



Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Διαχείριση και Αξιοποίηση Αγροτικών Υποπροϊόντων & Αποβλήτων

Ενότητα 7^η: Λιποδιαλυτές χρωστικές & αντιοξειδωτικά

Δημήτρης Π. Μακρής *PhD DIC*

Αναπληρωτής Καθηγητής

dimitrismakris@uth.gr

1. Καροτενοειδή

Τα καροτενοειδή αποτελούν μια ευρέως διαδεδομένη ομάδα βιοδραστικών ενώσεων, τα οποία βρίσκονται κυρίως στα φυτά, αλλά και σε μικροάλγη και μικροοργανισμούς. Είναι λιποδιαλυτές ουσίες και έχουν πορτοκαλί – κόκκινο χρώμα.

Περιέχουν περισσότερους από 10 συζυγιακούς διπλούς δεσμούς και έχουν την ικανότητα δέσμευσης μονομοριακού οξυγόνου, γεγονός που τα καθιστά αντιοξειδωτικά. Τα καροτενοειδή διαιρούνται σε δύο κατηγορίες, τα καροτένια (όπως το β-καροτένιο και το λυκοπένιο) και τις ξανθοφύλλες (ασταξανθίνη, β-κρύπτοξανθίνη, λουτεΐνη, ζεαξανθίνη).

Τα καροτένια είναι μη-οξυγωνομένα καροτενοειδή, έχοντας μια χαρακτηριστική μορφή υδρογονάνθρακα, ενώ ξανθοφύλλες ονομάζονται τα οξυγωνομένα καροτενοειδή.


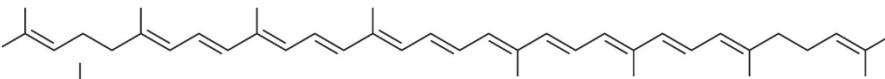

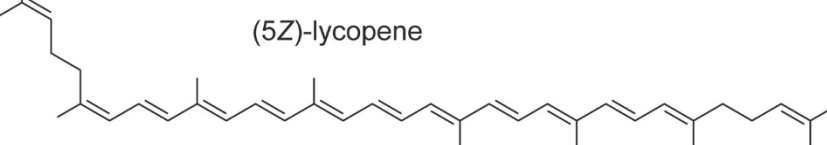

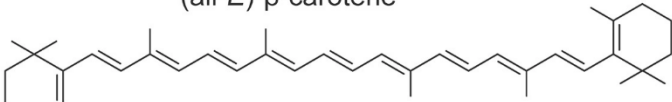

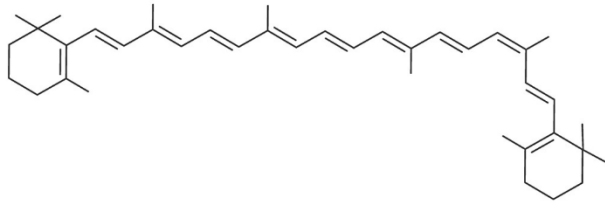


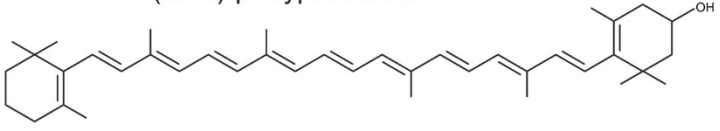


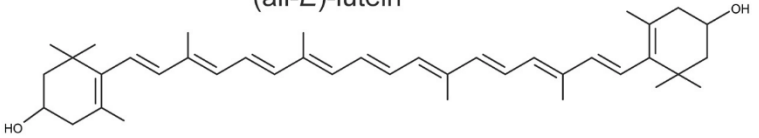
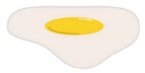
Classification of Carotenoids

CAROTENES

- Oxygen free Carotenoids which contains only carbon & Hydrogen.
- Readily soluble in petroleum Ether & hexane.
- Found in carrots, Apricots & gives bright orange colour.
- E.g Lycopene, β Carotene

XANTHOPHYLLS

- Contains 1 or more O₂ atoms and functions like hydroxy, epoxy, keto, carboxy and methoxy groups.
- Dissolve best in Methanol & Ethanol.
- Generally yellow in colour.
- E.g Lutein, Zeaxanthin

