υψηλή θερμοκρασία παρατηρείται μείωση της, ενώ γενικότερα θεωρείται από τα πρώτα σημάδια ότι το λαχανικό αρχίζει να ωριμάζει (Ansari and Chen, 2011; Λαπιδάκης, 2017). Η διάσπαση της χλωροφύλλης πραγματοποιείται είτε με οξειδωτικούς δακτύλιους είτε με πράσινα παράγωγα (Marquez and Sinnecker, 2007a). Η απώλεια χλωροφύλλης θεωρείται σημάδι της μείωσης της θρεπτικής του αξίας του λαχανικού (Shewfelt, 2000; Cantwell and Kasmire, 2002). Η λιποπρωτεΐνη είναι προστατευτικός παράγοντας για τις χλωροφύλλες (Λαπιδάκης, 2017) Σημαντικό ρόλο στην

αποικοδόμηση της χλωροφύλλης σε σχέση με την θερμοκρασία στο μπρόκολο και το μαρούλι (Manolopoulou and Varzakas, 2016). Οι χλωροπλάστες των φυτικών οργανισμών παράγουν της χλωροφύλλες A&B. (Λαπιδάκης, 2017). Τα καροτενοειδή παίρνουν χρώσεις κίτρινες,



Εικόνα 3.20. Μόρια χρωστικών. Πηγή: <http://bit.ly/2CTLew3>

πορτοκαλί, πορτοκαλί-ερυθρές και βρίσκονται στους χλωροπλάστες των κυττάρων. Κατά την ωρίμανση παρατηρείται αύξηση των καροτενοειδών και μείωση χλωροφύλλης (Λαπιδάκης, 2017).

Κατά την ωρίμανση του τροφίμου και χάλαση των πηκτινικών ενώσεων τα καροτενοειδή υπόκεινται σε οξειδώσεις ισομερείωσης και διασπάσεις. Τα καροτενοειδή είναι ευαίσθητα σε παρουσία οξυγόνου υψηλές θερμοκρασίες και σε παρουσία χαλκού πάλι αποδομείται. Τα καροτενοειδή προσφέρουν προστατευτική δράση σε αρρώστιες του καρδιαγγειακές παθήσεις και είδη καρκίνων (Mangels A.R. et al. 1993). Οι ανθοκυανίνες προσφέρουν ένα κόκκινο, μπλε, ιώδες αναλόγως το pH του τρόφιμου. Προϊόντα με αλκαλικό pH έχουν μωβ ή ιώδες χρώμα ενώ σε όξινο pH έχουν κόκκινο χρώμα. (Λαπιδάκης, 2017). Οι ανθοκυανίνες σε συνθήκες αυξημένης θερμοκρασίας, οξυγόνου και αποθήκευσης αυξημένου pH, αυξημένης ζάχαρης και ασκορβικού οξέος μειώνονται και ένα λαχανικό μπορεί ακόμα να αποχρωματιστεί από ένζυμα όπως η γλυκοζιδάσες και να χάσει το χρώμα του (Λαπιδάκης,

2017). Τα Φλαβονοειδή προσδίδει ένα λευκό ή υποκίτρινο χρώμα και η επαφή τους με σιδερένια και τα αλουμινένια σκεύη μπορούν να αλλάξουν χρώμα (Λαπιδάκης, 2017). Οι κύρια χρωστική της βεταλαΐνης συναντάται στο παντζάρι και είναι ανθεκτικές σε υδρόλυση σε όξινο pH, είναι ευαίσθητα στο φως στο οξυγόνο και σε pH εκτός του εύρους 5-7 όπως και στην παρουσία κασσίτερου, χαλκού. Εμφανίζει αντιφλεγμονώδεις δράσεις και αντικαρκινικές ουσίες. Ακόμα αντιπηκτικές και αντιχοληστεριναιμικές ιδιότητες και προστατεύουν το συκώτι (Λαπιδάκης, 2017).

3.1.6 Αρωματικές ενώσεις

Η μεταβολή των αρωματικών ουσιών στα πράσινα λαχανικά έχουν σημαντικό ρόλο καθώς επηρεάζει την εμπορική τους αξία. Οι αρωματικές ενώσεις ευθύνονται για την οσμή των τροφίμων από τις πτητικές αρωματικές ύλες (Μπαδέκα, 2017) Αυτές οι πτητικές ενώσεις δίνουν άρωμα στα λαχανικά έστω και στη μικρή ποσότητα που υφίστανται (100μg/w). Λαχανικά που συγκομίζονται νωρίς υστερούν προς άλλα είδη λαχανικών όσον αφορά τις αρωματικές ενώσεις. Λόγου χάρη, στην τομάτα σημαντικό ρόλο παίζουν οι πτητικές ουσίες καθώς διαμορφώνουν γεύση και άρωμα. (Πάσσαμ κ.α., 2015). Οι αρωματικές ενώσεις δημιουργούνται με ενζυμική και μη, επεξεργασίες όπως και σε ζυμώσεις. Για να θεωρηθεί μια ένωση αρωματική πρέπει να ξεπερνά έναν συγκεκριμένο αριθμό ώστε να μπορεί να εντοπισθεί ως άρωμα, το άρωμα που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του τροφίμου και δίνει το χαρακτηριστικό άρωμα του τροφίμου ονομάζεται άρωμα κλειδί. Οι μη ενζυμικές αντιδράσεις για την δημιουργία αρωματικών ενώσεων καταβολίζει σάκχαρα και αμινοξέα, μεγάλη ποσότητα θειοφαίνια μπορεί να δημιουργηθεί με την βοήθεια αμινοξέων που να περιέχει μόριο θείου και ένα σάκχαρο. Από τις ενζυμικές ενώσεις τα λιπαρά οξέα σχηματίζουν μεγάλο μέρος των πτητικών ουσιών στα φρούτα και στα λαχανικά και γίνεται η αποικοδόμηση τους η με β-οξειδωση, με λιποξυγενάση ή με αυτοξειδωση στα φρούτα και τα λαχανικά η β-οξειδωση γίνεται κατά την ωρίμανση με την β οξειδωση μπορούν να δημιουργηθούν πολλά αρωματικά μόρια λόγω της συνεχούς διάσπασης των μακρών αλυσίδων άνθρακα σε περίπτωση διάσπασης πορείας δημιουργείται ένα πτητικό μόριο μεσαίας η μικρής αλυσίδας. Η LOX (λιποξυγενάση) και η αυτοξειδωση προσδίδουν το αίσθημα του φρέσκου λόγω χρώματος μπορεί να ενεργοποιηθούν από τραυματισμό η φυσιολογικά από ωρίμανση, η αυτοξειδωση βέβαια μπορεί να φανεί ποιο σταθερή από την

οξειδωση μέσω ενζύμων λόγω της μικρότερων διπλών δεσμών που δημιουργούνται. Η οξειδωση των αλδευδών παράγει ακόμα πτητικές ενώσεις. Οι αρωματικές ενώσεις των τερπενίων χρησιμοποιούνται και για τις αρωματικές του ιδιότητες και για την προστατευτική τους δράση ως αντιοξειδωτικά. (Μπαδέκα Α. 2017)

3.1.7 Βιταμίνες

Τα πράσινα λαχανικά είναι πλούσιες πηγές βιταμινών με ευεργετική επίδραση στην ανθρώπινη υγεία. Από τις δεκατέσσερις βιταμίνες που βρίσκουμε σε φυτικά είδη, οι εννέα είναι υδατοδιαλυτές (σύμπλεγμα Β: θειαμίνη - Β1 , ριβοφλαβίνη - Β2 , νιασίνη - Β3 , παντοθενικό οξύ-Β5 , πυριδοξίνη-Β6 , φολικό οξύ-Β9 , κυανοκοβαλαμίνη - Β12 , χολίνη, βιοτίνη, και το ασκορβικό οξύ - C) και οι τέσσερις λιποδιαλυτές (ρετινόλη -Α, D, τοκοφερόλη - Ε και Κ). Η βιταμίνη Β12 δεν περιέχεται στα πράσινα λαχανικά. Το περιεχόμενο των οπωροκηπευτικών σε βιταμίνες διαφέρει ανάλογα με το είδος και το φυτικό όργανο που καταναλώνεται και εξαρτάται από πολλούς προ- και μετασυλλεκτικούς παράγοντες. (Πάσσαμ κ.α., 2015).

3.1.8 Μέταλλα

Αν και καταλαμβάνουν μικρό ποσοστό στην σύσταση τους είναι αρκετά σημαντικά καθώς προσφέρουν ιδιότητες στα προϊόντα που περιέχονται. Στον ανθρώπινο οργανισμό τα μέταλλα έχουν σημαντικό σκελετικό ρόλο όπως σε οστά και δόντια, αλλά δεν παύουν να αποτελούν και μέρος των μαλακών ιστών. Το κάλιο είναι από τα πιο σημαντικά στοιχεία και η αυξημένη ποσότητα προσδίδει ένα καλύτερο χρώμα, είναι πλούσιο σε λαχανικά και βοηθά στην αποβολή περίσσεια Νατρίου. Το ασβέστιο μειώνει μέσω της αναπνοής το παραγόμενο διοξείδιο και αιθυλένιο και αυτό σηματοδοτεί μεγαλύτερο χρόνο εμπορικής ζωής. Το μαγνήσιο δίνει την ένταση του πράσινου χρώματος κατά την συγκομιδή και αφού το προϊόν είναι ακόμα φρέσκο. Το σελήνιο έχει αποδειχθεί ότι βοηθά στην εξάλειψη ελευθέρων σωματιδίων σε διάφορα είδη καρκίνων μέσω της παρεμπόδισης της κούρασης (Xu, 1983) ταυτόχρονα όμως η έλλειψη του μπορεί να επιφέρει τον καρκίνο και καρδιαγγειακή νόσο (Wang, 1991). Η

πρόσληψη σεληνίου μέσω των φυτών είναι ποιο διαθέσιμη σε σχέση με την ζωική λόγω του ότι είναι οργανικό και αυξάνει τα επίπεδα σεληνίου στο αίμα γρηγορότερα το οργανικό σελήνιο ακόμα (Xu, 1983).

