

# ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΝΗΘΟΥ (*Anethum graveolens* L.)

Δ. Τσαμαϊδή, Ε. Σταυρινού, Φ. Πέτρου, Χ. Κ. Πάσσαμ

Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής,  
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75, 11855 Αθήνα

## Περίληψη

Μελετήθηκε η επίδραση των τροποποιημένων ατμοσφαιρών με αυξημένες συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> στην ποιότητα του άνηθου (*Anethum graveolens* L.) κατά την αποθήκευσή του στους 2 και 7°C. Βρέθηκε ότι η συγκέντρωση της βιταμίνης C, των φαινολικών και των καροτενοειδών στα φύλλα μειώθηκε κατά την αποθήκευση και ήταν γενικά ανεξάρτητη από την αύξηση του CO<sub>2</sub> και την θερμοκρασία αποθήκευσης. Η συγκέντρωση της ολικής χλωροφύλλης δεν μειώθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης με εξαίρεση των μεταχειρίσεων με 20% O<sub>2</sub> + 10% CO<sub>2</sub> στους 2°C και 20% O<sub>2</sub> + 15% CO<sub>2</sub> στους 7°C. Η κατανάλωση O<sub>2</sub> μειώθηκε στις τροποποιημένες ατμόσφαιρες με αυξημένο % CO<sub>2</sub>, ενώ ήταν μεγαλύτερη στους 7°C σε σχέση με τους 2°C. Συμπερασματικά καταλήγουμε ότι ο άνηθος διατηρείται καλύτερα στους 2°C με συγκέντρωση CO<sub>2</sub> 5-15%.

## Λέξεις κλειδιά

Οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, χλωροφύλλη, ασκορβικό οξύ, ολικά φαινολικά

**Title: The effect of modified atmospheres during storage on quality characteristics on dill (*Anethum graveolens* L.)**

D. Tsamaidi, E. Staurinou, F. Petrou, H.C. Passam

## Summary

The effect of modified atmospheres containing increased levels of CO<sub>2</sub> on the quality of dill (*Anethum graveolens* L.) stored at 2 and 7°C was investigated. It was found that the concentration of ascorbic acid, total phenolics and carotenoids within the leaves decreased during storage and was largely independent of the CO<sub>2</sub> concentration and storage temperature. The concentration of total chlorophyll did not decrease significantly during storage with the exception of the treatments with 20% O<sub>2</sub> + 10% CO<sub>2</sub> (2°C) and 20% O<sub>2</sub> + 15% CO<sub>2</sub> (7°C). Oxygen consumption was lower in the modified atmospheres with increased CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentration decreased less during storage at 2°C than at 7°C. It is concluded that the most suitable storage regime for dill is 2°C with a CO<sub>2</sub> concentration of 5-15%.

## Keywords

Oxygen, carbon dioxide, chlorophyll, ascorbic acid, total phenolics

## Εισαγωγή

Ο άνηθος (*Anethum graveolens* L.) είναι μονοετές ποώδες φυτό το οποίο καλλιεργείται για νωπή κατανάλωση και στη φαρμακευτική (Yang et al., 1996) λόγω των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του (Kidmose et al., 2001) ενώ χρησιμοποιείται επίσης και στην αρωματοποιία (Μυρωνίδου-Τζουβελέκη κ.α., 2009). Ο άνηθος φθείρεται

γρήγορα μετά τη συγκομιδή και γι' αυτό μελετήθηκε η δυνατότητα εφαρμογής τροποποιημένων ατμοσφαιρών για τη διατήρηση της ποιότητάς του κατά την αποθήκευση.

#### Υλικά και Μέθοδοι

Άνηθος cv. Ducat καλλιεργήθηκε σε υπόστρωμα τύρφη-περλίτη (1:1 κ.ο.) σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο από 24/10/2010 έως 20/01/2011. Εφαρμόστηκε λίπανση με 300ppm Nutrileaf (20N-20P-20K) εβδομαδιαίως από το στάδιο των 4-5 φύλλων. Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε λίγο πριν την άνθηση (88 ημέρες μετά τη σπορά). Στη συνέχεια τυχαία δείγματα ολόκληρων φύλλων (30-40g) τοποθετήθηκαν σε αεροστεγείς πλαστικές συσκευασίες πολυαιθυλενίου, στις οποίες διοχετεύθηκε αέρας με τροποποιημένη τη σύσταση του, και αποθηκεύθηκαν για διάστημα 7 ημερών στους 2°C και 7°C. Οι ατμόσφαιρες οι οποίες εφαρμόστηκαν ήταν (O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>) (1): 20-0-80, (2): 20-5-75, (3): 20-10-70, (4): 20-15-65, (5): 20-20-60. Πριν και μετά την αποθήκευση μετρήθηκε η συγκέντρωση της χλωροφύλλης και των καροτενοειδών με τη μέθοδο του Arnon (1949) και των Lichtenthaler and Buschmann (2001) αντίστοιχα. Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών έγινε με την μέθοδο Folin-Ciocalteu σύμφωνα με τους Lisiewska et al. (2006). Επίσης έγινε προσδιορισμός της βιταμίνης C (L-ασκορβικού οξέος) σύμφωνα με τους Bajaj and Kaur (1981).