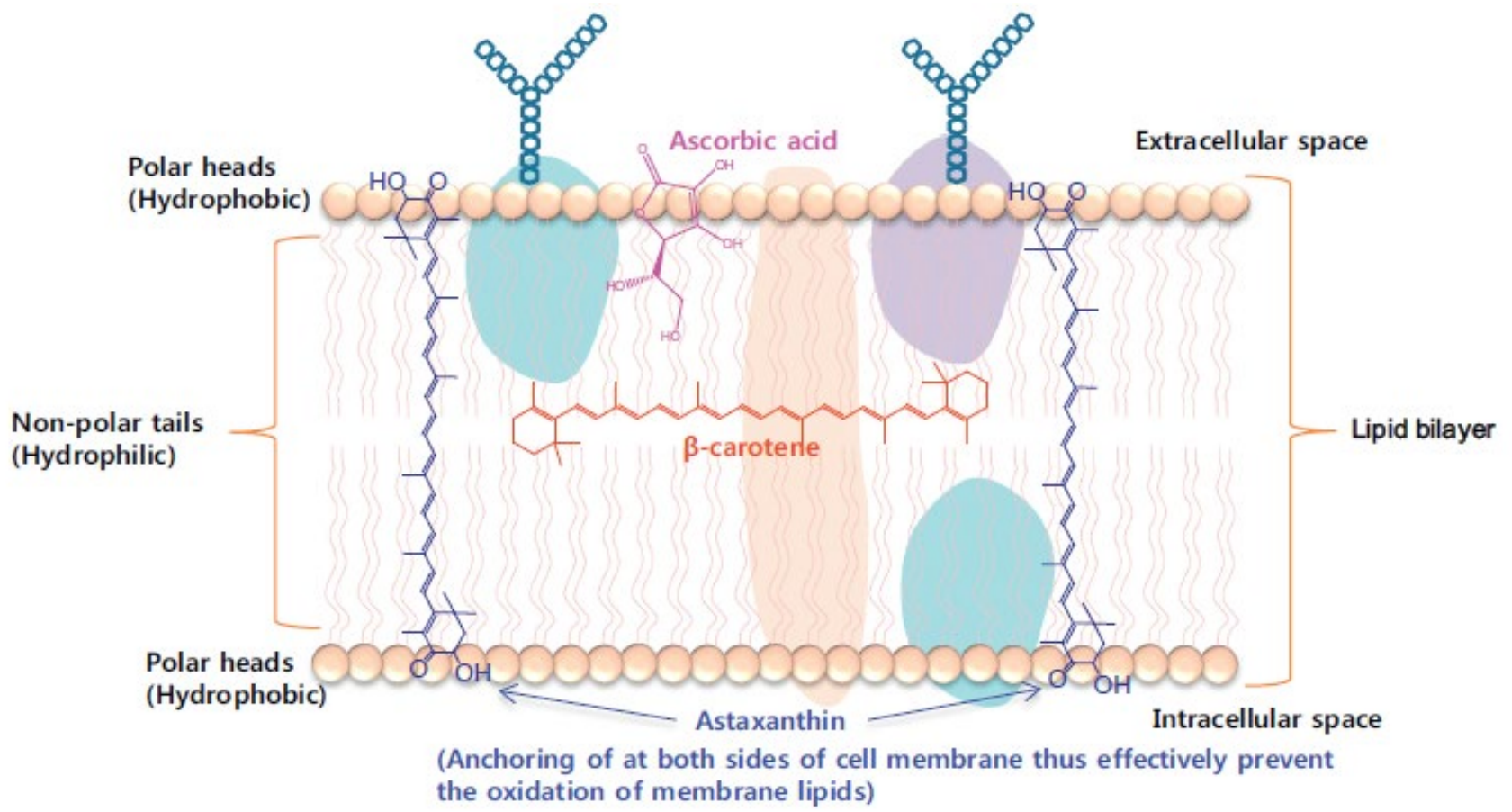
	Food source	Carotenoids
Carotenes	Tomato 	(all- <i>E</i>)-lycopene 
	Watermelon 	(5 <i>Z</i>)-lycopene 
Xanthophylls	Carrot 	(all- <i>E</i>)-β-carotene 
	Milk 	(9 <i>Z</i>)-β-carotene 
	Spinach 	
	Red pepper 	(all- <i>E</i>)-β-cryptoxanthin 
	Papaya 	
	Kale 	(all- <i>E</i>)-lutein 
	Egg yolk 	

1. Καροτενοειδή

Ιδιότητες

Λαμβάνοντας υπόψη τα χρωματικά τους χαρακτηριστικά, τα καροτενοειδή όπως το β-καροτένιο χρησιμοποιούνται ευρέως ως χρωστικές σε διάφορα τρόφιμα και ποτά, αλλά και σε φάρμακα.

