



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Βιοχημεία Τροφίμων I

Ενότητα 11^η

Φρούτα και Λαχανικά II
(μέρος β)

Όνομα καθηγητή: Έφη Τσακαλίδου

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ





Στόχοι ενότητας

- Κατανόηση της δομής, της βιοσύνθεσης και της αποικοδόμησης της χλωροφύλλης.
- Κατανόηση της δομής, της βιοσύνθεσης και της αποικοδόμησης των καροτενοειδών.



Λέξεις - κλειδιά

- Λέξεις κλειδιά: Χλωροφύλλη, Καροτενοειδή, Δομή, Βιοσύνθεση, Αποικοδόμηση.
- Key words: Chlorophyll, Carotenoids, Structure, Biosynthesis, Degradation.

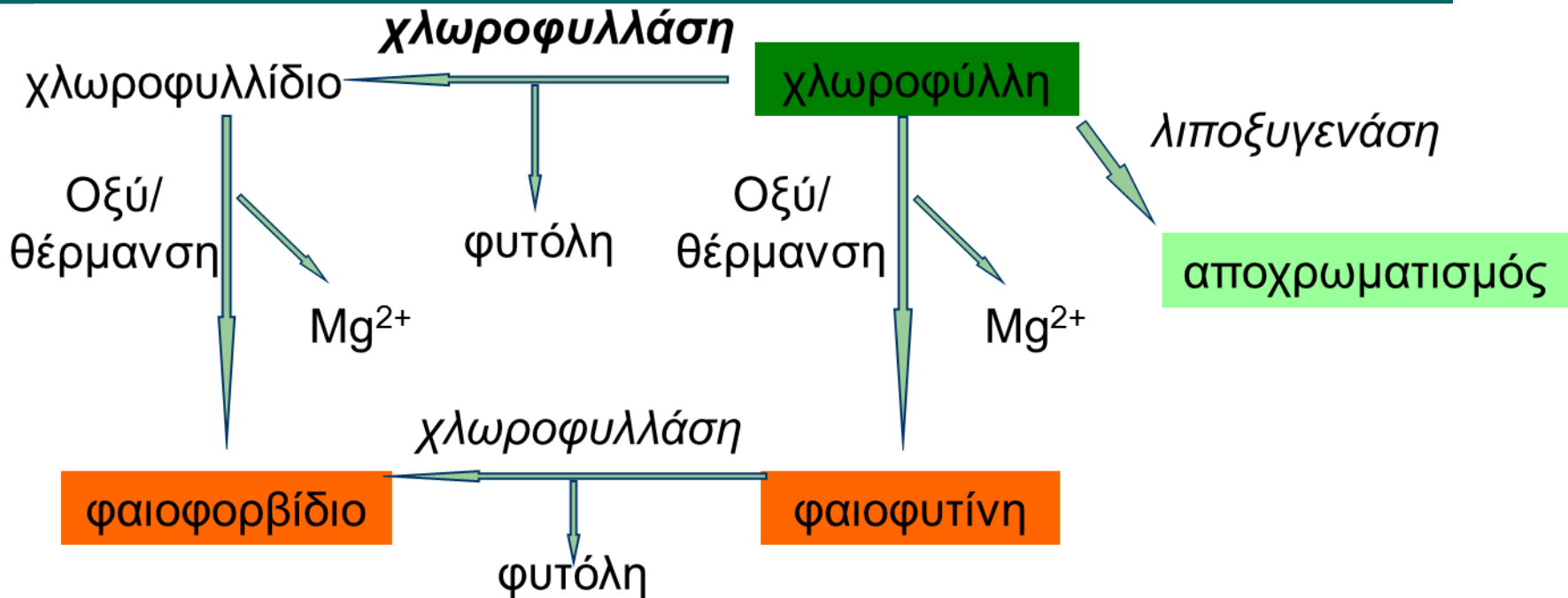


Αποικοδόμηση χλωροφύλλης (α)

- αποικοδομείται σε άχρωμα προϊόντα.
- αποκαλύπτεται / κυριαρχεί το χρώμα των καροτενοειδών.
- συσχετίζεται με μετασυλλεκτικές δομικές αλλαγές φυτικών ιστών:
 - απελευθέρωση οργανικών οξέων.
 - απελευθέρωση υδρολυτικών ενζύμων.
- σε γηρασμένους φυτικούς ιστούς ολοκληρώνεται σε μικρό χρονικό διάστημα.
- δεν έχουν ταυτοποιηθεί in vino όλα τα ενδιάμεσα / τελικά προϊόντα.