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα Statgraphics Plus 5.1 και η σύγκριση των μέσων έγινε με το t-test σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

#### Αποτελέσματα

Η συγκέντρωση της ολικής χλωροφύλλης κατά την αποθήκευση στους 2°C διατηρήθηκε καλά κατά τη διάρκεια αποθήκευσης 7 ημερών με εξαίρεση των επεμβάσεων με 20% O<sub>2</sub> + 10% CO<sub>2</sub> στους 2°C και 20% O<sub>2</sub> + 15% CO<sub>2</sub> στους 7°C όπου διαπιστώθηκε σημαντική μείωση (Πίνακας 1)

Η συγκέντρωση της βιταμίνης C μειώθηκε κατά την αποθήκευση (Πίνακας 1), ανεξάρτητα από την θερμοκρασία αποθήκευσης. Η μεγαλύτερη απώλεια προέκυψε σε ατμόσφαιρες με 20% O<sub>2</sub>+20% CO<sub>2</sub> στους 2°C και 20% O<sub>2</sub>+0 ή 5% CO<sub>2</sub> στους 7°C.

**Πίνακας 1:** Η επίδραση των τροποποιημένων ατμοσφαιρών στην συγκέντρωση της ολικής χλωροφύλλης και της βιταμίνης C (mg 100g v.β.<sup>-1</sup>) στα φύλλα.

Μεταχείριση	Βιταμίνη C (mg 100g v.β. <sup>-1</sup> )		Ολική χλωροφύλλη (mg 100g v.β. <sup>-1</sup> )	
	2°C	7°C	2°C	7°C
Πριν την αποθήκευση	32,83 a	32,83 a	232,48 a	232,48 a
1 (20% O <sub>2</sub> + 0% CO <sub>2</sub> )	6,79 b	6,98 d	206,52 a	205,25 ab
2 (20% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub> )	7,39 b	6,17 d	229,23 a	216,99 ab
3 (20% O <sub>2</sub> + 10% CO <sub>2</sub> )	6,87 b	12,60 c	170,28 b (b)	218,27 ab (a)
4 (20% O <sub>2</sub> + 15% CO <sub>2</sub> )	6,54 b	12,14 c	220,12 a	195,97 b
5 (20% O <sub>2</sub> + 20% CO <sub>2</sub> )	4,29 c	14,90 b	237,83 a	230,73 a

Οι τιμές σε κάθε στήλη που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ( $p < 0.05$ ) ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα.

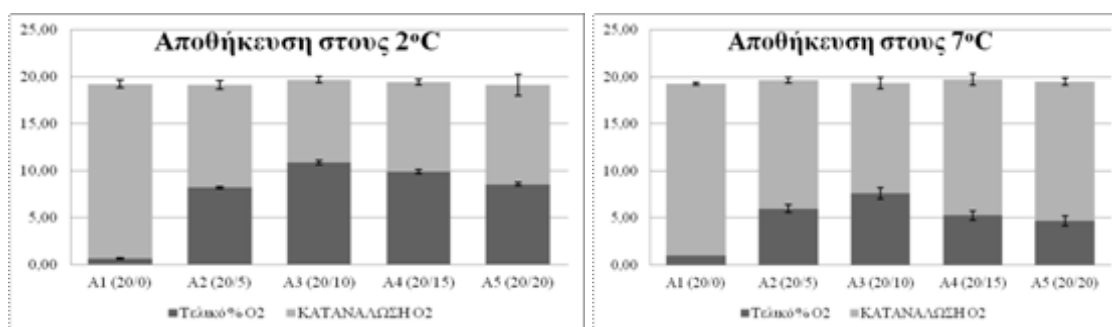
Η συγκέντρωση των καροτενοειδών μειώθηκε κατά την αποθήκευση, σε σχέση με την τιμή πριν την αποθήκευση στους 2°C ενώ στους 7°C δεν παρατηρήθηκε καμία αλλαγή (Πίνακας 2). Η συγκέντρωση των φαινολικών επίσης μειώθηκε κατά την αποθήκευση αλλά δεν επηρεάστηκε από την αύξηση του % CO<sub>2</sub> (Πίνακας 2).