3.1.9 Αντιοξειδωτικά

Η κύρια ιδιότητα των αντιοξειδωτικών είναι η καταστολή των ελευθέρων ριζών οι οποίες είναι κύριος παράγοντας παθογένειας. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται ο ρυθμός οξείδωσης και η διατήρηση των τροφίμων και η ευεργετική αξία των τροφίμων. Τα φυσικά αντιοξειδωτικά περιλαμβάνουν διάφορες ομάδες συστατικών όπως οι βιταμίνες C, D και E, τα καροτενοειδή καθώς και φαινολικές ενώσεις. Οι αντιοξειδωτικές ουσίες αυξάνουν το πλάσμα των συστατικών αυτών που έχουν ως συνέπεια την μείωση της LDL χοληστερόλης με την οξείδωση (Eberhardt, Kobira, Keck, Juvik, & Jeffery, 2005). Ακόμα βοηθάνε σε σημαντικές λειτουργίες του οργανισμού αφού έχει προστατευτική δράση στην λειτουργία του μυοκαρδίου (Visioli & Hagen, 2007), όπως και στην μείωση εμφάνισης υπέρτασης καθώς και σε μείωση καρδιαγγειακών παθήσεων όπως και σε ορισμένα είδη καρκίνων (Dixon, Shenvi, & Hagen, 2002; Heller, Unbehau, & Schellenberg, 2001 Amin et al., 2006; Huang et al., 2007 ; Hunter and Fletcher 2002 ; Nilsson et al 2004; Parr and Bolwell, 2000; van Popper 1996).

3.1.9.1 Φαινολικές ουσίες

Η φαινολικές ουσίες έχουν προστατευτικό ρόλο στον ανθρώπινο οργανισμό, προσφέρουν αντιμικροβιακή δράση, αντιφλεγμονώδη, αντιθρομβωτική, αντιαλλεργική και αντικαρκινογόνο δράση. Μεγάλη ποσότητα φαινολικών ουσιών βρίσκονται στα άγουρα προϊόντα, σε περιεκτικότητα περίπου 0,1 – 2 gr/100 gr. Η κατανάλωση αυτών των συστατικών μέσω των λαχανικών είναι απαραίτητη καθώς ο ανθρώπινος οργανισμός δεν μπορεί να τα συνθέσει (Ρούσσης, 2015). Μία από τις βασικές διεργασίες που γίνονται όταν τα λαχανικά αρχίζουν να χάνουν τις φαινολικές ουσίες είναι η ενεργοποίηση του ενζύμου πολυφαινολοξειδάση και ή δημιουργία του καστανού χρώματος. Όταν ένα τρόφιμο έχει μεγάλο φορτίο φαινολών δημιουργεί μία στυφή γεύση η οποία χάνεται όταν ωριμάσει λόγω της

απώλειας των διαλυτών φαινολικών ενώσεων (Μπεκατώρου, 2017). Όταν ένας οργανισμός καταπονηθεί μέτρια υπάρχει αύξηση φαινολικών ουσιών ως προστατευτική αντίδραση. Όμως επίσης μια τέτοια αντίδραση μπορεί να επιφέρει αλλοίωση και πικράδα γεύσης ή ακόμα και ενίσχυση της. (Πάσσαμ κ.α., 2015). Οι ισοφλαβόνες που υπάρχουν στα λαχανικά έχουν αντικαρκινική δράση εμπόδισης των καρκίνων να δράσουν στον οργανισμό και των ένζυμων τους προστατευτικό ρόλο στην οστική μάζα (Γιανακούρου, 2015).

3.1.9.2 Θειοκυανούχα

Τα ισοθειοκυανικά περιέχονται στο λάχανο και το κουνουπίδι και έχουν αντικαρκινικές δράσεις (Garikapaty et al., 2005; Jakubikova, Bao, & Sedlak, 2005).

3.2 Φυσιολογικές διαδικασίες πράσινων λαχανικών

3.2.1 Ωρίμανση

Κατά την ωρίμανση των λαχανικών γίνονται αλλαγές στα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά αλλά και στην γενική σύσταση του λαχανικού. Οι κύριες αλλαγές που πραγματοποιούνται είναι η αποικοδόμηση της χλωροφύλλης, η ανάπτυξη καροτενοειδών και ανθοκυανινών όπως και η αύξηση των διαλυτών πηκτινών, η σύνθεση αρωματικών ουσιών, η μείωση της οξύτητας των ταννινών και η αύξηση των διαλυτών σακχάρων. Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει το αιθυλένιο κατά την ωρίμανση του φυτού καθώς μπορεί να προωθήσει την ανάπτυξη όταν έχει γίνει η συγκομιδή σε πρώιμο στάδιο. Ωστόσο, σε μη κλιμακτηρικούς καρπούς, η παρουσία του αιθυλενίου παίζει σημαντικό ρόλο στην υποβάθμιση του. Το λάχανο μπορεί με μια πολύ μικρή ποσότητα αιθυλενίου της τάξεως $10 \mu\text{l l}^{-1}$ αιθυλενίου, να είναι αρκετή για την υποβάθμιση του τρόφιμου. Οι πιπεριές, ως μη κλιμακτηριακοί καρποί, δεν ωριμάζουν περεταίρω μετά την συγκομιδή τους. Τα κολοκυθάκια συγκομίζονται πολύ πρώιμα 3-7 μέρες μετά την άνθιση του καρπού και μαζί με το άνθος και μόλις πέσει το άνθος εμφανίζουν άριστη ποιότητα είναι σε καλύτερη ποιότητα ποιο τρυφερά και γλυκά. Μετά την συγκομιδή της μπάμιας τοποθετούνται σε νερό και στεγνώνονται για μείωση θερμοκρασίας. Όταν τα φυλλώδη

λαχανικά καταναλώνονται με τους μίσχους πρέπει να αναπτυχθούν καλά πριν την συγκομιδή τους όπως το σέλινο και αυτό τους προσφέρει αυξημένες αποθήκες υδατάνθρακα και χάνουν πιο αργά νερό. Η πηκτίνη και τα ένζυμα αποικοδόμησης της όπως η πυκτινестεράση και η πηκτινάση προσφέρουν την μαλάκωση του καρπού καθώς κατά την ύπαρξη του στα φυτικά τρόφιμα παίρνει μέρος στο σχηματισμό του κυτταρικού τοιχώματος (Λαπιδάκης Ν 2017).

3.2.2 Αναπνοή

Τα λαχανικά ακόμα και μετά την συγκομιδή τους παρουσιάζουν αναπνοή όπου, σε αερόβιες συνθήκες, γίνεται καύση σακχάρων και παραγωγή CO₂. Αυτό επηρεάζει και την αποθηκευτική του ζωή και την ποιότητα μετά την συλλογή τους. Ο ρυθμός αναπνοής μπορεί να

Ένταση αναπνευστικής δραστηριότητας	Ρυθμός παραγωγής CO ₂ στους 10°C (mg CO ₂ kg ⁻¹ h ⁻¹)	Είδος λαχανικού
Χαμηλή	15	Ραδίκι
Μέση	15-30	Σέλινο, Μαρούλι (κεφαλωτό), Σέσκουλο, Μάραθος, Ραντίσιο
Υψηλή	30-50	Μαρούλι (σαλάτα)
Πολύ υψηλή	>70	Λάχανο Βρυξελλών, Μαϊντανός, Άνηθος, Σπανάκι, Αντίδι

Πίνακας 3.3 Ρυθμός αναπνοής φυλλωδών λαχανικών. Πηγή: Kader & Saltveit, 2003

αντανακλά την κατάσταση του τρόφιμου αφού μεγαλύτερη αναπνευστική λειτουργία σημαίνει μικρότερος χρόνος ζωής. Η μείωση του οξυγόνου δεν ωφελεί γιατί γίνεται αναερόβια αναπνοή και επέρχεται καταστροφή του τρόφιμου λόγω αλκοολικής ζύμωσης. Πολλές φορές, σε φυλλώδη λαχανικά αποκόπτονται τόσο τα φύλλα όσο και οι ρίζες καθώς μέσω αυτών γίνεται η διαπνοή και έτσι ο καρπός αντέχει λιγότερο, λόγω αύξησης ρυθμού αναπνοής και αυξημένη απώλεια νερού μέσω των στομίων (Πάσσαμ κ.α., 2015).

