



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

Σύγχρονα πλαστικά υλικά συσκευασίας και η επίδραση τους  
στη μετασυλλεκτική διαχείριση των καρπών της τομάτας και  
του αγγουριού

Αποστολοπούλου Ουρανία-Διονυσία

Καλαμάτα, 2012

## Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή .....	3
Κεφάλαιο 1. Οι καρποί .....	6
1.1 Γενικές πληροφορίες για την τομάτα και το αγγούρι. ....	6
1.1.1. Η τομάτα .....	6
1.1.2. Το αγγούρι .....	7
1.2 Καρποί και Περιβάλλον στο Μετασυλλεκτικό Στάδιο.....	9
1.2.1 Εισαγωγή - Γενικές Πληροφορίες .....	9
1.2.2. Οι Βιολογικές Διεργασίες του Μετασυλλεκτικού Σταδίου των Καρπών και ο ρόλος τους στην ωρίμανση τους .....	11
1.3. Συνθήκες ελεγχόμενης και τροποποιημένης ατμόσφαιρας .....	18
Κεφάλαιο 2: Συσκευασία.....	22
2.1.Εισαγωγή .....	22
2.1.1 Σκοπός της συσκευασίας :Η προστασία του προϊόντος και τρόποι επίτευξης της.22	
2.1.2 Κριτήρια επιλογής του πλαστικού ως υλικού συσκευασίας και μορφές στις οποίες συναντάται με αυτή του την ιδιότητα. ....	24
2.2. Το Πλαστικό .....	25
Κεφάλαιο 3: Επιδράσεις των πλαστικών στη ντομάτα και το αγγούρι. ....	34
3.1 Εισαγωγή .....	34
3.2 Χαρακτηριστικά των καρπών: Ομοιότητες -Διαφορές.....	34
3.3: Ιδανικές Τροποποιημένες ή Ελεγχόμενες Ατμόσφαιρες: .....	36
3.4 Επιδράσεις.....	37
3.4.1 Τομάτα .....	37
3.4.2. Το αγγούρι .....	46
Συμπεράσματα .....	67
Βιβλιογραφία .....	82

Παραρτήματα.....	84
Παράρτημα 1: Κεφαλαίου 1.....	84
Παράρτημα 2: Κεφαλαίου 3.....	89
Παράρτημα 3.....	92

## Εισαγωγή

Από την αρχαιότητα ο άνθρωπος αισθάνθηκε την ανάγκη να συντηρήσει και να διαφυλάξει την τροφή του. Η αποξήρανση για τα φρούτα, η προστασία των καρπών από την υγρασία, η φύλαξη των δημητριακών σε υπόγειες κατασκευές στους Νεολιθικούς οικισμούς της Μέσης Ανατολής πριν από 9000 -11000 χρόνια (Σφακιωτάκης, 1995), όπως και η συνειδητοποίηση της αξίας των χαμηλών θερμοκρασιών, είναι μερικά στοιχεία- δείγματα αυτής της προσπάθειας. Τα φύλλα των φυτών και των δέντρων, τα δέρματα των ζώων στα προϊστορικά χρόνια, πλεκτά δοχεία, το ύφασμα και ο πηλός στη συνέχεια, το χαρτί, το γυαλί, ο λευκοσίδηρος, το σίδηρο, το πλαστικό, το αλουμίνιο και το ξύλο στις μέρες μας, είναι τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν και χρησιμοποιούνται στη συσκευασία των μεταφερόμενων προϊόντων από τα σημεία παραγωγής – αγρός ή εργοστάσιο - έως τους χώρους φύλαξης τους ( αποθήκες) και τα καταστήματα /αγορά όπου θα διατεθούν για πώληση.

Η επιλογή του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί κάθε φορά έχει σχέση με το περιεχόμενο που θα πρέπει να συσκευάσει, τη φύση του, το είδος και την υφή του. Το κρασί, π.χ. φυλάσσεται μέσα σε ξύλο (βαρέλια) και γυαλί ( μπουκάλια). Η διατήρηση της βέλτιστης δυνατής ποιότητας του προϊόντος όμως, η επιμήκυνσή της ζωής του σε συνδυασμό με την επίτευξη του χαμηλότερου δυνατού κόστους για τον παραγωγό και τη μεγαλύτερη ικανοποίηση για τον καταναλωτή, καθώς και η προστασία του περιβάλλοντος είναι οι παράμετροι που συνιστούν τα πλαίσια μέσα στα οποία θα συντελεστεί όλη η μετασυλλεκτική εργασία όσον αφορά στους τομείς συσκευασίας και μετακίνησης των καρπών των οπωροκηπευτικών.

Για το πλαστικό που είναι το αντικείμενο της παρούσας εργασίας θα μπορούσε να λεχθεί γενικά ότι η *χρησιμοποίηση του στη συσκευασία της τομάτας και του αγγουριού, υπό μορφή μεμβρανών και υπό προϋποθέσεις, εκτιμάται να είναι θετική, με άλλα λόγια προστατευτική.*

*Ωστόσο, υπάρχουν κάποιοι παράγοντες όπως το θέμα της μετανάστευσης ουσιών μεταξύ τροφίμων και υλικών συσκευασίας, καθώς και το θέμα των αρνητικών επιδράσεων κάποιων μορφών πλαστικού για την υγεία του καταναλωτή που εγείρουν ερωτήματα.*

### *Σκοπός της μελέτης- Δομή*

Η εργασία αυτή εστιάζει στο πλαστικό σαν υλικό συσκευασίας και αποβλέπει να διερευνήσει την επίδραση του στους καρπούς της τομάτας και του αγγουριού στο μετασυλλεκτικό τους στάδιο. Απαρτίζεται από τέσσερα μέρη:

- Το Α Μέρος ασχολείται γενικά με τις βιολογικές διεργασίες των καρπών μετά τη συγκομιδή τους και στηρίζεται σε πληροφορίες που συνελέγησαν από βιβλία Ελλήνων συγγραφέων.
- Το Β Μέρος καταπιάνεται με τη συσκευασία και το πλαστικό σαν υλικό συσκευασίας και
- Το Γ Μέρος είναι αποκλειστικά μελέτη και παρουσίαση ερευνών (papers) που έγιναν από ξένους ως επί το πλείστον, και λιγότερο Έλληνες, ερευνητές. Οι μελέτες έχουν όλες μεταφραστεί και παρατίθενται μεταφρασμένες – μερικές περιληπτικά και στο τμήμα που μας αφορά, γιατί είναι μακροσκελείς. Στο τέλος της κάθε μιας ή ανά τμήματα στις μεγάλες δίνονται συνοπτικά τα συμπεράσματα που ανακύπτουν. Περισσότερο εμπειριστατωμένα και σε συνδυασμό με τις πληροφορίες του Α Κεφαλαίου παρουσιάζονται τα συμπεράσματα στο
- Δ Μέρος, ‘ Συμπεράσματα – Επίλογος’.

Δομή – Περιεχόμενα

#### *Κεφάλαιο Α. Καρποί*

A1. Γενικές πληροφορίες για την τομάτα και το αγγούρι.

A1.α. Η τομάτα

A1.β. Το αγγούρι

A2. Καρποί και Περιβάλλον στο Μετασυλλεκτικό Στάδιο.

A2.α.Εισαγωγή - Γενικές Πληροφορίες

A2. β. Οι Βιολογικές Διεργασίες του Μετασυλλεκτικού Σταδίου των Καρπών και ο ρόλος τους στην ωρίμανση

I. Η αναπνοή-Κλιμακτηριακοί και μη Κλιμακτηριακοί Καρποί

II. Το αιθυλένιο στην ωρίμανση

III. Η Διαπνοή-Απώλεια νερού

IV Συμπέρασμα και σημασία των βιολογικών διεργασιών για την περαιτέρω μεταχείριση των καρπών

A3. Συνθήκες Τροποποιημένης /Ελεγχόμενης Ατμόσφαιρας και η σημασία τους

A4. Ιδιαιτερότητες Συντήρησης της Τομάτας και του Αγγουριού

Επίλογος

## *Κεφάλαιο Β. Συσκευασία*

### *Β1.Εισαγωγή*

#### *Β1. α Σκοπός της συσκευασίας*

*Β1.β. Κριτήρια επιλογής του πλαστικού ως υλικού συσκευασίας και μορφές στις οποίες συναντάται με αυτή του την ιδιότητα.*

### *Β2. Το Πλαστικό*

#### *I. Ορισμός του πλαστικού*

#### *II. Ιστορική πορεία του πλαστικού*

#### *III. Τα είδη των πλαστικών υλικών και η χρήση τους*

#### *Επίλογος*

## *Κεφάλαιο Γ. Επίδραση του πλαστικού στους καρπούς της τομάτας και του αγγουριού ( ατελής)*

### *Γ.1. Εισαγωγή*

### *Γ.2. Χαρακτηριστικά των δύο καρπών: Ομοιότητες- Διαφορές*

### *Γ.3. Ιδανικές Τροποποιημένες ή Ελεγχόμενες Ατμόσφαιρες*

#### *Γ.4.1. Επιδράσεις –Η τομάτα*

#### *Γ.4.2. Επιδράσεις –Το αγγούρι*

### *Δ. Συμπεράσματα - Επίλογος της Εργασίας*

### *Βιβλιογραφία*

### *Παραρτήματα – Νομοθεσία*



## Κεφάλαιο 1. Οι καρποί

### 1.1 Γενικές πληροφορίες για την τομάτα και το αγγούρι.

#### 1.1.1. Η τομάτα

Η τομάτα (*Solanum Lycopersicum esculentum*) είναι ετήσιο λαχανικό που καλλιεργείται για τον καρπό του ο οποίος καταναλώνεται σε πολλές μορφές: νωπός, αποξηραμένος, σε άλμη, ή σε πολτό. Παρέχει στον άνθρωπο βιταμίνες (A) και (C), και ιχνοστοιχεία. Έχει ωραίο (κόκκινο/ ρόδινο / κίτρινο) χρώμα και ευχάριστη γεύση.

Η τομάτα ανήκει βοτανικά στην οικογένεια των Σολανωδών (*Solanaceae*), τα μέλη της οποίας περιέχουν στα φύλλα τους το αλκαλοειδές 'σολανίνη' που είναι τοξικό για τον άνθρωπο και τα ζώα. Ο καρπός της είναι ράγα, και έχει 4-10 χώρους ( πολύχωρος ράγα). Αποτελείται από το φλοιό ( ή εξωκάρπιο), το περικάρπιο ( σάρκα) τους ιστούς και τους σπόρους. Το πάχος του φλοιού αυξάνει στο πρώτο στάδιο της ανάπτυξης του καρπού , λεπταίνει στη συνέχεια και απλώνει κατά το στάδιο της ωρίμασης. Η σάρκα διαμορφώνει τους χώρους των κελιών και είναι πλούσια σε χυμό με περιεκτικότητα 3-6% σε στερεά συστατικά. Μέσα στα κελιά βρίσκονται οι σπόροι οι οποίοι περιβάλλονται από ζελατινώδη κύτταρα παρεγγύματος ( ζελατινώδης ουσία), και διαφέρουν σε αριθμό, ανάλογα με την ποικιλία. Τα γειτονικά κελιά χωρίζονται από διάφραγμα που εκτείνεται από το κέντρο του καρπού έως την επιδερμίδα. Στην επίδραση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και στις χρωστικές καροτίνη και λυκοπίνη ( επίσης αντιοξειδωτική ουσία) αποδίδεται αντίστοιχα το κίτρινο και το κόκκινο χρώμα της τομάτας.

Στην Ελλάδα το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμοκηπίων που καλλιεργούν τομάτα βρίσκεται στην Κρήτη ( 43.3%), δεύτερη έρχεται η Πελοπόννησος και η Δ. Στερεά (23.3%) και τρίτη η Κ. & Δ. Μακεδονία (15.85%). Περίπου τα 2/3 των καλλιεργειών είναι με βιομηχανική τομάτα που θα μεταποιηθεί και το υπόλοιπο για επιτραπέζια χρήση. ( Απον, 2002; Κατσογιάννη, 2010) Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα είδη *Sonora*, *Oval Red*, *Red Ball*, *Titano*, *Rio Grande*, στη δεύτερη τα *GC – 204*, *Alonso*, *Jolly*, *Arletta*, *Mereto*, *Acor*, *Dombo*, *Dombito*. Άλλες ποικιλίες είναι οι *Regina dei Vigneti*, *Servant*, *Sideritis*, *Valence blanc / noir* και *Yapincak*.

Διακρίνονται τέσσερις εμπορικοί τύποι ντομάτας:

A) «στρογγυλές»

Β) με «ραβδώσεις»

Γ) «επιμήκεις»

Δ) τομάτες «cerises» ( συμπεριλαμβανομένων και των τοματών “ cocktail”

Η συλλογή των καρπών της ( όπως και του αγγουριού) πρέπει να γίνεται όταν αποκτήσουν ορισμένο ελάχιστο μέγεθος ή και χρώμα, χαρακτηριστικό της ποικιλίας στην οποία ανήκουν και ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται. Ωριμάζει πλήρως σε δύο εβδομάδες μετά το στάδιο του ώριμου πράσινου χρώματος στο οποίο έχει αποκτήσει και το τελικό της μέγεθος. Κατά την ωρίμανση υπάρχουν μεταβολές στη γεύση, το άρωμα, την υφή και τη χημική σύσταση ( περιεκτικότητα σε σάκχαρα και οξέα, η συγκέντρωση των οποίων μαζί με άλλων οργανικών ενώσεων προσδίδουν τη γεύση και το άρωμα της). ( Βασιλακάκης, 2006:127) Η καλύτερη θερμοκρασία για την ωρίμανσή της τομάτας είναι οι 20<sup>0</sup>C -24 <sup>0</sup> C . Κάτω των 13<sup>0</sup> C επιβραδύνεται ο ρυθμός ωρίμανσης της και άρα χημική σύσταση / σύνθεση των χρωστικών.

### 1.1.2. Το αγγούρι

Το αγγούρι (*Cucumis Sativus*, *Cucurbitaceae*) είναι καρπός της οικογένειας των ‘Κολοκυνθοειδών’, της οικογένειας που δίνει το πεπόνι, το καρπούζι και το κολοκύθι. Έχει βλαστούς ποώδεις, γωνιώδεις με τρίχες που έρπονται ή αναρριχώνται. Τα άνθη του είναι κίτρινα αρσενικά ή θηλυκά, πάνω στο ίδιο φυτό και τα δύο . Η επικονίαση γίνεται με έντομα. Με μπόλιασμα στο υποκείμενο *Cucurbita Filicifolia* δημιουργούνται φυτά πιο ανθεκτικά στο κρύο και τις ασθένειες, ενώ αντίξοες καλλιεργητικές συνθήκες δίνουν πικρούς καρπούς. Το αγγούρι απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες και μπορεί να καλλιεργηθεί στο ύπαιθρο μόνο καλοκαίρι , σε θερμοκήπιο και τον χειμώνα. Οι φυτεύσεις έτοιμων φυτών γίνονται μετά τα μέσα της άνοιξης, όταν οι θερμοκρασίες δεν είναι απαγορευτικές πλέον. Ευνοούν την ανάπτυξή του οι υψηλές θερμοκρασίες και η υγρασία. Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στην αφυδάτωση, γι’ αυτό πρέπει να αποφεύγεται η έκθεσή του στον ήλιο και τον αέρα. (Βασιλακάκης, 2006:454). Δίνει καρπούς ενάμισι μήνα μετά την φύτευση

Συγκομίζεται όταν αποκτήσει ορισμένο μέγεθος /μήκος και διάμετρο.

Ο ανώριμος καρπός του καταναλώνεται όπως και η τομάτα ως σαλατικό.



Οι ποικιλίες του δίνουν μικρά αγγουράκια για τουρσί και τα συνηθισμένα μεγάλα για σαλάτα. Η Κρήτη δίνει την ποικιλία 'ξυλάγγουρο, σαν μικρό πεπόνι, με ανοιχτό πράσινο χρώμα και ελαφρύ χνούδι στο φλοιό. Οι βιταμίνες που προσφέρει είναι λίγες : C, B1 , B2 και η A που υπάρχει στο φλοιό.

Υπάρχουν πέντε τύποι αγγουριού που καλλιεργούνται στον αγρό ή κάτω από προστατευτικές συνθήκες. Οι δύο βασικοί τύποι του αγρού είναι οι 'slicing' ( τεμαχισμού) και οι 'pickling' ( τουρσί). Το Ευρωπαϊκό αγγούρι ( της Ολλανδίας ή της Αγγλίας) είναι το παραδοσιακό του θερμοκηπίου, αλλά τα τελευταία χρόνια η παραγωγή των 'μίνι' και των 'Beit Alpha' τύπων έχει αυξηθεί κυρίως κάτω από συνθήκες προστατευμένου περιβάλλοντος. Τα 'μίνι' προέρχονται από σπόρους του Ολλανδικού, τα 'Beit Alpha' από το Ισραήλ. (Shaw et al. 2007, Sargent , Maynard , 2009). Τα 'slicing' και 'pickling' έχουν σπόρους , τα ευρωπαϊκά , 'μίνι' και 'Beit Alpha' όχι.

Τα 'τουρσί' συγκομίζονται περίπου πέντε μέρες μετά το δέσιμό τους, τα 'slicing' μετά από 15 -18, τα Ευρωπαϊκά μετά από 10-12 ενώ τα 'μίνι' και 'Beit Alpha' έπειτα από 4 -6 μέρες. Ο χρόνος αυτός καθορίζεται από τη θερμοκρασία.

Οι κανονισμοί για τη συγκομιδή τους στις ΗΠΑ προϋποθέτουν για τα αγρού να έχουν ελάχιστο μήκος 15.2 εκ. και μέγιστη διάμετρο 6.0 εκ. Η διάμετρος των 'τουρσί' ποικίλει από 2.7 έως 5.1 εκ. ανάλογα με τη χρήση που προορίζονται. (Peirce, 1987; Sargent ; Maynard , 2009). Τα Ευρωπαϊκά του θερμοκηπίου πρέπει να έχουν ελάχιστο μήκος 28 εκ. ενώ στη συσκευασία τους απαιτείται ο κάθε καρπός να είναι περιτυλιγμένος σε μεμβράνη. Για τα 'μίνι' και 'Beit Alpha' δεν υπάρχουν κανονισμοί, αλλά προϋποτίθεται ότι το χρώμα τους πρέπει να είναι σκούρο πράσινο, οι καρποί τους σταθεροί στην υφή και μικρής διαμέτρου , συνήθως 2-4 εκατοστά. (Sargent ; Maynard , 2009).

## 1.2 Καρποί και Περιβάλλον στο Μετασυλλεκτικό Στάδιο.

### 1.2.1 Εισαγωγή - Γενικές Πληροφορίες

Όταν γίνεται λόγος για προϊόντα που θα πρέπει να συντηρηθούν μετά την απομάκρυνσή τους από το φυτό, εννοούνται μόνο προϊόντα καλής ποιότητας τα οποία όσο καλές συνθήκες και να επικρατούν δεν θα παρουσιάσουν βελτίωση αλλά επιδείνωση της ποιότητας τους με την πάροδο του χρόνου. (Βασιλακάκης, 2006:270). Επομένως δεν γίνεται καν λόγος για προϊόντα αμφίβολης, πόσο μάλλον κακής ποιότητας.

Οι νωποί καρποί των οπωρών και των λαχανικών μετά τη συγκομιδή και την απομάκρυνσή τους από το μητρικό φυτό συνεχίζουν να είναι ζωντανοί οργανισμοί και να υφίστανται βιολογικές διεργασίες, απαραίτητες για τη συντήρησή τους. Μεταβολές που υφίστανται κατά την ανάπτυξη και ωρίμανσή τους, όταν ακόμη βρίσκονται πάνω στο φυτό και οι οποίες μπορεί να συνεχισθούν και μετά τη συγκομιδή τους είναι

A) απώλεια χλωροφύλλης ( πράσινο χρώμα)

B) σχηματισμός καροτινοειδών . Ευθύνονται για το κίτρινο και πορτοκαλί χρώμα στα ροδάκινα και βερίκοκα. Το κόκκινο χρώμα, το οποίο σχηματίζεται στις τομάτες οφείλεται σε ένα ειδικό καροτινοειδές, το Λυκοπίνιο.

Γ) μεταβολές στους υδατάνθρακες που περιλαμβάνουν:

-τη μετατροπή του αμύλου σε σάκχαρα, η οποία είναι επιθυμητή στους περισσότερους καρπούς των οπωροκηπευτικών, εκτός πατάτας.

- τη μετατροπή των σακχάρων σε άμυλο.

- τη μετατροπή του αμύλου και των σακχάρων σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό και ενέργεια διά της αναπνοής.

-τη διάσπαση των πηκτικών και άλλων πολυσακχαριτών, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή της υφής ( μαλάκωμα των καρπών και ευαισθησία τους σε τραύματα

- μεταβολές στα οργανικά οξέα, στις πρωτεΐνες, στα αμινοξέα και τα λίπη.

Οι βιολογικές αυτές διεργασίες έχουν ως αποτέλεσμα μεταβολές όχι μόνο ποιοτικές αλλά και ποσοτικές: οι καρποί χάνουν μέρος από το νερό που περιέχουν ως αποτέλεσμα εξάτμισης, το οποίο φυσικά και δεν αντικαθίσταται από το φυτό αφού έχουν αποκοπεί, και

έτσι μαραίνονται ή και ξηραίνονται ακόμη, ενώ μπορεί να προσβάλλονται από βακτήρια και μύκητες που τους καταστρέφουν παθολογικά. Υφίστανται δηλαδή υποβάθμιση της ποιότητας τους ως αποτέλεσμα των βιολογικών διεργασιών τους, και όχι μόνο. Περιβαλλοντικοί παράγοντες και κακή ή ελλιπής μεταχείριση μπορούν ακόμη να συνεισφέρουν στην υποβάθμισή ή και καταστροφή τους. Τραύματα κατά τη μεταφορά, μώλωπες από συμπιέσεις καρπών ή ακατάλληλες θερμοκρασίες όπως π.χ. υψηλότερες των 50<sup>0</sup> C για τα μήλα και υψηλότερες των 45<sup>0</sup> C για τις τομάτες (Huber 1935; Σφακιωτάκης 1995 :319) δεν αλλοιώνουν απλά την εμφάνιση, αλλά επιταχύνουν την απώλεια του νερού ( αφυδάτωση) και ανοίγουν την πόρτα στους μύκητες και τα μικρόβια, ενώ διεγείρουν την παραγωγή του διοξειδίου του άνθρακα και του αιθυλενίου, (Καραουλάνης, 2009:28) αέρια που η σημασία τους όπως θα φανεί στη συνέχεια είναι πολύ μεγάλη για την ωρίμανση ή συντήρηση των προϊόντων. Εκτιμάται γενικά ότι το σύνολο των απωλειών των ευπαθών γεωργικών προϊόντων παγκόσμια είναι 50% και στις ανεπτυγμένες χώρες 30-40%. (Σφακιωτάκης, 1995:18)

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που χρίζουν ιδιαίτερης προσοχής και ρύθμισης στο μετασυλλεκτικό στάδιο από τους ειδικούς επαγγελματίες της συντήρησης και της μεταφοράς των καρπών, με γνώμονα πάντοτε την καλύτερη δυνατή ποιότητα, άρα και εμπορευσιμότητα, είναι η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η ατμοσφαιρική σύσταση, η διάρκεια του χρόνου συντήρησης στους χώρους συντήρησης, από τη συγκομιδή και μέχρι να φτάσουν τα προϊόντα στον καταναλωτή καθώς επίσης και οι τρόποι χειρισμού των προϊόντων στη συσκευασία τους και καθόλη τη διάρκεια της μεταφοράς τους. Η έκθεση π.χ. σε ακατάλληλη θερμοκρασία θα προκαλέσει φυσικά τραύματα στους καρπούς και θα μειώσει την αντίστασή τους σε αυτά. Οι μωλωπισμοί θα επιτείνουν την αναπνευστική δραστηριότητα και ως εκ τούτου τη γήρανση.

## 1.2.2. Οι Βιολογικές Διεργασίες του Μετασυλλεκτικού Σταδίου των Καρπών και ο ρόλος τους στην ωρίμανση τους

### *1. Η αναπνοή-Κλιμακτηριακοί και μη Κλιμακτηριακοί Καρποί*

Κατά την αναπνευστική δραστηριότητα των καρπών των οπωροκηπευτικών που είναι η κύρια διεργασία τους και τους κρατάει στη ζωή (Καραουλάνης, 2009: 22), αλλά συνάμα τους γηράσκει επίσης, οι αποθηκευμένες οργανικές ενώσεις όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λίπη ( συσσωρευμένα ενώ οι καρποί βρίσκονταν ακόμη πάνω στο δένδρο /φυτό) διασπώνται σε απλούστερες ουσίες απελευθερώνοντας ενέργεια, αυτήν την οποία χρειάζονται για να επιτελέσουν τις μεταβολικές τους δραστηριότητες. Ένα μέρος αυτής της ενέργειας θα χρησιμοποιηθεί γι' αυτό το

σκοπό, για τη διατήρηση της διεργασίας της ζωής δηλαδή, και το υπόλοιπο απελευθερώνεται στο περιβάλλον σαν θερμότητα, η ονομαζόμενη «ζωτική θερμότητα» ή «θερμότητα αναπνοής» που στο στάδιο της συντήρησης θα παίξει καθοριστικό ρόλο γιατί βάσει αυτής θα πρέπει να ρυθμιστεί η θερμοκρασία του χώρου συντήρησης. Η θερμότητα αναπνοής πρέπει να απομακρύνεται διότι αλλιώς συντελεί στην άνοδο της θερμοκρασίας του άμεσου περιβάλλοντος που βρίσκονται οι καρποί, υποβαθμίζοντας την ποιότητα τους ή ακόμη επιφέροντας και την καταστροφή τους. Αν η θερμοκρασία συντήρησης ρυθμιστεί σωστά και χαμηλά, αλλά χωρίς τον κίνδυνο παγώματος, θα ελαττωθεί η αναπνευστική δραστηριότητα των καρπών (και γήρανση), αφού έχει εκτιμηθεί πως για κάθε μείωση της θερμοκρασίας κατά  $10^{\circ}\text{C}$ , ελαττώνεται η αναπνευστική δραστηριότητα ( ουσιαστικά οι χημικές αντιδράσεις) κατά 2 έως 4 φορές. Π.χ. ο ρυθμός αναπνοής ενός προϊόντος στους  $5^{\circ}\text{C}$  θα είναι μόνο  $\frac{1}{4}$  έως  $\frac{1}{6}$  αυτού που θα ήταν στους  $25^{\circ}\text{C}$ . (Καραουλάνης, 2009: 124). Το χαμηλότερο σημείο θερμοκρασίας είναι μεταξύ  $0^{\circ}\text{C}$  και  $(-20^{\circ}\text{C})$ . Αν το προϊόν παγώσει διαταράσσεται ο μεταβολισμός και η επικοινωνία των διαφόρων οργανιδίων του κυττάρου. Το νερό παγώνει έξω από τα κύτταρα και αυτά ξηραίνονται. Το καλύτερο αποτέλεσμα στη μείωση της αναπνοής επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες λίγο πιο πάνω από το σημείο πήξεως ενώ η διατήρηση της ποιότητας είναι άριστη σε θερμοκρασίες λίγο πιο πάνω από το σημείο αυτό.(Σφακιωτάκης, 1995:212) Οι πολύ ψηλές θερμοκρασίες προκαλούν καταστροφή των κυτταρικών μεμβρανών, αποικοδόμηση των πρωτεϊνών και ρευστοποίηση των λιπιδίων των



μεμβρανών, αναστολή της σύνθεσης χρωστικών ουσιών και διαταραχές του μηχανισμού ωρίμανσης. Έκθεση καρπών τομάτας σε θερμοκρασία 32<sup>o</sup> C έως 38<sup>o</sup> C έχει ως συνέπεια τη σύνθεση μόνο των κίτρινων χρωστικών, ενώ η σύνθεση των κόκκινων χρωστικών (λυκοπίνη) αναστέλλεται (Vogele, 1937; Σφακιωτάκης, 1995:319).

Όσον αφορά τις διασπώμενες ουσίες κατά την αναπνοή το άμυλο και τα σάκχαρα μετατρέπονται πρώτα σε οργανικά οξέα και στη συνέχεια σε απλούστερες ενώσεις του άνθρακα. Οι ενώσεις αυτές που παράγονται καθορίζουν το ρυθμό των μεταβολικών διαδικασιών και σχετίζονται άμεσα με ποιοτικές παραμέτρους όπως σκληρότητα, περιεκτικότητα σε σάκχαρα, άρωμα και γεύση. (Κατσογιάννη, 2010: 27). Για τη διεργασία της αναπνοής συγκεκριμένα καταναλίσκεται οξυγόνο από τον αέρα και παράγεται διοξείδιο του άνθρακα. Η μειωμένη συγκέντρωση οξυγόνου

μπορεί να επιδράσει ευνοϊκά στους καρπούς αφού μειώνονται οι μεταβολικές αντιδράσεις τους ( αναπνοή / επιβραδύνεται το μαλάκωμα της σάρκας και η διάσπαση της χλωροφύλλης όπως και η παραγωγή του αιθυλενίου), άρα και οι απώλειες στα αποθέματα τους, συνεπώς η ποιότητα τους και ουσιαστικά παρατείνεται η ζωή τους. (Σφακιωτάκης, 1995:253. Εάν η συγκέντρωση του οξυγόνου είναι πολύ μικρή γίνεται αναερόβιος αναπνοή και παράγονται αλκοόλες, ακεταλδεΐδες και άλλες ανεπιθύμητες ενώσεις ενώ οι ιστοί πεθαίνουν. ( Πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου  $O_2 < 1\%$  ή υψηλές διοξειδίου του άνθρακα  $CO_2 > 20\%$  , στην ατμόσφαιρα συντήρησης μπορούν να καταστρέψουν τα περισσότερα νωπά οπωροκηπευτικά). Στην ουσία επομένως, η όλη διαδικασία της αναπνοής σημαίνει επίσπευση της ωρίμανσης/γήρανσης των καρπών αφού τα αποθέματα τους που διασπώνται για να παράγουν ενέργεια και να διατηρηθούν οι καρποί στη ζωή διαρκώς μειώνονται. Άρα χάνεται η θρεπτική αξία του καρπού ( τροφίμου) για τον καταναλωτή, ενώ ταυτόχρονα υφίσταται υποβάθμιση και η γεύση.

Με βάση την αναπνευστική δραστηριότητα των καρπών και την παραγωγή τους σε αιθυλένιο κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης τους, αυτοί διαιρούνται σε δύο κατηγορίες:

- α) στους καρπούς με κλιμακτήριο φάση ( τομάτα, μήλο, αχλάδι, ροδάκινο) και
- β) στους καρπούς που δεν δίνουν κλιμακτήριο φάση ( αγγούρι, εσπεριδοειδή, σταφύλι, φράουλα ).

Στους πρώτους υπάρχει μεγάλη παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα  $CO_2$  και αιθυλενίου  $C_2H_4$  δηλαδή, ωρίμανσή. Οι καρποί με κλιμακτήριο φάση ωριμάζουν ομαλά μετά τη συγκομιδή τους , αυξάνει φυσιολογικά η συγκέντρωση των σακχάρων τους ενώ αναπτύσσονται πτητικές ουσίες όπως τα διάφορα αρώματα τους. Η σάρκα τους μαλακώνει με την

ωρίμανσή και αν συλλεγούν άγουροι, μαλακώνουν αλλά δεν γλυκαίνουν, ούτε αναπτύσσουν άρωμα ή γεύση. Το αέριο αιθυλένιο θα φέρει την ωρίμανση, επιταχύνοντας την αναπνευστική δραστηριότητα.

Η τομάτα συγκεκριμένα, σαν καρπός με κλιμακτήριο φάση, υπό ομαλές συνθήκες εμφανίζει απότομη αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας της, που συμπίπτει με την αρχή του κοκκινίσματος της, και ταχύτατες αλλαγές στα χημικά συστατικά της. Το λυκοπίνιο και το καροτίνιο αντικαθιστούν την χλωροφύλλη και συχνά εμφανίζονται ως ημι - υδαρή υλικά γύρω από τα σπόρια του καρπού. Τότε η τομάτα πλησιάζει την κλιμακτήριο κορυφή της.

Στους κλιμακτηρικούς καρπούς οι χαμηλές θερμοκρασίες χρησιμοποιούνται για να καθυστερήσουν την ωρίμανση λόγω επίδρασης στην παραγωγή του αιθυλενίου. Οι τομάτες, όσες έχουν ανάγκη να ωριμάσουν πριν καταναλωθούν, δεν πρέπει με κανένα τρόπο να τοποθετούνται σε ψυκτικούς χώρους κάτω από 10<sup>0</sup> C (McGlasson, 1985; Σφακιωτάκης 1995:312). Οι καρποί σε τέτοιο περιβάλλον παθαίνουν ζημιές από χαμηλές θερμοκρασίες (Hobson 1982), χάνουν την ικανότητα τους να ωριμάζουν, δεν αποκτούν το κόκκινο χρώμα, έστω και αν μεταφερθούν σε κανονικές θερμοκρασίες (18<sup>0</sup> C -22<sup>0</sup> C) και προσβάλλονται εύκολα από μικροοργανισμούς. Οι τελείως ώριμες τομάτες ( τελείως κόκκινες ) μπορούν να συντηρηθούν σε 5<sup>0</sup> C -19<sup>0</sup> C για λίγες ημέρες ( μέχρι 4 ) ( Σφακιωτάκης 1995:312).

Στη δεύτερη κατηγορία που δεν δίνει κλιμακτήριο φάση οι παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα και αιθυλενίου παραμένει χαμηλή και επομένως η ωρίμανση είναι βραδύτερη. Ακόμη και σε καλές συνθήκες ωρίμανσης, τα σάκχαρα δεν αυξάνονται ούτε επηρεάζεται η οξύτητα και το άρωμα γεύσης τους, αλλά το αιθυλένιο μπορεί να επηρεάσει τις αλλαγές του χρώματος σε ορισμένους καρπούς, όπως για παράδειγμα διασπά τη χρωστική της χλωροφύλλης προκαλώντας την εμφάνιση πορτοκαλί χρώματος. (Καραουλάνης, 2009:126)

Μετά τη συγκομιδή, ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται αργά στους μη κλιμακτηρικούς καρπούς, είναι ταχύτερος στους κλιμακτηρικούς, επομένως διαφέρουν οι ρυθμοί ωρίμανσης/γήρανσης στα δύο είδη. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι οι ρυθμοί αναπνοής για δύο τύπους αγγουριού των 'slicing' και ' Beit Alpha' είναι 23 -29 mg / kg / hr. Και 4 – 9 mg /kg σε θερμοκρασία 10<sup>0</sup> C, αντίστοιχα. ( Saltveit 2004; Sargent and Maynard, 2009).

Στους μη κλιμακτηρικούς καρπούς η μείωση της θερμοκρασίας έχει επίδραση στο βαθμό φθοράς τους , αφού αυτοί ούτως ή άλλως αργούν να ωριμάσουν



## *II. Το αιθυλένιο C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> στην ωρίμανση*

Το αιθυλένιο είναι το απλούστερο μέλος της σειράς των ακόρεστων υδρογονανθράκων – αλκενίων, με δύο άτομα άνθρακα και ένα διπλό δεσμό. Φυσιολογικό προϊόν των μεταβολισμών των φυτικών οργανισμών που παράγουν όλοι οι ιστοί των καρπών με και χωρίς κλιμακτήριο φάση συμμετέχει, σε αέρια μορφή, στη ρύθμιση διαφόρων φυσιολογικών λειτουργιών του φυτού και μπορεί να έχει θετικές (επιλεκτικά) ή αρνητικές επιδράσεις στα νωπά οπωροκηπευτικά. Μπορεί να επιταχύνει την ωρίμανσή τους μετά τη συγκομιδή, μπορεί όμως και να προκαλέσει σε κάποια είδη, φυσιολογικές ασθένειες.

Το αιθυλένιο θεωρείται ότι είναι η φυσική ορμόνη της ενηλικίωσης και της ωρίμανσης των καρπών, η παραγωγή του οποίου αυξάνει με το βαθμό ωριμότητας του καρπού κατά το στάδιο της ωρίμανσης, τα φυσιολογικά του τραύματα, τις υψηλές θερμοκρασίες, όταν προκύπτουν ασθένειες ως αποτέλεσμα ανόδου της θερμοκρασίας πάνω από 30<sup>0</sup> C, ή λόγω έλλειψης νερού. Η έκθεση των καρπών σε θερμοκρασίες άνω των 35<sup>0</sup> C επιφέρει τη διατάραξη του μεταβολισμού των κυττάρων με συνέπεια την αποδιοργάνωση των κυτταρικών μεμβρανών και τη φθορά του προϊόντος. (Σφακιωτάκης, 1995:212). Αντίστροφα, η παραγωγή αιθυλενίου μειώνεται όταν οι καρποί συντηρούνται στις κατάλληλες γι' αυτούς χαμηλές θερμοκρασίες, όταν μειώνονται οι συγκεντρώσεις οξυγόνου ή αυξάνονται του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα που βρίσκονται. Ένα παράδειγμα μειωμένης παρουσίας οξυγόνου είναι η παρεμπόδιση που προκαλεί στη δράση του αιθυλενίου να επάγει στα κύτταρα των καρπών του αβοκάντο, των μήλων και των ακτινιδίων τη σύνθεση των ενζύμων που ευθύνονται για το μαλάκωμα της σάρκας. (Σφακιωτάκης, 1995:253). Το αγγούρι φέρεται να έχει ρυθμό παραγωγής αιθυλενίου με διακύμανση στους 20<sup>0</sup> C ( $\mu\text{IC}_2\text{H}_4/\text{Kg/hr}$ ) 0.1 -1.0 και η τομάτα 1.0 – 10.0. (Καραουλάνης, 2009: 24).