Αποικοδόμηση χλωροφύλλης (β)

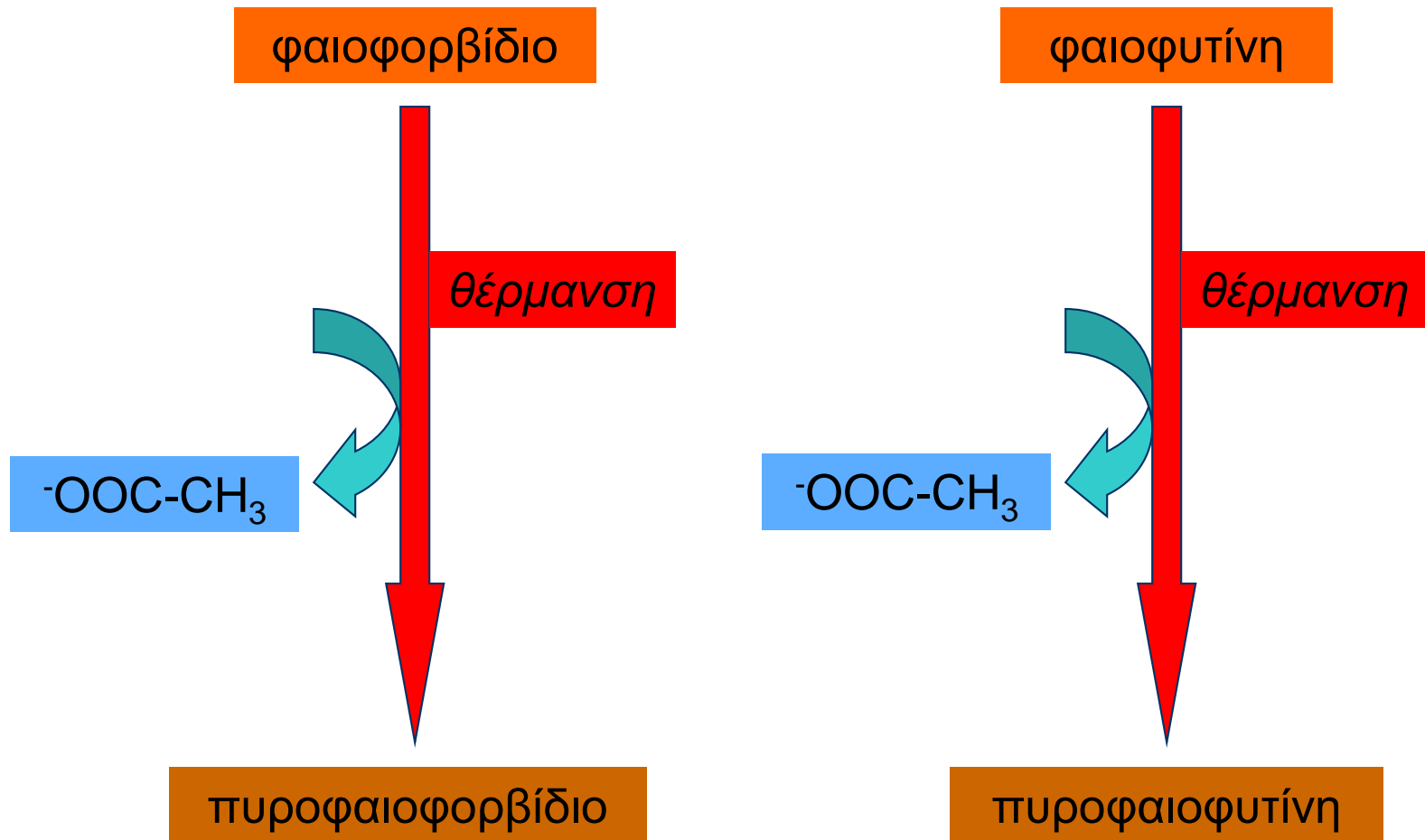


Χλωροφυλλάση = γλυκοπρωτεΐνη

- στις θυλακοειδείς μεμβράνες των χλωροπλαστών.
- δρα ως εστεράση.
- αποσπά την φυτόλη από την χλωροφύλλη.
- βέλτιστη θερμοκρασία 60 - 82°C.
- στους 100°C απενεργοποιείται.



Αποικοδόμηση χλωροφύλλης (γ)





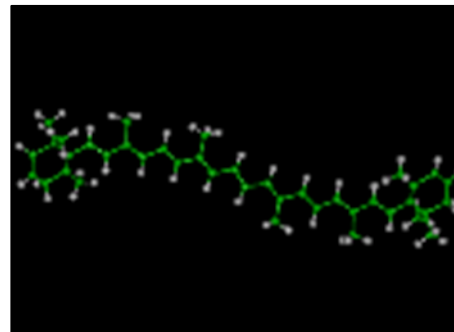
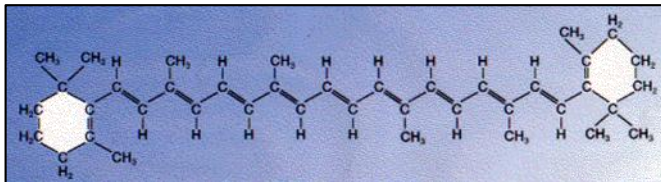
Καροτενοειδή (α)

- οι πιο διαδεδομένες χρωστικές στη φύση.
- παραγωγή 100 εκατομμυρίων τόνων βιομάζας το χρόνο.
- οι μεγαλύτερες ποσότητες από τα άλγη των ωκεανών.
- στα ανώτερα φυτά συχνά καλύπτονται από την κυρίαρχη χλωροφύλλη.
- όταν αρχίζει η αποικοδόμηση της χλωροφύλλης αποκαλύπτεται το χρώμα των καροτενοειδών.