4. Επίδραση μεθόδων επεξεργασίας στα θρεπτικά συστατικά πράσινων λαχανικών

Όπως και τα περισσότερα τρόφιμα, τα πράσινα λαχανικά υπόκεινται σε αλλαγές της σύστασης τους σε θρεπτικά συστατικά. Αυτό συμβαίνει στο μετά-συλλεκτικό στάδιο και κατά την επεξεργασία τους λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε νερό και το αυξημένο ποσοστό αναπνοής-διαπνοής τα οποία συντελούν σε ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος όπως η απώλεια θρεπτικής αξίας, η μειωμένη εδωδιμότητα και αποδοχή από πλευράς καταναλωτών. Αυτές οι αλλαγές δεν μπορούν να αναχαιτιστούν αλλά μπορούν να ελεγχθούν με τον κατάλληλο μετα-συλλεκτικό χειρισμό και μέθοδος επεξεργασία (Manolopoulou & Varzakas, 2016). Όπως και για τις υπόλοιπες κατηγορίες τροφίμων, η θρεπτική αξία και τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά (χρώμα, υφή, γεύση) μπορεί να αλλοιωθούν, ιδιαίτερα από μεθόδους επεξεργασίας όπως η θερμική, η κατάψυξη, η κονσερβοποίηση κ.α. (Barrett, 2007). Παρακάτω

Περισσότερο ευαίσθητα	Μετρίως ευαίσθητα	Λιγότερο ευαίσθητα
Αβοκάντο	Αχλάδι	Γογγύλι
Αγγούρι	Γκρέϊπφρουτ	Λαχανάκια Βρυξελλών
Βερίκοκο	Καρότο	Λαχανίδα
Γλυκοπατάτα	Κουνουπίδι	Λάχανο (όψιμο)
Κολοκύθι	Κολοκύθες	Παντζάρι
Λεμόνι	Κρεμμύδι (ξηρό)	Παστινάκα
Μαρούλι	Μαϊντανός	Ρέβα
Μελιτζάνα	Μήλο	Χουρμάδες
Μπάμια	Μπιζέλι (αρακάς)	
Μπανάνα	Μπρόκολο	
Πατάτα	Πορτοκάλι	
Πιπεριά (γλυκιά)	Ραπανάκι	
Ροδάκινο	Σέλινο	
Σπαράγγι	Σπανάκι	
Τομάτα	Σταφύλι	
Φασολάκι		

Πίνακας 4.1 Ευαισθησία λαχανικών σε κρουτραυματισμούς. Πηγή: Wang, 2012)

παρατίθενται οι μέθοδοι επεξεργασίας με σημαντική επίδραση στη θρεπτική αξία των πράσινων λαχανικών.

4.1 Θερμική επεξεργασία

Η αύξηση της θερμότητας όσο και του χρόνου θέρμανσης του τροφίμου έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην ποιότητα των πρωτεϊνών, στην θρεπτικότητα και την λειτουργικότητα τους καθώς μετά από θερμική επεξεργασία η διαθέσιμη πρωτεΐνη μειώνεται. Επιπρόσθετα οι αντιθρεπτικοί παράγοντες μπορούν να αδρανοποιηθούν ή να

Table 2 - Effect of heat on denaturation and degradation of protein (Yu et al., 2002a)

Temperature (°C)	Effect of heating
50	Increase hydration, some loss of crystalline structure
70-80	Disulfide splitting, loss of tertiary structure
80-90	Loss of secondary structure disulfides
90-100	Intermolecular disulfides formed
100-150	Lysine and serine loss, isopeptide formation
150-200	Peptidization and more isopeptide formation
200-250	Pyrolysis of all amino acid residues

Πίνακας 4.2 Επίδραση θερμότητας στα λαχανικά. Πηγή: Yu et al 2002)

καταστραφούν με θερμική κατεργασία. Ιδιαίτερα, παρατηρήθηκε μετά την συγκομιδή των πράσινων λαχανικών πως εάν εκτεθούν σε υψηλές θερμοκρασίες παρατηρείται παρεμπόδιση της δράσης του αιθυλενίου. Από την άλλη ο βολβός του κρεμμυδιού όταν αποθηκευτεί στους 30 °C μειώνεται το βάρος έχει μικρότερο χρόνο αποθήκευσης σε σχέση με χαμηλή θερμοκρασία εμφανίζει σήψεις και μαλακώματα (Wang,2012). Όταν χρησιμοποιείται η θερμική επεξεργασία, για την αποφυγή κρυοτραυματισμών δεν χρησιμοποιείται σε λαχανικά που είναι ευαίσθητα σε υψηλή θερμοκρασία. Γι' αυτό

πρέπει να γνωρίζουμε την ευαισθησία του κάθε λαχανικού στους τραυματισμούς (Πίνακας 7).

Γενικά, καλύτερη διατηρησιμότητα των ολικών φαινολικών ουσιών φαίνεται να υπάρχει κατά την επεξεργασία τους στον ατμό παρά σε βρασμό (Xu and Chang, 2008). Ακόμη, εάν τα λαχανικά βραστούν πριν αποψυχθούν χάνεται μεγαλύτερο μέρος της αντιοξειδωτική δραστηριότητας σε σχέση με το εάν ψηνόντουσαν αφού αποψυχθούν (Wolosiak et al., 2009). Κατά την θερμική επεξεργασία γίνεται καταστροφή των λιποπρωτεϊνών άρα και σταδιακή τους μείωση (Λαπιδάκης, 2017).

i) Κονσερβοποίηση

Η απώλεια της βιταμίνη C, που έχει κυρίως μελετηθεί κατά την κονσερβοποίηση, είναι πολυπαραγοντική. Εξαρτάται αρχικά από το είδος του λαχανικού το χρόνο αποθήκευσης, το pH, την ενεργότητα νερού του προϊόντος όπως και η παρουσία οξυγόνου στην συσκευασία. Η βιταμίνη C γενικά δείχνει να παραμένει σταθερή (Πάσσαμ κ.α., 2015) Με τον τρόπο αυτό η χρήση κονσερβοποιημένων λαχανικών έναντι φρέσκων δεν δείχνει να έχει περεταίρω μετάπτωση της βιταμίνης C (Barrett, 2007). Μετά το ψήσιμο κονσερβοποιημένου αρακά η μείωση της βιταμίνη C ήταν της τάξεως του 35% (Status, 1975). Η βιταμίνη B₁ για να παραμείνει σταθερή χρειάζεται όξινο περιβάλλον αλλά καταστρέφεται εύκολα από την θέρμανση και μπορεί να χάσει μέχρι και το 75% της ολικής ποσότητας σε θερμοκρασία >100 °C. Στα φασόλια κατά την κονσερβοποίηση χάνεται το 45% της βιταμίνης B₁ (Status, 1975). Η βιταμίνη B₂ είναι ευαίσθητη στο φως οπότε αποφεύγεται διάφανη συσκευασία. Το κάλιο και το ασβέστιο δεν επηρεάζονται. Οι διαιτητικές ίνες με την μέθοδο της κονσερβοποίησης γίνονται πιο χρήσιμες για τον οργανισμό. Στην κονσερβοποίηση υπήρξε μείωση της ολικής ποσότητας αντιοξειδωτικών στα μπιζέλια και πράσα μεταξύ 18% - 35% (Gazzani et al, 1998). Οι πολυφαινόλες μειώνεται η συγκέντρωσή τους κατά την αποθήκευσή τους μετά την επεξεργασία τους (Howard et al., 1999). Η μεγάλη θερμοκρασία για μεγάλη χρονική περίοδο έχει μείωση στα καροτενοειδή σε ποσοστό 80-97% (Baloch et al., 1977). Η κονσερβοποίηση φάνηκε από πολλές μελέτες ότι μειώνει την ποσότητα των καροτενοειδών παρότι όμως

κατατάσσεται στην θερμική επεξεργασία οπότε και η αύξηση των καροτενοειδών (Nagarajan et al., 1999). Κατά την κονσερβοποίηση της τομάτας βρέθηκε αύξηση από 14 – 38 % στην βιταμίνη B₆ σημαντικό ρόλο έπαιξε το δοχείο καθώς και η θερμοκρασία (Saccani et al. 2001). Η κονσερβοποίηση σε τρόφιμα που είναι πλούσια σε βιταμίνη C όπως το μπρόκολο μπορεί να χαθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό έως και 84% (Murcia et al 2000). Η βιταμίνη B₆ χάνει την μισή ποσότητα της στα μανιτάρια. Η βιταμίνη B₂ μειώνεται κατά 60 % στα μανιτάρια και στις φακές. Τα πράσινα φυλλώδη χάνουν το 50% της νιασίνης του. (Bushway AA 1985). Τα παντζάρια δέχονται μια μείωση 30% σε φολικό οξύ σε αντίθεση τα φασολάκια δεν φάνηκαν να έχουν μείωση σε φολικό οξύ. (Jiratanan and Liu, 2004).

ii) Ζεμάτισμα

Το ζεμάτισμα μπορεί να επιφέρει στο τρόφιμο είναι η απώλεια βιταμινών γεύσης μείωση υδατανθράκων (Ρούσσης, 2015). Ιδιαίτερα, οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες εμφανίζουν μεγάλη απώλεια ενώ παρατηρείται και μία μείωση στις βιταμίνες του συμπλέγματος B σε ποσοστό 20 - 60% (Barrett, 2007). Εάν το ζεμάτισμα γίνει σε ατμό μπορούν να συγκρατηθούν μεγαλύτερες ποσότητες βιταμινών, σε σχέση με ζεμάτισμα με νερό καθώς κατά το ζεμάτισμα με νερό οι απώλειες φτάνουν το 65% ενώ με την μέθοδο του ατμού χάνεται μόνο το 10% των βιταμινών B₁, B₂, C και νιασίνη. Η δράση των πολυφαινόλων μετά το ζεμάτισμα και κατά την αποθήκευση τους μειώνεται η συγκέντρωσή τους (Howard et al., 1999). Το σελήνιο λόγω του νερού έχει μεγαλύτερες απώλειες στο μαγειρεμένο νερό και καθιστά μικρό το ποσοστό του στο τρόφιμο (Min, 2004) Όταν τα τρόφιμα επεξεργαστούν με μικροκύματα λόγω αποχής του νερού δεν γίνεται εκχύλιση οπότε δεν παρουσιάζονται και απώλειες σε βιταμίνες. Οι απώλειες στα καροτενοειδή κυμαίνονται μεταξύ 5-13% παρά την μείωση που υπάρχει στο καροτένιο το ζεμάτισμα συμβάλει στην καταστροφή της λιποξυγενάσης που σε περίπτωση μη καταστροφής του ενζύμου θα υπήρχε καταστροφή της καροτίνης από αυτό (Baloch, 1977). Το ζεμάτισμα επιφέρει αύξηση του λυκοπενίου στις τομάτες στην μορφή trans

μέχρι και 171% ενώ η αύξηση του λυκοπενίου ενώ σε μορφή cis έφτασε μέχρι και 34% και οι αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες αυξάνονται έως και 62% (Dewanto et al., 2002).

iii) Αποστείρωση

Στην αποστείρωση λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας αυξάνονται οι χημικές αντιδράσεις και καταστρέφονται ορισμένες βιταμίνες και παραγωγή δυσάρεστων οσμών στα φασόλια αποικοδομείται μόνο το 10% της ολικής Β₁ και ομοίως για την τομάτα για την βιταμίνη C (Status, 1975). Η μέθοδος της αποστείρωσης έχει μικρές απώλειες σεληνίου σε σχέση με το ζεμάτισμα. (Min, 2004).