Και εδώ επομένως ο παράγοντας θερμοκρασία /ψύξη φαίνεται να είναι καθοριστικής σημασίας. Για τον Σφακιωτάκη ( 1995 :209-210)) παίζει τον πιο σπουδαίο ρόλο στην αναπνευστική δραστηριότητα των ιστών: η μείωση της μειώνει την αναπνοή, η αύξηση της την εντείνει. Κατ' επέκταση επομένως επιδρά αντίστοιχα στο ρυθμό παραγωγής του αιθυλενίου αφού αυτό εκλύεται κατά την ωρίμανση που επιφέρεται με την αναπνοή, με άλλα λόγια, αυτό που λαμβάνει χώρα είναι μια αλυσίδα: αναπνοή/ωρίμανση -παραγωγή αιθυλενίου -ωρίμανση. Για να γίνει η όλη διεργασία του αιθυλενίου και να επιτελεστούν οι επιδράσεις του, απαιτείται η συγκέντρωση του στο εσωτερικό του καρπού να είναι ελάχιστη ενώ η θερμοκρασία του χώρου πάνω από ένα ελάχιστο σημείο. Η ανάλογη και κατάλληλη ρύθμιση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος χώρου θα μπορέσει να επιφέρει τα επιθυμητά

για τον παραγωγό ή έμπορο αποτελέσματα, επίσπευση / καθυστέρηση της ωρίμανσης. Τέλος, η παρουσία του αιθυλενίου στο μεταφορικό μέσο είναι δυνατόν να προκαλέσει πρόωρη ωρίμανση των καρπών ( π.χ. της τομάτας) και απώλεια του πράσινου χρώματος στα φυλλώδη λαχανικά, τις πράσινες πιπεριές, τα αγγούρια και τα κολοκυθάκια. Το αιθυλένιο επίσης σχετίζεται με το σχηματισμό πικρών ουσιών στα καρότα και κυρίως της ισοκουμαρίνης ( Carloton et al. 1961, Chalutz et al 1969), προκαλεί γηρασμό και απώλεια χλωροφύλλης στα λάχανα ( Pendergrass et al 1976) και καστανές κηλίδες στα φύλλα μαρουλιού ( Rood 1956, Morris and Kader 1977, Morris et al 1978). Το αιθυλένιο μαζί με άλλες πτητικές ουσίες βρέθηκε ότι προξενεί υποβάθμιση της ποιότητας στα λάχανα ( Hicks et al 1980, Hicks et al 1982), στα λαχανάκια Βρυξελλών, σε μπρόκολα, και κουνουπίδια (Toivonen et al 1982). Υψηλές συγκεντρώσεις αιθυλενίου, πάνω από 100 pp φαίνεται να προξενούν την πικρή γεύση στα λάχανα. (Σφακιωτάκης, 1995:312)

### *III. Η Διαπνοή: Απώλεια νερού*

Ο τρίτος λόγος που η θερμοκρασία είναι σημαντική έχει να κάνει με τον παράγοντα υγρασία. Τα νωπά οπωροκηπευτικά μετά τη συγκομιδή τους εξακολουθούν να χάνουν νερό υπό τη μορφή υδρατμών. Οι παράγοντες που συντελούν στην απώλεια νερού του καρπού είναι περιβαλλοντικοί, όπως θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα αέρα και ατμοσφαιρική πίεση. Όσο πιο μεγάλη π.χ. η ταχύτητα του αέρα μέσα στο ψυγείο συντήρησης ή στην ατμόσφαιρα τόσο μεγαλύτερες είναι οι απώλειες σε νερό. (Βασιλακάκης, 2006:279).

Αναλυτικότερα, υψηλές θερμοκρασίες σημαίνει αυξημένη διαπνοή λόγω αύξησης του ελλείμματος τάσης υδρατμών. ( Σφακιωτάκης, 1995:319). Ο ζεστός αέρας συγκρατεί περισσότερη υγρασία από ότι ο ψυχρός και έτσι μπορεί να αφαιρέσει μεγαλύτερα ποσά υγρασίας από το προϊόν. Η απώλεια του νερού του καρπού είναι αποτέλεσμα του βαθμού της εξάτμισης του νερού μεταξύ της ατμόσφαιρας μέσα στους καρπούς και της ατμόσφαιρας του εξωτερικού χώρου. ( έλλειμμα τάσεως υδρατμών –E.T.Y.) Το νερό που εξατμίζεται κατευθύνεται στο περιβάλλον της μικρότερης συγκέντρωσης ( ατμόσφαιρα περιβάλλοντος) και διαφεύγει μέσα από τα φυσικά ανοίγματα που βρίσκονται στην επιφάνεια των καρπών. Ο ρυθμός που το νερό θα διαφύγει ελέγχεται από τη διαφορά πίεσης των ατμών ( διαφορά πίεσης υγρασίας) που υπάρχει μεταξύ της υγρασίας του καρπού και εκείνης του αέρα του εξωτερικού χώρου, η οποία διαφορά πίεσης ρυθμίζεται από τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία ( μέτρο της ποσότητας των υδρατμών στον αέρα εκφραζόμενο ως ποσοστό της ποσότητας που ο αέρας μπορεί να κρατήσει σε αυτή τη

θερμοκρασία.). Η άριστη σχετική υγρασία ποικίλει ανάλογα με το προϊόν, αλλά τα περισσότερα νωπά οπωροκηπευτικά απαιτούν υψηλή (90-95%).

Σε δεδομένη θερμοκρασία και δεδομένο ρυθμό κυκλοφορίας του αέρα στο χώρο συντήρησης η απώλεια του νερού από το προϊόν εξαρτάται από τη σχετική υγρασία του χώρου, ενώ σε δεδομένη σχετική υγρασία, η απώλεια του νερού θα αυξάνεται με την άνοδο της θερμοκρασίας . Η ικανότητα του αέρα να συγκρατεί υδρατμούς είναι αντιστρόφως ανάλογη με την θερμοκρασία. Έτσι, καθώς η θερμοκρασία του ψυγείου μειώνεται μέρος των υδρατμών υγροποιείται και απομακρύνεται ως νερό. (Βασιλακάκης, 2006) Στους 25<sup>0</sup> C και σε σχ.υγρ. 30% το προϊόν ( καρπός) θα χάσει νερό 36 φορές περισσότερο από ότι στους 0<sup>0</sup> C και σχ. υγρ. 90%. Έτσι , η συντήρηση του προϊόντος σε χαμηλή θερμοκρασία είναι βασική ενέργεια, για τη μείωση της απώλειας νερού (Καραουλάνης, 2009) και κατ' επέκταση για το μαρασμό του.

Η απώλεια του νερού από τους καρπούς των οπωροκηπευτικών σημαίνει ποσοτική απώλεια αλλά και υποβάθμιση της εμφάνισης καθώς αυτοί μαραίνονται και χάνουν τη σφριγηλότητα τους , αλλά και τη θρεπτική τους αξία.

#### *IV Συμπέρασμα και σημασία των βιολογικών διεργασιών για την περαιτέρω μεταχείριση τους*

Η έκθεση των καρπών σε κατάλληλες ή ακατάλληλες γι' αυτούς συνθήκες, δηλαδή θερμοκρασίες πρωτίστως, υγρασία, σε συνάρτηση με χρόνο συντήρησης, συγκεντρώσεις οξυγόνου, διοξειδίου του άνθρακα, αιθυλενίου θα έχει την ανάλογη επίδραση , θετική ή αρνητική στην ωρίμανσή τους, τη σύσταση, την εμφάνιση και την ποιότητα τους ή την εκδήλωση φυσιολογικών και παθολογικών ασθενειών σε αυτούς, ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που συντελεί στην υποβάθμιση της ποιότητας. Οι καρποί είναι ευαίσθητοι στις προσβολές των παθογόνων οργανισμών κατά το στάδιο της ωρίμανσης και της ενηλικίωσής τους. Οι χαμηλές θερμοκρασίες τείνουν να ενισχύουν θετικά την αντίσταση τους στα παθογόνα μικρόβια, και η ανοδική ή καθοδική απόκλιση από τις κατάλληλες θερμοκρασίες θα φέρει αρνητικά αποτελέσματα που θα τους κάνει εύκολο στόχο στην προσβολή των μικροβίων .

Συγκεκριμένα, για την τομάτα και το αγγούρι, οι καρποί αυτοί υφίστανται τραύματα λόγω υψηλής θερμοκρασίας στους 35<sup>0</sup> C-50<sup>0</sup> C, όταν οι άριστες για ωρίμανση των καρπών θερμοκρασίες είναι από 20<sup>0</sup> -25<sup>0</sup>C, η ιδανική για μεταφορές και συντήρηση 10<sup>0</sup> C-15<sup>0</sup> C , και οι χαμηλές που προκαλούν τραύματα είναι 0<sup>0</sup> C-(-5<sup>0</sup>)C και κάτω των (-5<sup>0</sup>)C. Τότε προκαλούνται τραύματα λόγω κατάψυξης. (Καραουλάνης, 2009:31). Η αποθήκευση σε

θερμοκρασίες άνω των 27<sup>0</sup> C οδηγεί σε μείωση της έντασης του κόκκινου χρώματος. (Mc Glasson, 2002; Κατσογιάννη, 2010: 24).

- Τέλος, αξίζει να γίνει μια επισήμανση που δείχνει τη μεγάλη σημασία της θερμοκρασίας: οι υψηλές θερμοκρασίες συντελούν στην απώλεια της βιταμίνης C, της τόσο σημαντικής σε θρεπτική αξία για τον άνθρωπο.

Επομένως, στο μετασυλλεκτικό στάδιο η *επίτευξη* των κατάλληλων συνθηκών, δηλαδή θερμοκρασιών, επιπέδων υγρασίας, ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων, αποφυγή ασθενειών για τα οπωροκηπευτικά θα είναι καθοριστικής σημασίας στην καλύτερη συντήρηση , διατήρηση της ποιότητας τους και επιμήκυνση της ζωής τους.



### 1.3. Συνθήκες ελεγχόμενης και τροποποιημένης ατμόσφαιρας

Ο στόχος της επίτευξης των πιο πάνω συνθηκών οδηγεί στη δημιουργία ‘ συνθηκών ελεγχόμενης και τροποποιημένης ατμόσφαιρας’ , δηλαδή την επιλεκτική ποιοτική και ποσοτική διαμόρφωση και έλεγχο της κανονικής σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα ( CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>) και τη μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης ώστε να μεταβάλλεται η μερική πίεση των αερίων που επηρεάζουν το μεταβολισμό των καρπών. <sup>1</sup>(Σφακιωτάκης, 1995: 249). Συγκεκριμένα πρόκειται για μειωμένη συγκέντρωση οξυγόνου και αυξημένη διοξειδίου του άνθρακα, αν θέλουμε καθυστέρηση της ωρίμανσης, αυξημένο ή μειωμένο αιθυλένιο αν θέλουμε επίσπευση ωρίμανσης ή καθυστέρηση αντίστοιχα, ή πλήρη χρησιμοποίηση του αζώτου N<sub>2</sub> για αντικατάσταση του πραγματικού αέρα, ανάλογα με τους ρυθμούς της αναπνευστικής δραστηριότητας των καρπών και τις ανάγκες ωρίμανσής τους. Οι συνθήκες ελεγχόμενης και τροποποιημένης ατμόσφαιρας δεν λειτουργούν σε αντικατάσταση των άλλων παραγόντων συντήρησης, αλλά συμπληρωματικά και μαζί με την επικράτηση των κατάλληλων θερμοκρασιών και επιπέδων υγρασίας στον περιβάλλοντα χώρο. Οι επιδράσεις τους επίσης είναι σε συνάρτηση με άλλους παράγοντες, όπως το είδος των καρπών, την ποικιλία, τη φυσιολογική κατάσταση, ηλικία, χρόνο συντήρησης. (Καραουλάνης 2009:32). Εξάλλου και το κάθε προϊόν έχει διαφορετικές ανάγκες θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και χρόνου συντήρησης.

Το κάθε αέριο μπορεί να επιφέρει τις δικές του ιδιαίτερες μεταβολές, όπως το μονοξείδιο του άνθρακα CO στις τροποποιημένες ατμόσφαιρες που χρησιμοποιείται για να επιβραδύνει την εμφάνιση του καφετί χρώματος και να ελέγξει τη σήψη των καρπών. Η μείωση του οξυγόνου έχει σαν αποτέλεσμα α) τη διατήρηση της οξύτητας, β) τη μη αποικοδόμηση των πρωτεϊνών, γ) την επιβράδυνση της οξειδωσης του ασκορβικού οξέως ( βιτ. C) κ.α. (Βασιλακάκης, 2006:304). Οι τροποποιημένες /ελεγχόμενες ατμόσφαιρες μπορεί να χρησιμοποιηθούν και κατά τη διάρκεια της μεταφοράς.

Υπενθυμίζεται ότι το προϊόν με την αναπνοή χρησιμοποιεί το οξυγόνο και αυξάνει το διοξείδιο του άνθρακα κάτω από συνθήκες περιορισμένης εναλλαγής αέρα . Ο φλοιός των καρπών , οι τρόποι και τα υλικά συσκευασίας ( κάλυψη με κερί, περιτύλιγμα σε φιλμ,

---

<sup>1</sup> Η Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα διαφέρει από την Ελεγχόμενη στο ότι κάτω από συνθήκες ελεγχόμενης ατμόσφαιρας υπάρχει συνεχής ρύθμιση και η σύσταση της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα και οξυγόνο παραμένει σταθερή σε ορισμένα επίπεδα, ενώ στην τροποποιημένη μειώνεται το οξυγόνο και αυξάνεται το διοξείδιο, με την τελική σύσταση να μη παραμένει σταθερή, αλλά να εξαρτάται από την αναπνευστική δραστηριότητα των καρπών και το βαθμό διάχυσης των αερίων διά μέσου του φλοιού και του υλικού συσκευασίας που τους περιβάλλει.

χρήση ξύλου, χαρτονιού ή πλαστικού, πολύ-επίπεδη με επένδυση ή μη) , η υγρασία και η κυκλοφορία αέρα στο χώρο συντήρησης/ψύξης / μεταφοράς σε συνδυασμό με τη διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών αποτελούν φράγματα στη διείσδυση των αερίων στο εσωτερικό των καρπών. Ανάλογα με το βαθμό αναπνοής –τα επίπεδα κατανάλωσης οξυγόνου και παραγωγής διοξειδίου και αιθυλενίου –διαμορφώνεται η ατμόσφαιρα εντός των ιστών. Είναι επίσης σημαντικό άρα, να λαμβάνονται υπόψη οι επιδράσεις αυτών των φραγμάτων στον καθορισμό των τρόπων μετασυλλεκτικής μεταχείρισης και τη ρύθμιση της τροποποιημένης/ελεγχόμενης ατμόσφαιρας διότι λιγότερο οξυγόνο σημαίνει λιγότερες μεταβολικές δραστηριότητες για τα κύτταρα, αναστολή της παραγωγής αιθυλενίου και καταπόνηση των ιστών ( όταν η μείωση του οξυγόνου είναι πολύ μεγάλη) ως αποτέλεσμα των αναερόβιων συνθηκών και των χημικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό των ιστών. Όταν η εσωτερική συγκέντρωση οξυγόνου μειωθεί υπερβολικά, π.χ. ο τελικός δέκτης των ηλεκτρονίων, τα ένζυμα των κυττοχρωμοξειδασών παύουν να λειτουργούν και η ουσία  $\text{NADH}_2$  δεν μπορεί να οξειδωθεί σε  $\text{NAD}$  με συνέπεια να διακόπτεται ο κύκλος του κιτρικού οξέως. Υπό αυτές τις συνθήκες ο κύκλος της γλυκόλυσης δεν διακόπτεται, η γλυκόζη μετατρέπεται σε πυροσταφυλικό οξύ και μεταβολίζεται σε αιθανόλη και ακεταλδεΐδη, ουσίες που σε μεγάλη συσσώρευση μέσα στα κύτταρα γίνονται τοξικά, αποδιοργανώνουν τις κυτταρικές μεμβράνες και μετά από μακρά παρουσία οδηγούν στο θάνατο των κυττάρων. (Σφακιωτάκης, 1995:251-252). Η μικρή μείωση οξυγόνου μπορεί να είναι ευνοϊκή όμως, όπως ήδη αναφέρθηκε, καθότι μειώνεται η διαδικασία των μεταβολικών αντιδράσεων της αναπνοής και άρα παρατείνεται η ζωή των συλλεγμένων προϊόντων ενώ δεν αλλοιώνεται η ποιότητα τους.

Καταπόνηση προκαλεί η αυξημένη παρουσία του διοξειδίου του άνθρακα διότι παρεμποδίζει την αναπνοή και τη δράση των ενζύμων του κύκλου του κιτρικού οξέος, οπότε συσσωρεύονται οι τοξικές ακεταλδεΐδη και αιθυλική αλκοόλη. Η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα σε επίπεδα πάνω του 5% μπορεί να προκαλέσει ανώμαλη ωρίμανση στις τομάτες, αλλά σε συνθήκες με οξυγόνο < 8% και διοξείδιο του άνθρακα > 1% μειώνεται η ευαισθησία των ιστών των καρπών στην επίδραση του αιθυλενίου (Morris and Kader 1977; Σφακιωτάκης 1995:254 -256). Σύντομη έκθεση των καρπών σε υψηλή συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα δεν είναι βλαβερή διότι αναστέλλει τη διαδικασία της αναπνοής και το μαλάκωμα της σάρκας, επιδρώντας ευνοϊκά στην συντήρηση των καρπών.

Σύμφωνα με τον Βασιλακάκη (2006:332), για την τομάτα η αποθήκευσή των ώριμων καρπών της σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα με 97% άζωτο ( $\text{N}$ ) και 3% οξυγόνο ( $\text{O}_2$ ) και



θερμοκρασία 13<sup>0</sup> C για έξι εβδομάδες δίνει καλά αποτελέσματα. Ο καλός αερισμός στο χώρο συντήρησης δεν θα επιτρέψει τη συσσώρευση του αιθυλενίου.

Σύμφωνα με τους Mc Glasson, (2002) ; Κατσογιάννη ( 2010: 24) οι άριστες θερμοκρασίες αποθήκευσης για την τομάτα εξαρτώνται από το στάδιο ωριμότητας των καρπών της. Η αποθήκευση σε θερμοκρασίες άνω των 27<sup>0</sup> C οδηγεί σε μείωση της έντασης του κόκκινου χρώματος, ενώ η συντήρηση σε κάτω των 13<sup>0</sup> C καθυστερεί την ωρίμανση και μπορεί να προκαλέσει ασθένειες λόγω ψύχους. Για τους ώριμους καρπούς η θερμοκρασία των 5<sup>0</sup> C είναι ικανοποιητική. Για τους πράσινους οι θερμοκρασίες 13<sup>0</sup> C -22<sup>0</sup> C ώσπου να φθάσουν στο επιθυμητό στάδιο ωρίμανσης. Η σχετική υγρασία για τα περισσότερα φρούτα και λαχανικά, περιλαμβανομένων της τομάτας και του αγγουριού είναι 85-95% ώστε να αποφεύγεται η αφυδάτωσή τους.

#### *A4. Ιδιαιτερότητες Συντήρησης της Τομάτας και του Αγγουριού*

A) Η τομάτα παγώνει σε θερμοκρασία μικρότερη ή ίση με -1<sup>0</sup> C , το αγγούρι υφίσταται ζημιά στους κάτω των 10<sup>0</sup> C.

B) Οι άριστες συνθήκες αποθήκευσης της τομάτας εξαρτώνται από το στάδιο ωρίμανσης της.

Γ) Η τομάτα στο στάδιο πράσινη –ώριμη και αποθήκευση θερμοκρασίας μικρότερης των 12<sup>0</sup> C υφίσταται ζημιά, δεν μπορεί να ωριμάσει, μαλακώνει πρόωρα και τα σπέρματα της αποκτούν καφετί χρώμα. Γίνεται ευάλωτη στις προσβολές μικροβίων.

Δ) Οι ώριμες τομάτες δεν είναι τόσο ευαίσθητες όσο οι πράσινες. Σε θερμοκρασία μικρότερη των 8<sup>0</sup> C υφίστανται ζημιά. Γενικά οι τομάτες συντηρούνται για λίγες μόνο μέρες. (Βασιλακάκης, 2006: 528).

E) Το αγγούρι αφυδατώνεται εύκολα, γι' αυτό είναι καλύτερη η φύλαξή του, ατομική ή ομαδική, σε φιλμ ή σακούλα από πολυαιθυλένιο για την αποφυγή της αφυδάτωσης.

ΣΤ) συντηρείται καλύτερα στους 12<sup>0</sup> C -13<sup>0</sup> C και σχετική υγρασία 85 -95%, αλλά θα πρέπει να πωλείται όσο πιο γρήγορα γίνεται μετά την απομάκρυνσή του από το φυτό. Όσο μένει αδιάθετο στο μανάβικο πρέπει να καταβρέχεται ώστε να εξασφαλίζεται υγρασία και να προστατεύεται από ρεύματα αέρα και από τον ήλιο.

Διατηρείται σε καλή κατάσταση μέχρι 14 ημέρες και σε θερμοκρασίες 10<sup>0</sup> C -12<sup>0</sup> C με σχετική υγρασία 85-90%.

### *Επίλογος.*

Συμπερασματικά θα μπορούσε να λεχθεί ότι με τις κατάλληλες αυξομειώσεις των ποσοτήτων των διαφόρων αερίων στις τροποποιημένες/ελεγχόμενες ατμόσφαιρες, τη ρύθμιση της καλύτερης θερμοκρασίας περιβάλλοντος, υγρασίας και κίνησης του αέρα, σε συνάρτηση με τις ιδιαιτερότητες των καρπών που φυλάσσονται, οι ειδικοί επαγγελματίες της συντήρησης των οπωροκηπευτικών στο μετασυλλεκτικό στάδιο έχουν τη δυνατότητα να επιμηκύνουν τη ζωή των προϊόντων για διάθεση, να διατηρήσουν την ποιότητα τους ή να επισπεύσουν /επιβραδύνουν την ωρίμανσή τους, ανάλογα και με τις ανάγκες του εμπορίου και τη φυσιολογία του κάθε καρπού. Επειδή και τα υλικά συσκευασίας παίζουν ρόλο σε αυτές τις μεταβολικές διεργασίες διευκολύνοντας ή παρεμποδίζοντας τη διέλευση των αερίων, του αέρα και άρα και το ύψος της θερμοκρασίας θα πρέπει *υπό αυτό το πρίσμα αρχικά στις επόμενες ενότητες να εξετάσουμε τη χρησιμότητα των πλαστικών, την επίδραση τους σαν υλικά συσκευασίας στο μετασυλλεκτικό στάδιο των καρπών και στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στους τυχόν κινδύνους που εγκυμονούν.*

Τέλος, επισημαίνεται ότι προς διάθεση στο εμπόριο διατίθενται αυστηρότατα και μόνο προϊόντα που είναι καλής ποιότητας και ανταποκρίνονται σε ορισμένες προδιαγραφές που αφορούν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των διαφόρων ποικιλιών όπως μεγέθη, κριτήρια ταξινόμησης και εμφάνιση. Στο παράρτημα του κεφαλαίου παρατίθεται συνοπτικά η σχετική νομοθεσία : «ΕΜΠΟΡΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΦΡΟΥΤΑ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΑ. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ Δ/ΝΣΗ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ, ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ & ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2003»

## **Κεφάλαιο 2: Συσκευασία**

### **2.1.Εισαγωγή**

#### **2.1.1 Σκοπός της συσκευασίας :Η προστασία του προϊόντος και τρόποι επίτευξης της.**

Τα δοχεία / εμπορευματοκιβώτια που θα περιέχουν τους καρπούς πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο που να προστατεύονται ο κάθε καρπός μεμονωμένα και το περιεχόμενο στο σύνολο του. Να μένουν ακινητοποιημένοι γιατί αλλιώς θα τραυματίζονται μετακινούμενοι ή θα καταστρέφονται ανάλογα με τη δύναμη της πρόσκρουσης τους πάνω στους άλλους, τη συσκευασία ή το έδαφος σε περίπτωση ατυχήματος. (πτώση, σοκ) (Καναβούρας, 2009). Οι μωλωπισμοί του καρπού, προκαλούν αύξηση της παραγωγής του αιθυλενίου ( παράγοντας ωρίμανσης όπως είδαμε) , η οποία μπορεί να επιταχύνει την αναπνευστική δραστηριότητα του καρπού και κατά συνέπεια να επιφέρει ανάλογα κάποιο βαθμό χειροτέρευσης του προϊόντος. Αλλά και οι πιθανές βλάβες στην επιφάνεια του, σημαίνουν μεγαλύτερη απώλεια νερού και αρχή μούχλας από μικροοργανισμούς. Για την Κατσογιάννη (2010) σκοπός της συσκευασίας είναι εκτός από την προστασία του προϊόντος από μωλωπισμούς και η ελαχιστοποίηση των απωλειών υγρασίας του, η εξασφάλιση επαρκούς αερισμού των προϊόντων ώστε να επιτυγχάνεται γρήγορη πρόψυξη (αφαίρεση της θερμότητας του αγρού από το προϊόν μετά τη συγκομιδή), απομάκρυνση της παραγόμενης θερμότητας λόγω αναπνοής κατά την ψυχοσυντήρηση , απομάκρυνση των βλαβερών αερίων και πτητικών ουσιών (από τα υλικά συσκευασίας) και η αποφυγή φυσιολογικών ασθενειών ψύχους και παγώματος που έχουν συμπτώματα τις κηλιδώσεις και την ανομοιόμορφη ωρίμανση. Για τα αγγούρια αυτές προκύπτουν όταν οι θερμοκρασίες συντήρησης είναι κάτω από  $-0.5^{\circ}\text{C}$  . Πέρα από την εξασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων όμως μετράει και η εμφάνιση για τον πωλητή και τον αγοραστή.

Ένας τρόπος ακινητοποίησης των προϊόντων είναι το περιτύλιγμα τους σε κατάλληλο μαλακό υλικό, η τοποθέτηση τους κατά μέγεθος σε δίσκους, η πλήρωση των κενών μεταξύ τους, η χρήση μαλακής επίστρωσης στον πυθμένα των κιβωτίων, στην οροφή τους και μεταξύ των επιπέδων των καρπών ώστε να απορροφώνται οι συγκρούσεις και να ελαττώνονται τα κτυπήματα. Τα κιβώτια δεν πρέπει να γεμίζονται υπερβολικά γιατί και με το κλείσιμο τους οι καρποί συμπιέζονται με αποτέλεσμα να υφίστανται μωλωπισμούς.

Απαραίτητο ακόμη κατά τη διακίνηση είναι να διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία και να κυκλοφορεί αέρας ανάμεσα στα κιβώτια, να ελαχιστοποιείται η απώλεια νερού ( υγρασίας), να αποκλείονται όσο το δυνατόν βλαβερά αέρια και πτητικές ουσίες. Η καλή κυκλοφορία του αέρα θα αποτρέπει τη συσσώρευση διοξειδίου του άνθρακα, η οποία αν είναι πάνω από 1% παρεμποδίζει τη δράση του αιθυλενίου και καθυστερεί την ωρίμανση. Τα εσωτερικά υλικά της συσκευασίας των προϊόντων, στα οποία είναι περιτυλιγμένα, οι δίσκοι με θήκες, τα καλύμματα, και οι πλαστικές σακούλες, περιορίζουν την απομάκρυνση της θερμότητας των προϊόντων, γι' αυτό χρειάζεται κατάλληλη τοποθέτησή σε επίπεδα με επαρκή χώρο ανάμεσα και σε αυλακωτά μεγάλα κιβώτια από νοβοπάν μαζί με ροή αέρα υψηλής ταχύτητας, ώστε να υπάρξει υψηλότερη ταχύτητα ψύξης.

Σε ορισμένα προϊόντα εφαρμόζονται ειδικές μεταχειρίσεις για την αποφυγή ασθενειών που τα κάνει να απαιτούν ορισμένο τύπο συσκευασίας για τη διευκόλυνση των μεταχειρίσεων αυτών. Μία τέτοια περίπτωση είναι η θείωση των σταφυλιών με SO<sub>2</sub> π.χ. , οπότε προϋποτίθεται πολύ καλή κυκλοφορία των αερίων μέσα στο κιβώτιο ώστε να μπορεί να καταπολεμείται ο παθογόνος οργανισμός, που σημαίνει ότι η συσκευασία πρέπει να φέρει πολλά ανοίγματα. Το ίδιο ισχύει και για τα προϊόντα που είναι ευαίσθητα στο αιθυλένιο η υπερβολική συγκέντρωση του οποίου θα επιταχύνει χωρίς να πρέπει την ωρίμανσή τους.

Τα κιβώτια συσκευασίας είναι διαφόρων υλικών: πλαστικά, ξύλινα, από χαρτόνι ενισχυμένο και αδιάβροχο ή από συνδυασμό χαρτονιού και ξύλου, πολλαπλής ή μιας χρήσης, ανακυκλώσιμα ή μη. Φέρουν ανοίγματα ώστε να είναι εφικτή η κυκλοφορία του αέρα. Πολλά είναι πολύστρωμα με υποδοχές για τους καρπούς, άλλα μονόστρωμα ( συνήθως ξύλινα) με ειδικά διαμορφωμένους μικρότερους ατομικούς χώρους για τον κάθε καρπό. Υπάρχουν πλαστικές συσκευασίες ' κεσεδάκι' ή ' δίσκος' καλυμμένος με μεμβράνη διαφανή με θερμοκόλληση ( τομάτα) και περιτύλιγμα ' μανίκι' - η μεμβράνη να εφάπτεται του φλοιού ( αγγούρι) ώστε να αποφεύγεται η αφυδάτωση του. Η διαπερατότητα της μεμβράνης ποικίλει και εξαρτάται από το πάχος της, τα προϊόντα που συσκευάζει και τις ανάγκες τους σε υγρασία ή τα άλλα αέρια που προαναφέρθηκαν ως απαραίτητα στις τροποποιημένες ατμόσφαιρες, την επιφάνεια της συσκευασίας και τη θερμοκρασία/υγρασία που απαιτούνται. Η σακούλα και το δισκάκι είναι οι πιο συνηθισμένοι τύποι εμπορικών συσκευασιών λιανικής. (Βασιλακάκης, 2006:283). Ακόμη υπάρχει διπλή συσκευασία, με τους καρπούς σε πλαστικούς μικρούς περιέκτες οι οποίοι τοποθετούνται πολλοί σε ξύλινα ή χάρτινα κιβώτια. Το είδος των καρπών και οι ανάγκες τους, η μέθοδος συσκευασίας, η



αντοχή των υλικών και το κόστος συσκευασίας και μεταφοράς θα καθορίσουν το υλικό της συσκευασίας.

Ένθετη υπο-ενότητα Συσκευασία για τους συγκεκριμένους καρπούς

**Η τομάτα** συνήθως συσκευάζεται σε περιέκτες που κλείνουν με καπάκι, συγκεκριμένα σε κιβώτια των 11.4 Kg, 30 x 40 x 24 cm, τα οποία χωρούν 10 κιβώτια ανά επίπεδο σε παλλέτα των 100x 120 cm. ( Sargent , Moretti, xxx ). Οι τομάτες με στέλεχος συνήθως τοποθετούνται σε κιβώτια του ενός επιπέδου και μερικές φορές σε δικτυωτές σακούλες. Επιστρώσεις από αφρώδες υλικό τοποθετούνται στο πυθμένα των κιβωτίων ώστε να μειωθούν οι τριβές και τα κτυπήματα.

**ΤΑ αγγούρια** ‘ slicing’ συνήθως καλύπτονται με εδώδιμο κερί και υδροψύχονται πριν συσκευαστούν, ενώ τα Ευρωπαϊκά του θερμοκηπίου καλύπτονται με εύκαμπτη πλαστική μεμβράνη ώστε να ελέγχεται η απώλεια νερού και ο μαρασμός του άκρου από όπου αποκόπηκε ο καρπός. Αντίθετα, τα ‘μίνι’ και ‘Beit Alpha’ είναι λιγότερο ευάλωτα στην απώλεια ύδατος από ότι τα ευρωπαϊκά και δεν περιτυλίγονται σε εύκαμπτη μεμβράνη ούτε κηρώνονται. ( Lamb et al. 2001; Sargent, Maynard: 2009)

### **2.1.2 Κριτήρια επιλογής του πλαστικού ως υλικού συσκευασίας και μορφές στις οποίες συναντάται με αυτή του την ιδιότητα.**

Ο κανόνας που διέπει γενικά την επιλογή του πλαστικού ως υλικού συσκευασίας είναι αν πληροί τους κανονισμούς ασφάλειας και προστασίας τόσο του ίδιου του προϊόντος ή της τροφής που περιέχει, όσο και του ατόμου που θα καταναλώσει αυτό το προϊόν. Ειδικότερα , και σύμφωνα με τα στοιχεία –παράγοντες συντήρησης

που διαπιστώθηκαν στο πρώτο μέρος της παρούσας μελέτης, ανάμεσα στα κριτήρια επιλογής του πλαστικού, πρέπει να εξετάζονται συντελεστές όπως αντοχή υλικού, ελατότητα, αντοχή στις διάφορες συνθήκες και επιδράσεις του περιβάλλοντος, όπως π.χ. θερμοκρασίες χώρου και συντήρησης, διαπερατότητα μεμβρανών /αγωγιμότητα ή μη του υλικού, μετάβαση ουσιών από αυτό προς το περιεχόμενο αλλά και κόστος και ευκολία επεξεργασίας .

Οι μορφές που εμφανίζεται ως υλικό συσκευασίας είναι : μεμβράνες -περιτύλιγμα, σακούλες, θήκες , δίσκοι, τα οποία τοποθετούνται σε κιβώτια ( κοντέινερς). Τα περισσότερα υλικά που εμφανίζονται στο εμπόριο και φτάνουν στον καταναλωτή είναι εύκαμπτα.

## 2.2. Το Πλαστικό

Στο κεφάλαιο αυτό, αφού δώσουμε τον ορισμό του πλαστικού και αναφερθούμε στην ιστορική του εξέλιξη, θα το μελετήσουμε σαν υλικό συσκευασίας τροφίμων και οπωροκηπευτικών σε συνάρτηση με τις χημικές του διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά τους, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

*Ορισμός του πλαστικού:* Ο όρος ‘πλαστικό’ χρησιμοποιείται στη θέση του όρου ‘πολυμερές’ για να δηλώσει μια συγκεκριμένη κατηγορία υλικών υψηλού μοριακού βάρους που προκύπτουν σε συνθήκες επίδρασης ενός συνδυασμού παραγόντων: θερμότητας, πίεσης και χρόνου. Όλα τα πλαστικά είναι πολυμερή, αλλά όλα τα πολυμερή δεν είναι πλαστικά. Στα πολυμερή ανήκουν εκτός από τα πλαστικά, οι κολλητικές ουσίες, τα λάστιχα, οι ίνες, τα επιχρίσματα επιφανειών, η κυτταρίνη, το DNA και το RNA. Αν και τα πολυμερή είναι αναρίθμητα, μερικά μόνο χρησιμοποιούνται στο εμπόριο λόγω του κόστους παραγωγής τους, των διαδικασιών επεξεργασίας τους και των χημικών τους ιδιοτήτων, ενώ ακόμη λιγότερα χρησιμοποιούνται ως υλικά συσκευασίας. Στα τελευταία συγκαταλέγονται οι πολυολεφίνες, ειδικά το πολυαιθυλένιο και το πολυπροπυλένιο, το πολυστυρένιο, το χλωρίδιο του πολυβινυλίου, το άλας τερεφθαλικού οξέως (PET)

### *Ιστορική πορεία του πλαστικού*

Το πρώτο ανθρωπογενές πλαστικό, μια μορφή νιτρικού οξέως κυτταρίνης (*cellulose nitrate*) έγινε το 1838 από τον A. Parker, με σκοπό να αντικαταστήσει

τα φυσικά υλικά όπως το ελεφαντοστόν και ονομάστηκε παρκεσίνη. (*parkesine*). Το 1840, οι Goodyear and Hancock βελτίωσαν το φυσικό καουτσούκ, δίνοντας του περισσότερη ελαστικότητα. Η αλλαγή στις ιδιότητες του φυσικού καουτσούκ επήλθε με την προσθήκη κονιάματος θειαφιού (*sulphur powder*) το οποίο δημιούργησε επιπρόσθετους χημικούς δεσμούς στον όγκο του υλικού. Το 1851 κυκλοφόρησε στην αγορά το σκληρό λάστιχο (εβονίτης) και το 1870 θεωρήθηκε ευρεσιτεχνία η δημιουργία ζελατίνης από τον J. Hyatt στη Νέα Υόρκη, μια μορφή νιτρικού οξέος της κυτταρίνης (*cellulose nitrate*) με χαμηλή περιεκτικότητα σε νιτρικό οξύ, παραγόμενη σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση. Αυτό ήταν το πρώτο εμπορικά διαθέσιμο πλαστικό και το μοναδικό που χρησιμοποιούσαν μέχρι την δημιουργία του βακελίτη από τον Baekeland το 1907. Ο βακελίτης είναι η παλαιότερη μορφή των αποκλειστικά



συνθετικών πλαστικών και αποτελείται από μια ρητίνη που παράγεται με την αντίδραση φαινόλης και φορμαλδεΐδης.

Το 1920 έγινε γνωστή η ακριβής φύση των πλαστικών, του καουτσούκ και άλλων υλικών όπως η κυτταρίνη όταν ο H. Staudinger τα κατέταξε όλα στα πολυμερή ή τα μακρομόρια (πολύ μεγάλα μόρια, ενώσεις πολλών ατόμων χημικά ενωμένων με ομοιοπολικούς δεσμούς). Έκανε την υπόθεση ότι οι ουσίες μεγάλου μοριακού βάρους που ήταν γνωστές με την ονομασία 'πολυμερή' ήταν πραγματικά μακρομόρια σχηματισμένα με ομοιοπολικούς δεσμούς. Η θεωρία του αυτή των μακρομορίων υποστήριζε ότι τα πολυμερή αποτελούνται από μακρές αλυσίδες στις οποίες τα ατομικά μονομερή (τα δομικά στοιχεία) συνδέονται μεταξύ τους με φυσιολογικούς ομοιοπολικούς δεσμούς. Οι μοναδικές πολυμερείς ιδιότητες είναι συνέπεια του υψηλού μοριακού βάρους τους και της μακράς αλυσιδωτής φύσης των μακρομορίων. (Hernandez, Selke, Culter, 2005:2). Είναι πλέον καθιερωμένο ότι τα πλαστικά, το καουτσούκ, η κυτταρίνη και το DNA είναι μακρομόρια.

Από το 1930 και έπειτα η εξάπλωση και χρήση των πολυμερών υπήρξε τεράστια : πολυαιθυλένιο, πολυστυρένιο, πολυπροπυλένιο, κ.α. Ο κύριος στόχος της εφαρμογής των πλαστικών ως υλικά συσκευασίας ήταν η αντικατάσταση του χαρτιού, και οι πρώτες χρήσεις του ήταν πλαστικές σακούλες για ψωμί. Η χαμηλή πυκνότητα τους, που μεταφράζεται ως εξοικονόμηση βάρους και άρα ενέργειας για τη μεταφορά των συσκευασμένων προϊόντων και η λεπτότητα τους σε σχέση με το γυαλί και το μέταλλο που σημαίνει ότι καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο ήταν οι λόγοι της καθιέρωσης και ευρείας εξάπλωσής τους. Τέλος, η ευελιξία και η ευπλαστότητα του πλαστικού σε σχέση με το γυαλί και το μέταλλο, το χαμηλότερο κόστος του συγκριτικά με τα άλλα υλικά ( γυαλί), το γεγονός ότι δεν σπάνε και οι χαμηλές θερμοκρασίες τήξης τους σε σχέση με τις αντίστοιχες του γυαλιού και του μετάλλου είναι επιπρόσθετα πλεονεκτήματα εφόσον απαιτούν λιγότερη ενέργεια ώστε να παραχθούν σε συσκευασίες.