Καροτενοειδή (β)

- βιολογικός ρόλος:
 - συμμετοχή στην φωτοσύνθεση.
 - συμπληρωματική δέσμευση φωτός.
 - προστασία των φυτικών ιστών από το φως.
 - πρόδρομες ενώσεις της βιταμίνης Α.
 - προϋπόθεση η ύπαρξη ρετινοειδούς δομής.
 - β-καροτένιο > α-καροτένιο > β-κρυπτοξανθίνη.

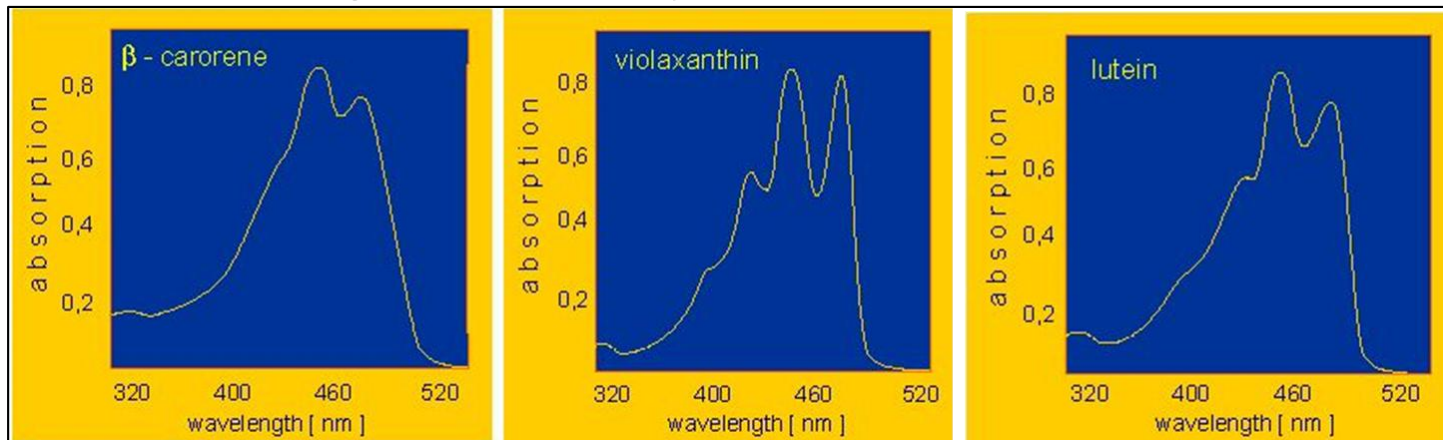


Συντακτικός
τύπος
καροτενοειδούς.



Καροτενοειδή (γ)

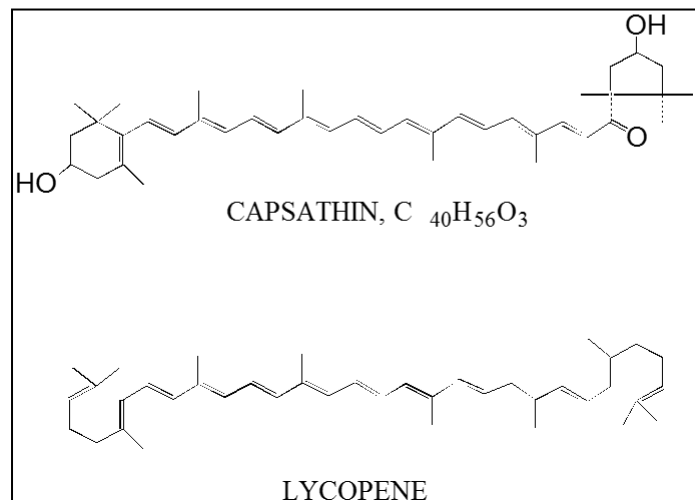
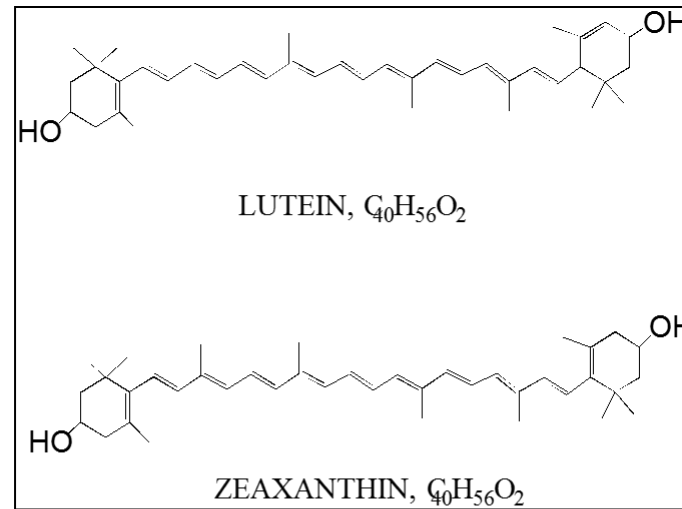
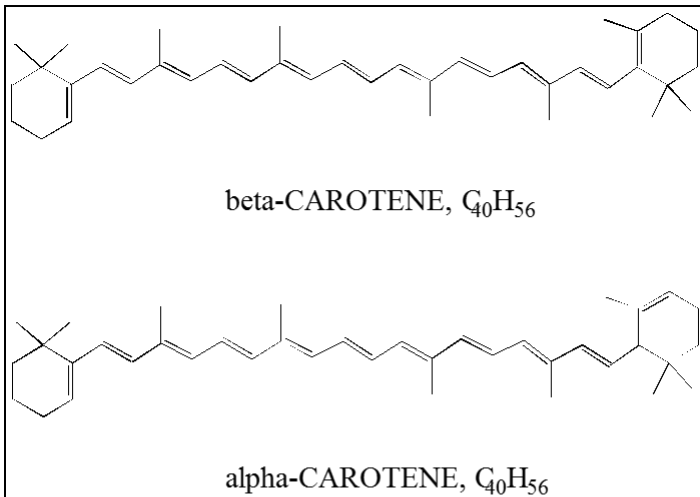
- C₄₀ ισοπρενοειδείς ενώσεις.
- βασικός σκελετός:
 - μονάδες ισοπρενίου ενωμένες είτε κεφάλι-ουρά είτε ουρά-ουρά.
 - συμμετρικό μόριο με διπλούς δεσμούς εν συζυγία.
- καροτένια = υδρογονάνθρακες.
- ξανθοφύλλες = οξυγονωμένα παράγωγα καροτενίων:
 - υδρόξυ-, επόξυ-, αλδέϋδο- και κέτο-ομάδες,
 - εστέρες με λιπαρά οξέα.