4.2 Χαμηλή θερμοκρασία

i) Πρόψυξη

Η χρήση της πρόψυξης σε φυλλώδη λαχανικά όπως και ιδιαίτερων φυτικών οργάνων έχει το αποτέλεσμα την μειωμένης απομάκρυνση νερού άρα και πιο ευκολότερη επιλογή των καταναλωτών. Ακόμα επιτυγχάνεται μείωση ρυθμού αναπνοής. Η χρήση της πρόψυξης στις γογγυλόριζες έχουν ως αποτέλεσμα μείωση ρυθμού αναπνοής μείωση της αποδόμησης του υδατάνθρακα την απώλεια νερού και ταυτόχρονα την αφυδάτωση. Το ρεπάνι με την υδρόψυξη διατηρεί το νερό και αποφεύγει την σπογγώδεις υφή μέσω της συγκράτησης νερού. Η πρόψυξη στις πιπεριές μέσω νερού, εμφανίζει φαινόμενα σήψης όταν συλλεχθούν μη εμπορικά ώριμες (Lin et al., 1993).

ii) Θερμοκρασίες ψύξης

Τα λαχανικά όταν αποθηκεύονται σε χαμηλή θερμοκρασία μπορεί να παρατηρηθεί μείωση στις αντιοξειδωτικές τους ικανότητες, σε διαφορετική κλίμακα για το κάθε λαχανικό, όπως φαίνεται παρακάτω (Πίνακας 4.6) (Murcia A. 2009). Η

υδατοδιαλυτή αντιοξειδωτική δράση επηρεάζει μονάχα το σπανάκι και τον αρακά μέχρι και 30%. Το σπανάκι μπορεί να χάσει επιπλέον 20% αντιοξειδωτικών από ότι ο αρακάς όπως και 30% του ασκορβικού οξέος μετά από ένα χρόνο αποθήκευσης (Favell, 1998). Κατά την κατάψυξη για ένα χρόνο στο μπρόκολο και τα λαχανάκια βρυξελλών παρατηρείται μείωση κατά 37% στην βιταμίνη C, και 26 % β-καροτίνη (Gebczynski & Kmieciak 2007). Ακόμα και σε μικρή διάρκεια συντήρησης στους 0 °C φάνηκε να μην υπάρχει απώλεια σε λαχανικά όπως το μπρόκολο και γενικότερα θεωρείται καλή μέθοδος συντήρησης για την ελαχιστοποίηση της μείωσης της βιταμίνης C. (Barrett 2007). Κατά την μέθοδο της ψύξης η μείωση του ασκορβικού οξέος φτάνει 20% στο μπρόκολο και το 30 % στα μπιζέλια καθώς σε άλλα λαχανικά η μείωση του είναι αμελητέα (Favell 1998). Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες επίσης δείχνουν να αυξάνονται (Barrett, 2007), αντίθετα όμως η υδροδιαλυτή βιταμίνη B χάνει κατά την κατάψυξη το 20 - 60% της αρχικής της ποσότητας. Σε ψύξη των καρότων παρατηρήθηκε αύξηση κατά 10% σε β-καροτένιο ενώ αντίστοιχα στα φασόλια υπήρξε 10% μείωση του β-καροτένιου (Howard et al., 1999). Κατά την ψύξη πραγματοποιείται τάγγισμα των λιπών με αποτέλεσμα την καταστροφή των λιποπρωτεϊνών με συνέπεια την μείωση και της χλωροφύλλης (Λαπιδάκης, 2017). Ο αρακάς αφού είχε ψυχθεί και μαγειρεύτηκε βρέθηκε μία μείωση 40% στη βιταμίνη C (Status. 1975). Κατά την αρχή της απότομης κατάψυξης του τροφίμου δεν υπάρχει μείωση των θρεπτικών συστατικών οι ασταθείς βιταμίνες που παρουσιάζουν μείωση σε σχέση με την αρχική τους ποσότητα χάνεται κατά τις άλλες επεξεργασίες που μπορεί να δεχτεί πριν την κατάψυξη. Η μείωση των καροτενοειδών μπορεί να φτάσει σε μείωση έως και 20% σε σχέση με τα φρέσκα μετά από 2 χρόνια αποθήκευσης (Sweeney et al., 1971). Αρκετές μελέτες ανέδειξαν τις αυξημένες τιμές στην βιταμίνη C κατά το πάγωμα σε σχέση με την κονσερβοποίηση (Favell 1998) (Πίνακας 1) Η μείωση του ασκορβικού οξέος ακόμα και σε φρέσκα λαχανικά μπορεί να έχει διαφορά έως και 60 % σε κατακράτηση ασκορβικού οξέος στα λαχανικά καθώς φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 9) (Rickman et al., 2007). Ακόμα και η ψύξη από την θερμοκρασία περιβάλλοντος φαίνεται ότι είναι χρήσιμη στην διατήρηση των βιταμινών μέχρι και την διατήρηση για 10 ημέρες του χρόνου ζωής της βιταμίνης C. Κατά την ψύξη τα μπιζέλια και το σπαράγγι δέχθηκαν την μικρότερη απώλεια κατά την ψύξη στους -18 έως -20 °C. Το μαγείρεμα των λαχανικών μπορεί να είναι ανώτερο από το των φρέσκων λαχανικών

ως προς το ασκορβικό οξύ που μπορεί να διατηρηθεί (Davey M W et al 2000; Hunter KJ et al 2002; Smith JW et al 1972; Favell DJ 1998)

Table 5. Losses of ascorbic acid (% wet weight) due to canning and freezing processes

Commodity	Canning	Blanching and freezing	Authors	Year
Broccoli	84	50–55	Murcia <i>et al.</i> ⁵	2000
	–	30	Howard <i>et al.</i> ¹⁰	1999
Carrots	90	0–35		
Green beans	–	17		
	63	28	Weits <i>et al.</i> ²³	1970
Green peas	73	51		
	84	63	Fellers and Stepat ²⁵	1935
	–	20	Hunter and Fletcher ²⁶	2002
Spinach	–	50		
	62	61	Weits <i>et al.</i> ²³	1970

Πίνακας 4.3. Σύγκριση μείωσης ασκορβικού σε κονσερβοποίηση και σε πάγωμα. Πηγή: Rickman et al, 2007

Table 6. Losses of ascorbic acid (% dry weight) due to fresh and frozen storage²⁴

Commodity	Fresh, 20 °C, 7 days	Fresh, 4 °C, 7 days	Frozen, –20 °C, 12 months
Broccoli	56	0	10
Carrots	27	10	–
Green beans	55	77	20
Green peas	60	15	10
Spinach	100	75	30

Πίνακας 4.5 Μείωση ασκορβικού οξέος σε φρέσκα λαχανικά και κατεψυγμένα Πηγή: Favell, 1998

Ποσοστό αντιοξειδωτικών	Ενεργών	Λαχανικά σε φθίνουσα σειρά ποσότητας
100-75%		Παντζάρια σπανάκι φασόλια αγκινάρα
75 -50		Σκόρδο, αντίδι, μπιζέλι μπρόκολο κολοκυθάκια, μελιτζάνα καρότο, κρεμμύδι, σπαράγγι, μαρούλι, σέλινο, αγγούρι, ραπανάκι
50 - 25%		Φασόλι πράσο

Πίνακας 4.6 Ενεργα αντιοξειδωτικά Λαχανικών κατά την ψύξη Πηγή: Murcia, 2009)

4.3 Ξήρανση – Αφυδάτωση

Η ξήρανση παρουσίας οξυγόνου στα πράσινα λαχανικά προκαλεί σημαντικές απώλειες βιταμίνης Α, ενώ σε περίπτωση αφυδάτωσης υπό κενό το ποσοστό απώλειας της κυμαίνεται στο 10-20% της συνολικής ποσότητας. (Status, 1975) Μεγάλη απώλεια επίσης παρατηρείται και για την βιταμίνη Ε. (Status, 1975; Clydesdale et al., 1991). Στα τρόφιμα που εμπεριέχεται η βιταμίνη C μπορεί να προκληθεί μείωση της σε περίπτωση

εισαγωγή αέρα στο δοχείο αποθήκευσης όπως και υγρασίας μεγαλύτερης από 2,5%. Αντίστοιχα, η μείωση διαθεσιμότητα πρωτεΐνης (Status, 1975), εξαρτάται από την μέθοδο ξήρανσης του τρόφιμου, ενώ σημαντικό ρόλο παίζει και η θερμοκρασία, ο χρόνος ξήρανσης και ο ατμοσφαιρικός αέρας. Η απώλεια της υγρασίας που δέχονται κατά την ξήρανση είναι μεγαλύτερες από ότι σε κονσερβοποίηση και κατάψυξη (Brennan, 2006). Όταν η ξήρανση γίνεται σε ψυκτικούς θαλάμους η μείωση φτάνει έως και 15% ενώ σε πρήξιμο η απώλεια φτάνει έως και το 28%. (Della-Monica et al., 1965).