#### *Τα είδη των πλαστικών υλικών και οι χρήσεις τους*

1. Το πολυαιθυλένιο PE είναι ευρέως διαδεδομένο γιατί είναι εύχρηστο, διαφανές, χαμηλού κόστους οι πρώτες ύλες του και εύκολο στην κατασκευή. Το χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο πολυαιθυλένιο στην πλαστική συσκευασία. Ανήκει στην οικογένεια της πολυολεφίνης. Η ολεφίνη, που σημαίνει 'σχηματισμός πετρελαίου' είναι συνώνυμο του αλκενίου, και το αρχικό

όνομα του αιθυλενίου. Τα αλκένια είναι υδατάνθρακες που περιέχουν διπλούς δεσμούς άνθρακα –άνθρακα, όπως το αιθυλένιο και το προπυλένιο. Στην βιομηχανία των πλαστικών, η ολεφίνη είναι κοινή ονομασία της οικογένειας των πλαστικών που έχουν ως βάση τους το αιθυλένιο και το προπυλένιο. Ο όρος πολυολεφίνη αυστηρά αφορά στα πολυμερή που προέρχονται από αλκένιο, είτε είναι ομοιοπολυμερή είτε συμπολυμερή. Περιλαμβάνει την οικογένεια του πολυαιθυλενίου και την οικογένεια του πολυπροπυλενίου. Το πολυαιθυλένιο ήταν το πρώτο πολυμερές της ολεφίνης που χρησιμοποιήθηκε σαν συσκευασία τροφής. Χρησιμοποιήθηκε με μορφή φιλμ, σε δοχεία και για το κλείσιμο δοχείων. Από το 1940 που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο, η αντοχή του, η σκληρότητα του, η ιδιότητα του ως θερμο - μονωτικό, η οπτική διαφάνεια του και οι συνθήκες επεξεργασίας του έχουν κατά πολύ βελτιωθεί.

Γενικά στο πολυαιθυλένιο, όσο το μοριακό βάρος αυξάνει, τόσο αυξάνουν και η αντοχή στην ελατότητα, η αντοχή στις εξωτερικές επιδράσεις, σε λάδια και χημικά, η διαύγεια, η διάρκεια , η αντοχή στην τήξη, αλλά η αντίσταση στις ρωγμές και τα σκισίματα μειώνεται. Αλλά αυξάνεται και η δυσκολία κατά την επεξεργασία και την παραγωγή . Καθώς η κατανομή του μοριακού βάρους διευρύνεται, μειώνεται η διάρκεια, η δύναμη στις επιδράσεις, η πίεση τήξης αλλά αυξάνει η δύναμη τήξης και η ευκολία της παραγωγής. Καθώς αυξάνει η πυκνότητα, αυξάνει και η αντοχή ελατότητας και η θερμοκρασία τήξης, αλλά μειώνονται η διαύγεια, η αντοχή στις επιδράσεις, η διαπερατότητα στα αέρια.

2. Το ομοιοπολυμερές LDPE χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο είναι διαυγές, ευέλικτο θερμομονωτικό, εύκολο στην επεξεργασία και απαντάται σε μορφή φιλμ. Χρησιμοποιείται για δοχεία και σακούλες φαγητού και ρούχων, έχει βιομηχανικές χρήσεις, χρησιμοποιείται ως επένδυση προστατευτική κατά της υγρασίας . Έχει πυκνότητα 0.910 έως 0.925 g/ cm<sup>3</sup> , παρουσιάζει καλή αντίσταση στο πετρέλαιο, ικανοποιητική στις χημικές ουσίες είναι χαμηλού κόστους, και διαφανές.

3. Βινυλοξικό αιθυλένιο ( *Ethylene Vinyl Acetate - EVA* ) είναι ευέλικτα υλικά , σκληρά και θερμομονωτικά. Εύκολες στην επεξεργασία, χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με το PET και το σελοφάν ως μεμβράνη περιτυλίγματος τυριών. Επειδή έχουν μικρή θερμική σταθερότητα και χαμηλή θερμοκρασία τήξης πρέπει να γίνεται η επεξεργασία τους σε χαμηλές θερμοκρασίες. Όμως, επειδή αυτό φέρει ως αποτέλεσμα την σκληρότητα στις χαμηλές

θερμοκρασίες, οι EVA είναι κατάλληλες για συσκευασίες πάγου και μεμβράνες περιτυλίγματος κρέατος και πουλερικών.

4. Το EAA (*Ethylene Acrylic Acid*) είναι ευέλικτο με ικανότητα φραγμού στα χημικά συστατικά όπως και το LDPE, Το EAA είναι ανώτερο από το LDPE σε δύναμη, αντοχή και κολλητική ικανότητα που αποδίδεται σε αυξημένες ενδομοριακές αλληλεπιδράσεις λόγω των δεσμών του υδρογόνου. Στις συσκευασίες χρησιμοποιείται με τη μορφή φούσκας και σε συνδυασμό με αλουμινόχαρτο και άλλα πολυμερή. Σαν ευέλικτο υλικό χρησιμοποιείται στη συσκευασία κρέατος, τυριού, σνακ, καρικευμάτων....

5. Τα ιοντομερή. Η ουδετεροποίηση (*neutralization*) του EAA ή παρόμοιων συμπολυμερών όπως το EMAA (*ethylene methacrylic acid*) με κατιόντα  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Zn}^{++}$ ,  $\text{Li}^+$  κ.α. παράγουν ένα υλικό που έχει καλύτερη διαφάνεια και σκληρότητα, είναι ανθεκτικότερο στην τήξη από ότι το μη ουδετεροποιημένο συνπολυμερές. Αυτά τα υλικά λέγονται ιοντομερή διότι συνδυάζουν ομοιοπολικούς και ιονικούς δεσμούς στην πολυμερική αλυσίδα. Δεν είναι ισχυρά μονωτικά, αλλά σε συνδυασμό με PVDC, HDPE ή ελάσματα, παράγουν σύνθετα υλικά που είναι άριστοι μονωτές/φραγμοί (*barriers*). Σε συνδυασμό με nylon, PET, LDPE, PVDC, τα ιοντομερή αποκτούν σκληρότητα και αντοχή στα παράγωγα του πετρελαίου και άλλα επιθετικά προϊόντα, σε διάφορες θερμοκρασίες. Κολλάνε καλά στο αλουμινόχαρτο. Σαν θερμομονωτικά χρησιμοποιούνται σε συσκευασίες επεξεργασμένων κρεάτων (λουκάνικα). Άλλες περιπτώσεις χρήσης τους είναι τα κατεψυγμένα ψάρια και πουλερικά, το τυρί, τα σνακ και οι χυμοί (*Tetrapak* δοχεία), το κρασί, το νερό, το λάδι, η μαργαρίνη, οι ξηροί καρποί. Τα ιοντομερή μπορούν να αντισταθούν σε θερμοκρασίες έως και  $-90^{\circ}\text{C}$ , ακόμη χαμηλότερες από το LDPE.

6. Το υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο HDPE (*High Density Polyethelene*) είναι το δεύτερο πιο πλατιά διαδεδομένο πλαστικό συσκευασίας. Παράγεται με πολυμερισμό του αιθυλενίου, έχει πυκνότητα από 0.940 έως 0.965  $\text{g}/\text{cm}^3$ . Είναι από τα πιο εύχρηστα πολυμερή και χρησιμοποιείται για συσκευασίες γάλακτος, χυμών, νερού, καλλυντικά, οι μορφές μεμβράνης για δημητριακά, κράκερς, σνακς, προϊόντα παντοπωλείου και οι σακούλες για γεωργικά προϊόντα. Όπως και με τα άλλα πολυμερή οι ιδιότητες του επηρεάζονται από το μοριακό βάρος και την κατανομή του μοριακού βάρους. Καθώς το μοριακό βάρος αυξάνει, αυξάνει και η δύναμη και ανθεκτικότητα σε συνθήκες στρες. Η περιβαλλοντική πίεση είναι πρόβλημα για το υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο που

εκδηλώνεται με ρωγμές. Από τις τροφές τα λιπαρά οξέα μπορεί να προκαλέσουν πρόβλημα και τα απορρυπαντικά.

7. Το χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (*LLDPE*) Linear Low Density Polyethylene . Παράγεται ως ομοιοπολυμερές που έχει αποτέλεσμα το υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο, HDPE, ή ως συμπολυμερές έχοντας ως συστατικά πολυμερούς αλκένια, π.χ. βουτάνιο, εξάνιο και οκτάνιο. Έχει υψηλότερη αντοχή στην ελατότητα, στα τρυπήματα και στο σκίσιμο, καθώς και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από το LDPE. Το τελευταίο όμως είναι διαυγέστερο και πιο γυαλιστερό από το LLDPE. Το LDPE είναι καλύτερο θερμομονωτικό. Χρησιμοποιείται για είδη παντοπωλείου, σαν σακούλες. Τα δύο , LLDPE και LDPE μπορούν να συνδυαστούν , με το πρώτο να προσδίδει αντοχή και το δεύτερο θερμομόνωση και καλύτερη επεξεργασιμότητα.

8. Πολυπροπυλένιο. Polypropylene PP. Χαμηλής πυκνότητας (  $0.89 - 0.92 \text{ g/cm}^3$  ) και ανθεκτικότητα σε χημικά και μηχανική κόπωση, περιβαλλοντικό στρες ράγισμα.

Το Ομοιοπολυμερές Πολυπροπυλένιο είναι χαμηλής πυκνότητας, έχει υψηλότερη θερμοκρασία τήξης, πιο άκαμπτο από το LPDE και το HDPE. Καλύτερο στο να εκτείνεται, υψηλότερη αντοχή στη θερμότητα, άριστος φραγμός υγρασίας και ημιδιαφανές.

Το τυχαίο Συμπολυμερές Πολυπροπυλένιο ( *Random Copolymer Polypropylene* ) δείχνει καλή χημική αντοχή σε οξέα, αλκάλια, αλκοόλες, και σε χαμηλής ζέσης υδατάνθρακες, αλλά δεν είναι κατάλληλο για να συσκευάζει αρωματικούς υδατάνθρακες. Ως φραγμός στην υγρασία είναι καλό, συσκευάζει προϊόντα αρτοποιίας, γεωργικά και άλλες τροφές, όπως κατεψυγμένα προϊόντα.

9. Πολυβινυλοχλωρίδιο Polyvinyl Chloride (*PVC*). Η ευέλικτη μεμβράνη του χρησιμοποιείται για συσκευασίες κόκκινου κρέατος. Η διαπερατότητα του οξυγόνου της μεμβράνης PVC είναι κατάλληλη για να διατηρεί το απαραίτητο οξυγόνο για το κρέας, να διατηρεί το κόκκινο χρώμα και την εικόνα φρεσκάδας. Οι μεμβράνες είναι επίσης σκληρές και ταυτόχρονα εύκαμπτες. Χρησιμοποιείται σαν περιτύλιγμα φρούτων και λαχανικών, και στην Αμερική, σε ψυχόμενα κομμένα μέρη πουλερικών. Άλλες χρήσεις περιλαμβάνουν φιάλες για γάλα, λάδι φαγητού, ποτά, συσκευασίες για βούτυρο, φρέσκο και κατεψυγμένο κρέας, ψάρι. Το αρνητικό στοιχείο στο PVC είναι ότι όταν καίγεται σχηματίζονται τοξικά αέρια. (Βασιλακάκης, 2006:281)

10. Πολυβινυλοδιχλωρίδιο PVDC (*Polyvinylidene Chloride Copolymers*) . Συμπολυμερές Χλωρίδιο του Πολυβινυλίου. Ένα πρόσθετο πολυμερές του χλωριδίου του βινυλίου (



*vinylidene chloride*). Έχει σημείο τήξης  $388-401^{\circ}\text{C}$ , αλλά αποσυντίθεται στους  $205^{\circ}\text{C}$ , και παράγει υδροχλωρικό οξύ  $\text{HCl}$  και αυτό. Επομένως είναι δύσκολο στην τήξη. Το μοριακό βάρος είναι μεταξύ 65, 000-150,000. Χαρακτηριστικό γνώρισμα η χημική τους αντίσταση και η υπερβολικά χαμηλή διαπερατότητα στα αέρια και τα υγρά. Είναι κατάλληλο ως φραγμός στην υγρασία, τα αέρια, τις γεύσεις και τις οσμές. Πολυστρωματικές μεμβράνες χρησιμοποιούνται για συσκευασίες κρέατων, τυριών και άλλων τροφών που είναι ευαίσθητες στην υγρασία ή τα αέρια. Μαζί με το πολυαιθυλένιο και το πολυπροπυλένιο είναι τα πρώτα που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή υλικών συσκευασίας για φρούτα και λαχανικά. (Βασιλακάκης, 2006:281)

11. PS. Πολυστυρένιο. Δεν μπορεί να κρυσταλλώσει και επομένως είναι άμορφο πολυμερές. Είναι άκαμπτο και εύθραυστο υλικό. Η πυκνότητα του είναι  $1.05\text{ g/cm}^3$ . Είναι ιδιαίτερα διαφανές. Δεν είναι κατάλληλο για χρήση σε υψηλές θερμοκρασίες γιατί δεν αντέχει τη διαφυγή ρευστών στους  $100^{\circ}\text{C}$ . Το κρυσταλλώδες πολυστυρένιο χρησιμοποιείται εκεί που απαιτείται διαύγεια. Είναι όμως μία από τις πιο εύχρηστες ρητίνες συσκευασίας. Το υψηλής επίδρασης πολυστυρένιο (*High impact PS*) χρησιμοποιείται για γαλακτοκομικά προϊόντα, καρτέλες αυγών και δίσκους κρέατος. Το διογκούμενο πολύ-στυρένιο (*Expanded poly-styrene, EPS*) χρησιμοποιείται σαν προστατευτικό αφρώδες υλικό και σαν διογκούμενος αφρός-περιέκτης. Χρήσεις του είναι: δίσκοι για κρέας, λαχανικά και φρούτα, ποτηράκια του καφέ. Παγοθήκες για τη μεταφορά κρέατος και ψαριών γίνονται από υλικά διογκόμενου αφρού πολυστυρενίου για να βρίσκονται όσο το δυνατόν γίνεται σε σταθερή θερμοκρασία κατά τη διακίνησή τους. (Καναβούρας, 2009:26).

12. Πολύ-βινυλ-αλκοόλη (*PVOH*) είναι άριστος φραγμός στο οξυγόνο και πολλές άλλες ουσίες, εξαιτίας της κρυσταλλότητας της και των ισχυρών ενδομοριακών δυνάμεων της. Στην μη επεξεργασμένη μορφή της είναι υδατοδιαλυτή. Επειδή είναι υπερβολικά ευαίσθητη στο νερό και δύσκολη στην επεξεργασία η *PVOH* έχει λίγες εφαρμογές σαν υλικό συσκευασίας.

13. Αιθυλ-βινυλ-αλκοόλη (*EVOH*). Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της είναι οι ιδιότητα της ως φραγμός στο οξυγόνο και τις οσμές. Παρεμποδίζει την απώλεια ποιότητας που είναι αποτέλεσμα της αντίδρασης του οξυγόνου με το προϊόν. Παρέχει επίσης πολύ καλή αντίσταση σε έλαια και οργανικές αναθυμιάσεις. Ιδιαίτερα ανθεκτική σε αρωματικούς υδατάνθρακες αλλά όχι στην αιθανόλη και τη μεθανόλη, καθώς μπορεί να απορροφήσει

περίπου 12% της αιθανόλης. Όσο πιο χαμηλό το ποσοστό αιθανόλης, τόσο πιο ισχυρός ο φραγμός, όταν το πολυμερές είναι ξηρό. Όσο πιο χαμηλό το ποσοστό του αιθυλενίου, τόσο μεγαλύτερη η ευαισθησία στην υγρασία και η δυσκολία επεξεργασίας. Οι ρητίνες της EVOH είναι ισχυρές, σκληρές και διαυγείς. Γι' αυτό οι ρητίνες της είναι συχνά η καλύτερη επιλογή εκεί όπου απαιτούνται άριστοι φραγμοί εφόσον το θέμα της υγρασίας είναι αντιμετώπισιμο. Επειδή είναι ευαίσθητη στην υγρασία, χρησιμοποιείται εσωτερικά σε συσκευασίες που περιβάλλονται από πολυολεφίνες ή άλλα πολυμερή- φραγμούς στις εξατμίσεις του νερού. Χρησιμοποιείται σε μπουκάλια τομάτας κέτσαπ, μπάρμπεκιου σάλτσες, χυμούς λαχανικών και συσκευασίες κρεάτων.

14. Νάilon. Είναι πολυμερή συμπύκνωσης, θερμοπλαστικά πολυαμίδες που περιέχουν την ομάδα αμιδών ως επαναλαμβανόμενο μέρος της αλυσίδας τους. Είναι διαυγή, αντέχουν την θερμότητα, είναι σκληρά σε διάφορες θερμοκρασίες, έχουν καλή χημική αντίσταση και είναι καλοί φραγμοί στα αέρια, τα έλαια και τα αρώματα. Είναι ευαίσθητα στην υγρασία, υδρόφιλα. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε μορφή μεμβράνης, είτε μόνα τους είτε με άλλα υλικά σε πολυσύνθετες συσκευασίες. Είναι πολυμερή με ισχυρές ενδομοριακές δυνάμεις εξαιτίας της παρουσίας H που ενώνεται με  $-C=O$  και HN- ομάδες των παρακείμενων μορίων. Αυτές οι ισχυρές ενδομοριακές δυνάμεις σε συνδυασμό με την κρυσταλλικότητα αποδίδουν σκληρά, σε υψηλές θερμοκρασίες τηκόμενα θερμοπλαστικά υλικά. Δεν τρυπάνε εύκολα αντέχουν στις επιδράσεις του περιβάλλοντος και έχουν σταθερές θερμοκρασίες. Η διαπερατότητα στο οξυγόνο των νάιλον αυξάνει με την αυξανόμενη υγρασία του περιεχομένου.

15. Τρεφθαλικό Πολυαιθυλένιο. *Polyethylene Terephthalate (PET)*. Καλός φραγμός στο οξυγόνο. Χρησιμοποιείται σαν φιάλες αναψυκτικών. Οι μεμβράνες του και τα μπουκάλια έχουν άριστη διαφάνεια. Το μειονέκτημα του είναι η χαμηλή αντοχή τήξης που παρουσιάζει δυσκολίες στην επεξεργασία του ως υλικού. Αλλάζει μορφή σε υψηλές θερμοκρασίες. Χρησιμοποιείται στις συσκευασίες μουστάρδας, φυστικοβούτυρου, καρικευμάτων, κ.α. Στην κρυσταλλοποιημένη μορφή του (*CPET*) είναι το βασικό υλικό για δοχεία κατεψυγμένων γευμάτων που μπαίνουν σε φούρνους μικροκυμάτων . Χρησιμοποιείται και σε συσκευασίες κρέατος και τυριών.

16. Νεφθαλικό Πολυαιθυλένιο. *Polyethylene Naphthalate. (PEN)* Σε σύγκριση με το PET είναι κατά 400-500% καλύτερος φραγμός στο οξυγόνο και τις εξατμίσεις του νερού, έχει 35% υψηλότερη αντοχή στην ελατότητα, καλύτερη χημική αντίσταση από το PET,



περιλαμβανομένης και της υψηλότερης αντοχής στην υδρόλυση. Μπορεί να αποτρέψει την διέλευση υπέρυθρης ακτινοβολίας (*UV light*) και έχει υψηλή αντοχή στην υποβάθμιση της ποιότητας του περιεχομένου που μπορεί να επέλθει από την επίδραση υπέρυθρης ακτινοβολίας. Είναι κατάλληλο για θερμά περιεχόμενα αλλά είναι πολύ πιο ακριβό από το PET. PET και PEN μπορούν να συνδυασθούν και να κατασκευάσουν χρήσιμα υλικά.

#### 17. Πολυανθρακικό (*Polycarbonate*) (*PC*)

Άμορφο πολυμερές με άριστη διαύγεια, σκληρό, άκαμπτο με καλή αντοχή στις επιδράσεις, σταθερότητα, αντίσταση στη θερμότητα και απόδοση σε χαμηλές θερμοκρασίες. Δεν είναι άριστος φραγμός στο νερό και τα αέρια. Καλό για νερό, λάδια, αλκοόλ, φρουτοχυμούς. Επιτίθενται σε αυτό κάποια διαλυτικά, όπως η ακετόνη και τα αλκάλια. Χρησιμοποιείται για συσκευασίες που μπαίνουν στο φούρνο, το φούρνο μικροκυμάτων και ως δοχεία αποθήκευσης τροφών. Η σκληρότητα του είναι η πιο εντυπωσιακή του ιδιότητα. Καλό για ανακυκλώσιμες φιάλες, φιάλες νερού και γάλακτος. Χρησιμοποιείται σαν μεμβράνη για προ-ψημένο ψωμί (ζυμάρι), μπισκότα, είδη ζαχαροπλαστείου, κρέας και επεξεργασμένο τυρί.

18. Πολυγαλακτικό Οξύ. *Polylactic Acid* (*PLA*). Βασική του ιδιότητα είναι η βιο-αποικοδόμηση του σε συνθήκες υγρασίας, άρα είναι φιλικό προς το περιβάλλον, αλλά εύθραυστο, όχι κατάλληλο σε περιπτώσεις που απαιτείται μεγαλύτερη σταθερότητα. Μοιάζει με καθαρό πολυστυρένιο, είναι καθαρό και γυαλιστερό. Άλλο πλεονέκτημα του είναι η μορφοποίηση του, όπως άλλωστε και άλλων πλαστικών σε κλωστή ή μεμβράνη. Κάνει για κατασκευή σακούλας. Μπορεί να παραχθεί από ανανεώσιμες πηγές αμύλου, π.χ. σιτάρι με ζύμωση ή με χημική σύνθεση από μη ανανεώσιμες πηγές. (Βασιλακάκης, 2006: 539).

Ο Καναβούρας (2009:22) κάνει λόγο για κυψελώδη πλαστικά, διογκούμενα ή αφρώδη πλαστικά που κυκλοφορούν στο εμπόριο από τη δεκαετία του 1940. Πρόκειται για υλικά δύο φάσεων: αερίου –στερεού, με το πολυμερές να αποτελεί την στερεά φάση και τα οποία διακρίνονται σε αφρώδη υλικά ‘ανοικτών κελιών’ (*open cells*), και σε αφρώδη υλικά ‘κλειστών κελιών’ (*closed cells*). Στα πρώτα τα υλικά έχουν διαύλους επικοινωνίας μεταξύ των γειτονικών κελιών, στα δεύτερα όχι διότι τα κελιά περιβάλλονται από το πολυμερές υλικό. Στα ανοικτά τα υγρά, τα αέρια και οι υδρατμοί μπορούν να κυκλοφορούν ανάμεσα στα κελιά, οπότε και απορροφώνται ουσίες. Στα κλειστά κελιά, τα αέρια και τα υγρά κυκλοφορούν μεταξύ τους αλλά μόνο επειδή διαχέονται μέσω του πολυμερούς στις κοινές επιφάνειες των γειτονικών κελιών. Έτσι αυτά τα υλικά έχουν μικρότερη διαπερατότητα και

είναι καλύτεροι φραγμοί στα αέρια και τα υγρά. Τα περισσότερα υλικά που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία είναι 'κλειστών κελιών'. (Καναβούρας 2009:22) Στις ιδιότητες τους είναι η συμπίεση, στατική και δυναμική, η αντοχή στην τάνυση, την επιμήκυνση και στο σχίσιμο. Στη συσκευασία χρησιμοποιούνται τα αφρώδη υλικά σαν προστατευτικά και σαν περιέκτες. Είναι ελαφριά, έχουν καλή ικανότητα μόνωσης και αντίστασης στις τυχόν καταστροφικές επιδράσεις του περιβάλλοντος, γι' αυτό και χρησιμοποιούνται κυρίως σαν προστατευτικές συσκευασίες.

Στην κατηγορία των αφρωδών υλικών συγκαταλέγονται το πολύ-στυρένιο, το πολύ-αιθυλένιο, το πολύ-προπυλένιο και η ουρεθάνη. Χρησιμοποιούνται σε μικρά μεγέθη χαλαρά τοποθετημένα από το αντικείμενο που περιβάλλουν ή σαν γέμισμα ή σαν σχηματοποιημένα κομμάτια προοριζόμενα για συγκεκριμένη εφαρμογή.

Η τεχνολογία συνεχίζει να αναπτύσσει προϊόντα συσκευασίας διαφόρων βαθμίδων διαπερατότητας από πολυπροπυλένιο (Ρ πάνω από 190 –υψηλής διαπερατότητας αερίων, Ρ –πάνω από 60, χαμηλής διαπερατότητας κ.α.)

#### *Επίλογος*

Ανακεφαλαιώνοντας, διαπιστώνεται η ποικιλία και η χρησιμότητα των ειδών συσκευασίας και των πλαστικών υλικών. Θα μπορούσαμε επιγραμματικά να εστιάσουμε στα πλεονεκτήματα του πλαστικού σαν υλικού συσκευασίας που το κάνουν επιλέξιμο, ανάμεσα στα άλλα είδη: Είναι σκληρό και ελαφρύ συνάμα, ανθεκτικό στη διάβρωση και την επίδραση των περιβαλλοντικών και κλιματικών παραγόντων με δυνατότητες διαμόρφωσης σε πολλούς τύπους περιεκτών, από πολύ λεπτές μεμβράνες και φύλλα έως χοντρά πλαστικά δοχεία. Για φρέσκα φρούτα και λαχανικά χρησιμοποιούνται τα LDPE, PVcPA / PE, LDPE, HDPE, EVA

σε μορφή λεπτών φύλλων. Είναι διαπερατά στα αέρια οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα. (Βασιλακάκης, 2006:282)

Οι επιδράσεις αυτών των υλικών πάνω στα τρόφιμα που περικλείουν απομένουν να διερευνηθούν στο επόμενο κεφάλαιο.

## **Κεφάλαιο 3: Επιδράσεις των πλαστικών στη ντομάτα και το αγγούρι.**

### **3.1 Εισαγωγή**

Πριν την παρουσίαση των επιδράσεων των πλαστικών συσκευασιών στην τομάτα και το αγγούρι, και για την καλύτερη κατανόηση τους υπενθυμίζονται συνοπτικά και συγκριτικά κάποια χαρακτηριστικά/ομοιότητες –διαφορές των δύο καρπών που αφορούν στο μετασυλλεκτικό στάδιο της ζωής τους και τη συντήρησή τους. Στην συνέχεια θα παρουσιαστούν οι ιδανικές /απαιτούμενες τροποποιημένες /ελεγχόμενες ατμόσφαιρες συντήρησης των προϊόντων αυτών, οι ατμόσφαιρες μέσα σε πλαστικές συσκευασίες μαζί με τα αποτελέσματα και τις επιδράσεις των πλαστικών, έτσι όπως αυτές εκτιμώνται από τους διάφορους ερευνητές και προκύπτουν από τα πειράματα τους και τέλος θα παρουσιαστούν τα συμπεράσματα που συνάγονται.

### **3.2 Χαρακτηριστικά των καρπών: Ομοιότητες -Διαφορές**

- ❖ Η καλύτερη θερμοκρασία για την ωρίμανσή της τομάτας και του αγγουριού είναι οι  $20^{\circ}\text{C}$  - $25^{\circ}\text{C}$ . Άνω των  $27^{\circ}\text{C}$  προκαλούν μείωση της έντασης του κόκκινου χρώματος. Κάτω των  $13^{\circ}\text{C}$  επιβραδύνεται ο ρυθμός ωρίμανσης της τομάτας και άρα η χημική της σύσταση / σύνθεση των χρωστικών, ενώ μπορεί να προκληθούν ασθένειες λόγω ψύχους. Το αγγούρι απαιτεί και αυτό υψηλές θερμοκρασίες και υγρασία για να αναπτυχθεί. Και οι δύο καρποί υφίστανται τραύματα λόγω υψηλών θερμοκρασιών στους  $35^{\circ}\text{C}$  -  $50^{\circ}\text{C}$  και έχουν ιδανικές για μεταφορές και συντήρηση θερμοκρασίες  $10^{\circ}\text{C}$ -  $15^{\circ}\text{C}$ . Οι χαμηλές που προκαλούν τραύματα βρίσκονται ανάμεσα στους  $0^{\circ}\text{C}$ - $(-5)^{\circ}$  για την τομάτα (κάτω των  $-5^{\circ}\text{C}$  παγώνει), ενώ το αγγούρι είναι πιο ευαίσθητο και υφίσταται ζημιά στους  $10^{\circ}\text{C}$  και κάτω.
- ❖ Η σχετική υγρασία για τα περισσότερα φρούτα και λαχανικά, περιλαμβανομένων της τομάτας και του αγγουριού είναι 85-95% ώστε να αποφεύγεται η αφυδάτωσή τους. Το αγγούρι αφυδατώνεται εύκολα, γι' αυτό το λόγο συνιστάται η φύλαξή του, ατομική ή ομαδική, σε φιλμ ή σακούλα από πολυαιθυλένιο. Πρέπει να προστατεύεται από ρεύματα αέρα και από τον ήλιο.

- ❖ Η συλλογή των καρπών και των δύο σπυροκηπευτικών πρέπει να γίνεται όταν αποκτήσουν ορισμένο ελάχιστο μέγεθος / διάμετρο/ μήκος ή και χρώμα, χαρακτηριστικό της ποικιλίας στην οποία ανήκουν και ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται. Η τομάτα ωριμάζει σε δύο εβδομάδες μετά το στάδιο του ώριμου πράσινου χρώματος, το στάδιο που έχει αποκτήσει και το τελικό της μέγεθος. Το αγγούρι δίνει καρπούς ενάμισι μήνα μετά τη φύτευση.
- ❖ Η τομάτα και το αγγούρι ανήκουν σε δύο διαφορετικές οικογένειες. Η πρώτη στην οικογένεια των Σολανωδών (*Solanaceae*). Το δεύτερο στην οικογένεια των Κολοκυνθοειδών (*Cucurbitaceae*). Και οι δύο καρποί απαντώνται σε ποικιλίες.
- ❖ Διατροφικά το αγγούρι δίνει λιγότερα θρεπτικά στοιχεία στον άνθρωπο από την τομάτα
- ❖ Η τομάτα ανήκει στους καρπούς που έχουν κλιμακτήριο φάση, το αγγούρι όχι. Αυτό δηλώνει τη διαφορετικότητα των δύο ειδών ως προς την αναπνευστική τους δραστηριότητα και κατ' επέκταση την ωρίμανσή τους. Συγκεκριμένα:
  - Μετά τη συγκομιδή, η τομάτα ωριμάζει ομαλά, ενώ στο αγγούρι ο ρυθμός αναπνοής ( ωρίμανσης) μειώνεται αργά, είναι αργότερος του αντίστοιχου της τομάτας. Και όταν ωριμάζει δηλαδή αυτό, δεν υπάρχει αλλαγή στη γενική παραγωγή των χαμηλών ρυθμών του διοξειδίου του άνθρακα και του αιθυλενίου, ενώ η τομάτα έχει μεγάλη παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα και αιθυλενίου. Το αγγούρι φέρεται να έχει ρυθμό παραγωγής αιθυλενίου με διακύμανση στους 20<sup>0</sup> C ( $\mu\text{C}_2\text{H}_4/\text{Kg/hr}$ ) 0.1 -1.0 και η τομάτα 1.0 – 10.0.
  - Μετασυλλεκτικά, η έκθεση των δύο σε αιθυλένιο ( π.χ. στο μεταφορικό μέσο κατά τη διάρκεια μεταφοράς τους ) θα επιφέρει πιθανόν πρόωρη ωρίμανση στη τομάτα, απώλεια του πράσινου χρώματος στα αγγούρια.
  - Υπό ομαλές συνθήκες η τομάτα εμφανίζει απότομη αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας της ( αρχή κοκκινίσματος / ραγδαίες αλλαγές στα χημικά συστατικά της ), το αγγούρι όχι.
  - Στην τομάτα αυξάνει φυσιολογικά η συγκέντρωση των σακχάρων της και αναπτύσσονται πτητικές ουσίες όπως τα διάφορα αρώματα των ποικιλιών της. Αντίθετα, το αγγούρι ακόμη και σε καλές συνθήκες ωρίμανσης δεν αυξάνει τα σάκχαρα του ούτε επηρεάζεται η οξύτητα και το άρωμα της γεύσης του.



- ο Η τομάτα απαιτεί χαμηλές θερμοκρασίες για να καθυστερήσει η παραγωγή αιθυλενίου και άρα η περαιτέρω ωρίμανσή της.

### **3.3: Ιδανικές Τροποποιημένες ή Ελεγχόμενες Ατμόσφαιρες:**

Η μελέτη των κατάλληλων υλικών συσκευασίας και των επιδράσεων τους στα τρόφιμα που περικλείουν, δεν είναι θέμα που εξετάζεται μεμονωμένα, αναφορικά δηλαδή μόνο με το υλικό σαν υλικό ή το είδος και τη μορφή του. Εξετάζεται σε συνάρτηση με μια σειρά άλλων παραγόντων, πρωτίστως τις αναγκαιότητες που επιβάλλει η βιοχημεία και η βιωσιμότητα του κάθε προϊόντος, αλλά και η επίτευξη των επιθυμητών αποτελεσμάτων για τις ανάγκες της αγοράς. Σύμφωνα με τον Σφακιωτάκη (1995:268)

Η τελική σύσταση της ατμόσφαιρας εξαρτάται από την αρχική σύσταση της ατμόσφαιρας, τα χαρακτηριστικά διάχυσης του φιλμ, τη θερμοκρασία που επηρεάζει την αναπνοή και τη διάχυση των αερίων, το είδος του προϊόντος που καθορίζει και το βαθμό αναπνοής και τη μάζα του συσκευασμένου προϊόντος. Ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας είναι η κατάλληλη για κάθε περίπτωση θερμοκρασία και υγρασία. Για τη διατήρηση της τελευταίας φιλμ πολυαιθυλενίου, σελοφάνης και άλλων διαφανών υλικών χρησιμοποιούνται.

*Επομένως από αυτό το σημείο και έπειτα η μελέτη των επιδράσεων των πλαστικών γίνεται η μελέτη τους σε αλληλεξάρτηση με τις τροποποιημένες ατμόσφαιρες και τα προϊόντα που εσωκλείουν /συσκευάζουν.*

Υπενθυμίζεται ότι ο στόχος της τροποποιημένης ατμόσφαιρας είναι να δημιουργήσει μια επαρκώς χαμηλή σε οξυγόνο και / ή υψηλή σε διοξείδιο του άνθρακα συγκέντρωση μέσα στη συσκευασία έτσι ώστε να μειωθεί ο ρυθμός μεταβολισμών των καρπών, και να αυξηθεί η διάρκεια της ζωής τους κατά την συντήρηση ενώ θα ελαχιστοποιηθούν οι ανεπιθύμητες μεταβολές όπως ο εκφυλισμός, το μαλάκωμα της σάρκας και η γήρανση. (Passam, 2008)

- Σύμφωνα με τον Βασιλακάκη (2006:332), για την τομάτα η αποθήκευσή των ώριμων καρπών της σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα με 97% άζωτο (N) και 3% οξυγόνο (O<sub>2</sub>) και θερμοκρασία 13<sup>0</sup> C βαθμούς για έξι εβδομάδες δίνει καλά αποτελέσματα. Ο καλός αερισμός στο χώρο συντήρησης δεν θα επιτρέψει τη συσσώρευση του αιθυλενίου.
- Σύμφωνα με τον Καραουλάνη (2009: 154) το οξυγόνο δεν πρέπει να είναι κάτω του 2% για την τομάτα και το διοξείδιο του άνθρακα πάνω από 5%.

- Κατά τον Sandhya (2009) τα συνιστώμενα επίπεδα αερίων τροποποιημένης ατμόσφαιρας για τη τομάτα είναι οξυγόνο 3-5%, διοξείδιο του άνθρακα 0% και άζωτο 95-97%. Για τα αγγούρια 3-5% οξυγόνο, 0 διοξείδιο και 95-97% άζωτο.

### 3.4 Επιδράσεις

#### 3.4.1 Τομάτα

Τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας προκύπτουν μετά από μελέτη απόψεων πολλών ερευνητών και πειραμάτων /μελετών μερικές από τις οποίες παρατίθενται στη συνέχεια. Στο τέλος κάθε μελέτης δίνονται τα συμπεράσματα. Στις πολύ μεγάλες μελέτες τα συμπεράσματα δίνονται ανά τμήματα.

##### Μελέτη Α.

Οι Muratore, Nobile, Buonocore, Lanza, Asmundo, (2004) διεξήγαγαν μια μελέτη με τοματίνια, ( Pomodorino Datterino) , κατά την οποία χρησιμοποίησαν τρεις διαφορετικού τύπου μεμβράνες. Συνέκριναν την **επίδραση των μεμβρανών** όσον αφορά τη διαπερατότητα τους στο νερό και το αέριο ( οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα) στην κινητικότητα της παρακμής της ποιότητας στα τοματίνια ποικιλίας ‘ Iride’ . Αυτά συσκευάστηκαν σε τρεις διαφορετικές πλαστικές μεμβράνες, μια εμπορικά διαθέσιμη μεμβράνη πολυολεφίνης, και δύο βιοδιασπώμενες μεμβράνες με διαφορετικές ιδιότητες φραγμών σε ενώσεις χαμηλού μοριακού βάρους, που εν συνεχεία τοποθετήθηκαν όλες σε συνθήκες αγοράς. Οι τομάτες συντηρήθηκαν στους 15<sup>0</sup> C και σε σχετική υγρασία 75%. Η συσκευασία Α ήταν υψηλής διαπερατότητας μεμβράνη πολυολεφίνης. Η Β συσκευασία ήταν ένα τριπλό βιοδιασπώμενο μίγμα αποτελούμενο από τρεις βιοδιασπώμενους πολυεστέρες και η συσκευασία Γ ήταν διπλό βιοδιασπώμενο μίγμα δύο βιοδιασπώμενων πολυεστέρων. Η συγκεκριμένη ποικιλία παρουσιάζει υψηλή συγκέντρωση σε βιο-ενεργά συστατικά, όπως βιταμίνη C, καροτινοειδή, λυκοπένιο και πολυφαινόλες. (polyphenols). Κατά τη διάρκεια της συντήρησης ελέγχθηκαν /τροποποιήθηκαν οι εξής παράμετροι: το περιεχόμενο της βιταμίνης C, το περιεχόμενο των καροτινοειδών και αισθητικές ιδιότητες.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση μεμβρανών συσκευασίας με υψηλές ιδιότητες φραγμών επέσπευσαν την κινητικότητα της παρακμής της ποιότητας ( quality decay kinetic) στο προϊόν υπό διερεύνηση. Επίσης παρατηρήθηκε ότι οι βιοδιασπώμενες μεμβράνες με κατάλληλο συντελεστή διαπερατότητας μπορούν θετικά να χρησιμοποιηθούν ώστε να

παρεμποδιστεί η μόλυνση τόσο από μικροοργανισμούς όσο και από έντομα, χωρίς να μειώνεται η ζωή του προϊόντος στο ράφι.