Φάσμα UV-Vis
β-καροτενίου,
βιολαξανθίνης
και λουτεΐνης.



Καροτενοειδή (δ)



Συντακτικός τύπος β-καροτενίου, α-καροτενίου, λουτεΐνης, ζεαξανθίνης, καψαθίνης και λυκοπενίου.



Καροτενοειδή (ε)

β-καροτένιο: το πιο συνηθισμένο, χρησιμοποιείται ως χρωστική στα τρόφιμα.

- α- και β-καροτένιο \Rightarrow καρότα.
- λυκοπένιο \Rightarrow ντομάτες.
- καψανθίνη \Rightarrow κόκκινο πιπέρι.
- λουτεΐνη \Rightarrow καλαμπόκι.
- ζεαξανθίνη \Rightarrow καλαμπόκι.
- ασταξανθίνη \Rightarrow σολωμός.
- ασταξανθίνη \Rightarrow γαρίδες.

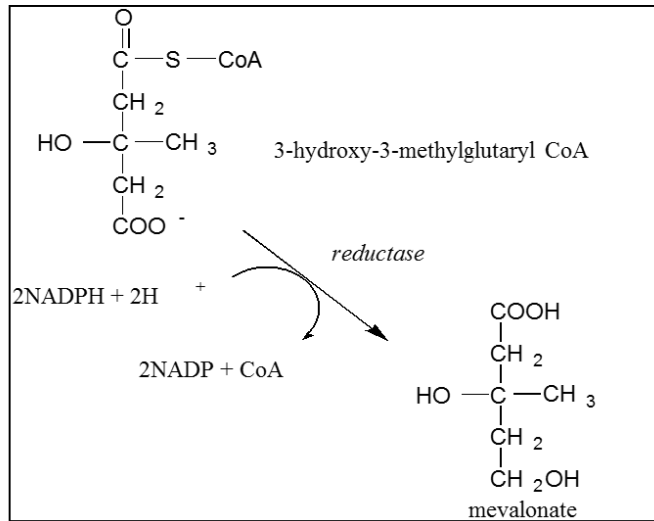
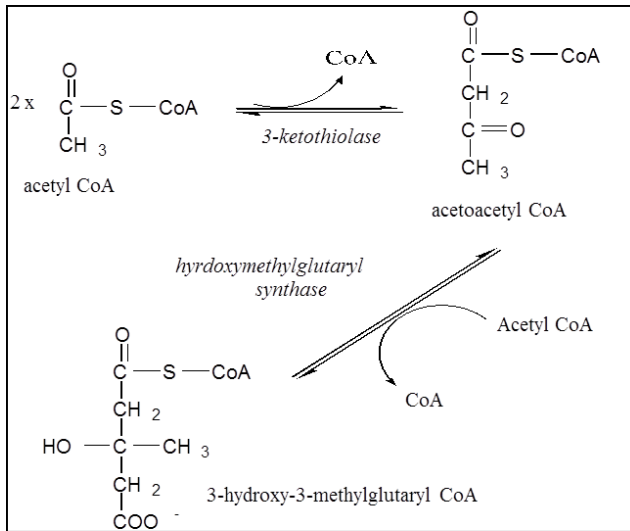


Βιοσύνθεση καροτενοειδών (α)