4.4 Ακτινοβολία

Στην χρήση της υπερϊώδους ακτινοβολίας στα τρόφιμα όταν γίνεται μεγάλη χρήση παρατηρείται φθορά στην γεύση και την οσμή (McElhatton & Marshal, 2007), χωρίς να υπάρχει αντίστοιχη μελέτη για την περίπτωση των πράσινων λαχανικών. Αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ακτινοβολία στην αδρανοποίηση των ενζύμων δεν χρησιμοποιείται λόγω της μεγάλης ποσότητας ακτινοβολίας που πρέπει να δεχθεί το τρόφιμο 10 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την καταστροφή των μικροοργανισμών και ξεπερνά και τον ανθρώπινο κίνδυνο (Αλεξόπουλος, 2016).

4.5 Πρόσθετες ουσίες

Πρόσθετες ουσίες έχουν προστατευτική δράση σε πολλούς παράγοντες όπως και αρνητικές επιδράσεις ορισμένες από αυτές. Υπάρχουν χημικά που επηρεάζουν το pH του τρόφιμου οπότε οι βιταμίνες που είναι σταθερές σε όξινο pH μπορούν να τροποποιηθούν με την σειρά τους όπως η θειαμίνη και το ασκορβικό οξύ. Μολονότι υπάρχουν εξίσου απώλειες σε αλκαλικό pH στις βιταμίνες θειαμίνη παντοθενικό, βιταμίνη C, ασκορβικό οξύ σε ουδέτερο ή όξινο pH. Τα θειώδη ιόντα αδρανοποιούν και καταστρέφουν τις ενώσεις τις βιταμίνης Β6 Τα νιτρώδη προκαλούν μείωση στην θειαμίνη και φολικού οξέος (Απώλειες βιταμίνης). Σε αυξημένο pH επηρεάζεται η θειαμίνη παντοθενικό οξύ και το ασκορβικό οξύ (Απώλειες βιταμίνης). Κατά την εισαγωγή θειουρίας, προπυλεστέρα γαλλικού οξέος και κερκετίνης υπάρχει αύξηση της

ανθοκυανίνης ενώ σε ασκορβικό οξύ χάνει το χρώμα του σε σάκχαρα και αμινοξέα και SO₂.

4.6 Τροποποιημένη ατμόσφαιρα

Η αλλαγή της σύνθεσης της ατμόσφαιρας αποθήκευσης στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της αναπνοής του τρόφιμου και την επιβράδυνση ωρίμανσης του ώστε να παρεμποδίζεται η αλλοίωση και η ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών. Ωστόσο, η τροποποιημένη ατμόσφαιρα μέσω της αλλαγής συγκέντρωσης οξυγόνου μπορεί να προκαλέσει αναερόβιες συνθήκες με αποτέλεσμα την δυσάρεστη οσμή λόγω των παραγόμενων πτητικών ενώσεων. Μείωση της ποιότητας, παρατηρήθηκε επίσης κατά την αποθήκευσή του κρεμμυδιού σε φύλλο πολυαιθυλενίου και απουσία συνθηκών ψύξης (Tsouvaltzis et al., 2013). Κατά την συσκευασία των αρωματικών φυλλωδών λαχανικών παρατηρήθηκε μείωση της χλωροφύλλης κατά 45% στον άνηθο και 42% στον μαϊντανό καθώς και μείωση 8% της βιταμίνης C μετά από 12 ημέρες (Πάσσαμ κ.α., 2015).

4.7 Μηχανικές μέθοδοι

Η αποφλοιώση και τεμαχισμός ως κύριες μηχανικές μέθοδοι επεξεργασίας μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ποιότητα των λαχανικών. Στην περίπτωση που το τρόφιμο δεν αποθηκευτεί σε χαμηλή θερμοκρασία 10 °C αλλά παραμένει σε θερμοκρασία (20 °C) επέρχεται γρηγορότερη καταστροφή του τρόφιμου, λόγω διπλασιασμού της αναπνοής που επιφέρει στο τρόφιμο αλλοίωση γεύσης, αίσθηση πικράδας (O'Beirne, 1990). Ακόμα γίνεται γρηγορότερη παραγωγή του ενζύμου οξειδάση του ασκορβικού οξέος και καταστρέφεται γρηγορότερα. Κατά την μηχανική συγκομιδή το τρόφιμο δέχεται μεγαλύτερη πίεση από ότι φυσιολογικά και μπορεί να χάσει θρεπτικά συστατικά αν και μπορεί να μειωθεί και να γίνει κατακράτηση στον καρπό των θρεπτικών συστατικών, μέσω αυξημένης υγρασίας και ψύξης (Barret, 2007).

4.8 Συνδυασμός μεθόδων

Σε περιπτώσεις συνδυασμού μεθόδων όπως στην κατάψυξη αποξηραμένου αρακά με κατόπιν θερμική επεξεργασία παρατηρήθηκε μείωση της βιταμίνης C κατά 35%. Επίσης, η χρήση διοξειδίου του θείου σε αποξηραμένα προϊόντα συνεισφέρει στην μη αποβολή της βιταμίνης C (Πάσσαμ κ.α., 2015). Ακόμα, σημαντικό είναι πως η βιβλιογραφία αναφέρει ότι συνδυασμός των μεθόδων που περιλαμβάνει αρχικά το ζεμάτισμα και κατόπιν την ψύξη των λαχανικών οι απώλειες παρατηρούνται στην πρώτη επεξεργασία (State, 1975). Επίσης έχει σημειωθεί πως η χρήση του θειώδους άλατος στο ζεμάτισμα μπορεί να επιφέρει παράλληλα και τον σχηματισμό νιτροσαμινών που μειώνει την ποσότητα των καροτενοειδών και βιταμίνης C (Bolin et al., 1974). Το ζεμάτισμα σαν μέθοδος πρόψυξης προκαλεί την μείωση των βιταμινών του συμπλέγματος B η μείωση φτάνει το 60% σε θειαμίνη και 20 % ριβοφλαβίνη σε τρόφιμα όπως μπιζέλια και φασόλια (Salunkhe DK et al 1991)

5. Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα ευρήματα της παρούσας διατριβής και ανάλογες έρευνες (Chirurgura, 2010) το κάθε λαχανικό έχει διαφορετική αντίδραση ως προς τον τρόπο επεξεργασίας. Η χρυσή τομή φαίνεται να είναι στον περιορισμό της επεξεργασίας μέχρι το σημείο όπου επιτυγχάνεται ο επιθυμητός περιορισμός της δράσεως μικροοργανισμών και ενζύμων που θα καθιστούν το προϊόν ανεπιθύμητο ή ακόμη και επικίνδυνο. Λόγου χάρη, για τα αντιοξειδωτικά και τη δραστηριότητα τους, για υπάρξει ελαχιστοποιημένη μείωση από επεξεργασίες θερμότητας πρέπει να χρησιμοποιείται όσο το δυνατόν λιγότερο νερό και λιγότερη θερμότητα (Chirurgura, 2010). Από την άλλη κατά τις επεξεργασίες της θέρμανσης, κατάψυξης και υψηλής πίεσης διαφαίνεται μία αύξηση των λιποδιαλυτών βιταμινών (Barrett, 2007). Όμως πέρα από την αύξηση του λυκοπενίου η επεξεργασία απέδειξε την σταθερότητα τους κατά την επεξεργασία μαγείρεμα και αποθήκευση αυτών όπως ακόμα και τα καροτενοειδή (Barrett, 2007). Τέλος νέες καινοτόμες μέθοδοι επεξεργασίας όπως η χρήση τροποποιημένης/ελεγχόμενης ατμόσφαιρας μπορεί να προσφέρει σημαντικές βελτιώσεις στην εμπορία των πράσινων λαχανικών και ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιδράσεων στην ποιότητα των προϊόντων.

6. Βιβλιογραφία

Amin, I., K. Norazaidah and Hainida E. (2006). Antioxidant activity and phenolic content of raw and blanched Amaranthus species. *Food Chem.*, 94: 47-52

Antonopoulos, A. I., Kannavou C., Karapanos, I. C., Petropoulos, S. A. & Passam, H. C. (2014). The effect of partial dehydration on the quality and composition of plain-leaf, curly-leaf and turnip-rooted parsley during storage. *Int. J. Postharv. Technol. Innov.*, 4, 151-163.

Arya, S.S., Natesan, V., Parihar, D.B. and Vijayaragha-van, P.K. (1979) “Stability of carotenoids in dehydrated carrots”, *Journal of Food Technology*, Vol. 14 No. 6 579-86.

Balan, D., Israel-Roming, F., Luta, G., & Gherghina, E. (2016). Changes in the nutrients content of some green vegetables during storage and thermal processing. *Romanian Biotechnological Letters*, 21(5), 11857-11865.