Τα καροτενοειδή είναι επίσης βιοδραστικές ουσίες, έχοντας σημαντικές ιδιότητες, όπως η ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος, η αντικαρκινική δράση, η δράση ενάντια σε νευροεκφυλιστικές ασθένειες και καρδιαγγειακές παθήσεις. Οι περισσότερες από αυτές τις ιδιότητες αποδίδονται στην αντιοξειδωτική τους ικανότητα.



1. Καροτενοειδή

Εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες

Η εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη τεχνική ανάκτησης των καροτενοειδών από φυτικούς αλλά και ζωικούς ιστούς. Ανάλογα με το υλικό αλλά και το είδος των ενώσεων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι διαλύτες.

Η εκχύλιση στερεού-υγρού είναι η πλέον κοινή μέθοδος και παρουσιάζει υψηλές αποδόσεις, αλλά θα πρέπει να γίνει η σωστή επιλογή διαλύτη. Οι προς ανάκτηση ουσίες θα πρέπει επομένως να έχουν καλή διαλυτότητα στον διαλύτη που θα επιλεγθεί.

Άλλες παράμετροι που επηρεάζουν την απόδοση της εκχύλισης είναι ο λόγος διαλύτη/στερεού υλικού, η διάμετρος των σωματιδίων του στερεού υλικού, η θερμοκρασία και ο χρόνος εκχύλισης.