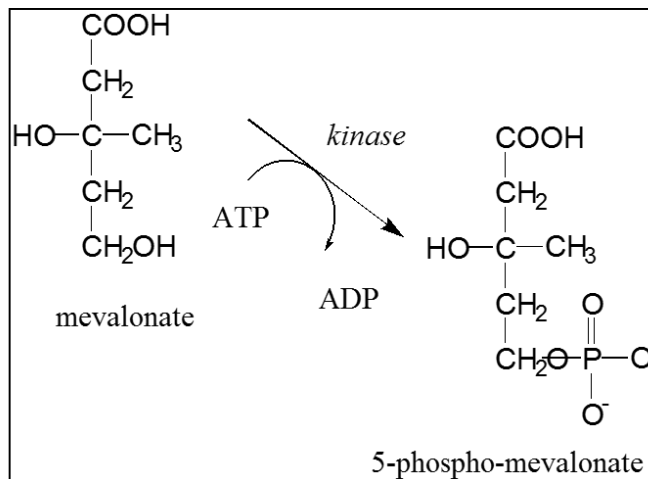
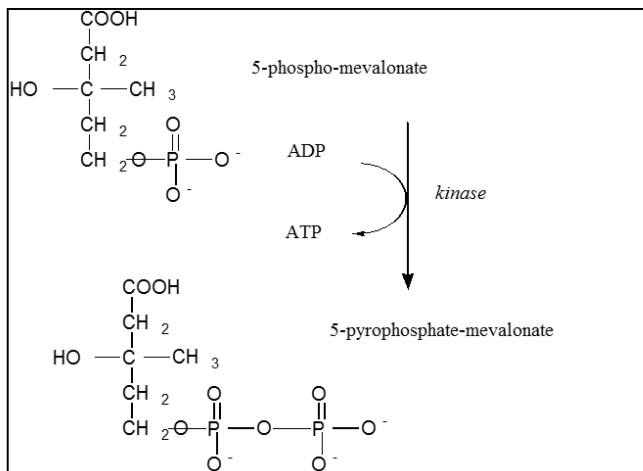
- στους χλωροπλάστες κατά την ανάπτυξη πάνω στο μητρικό φυτό.
- συνεχίζεται και μετασυλλεκτικά κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης.
- η ωρίμανση συνοδεύεται:
 - από δομικές αλλαγές στα μεμβρανικά συστήματα.
 - οι χλωροπλάστες μεταπίπτουν σε χρωμοπλάστες.
- οι χρωμοπλάστες αναλαμβάνουν τη βιοσύνθεση νέων καροτενοειδών.



Βιοσύνθεση καρτενοειδών (β)

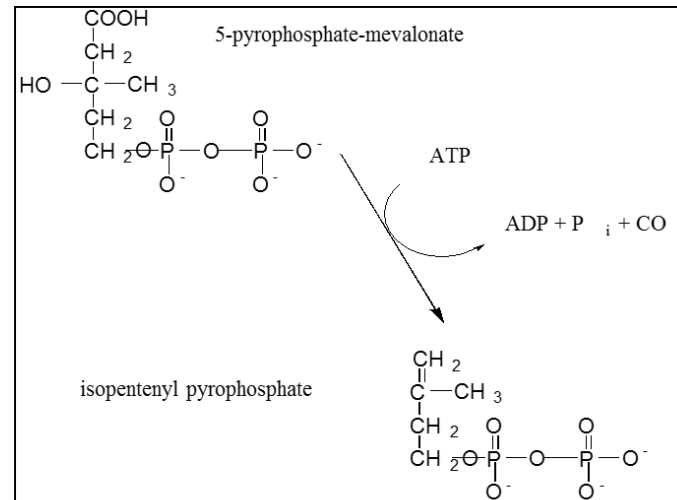
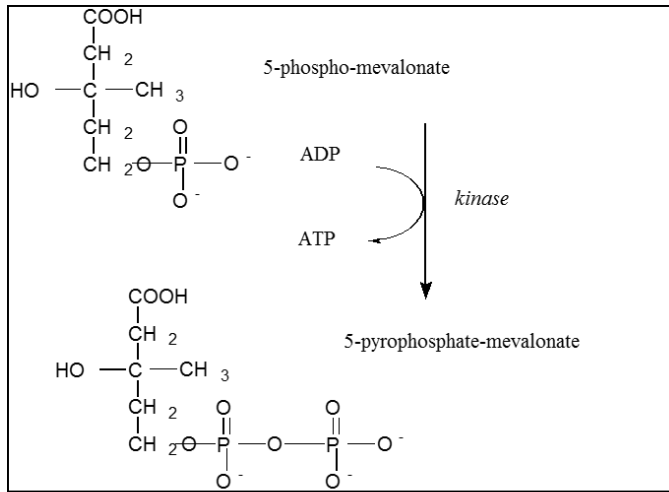


Αντιδράσεις
βιοσύνθεσης
καρτενοειδών
(μέρος Α').