«Στις μέρες μας» αναφέρουν οι συγγραφείς, « μια από τις τάσεις στον τομέα της συσκευασίας τροφίμων είναι η ανάπτυξη και η χρήση των πολυμερών υλικών που μπορεί να θεωρηθούν ως εναλλακτικά στα παραδοσιακά πλαστικά τα οποία παράγονται από την βιομηχανία των πετροχημικών. Είναι βιοδιασπώμενα υλικά και αποσυντίθενται φυσικά, μη προκαλώντας περιβαλλοντικά προβλήματα όταν καταλήγουν ως απορρίμματα. Μεμβράνες που έχουν γίνει από θερμοπλαστικό άμυλο είναι οι πλέον ανεπτυγμένες από τα βιοπολυμερή. Γενικά παράγονται με τις συνήθεις τακτικές που χρησιμοποιούνται για να δημιουργηθούν συνθετικές πολυμερείς μεμβράνες. Εξαιτίας της ικανότητας των φραγμών που διαθέτουν προς χαμηλού μοριακού βάρους ενώσεις, η χρήση τους σε συσκευασίες τροφίμων είναι ακόμη περιορισμένη. Στην πραγματικότητα, ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των πολυμερών, που προτίθενται να χρησιμοποιηθούν σε συσκευασίες τροφίμων είναι ο συντελεστής διαπερατότητας τους, ο οποίος είναι αυστηρά συνδεδεμένος με τη ζωή των τροφίμων στο ράφι. Τα υλικά συσκευασίας που ελέγχουν το ρυθμό με τον οποίο οι μικρού μοριακού βάρους ενώσεις διαπερνούν τη συσκευασία (μέσα και έξω), είναι ικανά να παρατείνουν τη ζωή στο ράφι συσκευασμένων τροφίμων».

Αναλυτικότερα, τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η διαπερατότητα του νερού των τριών μεμβρανών δεν εξαρτιόταν από την δραστηριότητα του νερού. Ο συντελεστής διαπερατότητας του νερού των δύο βιοδιασπώμενων μεμβρανών που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή τη μελέτη ήταν πολύ υψηλότερος από ότι ο αντίστοιχος της μεμβράνης πολυολεφίνης. Η διαπερατότητα στα αέρια της Β συσκευασίας ήταν πάντα υψηλότερη από τις αντίστοιχες των δύο άλλων πολυμερών. Η συσκευασία Γ, από την άλλη πλευρά, είχε διαπερατότητα οξυγόνου χαμηλότερη από ότι η συσκευασία Α και διαπερατότητα διοξειδίου του άνθρακα παρόμοια με εκείνη της συσκευασίας Α.

Ως προς τους αισθητικούς χαρακτηρισμούς/αισθητικές ιδιότητες, οι διαφορετικές συσκευασίες επηρέασαν μόνο τέσσερεις τομείς: την ποσότητα των χυμών, την σκληρότητα της σάρκας, τη σταθερότητα της υφής και την καθαρότητα του φλοιού. Οι αλλαγές που παρατηρήθηκαν σε αυτούς τους τομείς και σε σύγκριση πάντοτε με τομάτες που δεν τοποθετήθηκαν σε μεμβράνες παρουσίασαν παρόμοιες τάσεις και στις τρεις συσκευασίες με την πάροδο του χρόνου. Και οι τέσσερεις χαρακτηριστικές ιδιότητες παρέμειναν ουσιαστικά σταθερές καθ όλη τη διάρκεια της παρατήρησης για τη συσκευασία Α (

πολυολεφίνης) , αλλά σε συσκευασία με τομάτες που αφέθηκαν ανοικτές στον αέρα ( χωρίς κάλυψη μεμβράνης) και στις συσκευασίες Β και Γ η κινητικότητα της παρακμής ήταν γρηγορότερη. Οι τομάτες δεν μπορούσαν να συντηρηθούν για περισσότερο από 12 ημέρες. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην χαμηλή συγκέντρωση του οξυγόνου στον ελεύθερο χώρο της συσκευασίας, η οποία προήγαγε αναερόβια αναπνοή και επιτάχυνε καταστροφικά φαινόμενα. Η συσκευασία Γ είχε τον χαμηλότερο συντελεστή διαπερατότητας οξυγόνου. Οι καλύτερες αποδόσεις της συσκευασίας Α αν συγκριθεί με εκείνες της Β μπορεί να αποδοθούν στην χαμηλότερη διαπερατότητα προς το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα της συσκευασίας Α. Στην πραγματικότητα, η χαμηλότερη διαπερατότητα προς το νερό της συσκευασίας Α θα μπορούσε να προάγει υψηλότερη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στον χώρο του αέρα της συσκευασίας, που αυτό με τη σειρά του επιβραδύνει τον ρυθμό αναπνοής των προϊόντων.

#### Διατροφικοί Δείκτες/χαρακτήρες

Το περιεχόμενο της βιταμίνης C αρχικά έδειξε μια μικρή άνοδο με την πάροδο του χρόνου, στην συσκευασία χωρίς μεμβράνη / ανοιχτή στον αέρα, στην συσκευασία Α και την συσκευασία Β, ενώ για τη Συσκευασία Γ υπήρχε μια έντονη μείωση στο περιεχόμενο της βιταμίνης C. (Giovanelli, Lavelli, Per, & Nobili, 1999).

Η συμπεριφορά αυτή που ανιχνεύτηκε για τη συσκευασία χωρίς μεμβράνη, την Α και την Β συμφωνούσε με τα αποτελέσματα που βρήκαν και οι Raffo et al. (2002), οι οποίοι μελέτησαν την ανάπτυξη μερικών χημικών χαρακτηριστικών κατά την περίοδο ωρίμανσης παρόμοιων προϊόντων. Η διαφορετική τάση που βρέθηκε στη Συσκευασία Γ μπορεί να αποδοθεί στη χαμηλότερη συγκέντρωση οξυγόνου που υπήρχε στον αέρα της συσκευασίας, και η οποία προήγαγε αναερόβια αναπνοή και οδήγησε σε εναλλακτικές μεταβολικές διαδικασίες.

Το περιεχόμενο των καροτινοειδών αυξήθηκε με τον χρόνο συντήρησης για όλες τις συσκευασίες υπό έρευνα, με εξαίρεση την συσκευασία Γ , για την οποία το περιεχόμενο των καροτινοειδών ήταν σχεδόν σταθερό καθ όλη την διάρκεια της περιόδου παρατήρησης. Όσο για την βιταμίνη C, συμφωνούσαν τα στοιχεία για τη συσκευασία χωρίς μεμβράνη, την Α και την Β, με ότι είχε βρεθεί σε παρόμοιες προηγούμενες μελέτες (Raffo et al., 2002). Η χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου στην ατμόσφαιρα της συσκευασίας θα μπορούσε να ευθύνεται για τη διαφορετική συμπεριφορά της συσκευασίας Γ.

Οι ίδιοι οι συγγραφείς καταλήγουν έτσι στη διατύπωση των εξής συμπερασμάτων μετά το πείραμα τους:



Οι μεμβράνες με υψηλότερη διαπερατότητα στο οξυγόνο και χαμηλότερη στο νερό και το διοξείδιο, όπως στην περίπτωση της συσκευασίας Α, επιβράδυναν τα καταστροφικά φαινόμενα, χαμηλώνοντας τον ρυθμό αφυδάτωσης, διασφαλίζοντας ότι η συγκέντρωση του οξυγόνου στην ατμόσφαιρα της συσκευασίας δεν κατέβηκε από τα κατώτατα επιτρεπτά επίπεδα ( επίπεδα 'κατώφλι' / 'threshold') που απαιτούνται για την αναερόβια αναπνοή, και ενδυναμώνοντας την συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα της συσκευασίας, που επιβράδυνε την ταχύτητα αναπνοής της παραγωγής. Από την άλλη πλευρά, η μεμβράνη με την χαμηλή διαπερατότητα στο οξυγόνο, όπως αυτή της συσκευασίας Γ, επέτεινε την κινητικότητα της παρακμής της ποιότητας.

Επίσης φάνηκε από τη μελέτη ότι το βιοδιασπώμενο φιλμ της Β συσκευασίας είχε παρόμοια κινητικότητα παρακμής της ποιότητας με την συσκευασία που ήταν ανοιχτή στον αέρα χωρίς μεμβράνη, δηλώνοντας έτσι ότι αυτής της μορφής η μεμβράνη μπορεί πλεονεκτικά να χρησιμοποιείται για να εμποδίζει τη μόλυνση και από μικροοργανισμούς και από έντομα, χωρίς να μειώνει τη ζωή του συσκευασμένου προϊόντος στο ράφι.

- *Συμπέρασμα. Οι μεμβράνες επομένως πρέπει να ανταποκρίνονται σε ένα συγκεκριμένο βαθμό διαπερατότητας στο οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό, ανάλογα με το προϊόν που συσκευάζουν και τις ανάγκες του. Οι Βιοδιασπώμενες φαίνεται ότι είναι καταλληλότερες από την πολυολεφίνη. Με κατάλληλο συντελεστή διαπερατότητας μπορούν θετικά να χρησιμοποιηθούν ώστε να παρεμποδιστεί η μόλυνση τόσο από μικροοργανισμούς όσο και από έντομα, χωρίς να μειώνεται η ζωή του προϊόντος στο ράφι.*

Την άποψη υπέρ των ως κάποιο βαθμό διαπερατών μεμβρανών ενισχύουν οι Geeson (1989) και Σφακιωτάκης (1995:268). Ο τελευταίος αναφέρει ότι

«η χρησιμοποίηση διαπερατών μεμβρανών στη συσκευασία μερικώς ώριμης τομάτας βρέθηκε ότι τροποποιεί την εσωτερική ατμόσφαιρα του οξυγόνου από 4 έως 6% και του διοξειδίου του άνθρακα από 4 έως 6% και ευνοεί την ανάπτυξη κατάλληλης σχετικής υγρασίας εντός της συσκευασίας του φιλμ. Η ωρίμανση βρέθηκε ότι καθυστερεί μέχρι 7 ημέρες χωρίς υποβάθμιση της ποιότητας. Συσκευασία με λιγότερο διαπερατές μεμβράνες συντελεί στη συσσώρευση μεγάλης ποσότητας υγρασίας, παράγοντας που ευνοεί την ανάπτυξη ασθενειών. (Συγκεκριμένα) στη τομάτα γίνεται χρήση δύο φιλμ τύπου πολυπροπυλενίου 15 μ και K-resin 25 μ. Αν λάβουμε υπόψη μας τις ιδιαίτερες απαιτήσεις της τομάτας ( 3-5% οξυγόνο και 0-3% διοξείδιο του άνθρακα), η συγκέντρωση του οξυγόνου σε κατάσταση ισορροπίας είναι κάτω από το επιτρεπτό όριο ανοχής του και η συγκέντρωση διοξειδίου πολύ πιο πάνω από τα όριο ανοχής του. Με το δεύτερο φιλμ

δημιουργούνται μετά τη συσκευασία καλύτερες συγκεντρώσεις 4 -6% οξυγόνου και 4-5% διοξειδίου, που είναι πιο κοντά στις συνιστώμενες συνθήκες συντήρησης ΕΑ/ΤΑ. »

### **Μελέτη Β.**

Οι Passam, H. C.; Karapanos, I. C.; Bebeli, P. J.; Savvas, D. A. (2007) παραθέτουν πειράματα που έγιναν με τομάτες σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες και με χρήση πλαστικών υλικών. Αναφέρουν ότι:

Τροποποιημένες ατμόσφαιρες που προκύπτουν από την συσκευασία ( εγκλεισμό) των τοματών σε πολυαιθυλένιο ή άλλες μορφές πλαστικής συσκευασίας μπορούν επίσης να καθυστερήσουν την ωρίμανση των καρπών και να παρατείνουν τη ζωή τους κατά τη συντήρηση. Οι Srinivasa et al. (2006) συντήρησαν πράσινες, φυσιολογικά ώριμες τομάτες σε χαρτοκιβώτια καλυμμένα με chitosan – μια βιοδιασπώμενη μεμβράνη-για 30 ημέρες σε θερμοκρασία  $27^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$ . Οι καρποί έδειξαν καλύτερη διατήρηση χρώματος και σταθερότητα υψής όχι μόνο σε σχέση με εκείνους που συντηρήθηκαν σε αέρα αλλά και με εκείνους που κλείστηκαν σε μεμβράνες πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας ( LDPE).

✚ *Συμπέρασμα.* Οι βιοδιασπώμενες μεμβράνες και πάλι φαίνεται να έχουν θετικά αποτελέσματα αλλά όχι από μόνες τους: σε συνάρτηση και με δύο άλλους παράγοντες, εδώ τη θερμοκρασία και το χρόνο συντήρησης.

Αντίθετα και σε άλλο πείραμα , οι Kanola and Helen (2001) ανακάλυψαν ότι η αισθητική ποιότητα των βιολογικά καλλιεργημένων τοματών που συντηρήθηκαν για τρεις εβδομάδες σε θερμοκρασία  $11^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$  και σχετική υγρασία 75-85% σε διάτρητες σακούλες LDPE, σελοφάν ή βιοδιασπώμενες σακούλες δεν επηρεάστηκε από το υλικό συσκευασίας. Όμως κατά τους Passam et al. (2007) αυτά τα αποτελέσματα προφανώς αντανάκλουν το επίπεδο του οξυγόνου μέσα στους περιέκτες, αφού οι Muratore et al. (2005) έδειξαν ότι τα χαρακτηριστικά ποιότητας ( βιταμίνη C, καροτενοϊδή) των τοματινιών ( πιο πάνω) θα μπορούσαν να συντηρηθούν ικανοποιητικά σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες που δημιουργήθηκαν κλείνοντας καρπούς σε βιοδιασπώμενες ή πολυολεφίνης μεμβράνες μόνο όταν η διαπερατότητα της μεμβράνης στο οξυγόνο ήταν επαρκής ώστε να εμποδίζει την αναερόβια αναπνοή. Η εισαγωγή παράλληλα ενός απορροφητή αιθυλενίου ( ethylene absorbent / granular activated carbon) μέσα στις σακούλες πολυ-προπυλενίου όπου οι τομάτες στο στάδιο ωρίμανσης (turning stage) συντηρήθηκαν σε θερμοκρασία  $8^{\circ} \text{C}$ , μείωσε το επίπεδο αιθυλενίου εντός της ατμόσφαιρας συντήρησης για 21 μέρες. Η αλλαγή

χρώματος, το μαλάκωμα και η απώλεια βάρους μειώθηκαν και η ποιότητα με το που ήρθε η ωρίμανση βελτιώθηκε (Bailén et al. 2006).

- *Συμπέρασμα* Για τρίτη φορά αποδεικνύεται ότι το πλαστικό ως υλικό συσκευασίας δεν έχει καμία ισχύ από μόνο του αλλά σε συνάρτηση με τροποποιημένες ατμόσφαιρες τους παράγοντες 'θερμοκρασία' και 'υγρασία'. Η διαπερατότητα της μεμβράνης σε οξυγόνο και αιθυλένιο θα παίζει καθοριστικό ρόλο.

### **Μελέτη Γ.**

**Οι Mondale et al. (2006)** ανέφεραν ότι όταν οι τομάτες εσωκλείονται σε πολυαιθυλένιο και συντηρούνται στους 25<sup>0</sup> C αντιστέκονται καλύτερα στην οξειδωτική καταπόνηση από ότι εκείνες που δεν κλείνονται και που διατηρούνται στην ίδια όμως θερμοκρασία. Αυτή η αντίσταση οφείλεται στην αυξημένη δραστηριότητα των ενζύμων –καθαριστών όπως π.χ. των peroxidase (υπεροξειδάση), catalase (καταλάση) polygalacturonase (πολυγαλακτουρονάση), pectin methylester (πηκτινομεθυλεστεράση) κ.α. τα οποία 'κατατρώγουν' και έτσι απενεργοποιούν τα Αντιδραστικά Είδη Οξυγόνου (ROS- Reactive Oxygen Species), μειώνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο τους κινδύνους της οξειδωτικής καταπόνησης που προκαλείται στην ακεραιότητα της μεμβράνης. Σημειώνεται ότι πολυγαλακτουρονάση και πηκτινομεθυλεστεράση συμβάλουν στην χαλάρωση των ιστών. (Κατσογιάννη, 2010). Τα χαμηλά επίπεδα οξυγόνου σε τροποποιημένες ή ελεγχόμενες ατμόσφαιρες επίσης αναστέλλουν τη δραστηριότητα της πολυγαλακτουρονάσης (polygalacturonase), μειώνοντας έτσι το μαλάκωμα του καρπού (Karotis et al. 2004). Υψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα από την άλλη πλευρά, είναι γνωστό ότι αναστέλλουν την σύνθεση του αιθυλενίου, εμφανώς ενεργώντας πριν την μετατροπή του ACC σε αιθυλένιο. (de Wild et al. 2005). Ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας συντήρησης με όζον, ο οποίος μπορεί να παίζει ρόλο στην υποβάθμιση της μικροβιακής δράσης των κομμένων τοματών, προκαλεί παροδική αύξηση της αναπνοής, που φέρει σαν αποτέλεσμα αύξηση φρουκτόζης, γλυκόζης, ασκορβικού οξέως και των επιπέδων φουμαράσης (fumarate levels), τόσο στην ολόκληρη όσο και στην κομμένη τομάτα. (Aguayo et al. 2006). Όμως η έκθεση ώριμων πράσινων τοματών σε ατμόσφαιρες με αιθανόλη (από 205 έως 25 ml ανά 2.5 kg καρπού διατηρούμενου σε συνολικό όγκο των 5 l) καθυστέρησε την ωρίμανση εξ αιτίας μιας μείωσης της σύνθεσης του αιθυλενίου και της αναπνοής και εξ αιτίας μιας καθυστέρησης της έναρξης της κλιμακτηρίου. Μια παράλληλη καθυστέρηση στο μαλάκωμα του καρπού αποδόθηκε σε αναστολή της πολυγαλακτουρονάσης (polygalacturonase). Η πιο αποτελεσματική μεταχείριση ήταν εκείνη των 20 ml αιθανόλης ανά 2.5 κιλών kg καρπού. (Thakur et al. 2000).

- ☛ *Συμπέρασμα. Στο συγκεκριμένο πείραμα η μεμβράνη πολυαιθυλενίου λειτουργεί σε συνάρτηση με τον παράγοντα 'θερμοκρασία' και 'τροποποιημένη ατμόσφαιρα' /χαμηλά επίπεδα οξυγόνου –υψηλά διοξειδίου–σύνθεση αιθυλενίου-εμπλουτισμός με όζον. Το όζον υποβαθμίζει τη μικροβιακή δράση των κομμένων τοματών, με την παροδική αύξηση της αναπνοής έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της φρουκτόζης, της γλυκόζης, του ασκορβικού οξέως και της φουμαράσης και στην ολόκληρη τομάτα και στην κομμένη.*

### **Μία άλλη διάσταση του θέματος: Μελέτη Δ.**

Ο Yahia, M.E.D. (2009) υποστηρίζει πως πτητικές ουσίες από το περιβάλλον συντήρησης ή τα υλικά συσκευασίας μπορούν να μεταναστεύσουν στα νωπά προϊόντα, οδηγώντας έτσι στην ανάπτυξη διαφορετικών οσμών και γεύσεων. Οι γεύσεις μπορεί να προέλθουν από ποικιλία πηγών όπως χημικά, δομικά υλικά, υλικά συσκευασίας, μικροοργανισμούς π.χ. μύκητες και βακτήρια ή άλλα προϊόντα. Εξαρτάται από τη χημική σύσταση αυτών των πτητικών ενώσεων στο περιβάλλον της συντήρησης των καρπών, ποιες και κατά πόσο θα διαφύγουν στα φρούτα και τα λαχανικά.

Μια μελέτη που ασχολείται με το θέμα της μετανάστευσης των πτητικών στα φρούτα και τα λαχανικά γενικά (χωρίς –πρέπει να πούμε- να αναφέρεται συγκεκριμένα στην τομάτα και το αγγούρι) αλλά πολύ ενδιαφέρουσα είναι των **Forney, F. C.; Mattheis, P. J. and Baldwin A. E. (2009)** οι οποίοι υποστηρίζουν ότι η συσκευασία μπορεί να λειτουργήσει ως φραγμός στην απώλεια των πτητικών ενώσεων από την ατμόσφαιρα που περιβάλλει το προϊόν. Η συγκέντρωση των πτητικών στη συσκευασία καθορίζεται από την αλληλεπίδραση του υλικού συσκευασίας με συγκεκριμένα πτητικά που απελευθερώνονται από τους καρπούς. Μεμβράνες πολυμερών που χρησιμοποιούνται σε προϊόντα επεξεργασμένης τροφής έχουν αποδειχθεί να αλληλεπιδρούν με τη γεύση του προϊόντος με 'σμίλευση' (scalping) και 'διείσδυση' (permeation). (Risch, 1998). Η κατανόηση των ιδιοτήτων των υλικών συσκευασίας σε σχέση με τα πτητικά γεύσης θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ανεύρεση επιπλέον μεθόδων διατήρησης της γεύσης και του αρώματος των καρπών. Τι είναι η 'σμίλευση' και η 'διείσδυση'; Οι συγγραφείς εξηγούν:

Οι αλληλεπιδράσεις των πτητικών γεύσης με τις διάφορες μεμβράνες συσκευασίας διαφέρουν σημαντικά και μπορούν να αναστείλουν ή να επιτείνουν την απώλεια της γεύσης. Σε μια πρόσφατη μελέτη οι Dury – Brun et al. (2007) συζητούν τις αρχές που βρίσκονται



στη βάση της μαζικής μεταβίβασης των πτητικών ενώσεων γεύσης μέσα σε και μέσα από τη συσκευασία τροφίμων. Η διείσδυση των πτητικών γεύσης μέσα από μια μεμβράνη συσκευασίας είναι μια διαδικασία με τρία βήματα που εξαρτάται από τη χημεία και των δύο, των πτητικών και της μεμβράνης. Η αρχική αλληλεπίδραση των πτητικών με τη μεμβράνη έχει σαν αποτέλεσμα την είσοδο των πτητικών στη μεμβράνη, έπειτα τη διάχυση τους σε όλη τη μεμβράνη, η οποία προκαλείται από τις χημικές διαφορές που προφανώς υπάρχουν και έπειτα ακολουθεί η αποβολή (desorption) από την μεμβράνη με εξάτμιση. Ενώ η διαπερατότητα των μεμβρανών στο οξυγόνο και την εξάτμιση του νερού έχουν εκτενώς μελετηθεί, λίγες πληροφορίες υπάρχουν σχετικά με τη διαπερατότητα σε άλλα μόρια.

Ως μέρος της διαδικασίας διείσδυσης, οι πτητικές ενώσεις μπορούν να διαφύγουν από τη κορυφή της συσκευασίας με απορρόφηση ή σμίλευση (scalping) και έτσι να εντείνουν την απώλεια της γεύσης από το προϊόν. (Brody, 2002; Nielsen and Jagerstad, 1994). Η διαδικασία εισόδου περιλαμβάνει την απορρόφηση της πτητικής ένωσης από τη μεμβράνη του πολυμερούς και εξαρτάται από τη διαλυτότητα της ένωσης στο υλικό της συσκευασίας. Τα υλικά PE and PP ( πολυπροπυλένιο) που ευρέως χρησιμοποιούνται στη συσκευασία φρούτων και λαχανικών είναι ιδιαίτερα μη πολικά (nonpolar) και επομένως έχουν μεγάλη έλξη προς τις μη πολικές πτητικές ενώσεις, ενώ τα πολυέστερ περιλαμβανομένου του πολυγαλακτικού οξέως (biobased polymer polylactic acid) είναι περισσότερο πολικά. Εφόσον οι περισσότερες πτητικές ενώσεις γεύσης δεν είναι πολικές, τα PE και PP έχουν μεγάλη δυνατότητα στο να 'σμιλεύουν', δηλαδή να διαλύουν αυτές τις ενώσεις.

Σε μελέτες που διενεργήθηκαν στην 'σμίλευση της D- λιμονίνης ( D- limonene) από το χυμό του πορτοκαλιού, κομμάτια του LDPE μείωσαν τη συγκέντρωση της D – λιμονίνης από 40 % έως 60% σε έξι ώρες. (Mannheim et al., 1987). Οι ρυθμοί απορρόφησης των ενώσεων γεύσης τείνουν να μειώνονται με την αύξηση της πολικότητας. Η έλξη των πτητικών ενώσεων στο LDPE βρέθηκε να είναι μεγαλύτερη με τους υδατάνθρακες, ακολουθούσαν οι κετόνες, οι εστέρες, οι αλδεύδες και οι αλκοόλες. (Fayoux et al., 1997). Η απορρόφηση επίσης αυξάνει με το μοριακό μέγεθος ( το μήκος της αλυσίδας του άνθρακα) και τη διακλάδωση της. (branching). Όταν ένα διάλυμα αλιφατικών (aliphatic) εστέρων τοποθετήθηκε σε μια σακούλα με επένδυση PE, η αναλογία διανομής αυξήθηκε από 0.02 στο 5.77 καθώς ο αριθμός των ανθράκων αυξήθηκε από 6 σε 10. (Shimoda et al., 1988). Η αναλογία διανομής αντιπροσώπευε την αναλογία του ποσού που απορροφήθηκε από τη μεμβράνη προς το ποσόν που απέμεινε διαλυμένο. Οι Linssen et al. (1991) παρατήρησαν ότι τα διακλαδισμένα μόρια (branched molecules) απορροφήθηκαν περισσότερο από τα γραμμικά μόρια από το υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο. (HDPE). Επομένως, οι

διαφορικές επιδράσεις της απορρόφησης μπορούσαν να μεταβάλλουν τις πτητικές συστάσεις και έτσι να επηρεάσουν τη γεύση.

- ✦ *Συμπέρασμα: Αποδεικνύεται και πάλι ότι οι μεμβράνες έχουν αποτελέσματα σε σχέση με κάτι άλλο και όχι από μόνες τους: στην προκειμένη μελέτη φαίνεται να παίζει ρόλο η σύσταση του περιβάλλοντος αέρα στη συσκευασία, η χημική σύσταση των μεμβρανών, η αντίστοιχη των φρούτων και λαχανικών, παράγοντες όπως το μοριακό βάρος/πυκνότητα των ενώσεων και μεμβρανών και οι χημικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ μεμβρανών και πτητικών. Και όχι μόνο!*

Περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορούν επίσης να επηρεάσουν την αλληλεπίδραση των πτητικών γεύσης με υλικά συσκευασίας. Στις τροποποιημένες ατμόσφαιρες, το σύνθετο χαμηλής θερμοκρασίας και υψηλής υγρασίας περιβάλλον μπορεί να ενισχύσει την απώλεια γεύσης. (Dury – Brun et al., 2007). Διαφορετικά από ότι γίνεται με τα ρευστά, η ταχύτητα απορρόφησης των πτητικών γεύσης από το στάδιο του αερίου αυξάνει με τις μειωμένες θερμοκρασίες. (Paik and Writer, 1995). Επίσης, η υψηλή σχετική υγρασία μπορεί να εντείνει την απορρόφηση της γεύσης. (Fayoux et al., 1997).

Όμοια με την απορρόφηση, η διείσδυση των πτητικών ενώσεων μέσα από τις μεμβράνες εξαρτάται από πολλές από τις παραπάνω ιδιότητες. Όταν μια ποικιλία πολυμερών μεμβρανών συγκρίθηκαν, η διαπερατότητα της D – limonene διέφερε σημαντικά από  $< 10^{-20} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$  στην EVOH και PET έως  $10^{-13} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$  για LDPE και EVA (Dury – Brun et al., 2007). Η κίνηση μιας ένωσης μέσα από μια μεμβράνη είναι γραμμικά σχετική στο βαθμωτό άνωσμα συγκέντρωσης (concentration gradient) της σε όλο το φάσμα της μεμβράνης. Όμως, δεν έχει καθοριστεί ακόμη η σημασία τόσο της σμίλευσης γεύσης ή της διείσδυσης της στην αλλαγή της γεύσης των νεωπών καρπών. Τέλος ρόλο παίζουν και οι διατρήσεις στις επιφάνειες των μεμβρανών ανάλογα με τις ανάγκες διέλευσης –μικρότερης ή μεγαλύτερης- των αερίων.

### 3.4.2. Το αγγούρι

Και η μελέτη του αγγουριού κινείται στο ίδιο ‘μήκος κύματος’ με της τομάτας. Οι διάφορες έρευνες που μελετούν αυτό και τις αλληλεπιδράσεις των πλαστικών συσκευασιών στη μετασυλλεκτική ζωή του, βλέπουν τις επιδράσεις αυτές σε συνάρτηση με άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες, τροποποιημένες ατμόσφαιρες και χρόνο συντήρησης.

#### Μελέτη Α.

Οι Sargent και Maynard (2009) διαπιστώνουν ότι η ποιότητα του αγγουριού κρίνεται από την τραγανή υφή του και το χυμώδη καρπό του, άρα συλλέγεται ανώριμο, και με κριτήρια το μέγεθος του και το μήκος του. Τα αγγούρια του θερμοκηπίου, ανάμοια με τα υπόλοιπα του αγρού συσκευάζονται χωρίς να πλένονται. Το Ευρωπαϊκό αγγούρι τυλίγεται πριν τη φόρτωσή του, ενώ οι ποικιλίες ‘μίνι’ και ‘Beit Alpha’ φορτώνονται άμεσα σε δοχεία μεταφοράς. Το αγγούρι διατηρείται καλά μέχρι 14 ημέρες σε 10<sup>0</sup> C - 12<sup>0</sup> C και σε 85-90% σχετική υγρασία. Οι ρυθμοί αναπνοής για το κομμένο αγγούρι και το Beit Alpha αναφέρονται να είναι οι 23 -29 mg / kg –hr και 4 – 9 mg / kg – hr στους 10<sup>0</sup> C αντίστοιχα.

Η απώλεια της υγρασίας είναι κάτι που απασχολεί τους ειδικούς κατά τη μεταχείριση αφού οι ανώριμοι καρποί του αγγουριού έχουν ατελώς ανεπτυγμένη επιδερμίδα. (underdeveloped cuticles). Στις ΗΠΑ τα κομμένα αγγούρια συνήθως καλύπτονται με εδώδιμο κερί και υδροψύχονται πριν την συσκευασία, ενώ στην Ευρώπη τα αγγούρια του θερμοκηπίου καλύπτονται με πλαστική μεμβράνη ώστε να ελέγχεται η απώλεια της υγρασίας κι ο μαρασμός στο άκρο από το οποίο αποκόπτονται από το φυτό. (stem – end shriveling). Αντίθετα τα ‘μίνι’ και Beit Alpha είναι λιγότερο ευάλωτα στην απώλεια βάρους από ότι τα Ευρωπαϊκά και δεν τυλίγονται σε μεμβράνη, ούτε καλύπτονται με εδώδιμο κερί.

✎ *Επομένως, για τους δύο αυτούς ερευνητές το ζήτημα που απασχολεί είναι η απώλεια υγρασίας και ο μαρασμός. Η μεμβράνη περιτυλίγματος για τα ευρωπαϊκά αγγούρια βοηθά στον έλεγχο ή την ελαχιστοποίηση της απώλειας νερού.*

Οι Σταπλετον et al. (2002a) Sargent και Maynard (2009) ανέφεραν ότι ο τύπος ‘Alexander’ Beit Alpha διατηρούσε καλή ποιότητα μετά από 14 μέρες συντήρησης στους 10<sup>0</sup> C, 12.5<sup>0</sup> C ή 15<sup>0</sup> C χωρίς κάλυψη με κερί ή πλαστική μεμβράνη, αν και τα αγγούρια που συντηρήθηκαν με μία από αυτές τις μεθόδους είχαν μικρότερη απώλεια βάρους. Μετά από 21 ημέρες φύλαξης, αυτά που δεν είχαν κερί, ανεξαρτήτως θερμοκρασίας βρέθηκαν να έχουν αλλοιωθεί στη γεύση, ενώ τα καλυμμένα με κερί που συντηρήθηκαν στους 15<sup>0</sup> C ήταν πικρά στον κοίλο (locular) ιστό. Τα μετρίου μεγέθους ‘Sarig’ and ‘Alexander’ Beita

Alpha ( 2.9-3.5 εκατοστών) που συντηρήθηκαν για 14 ημέρες σε 10<sup>0</sup> C ήταν σταθερότερα στην υφή και είχαν μικρότερη απώλεια βάρους από ότι τα μεγάλα μεγέθους, (τα 3.5 – 4.1 cm). Τα κομμένα αγγούρια και τουρσί ωφελούνται από την συντήρηση σε χαμηλών επιπέδων συγκεντρώσεις οξυγόνου (< 4 %) , αλλά κανένα όφελος δεν παρατηρήθηκε για τους άλλους τύπους. Αρκετές μορφές μετασυλλεκτικής καταπόνησης μειώνουν τη μετασυλλεκτική ζωή του αγγουριού. Τα ‘ μίνι’ όταν συντηρούνται στους 5<sup>0</sup> ή 7.5<sup>0</sup> C αναπτύσσουν ορατά τραύματα ψύχους στις 7 και 14 ημέρες, αντίστοιχα, ενώ εκείνα που συντηρούνται στους 12.5<sup>0</sup> C σταδιακά εμφάνισαν επιδερμικές αποφύσεις ανάμεσα στις 14 και 21 ημέρες. Η ανοχή σε τραυματισμούς ψύχους αναφέρθηκε να είναι κληρονομική ιδιότητα και το πλέον πιθανόν να σχετίζεται με γονιδίωμα των χλωροπλαστών.

- ✦ *Εδώ διαπιστώνεται ότι η μεμβράνη συντελεί στη μικρότερη απώλεια βάρους σε συνάρτηση με τρεις διαφορετικές θερμοκρασίες ( 10<sup>0</sup> C, 12.5<sup>0</sup> C και 15<sup>0</sup> C) αλλά για το χρονικό διάστημα των 14 ημερών. Δεν αναφέρεται τι γίνεται μετά το χρονικό όριο των 14 ημερών ή σε άλλες θερμοκρασίες.*

#### **Μελέτη Β**

**Οι Musmade and Desai. (1995)** υποστηρίζουν ότι η απώλεια του ύδατος αντιμετωπίζεται με την επικάλυψη των καρπών με κερί, μια διαδεδομένη πρακτική. Η συσκευασία των αγγουριών σε αεριζόμενες μεμβράνες μειώνει την απώλεια του ύδατος αρκετά. Η ελεγχόμενη ατμόσφαιρα με 5% διοξείδιο ή 5% οξυγόνο καθυστερούν το κιντρίνισμα των αγγουριών, αν και ο συνδυασμός των δύο είναι αερίων είναι πολύ πιο αποτελεσματικός. Υψηλές τιμές διοξειδίου και σε λιγότερο βαθμό χαμηλές οξυγόνου επιδεινώνουν τους τραυματισμούς λόγω ψύχους. Ακόμη και σε επιθυμητές ατμόσφαιρες, το διοξείδιο δεν θα έπρεπε να υπερβαίνει το 10% και το οξυγόνο να μην είναι χαμηλότερο από 2%. Αν και προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι η ζωή στην συντήρηση θα μπορούσε να παραταθεί κατά 2-3 εβδομάδες με συνδυασμό 5% οξυγόνου και 5% διοξειδίου του άνθρακα.

- ✦ *Είναι προφανές ότι η χρησιμότητα της μεμβράνης είναι ως προς τον περιορισμό που επιφέρει στην απώλεια ύδατος και σε συνδυασμό με την κατάλληλη περιεκτικότητα αερίων της ατμόσφαιρας της συσκευασίας για να αποφευχθούν οι επιδράσεις από το ψύχος.*

#### **Μελέτη Γ.**

Σύμφωνα με τους **Villalta, A.M., Sargent, S. A. , Berry, A. D. & Huber D.J. (2003)** ο τραυματισμός στα αγγούρια λόγω ψύχους είναι αποτέλεσμα επιταχυνόμενης απώλειας ύδατος, ύπαρξης κοιλοτήτων στην επιφάνεια, και αυξημένης ευαισθησίας στην σήψη. Για τον . Villalta (2005) το τύλιγμα σε πτυχωτή πλαστική μεμβράνη(shrink – wrapping)



είναι κοινή πρακτική για τα Ευρωπαϊκά αγγούρια ώστε να προστατευτούν από την απώλεια υγρασίας αλλά δεν είναι απαραίτητο για τα Beit Alpha. Χωρίς περιτύλιγμα μεμβράνης ή κερί, τα Beit Alpha είχαν παρόμοια απώλεια βάρους όπως και τα τυλιγμένα Ευρωπαϊκά αγγούρια μετά από 12 μέρες συντήρησης. Τα Beit Alpha συντηρούνται καλά σε παρόμοιες συνθήκες όπως και οι παραδοσιακές ποικιλίες των αγγουριών και δεν χρειάζονται πλαστική κάλυψη με πτυχωτή μεμβράνη για προστασία από την απώλεια υγρασίας. Τα Beit Alpha καθώς και τα Ευρωπαϊκά αγγούρια θα έπρεπε να συντηρούνται σε περιβάλλον χωρίς αιθυλένιο έτσι ώστε να αποφεύγεται η υποβάθμιση της ποιότητάς τους.

Μετά τη συγκομιδή, η ποιότητα του εμπορεύματος αρχίζει να φθίνει, έτσι η ζωή του στο ράφι εξαρτάται από τη μετασυλλεκτική μεταχείριση που θα έχει. Η διαχείριση της θερμοκρασίας είναι γενικά το πιο αποτελεσματικό και το πιο κοινό στη χρήση εργαλείο, στόχος του οποίου είναι η επιμήκυνση της ζωής πολλών οπωροκηπευτικών, μαζί και των αγγουριών. Επειδή είναι από τη φύση τους ευαίσθητα στο πάγωμα, συνιστάται τα αγγούρια να αποθηκεύονται στους  $7^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}$  με 85-95% σχετική υγρασία στον αέρα,  $8^{\circ}\text{C} - 12^{\circ}\text{C}$  σε 1-4% οξυγόνου και 0% διοξείδιο του άνθρακα. Η αποθήκευση σε θερμοκρασίες κάτω από τις συνιστώμενες δεν θα περιορίσει μόνο την ποιότητα και τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος αλλά θα επιφέρει και ένα περιττό κόστος.

