



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Βιοχημεία Τροφίμων Ι

Ενότητα 13^η

Η Αμαύρωση των Τροφίμων (μέρος α)

Όνομα καθηγητή: Έφη Τσακαλίδου

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
πρόγραμμα για την ανάπτυξη





Στόχοι ενότητας

- Κατανόηση της δομής και της λειτουργικότητας των φαινολικών ενώσεων και των ταννινών.
- Κατανόηση του μηχανισμού της ενζυμικής αμαύρωσης και του ρόλου των ενζύμων που εμπλέκονται.
- Κατανόησης της παρασκευής του τσαγιού.
- Κατανόηση της μη ενζυμικής αμαύρωσης.



Λέξεις - κλειδιά

- Λέξεις κλειδιά: Ενζυμική Αμαύρωση, Φαινολικές Ενώσεις, Ταννίνες, Λακκάση, Πολυφαινολοξειδάση, Παρεμπόδιση, Τσάι, Αντίδραση Maillard, Καραμελοποίηση.
- Key words: Enzymatic Browning, Phenolic Compounds, Tannins, Laccase, Polyphenoloxidase, Inhibition, Tea, Maillard Reaction, Caramelization.



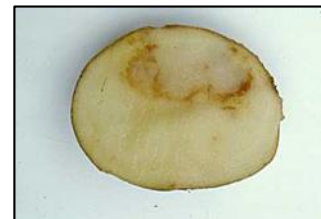
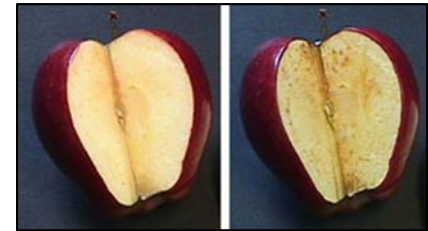
Αντιδράσεις αμαύρωσης

- Οι αντιδράσεις αμαύρωσης είναι από τα πιο σημαντικά φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα κατά την επεξεργασία και αποθήκευση των τροφίμων.
- Οι δύο σημαντικότερες κατηγορίες αντιδράσεων είναι:
 - η **ενζυμική αμαύρωση**, η οποία οφείλεται στην ενζυμική οξείδωση των φαινολικών ενώσεων των τροφίμων.
 - η **μη ενζυμική αμάυρωση**, η οποία οφείλεται στην αντίδραση Maillard μεταξύ αμινομάδων και αλδεϋδικών ομάδων των συστατικών των τροφίμων.



Ενζυμική αμαύρωση (α)

- αλλαγές χρώματος σε φυτικούς ιστούς όταν καταπονηθούν, π.χ.
 - κοπούν,
 - ασθενήσουν,
 - παγώσουν.
- ανεπιθύμητη αντίδραση:
 - πατάτα, μήλο, μπανάνα,μανιτάρια.
- επιθυμητή αντίδραση:
 - τσάι, κακάο, χουρμάδες.





Ενζυμική αμαύρωση (β)

- τάση φυτικού ιστού προς αμαύρωση ποικίλει ανάλογα με:
 - συγκέντρωση ενζύμων.
 - συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων.
 - παρουσία οξυγόνου.
 - παρουσία μεταλλικών ιόντων.
- υποστρώματα της αντίδρασης:
 - απλές φαινόλες.
 - παράγωγα κινναμικού οξέος.
 - φλαβονοειδή.



Φαινολικές ενώσεις (α)

Φαινολικές ενώσεις φυτικών ιστών:

- οργανικές ενώσεις με βασική δομική μονάδα:
 - υδροξυλιωμένο αρωματικό δακτύλιο.
 - (π-κρεσόλη, καφεϊκό, κουμαρικό, φερουλικό οξύ).
- συχνά υπό μορφή εστέρων:
 - με σάκχαρα.
 - με άλλες φαινολικές ενώσεις (δεψίδια).