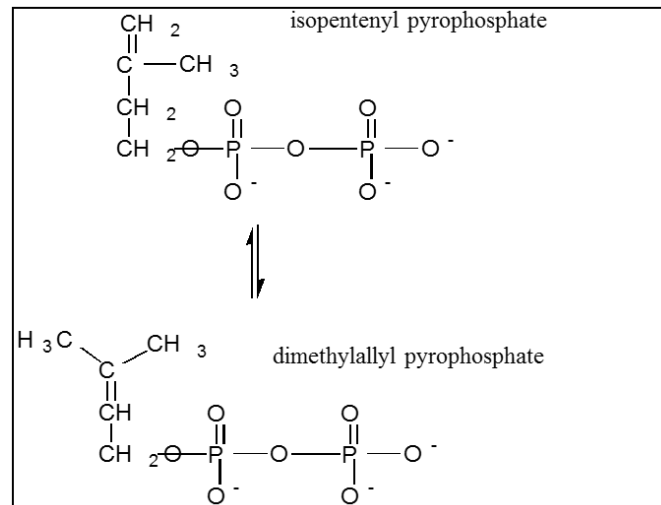
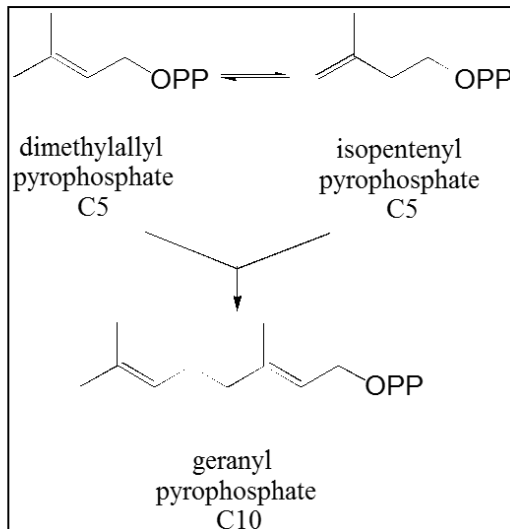




Βιοσύνθεση καρτενοειδών (γ)

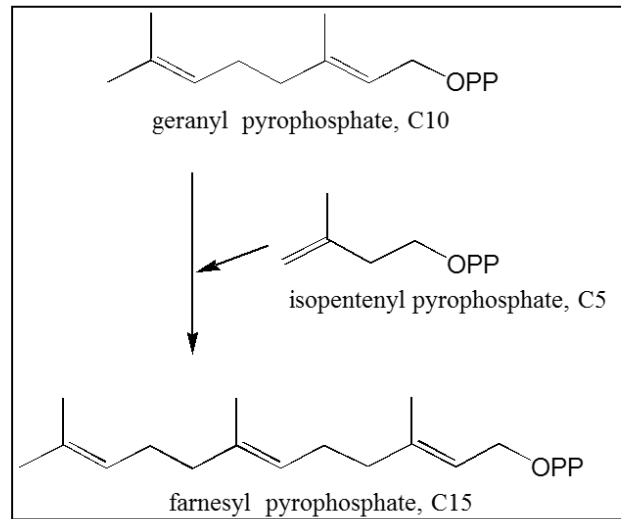
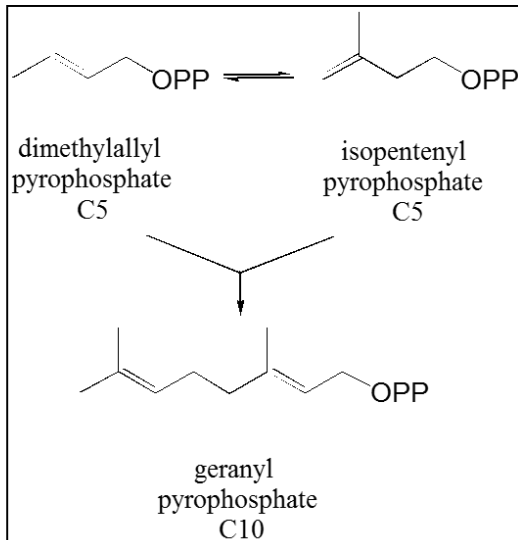


Αντιδράσεις
βιοσύνθεσης
καρτενοειδών
(μέρος Β').

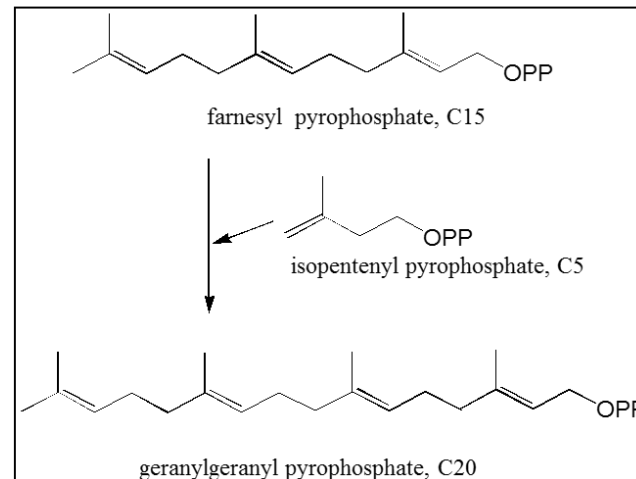
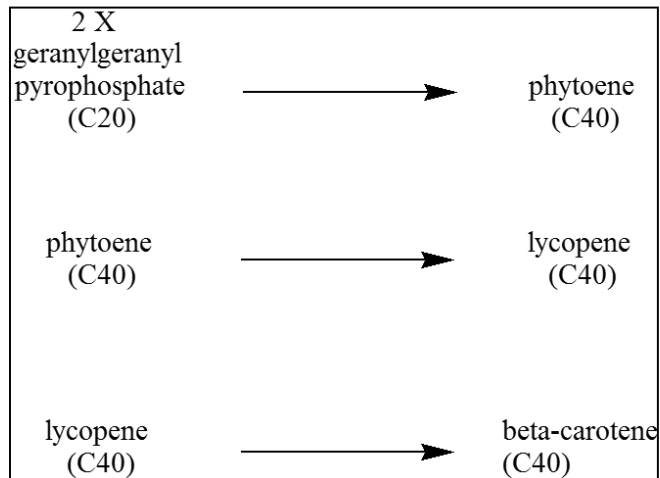