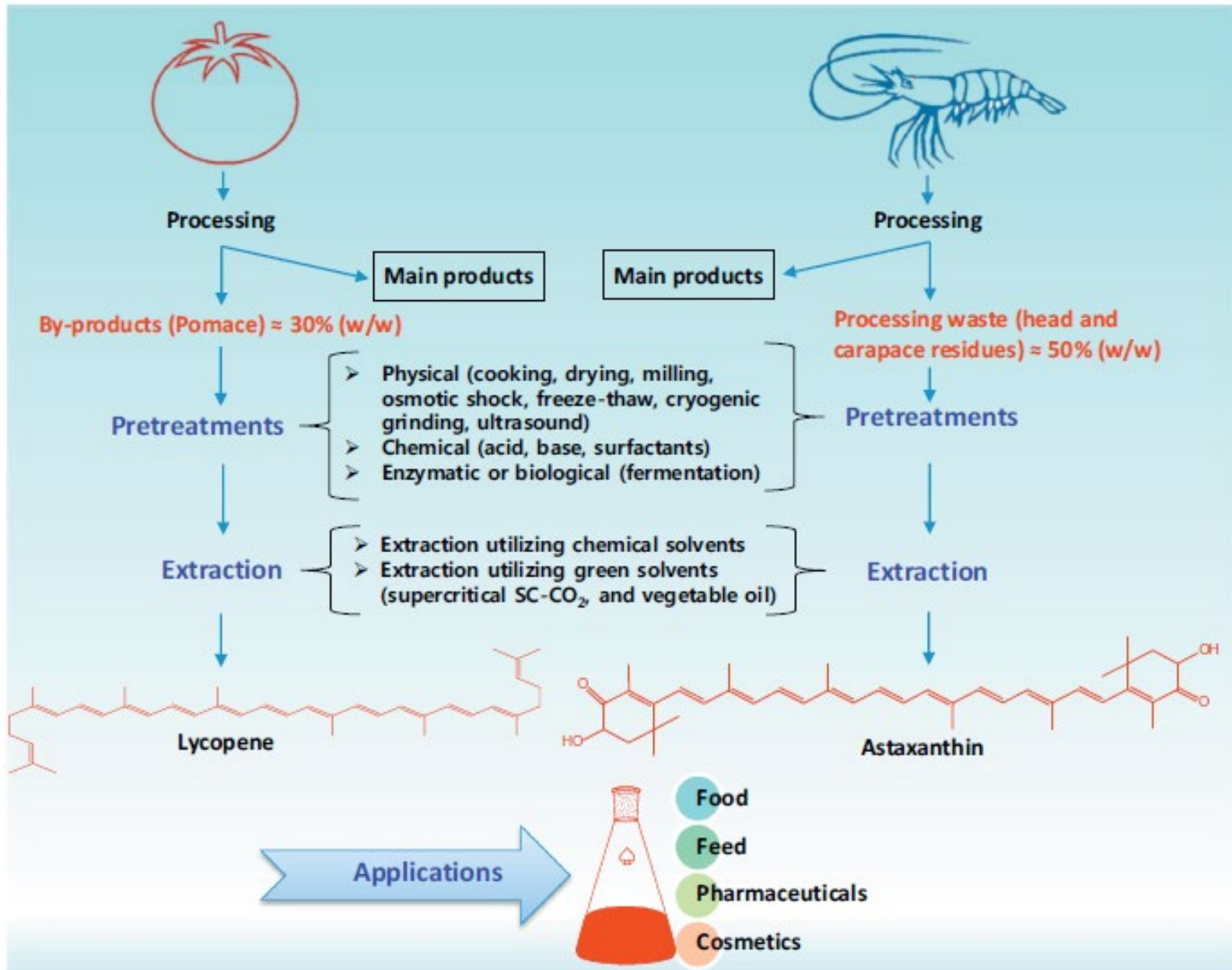
1. Καροτενοειδή

Εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες

Η βελτιστοποίηση της εκχύλισης γίνεται μέσω ορθής προσαρμογής των σημαντικών παραμέτρων που επηρεάζουν την διεργασία. Η θερμοκρασία και η σύσταση του διαλύτη είναι οι παράγοντες που ασκούν την μεγαλύτερη επίδραση στην απόδοση της εκχύλισης. Θερμοκρασίες της τάξης των 30 °C και διαλύτες με υψηλή συγκέντρωση n-εξανίου θεωρείται ότι δίνουν τις υψηλότερες αποδόσεις.

Υπολείμματα της επεξεργασίας γαρίδας είναι η πλέον άφθονη πηγή ζωικής προέλευσης για την παραλαβή ξανθοφυλλών, όπως η ασταξανθίνη, η β-κρυπτοξανθίνη και καροτένια όπως το α- και το β-καροτένιο.

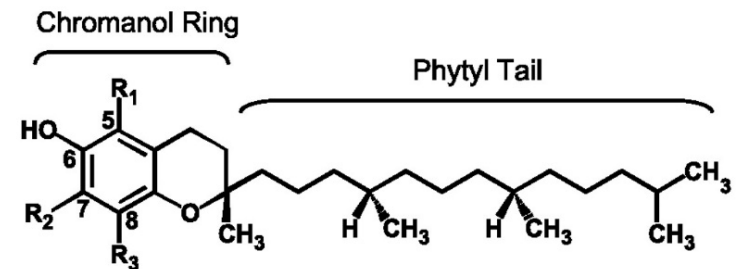
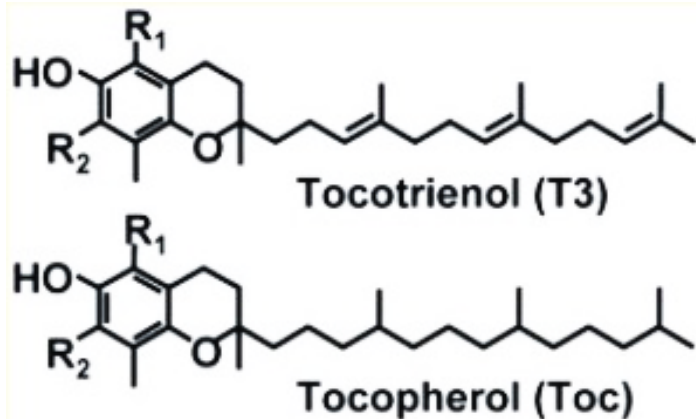
Όσον αφορά τους φυτικούς ιστούς, ολικά καροτενοειδή μπορούν να παραληφθούν από φλοιούς μάνγκο, και φλοιούς και σπόρους τομάτας. Τα υποπροϊόντα τομάτας, ειδικότερα, είναι πλούσια σε λυκοπένιο, λουτεΐνη και β-καροτένιο.



2. Τοκοφερόλες

Οι τοκοφερόλες είναι φυσικά λιποδιαλυτά αντιοξειδωτικά και παίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη της οξείδωσης των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και άλλων βιομορίων, όπως π.χ. οι λιποπρωτεΐνες.

Αντιοξειδωτικά όπως οι τοκοφερόλες μπορούν να μειώσουν την οξείδωση των λιποπρωτεϊνών, η οποία προκαλεί αθηροσκλήρωση και επιπλέον εμπλέκονται σε φαινόμενα μείωσης του κινδύνου εμφάνισης νόσων που σχετίζονται με ελεύθερες ρίζες, όπως ο καρκίνος και η ισχαιμία.