Baloch, A.K., Buckle, K.A. and Edwards, R.A. (1977) Stability of beta carotene in model systems containing sulphate *Journal of Food Technology*, Vol. 12 No. 3 pp. 309-16.

Baloch, A.K. Buckle K.A. Edwards R.A. (1977) “Effect of processing variables on quality of dehydrated carrot. II. Leaching losses and stability of carrot during dehydration and storage *Journal of Food Technology* Vol 12 No 3 pp. 295-307

Barbosa-Canovas, G.V. and Vega-Mercado, H. (1996): *Dehydration of foods*. Springer Science and business media, 320pp.

Barrett, D. M. (2007). Maximizing the nutritional value of fruits & vegetables. *Food technology*, 61(4), 40-44.

Barrett, D. M., Beaulieu, J. C., & Shewfelt, R. (2010). Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and

sensory measurement, and the effects of processing. *Critical reviews in food science and nutrition*, 50(5), 369-389.

Barta, J. (2006): *Fruit Drying Principles*. In: Y.H. Hui (editor), *Handbook of fruits and fruit processing*. Blackwell Publishing, Iowa, pp. 81-94.

Belitz HD, Grosch W and Schrieberle P, *Food Chemistry*. 2004 Springer, New York, NY, pp. 232, 421, 800.

Benkeblia, N., Varoquaux, P., Shiomi, N. & Sakai, H. (2002). Storage technology of onion bulbs cv. Rouge Amposta: effect of irradiation, maleic hydrazide and carbamate isopropyl, N-phenyl (CIP) on respiration rate and carbohydrates. *J. Food Sci. Technol.*, 37,169-176.

Benkeblia, N. (2004). Effect of maleic hydrazide on respiratory parameters of stored onion bulbs (*Allium cepa* L.). *Braz. J. Plant Physiol.*, 16, 47-52.

Bolin, H.R. and Stafford, A.E. (1974) "Effect of processing and storage on provitamin A and vitamin C in apricots", Vol. 39 No. 5, pp 1034-1036

Boyette M., Wilson L. G. & Estes E. (1989). *Forced-Air Cooling Postharvest Technology Series*. NC State Extension Publications

Brennan, G.J. (2006): *Evaporation and Dehydration*. In: G.J Brennan (Editor), *Food Processing Handbook*. Wiley-VCH Verlag GmbH and Co.kGaA, Weinheim, Germany, pp 71-124.

Bushway A.A., Serreze D.V., McGann D.F., True R.H., Work T.M. and Bushway R.J. (1985). Effect of processing method and storage time on the nutrient composition of fiddlehead greens. *J Food Sci* 50:1491–1492, 1516.

Cantwell, .M and Kasmire, F.R., *Postharvest handling systems: flower, leafy and stem vegetables*. In: *Postharvest Technology of Horticultural crops*. (ed. A. Kader), University of California Agr and Natural Resources Pub.3311,pp.423-433 (2002).

Chirife, J. and Favetto, G. (1992). Fundamentals aspects of food preservation by combined methods. IUFoST short course. Universidad de las Americas. Puebla, Mexico.

Chipurura, B., Muchuweti, Z. M., & Manditseraa, F. (2010). Effects of thermal treatment on the phenolic content and antioxidant activity of some vegetables. *Asian Journal of Clinical Nutrition*, 2(3), 93–100. <https://doi.org/10.3923/ajcn.2010.93.100>

Clydesdale, F. M., Ho, C. T., Lee, C. Y., Mondy, N. I., & Shewfelt, R. L. (1991). The Effects of Postharvest Treatment and Chemical Interactions on the Bioavailability of Ascorbic Acid, Thiamin, Vitamin A, Carotenoids, and Minerals. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 30(6), 599–638.

Couriel, B. (1980): Freeze drying: past, present, and future. *PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 34(5), 352-357.

Crapiste, G.H., Whitaker, S. and Rostein, E. (1988): Drying of cellular material. *Chemical engineering science*, 43(11): 2923-2936.

Cussler, E.L. (2007): *Diffusion Mass Transfer in fluid systems*, 3rded. Cambridge University Press, New York, 655 pp

Dalgleish, J. McN. (1990). *Freeze-Drying for the Food Industries*. Elsevier Applied Science, New York.

Davey M.W., Van Montagu M., Inze D., Sanmartin M., Kanellis A., Smirnoff N., et al. (2000). Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *J Sci Food Agric* 80:825–860

Della-Monica, E.S. and McDowell, P.E. (1965). “Comparison of β -carotene content of dried carrots prepared by three dehydration processes” *Food Technology* Vol. 19 No. 10, 1965, pp. 141-3.

Desai, B.B. (2000). *Handbook of Nutrition and Diet*, Marcel Dekker Inc., New York.
Gould, G.W., 1995, *New Methods in Food Preservation*, Blackie Academic and Professional, London.

- Dewanto, V., Xianzhong, W., Adom, K. K., & Liu, R. H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 3010–3014.
- Dohroo, N. P. & Korla, B. N. (2000). Effect of harvesting stage and curing time of rhizomes on storage rot of ginger in mid-hills of Himachal Pradesh. *Plant Dis. Res.*, 15, 85–88.
- Eberhardt, M. V., Kobira, K., Keck, A. S., Juvik, J. A., & Jeffery, E. H. (2005). Correlation analyses of phytochemical composition, chemical, and cellular measures of antioxidant activity of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 7421–7431.
- Eliassen, A. H., Hendrickson, S. J., Brinton, L. A., Buring, J. E., Campos, H., Dai, Q., & Hankinson, S. E. (2012). Circulating carotenoids and risk of breast cancer: Pooled analysis of eight prospective studies. *Journal of the National Cancer Institute*, 104(24), 1905–1916.
- Erge, H. S., Karadeniz, F., Koca, N., & Soyer, Y. (2008). Effect of heat treatment on chlorophyll degradation and color loss in green peas. *Gida*, 33(5), 225-233.
- ERS. (2006). Food consumption (per capita) data system. Econ. Res. Service, U.S. Dept. of Agriculture. www.ers.usda.gov/data/foodconsumption. Accessed July 26.
- Friedman, M. (1992). Dietary impact of food processing. *Annual review of nutrition*, 12(1), 119-137.
- Forney, C. F. & Austin, R. K. (1988). Time of day at harvest influences carbohydrate concentration in crisphead lettuce and its sensitivity to high CO₂ levels after harvest. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 113, 581–583.
- Garikapaty, V. P., Ashok, B. T., Chen, Y. G., Mittelman, A., Iatropoulos, M., & Tiwari, R. K. (2005). Anti-carcinogenic and anti-metastatic properties of indole-3-carbinol in prostate cancer. *Oncology Reports*, 13(1), 89–93.

Gazzani, G., Pappetti, A., Massolini, G., & Daglia, M. (1998). Anti- and pro-oxidant activity of water soluble components of some common diet vegetables and the effect of thermal treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4118–4122.

Gebczynski, P., & Kmiecik, W. (2007). Effects of traditional and modified technology, in the production of frozen cauliflower, on the contents of selected antioxidative compounds. *Food Chemistry*, 101, 229–235.

Greffield, H. and Southgate, D.A.T. (1992) in *Food Composition Data. Production, Management and Use*. Elsevier Applied Science

Gupta, S., Gowri, B. S., Lakshmi, A. J., & Prakash, J. (2013). Retention of nutrients in green leafy vegetables on dehydration. *Journal of food science and technology*, 50(5), 918-925.

Hernandez, J.A., Pavon, G. and Garcia, M.A. (2000): Analytical solution of mass transfer equation considering shrinkage for modeling food-drying kinetics. *Journal of food engineering*, 45: 1-10.

Howard, L. A., Wong, A. D., Perry, A. K., & Klein, B. P. (1999). β -Carotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables. *Journal of Food Science*, 64(5), 929-936.

Hruschka, H. W. (1977). Postharvest weight loss and shrivel in five fruits and five vegetables. *USDA-ARS Mark. Res. Rep.*, 1059, 23p.

Huang Z., B. Wang, D.H. Eaves, J.M. Shikany and Pace R.D. (2007). Phenolic compound profile of selected vegetables frequently consumed by African Americans in the Southeast United States. *Food Chem.*, 103: 1395-1402

Hunter, K.J. and Fletcher J.M. (2002). The antioxidant activity and composition of fresh, frozen, jarred and canned vegetable. *Innovation Food Sci, Emerg. Technol.*, 3: 399-406

Jakubikova, J., Bao, Y., & Sedlak, J. (2005). Isothiocyanates induce cell cycle arrest, apoptosis and mitochondrial potential depolarization in HL-60 and multidrug-resistant cell lines. *Anticancer Research*, 25(5), 3375–3386.

Jiratanan T. and Liu R.H. (2004), Antioxidant activity of processed table beets (*Beta vulgaris* var. *conditiva*) and green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J Agric Food Chem* 52:2659–2670

Jones, R. B., Faragher, J. D., & Winkler, S. (2006). A review of the influence of postharvest treatments on quality and glucosinolate content in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) heads. *Postharvest Biology and Technology*.

Kader, A. A. & Saltveit, M. E. (2003). Respiration and gas exchange. In: In: Bartz, J. A. & Brecht, J. K. (eds.), *Postharvest physiology and pathology of vegetables*, 2nd ed. New York, U.S.A.: Marcel Dekker Inc., pp. 7-29.

Kader, A. A. (2005). Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. *Acta Hort.* 682, p. 2169-2174.

Kalt, W. (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. *Journal of food science*, 70(1).