Βιοσύνθεση καροτενοειδών (δ)



Αντιδράσεις βιοσύνθεσης καροτενοειδών (μέρος Γ').





Αποικοδόμηση καροτενοειδών (α)

- μετασυλλεκτικές δομικές αλλαγές των ιστών:
 - κατάργηση διαμερισματοποίησης κυττάρων.
- καροτενοειδή (πολυακόρεστες ενώσεις):
 - αποπροστατεύονται.
- χημικές αντιδράσεις:
 - ισομερίωσης, οξειδωσης, διάσπασης.
 - αποτέλεσμα η απώλεια του χρώματος.
- προϊόντα των αντιδράσεων:
 - πολλά, τα περισσότερα αταυτοποίητα.

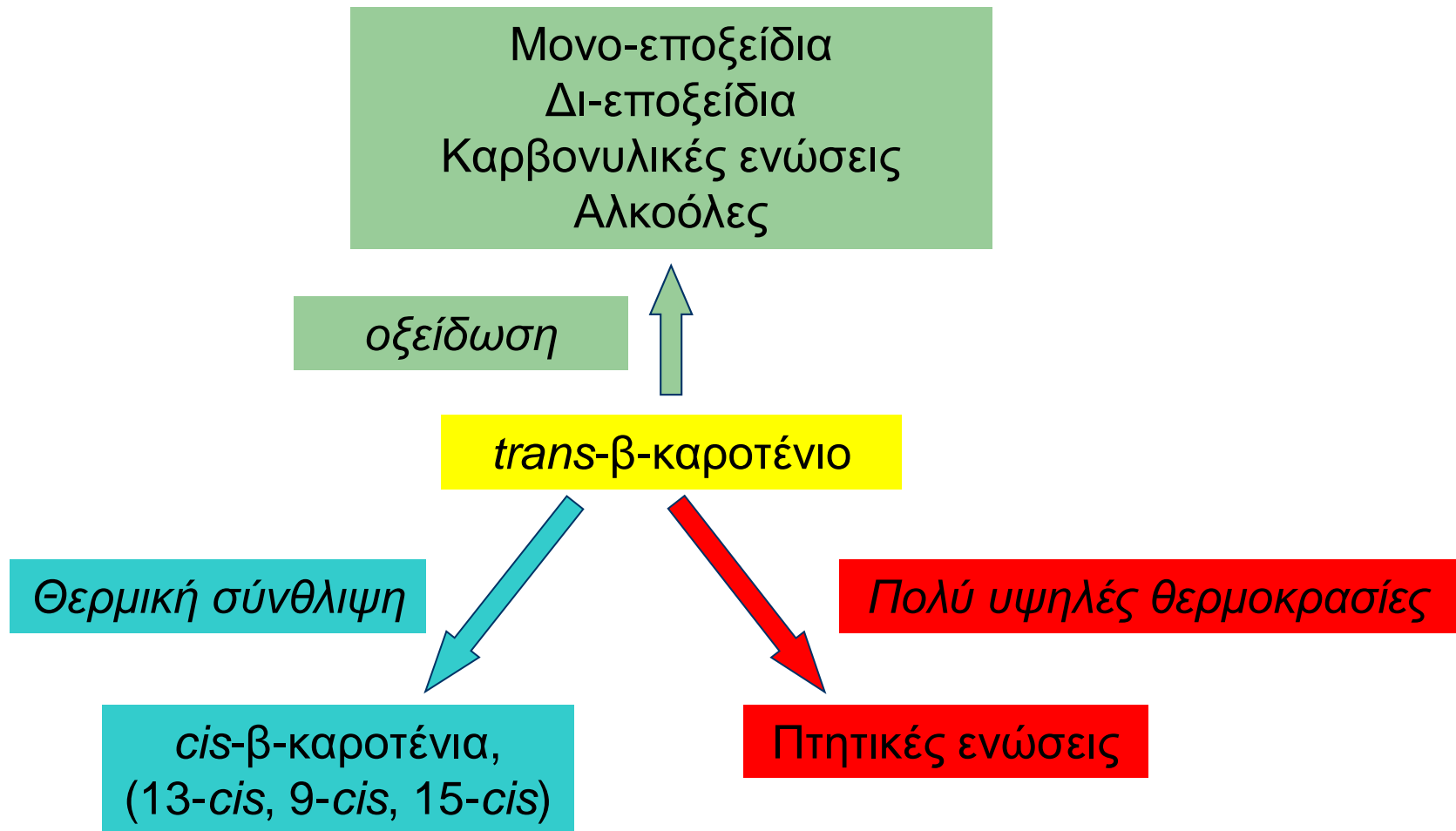


Αποικοδόμηση καροτενοειδών (β)