Μια άλλη σημαντική διάσταση της αποθήκευσης των αγγουριών είναι η χρήση προστατευτικών πλαστικών πτυχωτών μεμβρανών, όπως οι μεμβράνες πολυαιθυλενίου, για να προστατευθούν τα αγγούρια του θερμοκηπίου από την υπερβολική απώλεια ύδατος και τον επακόλουθο μαρασμό. Η περιτύλιξη σε μεμβράνη έχει αναφερθεί ότι παρατείνει τη ζωή στο ράφι μερικών καρπών εξαιτίας της συνεισφοράς της / επίδρασης στις συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας όπου φυλάσσονται τα αγγούρια. Ανάλογα με τη διαπερατότητα της μεμβράνης, η σύνθεση των αερίων της περιβάλλουσας ατμόσφαιρας μεταξύ των καρπών και της προστατευτικής μεμβράνης μπορεί να τροποποιηθεί μέσα από τη διαδικασία της αναπνοής και την διαπύδωση μέσω των πόρων των καρπών (transpiration). Η κατανάλωση του οξυγόνου με την αναπνοή προκαλεί πτώση του επιπέδου του οξυγόνου και άνοδο των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα. Η διαπύδωση από την άλλη πλευρά προκαλεί τη συγκέντρωση του αεριοποιημένου νερού μέσα στις αεροστεγείς μεμβράνες, αυξάνοντας τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας και οδηγώντας στη συμπύκνωση όταν η σχετική υγρασία φτάσει το 100%. Αυτές οι τρεις μεταβλητές μαζί με το αιθυλένιο, τη θερμοκρασία συντήρησης και τη διάρκεια συντήρησης αποτελούν τις έξι περιβαλλοντικές μεταβλητές που ρυθμίζονται στις συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας. Οι τελευταίες έχουν επίσης βρεθεί να μειώνουν τόσο την έναρξη όσο και τη

σοβαρότητα των τραυματισμών λόγω ψύχους στα τυλιγμένα σε μεμβράνη αγγούρια ως αποτέλεσμα αυξημένων επιπέδων πολυαμινών στους τυλιγμένους καρπούς. Στην περίπτωση των αγγουριών το βασικό πλεονέκτημα των πτυχωτών πλαστικών μεμβρανών που χρησιμοποιούνται ως ατομικό περιτύλιγμα σε αγγούρια είναι η μείωση της απώλειας υγρασίας, αφού η διαπερατή μεμβράνη προσφέρει προστασία από την ανταλλαγή υγρασίας αλλά δεν περιορίζει την κίνηση των αερίων.

Σε δύο πειράματα που έγιναν με Beit Alpha αγγούρια χωρίς σπόρους και που καλλιεργήθηκαν σε θερμοκήπια για εμπορικούς σκοπούς στη Φλώριδα, και στα δύο πειράματα τα αγγούρια συνελέγησαν το πρωί ( 15 Μαρτίου, 2003 και 30 Ιουνίου, 2003). Συσκευάστηκαν χωρίς να πλυθούν σε 7- κιλά, χωρίς κερί, αυλακωτά χαρτοκιβώτια και μεταφέρθηκαν την ίδια μέρα στο εργαστήριο του Πανεπιστημίου της Φλώριδα, στην Φλώριδα. Τα αγγούρια που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το πείραμα είχαν κατά μέσον όρο βάρος 80.4 gr, μήκος 136 mm και διάμετρο στο μέσον τους 29.4 mm. Μετά τη διαλογή, τα αγγούρια βυθίστηκαν σε ένα 100 –ppm μη χλωριούχο διάλυμα ( free chlorine solution) για 2 λεπτά, μετά αφέθηκαν να στεγνώσουν στον αέρα και τοποθετήθηκαν σε σκληρά, αεριζόμενα 2- L, κάδους πολυστερενίου. Τα αγγούρια αυτά κυκλοφόρησαν στην αγορά σε δίσκους καλυμμένους με μεμβράνες. Συντηρήθηκαν για 21 ημέρες στους 5<sup>0</sup> C, 7.5<sup>0</sup> C, 10<sup>0</sup> C ή 12.5<sup>0</sup> C και εξετάζονταν για τη ποιότητα τους κάθε 3 μέρες. Η σχετική υγρασία μέσα στους κουβάδες έφτανε κατά προσέγγιση το 95% μετά από δύο μέρες και έμεινε σε αυτό το επίπεδο κατά τη διάρκεια του πειράματος. ....Η ταχύτητα αναπνοής μετρήθηκε σε καρπούς που συντηρήθηκαν σε κλειστά του 1- L Tupperware δοχεία. Διάφορα υδατικά διαλύματα χρησιμοποιήθηκαν ως διαλύματα βύθισης για να προσδιοριστεί η διαρροή ηλεκτρολυτών στον ιστό του αγγουριού. Οι Kang et al. (2001) and Mattson (1996) ανέφεραν τη χρήση 0.3 M mannitol ως ισο- ωσμωτική συγκέντρωση , ενώ οι Hakim et al. (1999) χρησιμοποίησαν 0.4 M mannitol για τον προσδιορισμό απώλειας ηλεκτρολυτών Άλλοι ερευνητές χρησιμοποίησαν απεσταγμένο απιονισμένο νερό (distilled deionized water) για διάλυμα βύθισης. Η επιλογή των ισο- ωσμωτικών διαλυμάτων είναι σημαντική ώστε να προσδιοριστεί επακριβώς η διαπερατότητα της μεμβράνης αφού τα υπο- ή υπερ- ωσμωτικά διαλύματα θα μπορούσαν να επισκιάσουν τις πραγματικές αλλαγές στη διαπερατότητα διότι μπορούν να προκαλέσουν ωσμωτικό σοκ στα κύτταρα το οποίο με τη σειρά του θα επέφερε αλλαγές στο ρυθμό διαρροής των ιόντων. Η ισο-ωσμωτική συγκέντρωση mannitol καθορίστηκε από τη διαφορά βάρους μετά τη βύθιση μεσοκάρπιων πυρήνων ( mesocarp cores) σε διαλύματα mannitol για 4 ώρες. 5 πυρήνες ζυγίστηκαν και ελαφρά ραντίστηκαν με απιονισμένο νερό πριν τοποθετηθούν στο διάλυμα βύθισης. Μια τελική μέτρηση βάρους

έγινε αφού τα δείγματα έμειναν σε αργό αναμεικτήρα για 4 ώρες. Η διαφορά βάρους έπειτα χρησιμοποιήθηκε για να καθοριστεί η ισο- ωσμωτική συγκέντρωση του mannitol, η οποία καθορίστηκε σε 0.25 M mannitol. Οι πυρήνες ούτε πήραν ούτε έχασαν βάρος μετά τη βύθιση τους για 4 ώρες σε διάλυμα 0.25 M mannitol. Υψηλότερες συγκεντρώσεις έφεραν μια απώλεια βάρους στον μεσοκάρπιο ιστό ενώ οι συγκεντρώσεις κάτω του 0.25 M έφεραν μεγαλύτερο βάρος μετά την τετράωρη βύθιση.

Η θερμοκρασία συντήρησης είχε σημαντική επίδραση στην μετασυλλεκτική ποιότητα και την ζωή στην αγορά των αγγουριών με τις διάφορες ανωμαλίες να παρατηρούνται στους καρπούς που συντηρήθηκαν σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Όλοι οι καρποί διατήρησαν μια αποδεκτή εμφάνιση για τις πρώτες έξι μέρες στη συντήρηση. Η επιδείνωση της ποιότητας έγινε εμφανής την ένατη μέρα σε καρπούς που συντηρήθηκαν στους 5<sup>0</sup> C ή τους 12.5<sup>0</sup> C. Η ποιότητα άρχισε να φθίνει σε καρπούς που συντηρήθηκαν στις δύο ακραίες θερμοκρασίες, των 5.0<sup>0</sup> C και 12.5<sup>0</sup> C, ανάμεσα στην 6<sup>η</sup> και την 9<sup>η</sup> ημέρα συντήρησης. Σε αυτό το σημείο, καρποί που συντηρήθηκαν στους 5.0<sup>0</sup> C έχασαν την ποιότητα τους λόγω εμφάνισης βαθουλωμάτων και παρουσίας νερού σε 70% του συνόλου του καρπού ενώ οι καρποί που συντηρήθηκαν στους 12.5<sup>0</sup> C έχασαν ποιότητα εξαιτίας της παρουσίας στερεών προεξοχών ή κτυπημάτων που εμφανίστηκαν στην επιφάνεια του καρπού. Η παρουσία αυτών των κτυπημάτων επηρέασε 45% του καρπού και αρνητικά επέδρασε στην απαλή, κηρώδη εμφάνιση των Beit Alpha αγγουριών. Οι καρποί που συντηρήθηκαν στους 7.5<sup>0</sup> C και στους 10<sup>0</sup> C δεν έδειξαν τις παραπάνω ανωμαλίες σε αυτό το στάδιο της συντήρησης, παρά έπειτα από 12 ημέρες συντήρησης, έδειξαν συμπτώματα εκείνοι που έμειναν σε θερμοκρασία 7.5<sup>0</sup> C. Κιτρίνισμα σε 50% του καρπού, ελαφρά εμφάνιση βαθουλωμάτων και παρουσία νερού ήταν οι βασικοί παράγοντες που αρνητικά επηρέασαν την εμφάνιση αυτών των καρπών ενώ εκείνοι που έμειναν στους 10<sup>0</sup> C διατήρησαν καλή εμφάνιση συντηρούμενοι την ίδια χρονική περίοδο με τους άλλους.

Η παρουσία των χτυπημάτων και του κιτρινίσματος συνέχισε να μειώνει την ποιότητα των καρπών που συντηρήθηκαν στους 12.5<sup>0</sup> C και μετά την 12 – 15 ημέρα οι καρποί δεν ήταν εμπορεύσιμοι. Αυτοί που έμειναν στους 10 κράτησαν την καλή εμφάνιση τους μέχρι τις 15-18 ημέρες συντήρησης οπότε εμφανίστηκε κιτρίνισμα και μαρασμός στο άκρο που συνδεόταν ο καρπός με το φυτό ( μίσχος). Αυτά τα συμπτώματα επηρέασαν την εμφάνιση, οπότε και την εμπορευσιμότητα αρνητικά.

Η εμπορευσιμότητα των συντηρημένων καρπών, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία συντήρησης χάθηκε μεταξύ της 18<sup>ης</sup> και της 21<sup>ης</sup> μέρας συντήρησης. Στο πρώτο πείραμα, τα αγγούρια που έμειναν στους 10<sup>0</sup> C ή χαμηλότερη θερμοκρασία έδειξαν συμπτώματα



βακτηριακής (Ψευδομονάς) και μυκητιακής ( Βοτρύτης) παρακμής την 21<sup>η</sup> ημέρα συντήρησης. Στο δεύτερο πείραμα δεν παρατηρήθηκε παρακμή.

Η διακύμανση της θερμοκρασίας δεν είχε καμιά σημαντική επίδραση στο εξωτερικό χρώμα των Beit Alpha. Το εξωτερικό χρώμα επηρεάστηκε όμως από τη χρονική διάρκεια της συντήρησης και επέδειξε κατιούσα τάση, από σκούρο πράσινο προς κίτρινο ενόσω μεγάλωνε η διάρκεια συντήρησης. Η μεταχείριση κατά τη συντήρηση δεν είχε καμιά επίδραση στη φωτεινότητα των καρπών. Το εσωτερικό χρώμα μειώθηκε στους καρπούς που συντηρήθηκαν στις δύο ενδιάμεσες θερμοκρασίες (7.5<sup>0</sup>C και 12.5<sup>0</sup>C). Η εσωτερική φωτεινότητα δεν επηρεάστηκε από τη μεταχείριση συντήρησης. Η απώλεια βάρους αυξήθηκε σχεδόν γραμμικά με την πάροδο του χρόνου , φτάνοντας το 4.4% μετά από 21 ημέρες σε καρπούς που συντηρήθηκαν στους 12.5<sup>0</sup> C. Η απώλεια βάρους στους 12.5<sup>0</sup> C ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από την απώλεια βάρους σε χαμηλότερες των 12.5<sup>0</sup> C θερμοκρασίες. Η απώλεια σε θερμοκρασίες μεταξύ 5.0<sup>0</sup> C και 10<sup>0</sup> C ήταν λιγότερο έντονη , με ασήμαντες διαφορές.

Δεν παρατηρήθηκε οι διακυμάνσεις της θερμοκρασία συντήρησης να έχει σημαντική επίδραση στην σχέση σάκχαρα : οξέα στα συντηρούμενα αγγούρια.

Από τα πειράματα φαίνεται ότι η μέγιστη διάρκεια ζωής των καρπών στην αγορά επιτυγχάνεται με θερμοκρασία συντήρησης τους 10<sup>0</sup> C και σε σχετική υγρασία κατά προσέγγιση 90%. Στους 5<sup>0</sup> C και 7.5<sup>0</sup> C οι τραυματισμοί λόγω ψύχους ήταν ο αποφασιστικός παράγοντας υποβάθμισης της ποιότητας ενώ οι καρποί που έμειναν στους 12.5<sup>0</sup> C η αντίστοιχη αιτία ήταν η παρουσία προεξοχών. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ποιότητα θα έπρεπε να ορίζεται ως συνάρτηση όλων των διαφορετικών παραμέτρων ( εμφάνιση, χρώμα, απώλεια βάρους, σταθερότητα υψής) και έχει σχέση με τη φύση του εμπορεύματος καθώς και με τη χρήση που προορίζεται να έχει στην αγορά.

**■ Συμπέρασμα:** Φαίνεται ότι οι συγγραφείς, μέχρι αυτό το σημείο τουλάχιστον, δεν συμπεριλαμβάνει την επίδραση της πλαστικής μεμβράνης, ως υλικού, στις ανωτέρω παραμέτρους. Ωστόσο, με την παράμετρο ' αιθυλένιο ' αναφέρει:

Η εξωτερική εμφάνιση των Beit Alpha επηρεάστηκε αρνητικά από τη συνεχή έκθεση σε εξωτερικό αιθυλένιο. Τα αγγούρια διατήρησαν παρόμοια εμφάνιση μέχρι την έκτη μέρα συνεχούς παρουσίας αιθυλενίου, άσχετα με τη συγκέντρωση του αερίου αυτού στην ατμόσφαιρα. Σε αυτό το στάδιο όλα τα αγγούρια είχαν πολύ καλό και σκούρο πράσινο χρώμα χωρίς ορατά ελαττώματα, όπως μαρασμό, συγκέντρωση νερού ή μικροβιακή σήψη. Εκείνα που εκτέθηκαν σε 1, 5, ή 10 ppm βαθμολογήθηκαν με ' 7' σε μια κλίμακα με διαβάθμιση από το 1 έως το 9. Το ' 9' αντιπροσώπευε νωπά αγγούρια του αγρού και το '1'



τα ακατάλληλα για κατανάλωση. Άλλα που τοποθετήθηκαν σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα βαθμολογήθηκαν με ' 7.8'. Η εξωτερική εμφάνιση των καρπών που εκτέθηκαν σε αιθυλένιο χειροτέρευσε αφού μεταφέρθηκαν σε συντήρηση χωρίς αιθυλένιο και θερμοκρασία 20<sup>0</sup> C για 24 ώρες ενώ τα υπό ελεγχόμενη ατμόσφαιρα διατήρησαν την εμφάνιση που είχαν πριν μεταφερθούν.

✚ *Δηλαδή τα ελεγχόμενης δεν επηρεάστηκαν κατά τη μετάβαση από αιθυλένιο σε χωρίς αιθυλένιο.*

Μετά την περίοδο μεταφοράς, τα αγγούρια που εκτέθηκαν σε 1, 5, ή 10 ppm αιθυλενίου εμφάνισαν μέτριο μαρασμό στο άκρο του μίσχου και ακανόνιστο κιτρίνισμα που έδωσε στο καρπό ελαττωματική – με κηλίδες- εμφάνιση και έτσι επέδρασε αρνητικά στην εξωτερική εμφάνιση αυτών που εκτέθηκαν σε αιθυλένιο. Οι συγκεκριμένοι καρποί πήραν 5.1, 4.8 και 3.6 με αντίστοιχες τιμές 1, 5, 10 ppm αιθυλενίου , ενώ τα υπό ελεγχόμενη ατμόσφαιρα πήραν κατά μέσον όρο ' 7.0', μετά την περίοδο μετάβασης σε συντήρηση χωρίς αιθυλένιο και θερμοκρασία 20<sup>0</sup> C.

Οι διαφορές στην εξωτερική εμφάνιση έγιναν εμφανείς σε καρπούς που συνεχώς εκτίθονταν σε αιθυλένιο για 9 μέρες, όταν 90% των καρπών που εκτέθηκαν σε 10 ppm εξωτερικού αιθυλενίου δεν ανταποκρίνονταν στα κριτήρια εμπορευσιμότητας. Τα βασικά ελαττώματα που παρουσίασαν ήταν κιτρίνισμα, παρακμή και μαρασμός στο άκρο του μίσχου.

✚ *Συμπέρασμα: Στις 9 ημέρες σε 10 ppm αιθυλένιο φάνηκαν εξωτερικές φθορές που έκαναν τους καρπούς ακατάλληλους για το εμπόριο. . Αυτά που ήταν σε 5 ή 1 ppm εξωτερικού αιθυλενίου για 9 ημέρες όμως δεν παρουσίασαν προβλήματα και εκείνα υπό ελεγχόμενη ατμόσφαιρα ήταν ακόμη καλύτερα κατά μέσον όρο από τα ' ανοιχτά ' ( εξωτερικού αιθυλενίου). Η ραγδαία επιδείνωση των πρώτων επήλθε μετά τη μεταφορά τους σε θερμοκρασία 20<sup>0</sup>C και για 24 ώρες, ενώ τα ελεγχόμενης ατμόσφαιρας συνέχισαν να έχουν καλή εμφάνιση μετά τη συντήρηση χωρίς αιθυλένιο και σε θερμοκρασία 20<sup>0</sup> C. Οι δε καρποί των 1 και 5 ppm αιθυλενίου κρίθηκαν ακατάλληλοι για το εμπόριο μετά από 12 ημέρες συντήρησης, αλλά οι υπό ελεγχόμενη ατμόσφαιρα συνέχισαν να είναι σε καλή κατάσταση.*

Αυτά που εκτέθηκαν σε 5 ή 1 ppm εξωτερικού αιθυλενίου ανταποκρίνονταν στα κριτήρια εμπορευσιμότητας σε αυτό το στάδιο ( των 9 ημερών) βαθμολογούμενα με '6.7' και '5.0' αντίστοιχα, ενώ τα υπό ελεγχόμενη ατμόσφαιρα βαθμολογήθηκαν με ' 7.2' κατά μέσον όρο. Η εξωτερική εμφάνιση μειώθηκε ραγδαία αφού οι καρποί μεταφέρθηκαν σε συντήρηση

χωρίς αιθυλένιο και στους 20<sup>0</sup> C για 24 ώρες. Μετά από αυτή την περίοδο μετάβασης τους, τα αγγούρια που εκτέθηκαν στο αιθυλένιο είχαν εξωτερική εμφάνιση που βαθμολογούνταν με '1.0'.

Όλοι οι καρποί που εκτέθηκαν σε 10 ppm αιθυλενίου έδειξαν σημάδια παρακμής ενώ μόνο το 60% και το 40% εκείνων που εκτέθηκαν σε 5 και 1 ppm, αντίστοιχα έδειξαν παρόμοια σημάδια. Τα υπό ελεγχόμενη ατμόσφαιρα είχαν καλή εμφάνιση μετά την περίοδο μετάβασης σε συντήρηση χωρίς αιθυλένιο και θερμοκρασία 20<sup>0</sup> C, και δεν παρουσίασαν σημάδια παρακμής ή κιτρίνισμα.

✚ *Συμπέρασμα: Στα ευρωπαϊκά αγγούρια οι εξελίξεις ήταν διαφορετικές: Αυτά επηρεάστηκαν αρνητικά από το αιθυλένιο από την 9<sup>η</sup> ημέρα και έπειτα, αλλά οι μεταβαλλόμενες τιμές αιθυλενίου δεν είχαν διαφορετικές επιδράσεις, στο ρυθμό επιδείνωσης της εμφάνισης των αγγουριών δηλαδή.*

Η ποιότητα των υπό ελεγχόμενης ατμόσφαιρας επηρεάστηκε ως προς τη σκληρότητα τους (δεν κάμπτονταν) και εμφάνιζε μια ελαφρά 'δερμάτινη' όψη ο φλοιός τους. Η ποιότητα συνέχισε να επιδεινώνεται καθώς η περίοδος έκθεσης προχωρούσε.

Οι καρποί που εκτέθηκαν σε 1 έως 5 ppm δεν ανταποκρίθηκαν στα κριτήρια εμπορευσιμότητας μετά από 12 ημέρες συντήρησης ενώ οι υπό ελεγχόμενη ατμόσφαιρα είχαν κατά μέσο όρο εξωτερική εμφάνιση 5.6. Σε αυτό το στάδιο οι εκτεθειμένοι σε αιθυλένιο επηρεάστηκαν αρνητικά κυρίως με παρακμή '

Παρόμοια με τα Beit Alpha αγγούρια, η εμφάνιση των Ευρωπαϊκών επίσης επηρεάστηκε αρνητικά με την συνεχή έκθεση τους σε αιθυλένιο, αλλά αυτά είχαν μια ελαφρώς διαφορετική πορεία από τα Beit Alpha. Η βαθμολόγηση της εμφάνισης των με αιθυλένιο μεταχειριζόμενων (1,5 και 10 ppm αιθ.) αγγουριών ανταποκρίθηκε στο κριτήριο εμπορευσιμότητας μεταξύ της 6<sup>ης</sup> και 9<sup>ης</sup> ημέρας συνεχούς παροχής αιθυλενίου, αλλά ανόμοια με τα Beit Alpha, η μεταβαλλόμενη συγκέντρωση του αιθυλενίου στην ατμόσφαιρα συντήρησης δεν είχε επίδραση στο ρυθμό επιδείνωσης της εμφάνισης.

✚ *Μέχρι την 9<sup>η</sup> ημέρα δεν θα υπάρξουν διαφορές. Αυτές θα αρχίσουν να γίνονται ορατές από την 9<sup>η</sup> ημέρα και στη συνέχεια.*

Η περιτύλιξη σε πλαστική πτυχωτή μεμβράνη των Ευρωπαϊκών αγγουριών δεν βοήθησε στη μετρίαση των επιδράσεων του C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> στην ποιότητα των καρπών αφού δεν βρέθηκαν διαφορές στην εμφάνιση μεταξύ των συσκευασμένων και μη αγγουριών καθ' όλη τη

διάρκεια της παροχής  $C_2H_4$  . Μετά από 6 ημέρες συνεχούς παροχής  $C_2H_4$  δεν υπήρχε διαφορά στην εμφάνιση συσκευασμένων και μη ευρωπαϊκών αγγουριών, αν και υπήρξαν 4 διαφορετικές τιμές παρουσίας  $C_2H_4$  . Σε αυτό το στάδιο και οι τέσσερις διαφορετικές παροχές  $C_2H_4$  , τόσο στα συσκευασμένα όσο και στα μη , επέφεραν το ίδιο αποτέλεσμα: πολύ καλή εξωτερική εμφάνιση, σκούρο πράσινο χρώμα και καθόλου μαρασμό στο τμήμα του μίσχου ή άλλο ορατό ελάττωμα. Τα συσκευασμένα που εκτέθηκαν σε 0, 1, 5 ή 10 ppm  $C_2H_4$  πήραν κατά μέσον όρο βαθμό εξωτερικής εμφάνισης 8, 7, 7 και 7 αντίστοιχα ενώ τα μη συσκευασμένα στις ίδιες τιμές  $C_2H_4$  είχαν ακριβώς τους ίδιους βαθμούς.

- ✚ *Μετά την 9<sup>η</sup> ημέρα υπήρξαν προβλήματα που ωστόσο δεν οφείλονταν στην προστασία που παρείχε ή δεν παρείχε η πλαστική μεμβράνη έναντι των επιδράσεων του αιθυλενίου, αλλά στην προστασία που αυτή δεν παρείχε εκεί που δεν υπήρχε όσον αφορά τον παράγοντα νερό. Η έλλειψη της επέτρεψε την απώλεια νερού.*

Η επιδείνωση στην εμφάνιση των Ευρωπαϊκών ήρθε μετά από 9 ημέρες παροχής αιθυλενίου . Και στις τέσσερις διαφορετικές τιμές αιθυλενίου τόσο τα συσκευασμένα όσο και τα μη έφτασαν στα όρια της εμπορικής τους ζωής στις 9 ημέρες συνεχούς έκθεσης στο αιθυλένιο. Τα πρώτα (συσκευασμένα) υπέστησαν κιτρίνισμα, μαρασμό στο άκρο κοντά στο μίσχο και κόκκινο- καφέ βούλες καθώς και παρουσία νερού ενώ τα μη ( που ήταν εκτεθειμένα στο αιθυλένιο της ατμόσφαιρας) παρουσίασαν μόνο μαρασμό του άκρου του μίσχου. Τα μη συσκευασμένα ήταν ακατάλληλα για την αγορά λόγω της υπερβολικής απώλειας νερού και όχι λόγω της επίδρασης του αιθυλενίου. Τα συσκευασμένα Ευρωπαϊκά επίσης έφτασαν το όριο της εμπορικής τους ζωής στις 9 μέρες συνεχούς παροχής αιθυλενίου εξ αιτίας των ίδιων διαταραχών με των μη συσκευασμένων, όμως τα μη συσκευασμένα παρέμειναν κατάλληλα για το εμπόριο πέρα από αυτό το σημείο λόγω της ατομικής προστατευτικής πτυχωτής μεμβράνης που μείωσε την απώλεια του νερού. Τα μη συσκευασμένα εμφάνιζαν μεγαλύτερη συχνότητα κόκκινο – καφέ κηλίδων, η ένταση των οποίων αυξανόταν ανάλογα με τις συγκεντρώσεις αιθυλενίου.

Και στα Beit Alpha και στα Ευρωπαϊκά, το αιθυλένιο προκάλεσε αυξημένο κιτρίνισμα στον φλοιό τους, καμία διαφορά όμως δεν υπήρξε μεταξύ των συσκευασμένων και μη συσκευασμένων καρπών.

- ✚ *Η λαμπρότητα των Ευρωπαϊκών δεν επηρεάστηκε από την ύπαρξη μεμβράνης ή μη, όπως και των Beit Alpha που δεν ήταν καλυμμένα από μεμβράνη.*

Ως προς τον παράγοντα λαμπρότητα ' L' , τα ευρωπαϊκά μη συσκευασμένα σε πλαστική μεμβράνη, όπως και τα Beit Alpha , έμειναν σχετικά χωρίς αλλαγές κατά την περίοδο συντήρησης ενώ οι αξίες χρώματος αυξήθηκαν ελαφρώς από έναν μέσο όρο 21.4 κατά τη συγκομιδή σε 24.4-30.2 ανάλογα με τη θερμοκρασία, αλλά χωρίς σημαντικές διαφορές εξαιτίας άλλων πιθανόν μεταβαλλόμενων συνθηκών συντήρησης.

Όπως με τα μη συσκευασμένα αγγούρια η έκθεση σε εξωτερικό αιθυλένιο προκάλεσε κιτρίνισμα του φλοιού, μια ένδειξη του ότι η μεμβράνη δεν προστατεύει τον καρπό από τη ζημιά που μπορεί να προκαλέσει το αιθυλένιο. Η λαμπρότητα των συσκευασμένων Ευρωπαϊκών ήταν παρόμοια με εκείνη των Beit Alpha ή των μη τυλιγμένων Ευρωπαϊκών και δεν επηρεάστηκε από τη μεταχείριση συντήρησης παραμένοντας σχετικά όμοια κατά την περίοδο συντήρησης, ενώ οι αξίες χρώματος αυξήθηκαν ελαφρώς από 22.1 στη συγκομιδή σε 23.6 και 32.5 ανάλογα με τη θερμοκρασία, αλλά με ασήμαντες διαφορές οφειλόμενες σε τυχόν τρόπους μεταχείρισης.

Η έκθεση σε εξωτερικό αιθυλένιο τόσο των Beit Alpha όσο και των Ευρωπαϊκών δεν είχε καμία επίδραση στην απώλεια βάρους. Όμως τα μη συσκευασμένα με πλαστική μεμβράνη ευρωπαϊκά έχασαν περισσότερο βάρος από τα συσκευασμένα ευρωπαϊκά ή τα Β.Α. Μετά από 12 μέρες συντήρησης, τα Β.Α και τα συσκευασμένα έχασαν κατά προσέγγιση 1% του αρχικού βάρους τους, χωρίς σημαντικές διαφορές οφειλόμενες στις διαφορετικές τιμές του αιθυλενίου. Από την άλλη πλευρά, τα μη συσκευασμένα Ευρωπαϊκά έχασαν σημαντικά περισσότερο βάρος από τα Β.Α ή τα μη συσκευασμένα Ευρωπαϊκά αγγούρια, χωρίς αξιολογικές διαφορές εξ αιτίας των διαφορετικών τιμών αιθυλενίου, μια ένδειξη ότι η απώλεια βάρους οφειλόταν πράγματι στην έλλειψη της μεμβράνης και όχι στην άμεση επίδραση του εξωτερικού αιθυλενίου. Τα μη συσκευασμένα Ευρωπαϊκά έχασαν περίπου 4% μετά από 12 ημέρες στη συντήρηση, ποσοστό αρκετά υψηλότερο από την απώλεια βάρους των συσκευασμένων Ευρωπαϊκών ή των Β.Α.

*Συμπέρασμα: Τα καλυμμένα Β.Α. είχαν παρόμοια απώλεια βάρους όπως και τα καλυμμένα Ευρωπαϊκά μετά από 12 ημέρες στη συντήρηση*

Συζήτηση:

A) Εμφάνιση: Μια αποδεκτή εμφάνιση των Β.Α διατηρήθηκε για 15-18 ημέρες σε συντήρηση 10<sup>0</sup> C , κατά προσέγγιση 90% σχετική υγρασία και σε περιβάλλον χωρίς αιθυλένιο. Όμως η εμφάνιση επηρεάστηκε αρνητικά όταν τα Β.Α εκτέθηκαν σε αιθυλένιο



που υπήρχε στην ατμόσφαιρα συντήρησης. Και στα δύο πειράματα, με τις 4 διαφορετικές συγκεντρώσεις αιθυλενίου, η εμφάνιση παρέμεινε αποδεκτή για τις πρώτες 6 ημέρες της έκθεσης στο αιθυλένιο αλλά έκρυβε εσωτερικές διαφορές όπως σε σχέση με τη σταθερότητα του μεσοκαρπίου και τη διαρροή ηλεκτρολυτών. Οι καρποί που εκτέθηκαν στο αιθυλένιο και είχαν αποδεκτή εμφάνιση υπέφεραν οξείες μεταβολές στην εμφάνιση όταν οι καρποί αυτοί μεταφέρθηκαν σε περιβάλλον χωρίς αιθυλένιο και θερμοκρασίες 20<sup>0</sup> C, μια πλευρά του θέματος που θα μπορούσε να προκαλέσει πρόβλημα στους εμπόρους αν δεν μπορούν να διατηρήσουν συνεχείς ψυχρές θερμοκρασίες καθόλη τη διαδικασία της εμπορικής ζωής των προϊόντων τους.

Η υποβάθμιση της εμφάνισης των Β.Α αγγουριών που εκτέθηκαν στο αιθυλένιο ήταν σταδιακή και εμφανίστηκε πρώτα στους καρπούς που εκτέθηκαν σε υψηλότερες συγκεντρώσεις αιθυλενίου. Όπως τα Β.Α, έτσι και τα Ευρωπαϊκά διατήρησαν μια αποδεκτή εμφάνιση τις πρώτες 6 ημέρες της έκθεσής τους στο αιθυλένιο αλλά υπέστησαν υποβάθμιση στην εμφάνιση έπειτα από τις 6 ημέρες. Όμως, ανόμοια με τα Β.Α οι αλλαγές στην εμφάνιση των ευρωπαϊκών δεν αυξήθηκαν σε οξύτητα όταν η συγκέντρωση του αιθυλενίου στο περιβάλλον συντήρησης έγινε από 1 , 10 ppm. Αυτό είναι ένδειξη ότι πιθανόν τα ευρωπαϊκά είναι πιο ευαίσθητα στο αιθυλένιο από τα Β.Α.

✦ *Συμπέρασμα: Εκτός από τις θερμοκρασίες συντήρησης ρόλο παίζουν και άλλοι παράγοντες όπως συγκεντρώσεις αερίων. Για τα Beit Alpha ή mini, καθοριστικής σημασίας είναι η διάρκεια συντήρησης σε συνάρτηση με την ύπαρξη ή μη τροποποιημένων ατμοσφαιρών και τη μετάβαση από συνθήκες με παρουσία αιθυλενίου σε συνθήκες χωρίς αιθυλένιο αλλά σε συγκεκριμένη θερμοκρασία (20<sup>0</sup> C), χωρίς (!) την παρουσία πλαστικής μεμβράνης. Αντίθετα, η παρουσία της μεμβράνης στα ευρωπαϊκά αγγούρια (English, Dutch) είναι απαραίτητη, όχι όμως ως προστασία από τις επιδράσεις του αιθυλενίου, όποιες και να είναι οι συγκεντρώσεις του, αλλά ως φραγμός στην απώλεια νερού. Τα ευρωπαϊκά αγγούρια που δεν είχαν συσκευαστεί σε πλαστική μεμβράνη έχασαν περισσότερο βάρος από τα αντίστοιχα συσκευασμένα ή τα Β.Α. που δεν ήταν συσκευασμένα με πλαστική μεμβράνη.*

Η κάλυψη με μεμβράνη των Ευρωπαϊκών δεν βοήθησε στη μείωση της επίδρασης του αιθυλενίου στην εξωτερική εμφάνιση, εξαιτίας της διαπερατότητας της μεμβράνης, αλλά ήταν αποτελεσματική στη μείωση της απώλειας υγρασίας και τον εν συνεχεία μαρασμό των καρπών. Αν και τα Β.Α. δεν ήταν συσκευασμένα, ήταν πιο ανεκτικά στην απώλεια υγρασίας από ότι τα μη συσκευασμένα Ευρωπαϊκά αγγούρια.

Εξωτερικό χρώμα

Όπως και με την επίδραση του αιθυλενίου στην εμφάνιση, η μεμβράνη δεν μετρίασε την επίδραση του αιθυλενίου στην απώλεια χρώματος.

Εσωτερικό χρώμα:

Το εσωτερικό χρώμα τόσο των Β.Α όσο και των Ευρωπαϊκών συσκευασμένων και μη αγγουριών δεν επηρεάστηκε από το αιθυλένιο στην ατμόσφαιρα συντήρησης.

Απώλεια Βάρους:

Η απώλεια βάρους και το εσωτερικό χρώμα είναι οι μόνες δύο παράμετροι που δεν επηρεάστηκαν από το αιθυλένιο. Τα Β.Α είχαν απώλεια βάρους παρόμοια με εκείνη των συσκευασμένων Ευρωπαϊκών, περίπου 1%. Η μεμβράνη ήταν αποτελεσματική στο να μειώσει τον ρυθμό της απώλειας βάρους στα ευρωπαϊκά αγγούρια και κατ' επέκταση ευθυνόταν για το μαρασμό του άκρου προς το μίσχο. Δεδομένου του ότι τα Β.Α δεν υποφέρουν από υπερβολική απώλεια βάρους, η περιτύλιξη σε μεμβράνη δεν είναι απαραίτητη γι' αυτά τα αγγούρια, γεγονός που είναι πλεονέκτημα για αυτή την ποικιλία, σε σύγκριση με τα ευρωπαϊκά, εφόσον η περιτύλιξη και το συνεπαγόμενο κόστος ατομικά για το κάθε αγγούρι αποφεύγεται. Η μεμβράνη περιτύλιγματος, αν και διαπερατή ήταν αποτελεσματική στο να δημιουργήσει φραγμό υγρασίας που προστάτευε το αγγούρι από την αφυδάτωση που θα είχε υποβαθμίσει την εμπορευσιμότητα του.

Η περιτύλιξη των Ευρωπαϊκών αγγουριών δεν είχε καμία επίδραση στο ρυθμό υποβάθμισης της υφής τους.

Αυξημένοι ρυθμοί διαρροής ηλεκτρολυτών συνδέονται με διαφορετικά επίπεδα διαπερατότητας των μεμβρανών και με το χρόνο συντήρησης. Στις τρεις πρώτες μέρες δεν παρατηρήθηκε αλλαγή στο ρυθμό διαρροής ηλεκτρολυτών και στις τέσσερις διαφορετικές συγκεντρώσεις αιθυλενίου. Ο ρυθμός αυξήθηκε την έκτη ημέρα και ανάλογα με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις αιθυλενίου. Οι μεταβολές στη διαπερατότητα της μεμβράνης έχουν αθροιστικό αποτέλεσμα με το πέρασμα του χρόνου και η μη αναστρέψιμη φθορά χρειάζεται τουλάχιστον 7 ημέρες για να οδηγήσει σε υψηλότερους ρυθμούς διαρροής ηλεκτρολυτών.

Οι διαφορετικές συγκεντρώσεις αιθυλενίου από 1 έως 10 ppm στην ατμόσφαιρα συντήρησης δεν αύξησαν το ρυθμό διαρροής ηλεκτρολυτών στα μη τυλιγμένα Ευρωπαϊκά αγγούρια. Στα τυλιγμένα ευρωπαϊκά, διαφορές φάνηκαν μόνο σε ένα πείραμα και μόνο μετά από 12 ημέρες συνεχούς έκθεσης σε 10 ppm δηλώνοντας έτσι ότι τα Ευρωπαϊκά αγγούρια ανταποκρίνονται διαφορετικά στο αιθυλένιο από τα Β.Α. η περιτύλιξη σε μεμβράνη δεν βοήθησε στη μετρίαση των αρνητικών επιδράσεων του αιθυλενίου.

- Η διαπερατότητα των μεμβρανών φαίνεται να έχει σχέση με τους ρυθμούς διαρροής των ηλεκτρολυτών. Αν και η εμφάνιση των Β.Α. για τις 6 πρώτες μέρες στο αιθυλένιο παρέμεινε αποδεκτή, ωστόσο έκρυβε εσωτερικές διαφορές όπως σε σχέση με τη σταθερότητα του μεσοκαρπίου και τη διαρροή ηλεκτρολυτών.

Επομένως: Συγκεντρώσεις του αιθυλενίου 1 ppm στο περιβάλλον επηρεάζουν αρνητικά την εμπορευματική ζωή των Β.Α. αγγουριών. Κατά τη συντήρηση στους 10<sup>0</sup> C αρνητικά αποτελέσματα εμφανίστηκαν σε καρπούς που είχαν εκτεθεί σε 1 ppm κατά την 9-12 ημέρα συντήρησης, σε καρπούς που είχαν εκτεθεί σε 5 ppm εμφανίστηκαν αρνητικά αποτελέσματα μεταξύ της 6<sup>ης</sup> και της 9<sup>ης</sup> ημέρας συντήρησης και σε καρπούς που εκτέθηκαν σε 10 ppm αιθυλενίου τα αρνητικά αποτελέσματα φάνηκαν μεταξύ της 3<sup>ης</sup> και της 6<sup>ης</sup> μέρας συντήρησης. Η ποιότητα των υπό συντήρηση αγγουριών μπορούσε να υποβαθμιστεί περαιτέρω αν οι καρποί επίσης υποβάλλονταν σε επιπλέον καταπόνηση όπως θερμοκρασίες ατμόσφαιρας πάνω από 10<sup>0</sup> C. Οι βασικές επιδράσεις από το εξωτερικό αιθυλένιο ήταν : αυξημένοι ρυθμοί διαρροής ηλεκτρολυτών και υποβάθμιση της υφής του καρπού ( πιο μαλακός) ενώ οι αλλαγές στην εμφάνιση και το κιτρίνισμα του φλοιού ήταν δευτερεύουσες αλλαγές. Μπορεί επίσης να υποστηριχτεί ότι η εξωτερική εμφάνιση είναι παραπλανητική ως το μόνο μέσο προσδιορισμού της ποιότητας του αγγουριού του θερμοκηπίου μετά την έκθεση σε αιθυλένιο της ατμόσφαιρας. Οι πολύ κακές επιδράσεις του αιθυλενίου φαίνονται γρηγορότερα σε άλλες ιδιότητες όπως διαπερατότητα του κυττάρου. Αν και η απώλεια χλωροφύλλης, παρατηρήθηκε σε όλα τα 4 πειράματα, κατά τη διάρκεια της συντήρησης, ήταν λιγότερη στους καρπούς σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα από ότι σε αυτούς που εκτέθηκαν σε αιθυλένιο. Η έκθεση στο αιθυλένιο επίσης προώθησε την παρακμή του καρπού αλλά αυτή η παρακμή ήταν μόνο εμφανής αφού ο καρπός κρίθηκε ακατάλληλος για την αγορά λόγω υποβάθμισης της υφής του και της ακεραιότητας των κυττάρων του.