**Πίνακας 2:** Η επίδραση των τροποποιημένων ατμοσφαιρών στην συγκέντρωση των καροτενοειδών και φαινολικών στα φύλλα άνηθου (mg 100g v.β.<sup>-1</sup>).

Μεταχείριση	Καροτενοειδή		Φαινολικά	
	2°C	7°C	2°C	7°C
Πριν την αποθήκευση	21,70 a	21,70 a	1536,00 a	1536,00 a
1 (20% O <sub>2</sub> + 0% CO <sub>2</sub> )	17,38 b	20,11 a	1329,14 b	1201,71 b
2 (20% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub> )	16,13 b	17,28 a	1344,57 b	1205,29 b
3 (20% O <sub>2</sub> + 10% CO <sub>2</sub> )	16,58 b	19,73 a	1270,29 b	1212,43 b
4 (20% O <sub>2</sub> + 15% CO <sub>2</sub> )	17,60 b	19,98 a	1325,29 b	1189,33 b
5 (20% O <sub>2</sub> + 20% CO <sub>2</sub> )	17,33 b	18,00 a	1205,14 b	1226,29 b

Οι τιμές σε κάθε στήλη που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ( $p < 0.05$ ) ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα..

Η κατανάλωση O<sub>2</sub>, μειώθηκε με την αύξηση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα και στις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης (Σχήμα 2) ενώ ήταν μεγαλύτερη στους 7°C (Σχήμα 1B) σε σχέση με τους 2°C (Σχήμα 1A). Γι' αυτό η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> (%) στην συσκευασία στο τέλος της αποθήκευσης ήταν μεγαλύτερη στις συσκευασίες με αυξημένο CO<sub>2</sub> και στους 2°C σε σχέση με 7°C, ενώ στη μεταχείριση με 0% CO<sub>2</sub> και στις δυο θερμοκρασίες προέκυψε αναεροβίωση, δηλ. τη δημιουργία δυσάρεστη οσμή εξαιτίας της έναρξης της ζύμωσης.



**Σχήμα 1:** Η επίδραση της αύξησης της συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> στη κατανάλωση και τελική συγκέντρωση O<sub>2</sub> (% O<sub>2</sub>) κατά την αποθήκευση άνηθου (A) στους 2°C και (B) στους 7°C.

### Συζήτηση

Η ποιότητα του άνηθου αξιολογείται από την απουσία μάρανσης και το έντονο πράσινο χρώμα των φύλλων (υψηλή συγκέντρωση χλωροφύλλης), ενώ η θρεπτική αξία του προϊόντος σχετίζεται με το έντονο άρωμα (αιθέρια έλαια), και την περιεκτικότητα σε βιταμίνη C και αντιοξειδωτικά (π.χ. καροτενοειδή και φαινολικά). Θετική επίδραση της αυξημένης συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> στη διατήρηση της βιταμίνης C είναι γνωστή στα

φυλλώδη λαχανικά (Sousan and Abd el-Aal 2007), ενώ η μείωση της συγκέντρωσης των φαινολικών κατά την αποθήκευση παρατηρήθηκε σε πράσινα φυλλώδη λαχανικά από τον Oboh (2005). Στον άνηθο η συσκευασία σε πλαστικό προστατεύει τα φύλλα από την απώλεια νερού και βάρους, αλλά η αύξηση του CO<sub>2</sub> δεν επηρέασε σημαντικά την ποιότητα του προϊόντος, δηλ. τη συγκέντρωση χλωροφύλλης και αντιοξειδωτικών.

Οι Ishi and Okubo (1984) μελετώντας το πολύ ευαίσθητο κινέζικο σχοινόπρασο κατέληξαν ότι με την αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στην συσκευασία μειώθηκαν τα επίπεδα αναπνοής και διατηρήθηκαν σε καλύτερα επίπεδα η συγκέντρωση της χλωροφύλλης, των καροτενοειδών και της βιταμίνης C. Στον άνηθο η συγκέντρωση της βιταμίνης C κατά την αποθήκευση στους 7°C διατηρείται καλύτερα σε υψηλές συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> ενώ στους 2°C χαμηλές συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> είναι προτιμότερες. Η παρουσία του CO<sub>2</sub> κρίνεται απαραίτητη και στις δυο θερμοκρασίες για τη μείωση του ρυθμού αναπνοής και την αποφυγή της αναεροβίωσης. Παρόμοια, οι Aharoni et al. (1993) βρήκαν ότι μειώθηκε η παραγωγή αναερόβιων συνθηκών στις συσκευασίες με ευαίσθητα βότανα με την αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub>. Οι Aharoni et al. (1989) για το κάρδαμο, όπως και ο Saltveit (1989) για τον μαϊντανό συνιστούν σαν καλύτερες συνθήκες αποθήκευσης τους 0-2°C με αυξημένο το CO<sub>2</sub> στο 10%. Τα αυξημένα επίπεδα CO<sub>2</sub> επιβραδύνουν την απώλεια της χλωροφύλλης και την υποβάθμιση του πράσινου χρώματος των φύλλων των φυτών εξαιτίας της μείωσης της αναπνοής (Kader, 1986).