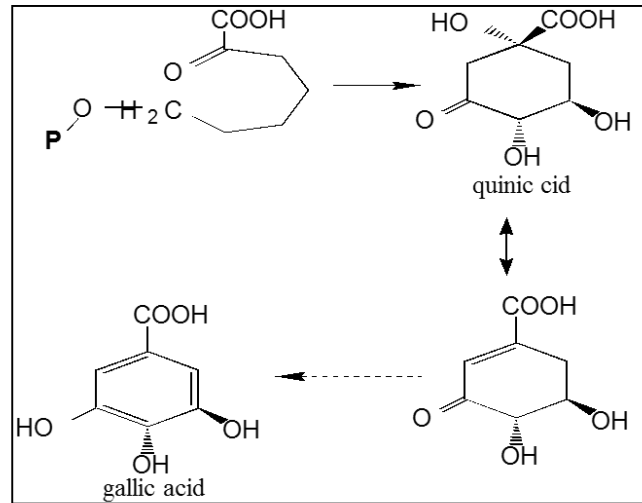
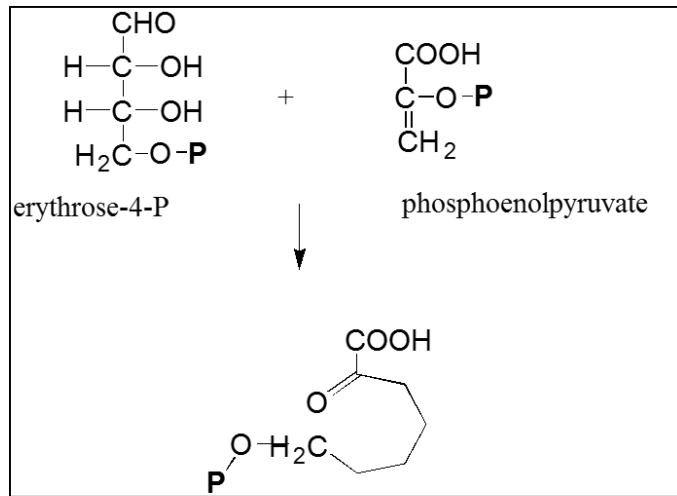
Φαινολικές ενώσεις (β)

Φαινολικές ενώσεις φυτικών ιστών: (συνέχεια)

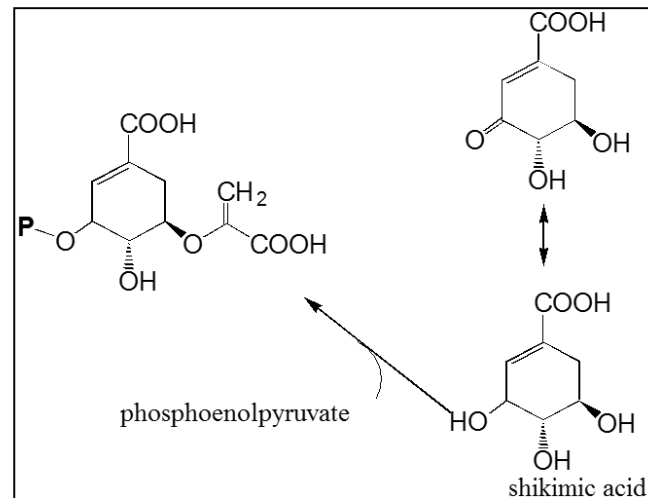
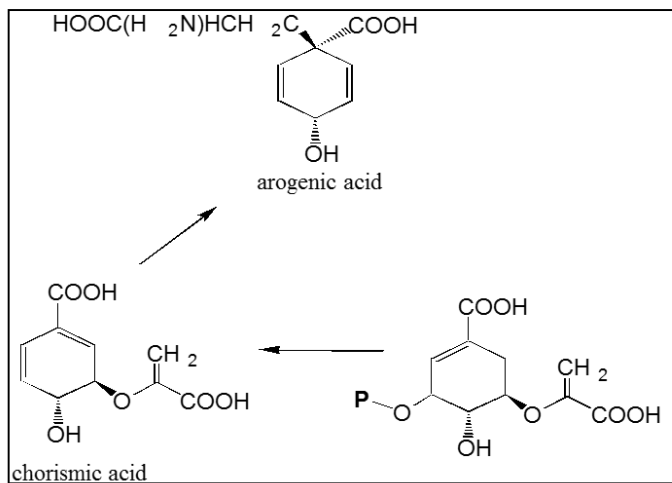
- ευρύ φάσμα χημικών και λειτουργικών ιδιοτήτων:
 - διαμορφώνουν την γεύση και το χρώμα των τροφίμων.
 - ευεργετική επίδραση στην υγεία του ανθρώπου.
 - αντιμικροβιακή ή/και αντιοξειδωτική δράση.
- βιοσύνθεση:
 - μέσω του μονοπατιού του **σικιμικού οξέος**.