Tocopherols

$R_1 = R_2 = R_3 = \text{CH}_3$	α -tocopherol
$R_1 = R_3 = \text{CH}_3; R_2 = \text{H}$	β -tocopherol
$R_1 = \text{H}; R_2 = R_3 = \text{CH}_3$	γ -tocopherol
$R_1 = R_2 = \text{H}; R_3 = \text{CH}_3$	δ -tocopherol

2. Τοκοφερόλες

Υποπροϊόντα παραγωγής ελαιόλαδου

Τα απόβλητα που δημιουργούνται από την παραγωγή ελαιόλαδου είναι σημαντικές πηγές βιοδραστικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένων και των τοκοφερολών. Εντούτοις, η διακύμανση στην περιεκτικότητα μπορεί να είναι σημαντική, ανάλογα με το υπόλειμμα.

Σημαντικό ρόλο παίζει και η τεχνική παραλαβής του ελαιόλαδου, η οποία επηρεάζει τόσο την σύσταση του ελαίου, όσο και την σύσταση των παραγόμενων αποβλήτων. Γενικά, τα απόβλητα ελαιουργείων θεωρούνται καλή πηγή αντιοξειδωτικών, όπως η τοκοφερόλες.

2. Τοκοφερόλες

Υποπροϊόντα παραγωγής σπορέλαιων

Τα αποσμημένα υποπροϊόντα απόσταξης που προέρχονται από την επεξεργασία φυτικών ελαίων είναι πολύπλοκα μίγματα διαφόρων ουσιών. Τυπικά, τα φυτικά έλαια υπόκεινται στην διαδικασία της απόσμησης, στο πλαίσιο του εξευγενισμού, για την απομάκρυνση ουσιών με δυσάρεστη οσμή.

Τα αποσμημένα υποπροϊόντα απόσταξης είναι ένα σημαντικό υποπροϊόν του εξευγενισμού και αποτελούν μια φυσική πηγή τοκοφερολών. Οι τοκοφερόλες, εκτός από τις βιολογικές ιδιότητες, παρουσιάζουν σημαντικό ενδιαφέρον και στην τεχνολογία τροφίμων, γιατί αποτρέπουν την ανάπτυξη οξειδωτικής τάγγισης των λιπαρών υλών και βελτιώνουν την διατηρησιμότητα των ελαίων.

Levels of some bioactive compounds (%) from different saponified deodorizer distillate sources²¹⁾.

Bioactive compounds	Deodorizer Distillates			
	Sunflower	Cotton	Soybean	Rapeseed
Unsaponifiables matter	39.0	42.0	33.0	35.0
Tocopherols	9.30	11.40	11.10	8.20
α -Tocopherols	5.70	6.30	0.90	1.40
Sterols	18.0	20.0	18.0	14.60
Stigmasterol	2.90	0.30	4.40	1.80

Mean values of replicate samples

2. Τοκοφερόλες

Υποπροϊόντα παραγωγής σπορέλαιων

Ο χημικός εξευγενισμός δημιουργεί αποσμημένα υποπροϊόντα απόσταξης που είναι πλουσιότερα σε τοκοφερόλες. Η σύσταση όμως των αποσμημένων υποπροϊόντων απόσταξης εξαρτάται από την φύση του φυτικού ελαίου και τις συνθήκες της συνολικής επεξεργασίας.

Σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν ισχυρά την σύσταση και περιεκτικότητα των τοκοφερολών στα αποσμημένα υποπροϊόντα απόσταξης είναι η ποικιλία των ελαιοφόρων σπόρων και ο τύπος της εκχύλισης (μηχανική ή χημική).

Τα αποσμημένα υποπροϊόντα απόσταξης που παραλαμβάνονται από χημικώς εξευγενισμένα έλαια περιέχουν υψηλότερα επίπεδα τοκοφερολών (3.5-18.2%). Αντιθέτως, αποσμημένα υποπροϊόντα απόσταξης που προέρχονται από φυσικώς εξευγενισμένα έλαια παρουσιάζουν συγκέντρωση τοκοφερολών 1.3-7.5%.

Βιβλιογραφία

Martins N., Ferreira I.C.F.R., **2017**. Wastes and by-products: Upcoming sources of carotenoids for biotechnological purposes and health-related applications. **Trends in Food Science & Technology**, 62, 33-48.

Sherazi S.T.H., Mahesar S.A., Sirajuddin, **2016**. Vegetable oil deodorizer distillate: A rich source of the natural bioactive components. **Journal of Oleo Science**, 65, 957-966.