Karel, M. (1975). Freeze dehydration of foods. In *Principles of Food Science. Part II: Physical Principles of Food Preservation*, edited by M. Karel, O. W. Fennema, and D. B. Lund. Marcel Dekker, New York.

Kingsly, A.R.P., Meena, H.R., Jain, R.K. and Singh, D.B. (2007): Shrinkage of ber (*Zizyphus Mauritiana* L.) fruits during sun drying. *Journal of food engineering*, 79: 6-10.

Lerici, C. R, Pinnavaia, G., Dalla Rosa, M., and Bartolucci, L. (1985). Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. *J. Food Sci.* 50:1217-1219, 1226.

Lin, W. C., Hall, J. W. and Saltveit, M.E. (1993). Ripening stage affects the chilling sensitivity of greenhouse-grown peppers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 118, 791–795

Lindley, M. G. (1998). The impact of food processing on antioxidants in vegetable oils, fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 9(8), 336-340.

Lipton, W. J. & Barger, W. R. (1965). Market quality of head lettuce in relation to delays between harvest and precooling and temperature after cooling. *USDA – ARS*, 51-5

Lougheed, E. C. & Dewey, D. H. (1966). Factors affecting the tenderizing effect of modified atmospheres on asparagus spears during storage. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 89, 336-345.

Mangels A.R., Holden J.M., Beecher G.R. Forman, M.R. and Lanza E. (1993). Carotenoid content of fruits and vegetables an evaluation of analytic data *Journal of the American Dietetic Association* Vol 93 No 3 pp 284- 296

Manolopoulou, E., & Varzakas, T. (2016). Effect of Temperature in Color Changes of Green Vegetables. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 4(Special Issue Nutrition in Conference October 2016), 10-17.

Marquez, U.M.L. & Sinnecker, P. (2007). Chlorophylls: Properties, biosynthesis, degradation and functions. In: *Food Colorants Chemical and Functional Properties* (edited by C. Socaciu). Pp. 25-49. Florida, USA: CRC Press, Taylor and Francis Group

McElhatton, A., & Marshall, R. J. (2007). *Food Safety A Practical and Case Study Approach*. Food Safety. A Practical and Case Study Approach, xx + 316pp. Retrieved from <http://bit.ly/2tsa5xD>.

Murador, D. C., Mercadante, A. Z., & De Rosso, V. V. (2015). Cooking techniques improve the levels of bioactive compounds and antioxidant activity in kale and red cabbage. *Food Chemistry*, 196, 1101–1107. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.037>

Murcia M A, Lopez- Ayerra B, Martinez-Tom´e M, Vera A M and Garcia-Carmona F, (2000). Evolution of ascorbic acid and peroxidase during industrial processing of broccoli. *J Sci Food Agric* 80:1882–1886

Murcia A., M., Jiménez, A. M., & Martínez-Tomé, M. (2009). Vegetables antioxidant losses during industrial processing and refrigerated storage. *Food Research International*, 42(8), 1046–1052. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.04.012>

Min, Z., Chunli, L., & Ping, C. (2004). Effects of processing conditions of the green-leafy vegetable juice enriched with selenium on its quality stability. *Journal of food engineering*, 62(4), 393-398.

Nicoli, M. C., Anese, M., & Parpinel, M. (1999). Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 10(3), 94-100.

Nilsson, J., R. Stegmark and B. Akesson, (2004). Total antioxidant capacity in different pea (*Pisum sativum*) varieties after blanching and freezing. *Food Chem .*, 86:501-507.

O’Beirne D. (1990) “Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables” in *Chilled Foods. The State of the Art*, ed. T.R.Gormley, Elsevier Applied Science, London-N.Y., pp. 183-199.

Papetti, A., Daglia, M., Grisoli, P., Dacarro, C., Grecotti, C., & Gazzani, G. (2006). Antioxidant and pro-oxidant activity of *Chicorium* genus vegetables and effect of thermal treatment in biological systems. *Food Chemistry*, 97, 157–165.

Parr, A.J. and G.P. Bolwell, (2000). Phenols in the plant and in the man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *J. Sci. Food Agric.*, 80: 985-1012.

Pessoa, LPF., Mendes, FM., Queiroz, ME., Vieira de Melo, SAB. and Lee Nelson, D. (2007). Distillation and drying. In: Y.H. Hui (editor), *Handbook of food products manufacturing*. John Wiley and sons, Inc. New Jersey, pp 157-168.

Pojer, E., Mattivi, F., Johnson, D., & Stockley, C. S. (2013). The case for anthocyanin consumption to promote human health: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(5), 483–508.

Ragaert, P., Verbeke, W., Devlieghere, F., & Debevere, J. (2004). Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality and Preference*, 15(3), 259-270

Rahman, SM and Perera, OC. (2007): Dying and food preservation. In: MS. Rahman (Editor), *Handbook of food preservation* (2nded). CRC Press, Boca Raton, Florida, pp: 403-432.

Rai, D., Agrawal, R., Kumar, R., Rai, A., & Rai, G. (2014). Effect of Processing on Magnesium Content of Green Leafy Vegetables. *Journal of Applied Spectroscopy*, 80(6).

Ratti, C. (1994): Shrinkage during drying of foodstuffs. *Journal of food engineering*, 23: 91-105.

Rickman, J. C., Barrett, D. M., & Bruhn, C. M. (2007). Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(6), 930-944.

Rickman, J. C., Barrett, D. M., & Bruhn, C. M. (2007, April 30). Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.

Rickman, J. C., Bruhn, C. M., & Barrett, D. M. (2007). Nutritional comparison of fresh, frozen, and canned fruits and vegetables II. Vitamin A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(7), 1185-1196.

Rimm, E. B., Ascherio, A., Giovannucci, E., Spiegelman, D., Stampfer, M. J., & Willett, W. C. (1996). Vegetable, fruit, and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. *The Journal of American Medical Association*, 275 (6), 447–451.

Robinson, J. E., Browne, K. M. & Burton, W. G. (1975). Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. *Ann. Appl. Biol.*, 81, 399-408

Roy, M. K., Takenaka, M., Isobe, S., & Tsushida, T. (2007). Antioxidant potential, anti-proliferative activities, and phenolic content in water-soluble fractions of some commonly consumed vegetables: Effects of thermal treatment. *Food Chemistry*, 103(1), 106-114.

Ruiz-Lopez, I.I. and Garcia-Alvarado, M.A. (2007): Analytical solution for food-drying kinetics considering shrinkage and variable diffusivity. *Journal of food engineering*, 79: 208-216.

Saccani G, Trifir' o A, Cortesi A, Gherardi S, Zanotti A and Montanari A, (2001) Effects of production technology and storage conditions on the content of water-soluble vitamins in tomato purees. *Ind Conserve* 76:107–118.

Sakata T. (1993) Effects of short-chain fatty acids on gastrointestinal epithelial cells. In: *Dietary Fibre. Mechanisms of Action in Human Physiology and Metabolism*, ed Cherbut C, Barry J L, Lairon D & Durand M. Paris, France, pp 61-68.

Salama, A. M., Hicks, J. R. & Nock, J. F. (1990) Sugar and organic acid changes in stored onion bulbs treated with maleic hydrazide. *HortSci.*, 25, 1625–1628.

Saltveit, M. E. (2012). Lettuce. In: Gross K. C., Wang C. Y. & Saltveit M. (eds.), *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*. USDA Agric. Handbook No 66.

Salunkhe D.K., Bolin H.R. and Reddy N.R. (1991). Freezing, in *Storage, Processing, and Nutritional Quality of Fruits and Vegetables*, Vol. 2, *Processed Fruits and Vegetables*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 41–47.

Shewfelt, R.L. (2000). Fruit and vegetable quality. Én: *Fruit and Vegetable Quality: An Integrated View* (edited by R.L. Shewfelt & B. Brückner). Pp. 144-157. Lancaster, UK: Technomic Press

Simal, S., Rosello, C., Berna, A. and Mulet, A. (1998): Drying of shrinking cylinder-shaped bodies. *Journal of food engineering*, 37:423-435.

Singhal, R. S. & Kulkarni, P. R. (1998). Leafy vegetables. In: Salunkhe, D. K. & Kadam S. S. (eds.), Handbook of vegetable science and technology. New York, U.S.A.: Marcel Dekker Inc., pp. 533-588.

Smith JW and Kramer A (1972), Palatability and nutritive value of fresh, canned, and frozen collard greens. JAm Soc Hort Sci 97:161–163

Steinmetz, K. A., & Potter, J. D. (1996). Vegetables, fruit, and cancer prevention: a review. Journal of American Dietetic Association, 96 (10), 1027–1039.

Status, A. (1975). The effects of food processing on nutritional values. Nutrition Reviews, 33(10), 123-126.

Sullivan. J.F. and Craig. J.C. Jr. (1984). The development of explosion Puffing .Food Technol. Feb. 52.

Sweeney, J.P and Marsh A.C. (1971) Effect of processing on provitamin A in vegetables Journal of the American Dietetic association. Vol 59 No9 238 243

Tanaka, T., Shnimizu, M., & Moriwaki, H. (2012). Cancer chemoprevention by carotenoids. Molecules, 17(3), 3202–3242.

Thane, C., & Reddy, S. (1997). Processing of fruit and vegetables: effect on carotenoids. Nutrition & Food Science, 97(2), 58–65

Toivonen, P. M. A. & Forney, C. (2012). Broccoli. In: Gross K. C., Wang C. Y. & Saltveit M. (eds.). The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. USDA Agric. Handbook No 66.

Tsouvaltzis, P., Siomos, A. S. & Gerasopoulos, D. (2013). Effect of heat treatment on internal atmosphere and leaf extension of minimally processed leek stalks. Int. J. Food Sci. Tech., 48, 2105-2110.