Φαινολικές ενώσεις (γ)

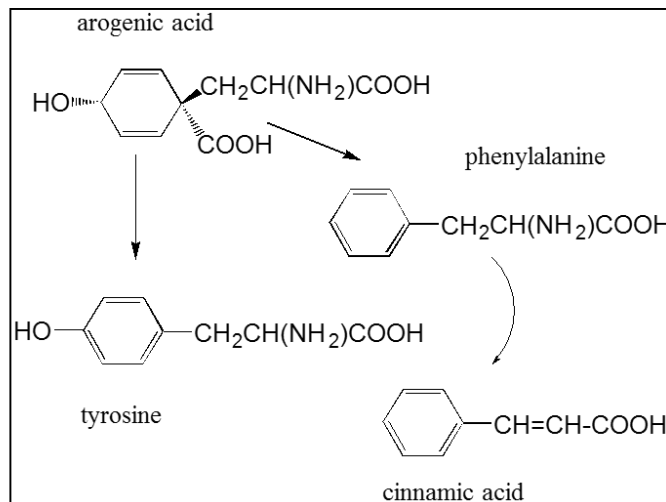
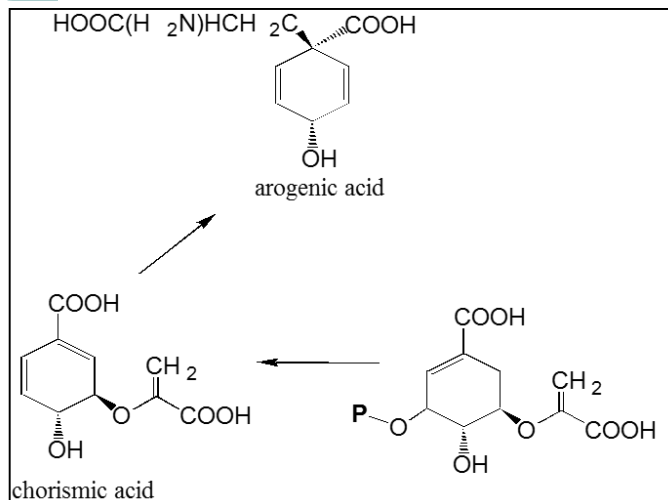


Αντιδράσεις
βιοσύνθεσης
φαινολικών
ενώσεων
(μέρος Α').

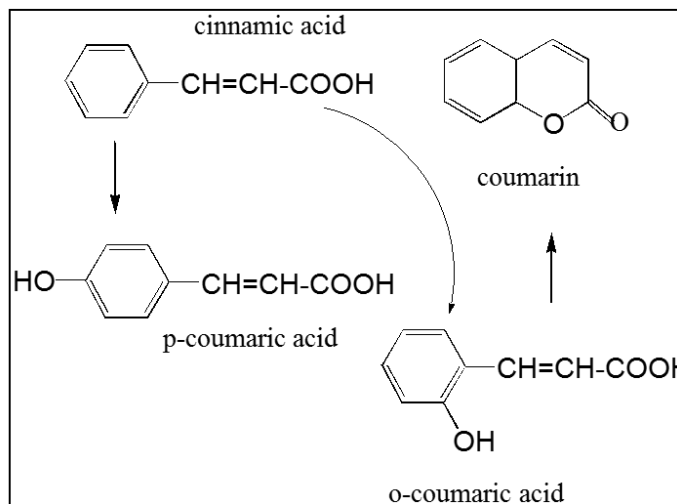
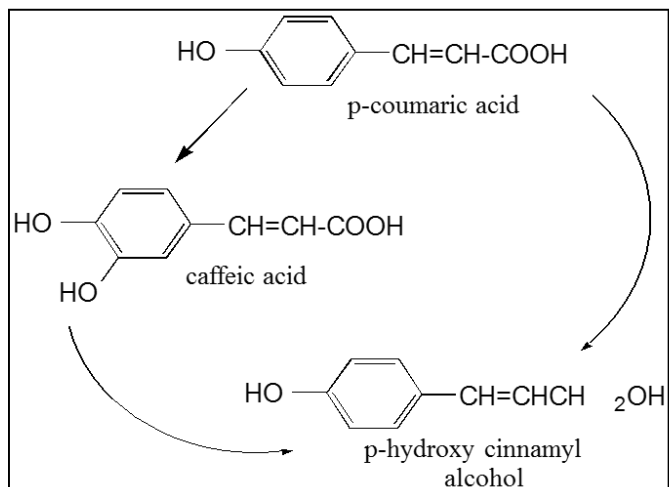




Φαινολικές ενώσεις (δ)