Αν και οι αρνητικές επιδράσεις του 1 ppm χρειάστηκαν 9-12 ημέρες να εκδηλωθούν, τα Β.Α. αγγούρια μπορούσαν να συντηρηθούν σε περιβάλλον χωρίς αιθυλένιο διότι μια επιπλέον καταπόνηση, όπως μια διακοπή στην αλυσίδα ψύχους, σε συνδυασμό με έκθεση σε 1 ppm αιθυλένιο θα μπορούσε να επιταχύνει την απώλεια ποιότητας στα αγγούρια Β.Α.

Τα ευρωπαϊκά επίσης επηρεάστηκαν αρνητικά από την έκθεσή τους στο αιθυλένιο στην ατμόσφαιρα συντήρησης, αλλά διαφορετικά από τα Β.Α. δεν ανταποκρίθηκαν διαφορετικά όταν η συγκέντρωση του αιθυλενίου αυξήθηκε από 1 σε 10 ppm. Η ατομική περιτύλιξη σε πτυχωτή μεμβράνη προστάτευσε τα Ευρωπαϊκά από απώλεια βάρους αλλά όχι από τις

αντίξοες επιδράσεις του αιθυλενίου. Η περιτύλιξη δεν συνιστάται για τα Β.Α, αφού η απώλεια βάρους των μη συσκευασμένων ήταν συγκρίσιμη με εκείνη των συσκευασμένων.

- ✚ *Το συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι ο ρόλος της μεμβράνης περιορίζεται στη συγκράτηση της απώλειας του νερού από το αγγούρι. Δεν μετριάσει τις επιδράσεις από το αιθυλένιο. Η διαπερατότητα της έχει σχέση με το ρυθμό αύξησης των ηλεκτρολυτών.*

#### **Μελέτη Δ.**

Ghaouth, A., Arul, J., Ronnaampalam, R. (1991). Χρήση Επικάλυψης Χιτοσάνης για τη Μείωση της Απώλειας Ύδατος και τη Διατήρηση της Ποιότητας των Αγγουριών και των Σολανωδών.

Η παρεμπόδιση της απώλειας ύδατος μέσα από την αναπνευστική διαδικασία μπορεί να επιτευχθεί με ατομική συσκευασία μεμβράνης πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας . αν και αυτή η μέθοδος είναι αποτελεσματική στην μετρίαση της καταπόνησης του νερού και στην επιβράδυνση της γήρανσης, έχει μειονεκτήματα. Το μειονέκτημα της αεροστεγούς συσκευασίας είναι ότι οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας συντήρησης προκαλούν συμπύκνωση του νερού η οποία προάγει την ανάπτυξη μυκήτων.

- ✚ *Συμπέρασμα: η σημασία της μεμβράνης και της διαπερατότητας της είναι σε σχέση με τον παράγοντα συμπύκνωση νερού και δημιουργία μυκήτων. Η χαμηλή διαπερατότητα της μεμβράνης πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας μπορεί να οδηγήσει σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία σε συμπύκνωση του νερού και έτσι να προαχθεί η ανάπτυξη μυκήτων.*

#### **Μελέτη Ε.**

Οι Nunes, C., Emond, J-P., Dea, S., Yagiz, Y., (2011) Distribution center and retail conditions affect the sensory and compositional quality of bulk and packaged slicing cucumbers μελέτησαν αγγούρια της ποικιλίας ‘ Καλυψώ’ που συσκευάστηκαν σε δίσκους πολυστυρενίου και καλύφθηκαν με μεμβράνη πολυβινυλοχλωριδίου (PVC) σε σχέση με άλλα που δεν συσκευάστηκαν με αυτό το τρόπο. Μερικά συντηρήθηκαν στις ιδεατές



συνθήκες, δηλ. 10<sup>0</sup> C και 90% σχετικής υγρασίας ή έμειναν σε θερμοκρασία 4<sup>0</sup> C, ή 14<sup>0</sup> C και 90-92% σχετική υγρασία. Αισθητικές αξίες όπως χρώμα, σταθερότητα της υφής, μαρasmus, τραυματισμοί λόγω ψύχους και παρακμή, καθώς και ποιότητα σύστασης όπως pH, διαλυτά στερεά και περιεχόμενα χλωροφύλλης καταμετρήθηκαν αρχικά στο κέντρο διανομής και μετά από 4 ημέρες σε 4<sup>0</sup> C / 14<sup>0</sup> C και 90-92 % σχετική υγρασία.

Αυτά που δεν έμειναν σε συσκευασία ήταν πιο μαλακά, πιο μαραμένα, με περισσότερες λακκούβες στο δέρμα και στοιχεία παρακμής από ότι τα συσκευασμένα. Ήταν επίσης πιο ανοικτού πράσινου χρώματος και πιο κιτρινωπά από τα συσκευασμένα. Δεν υπήρχαν επίμονες διαφορές στην λαμπρότητα. Η μεγαλύτερη απώλεια βάρους στα μη συσκευασμένα σε σύγκριση με τα συσκευασμένα αγγούρια αποδόθηκε στην επιταχυνόμενη υποβάθμιση της χλωροφύλλης, τη χαμηλότερη οξύτητα και το χαμηλότερο περιεχόμενο σε διαλυτά στερεά. Αν και τα συσκευασμένα είχαν καλύτερη οπτική εικόνα από τα μη, υπήρχε υψηλότερη σχετική υγρασία μέσα στις συσκευασίες και περισσότερη παρακμή στα συσκευασμένα αγγούρια. Γενικά, μετά τις 4 ημέρες στους 4<sup>0</sup> C / 14<sup>0</sup> C και 90-92%, η εμφάνιση των αγγουριών ήταν απορριπτέα λόγω του κιτρινίσματος τους, της υποβάθμισης της σταθερότητας της υφής τους, του μαρasmus και της παρακμής τους, άσχετα με τις συνθήκες στις οποίες είχαν τοποθετηθεί. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης φανερώνουν τη σημασία της χρήσης της κατάλληλης προστατευτικής συσκευασίας σε συνδυασμό όμως με τη διατήρηση της βέλτιστης θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια διανομής και ζωής στην αγορά.

Η προστατευτική συσκευασία, πλαστικά δοχεία ή περιτύλιξη με μεμβράνη χρησιμοποιείται συχνά ώστε να αποφεύγεται η υπερβολική απώλεια υγρασίας, με ή χωρίς ελαφρά τροποποίηση της ατμόσφαιρας, καθώς οι συσκευασίες δημιουργούν υψηλή σχετική υγρασία στο περιβάλλον γύρω από το προϊόν και συνεπώς μειώνουν την απώλεια υγρασίας κατά τη διανομή και τη διάρκεια που παραμένουν τα προϊόντα στην αγορά. Η προστατευτική συσκευασία, βοηθά επίσης ώστε να διατηρείται η εμφάνιση της φρεσκάδας στο προϊόν, όμως μεμβράνες με υψηλή διαπερατότητα στο αεριοποιημένο νερό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία κορεσμένης ( με υπερβολική υγρασία) ατμόσφαιρας μέσα στη συσκευασία η οποία με τη σειρά της μπορεί να προάγει τη παρακμή λόγω μυκήτων, ειδικά όταν οι καρποί εκτίθενται σε υψηλές θερμοκρασίες.

Η μεμβράνη περιτύλιξης ήταν από πολυβινυλοχλωρίδιο 16.51  $\mu\text{m}$ . Η διαπερατότητα της στο νερό και το οξυγόνο ήταν  $2.512 \times 10^{-6} \text{ Kg m}^{-2} \text{ S}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$  και  $1.794 \times 10^{-1} \text{ mL}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$  αντίστοιχα. Στη συνέχεια οι καρποί συντηρήθηκαν υπό ελεγχόμενη θερμοκρασία και υγρασία. Οι θερμοκρασίες που επελέγησαν για αυτή τη μελέτη ήταν οι

συνιστώμενες θερμοκρασίες συντήρησης για το αγγούρι και η ελάχιστη καθώς και η μέγιστη θερμοκρασία που υπάρχουν στις αγορές που εκτίθενται τα προϊόντα. Τα αγγούρια που διατηρήθηκαν στη συνιστώμενη θερμοκρασία  $\Theta 1 - 10.4^{\circ} \text{C} \pm 0.4^{\circ} \text{C}$  και σχετική υγρασία  $87.2 \pm 3.5\%$  συντηρήθηκαν σε ένα ψυχρό δωμάτιο ενώ άλλα αγγούρια συντηρήθηκαν σε ελάχιστη  $\Theta 2 - 4.4^{\circ} \text{C} \pm 0.4^{\circ} \text{C}$  και  $88.8 \pm 3.5\%$  σχετική υγρασία και μια τρίτη ομάδα σε μέγιστη  $\Theta 3 - 14.0^{\circ} \text{C} \pm 0.4^{\circ} \text{C}$  και  $92.0 \pm 3.5\%$  σχετική υγρασία.

Μετά από 4 ημέρες η κατά μέσον όρο φωτεινότητα της σάρκας και του φλοιού δεν είχε μεταβληθεί σημαντικά και στις δύο κατηγορίες, τα συσκευασμένα και τα μη συσκευασμένα. Όμως στο πρώτο πείραμα μετά τις 4 ημέρες, στα αγγούρια που είχαν μείνει στη χαμηλή θερμοκρασία ( $\Theta 2$ ) η λαμπρότητα της σάρκας ήταν σημαντικά υψηλότερη από τις αρχικές τιμές της στο κέντρο διανομής. Η σάρκα των συσκευασμένων από το πρώτο πείραμα που έμειναν στη βέλτιστη θερμοκρασία ( $\Theta 1$ ) ήταν πιο σκούρα (δηλαδή είχε χαμηλότερη φωτεινότητα) από εκείνη των μη συσκευασμένων. Στο δεύτερο πείραμα η φωτεινότητα του φλοιού των αγγουριών που συντηρήθηκαν σε υψηλή θερμοκρασία ( $\Theta 3$ ) ήταν υψηλότερη (πιο ανοιχτός ο φλοιός) από ότι ήταν στην αρχή στο κέντρο διανομής. Συνολικά, και στα δύο πειράματα οι αλλαγές που παρατηρήθηκαν στη φωτεινότητα του φλοιού και της σάρκας ήταν ιδιαίτερα ανεπαίσθητες, όμως τα συσκευασμένα αγγούρια που συντηρήθηκαν για 4 ημέρες στη βέλτιστη θερμοκρασία ( $\Theta 1$ ) διατήρησαν τη φωτεινότητα του φλοιού και της σάρκας σχεδόν όμοια με την αρχική τιμή, ενώ η φωτεινότητα της σάρκας των μη συσκευασμένων από το πρώτο πείραμα που έμειναν στη βέλτιστη θερμοκρασία ήταν υψηλότερη (πιο ανοιχτή η σάρκα) από ότι στην αρχή.

Μικρές παραλλαγές υπήρχαν και στο χρώμα τόσο του φλοιού όσο και της σάρκας, σε σύγκριση με τις σημαντικές απώλειες που σημειώθηκαν στο περιεχόμενο της χλωροφύλλης. Αυτό δείχνει ότι σημαντική υποβάθμιση χλωροφύλλης έλαβε χώρα πριν γίνουν σημαντικές οπτικές αλλαγές χρώματος. Τα μη συσκευασμένα αγγούρια είχαν χαμηλότερο pH, οξύτητα και περιεχόμενο χλωροφύλλης από ότι τα συσκευασμένα. Η απώλεια ύδατος ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στα μη συσκευασμένα σε σύγκριση με τα συσκευασμένα. Η απώλεια ύδατος ήταν χαμηλότερη στα συσκευασμένα που συντηρήθηκαν στους  $10^{\circ} \text{C}$  και υψηλότερη στα μη συσκευασμένα που συντηρήθηκαν στους  $14^{\circ} \text{C}$ . Το μεγάλο ποσόν ύδατος που χάθηκε από τα μη συσκευασμένα, σε σχέση με τα συσκευασμένα, μπορεί να επιτάχυνε την υποβάθμιση της χλωροφύλλης και επίσης να συνετέλεσε στη χαμηλότερη οξύτητα. Γενικά η μορφή έκθεσης των προϊόντων, αν είναι συσκευασμένα ή μη, έχει μεγαλύτερη επίδραση στο χρώμα, στη σύνθεση και στο περιεχόμενο της χλωροφύλλης από ότι ο

παράγοντας θερμοκρασία. Τα συσκευασμένα είχαν καλύτερη οπτική ποιότητα από τα μη, αλλά η υψηλή σχετική υγρασία που δημιουργήθηκε μέσα στη συσκευασία μπορεί να οδήγησε στη μεγαλύτερη εμφάνιση παρακμής που παρατηρήθηκε στα συσκευασμένα αγγούρια. Γενικά, μετά τις 4 ημέρες στις ελεγχόμενες ατμόσφαιρες της αγοράς, η εμφάνιση των αγγουριών που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή τη μελέτη θεωρήθηκε απορριπτέα εξ αιτίας είτε του κιτρινίσματος, ή της απώλειας της σταθερότητας του καρπού, του μαρασμού ή της παρακμής, άσχετα με τη μεταχείριση στην οποία υποβλήθηκαν. Η έκθεση των αγγουριών στις χαμηλές θερμοκρασίες κάτω των  $10^{\circ}\text{C}$  μπορεί να συνετέλεσαν στην αρχική και εν συνεχεία παρουσία συμπτωμάτων CI ειδικά στα μη συσκευασμένα αγγούρια. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης επισημαίνουν πόσο σημαντικό είναι να χρησιμοποιείται προστατευτική συσκευασία – μεμβράνες πιο διαπερατές στο αεριοποιημένο νερό (water vapor)- μαζί με, σε συνδυασμό με την ύπαρξη της βέλτιστης θερμοκρασίας κατά τη διανομή και τη συντήρηση στην αγορά.

- ✦ *ΤΑ κατάλληλα ποσοστά υγρασίας λοιπόν μέσα στη συσκευασία και οι κατάλληλες θερμοκρασίες είναι καθοριστικοί παράγοντες για την αποτελεσματική συντήρηση των αγγουριών. Η μεμβράνη και η διαπερατότητα της καθορίζουν αν θα επιτευχθούν αυτοί οι παράγοντες. Η μεγαλύτερη απώλεια βάρους στα μη συσκευασμένα σε σύγκριση με τα συσκευασμένα αγγούρια αποδόθηκε στην επιταχυνόμενη υποβάθμιση της χλωροφύλλης, τη χαμηλότερη οξύτητα και το χαμηλότερο περιεχόμενο σε διαλυτά στερεά. Αν και τα συσκευασμένα είχαν καλύτερη οπτική εικόνα από τα μη, υπήρχε υψηλότερη σχετική υγρασία μέσα στις συσκευασίες και περισσότερη παρακμή στα συσκευασμένα αγγούρια. Η έκθεση των αγγουριών στις χαμηλές θερμοκρασίες κάτω των  $10^{\circ}\text{C}$  μπορεί να συνετέλεσαν στην αρχική και εν συνεχεία παρουσία συμπτωμάτων CI ειδικά στα μη συσκευασμένα αγγούρια. Τα αγγούρια που συσκευάστηκαν σε διάτρητες ή αεροστεγείς  $31.75\ \mu\text{m}$  χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλενίου LDPE σακούλες βρέθηκαν να έχουν υποστεί μικρότερη φθορά λόγω ψύχους από ότι οι μη συσκευασμένοι καρποί σε θερμοκρασία συντήρησης  $5^{\circ}\text{C}$  και 90-95 % σχετική υγρασία.*

**Μελέτη Στ.** Wang, C. Qi, L. (1996). Οι Συσκευασίες Τροποποιημένης Ατμόσφαιρας μειώνει τους τραυματισμούς λόγω ψύχους στα αγγούρια.

Τα αγγούρια που συσκευάστηκαν σε διάτρητες ή αεροστεγείς  $31.75\ \mu\text{m}$  χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλενίου LDPE σακούλες βρέθηκαν να έχουν υποστεί μικρότερη φθορά



λόγω ψύχους από ότι οι μη συσκευασμένοι καρποί σε θερμοκρασία συντήρησης 5<sup>0</sup> C και 90-95 % σχετική υγρασία. Η αρχή της φθοράς λόγω ψύχους επίσης επιβραδύνθηκε από την LDPE συσκευασία σε σχέση με τους μη συσκευασμένους υπό έλεγχο καρπούς. Οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου αυξήθηκαν έως 3% ενώ τα επίπεδα του οξυγόνου μειώθηκαν σε 16% στις αεροστεγείς σακούλες. Οι καρποί στις αεροστεγείς σακούλες είχαν την ελάχιστη παρακμή. Οι συγκεντρώσεις του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα μέσα στις διάτρητες σακούλες διέφεραν πολύ λίγο από την ατμόσφαιρα του περιβάλλοντος. Όμως υπήρξε εμφανής διαφορά στην απώλεια του βάρους μεταξύ των μη συσκευασμένων αγγουριών και εκείνων στις διάτρητες ή τις αεροστεγείς σακούλες. Η απώλεια του βάρους των μη συσκευασμένων καρπών έφτασε το 9% σε 18 ημέρες ενώ στις διάτρητες και τις αεροστεγείς η απώλεια ήταν μικρότερη του 1% κατά την ίδια περίοδο. Η καταπόνηση λόγω ψύχους προκάλεσε αυξήσεις στα επίπεδα της δηλητηριώδους πτωμαίνης (*putrescine*) αλλά οι καρποί στις αεροστεγείς συσκευασίες είχαν τα υψηλότερα όλων επίπεδα. Οι συσκευασμένοι στις αεροστεγείς και τις διάτρητες σακούλες επίσης είχαν μεγαλύτερο περιεχόμενο σπερματίνης (*spermidine*) από ότι οι καρποί που δεν ήταν σε μεμβράνη. Αυτά τα υψηλά επίπεδα πολυαμινών μπορεί να έχουν συντελέσει στην αύξηση του επιπέδου ανοχής στο ψύχος (*chilling tolerance*) των καρπών που βρίσκονται σε διάτρητες ή αεροστεγείς συσκευασίες.

Η συσκευασία προσφέρει προστασία σε προϊόντα ως προς τη διατήρηση της φυσικής τους παρουσίας, της σύστασης τους και ενάντια σε παθολογικών αιτίων υποβάθμιση. Τα βασικά οφέλη της συσκευασίας με μεμβράνες των φρούτων και των λαχανικών περιλαμβάνουν την μείωση της απώλειας υγρασίας και την τροποποίηση των εσωτερικών στις συσκευασίες ατμοσφαιρών. Έτσι, η συσκευασία σε μεμβράνες χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο στη φύλαξη σε ψυγεία για να παρατείνει τη ζωή των καρπών στην αγορά. Για είδη που είναι ευαίσθητα στο κρύο, η αύξηση της υγρασίας και η μείωση των συγκεντρώσεων του οξυγόνου και η αύξηση των αντίστοιχων του διοξειδίου του άνθρακα μέσα στη συσκευασία είναι συχνά ωφέλιμα για την παρεμπόδιση συμπτωμάτων των επιδράσεων του ψύχους.

Μια από τις σημαντικές επιδράσεις της συσκευασίας είναι η διατήρηση υψηλής υγρασίας που περιβάλλει τα προϊόντα. Το πλεονέκτημα της υψηλής υγρασίας στην παρεμπόδιση των τραυματισμών λόγω ψύχους έχει αποδειχθεί από πολλούς ερευνητές. Οι Morris and Platenious (1938) έδειξαν ότι τα αγγούρια που συντηρήθηκαν στους 5<sup>0</sup> C για 7 ημέρες εμφάνισαν κοιλότητες σε μεγάλο βαθμό και σε σχετική υγρασία 50%-60%, ενώ η εμφάνιση των λακκουβών δεν έγινε σε σχετική υγρασία 95-100%. Αυξημένα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα βρέθηκαν να αυξάνουν τα συμπτώματα λόγω ψύχους στα αγγούρια σε



θερμοκρασία 5<sup>0</sup> C. Δεν είναι γνωστό αν οι συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα στη συσκευασία με μεμβράνη θα επηρέαζαν αντίστροφα την ευαισθησία των αγγουριών στο ψύχος. Αυτή η μελέτη άρχισε με στόχο να εκτιμήσει την επίδραση των συσκευασιών τροποποιημένης ατμόσφαιρας στην ευαισθησία των αγγουριών στο ψύχος. Στην έρευνα υπήρχαν μη συσκευασμένα αγγούρια, άλλα σε διάτρητες συσκευασίες μεμβράνης και άλλα σε αεροστεγείς. Οι συσκευασίες ήταν σακούλες χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλενίου LDPE 33.5 cm x 35 cm σε μέγεθος. Η πυκνότητα της μεμβράνης ήταν 31.75 μm (1.25 mil). Δέκα οπές διαμέτρου 6 mm ανοίχτηκαν για τις διάτρητες σακούλες. Η συνολική διάτρηση αντιπροσώπευε περίπου το 0.25% της συνολικής επιφάνειας της σακούλας.

Όλα τα αγγούρια τοποθετήθηκαν σε συντήρηση 5<sup>0</sup> C και σχετική υγρασία 90-95% μετά τη συγκομιδή. Η τοποθέτηση σε συσκευασία έγινε 24 ώρες μετά σε 5<sup>0</sup> C για να αποφευχθεί η υπερβολική συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στις αεροστεγείς σακούλες λόγω του υψηλού βαθμού αναπνοής που έχουν οι θερμοί καρποί του αγγούρι. Η οξύτητα των τραυματισμών λόγω ψύχους εκτιμήθηκε 24 ώρες αφού τα αγγούρια μεταφέρθηκαν από τους 5<sup>0</sup> C στους 20<sup>0</sup> C. Ο βαθμός των τραυματισμών λόγω ψύχους όπως κρίθηκε από την έκταση των λακκουβών που βρέθηκαν στην επιφάνεια βαθμολογήθηκε σε μια κλίμακα 1-5 με το 1 να συμβολίζει την κανονικότητα, το 2 τα ίχνη, το 3 την ελαφρά επίδραση, το 4 την μέτρια και το 5 τον οξύ τραυματισμό λόγω ψύχους.

2.3. Ατομικά αγγούρια ζυγίστηκαν πριν τη συσκευασία τους και ξανά όταν έφυγαν από τη θερμοκρασία των 5<sup>0</sup> C ώστε να καθοριστεί η επίδραση των διαφορετικών επιδράσεων από τις συσκευασίες στην απώλεια βάρους κατά τη συντήρηση στους 5<sup>0</sup> C. Μετά την αξιολόγηση των τραυματισμών λόγω ψύχους και το ζύγισμα, δείγματα των 2gr του εξωκάρπιου ιστού απομακρύνθηκαν από κάθε καρπό και αμέσως τοποθετήθηκαν σε ψυγείο με 80<sup>0</sup> C. Ένα δείγμα αερίων 3 ml ελήφθη με μια σύριγγα από κάθε ατμόσφαιρα συσκευασίας πριν αυτή ανοιχτεί για να αναλυθούν οι συγκεντρώσεις του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα εντός των συσκευασιών.

#### Αποτελέσματα:

Οι μετρήσεις εντός των συσκευασιών έδειξαν τις συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα στις διάτρητες συσκευασίες ότι είχαν παραμείνει στα επίπεδα 0.12 – 0.16% και δεν αυξήθηκαν πάνω από 0.2%. οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου στις αεροστεγείς σακούλες όμως έφτασαν σταδιακά κατά τις 7 πρώτες μέρες στο 3.0% και στη συνέχεια σταθεροποιήθηκαν. Το οξυγόνο στις διάτρητες έμεινε περίπου στο 19-20% καθ' όλη τη

διάρκεια του πειράματος. Ελαφρώς χαμηλότερα επίπεδα οξυγόνου (16-17%) ανιχνεύθηκαν στις αεροστεγείς σακούλες.

Αξιοσημείωτη διαφορά στην απώλεια του βάρους βρέθηκε μεταξύ των μη συσκευασμένων δειγμάτων και άλλων τρόπων μεταχείρισης μετά από 5 ημέρες συντήρησης στους 5<sup>0</sup> C. Η διαφορά έγινε ακόμη πιο έντονη καθώς ο χρόνος συντήρησης προχωρούσε. Μετά από 18 ημέρες τα μη συσκευασμένα δείγματα έχασαν 9.2% ενώ εκείνα στις διάτρητες σακούλες έχασαν 0.9% και εκείνα στις αεροστεγείς έχασαν μόνο 0.2%. Προφανώς, οι μεμβράνες πολυαιθυλενίου με διατρήσεις ήταν καλός φραγμός στην μεταφορά υγρασίας αν και δεν περιόρισαν τις ανταλλαγές αερίων. Ο μαρασμός των νωπών καρπών και λαχανικών γίνεται εμφανής όταν η απώλεια του βάρους φτάσει τα επίπεδα 3-6%. Τα συμπτώματα μαρασμού σε μη συσκευασμένα αγγούρια σε αυτό το πείραμα δεν ήταν μόνο εμφανή αλλά και απορριπτέα μετά από 12 μέρες συντήρησης.

Τα συμπτώματα φθοράς λόγω ψύχους άρχισαν να εμφανίζονται σε μη συσκευασμένα αγγούρια την έκτη μέρα της συντήρησης στους 5<sup>0</sup> C. Τα συμπτώματα εμφανίστηκαν αρχικά σαν μικροσκοπικά βαθουλώματα μετά έγιναν μεγαλύτερα και στη συνέχεια διασκορπισμένες βυθισμένες σε νερό περιοχές. Αυτά εξελίσσονταν ραγδαία στα μη τυλιγμένα δείγματα όσο προχωρούσε ο χρόνος της συντήρησης. Τα συμπτώματα εντάθηκαν όταν η θερμοκρασία από 5<sup>0</sup> C έγινε 20<sup>0</sup> C. Φθορά φάνηκε και στην επιφάνεια μη τυλιγμένων δειγμάτων την 12<sup>η</sup> ημέρα της αποθήκευσης. Η αρχή των συμπτωμάτων λόγω ψύχους στα αγγούρια που βρίσκονταν σε διάτρητες ή αεροστεγείς συσκευασίες καθυστέρησε. Όμως εμφανίστηκε σε αγγούρια σε διάτρητες σακούλες την 13<sup>η</sup> μέρα. Δεν υπήρχαν σημεία σήψης στα αγγούρια που βρίσκονταν σε αεροστεγείς συσκευασίες. Αυτά δεν έδειξαν σημάδια βλάβης από διοξείδιο του άνθρακα ή ελάττωση της γεύσης. Ο Eaks (1956) έδειξε ότι συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα 3% και πάνω επέτειναν την εμφάνιση λακκουβών και επιτάχυναν το ρυθμό διάσπασης των καρπών που συντηρούνταν στους 5<sup>0</sup> C. Στην παρούσα μελέτη, οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα μέσα στις αεροστεγείς συσκευασίες παρέμεναν στο 3% μετά την 7<sup>η</sup> ημέρα συντήρησης στους 5<sup>0</sup> C. Ο συνδυασμός ανεβασμένου διοξειδίου και η σχεδόν κορεσμένη υγρασία μέσα στη συσκευασία προφανώς καθυστέρησαν την ανάπτυξη λακκουβών και δεν άφησαν την εξέλιξη παθογένειας στο πείραμά μας..... Οι πολυαμίνες υποτιθέεται ότι προστατεύουν την ακεραιότητα των μεμβρανών γεγονός που μετριάξει την φθορά λόγω ψύχους. Για να καθοριστεί αν οι πολυαμίνες ευθύνονταν για τις αλλαγές στην ευαισθησία ψύχους των αγγουριών που προκλήθηκε από τις τροποποιημένη ατμόσφαιρα μέσα στις συσκευασίες, τα ενδογενή επίπεδα της δηλητηριώδους πτωμαίνης και της σπερματίνης αναλύθηκαν. Η

πτωμαίνη αυξήθηκε σταδιακά κατά τη συντήρηση στους 5<sup>0</sup> C σε όλες τις μορφές μεταχείρισης σε σχέση με το αρχικό επίπεδο κατά τη συγκομιδή. Η συσσώρευση της πτωμαίνης σε ιστούς φαίνεται να είναι η γενική ανταπόκριση των φυτών σε θερμοκρασίες ψύχους και άλλες καταπονήσεις. Η διέγερση της σύνθεσης πτωμαίνης που προκαλείται από ψύχος συσχετίζεται με αυξημένη δραστηριότητα ornithine decarboxylase. Αυτό δηλώνει ότι η δίοδος της ornithine decarboxylase χρησιμοποιήθηκε για να συνθέσει πτωμαίνη προκαλούμενη από ψύχος. Τα επίπεδα πτωμαίνης σε αγγούρια αεροστεγών συσκευασιών ήταν σημαντικά υψηλότερα από ότι τα αντίστοιχα των διάτρητων σακουλών ή των μη συσκευασμένων δειγμάτων ιδιαίτερα κατά τη μετέπειτα φάση της συντήρησης. Επιπρόσθετη καταπόνηση που προέρχεται από ανεβασμένες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα μέσα στις αεροστεγείς συσκευασίες μπορεί να έχουν οδηγήσει σε αυτό το υψηλό επίπεδο πτωμαίνης. Παρόμοια αύξηση πτωμαίνης σε αγγούρια που προκύπτει ως αντίδραση στην καταπόνηση από διοξείδιο του άνθρακα έχει ήδη αναφερθεί από άλλους ερευνητές. Τα επίπεδα σπερματίνης μειώθηκαν σταθερά σε καρπούς που δεν συσκευάστηκαν σε μεμβράνες ή έλαβαν κάποια μεταχείριση κατά τη συντήρηση. Η σπερματίνη σε δείγματα των διάτρητων σακουλών ή των αεροστεγών επίσης μειώθηκε κατά τη διάρκεια της συντήρησης αλλά παρέμεινε σε υψηλότερα επίπεδα από ότι εκείνα των μη συσκευασμένων καρπών. Πράγματι φάνηκε ότι τα υψηλότερα επίπεδα δηλητηριώδους πτωμαίνης και σπερματίνης συνέτειναν στη μειωμένη φθορά λόγω ψύχους στα αγγούρια στις διάτρητες και αεροστεγείς συσκευασίες.

✚ *Στη μελέτη αυτή εξετάζεται η προστατευτική σημασία των μεμβρανών σε σχέση με τον παράγοντα ψύχος ως παράγοντα καταπόνησης και παρακμής των αγγουριών. Η εμφάνιση των πολυαμινών που παρατηρείται στα συσκευασμένα αγγούρια ευθύνεται για την μεγαλύτερη αντοχή τους στο ψύχος.*

Τέλος, η επίδραση των συνθηκών συντήρησης και της φυσικής φθοράς των ιστών στην υπεροξειδωση (peroxidation) των μεμβρανών σε ελάχιστα επεξεργασμένους ιστούς αγγουριού μελετήθηκε από τους Karakas & Yildiz, (2007) (Sandhya, 2009). Η σφριγηλότητα των ιστών σφραγισμένων δειγμάτων σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα αυξήθηκε στις τρεις πρώτες μέρες για όλους τους ιστούς αλλά παγωμένοι ιστοί άρχισαν να μαλακώνουν την έκτη μέρα. Τα αγγούρια που ήταν συσκευασμένα σε διάτρητες σακούλες LDPE των 31.75 μm βρέθηκαν να έχουν υποστεί μικρότερη φθορά από ότι τα μη τυλιγμένα φρούτα σε θερμοκρασία συντήρησης 5<sup>0</sup> C και με σχετική υγρασία 90-95% (RH). (Wang & Qi, 1997; Sandhya, 2009).

## Συμπεράσματα

Η χρήση των πλαστικών στη συσκευασία νωπών οπωροκηπευτικών είναι μια ευρέως διαδεδομένη πρακτική συντήρησης. Από τις μελέτες που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία αυτή φαίνεται ότι δεν χρησιμοποιούνται όλα τα πλαστικά υλικά που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο Β , παρά μόνο μερικά από αυτά : οι πολυολεφίνες πολυαιθυλένιο, πολυστυρένιο, πολυπροπυλένιο, και το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC). Από τις μελέτες του Κεφαλαίου Γ όσον αφορά την επίδραση της πλαστικής συσκευασίας στη τομάτα και το αγγούρι, λαμβάνοντας υπόψη και τις πληροφορίες σχετικά με τις βιολογικές διεργασίες των δύο καρπών του Κεφαλαίου Α , καταλήγουμε ότι η χρησιμότητα ή μη των πλαστικών έγκειται στο βαθμό αντοχής και ανοχής τους στις διάφορες θερμοκρασίες και το βαθμό διαπερατότητας τους, ο οποίος οφείλει να βοηθά την ύπαρξη της κατάλληλης ατμόσφαιρας μέσα στη συσκευασία που με τη σειρά της θα εξασφαλίζει τη μέγιστη δυνατή διάρκεια ζωής για τον καρπό ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του. Δηλαδή αυτό που μετρά είναι το πόσο η διαπερατότητα της μεμβράνης επιτρέπει τη διέλευση πτητικών, νερού και αερίων ώστε αυτά με τη σειρά τους να καθιστούν εφικτή τη διενέργεια των επιθυμητών χημικών αντιδράσεων που θα επιφέρουν ανάλογα και επιλεκτικά την επιτάχυνση ή την επιβράδυνση της ωρίμανσης των καρπών, την προστασία από τραυματισμούς, πάγωμα, ασθένειες.

Επίσης κάτι άλλο σημαντικό που διαφαίνεται και από το κεφάλαιο Α και από τις μελέτες του Γ είναι ότι ενώ όλα παίζουν σημαντικό ρόλο , οι τροποποιημένες ατμόσφαιρες, τα ποσοστά των αερίων, η υγρασία, η θερμοκρασία και οι μεμβράνες, στο κάθε καρπό την κρίσιμη διαφορά δεν την κάνει ο ίδιος παράγοντας. Δηλαδή, στην επιβίωση της τομάτας τον καθοριστικό ρόλο τον έχει το αιθυλένιο, ( σαν καρπός με κλιμακτήρια φάση) και άρα η χαμηλή σχετικά πάντα θερμοκρασία για να αναστέλλει την παραγωγή του αιθυλενίου, ενώ



στο αγγούρι το βασικό ρόλο τον παίζει η υγρασία και η χαμηλή και πάλι σχετικά θερμοκρασία, αλλά αυτή τη φορά για να περιορίζεται η απώλεια του νερού (σαν καρπός που δεν έχει κλιμακτήριο φάση δεν έχει και μεγάλη παραγωγή αιθυλενίου).

Στη τομάτα, από τις μεμβράνες φαίνεται να υπερτερούν οι βιοδιασπώμενες έναντι της πολυολεφίνης. Οι βιοδιασπώμενες μεμβράνες, που έχουν τη δυνατότητα να έχουν και έχουν τον κατάλληλο συντελεστή διαπερατότητας στο οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό, ανάλογα με τη φυσιολογία της τομάτας που συσκευάζουν, το επίπεδο ωρίμανσής της και τις ανάγκες για τη συντήρησή της φαίνεται ότι υπερτερούν από την πολυολεφίνη ή τα άλλα πλαστικά υλικά γιατί εκτός του ότι ο συντελεστής διαπερατότητας τους είναι αυστηρά συνδεδεμένος με τη ζωή των προϊόντων στο ράφι, επιπλέον μπορούν από τη μία πλευρά να παρεμποδίσουν τη μόλυνση από μικροοργανισμούς, από την άλλη να είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Πρωτίστως όμως για το λόγο ότι τα υλικά τους ελέγχουν το ρυθμό με τον οποίο οι μικρού μοριακού βάρους ενώσεις διαπερνούν τη συσκευασία (μέσα και έξω), και έτσι παρατείνουν τη ζωή των προϊόντων. Το πλεονέκτημα της πολυολεφίνης βρίσκεται στο ότι επιβραδύνει την αναπνοή, άρα και την παραγωγή αιθυλενίου, ενώ περιορίζει την αφυδάτωση επειδή έχει χαμηλότερη διαπερατότητα στο νερό και το διοξείδιο του άνθρακα και υψηλότερη στο οξυγόνο. Η χαμηλότερη διαπερατότητα στο νερό μπορεί να προάγει υψηλότερη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στο χώρο του αέρα της συσκευασίας. Η υψηλότερη στο οξυγόνο διασφαλίζει τη διατήρηση οξυγόνου στην ατμόσφαιρα ώστε να αποφεύγεται η αναερόβια αναπνοή. Τομάτες που συσκευάστηκαν σε βιοδιασπώμενες με δύο ή με τρεις πολυεστέρες και τομάτες που συσκευάστηκαν σε πολυολεφίνη δέχτηκαν ανεπαίσθητες επιδράσεις μόνο ως προς τις αισθητικές τους ιδιότητες. Η βιταμίνη C παρουσίασε άνοδο στη συσκευασία πολυολεφίνης και τη συσκευασία με τους τρεις πολυεστέρες. Η συσκευασία με τους δύο πολυεστέρες είχε έντονη μείωση στο περιεχόμενο της βιταμίνης.

Οι πολυπροπυλενίου K- resin 25μ είναι καλύτερες των πολυπροπυλενίου διαπερατότητας 15 μ γιατί ανταποκρίνονται καλύτερα στις απαιτήσεις της τομάτας για 3-5% οξυγόνο και 0-3% διοξείδιο του άνθρακα αφού επιτρέπουν στη συσκευασία καλύτερες συγκεντρώσεις αερίων: οξυγόνου 4-6% και διοξειδίου του άνθρακα 4-5%. Τομάτες που συντηρήθηκαν σε βιοδιασπώμενες μεμβράνες χιτοσάνης (*chitosan*) για 30 ημέρες και σε θερμοκρασία  $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  έδειξαν καλύτερη διατήρηση χρώματος και σταθερότητα υφής σε σχέση με εκείνες που συντηρήθηκαν ανοικτές στην ατμόσφαιρα και σε σχέση με τομάτες που συσκευάστηκαν σε μεμβράνες πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας. (LDPE) Η συσκευασία με μεμβράνη πολυαιθυλενίου στους  $25^{\circ}\text{C}$  αντιστέκεται καλύτερα στην οξειδωτική καταπόνηση από εκείνες που διατηρούνται ανοικτές στην ίδια θερμοκρασία. Αιτία: η αυξημένη δραστηριότητα των ενζύμων υπεροξειδάσης, καταλάσης, πολυγαλακτουρονάσης, πηκτινομεθυλεστεράσης που απενεργοποιούν τα Αντιδραστικά Είδη Οξυγόνου μειώνοντας έτσι τους κινδύνους της οξειδωτικής καταπόνησης. Η πολυγαλακτουρονάση και η πηκτινομεθυλεστεράση συμβάλουν στην χαλάρωση των ιστών.