#### Συμπεράσματα

Συμπερασματικά καταλήξαμε ότι σε αεροστεγή συσκευασία με πλαστικό η παρουσία του CO<sub>2</sub> είναι απαραίτητη για τη μείωση του ρυθμού αναπνοής και την αποφυγή της αναεροβίωσης. Οι καλύτερες συνθήκες αποθήκευσης είναι 2°C και με αρχική σύσταση αέρας 20% O<sub>2</sub> + 5-15% CO<sub>2</sub> όπου διατηρείται το πράσινο χρώμα (χλωροφύλλη) και μειώνεται η απώλεια βιταμίνης C.

#### Ευχαριστίες

Η παρούσα έρευνα έχει συγχρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - ΕΚΤ) και από εθνικούς πόρους μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς (ΕΣΠΑ) – Ερευνητικό Χρηματοδοτούμενο Έργο: Ηράκλειτος II . Επένδυση στην κοινωνία της γνώσης μέσω του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου.

#### Βιβλιογραφία

- Aharoni, N., Dvir, O., Chalupowis, D., Zhalupowisz, Z. and Aharon, Z. 1993. Coping with postharvest physiology of fresh culinary herbs. *Acta Hort.* 344: 69-78.
- Aharoni, N., Reuveni, A., and Dvir, O. 1989. Modified atmospheres in film packages delay senescence and decay of green vegetables and herbs. *Acta Hort.* 258: 255-262.
- Arnon, D.I. 1949. Copper enzyme in isolated chloroplast polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* 24: 1-15.
- Bajaj, K.L. and Kaur, G. 1981. Spectrophotometric determination of l-ascorbic acid in vegetables and fruits. *The Analyst.* **106** (1): 117-120.
- Ishi, K. and Okubo, M. 1984. The keeping quality of Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler) by low temperature and seal-packaging with polyethylene bag. *Journ. Jap. Soc. Hort. Sci.* 53 (1): 87-95.
- Kader, A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruit and vegetables. *Food Technology.* 40: 99-100.

Kidmose, U., Knuthsen, P., Edelenbos, M., Justesen, U. and Hegelund, E. 2001. Carotenoids and flavonoids in organically grown spinach (*Spinacia oleracea* L.) genotypes after deep frozen storage. *J. of the S. of Food and Agric.* 81: 918–923.

Lichtenthaler, H.K. and Buschmann, C. 2001. Chlorophylls and carotenoids - Measurement and characterisation by UV-VIS. In: *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. John Wiley & Sons, Madison. F4.3.1-F4.3.8. [Nr. 107]

Lisiewska, Z., Kmiecik, W. and Korus, A. 2006. Content of vitamin C, carotenoids, chlorophylls and polyphenols in green parts of dill (*Anethum graveolens* L.) depending on plant height. *J. of Food Composition and Analysis*. 19: 134–140.

Μυρωνίδου - Τζουβελέκη Μ., Καλούσης Κ. και Χριστοπούλου - Αλετρά Ε. 2009. Ιστορία της Ιατρικής – Η αναλγητική αγωγή από την Ομηρική στην Ιπποκρατική εποχή. *Αρχαία ελληνικής Ιατρικής*. 26(1): 124-129.

Oboh, G. 2005. Effect of blanching on the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables. *LWT*. 38: 513-517.

Saltveit, M.E. Jr. 1989. A summary of requirements and recommendations for the controlled and modified atmosphere storage of harvested vegetables. In: *Proc. 5<sup>th</sup> Intern. Controlled Atmosphere Research Conf.* Wenatchee, Wash. USA. 14-16 June. 2: 332.

Sousan, S.L. and Abd El-Aal, H.A. 2007. Minerals profile- Shelf life extension and nutritive value of fresh green leafy vegetables consumed in Egypt. In: *Africans Crop Science Conference Proceedings*. 8: 1817-1826.

Yang, Y., Huang, C. Y., Peng, S. S. and Li, J. 1996. Carotenoid analysis of several dark-green leafy vegetables associated with a lower risk of cancers. *Biomedical and Environmental Sciences*. 9: 386–392.