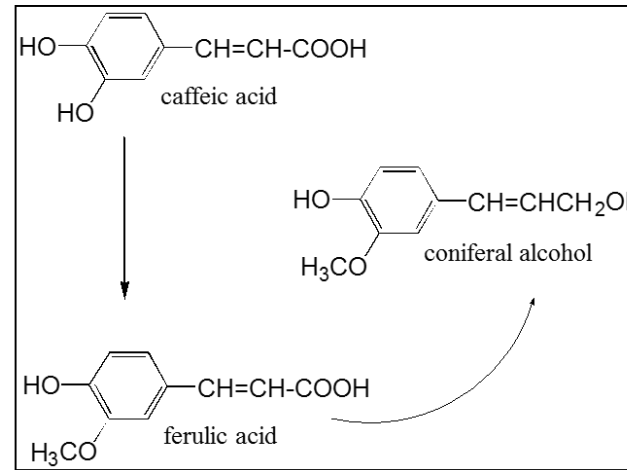
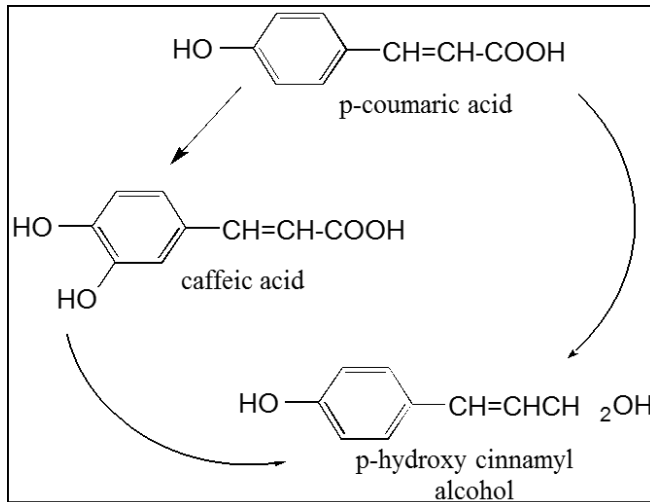


Αντιδράσεις
βιοσύνθεσης
φαινολικών
ενώσεων
(μέρος Β').

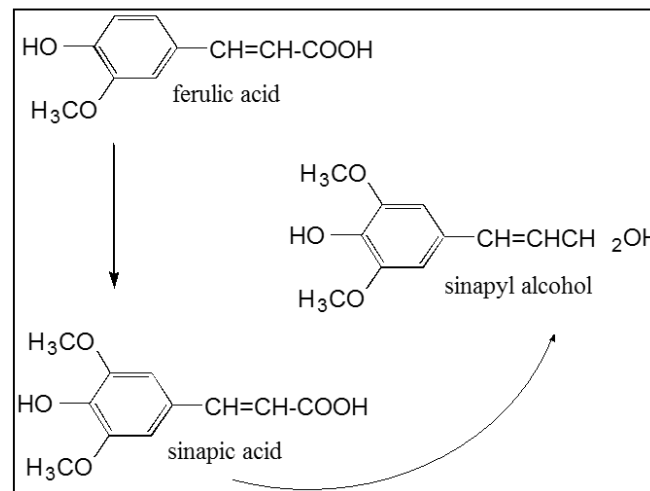
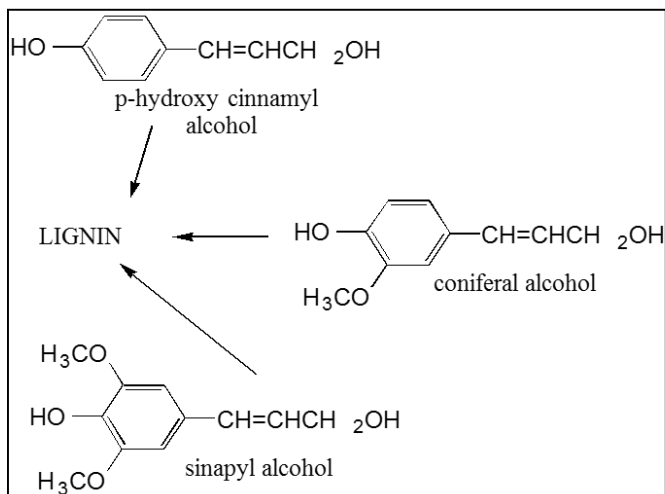




Φαινολικές ενώσεις (ε)



Αντιδράσεις
βιοσύνθεσης
φαινολικών
ενώσεων
(μέρος Γ').





Φαινολικές ενώσεις (στ)

συνθήκες καταπόνησης:

- τραυματισμός ιστού.
- προσβολή από μύκητες/βακτήρια.
- χαμηλή ψύξη.