Turkmen, N., Sari, F., & Velioglu, Y. S. (2005). The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food chemistry*, 93(4), 713-718.

Favell DJ, (1998). A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. *Food Chem* (62:59–64).

van Poppel, G., “Epidemiological evidence for β -carotene in prevention of cancer and cardiovascular disease 1996 *European Journal of Clinical Nutrition* Vol 50 Suppl. 3 pp 57-61

Van't Veer, P., Jansen, M. C., Klerk, M., & Kok, F. J. (2000). Fruits and vegetables in the prevention of cancer and cardiovascular disease. *Public Health Nutrition*, 3 (1), 103–107.
114M.K. Roy et al. / *Food Chemistry* 103 (2007) 106–11

Wang, L. (1991). *Trace elements in life science*. Beijing: China Metrology Press, pp. 189–248.

Wang, C. Y. (2012). Chilling and freezing injury. In: Gross K. C., Wang C. Y. & Saltveit M. (eds.), *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*. USDA Agric. Handbook No 66.

Watzke, H. J. (1998). Impact of processing on bioavailability examples of minerals in foods. *Trends in food science & technology*, 9(8), 320-327.

World health organization (WHO). (2003) *Global strategy on diet, physical activity and health*. On line: <http://bit.ly/2CHbnZU>

Woolfe M.L. (1992). “Temperature monitoring and measurement” in *Chilled Foods A Comprehensive Guide*, ed. C. Dennis and M. Stringer, Ellis Horwood, N.Y., pp.77 -109.

Wolosiak, R., E. Worobiej, M. Piecyk, B. Druzynska, D. Nowak and Lewicki P.P. (2009). Activities of amine and phenolic antioxidants and their changes in broad beans (*Vicia faba*) after freezing and steam cooking. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 45: 29-37.

Xu, H. B. (1983). Biological trace element: Selenium. Wuhan: Press of Engineering College of Central China.

Xu, B. and Chang S.K.C. (2008). Effect of soaking, boiling, and steaming on total phenolic content and antioxidant activities of cool season food legumes. Food Chem., 110: 1-13.

Ακουμιανάκης, Κ. Α., Καραπάνος, Ι. Χ., Αλεξόπουλος, Α. Α., Παπανδρέου, Α. & Νικολάου, Σ. (2013). Επίδραση της αλατότητας στο σταμναγκάθι (*Cichorium spinosum*) και του ασβεστίου στη γαλατσίδα (*Reichardia picroides*) στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά τους. Πρακτικά 26ου Συνεδρίου της Ε.Ε.Ε.Ο., 83-86

Αλεξόπουλος Α. (2016α) Αρχές και Μέθοδοι Επεξεργασίας Τροφίμων., Εισαγωγή - Γενικά Σχολή Επιστημών Γεωπονίας & Δασολογίας

Αλεξόπουλος Α. (2016β) Αρχές και Μέθοδοι Επεξεργασίας Τροφίμων., Θέρμανση τροφίμων με ηλεκτρική ενέργεια Σχολή Επιστημών Γεωπονίας & Δασολογίας

Αλεξόπουλος Α. (2016γ) Αρχές και Μέθοδοι Επεξεργασίας Τροφίμων., Ζεμάτισμα Τροφίμων., Σχολή Επιστημών Γεωπονίας & Δασολογίας

Αλεξόπουλος Α., (2016δ) Αρχές και Μέθοδοι Επεξεργασίας Τροφίμων., Παστερίωση - Αποστείρωση, Σχολή Επιστημών Γεωπονίας & Δασολογίας

Αλεξόπουλος Α., (2016ε) Αρχές και Μέθοδοι Επεξεργασίας Τροφίμων., Ψύξη, Σχολή Επιστημών Γεωπονίας & Δασολογίας

Αλεξόπουλος Α., (2016στ) Αρχές και Μέθοδοι Επεξεργασίας Τροφίμων., Κατάψυξη, Σχολή Επιστημών Γεωπονίας & Δασολογίας

Αλεξόπουλος Α., (2016ζ) Αρχές και Μέθοδοι Επεξεργασίας Τροφίμων., Αφυδάτωση, Σχολή Επιστημών Γεωπονίας & Δασολογίας

Αλεξόπουλος Α., (2016η) Αρχές και Μέθοδοι Επεξεργασίας Τροφίμων., Συσκευασία Τροφίμων υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα, Σχολή Επιστημών Γεωπονίας & Δασολογίας

Αλεξόπουλος Α., (2016θ) Αρχές και Μέθοδοι Επεξεργασίας Τροφίμων., Συντήρηση τροφίμων με την εφαρμογή ακτινοβολιών ιονισμού, Σχολή Επιστημών Γεωπονίας & Δασολογίας

Αλεξόπουλος Α., (2016ι) Αρχές και Μέθοδοι Επεξεργασίας Τροφίμων., Συντήρηση τροφίμων με την εφαρμογή υψηλών υδροστατικών πιέσεων, Σχολή Επιστημών Γεωπονίας & Δασολογίας

Αναγνωστοπούλου, Α., Ταλέλλη, Α. (2008α).«Τεχνολογία και Ποιότητα φρούτων και λαχανικών». Αθήνα.

Αναγνωστοπούλου, Α., Ταλέλλη, Α. (2008β). «Εργαστηριακές ασκήσεις τεχνολογίας και ποιοτικού ελέγχου φρούτων – λαχανικών». Αθήνα.

Απώλειες των βιταμινών κατά την επεξεργασία των τροφίμων
<https://teilar.gr/dbData/ProfAnn/profann-49f480ac.pdf>

Αρβανιτογιάννης, ΣΙ. και Μπόσνεα, Λ. (2001): Στοιχεία τεχνολογίας, μεταποίησης και συσκευασίας τροφίμων. University Studio Press, 363 σελ.

ΓΕΩΡΕΙΑ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ, ΤΕΥΧΟΣ 9,ΝΟΕΒΡΙΟΣ 1997

Γιαννακούρου Μαρία, Παρουσίαση μαθήματος Τεχνολογίας & Ποιότητας Φρούτων και Λαχανικών «Σύσταση φρούτων και λαχανικών», 2015 ΤΕΙ αθηνων, Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής.

Ιγνατιάδης Π. 2006 Τεχνολογία και αρχές παρασκευής τροφίμων. Τμήμα διατροφής και Διαιτολογίας. ΑΤΕΙ Κρήτης

Λαπιδάκης Νίκος (2017^α) Τεχνολογία και αρχές παρασκευής τροφίμων. Πηκτίνες. Τμήμα διατροφής και Διαιτολογίας. ΑΤΕΙ Κρήτης

Λαπιδάκης Ν. (2017^β) Τεχνολογία και αρχές παρασκευής τροφίμων. ΜΑΓΕΙΡΕΜΑ ΦΥΤΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ (ΜΕΘΟΔΟΙ & ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ). Τμήμα διατροφής και Διαιτολογίας. ΑΤΕΙ Κρήτης

Λιοσάτου Γ. ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ. Εργαστήριο 3 On-line: [εδώ](#)

Μπαδέκα Α. (2017) Προχωρημένα Μαθήματα Χημείας και Βιοχημείας Τροφίμων. Δημιουργία ενώσεων αρώματος στα τρόφιμα. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ ΑΝΟΙΚΤΑ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ

Μπεκατώρου Α. (2017). Χημεία τροφίμων : Φρούτα και λαχανικά . Τμήμα πανεπιστημίου Πατρών. Online : [εδώ](#)

Πάσσαμ, Χ., Τσαντίλη, Ε., Χριστόπουλος, Μ., Καυκαλέτου, Μ., Αλεξόπουλος, Α., Καραπάνος, Ι. (2015). Μετασυλλεκτική φυσιολογία και χειρισμοί ακέραιων φυτών, φυλλωδών λαχανικών και σαλατικών 2015 ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ, ΤΕΙ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Πλέσσας Σ. (2014) Θρεπτική αξιολόγηση τροφίμων, , Πρόγραμμα Δια Βίου Μάθησης ΑΕΙ για την επικαιροποίηση Γνώσεων Αποφοίτων ΑΕΙ (ΠΕΓΑ), on-line: <http://bit.ly/2rppHwR>

Ρούσσης Ι. (2015) Ενδογενή ένζυμα τροφίμων. NS Βιοχημεία και βιοτεχνολογία τροφίμων. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων online: [Εδώ](#)

Παπανικολαου Σ. (2015). Αρχές Βιοτεχνολογίας Τροφίμων Στοιχεία Μικροβιολογίας και Βιοχημείας των Βιομηχανικών Ζυμώσεων: Εφαρμογές Βιοτεχνολογίας. Γεωπονικό πανεπιστήμιο Αθηνών Online : [εδώ](#)

Ταλέλλη Α. (2014). Τεχνολογία & ποιότητα φρούτων και λαχανικών. Σχολη τεχνολογίας τροφίμων & διατροφής. Τμήμα τεχνολογίας τροφίμων online: [εδώ](#)

Τασιούλα-Μάργαρη Μαρία 2014 λιπαρές ύλες πανεπιστήμιο Ιωαννίνων τμήμα χημείας.
ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2014

Τάσου Χ και Χωριανόπουλος Ν. (NS) Επιτραπέζιες προβιοτικές ελιές Ένα νέο λειτουργικό τρόφιμο. ΕΘΙΑΓΕ p 18-21 online [Εδώ](#)

Τσακαλίδου Ε. (2015). Βιοχημεία Τροφίμων Ι, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, on-line: [Εδώ](#)