- τα καροτενοειδή οξειδώνονται πολύ εύκολα:
 - δρουν αντιοξειδωτικά / προστατευτικά.
 - περιορισμός αθηροσκλήρυνσης, καρκίνου, καταρράκτη, διαδικασίας γήρανσης κυττάρων.
- τα καροτενοειδή σχετικά ανθεκτικά στη θερμανση.
- η θερμική αποστείρωση:
 - επάγει την *cis / trans* ισομερίωση.
 - μείωση ενεργότητας προβιταμίνης Α.



Αποικοδόμηση καροτενοειδών (γ)

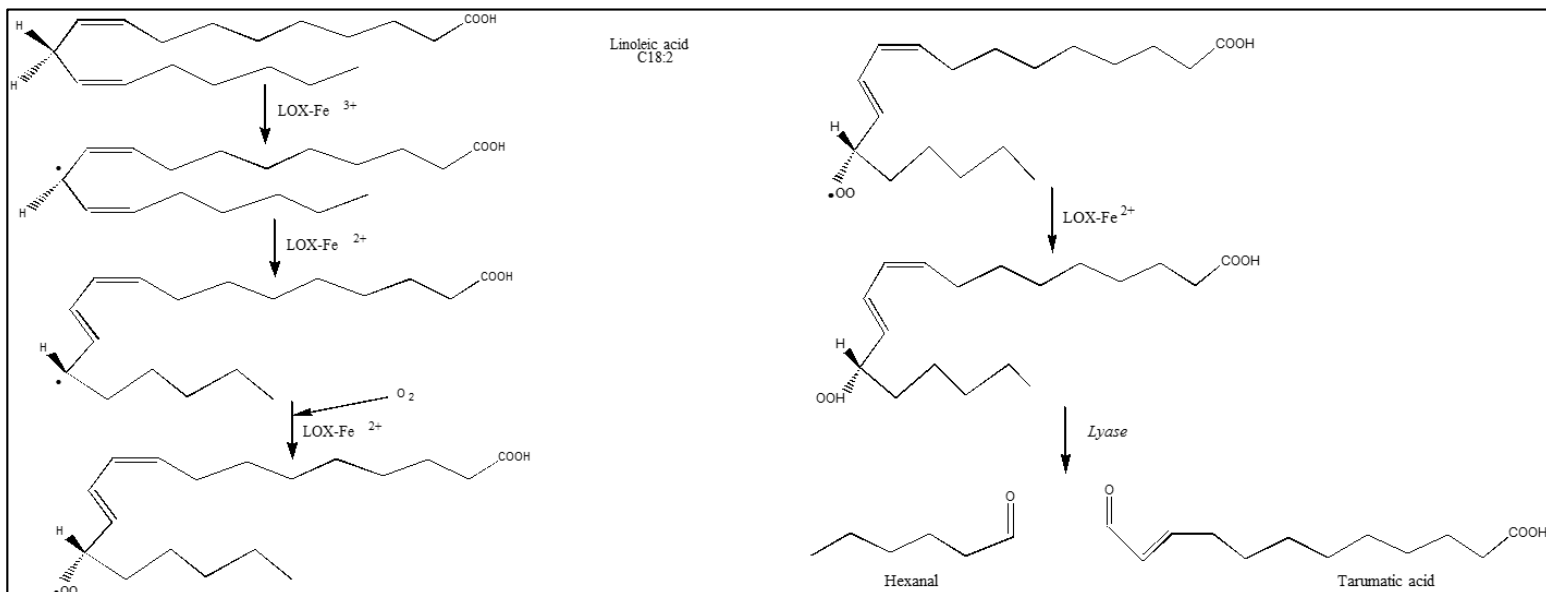




Αποικοδόμηση καροτενοειδών (δ)

Λιποξυγενάση:

- ενζυμική οξείδωση καροτενοειδών.
- καταλύει αρχικά την οξείδωση μονο- και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων προς υπεροξειδία.
- τα υπεροξειδία οξειδώνουν τα καροτενοειδή.





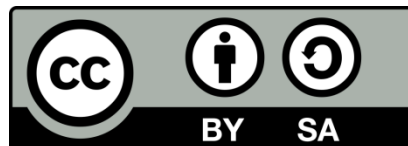
Βιβλιογραφία

- B.K. Simpson (2012) Food Biochemistry and Food Processing, Wiley-Blackwell (ISBN 081380874X).
- M.J. Berg, L.J. Tymoczko, L. Stryer (2011) Βιοχημεία, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (ISBN 978-960-524-190-2).



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



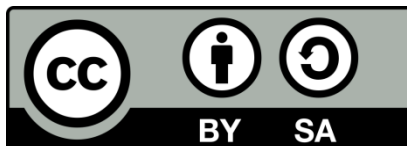
Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Τσακαλίδου Έφη, «Βιοχημεία Τροφίμων Ι». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDFSHN109/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει) μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.