Γενικά, για όλα τα οπωροκηπευτικά, πτητικές ουσίες από το περιβάλλον συντήρησης ή τα υλικά συσκευασίας μπορούν να μεταναστεύσουν στα νωπά προϊόντα, οδηγώντας έτσι στην ανάπτυξη διαφορετικών οσμών και γεύσεων. Οι γεύσεις μπορεί να προέλθουν από ποικιλία πηγών όπως χημικά, δομικά υλικά, υλικά συσκευασίας, μικροοργανισμούς π.χ. μύκητες και βακτήρια ή άλλα προϊόντα. Εξαρτάται από τη χημική σύσταση αυτών των πτητικών ενώσεων που βρίσκονται στο περιβάλλον της συντήρησης των καρπών, ποιες ενώσεις και κατά πόσο θα διαφύγουν στα φρούτα και τα λαχανικά γενικά και όχι μόνο στην τομάτα και στο αγγούρι. Η συγκέντρωση των πτητικών στη συσκευασία καθορίζεται από την αλληλεπίδραση του υλικού συσκευασίας με συγκεκριμένα πτητικά που απελευθερώνονται από τους καρπούς. Μεμβράνες πολυμερών που χρησιμοποιούνται σε προϊόντα επεξεργασμένης τροφής έχουν αποδειχθεί να αλληλεπιδρούν με τη γεύση του

προϊόντος με 'σμίλευση' (*scalping*) και 'διείσδυση' (*permeation*): Η διείσδυση εξαρτάται από τη χημεία των πτητικών και εκείνης της μεμβράνης. Τρία είναι τα βήματα: είσοδος των πτητικών στη μεμβράνη, έπειτα τη διάχυση τους σε όλη τη μεμβράνη, η οποία προκαλείται από τις χημικές διαφορές που προφανώς υπάρχουν και έπειτα ακολουθεί η αποβολή (*desorption*) από την μεμβράνη με εξάτμιση. Ως μέρος της διαδικασίας διείσδυσης, οι πτητικές ενώσεις μπορούν να διαφύγουν από τη κορυφή της συσκευασίας με απορρόφηση ή σμίλευση (*scalping*) και έτσι να εντείνουν την απώλεια της γεύσης από το προϊόν. Η έλξη των πτητικών ενώσεων στο LDPE βρέθηκε να είναι μεγαλύτερη με τους υδατάνθρακες, ακολουθούσαν οι κετόνες, οι εστέρες, οι αλδεΐδες και οι αλκοόλες. (Fayoux et al., 1997). Η απορρόφηση επίσης αυξάνει με το μοριακό μέγεθος ( το μήκος της αλυσίδας του άνθρακα) και τη διακλάδωση της. (*branching*).

Ο σημαντικότερος λόγος ύπαρξης της μεμβράνης για το αγγούρι είναι ο περιορισμός της απώλειας υγρασίας. Δεν παρεμβαίνει στις επιδράσεις του αιθυλενίου στο εξωτερικό χρώμα των καρπών ούτε στο εσωτερικό, ούτε είναι απαραίτητη σε όλους τους τύπους αγγουριών. Η επιρροή της είναι πάντοτε και σε συνάρτηση με άλλους παράγοντες όπως τον χρόνο συντήρησης του αγγουριού και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος μέσα στη συσκευασία. Σε μεμβράνες PVC 16.51μm η απώλεια ύδατος ήταν χαμηλότερη στα συσκευασμένα που συντηρήθηκαν στους 10<sup>0</sup> C και υψηλότερη στα μη συσκευασμένα που συντηρήθηκαν στους 14<sup>0</sup> C. Η μεμβράνη μειώνει τις επιπτώσεις του ψύχους: στα τυλιγμένα με μεμβράνη αγγούρια υπάρχουν αυξημένα επίπεδα πολυαμινών. Αγγούρια που συντηρήθηκαν σε συσκευασίες με διάτρητες ή αεροστεγείς 31.75 μm χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλενίου LDPE σακούλες υπέστησαν μικρότερη φθορά λόγω ψύχους από ότι τα αντίστοιχα μη συσκευασμένα σε θερμοκρασία 5<sup>0</sup> C και 90-95% σχετική υγρασία. Η μεμβράνη δεν επηρεάζει τη λαμπρότητα των αγγουριών. Η διαπερατότητα των μεμβρανών φαίνεται να έχει σχέση με τους ρυθμούς διαρροής των ηλεκτρολυτών. Μεμβράνες

πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας με χαμηλή διαπερατότητα σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να οδηγήσουν σε συμπύκνωση του νερού και ανάπτυξη μυκήτων. Μεμβράνες με υψηλή διαπερατότητα στο αεριοποιημένο νερό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία κορεσμένης ( με υπερβολική υγρασία) ατμόσφαιρας μέσα στη συσκευασία η οποία με τη σειρά της μπορεί να προάγει τη παρακμή λόγω μυκήτων, ειδικά όταν οι καρποί εκτίθενται σε υψηλές θερμοκρασίες.

Οι μεμβράνες διατηρούν υψηλότερο pH, μεγαλύτερη οξύτητα και περιεχόμενο χλωροφύλλης που οφείλεται στη συγκράτηση του νερού. Οι μεμβράνες έχουν μεγαλύτερη επίδραση στο χρώμα, στη σύνθεση και στο περιεχόμενο της χλωροφύλλης από ότι η θερμοκρασία.

Αναλυτικότερα τα ευρήματα

*A)Για την τομάτα*

- Οι βιοδιασπώμενες μεμβράνες, αποτελούμενες από βιοδιασπώμενα υλικά – έχουν γίνει από θερμοπλαστικό άμυλο- είναι οι πλέον ανεπτυγμένες από τα βιοπολυμερή. Γενικά παράγονται με τις συνήθεις τακτικές που χρησιμοποιούνται για να δημιουργηθούν συνθετικές πολυμερείς μεμβράνες.
- Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των πολυμερών, σαν υλικά συσκευασίας τροφίμων είναι ο συντελεστής διαπερατότητας τους, ο οποίος είναι αυστηρά συνδεδεμένος με τη ζωή των τροφίμων στο ράφι. Τα υλικά συσκευασίας που ελέγχουν το ρυθμό με τον οποίο οι μικρού μοριακού βάρους ενώσεις διαπερνούν τη συσκευασία (μέσα και έξω), είναι ικανά να παρατείνουν τη ζωή στο ράφι συσκευασμένων τροφίμων.



- Με τον κατάλληλο συντελεστή διαπερατότητας μπορούν να παρεμποδίσουν τη μόλυνση από μικροοργανισμούς και έντομα, χωρίς επιδράσεις στη ζωή του προϊόντος στην αγορά.
- Εξαιτίας της ικανότητας των φραγμών που διαθέτουν προς χαμηλού μοριακού βάρους ενώσεις, η χρήση τους σε συσκευασίες τροφίμων είναι ακόμη περιορισμένη. Το πλεονέκτημα τους είναι ότι αποσυντίθενται φυσικά, μη προκαλώντας περιβαλλοντικά προβλήματα όταν καταλήγουν ως απορρίμματα
- Οι βιοδιασπώμενες από διπλό και τριπλό βιοδιασπώμενο πολυεστέρα έχουν πολύ υψηλότερο συντελεστή διαπερατότητας στο νερό από ότι οι μεμβράνες πολυολεφίνης.
- Οι βιοδιασπώμενες, με διαφορετικές ιδιότητες φραγών σε ενώσεις χαμηλού μοριακού βάρους έχουν διαφορετικό συντελεστή διαπερατότητας στα αέρια. Αυτές με τρεις πολυεστέρες έχουν υψηλότερη διαπερατότητα στα αέρια από εκείνες με δύο πολυεστέρες και από την πολυολεφίνη. Οι βιοδιασπώμενες με δύο πολυεστέρες έχουν διαπερατότητα οξυγόνου χαμηλότερη από την πολυολεφίνη. Οι δύο τους έχουν παρόμοια διαπερατότητα διοξειδίου του άνθρακα.
- Τομάτες που συσκευάστηκαν σε βιοδιασπώμενες με δύο ή με τρεις πολυεστέρες και τομάτες που συσκευάστηκαν σε πολυολεφίνη δέχτηκαν ανεπαίστες επιδράσεις μόνο ως προς τις αισθητικές τους ιδιότητες: την ποσότητα των χυμών, τη σκληρότητα της σάρκας, τη σταθερότητα της υφής και την καθαρότητα του φλοιού. Αυτές οι επιδράσεις και στις τρεις συσκευασίες ήταν παρόμοιες μεταξύ τους με την πάροδο του χρόνου, και σε σύγκριση με τομάτες που δεν τοποθετήθηκαν σε καμία συσκευασία.

- Η κινητικότητα της παρακμής ήταν ταχύτερη στις τομάτες με τις βιοδιασπώμενες μεμβράνες και σε αυτές που αφέθηκαν ανοικτές στον αέρα. Το μέγιστο της συντήρησης τους ήταν οι 12 ημέρες. Η πολυολεφίνη υπερτερεί ως προς το ότι έχει χαμηλότερη διαπερατότητα προς το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα. Η χαμηλότερη διαπερατότητα προς το νερό μπορεί να προάγει υψηλότερη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στο χώρο του αέρα της συσκευασίας, οπότε επιβραδύνεται η αναπνοή.
- Οι μεμβράνες με υψηλότερη διαπερατότητα στο οξυγόνο και χαμηλότερη στο νερό και το διοξείδιο όπως της πολυολεφίνης, χαμηλώνουν το ρυθμό αφυδάτωσης , διασφαλίζουν τη διατήρηση του οξυγόνου στην ατμόσφαιρα της συσκευασίας σε κάποια επίπεδα ( να μην προκύπτει αναερόβια αναπνοή) , ενδυναμώνουν τη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα της συσκευασίας και έτσι επιβραδύνουν την ταχύτητα αναπνοής και παραγωγής αιθυλενίου.
- Οι μεμβράνες με χαμηλή διαπερατότητα στο οξυγόνο ( διπλός πολυεστέρας) επιτείνουν την κινητικότητα της παρακμής της ποιότητας.
- Ο βιοδιασπώμενος τριπλός πολυεστέρας έχει παρόμοια κινητικότητα παρακμής της ποιότητας με τη συσκευασία που είναι ανοικτή στον αέρα. Άρα μπορεί να χρησιμοποιείται για να εμποδίζει τη μόλυνση από μικροοργανισμούς και έντομα, χωρίς να μειώνει τη ζωή του προϊόντος στο ράφι.
- Η βιταμίνη C παρουσίασε άνοδο στην ανοικτή συσκευασία, στην πολυολεφίνη και τη συσκευασία με τους τρεις πολυεστέρες. Η συσκευασία με τους δύο πολυεστέρες είχε έντονη μείωση στο περιεχόμενο της βιταμίνης, που αποδίδεται σε χαμηλότερη συγκέντρωση οξυγόνου στον αέρα της συσκευασίας. Προκλήθηκε αναερόβια αναπνοή και οδήγησε σε άλλες μεταβολικές διαδικασίες. Το ίδιο συνέβη και με τα περιεχόμενα των καροτινοειδών μόνο που στη συσκευασία με τους δύο πολυεστέρες

το περιεχόμενο έμεινε σχεδόν σταθερό σε όλο το χρονικό διάστημα της παρατήρησης.

- Οι μεμβράνες με υψηλές ιδιότητες φραγμών επισπεύδουν την παρακμή.
- Η χρησιμοποίηση διαπερατών μεμβρανών για ώριμες τομάτες τροποποιεί την εσωτερική ατμόσφαιρα του οξυγόνου από 4 έως 6% και του διοξειδίου του άνθρακα από 4 έως 6% και ευνοεί την ανάπτυξη κατάλληλης σχετικής υγρασίας μέσα στη συσκευασία. Η ωρίμανση βρέθηκε ότι καθυστερεί μέχρι 7 ημέρες χωρίς υποβάθμιση της ποιότητας.
- Συσκευασία με λιγότερο διαπερατές μεμβράνες συντελεί στη συσσώρευση μεγάλης ποσότητας υγρασίας, παράγοντας που ευνοεί την ανάπτυξη ασθενειών. Συγκεκριμένα μεμβράνες πολυπροπυλενίου διαπερατότητας 15 μ και K- resin 25 μ χρησιμοποιούνται στην τομάτα. Με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις της τομάτας (3-5% οξυγόνο και 0-3% διοξείδιο του άνθρακα) η συγκέντρωση οξυγόνου σε κατάσταση ισορροπίας είναι κάτω από το επιτρεπτό όριο ανοχής του και η συγκέντρωση διοξειδίου πολύ πιο πάνω από το όριο ανοχής του. Με τη δεύτερη μεμβράνη δημιουργούνται μετά τη συσκευασία καλύτερες συγκεντρώσεις 4-6% οξυγόνου και 4-5% διοξειδίου, πιο κοντά δηλαδή στις συνιστώμενες συνθήκες συντήρησης ελεγχόμενων/ τροποποιημένων ατμοσφαιρών.
- Τομάτες που συντηρήθηκαν σε βιοδιασπώμενες μεμβράνες chitosan για 30 ημέρες και σε θερμοκρασία  $270\text{ C} \pm 10\text{ C}$  έδειξαν καλύτερη διατήρηση χρώματος και σταθερότητα υφής όχι μόνο σε σχέση με εκείνες που συντηρήθηκαν ανοικτές σε αέρα αλλά και με εκείνες που συσκευάστηκαν σε μεμβράνες πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας. (LDPE)
- Άσχετα με το αν η μεμβράνη είναι βιοδιασπώμενη ή πολυολεφίνης πρέπει να έχει κατάλληλη διαπερατότητα σε οξυγόνο και αιθυλένιο. Πρέπει το οξυγόνο να είναι

τόσο που θα εμποδίσει την αναερόβια αναπνοή και το αιθυλένιο επίσης ανάλογο που να μην ωριμάσει πρόωρα ή υπερβολικά την τομάτα.

- Η συσκευασία με μεμβράνη πολυαιθυλενίου στους 25<sup>0</sup> C αντιστέκονται καλύτερα στην οξειδωτική καταπόνηση από εκείνες που διατηρούνται ανοικτές στην ίδια θερμοκρασία. Αιτία: η αυξημένη δραστηριότητα των ενζύμων υπεροξειδάσης, καταλάσης, πολυγαλακτουρονάσης, πηκτινομεθυλεστεράσης που απενεργοποιούν τα Αντιδραστικά Είδη Οξυγόνου μειώνοντας έτσι τους κινδύνους της οξειδωτικής καταπόνησης. Η πολυγαλακτουρονάση και η πηκτινομεθυλεστεράση συμβάλουν στην χαλάρωση των ιστών. Τα χαμηλά επίπεδα οξυγόνου σε τροποποιημένες ή ελεγχόμενες ατμόσφαιρες επίσης αναστέλλουν τη δραστηριότητα της πολυγαλακτουρονάσης μειώνοντας έτσι το μαλάκωμα του ιστού. Υψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα αναστέλλουν την σύνθεση του αιθυλενίου, ενεργώντας πριν την μετατροπή του ACC σε αιθυλένιο. Ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας συντήρησης με όζον, ο οποίος μπορεί να παίζει ρόλο στην υποβάθμιση της μικροβιακής δράσης των κομμένων τοματών, προκαλεί παροδική αύξηση της αναπνοής που φέρει σαν αποτέλεσμα αύξηση της φρουκτόζης, γλυκόζης, ασκορβικού οξέως και των επιπέδων φουμαράσης, και στην ολόκληρη και στην κομμένη τομάτα.
- Γενικά, για όλα τα οπωροκηπευτικά πτητικές ουσίες από το περιβάλλον συντήρησης ή τα υλικά συσκευασίας μπορούν να μεταναστεύσουν στα νωπά προϊόντα, οδηγώντας έτσι στην ανάπτυξη διαφορετικών οσμών και γεύσεων. Οι γεύσεις μπορεί να προέλθουν από ποικιλία πηγών όπως χημικά , δομικά υλικά, υλικά συσκευασίας, μικροοργανισμούς π.χ. μύκητες και βακτήρια ή άλλα προϊόντα. Εξαρτάται από τη χημική σύσταση αυτών των πτητικών ενώσεων που βρίσκονται στο περιβάλλον της συντήρησης των καρπών, ποιες ενώσεις και κατά πόσο θα διαφύγουν στα φρούτα και τα λαχανικά γενικά και όχι μόνο στην τομάτα και στο αγγούρι. .



- Η συσκευασία μπορεί να λειτουργήσει ως φραγμός στην απώλεια των πτητικών ενώσεων από την ατμόσφαιρα που περιβάλλει το προϊόν. Η συγκέντρωση των πτητικών στη συσκευασία καθορίζεται από την αλληλεπίδραση του υλικού συσκευασίας με συγκεκριμένα πτητικά που απελευθερώνονται από τους καρπούς. Μεμβράνες πολυμερών που χρησιμοποιούνται σε προϊόντα επεξεργασμένης τροφής έχουν αποδειχθεί να αλληλεπιδρούν με τη γεύση του προϊόντος με ‘σμίλευση’ (*scalping*) και ‘διείσδυση’ (*permeation*): Η διείσδυση εξαρτάται από τη χημεία των πτητικών και εκείνης της μεμβράνης. Τρία είναι τα βήματα: είσοδος των πτητικών στη μεμβράνη, έπειτα τη διάχυση τους σε όλη τη μεμβράνη, η οποία προκαλείται από τις χημικές διαφορές που προφανώς υπάρχουν και έπειτα ακολουθεί η αποβολή (*desorption*) από την μεμβράνη με εξάτμιση.
- Ως μέρος της διαδικασίας διείσδυσης, οι πτητικές ενώσεις μπορούν να διαφύγουν από τη κορυφή της συσκευασίας με απορρόφηση ή σμίλευση (*scalping*) και έτσι να εντείνουν την απώλεια της γεύσης από το προϊόν.

Η διαδικασία εισόδου περιλαμβάνει την απορρόφηση της πτητικής ένωσης από τη μεμβράνη του πολυμερούς και εξαρτάται από τη διαλυτότητα της ένωσης στο υλικό της συσκευασίας.

- Τα υλικά PEs and PPs ( πολυπροπυλένιο) που ευρέως χρησιμοποιούνται στη συσκευασία φρούτων και λαχανικών είναι ιδιαίτερα μη πολικά (nonpolar) και επομένως έχουν μεγάλη έλξη προς τις μη πολικές πτητικές ενώσεις, ενώ τα πολυέστερ περιλαμβανομένου του πολυγαλακτικού οξέως (*biobased polymer polylactic acid*) είναι περισσότερο πολικά. Εφόσον οι περισσότερες πτητικές ενώσεις γεύσης δεν είναι πολικές, τα PE και PP έχουν μεγάλη δυνατότητα στο να ‘σμιλεύουν’, δηλαδή να διαλύουν αυτές τις ενώσεις.
- Η έλξη των πτητικών ενώσεων στο LDPE βρέθηκε να είναι μεγαλύτερη με τους υδατάνθρακες, ακολουθούσαν οι κετόνες, οι εστέρες, οι αλδεΐδες και οι αλκοόλες. (Fayoux et al., 1997). Η απορρόφηση επίσης αυξάνει με το μοριακό μέγεθος ( το μήκος της αλυσίδας του άνθρακα) και τη διακλάδωση της. (*branching*). Όταν ένα διάλυμα αλιφατικών (*aliphatic*) εστέρων τοποθετήθηκε σε μια σακούλα με επένδυση PE, η αναλογία διανομής αυξήθηκε από 0.02 στο 5.77 καθώς ο αριθμός των ανθράκων αυξήθηκε από 6 σε 10. (Shimoda et al., 1988). Η αναλογία διανομής

αντιπροσώπευε την αναλογία του ποσού που απορροφήθηκε από τη μεμβράνη προς το ποσόν που απέμεινε διαλυμένο. Οι Linssen et al. (1991) παρατήρησαν ότι τα διακλαδισμένα μόρια (branched molecules) απορροφήθηκαν περισσότερο από τα γραμμικά μόρια από το υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο. (HDPE). Επομένως, οι διαφορικές επιδράσεις της απορρόφησης μπορούσαν να μεταβάλλουν τις πτητικές συστάσεις και έτσι να επηρεάσουν τη γεύση.

- Τέλος, ρόλο παίζουν και οι διατρήσεις στις επιφάνειες των μεμβρανών ανάλογα με τις ανάγκες διέλευσης – μικρότερης ή μεγαλύτερης των αερίων.

#### B) Για το αγγούρι:

- Ο σημαντικότερος λόγος ύπαρξης της μεμβράνης είναι ο περιορισμός της απώλειας υγρασίας. Δεν παρεμβαίνει στις επιδράσεις του αιθυλενίου στο εξωτερικό χρώμα των καρπών ούτε στο εσωτερικό, ούτε είναι απαραίτητη σε όλους τους τύπους αγγουριών. Στα Ευρωπαϊκά ( *English or Dutch*) η μεμβράνη είναι χρήσιμη, αντίθετα με τα ‘ μίνι’ και ‘ Beit Alpha’ που είναι λιγότερο ευάλωτα στην απώλεια υγρασίας και κατ’ επέκταση βάρους. Ωστόσο, και τα Β.Α έχουν μικρότερη απώλεια ύδατος αν τυλιχθούν σε μεμβράνη.
- Η επιρροή της είναι πάντοτε και σε συνάρτηση με άλλους παράγοντες όπως τον χρόνο συντήρησης του αγγουριού και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος μέσα στη συσκευασία. Σε μεμβράνες PVC 16.51μm η απώλεια ύδατος ήταν χαμηλότερη στα συσκευασμένα που συντηρήθηκαν στους 10<sup>0</sup> C και υψηλότερη στα μη συσκευασμένα που συντηρήθηκαν στους 14<sup>0</sup> C.
- Σε συνδυασμό με την κατάλληλη τροποποιημένη ατμόσφαιρα ( συγκεντρώσεις οξυγόνου, διοξειδίου, ποσοστά υγρασίας) , παρουσία αιθυλενίου θερμοκρασία και χρόνο συντήρησης, η μεμβράνη μειώνει τις επιπτώσεις του ψύχους: στα τυλιγμένα με μεμβράνη αγγούρια υπάρχουν αυξημένα επίπεδα πολυαμινών. Συγκεκριμένα, αγγούρια που συντηρήθηκαν σε συσκευασίες με διάτρητες ή αεροστεγείς 31.75 μm χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλενίου LDPE σακούλες υπέστησαν μικρότερη φθορά λόγω ψύχους από ότι τα αντίστοιχα μη συσκευασμένα σε θερμοκρασία 5<sup>0</sup> C και 90-95% σχετική υγρασία. Η καταπόνηση λόγω ψύχους προκάλεσε αυξήσεις στα επίπεδα της δηλητηριώδους πρωταίνης (putrescine) αλλά οι καρποί στις αεροστεγείς

συσκευασίες είχαν τα υψηλότερα όλων επίπεδα. Οι συσκευασμένοι στις αεροστεγείς και τις διάτρητες σακκούλες επίσης είχαν μεγαλύτερο περιεχόμενο σπερματίνης (*spermidine*) από ότι οι καρποί που δεν ήταν σε μεμβράνη. Αυτά τα υψηλά επίπεδα πολυαμινών μπορεί να έχουν συντελέσει στην αύξηση του επιπέδου ανοχής στο ψύχος (*chilling tolerance*) των καρπών που βρίσκονται σε διάτρητες ή αεροστεγείς συσκευασίες. Οι πολυαμίνες προστατεύουν την ακεραιότητα των μεμβρανών, γεγονός που μετριάξει την φθορά λόγω ψύχους.

- Η λαμπρότητα των Ευρωπαϊκών δεν επηρεάστηκε από την ύπαρξη μεμβράνης ή μη, όπως και των Beit Alpha που δεν ήταν καλυμμένα από μεμβράνη.
- Η διαπερατότητα των μεμβρανών φαίνεται να έχει σχέση με τους ρυθμούς διαρροής των ηλεκτρολυτών. Αν και η εμφάνιση των Β.Α. για τις 6 πρώτες μέρες στο αιθυλένιο παρέμεινε αποδεκτή, ωστόσο έκρυβε εσωτερικές διαφορές όπως σε σχέση με τη σταθερότητα του μεσοκαρπίου και τη διαρροή ηλεκτρολυτών.
- Μεμβράνες πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας με χαμηλή διαπερατότητα σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να οδηγήσουν σε συμπύκνωση του νερού και ανάπτυξη μυκήτων. Ή μεμβράνες με υψηλή διαπερατότητα στο αεριοποιημένο νερό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία κορεσμένης ( με υπερβολική υγρασία) ατμόσφαιρας μέσα στη συσκευασία η οποία με τη σειρά της μπορεί να προάγει τη παρακμή λόγω μυκήτων, ειδικά όταν οι καρποί εκτίθενται σε υψηλές θερμοκρασίες.
- Μεμβράνες PVC 16.51 μm στην ποικιλία ‘ Καλυψώ’ είχαν ως αποτέλεσμα καρπούς με καλύτερη οπτική εικόνα, λιγότερο μαλακούς και μαραμένους, με λιγότερες λακκούβες στο εξωτερικό περίβλημα, πιο σκούρο χρώμα αλλά χωρίς διαφορές στη λαμπρότητα από ότι αγγούρια που δεν ήταν σε μεμβράνη. Η απώλεια βάρους που παρατηρήθηκε στα μη συσκευασμένα αποδίδεται στην υποβάθμιση της χλωροφύλλης, τη χαμηλότερη οξύτητα και το χαμηλότερο περιεχόμενο σε διαλυτά στερεά. Όμως τα αγγούρια με τη μεμβράνη είχαν χειρότερη ποιότητα γιατί υπήρχε υψηλότερη σχετική υγρασία μέσα στη συσκευασία. Στις 4 ημέρες και στους 4<sup>0</sup> C /

14<sup>o</sup> C με σχετική υγρασία 90-92% κιτρίνισαν και είχαν μαλακότερη υφή, οπότε κρίθηκαν απορριπτέα.

- Οι μεμβράνες επομένως διατηρούν υψηλότερο pH, μεγαλύτερη οξύτητα και περιεχόμενο χλωροφύλλης που οφείλεται στη συγκράτηση του νερού.
- Οι μεμβράνες έχουν μεγαλύτερη επίδραση στο χρώμα, στη σύνθεση και στο περιεχόμενο της χλωροφύλλης από ότι η θερμοκρασία.

Είναι προφανές από τους στόχους και τις επιλογές των υλικών συσκευασίας, όπως αυτοί παρουσιάζονται μέσα από τις μελέτες του Κεφαλαίου Γ ότι επαληθεύονται οι πληροφορίες για τις βιολογικές διεργασίες των καρπών και τους στόχους των τροποποιημένων/ελεγχόμενων ατμοσφαιρών τους Κεφαλαίου Α. Χρησιμοποιούνται εκείνες οι μεμβράνες που πληρούν τις συνθήκες βιωσιμότητας και παράτασης της βιωσιμότητας των καρπών για τις ανάγκες της αγοράς, δηλαδή πληρούν τις προϋποθέσεις ώστε να δημιουργούνται οι απαιτούμενες για κάθε είδος τροποποιημένες ή ελεγχόμενες ατμόσφαιρες του Κεφαλαίου Α. Μεμβράνες που ανάλογα επιτρέπουν: α) χαμηλή παρουσία οξυγόνου ώστε να ελέγχεται η παραγωγή αιθυλενίου και να περιορίζεται η διάσπαση της χλωροφύλλης και η αποικοδόμηση των πρωτεϊνών, να διατηρείται η οξύτητα και να επιβραδύνεται η οξειδωση του ασκορβικού οξέως, αλλά όχι τόσο χαμηλή που να γίνεται αναερόβια αναπνοή, β) υψηλή σχετικά παρουσία διοξειδίου του άνθρακα ώστε να αναστέλλεται η αναπνοή και έτσι να μειώνεται η ευαισθησία των ιστών των καρπών, αλλά όχι τόσο υψηλή που να προκαλεί ανώμαλη ωρίμανση στις τομάτες γ) θερμοκρασίες συντήρησης 10<sup>o</sup> C – 22<sup>o</sup> C για την τομάτα, ώστε και πάλι να ελέγχεται η παραγωγή αιθυλενίου, 10<sup>o</sup> C - 12<sup>o</sup> C για το αγγούρι για να περιορίζεται η αφυδάτωση του, δ) σχετική υγρασία 85-90% και για τα δύο, για περιορισμό της απώλειας ύδατος και βάρους κατ' επέκταση, άνοδο των επιπέδων της βιταμίνης C. Αυτές οι μεμβράνες είναι : οι πολυολεφίνες πολυαιθυλένιο, πολυστυρένιο, πολυπροπυλένιο, και το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC). Οι βιοδιασπώμενες είναι καλύτερες όχι μόνο γιατί ο βαθμός διαπερατότητας τους είναι άμεσα συνδεδεμένος με τη ζωή τους στο ράφι (λόγοι συντήρησης), αλλά και γιατί είναι αβλαβείς για το περιβάλλον. Οι μελέτες που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία αυτή δεν ανέφεραν πουθενά επιβλαβή για την υγεία του ανθρώπου στοιχεία. Ωστόσο οι Hernandez, Selke, Culter (2005:353-355) αναφέρουν: « Το PVC ( πολυβινυλοχλωρίδιο) κατηγορείται για τα επίπεδα υπολειμμάτων του μονομερούς χλωριδίου του βινυλίου στο φαγητό, δηλαδή τη μόλυνση που μπορεί να



προκαλέσει στην τροφή που καλύπτει. Το μονομερές χλωρίδιο του βινυλίου έχει καθοριστεί ως καρκινογενές, τουλάχιστον κάτω από κάποιες συνθήκες. Κατά την διαδικασία πολυμερισμού του PVC, λιγότερο από το 100% του μονομερούς χλωριδίου του βινυλίου (*Vinyl Chloride monomer – VCM*) μετατρέπεται σε πολυμερές. Αυτό σημαίνει ότι οι σχετικά υψηλές τιμές του VCM μπορεί να μην υποστούν αντίδραση και να παραμείνουν παγιδευμένες στην ρητίνη. Σήμερα έχουν ληφθεί μέτρα σε σχέση με τη δεκαετία του 1970 και τα επίπεδα των υπολειμμάτων του χλωριδίου του βινυλίου είναι πολύ χαμηλότερα» . (Hernandez, Selke, Culter, 2005:353-355)

Οι ίδιοι συγγραφείς συνεχίζουν: « Μέσα από τη νομοθεσία των ΗΠΑ μέρος της οποίας θα παρατεθεί στη συνέχεια, διαπιστώνονται και άλλοι κίνδυνοι για τον καταναλωτή. Ενδεικτικά μόνο !!! αναφέρονται :

- Μερικά πολυμερή βάσης (*base polymers*) εγκρίνονται για όλους τους τύπους συσκευασίας, ενώ άλλοι περιορίζονται σε μερικές μόνο εφαρμογές.
- Οι κανονισμοί συχνά περιλαμβάνουν περιορισμούς στην ρητίνη, όπως ανώτατο περιεχόμενο μονομερούς υπολείπου και κατώτατο μοριακό βάρος. Περιλαμβάνουν επίσης όρια στη μετανάστευση των συστατικών από τα πλαστικά. Σε μερικές περιπτώσεις, αυτά τα όρια είναι συγκεκριμένα για συγκεκριμένη ουσία, όπως το υπόλειμμα μονομερούς , (*residual monomer*), αλλά πιο συχνά περιορίζουν τη μετανάστευση στο χώρο, το συνολικό ποσό των ουσιών , δηλαδή, που φεύγουν είτε από τη ρητίνη είτε από τη συσκευασία με την οποία έρχεται σε επαφή η τροφή.
- Η οδηγία 21 CFR 177. 1500 παράγραφος (α) ορίζει 16 διαφορετικούς τύπους νάιλον, π.χ. Νάιλον 6, νάιλον 66, νάιλον 610 που είναι αποδεκτά για συσκευασία τροφίμων. Η ταυτότητα περιλαμβάνει τα υλικά από τα οποία τα πολυμερή παράγονται, καθώς και σε μερικές περιπτώσεις, τα σχετικά ποσά των συμπολυμερών. Η παράγραφος (β) παραθέτει συγκεκριμένα στοιχεία για κάθε μία από τις 16 ρητίνες, δηλαδή βαρύτητα, σημείο τήξης, διαλυτότητα σε αναβράζον διάλυμα οξέος και ανώτατες συνολικά αποσπώμενες ουσίες στο νερό, 95% αλκοόλη του αιθυλίου, εστέρα του αιθυλίου ( ethyl acetate) και βενζένιο.
- πρωταρχική φροντίδα των ειδικών της εκτίμησης της ασφάλειας της συσκευασίας και των ουσιών πριν φτάσουν στην αγορά είναι να προβλέψουν το ποσόν και το είδος

των ουσιών που μπορούν να μεταβούν από το πλαστικό υλικό στην περιεχόμενη τροφή»

Επιβεβαιώνεται έτσι η χρησιμότητα των βιοδιασπώμενων , σε ένα πλανήτη που υποφέρει όλο και πιο πολύ από τη ρύπανση, ενώ η ποιότητα της τροφής για διάφορους λόγους υποβαθμίζεται.

## Βιβλιογραφία

- Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R. (1991). Use of Chitosan Coating to Reduce Water Loss and Maintain Quality of Cucumber and Bell Pepper Fruits.
- Hernandez, Ruben J., Selke, Susan E. M., Culter, John D. (2005). *Plastics Packaging Properties, Processing, Applications and Regulations*. Hanser Pbl. USA
- Musmade A. M. and U.T. Desai. (1995) *Cucumber and Melon*. Mahatma Phute Agricultural University, Rahuri, India
- Nunes, C., Emond, J-P., Dea, S., Yagiz, Y., (2011). Distribution center and retail conditions affect the sensory and compositional quality of bulk and packaged slicing cucumbers. University of Florida – IFAS, Food Science and Human Nutrition Department, Gainesville, Fl, USA,
- Passam, H.C., Karapanos, I. (2008) *Eggplants, Peppers and Tomatoes: Factors Affecting the Quality and Storage Life of Fresh and Fresh – cut (Minimally Processed) Produce*. The European Journal of Plant Science and Biotechnology. Global Science Books.
- Passam, H.C. (2008). *The Fruiting Species of the Solanaceae*. The European Journal of Plant Science and Biotechnology. Global Science Books.
- Sargent Steven A., Maynard Donald N. (2009). *Postharvest Biology and Technology of Cucurbits*. New Jersey. Horticultural Reviews Volume 35.
- Sargent Steven A., Moretti Celso L. ( 1998) *Chemical Composition and Physical Properties of Pericarp, Locule and Placental Tissues of Tomatoes with Internal Bruising* , J. Amer. Soc. Hort Sc . 123(4): 656-660
- Sargent, S.A.; Maynard, D.N. (2009) *Post Harvest Biology and Technology of Cucurbits*. Horticultural Reviews, Volume 35
- Standard FFV – 15 concerning the marketing and commercial quality control of Cucumbers. United Nations, New York, Geneva. 2008 Edition.
- Villalta , A.M., (2005). *Effect of Growing Season, storage temperature and ethylene exposure on the quality of Greenhouse – Grown Beit Alpha Cucumber in North Florida*. M.A. Thesis, University of Florida,

- Villalta, A.M., Sargent, S. A. , Berry, A. D. & Huber D.J. (2003). Sensitivity of Beit Alpha Cucumber to Low Temperature Storage. University of Florida, IFAS Horticultural Sciences Department Gainesville, FL.
- Wang, C. Qi, L. (1996). Modified atmosphere packaging alleviates chilling injury in cucumbers. Horticultural Crops Quality Laboratory, US Department of Agriculture, Beltsville, MD.
- Βασιλακάκης, Μ.Δ. (2006). Μετασυλλεκτική Φυσιολογία Μεταχείριση Οπωροκηπευτικών και Τεχνολογία. Διαιτητική Αξία Οπωροκηπευτικών. Εκδ. Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.
- Εμπορικοί Κανονισμοί για φρούτα και λαχανικά. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Δ/ση Μεταποίησης, Τυποποίησης & Ποιοτικού ελέγχου, Νοέμβριος 2003.
- Καναβούρας, Α. (2009). Συσκευασία Προϊόντων κατά τη μεταφορά και την αποθήκευσή τους. Διαχείριση κινδύνων, Έλεγχοι Συσκευασιών, Σχεδιασμός και χρήση προστατευτικών υλικών. Εκδ. Παπαζήση, Αθήνα.
- Καραουλάνης, Γ.Δ. (2009). Βιολογία και Τεχνολογία των Οπωροκηπευτικών μετά τη συγκομιδή. Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα
- Κατσογιάννη, Α. (2010). Μεταβολή Φυσιολογικών, Μηχανικών και Λοιπών Ποιοτικών Χαρακτηριστικών Συντηρούμενης Τομάτας Βιολογικής Καλλιέργειας. Μεταπτυχιακή Μελέτη, Αθήνα.
- Σφακιωτάκης, Ε. (1995). Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων. Εκδ. τυρο MAN, Θεσσαλονίκη.



## **Παραρτήματα**

### **Παράρτημα I: Κεφαλαίου 1**

*ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ)*

*Προδιαγραφές ποιότητας , ταξινόμησης , μεγέθους, παρουσίας για την εμπορία της τομάτας και του αγγουριού Σύμφωνα με την οδηγία 2007 R 1580 –EL -01.05.2010 -009.001.*

#### *A. Ποιότητα*

*Σε όλες τις κατηγορίες οι τομάτες πρέπει να είναι:*

*A) ακέραιες*

*B) υγιείς ' αποκλείονται τα προϊόντα που έχουν προσβληθεί από σήψη ή αλλοιώσεις που τα καθιστούν ακατάλληλα για κατανάλωση.*

*Γ) καθαρές ' ουσιαστικά απαλλαγμένες από κάθε ορατή ξένη ύλη,*

*Δ) φρέσκες,*

*E) ουσιαστικά απαλλαγμένες από παράσιτα,*

*Στ) απαλλαγμένες από φθορές οι οποίες προκαλούνται από επιβλαβείς οργανισμούς που προσβάλλουν την σάρκα.*

*Z) απαλλαγμένες από μη φυσιολογική εξωτερική υγρασία*

*H) απαλλαγμένες από ξένες οσμές ή /και ξένες γεύσεις*

*Οι τομάτες που προσφέρονται σε στέλεχος ( «τομάτες σε βότρυς»), τα στελέχη πρέπει να είναι φρέσκα, υγιή, καθαρά και απαλλαγμένα από φύλλα και από κάθε ορατή ξένη ύλη.*

*Οι τομάτες πρέπει να παρουσιάζουν ανάπτυξη και κατάσταση τέτοια που να τους επιτρέπουν:*

*A) να αντέχουν τη μεταφορά και τον εν γένει χειρισμό*

*B) να φθάνουν σε ικανοποιητική κατάσταση στον τόπο προορισμού.*

#### *B. Ταξινόμηση*

*A) Κατηγορία «Έξτρα». Είναι ανώτερης ποιότητας. Πρέπει να έχουν συνεκτική σάρκα και να παρουσιάζουν σχήμα, εμφάνιση -χρώμα και ανάπτυξη χαρακτηριστικές της ποικιλίας τους.*

*Οι τομάτες πρέπει να είναι απαλλαγμένες από πράσινο χρωματισμό στη ζώνη που βρίσκεται στη βάση του ποδίσκου και από άλλα ελατιώματα., εκτός από πολύ ελαφρές αλλοιώσεις στην επιφάνεια του φλοιού, υπό τον όρο ότι αυτές δεν επηρεάζουν την ποιότητα, εμφάνιση και διατηρησιμότητα του προϊόντος. B) Κατηγορία I*

Οι τομάτες που ταξινομούνται στην κατηγορία αυτή πρέπει να είναι καλής ποιότητας, επαρκώς συνεκτικές και να παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά που αντιστοιχούν στην ποικιλία τους. Απαλλαγμένες από σκασίματα και από εμφανή πράσινο χρωματισμό στη ζώνη που βρίσκεται στη βάση του ποδίσκου. Οι καρποί μπορούν, ωστόσο, να παρουσιάζουν τα ακόλουθα ελαφρά ελαττώματα, με την προϋπόθεση ότι δεν βλάπτουν τη γενική εμφάνισή, ποιότητα, διατηρησιμότητα και παρουσίαση στη συσκευασία:

- Ελαφρά ελαττώματα σχήματος
- Ελαφρά ελαττώματα χρώματος
- Ελαφρά ελαττώματα του φλοιού
- Πολύ ελαφρούς μώλωπες

Εξάλλου οι τομάτες «με ραβδώσεις» μπορούν να παρουσιάζουν:

- Επουλωμένα σκασίματα μεγίστου μήκους 1 εκ.
- Μη υπερβολικά εξογκώματα
- Μικρό μη φελλώδη ομφαλό
- Φελλώδεις ουλές ομφαλοειδούς σχήματος στο σημείο της θυλακίδος, η συνολική επιφάνεια των οποίων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1 τετρ. Εκ
- Λεπτή θυλακιδική ουλή επιμήκη (ομοιάζουσα με ραφή), της οποίας το μήκος δεν πρέπει να υπερβαίνει τα δύο τρίτα της μέγιστης διαμέτρου του καρπού.

## Κατηγορία II

Τομάτες που δεν μπορούν να ταξινομηθούν στις ανώτερες κατηγορίες, αλλά ανταποκρίνονται στις ελάχιστες απαιτήσεις που ορίζονται παραπάνω.

Πρέπει να είναι αρκετά συνεκτικές (αλλά ελαφρώς λιγότερο από εκείνες που κατατάσσονται στην κατηγορία I) και δεν πρέπει να παρουσιάζουν μη επουλωμένα σκασίματα.

Οι τομάτες αυτές μπορούν να έχουν τα εξής ελαττώματα, υπό τον όρο ότι διατηρούν τα ουσιώδη χαρακτηριστικά ποιότητας, διατηρησιμότητας και παρουσίασης:

A) ελαττώματα σχήματος, ανάπτυξης και χρωματισμού

B) ελαττώματα του φλοιού ή μώλωπες, υπό τον όρο ότι δεν βλάπτουν σοβαρά τον καρπό

Γ) επουλωμένα σκασίματα μεγίστου μήκους 3 εκ. για τις στρογγυλές, με ραβδώσεις ή επιμήκεις τομάτες.

Οι τομάτες «με ραβδώσεις» μπορούν να παρουσιάζουν:

- Πιο έντονα εξογκώματα από τα επιτρεπόμενα στην κατηγορία I χωρίς να υπάρχει δυσμορφία.
- Ομφαλό
- Φελλώδεις ουλές, ομφαλοειδούς σχήματος στο σημείο της θυλακίδος, η συνολική επιφάνεια των οποίων δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2 τετρ. Εκ.
- Λεπτή θυλακιδική ουλή επιμήκη ( ομοιάζουσα με ραφή)

*Γ. Διατάξεις που αφορούν το μέγεθος.*

*Το μέγεθος καθορίζεται με βάση την μέγιστη διάμετρο της ισημερινής τομής κατά βάρος ή κατ' αριθμό.*

*Οι παρακάτω διατάξεις δεν εφαρμόζονται στις τομάτες που προσφύονται σε στέλεχος και εφαρμόζονται προαιρετικά στην Κατηγορία II*

*Δ. Διατάξεις που αφορούν τα όρια ανοχής*

*Επιτρέπονται όρια ανοχής όσον αφορά την ποιότητα και το μέγεθος σε κάθε συσκευασία, για τα προϊόντα που δεν πληρούν τις προϋποθέσεις της κατηγορίας στην οποία δηλώνεται ότι ανήκουν.*

*Α. όρια ανοχής ως προς την ποιότητα.*

*Κατηγορία «Έξτρα»*

*Επιτρέπεται όριο ανοχής 5% κατ' αριθμό ή κατά βάρος, για τις τομάτες που δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της κατηγορίας αλλά είναι σύμφωνες με εκείνες της κατηγορίας II. Εντός του ορίου ανοχής, το συνολικό ποσοστό των προϊόντων που ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της κατηγορίας II δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει το 0.5%.*

*Κατηγορία I*

*Επιτρέπεται όριο ανοχής 10% κατ' αριθμό ή κατά βάρος, για τις τομάτες που δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της κατηγορίας αλλά είναι σύμφωνες με εκείνες της κατηγορίας II. Εντός του παρόντος ορίου ανοχής, το συνολικό ποσοστό των τεμαχίων που δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της κατηγορίας II αλλά ούτε στις ελάχιστες απαιτήσεις δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει το 1%. Αποκλείονται τα προϊόντα που έχουν προσβληθεί από σήψη ή αλλοιώσεις που τα καθιστούν ακατάλληλα για κατανάλωση. Για τις τομάτες που προσφύονται σε στέλεχος, κάθε μέσο συσκευασίας μπορεί να περιέχει 5% κατ' αριθμό ή κατά βάρος τοματών αποκολλημένων από το στέλεχος.*

*Κατηγορία II*

Επιτρέπεται όριο ανοχής 10% κατ' αριθμό ή κατά βάρος, για τις τομάτες που δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της κατηγορίας αλλά ούτε στις ελάχιστες απαιτήσεις. Αποκλείονται τα προϊόντα που έχουν προσβληθεί από σήψη ή αλλοιώσεις που τα καθιστούν ακατάλληλα για κατανάλωση. Για τις τομάτες που προσφύονται σε στέλεχος, κάθε μέσο συσκευασίας μπορεί να περιέχει 10% κατ' αριθμό ή κατά βάρος τοματών αποκολλημένων από το στέλεχος.

Όρια ανοχής ως προς το μέγεθος.

Για όλες τις κατηγορίες : 10% κατ' αριθμό ή κατά βάρος τοματών που ανταποκρίνονται στο αμέσως κατώτερο ή /και ανώτερο από το αναγραφόμενο μέγεθος.

*Ε. Διατάξεις που αφορούν την παρουσίαση*

*Α. Ομοιογένεια*

Το περιεχόμενο κάθε συσκευασίας πρέπει να είναι ομοιογενές και να περιλαμβάνει μόνο τομάτες της αυτής προελεύσεως, ποικιλίας ή εμπορικού τύπου, ποιότητας και μεγέθους ( στο μέτρο που, όσον αφορά το τελευταίο κριτήριο, επιβάλλεται ταξινόμηση κατά μέγεθος)

Οι τομάτες που ταξινομούνται στις κατηγορίες «Έξτρα» και I πρέπει να είναι στην πράξη ομοιογενείς σε ότι αφορά την ωρίμανση και το χρωματισμό. Επιπρόσθετα, για τις «επιμήκειες» τομάτες, το μήκος πρέπει να είναι ομοιόμορφο.

Ωστόσο, τα μείγματα τοματών σαφώς διαφορετικών χρωματισμών, ποικιλιών ή /και εμπορικών τύπων μπορούν να συσκευαστούν μαζί, σε μια μονάδα πώλησης, με την προϋπόθεση ότι τα προϊόντα θα είναι ομοιογενή ως προς την ποιότητα, και για κάθε χρωματισμό, ποικιλία ή/και εμπορικό τύπο ως προς την καταγωγή.

Το ορατό τμήμα του περιεχομένου της συσκευασίας πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό του συνόλου της.

Παρόμοια και για το αγγούρι οι διατάξεις των Ηνωμένων Εθνών προδιαγράφουν σύμφωνα με την STANDARD FFV – 15 οδηγία ECE / TRADE/ C / WP. 7/2008 / 10:

Τα αγγούρια πρέπει να είναι φρέσκα, μια ελαφρά απόκλιση επιτρέπεται στην κατηγορία «Έξτρα» λόγω της φυσικής τάσης των προϊόντων αυτών προς τη φθορά. Όμως, θα πρέπει να είναι:

A) άθικτα

B) χωρίς σημάδια υποβάθμισης που να τα καθιστά ακατάλληλα για κατανάλωση

Γ) καθαρά, χωρίς παρουσία καμιάς ξένης ύλης



Δ) φρέσκα, και με σταθερή υφή

Ε) χωρίς παρουσία εντόμων, ή ζημιάς προκληθείσης εξαιτίας της παρουσίας εντόμων

Στ) Να μην είναι πικρά

Ζ) Να μην φέρουν σημάδια αφύσικης εξωτερικής υγρασίας

Η) Να μην χαρακτηρίζονται από ξένο προς τη φύση τους άρωμα ή γεύση.

Τα αγγούρια θα πρέπει να έχουν συγκομισθεί ώριμα, αλλά οι σπόροι τους να είναι μαλακοί.

Δηλαδή προϋποτίθεται πως πρέπει να μπορούν

Α) Να αντέχουν τη μεταφορά και την μεταχείριση και

Β) η κατάσταση τους μετά την άφιξη στον προορισμό τους να είναι ικανοποιητική.

### Ταξινόμηση

Κατηγορία « Έξτρα».

Τα αγγούρια αυτής της κατηγορίας θα πρέπει να είναι ανώτερης ποιότητας. Θα πρέπει να έχουν όλα τα συνήθη χαρακτηριστικά της κατηγορίας τους και το χρωματισμό.

Να είναι ώριμα, καλά σχηματισμένα και ευθεία..

Να μην είναι ελαττωματικά, οι σπόροι τους να είναι καλοσχηματισμένο. Εξαιρούνται οι περιπτώσεις των πολύ μικρών ελαττωμάτων της επιδερμίδας με την προϋπόθεση ότι αυτές δεν επηρεάζουν τη γενική εμφάνιση του προϊόντος, την ποιότητα του και τη γενική παρουσίαση της συσκευασίας.

### Κατηγορία I

Πρέπει να είναι καλής ποιότητας και να ανταποκρίνονται στα χαρακτηριστικά της ποικιλίας τους. Να είναι ώριμα, καλά σχηματισμένα. Επιτρέπονται τα ακόλουθα ελαττώματα υπό τον όρο ότι δεν επηρεάζουν τη γενική εμφάνιση του προϊόντος, την ποιότητα και την εμφάνιση της συσκευασίας:

Α) μια ελαφρά παρέκκλιση του σχήματος, εξαιρούμενων αυτών που οφείλονται στην ανάπτυξη των σπόρων

Β) ελαφρές αποκλίσεις στο χρωματισμό. Το ανοιχτό χρώμα στο μέρος του καρπού όπου ακουμπά το έδαφος κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του δεν θεωρείται ελάττωμα.

Γ) ελαφρές αποκλίσεις στο φλοιό, υπό τον όρο ότι δεν επιδεινώνονται.

### Κατηγορία II

Επιτρέπονται τα ακόλουθα ελαττώματα, υπό τον όρο ότι τα αγγούρια διατηρούν τα ουσιώδη χαρακτηριστικά τους όσον αφορά την ποιότητα και εμφάνιση τους:

Α) ελαττώματα σχήματος, δηλαδή όταν ο καρπός δεν είναι ευθύς, εκτός εκείνων των περιπτώσεων που οι σπόροι παρουσιάζουν σοβαρό πρόβλημα ανάπτυξη.

*B) ελαττώματα χρωματισμού έως το πολύ 1 /3 της επιφάνειας, εκτός από το τμήμα που ακουμπούσε στο έδαφος κατά την ανάπτυξη*

*Γ) ελαττώματα φλοιού εφόσον δεν επιδεινώνονται.*

*Τα αγγούρια που δεν είναι ευθεία επιτρέπονται εφόσον δεν έχουν άλλα ελαττώματα στο χρωματισμό ή το σχήμα και συσκευάζονται ξεχωριστά.*

*Το περιεχόμενο κάθε συσκευασίας πρέπει να είναι ομοιόμορφο και να περιέχει μόνο αγγούρια της ίδιας προέλευσης, ποικιλίας ή τύπου, ποιότητας και μεγέθους αν συσκευάζονται κατά μέγεθος. Εξυπακούεται ότι η συσκευασία πρέπει να φροντίζει την προστασία των προϊόντων και αυτά να μην συμπιέζονται. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται μέσα στη συσκευασία να είναι καθαρά και ποιότητας τέτοιας που να μην προκαλεί εσωτερική ή εξωτερική φθορά στο προϊόν. Η χρήση υλικών, ιδιαίτερα χαρτιού ή αυτοκόλλητων με εμπορικές διευκρινίσεις επιτρέπεται με τον όρο ότι δεν περιέχουν τοξικό μελάνι ή κόλλα. Τα αυτοκόλλητα που ατομικά τοποθετούνται στα προϊόντα θα πρέπει κατά την απομάκρυνσή τους να μην αφήνουν εμφανή σημάδια κόλλας ή ελαττώματα στο φλοιό. Οι συσκευασίες πρέπει να είναι απαλλαγμένες από ξένα στοιχεία παντός είδους.*

## **Παράρτημα 2: Κεφαλαίου 3**

**Η Οδηγία του Συμβουλίου της 18<sup>ης</sup> Οκτωβρίου 1982 για τον καθορισμό των βασικών κανόνων που είναι αναγκαίοι για τον έλεγχο της μετανάστευσης των συστατικών των υλικών και αντικειμένων από πλαστική ύλη που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τρόφιμα ( 82 /711/ΕΟΚ)... εξέδωσε την παρούσα οδηγία:**

**Άρθρο I**

**1. Η παρούσα οδηγία ισχύει για τα υλικά και αντικείμενα από πλαστική ύλη, δηλαδή και αντικείμενα, καθώς και τα μέρη τους τα οποία:**

**A) έχουν παρασκευασθεί αποκλειστικά από πλαστική ύλη**

B) αποτελούνται από δύο ή περισσότερα στρώματα από τα οποία καθένα έχει παρασκευαστεί αποκλειστικά από πλαστική ύλη και τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με συγκολλητικό υλικό ή με οποιοδήποτε άλλο μέσο,

Και τα οποία, ως τελικά προϊόντα, προορίζονται να έρθουν σε επαφή ή τίθενται σε επαφή, σύμφωνα με τον προορισμό τους, με τρόφιμα.

2. Κατά την έννοια της παρούσας οδηγίας, ως «πλαστική ύλη» νοείται η μακρομοριακή οργανική ένωση από πολυμερισμό, πολυσυμπύκνωση, πολυπροσθήκη ή οποιαδήποτε παρεμφερή διεργασία μορίων με κατώτερο μοριακό βάρος ή με χημική αλλοίωση των φυσικών μακρομορίων. Θεωρούνται επίσης, πλαστικές ύλες οι σιλικόνες και άλλες παρεμφερείς μακρομοριακές ενώσεις.

**5. Σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθμ. 1935 /2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27<sup>ης</sup> Οκτωβρίου 2004, σχετικά με τα υλικά και αντικείμενα που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τρόφιμα και με την κατάργηση των οδηγιών 80 /590 /ΕΟΚ και 89 /109/ΕΟΚ, και ιδίως το άρθρο 5,**

Και εκτιμώντας μεταξύ άλλων ότι

A) τα συνθετικά περιβλήματα από αναγεννημένη κυτταρίνη πρέπει να αποτελούν αντικείμενο ειδικών διατάξεων

B) ο δις (2-υδροξυαιθυλ) αιθέρας ( διαιθυλενογλυκόλη) και αιθανοδιόλη ( μονοαιθυλενογλυκόλη) είναι δυνατόν να μεταναστεύσουν σε μεγάλο βαθμό σε ορισμένα τρόφιμα και, συνεπώς, προκειμένου να αποτραπεί το ενδεχόμενο αυτό, είναι σκοπιμότερο να καθοριστεί π προληπτικά οριστικό ανώτατο επιτρεπόμενο όριο περιεκτικότητας των ουσιών αυτών στα τρόφιμα που έχουν έλθει σε επαφή με μεμβράνη αναγεννημένης κυτταρίνης.

Γ) για λόγους προστασίας της υγείας του καταναλωτή πρέπει να αποφεύγεται η άμεση επαφή των τυπωμένων τμημάτων των μεμβρανών αναγεννημένης κυτταρίνης με τα τρόφιμα.

Δ) Οι κανόνες που ισχύουν για μεμβράνες αναγεννημένης κυτταρίνης πρέπει να είναι συγκεκριμένοι για τη φύση της επιφάνειας που έρχεται σε επαφή με το τρόφιμο. Επομένως, οι προδιαγραφές για επιχρισμένες μεμβράνες αναγεννημένης κυτταρίνης, με επιχρίσματα που αποτελούνται από πλαστικό, πρέπει να είναι διαφορετικές από αυτές που προβλέπονται για μεμβράνες αναγεννημένης κυτταρίνης μη επιχρισμένης ή επιχρισμένης με επιχρίσματα που προέρχονται από κυτταρίνη.

Ε) Στην παρασκευή κάθε είδους μεμβρανών αναγεννημένης κυτταρίνης με επίχρισμα πλαστικού, συμπεριλαμβανομένων των μεμβρανών αναγεννημένης κυτταρίνης με

επιχρίσματα που αποτελούνται από πλαστικό, πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο εγκεκριμένες ουσίες.

Στ) Στην περίπτωση μεμβρανών αναγεννημένης κυτταρίνης με επιχρίσματα που αποτελούνται από πλαστικό, η επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με τρόφιμα αποτελείται από υλικό παρόμοιο με τα πλαστικά υλικά και αντικείμενα που προορίζονται να έλθουν σε επαφή με τρόφιμα. Ως εκ τούτου, οι κανόνες που προβλέπει η οδηγία 2002 /72/ ΕΚ της επιτροπής της 6<sup>ης</sup> Αυγούστου 2002, σχετικά με τα πλαστικά υλικά και αντικείμενα που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τρόφιμα, εφαρμόζεται και στις εν λόγω μεμβράνες.

Εξέδωσε την παρούσα οδηγία:

Άρθρο 1: ( για τις μεμβράνες αναγεννημένης κυτταρίνης οι οποίες προορίζονται να έλθουν σε επαφή ή έρχονται σε επαφή με τρόφιμα και οι οποίες α) είτε αποτελούν μόνες τους τελικό προϊόν, β) είτε αποτελούν μέρος τελικού προϊόντος το οποίο περιέχει και άλλα υλικά,

Άρθρο 2 : Οι μεμβράνες αναγεννημένης κυτταρίνης που αναφέρονται στο άρθρο 1 παράγραφος 2 ανήκουν σε ένα από τα ακόλουθα είδη : α) μη επιχρισμένη μεμβράνη αναγεννημένης κυτταρίνης, β) επιχρισμένη μεμβράνη αναγεννημένης κυτταρίνης με επίχρισμα που προέρχεται από κυτταρίνη ή

Γ) επιχρισμένη μεμβράνη αναγεννημένης κυτταρίνης με επίχρισμα που προέρχεται από πλαστικό

Άρθρο 3:

1. Μεμβράνες αναγεννημένης κυτταρίνης που αναφέρονται στα στοιχεία α) και β) του άρθρου 2 παρασκευάζονται με τη χρήση μόνο ουσιών ή ομάδων ουσιών που καταλογογραφούνται στο παράρτημα II, σύμφωνα με τους περιορισμούς που προβλέπονται σε αυτό.
2. Κατά παρέκκλιση της παραγράφου 1, η χρήση άλλων ουσιών από τις απαριθμούμενες στο παράρτημα II επιτρέπεται όταν οι εν λόγω ουσίες χρησιμοποιούνται ως χρωστικές ύλες ( χρώματα και πιγμέντα) ή ως συγκολλητικά, εφόσον δεν υπάρχουν ίχνη μετανάστευσης των εν λόγω ουσιών στο εσωτερικό ή στην επιφάνεια των τροφίμων, ανιχνεύσιμα με επικυρωμένη μέθοδο.

Άρθρο 4:

1. Μεμβράνες αναγεννημένης κυτταρίνης που αναφέρονται στο στοιχείο γ) του άρθρου 2 παρασκευάζονται, πριν από το επίχρισμα, με τη χρήση μόνο ουσιών ή ομάδων ουσιών που καταλογογραφούνται στο πρώτο μέρος του παραρτήματος II, σύμφωνα με τους περιορισμούς που προβλέπονται σε αυτό.



2. Το επίχρισμα που εφαρμόζεται σε μεμβράνη αναγεννημένης κυτταρίνης που αναφέρεται στην παράγραφο I παρασκευάζεται με τη χρήση μόνο ουσιών ή ομάδων ουσιών που καταλογογραφούνται στα παραρτήματα II έως VI της οδηγίας 2002 /72 /ΕΚ, σύμφωνα με τους περιορισμούς που προβλέπονται σε αυτά.

Άρθρο 5: Η τυπωμένη όψη των μεμβρανών αναγεννημένης κυτταρίνης δεν πρέπει να έρχεται σε επαφή με τα τρόφιμα.

Ημερομηνία του παρόντος εγγράφου: Βρυξέλλες, 29 Ιουνίου 2007

Υπογραφή: Ο Πρόεδρος της Επιτροπής, José Manuel BARROSO

### Παράρτημα 3

#### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΜΕΝΗΣ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗΣ

Η μεμβράνη αναγεννημένης κυτταρίνης είναι ένα λεπτό φύλλο που λαμβάνεται από μια εξευγενισμένη κυτταρίνη, προερχόμενη από μη ανακυκλωμένο ξύλο ή βαμβάκι. Προκειμένου να καλυφθούν οι τεχνικές απαιτήσεις, μπορεί να προστεθούν κατάλληλες ουσίες μέσα στη μάζα ή στην επιφάνεια. Οι μεμβράνες αναγεννημένης κυτταρίνης μπορούν να επικαλυφθούν στη μία ή και στις δύο όψεις τους.

#### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

#### ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΤΩΝ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΜΕΝΗΣ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗΣ ΟΥΣΙΩΝ

#### ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

#### Μη επιχρισμένη μεμβράνη αναγεννημένης κυτταρίνης

Όνομασίες	Περιορισμοί
A. Αναγεννημένη Κυτταρίνη	72% και άνω (β/β)
B. Πρόσθετα	
1. Υγραντές	27% συνολικά κατ' ανώτατο όριο ( β/β)
- Δις ( 2 – υδροξυαιθυλ) αιθέρας)=δισαιθυλενογλυκόλη)	Μόνο για τις μεμβράνες που προορίζονται να επιχρισθούν και εν συνεχεία να χρησιμοποιηθούν για μη υγρά τρόφιμα, δηλαδή τα οποία δεν περιέχουν στην επιφάνεια φυσικά ελεύθερο νερό. Η συνολική ποσότητα του δις ( 2 υδροξυαιθυλ ) αιθέρα και της
- Αιθανοδιόλη (=μονοαιθυλενογλυκόλη)	

	αιθανοδιόλης στα τρόφιμα που ήλθαν σε επαφή με υμένες του τύπου αυτού δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 30 mg/ kg τροφίμου.
-1,3 Βουτανοδιόλη	
-Γλυκερίνη	
-1,2 Προπανοδιόλη (=1,2 προπυλενογλυκόλη)	
Πολυαιθυλενοξείδιο (=πολυαιθυλινογλυκόλη)	Μέσου μοριακού βάρους μεταξύ 250 και 1200
1,2 πολυπροπυλενοξείδιο (1,2 πολυπροπυλενογλυκόλη)	Μέσου μοριακού βάρους κατ' ανώτατο όριο 400 και περιεκτικότητα σε ελεύθερη 1,3 προπανοδιόλη 1% ( β /β) κατ' ανώτατο όριο
-Σορβιτόλη	
-Τετρααιθυλενογλυκόλη	
-Τριαιθυλενογλυκόλη	
-Ουρία	
2. Άλλα πρόσθετα	1% ( β/β) συνολικά κατ' ανώτατο όριο
<i>Πρώτη κατηγορία</i>	Η ποσότητα των ουσιών ή ομάδων ουσιών που περιλαμβάνονται σε κάθε τίτλο, δεν δύναται να υπερβαίνει τα 2 mg / dm <sup>2</sup> της μη επιχρισμένης μεμβράνης
-Οξικό οξύ και τα μετ' NH <sub>4</sub> , Ca, Mg, K, Na άλατα του	
- Ασκορβικό οξύ και τα μετ' NH <sub>4</sub> , Ca, Mg, K , Na άλατα του	
-Βενζοϊκό οξύ και βενζοϊκό νάτριο	
Μυρμηκικό οξύ και τα μετ' NH <sub>4</sub> , Ca, Mg, K, Na άλατά του	
-Γραμμικά λιπαρά οξέα, κορεσμένα ή ακόρεστα με άρτιο αριθμό άνθρακα από C <sub>8</sub> - C <sub>20</sub> καθώς και βεχενικό και	

κικινελαϊκό οξύ και τα μετ' NH <sub>4</sub> , Ca, Mg, K, Na Al, Zn άλατά τους.	
Κιτρικό οξύ, d και l γαλακτικό, μηλεϊνικό, 1-τρυγικό οξέα και τα μετά Na και K άλατά τους.	
Σορβικό οξύ και τα μετ' NH <sub>4</sub> , Ca, Mg, K Na άλατά του.	
Αμίδια των γραμμικών λιπαρών οξέων, κορεσμένων ή ακόρεστων με άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα από C <sub>8</sub> – C <sub>20</sub> , καθώς και τα αμίδια του βεγενικού και κικινελαϊκού οξέος	
-Φυσικά βρώσιμα άμυλα και άλευρα	
-Βρώσιμα άμυλα και άλευρα πουέχουν μετατραπεί διά χημικής οδού	
-Αμυλόζη	
-Ανθρακικά και χλωριούχα άλατα ασβεστίου και μαγνησίου	
Εστέρες γλυκερίνης με γραμμικά λιπαρά οξέα, κορεσμένα ή ακόρεστα με ζυγό αριθμό ατόμων άνθρακα από C <sub>8</sub> – C <sub>20</sub> ή /και με αδιπικό, κιτρικό, 12 – υδροξυστεατικό ( οξυστεατίνη) και κικινελαϊκό οξύ.	
Εστέρες σορβιτόλης με γραμμικά λιπαρά οξέα, κορεσμένα ή ακόρεστα με άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα από C <sub>8</sub> – C <sub>20</sub>	
-Μόνο –ή /και διεστέρες στεατικού οξέως με αιθανοδιόλη ή /και δις ( 2 – υδροξυαιθυλ) αιθέρα ή /και τριαιθυλενογλυκόλη	
-Οξειδία και υδροξειδία αργιλίου, ασβεστίου, μαγνησίου, πυριτίου και	

πυριτικά άλατα, καθώς και ένυδρα πυριτικά άλατα αργιλίου, ασβεστίου, μαγνησίου και καλίου	
- Πολυαιθυλενοξείδιο (=πολυαιθυλενογλυκόλη)	Μέσο μοριακό βάρος μεταξύ 1200 και 4000
-Προπιονικό νάτριο	
<i>Δεύτερη Κατηγορία</i>	Η συνολική ποσότητα των ουσιών δεν μπορεί να υπερβεί το 1 mg / dm <sup>2</sup> της μη επιχρισμένης μεμβράνης και η ποσότητα των ουσιών ή ομάδας ουσιών που περιλαμβάνονται σε κάθε τίτλο δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 0, 2 mg / dm <sup>2</sup> ( ή ένα κατώτερο όριο, όταν αυτό καθορίζεται ) της μη επιχρισμένης μεμβράνης
-Άλκυλο ( C <sub>8</sub> – C <sub>18</sub> ) βενζολοσουλφονικό νάτριο	
-Ισοπροπυλο –ναφθαλινοσουλφονικό νάτριο	
-Άλκυλο ( C <sub>8</sub> – C <sub>18</sub> ) θειικό νάτριο	
Άλκυλο ( C <sub>8</sub> – C <sub>18</sub> ) σουλφονικό νάτριο	
-Διοκτυλο –θειοηλεκτρικό νάτριο	
Διστεατικό άλας της οξικής διϋδροαιθυλο –δι –αιθυλενοτριαμίνης	0,05 mg / dm <sup>2</sup> κατ' ανώτατο όριο, της μη επιχρισμένης μεμβράνης
Λαού Λαυρικό ξεικό αμμώνιο, μαγνήσιο και κάλιο	
-N, N' -διστεατοϋλοδιαμινο αιθάνιο, N, N' διπαλμποϋλοδιαμινοαιθάνιο και N, N' διελαιοϋλοδιαμινο αιθάνιο	
-2 –επταδέκυλο –4,4 δις ( μεθυλενοστεατική) οξαζολίνη	
- Αιθυλοθετικό αμίδιο του πελυαιθυλενο –αμινο –στεατικού οξέως	0,1 mg / dm <sup>2</sup> κατ' ανώτατο όριο της μη επιχρισμένης μεμβράνης



<p>Τρίτη Κατηγορία –Προσδεδειγμένο μέσο</p>	<p>Η ολική ποσότητα ουσιών δεν μπορεί να υπερβαίνει το 1 mg / dm<sup>2</sup> της μη επιχρισμένης μεμβράνης</p>
<p>-Προϊόν συμπυκνώσεως μελαμινοφορμαλδεΐδης μη τροποποιημένο ή τροποποιημένο με ένα ή περισσότερα από τα εξής προϊόντα:          Βουτανόλη, διαιθυλενοτριαμίνη, αιθανόλη, τριαιθυλενοτετραμίνη, τετραεθυλενοπενταμίνη, τρις -( 2 -υδρο -ξυαιθυλ /αμίνη, 3, 3'- διαμινοδιπροπυλαμίνη, 4, 4'- διαμινοδιβουτυλαμίνη</p>	<p>Μέγιστη περιεκτικότητα σε ελεύθερη φορμαλδεΐδη 0,5 mg / dm<sup>2</sup> της μη επιχρισμένης μεμβράνης           Μέγιστη περιεκτικότητα σε ελεύθερη μελαμίνη 0,3 mg / dm<sup>2</sup> της μη επιχρισμένης μεμβράνης</p>
<p>-Προϊόν συμπυκνώσεως μελαμίνης - ουρίας -φορμαλδεΐδης που έχει μετατραπεί με τρις -( 2-υδροξυαιθυλ) αμίνη</p>	<p>Μέγιστη περιεκτικότητα σε ελεύθερη φορμαλδεΐδη 0,5 mg / dm<sup>2</sup> της μη επιχρισμένης μεμβράνης           Μέγιστη περιεκτικότητα σε ελεύθερη μελαμίνη 0,3 mg / dm<sup>2</sup> της μη επιχρισμένης μεμβράνης</p>
<p>-Κατιονικές πολυαλκυλεναμίνες τρισδιάστατης δομής:          Α) ρητίνη πολυαμιδιο -επιχλωρυδρίνη με βάση διαμινοπροπυλομεθυλαμίνη και επιχλωρυδρίνη          Β) ρητίνη πολυαμιδιο -επιχλωρυδρίνη με βάση επιχλωριδρίνη, αδιπικό οξύ, καπρολακτάμη, διαιθυλενο -τριαμίνη ή /και αιθυλενοδιαμίνη          Γ) ρητίνη πολυαμιδιο -επιχλωριδρίνη με βάση αδιπικό οξύ, διεθυλαινοτριαμίνη και επιχλωρυδρίνη ή μείγμα επιχλωρυδρίνης και αμμωνίας</p>	

Δ) ρητίνη πολυαμιδιο – πολυαμίνη – επιχλωρυδρίνη με βάση επιχλωρυδρίνη, αδιπικό διμεθυλεστέρα και διαιθυλενο – τριαμίνη ΕΘ ρητίνη πολυαμιδιο – πολυαμίνη – επιχλωρυδρίνη με βάση επιχλωρυδρίνη, αμίδιο του αδιπικού οξέως και διαμινο – προπυλο -μεθυλαμίνη	
-Πολυαιθυλεναμίνες και πολυαιθυλενιμίνες	Κατ' ανώτατο όριο 0, 75 mg / dm <sup>2</sup> της μη επιχρισμένης μεμβράνης
-Προϊόν συμπυκνώσεως ουρίας – φορμαλδεΰδης μη τροποποιημένου ή τροποποιημένου με ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα προϊόντα: Αμινομεθυλο –σουλφονικό οξύ, σουλφανιλικό οξύ, βουτανόλη, διαμινοβουτάνιο, διαμινοδιαιθυλαμίνη, διαμινοδιπροπυλαμίνη, διαμινοπροπάνιο, διεθυλενοτριαμίνη, αιθανόλη, γουανιδίνη, μεθανόλη, τετρααιθυλενο –πενταμίνη, τριαθυλενο –τετραμίνη, όξινο θειώδες νάτριο	Μέγιστη περιεκτικότητα σε ελεύθερη φορμαλδεΰδη 0,5 mg / dm <sup>2</sup> της μη επιχρισμένης μεμβράνης
<i>Τέταρτη Κατηγορία</i> -Προϊόντα αντιδράσεως πολυαιθυλαινοξειδίου και αμινών βρωσίμων ελαίων -Λαουρυλο –θειική μονοαιθανολαμίνη	Η ολική ποσότητα των ουσιών δεν μπορεί να υπερβαίνει το 0,01 mg / dm <sup>2</sup> της μη επιχρισμένης μεμβράνης
<b>Δεύτερο Μέρος</b> <b>Επιχρισμένη μεμβράνη αναγεννημένης κυτταρίνης</b>	
<b>Ονομασίες</b>	<b>Περιορισμοί</b>
Αναγεννημένη κυτταρίνη	Βλ. πρώτο μέρος

Πρόσθετα	Βλ. πρώτο μέρος
Επιχρίσματα	
1. Πολυμερή	Η ολική ποσότητα ουσιών δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 50 mg / dm <sup>2</sup> του επιχρίσματος επί της όψεως που βρίσκεται σε επαφή με τρόφιμα
-Αιθυλικοί, υδροξυαιθυλικοί, υδροξυπροπυλικοί και μεθυλικοί αιθέρες κυτταρίνης	
Νιτρική κυτταρίνη	20 mg / dm <sup>2</sup> του επιχρίσματος κατ' ανώτατο όριο επί της όψεως που βρίσκεται σε επαφή με τα τρόφιμα περιεκτικότητα νιτρικής κυτταρίνης σε άζωτο, μεταξύ 10,8% (β/β) και 12,2% (ββ)
2. Ρητίνες	Η ολική ποσότητα δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 12,5 mg / dm <sup>2</sup> του επιχρίσματος επί της όψεως που βρίσκεται σε επαφή με τα τρόφιμα και αποκλειστικά για την Παρασκευή μεμβρανών αναγεννημένης κυτταρίνης με επιχρίσματα που βασίζονται σε νιτρική κυτταρίνη
Καζεΐνη	
Κολοφώνιο ή /και τα πολυμερισμένα, υδρογονωμένα ή ασύμμετρα προϊόντα του και οι εστέρες τους των μεθυλικών, αιθυλικών και πολυσθενών αλκοολών C <sub>2</sub> μέχρι C <sub>6</sub> ή μείγματα των αλκοολών αυτών	
Κολοφώνιο ή /και τα πολυμερισμένα, υδρογονωμένα ή ασύμμετρα προϊόντα του, συμπυκνωμένο με ακρυλικό ή /και	

μηλεϊκό ή /και κιτρικό ή /και φουμαρικό οξύ ή /και φθαλικό οξύ ή /και 2,2 δις ( 4-υδροξυφαινυλο ) προπανο φορμαλδεύδη και εστεροποιημένο με μεθυλική, αιθυλική ή πολυσθενείς αλκοόλες από C <sub>2</sub> έως C <sub>6</sub> καθώς και το μείγμα των αλκοολών αυτών	
-Εστέρες προερχόμενοι από το δις ( 2 – υδροξυαιθυλ) αιθέρα με τα προϊόντα προσθήκης β –πινένιο ή /και διπεντένιο ή /και διτερπένιο και μηλεϊνικού ανυδρίτη	
-Βρώσιμη ζελατίνη	
Κικινέλαιο και τα προϊόντα του αφυδατώσεως, υδρογονώσεως και τα προϊόντα συμπυκνώσεως με πολυγλυκερίνη, με αδιπικό, νιτρικό, μηλεϊνικό, φθαλικό και σεβακικό οξύ	
-Φυσικές ρητίνες δαμάρης ( = damar)	
- Πολύ –β- πινένιο	
-Ρητίνες ουρίας –φορμαλδεύδη	
3. Πλαστικοποιητές	Η ολική ποσότητα ουσιών δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 6 mg / dm <sup>2</sup> του επιχρίσματος επί της όψεως που έρχεται σε επαφή με τα τρόφιμα
Κιτρικό ακετυλο τριβουτύλιο	
Κιτρικό ακετυλο τρι (2 –αιυλεξύλιο)	
Αδιπικό δι –ισοββουτύλιο	
Αδιπικό δι –ν- βουτύλιο	
Αζελαϊκό δι –ν-εξύλιο	
Φθαλικό δικυκλοεξύλιο	Ανώτατο όριο 4, 0 mg ? dm <sup>2</sup> επί της όψεως που έρχεται σε επαφή με τα τρόφιμα
Φωσφορικό 2 –αιθυλεξυλ –διφαινύλιο	Η ποσότητα του φωσφορικού 2 –



	<p>αιθυλεξυλ –διφαινυλεστέρα δεν υπερβαίνει:</p> <p>A) 2,4 mg / Kg του τροφίμου που έρχεται σε επαφή με αυτό το είδος μεμβράνης ή</p> <p>B) 0,4 mg / dm<sup>2</sup> του επιχρίσματος επί της όψεως που έρχεται σε επαφή με τα τρόφιμα.</p>
Οξική γλυκερίνη	
Διοξική γλυκερίνη	
Τριοξική γλυκερίνη	
Σεβακικό διαβουτύλιο	
Τρυγικό δι-ν -βουτύλιο	
Τρυγικό δι – ι σοβουτύλιο	