συγκέντρωση
φαινολικών ενώσεων



ωρίμανση φρούτων

είδος φυτού
συνθήκες συντήρησης



έκταση αλλαγών
μέγεθος αλλαγών



Ταννίνες (α)

- ταννίνες = πολυφαινόλες.
- ετερογενής ομάδα μορίων:
 - ΜΒ μέχρι και 3000 Da.
 - ακριβής δομή μεγαλομοριακών ταννινών άγνωστη.
 - σχηματίζονται από:
 - καρβοξυλικά οξέα.
 - φαινολικά οξέα.
 - σάκχαρα.
- προσδίδουν λειτουργικά χαρακτηριστικά στο τρόφιμο:
 - χρώμα.
 - στυπτικότητα.



Ταννίνες (β)

- συμβατική ομαδοποίηση:
 - συμπυκνωμένες.
 - υδρολυόμενες.
- συμπυκνωμένες ταννίνες:
 - προανθοκυανιδίνες.
 - παράγωγα φλαβανο-3,4-διολών.
- υδρολυόμενες ταννίνες:
 - γαλλοταννίνες.
 - ελλαγιταννίνες.

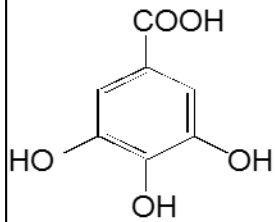


Ταννίνες (γ)

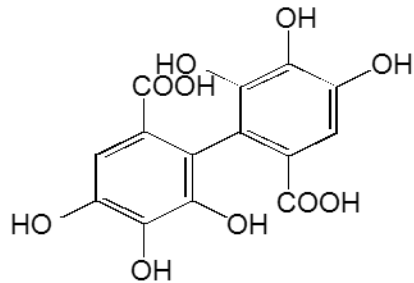
Υδρολυόμενες ταννίνες:

- γαλλοταννίνες.
- ελλαγιταννίνες.

Gallotannins ('hydrolyzable tannins')

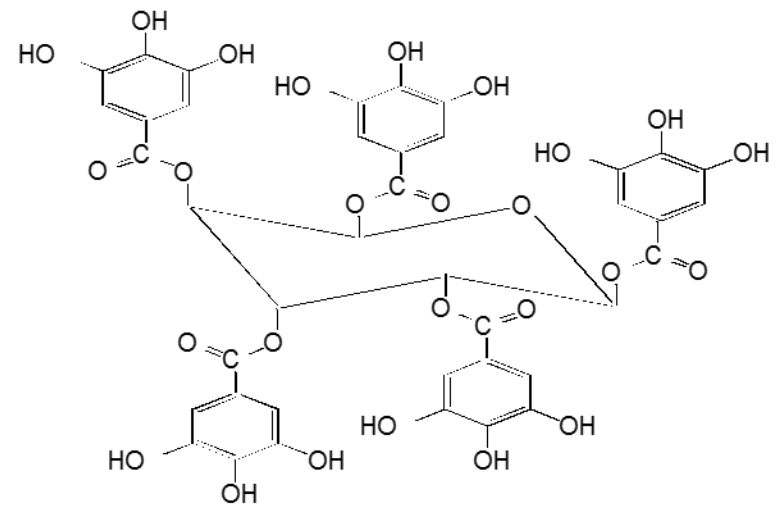


gallic acid



hexahydroxy-diphenic acid

Gallotannins ('hydrolyzable tannins')



β -pentagalloyl-glucose

Συντακτικός τύπος γαλλικού οξέος, εξα-υδρόξυ-διφαινικού οξέος και β -πεντο-γαλλόϋλο-γλυκόζης.



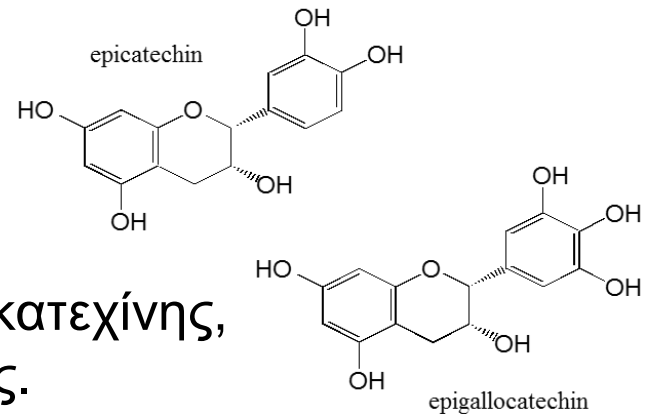
Ταννίνες (δ)

Συμπυκνωμένες ταννίνες:

- προανθοκυανιδίνες.
- παράγωγα φλαβανο-3,4-διολών.

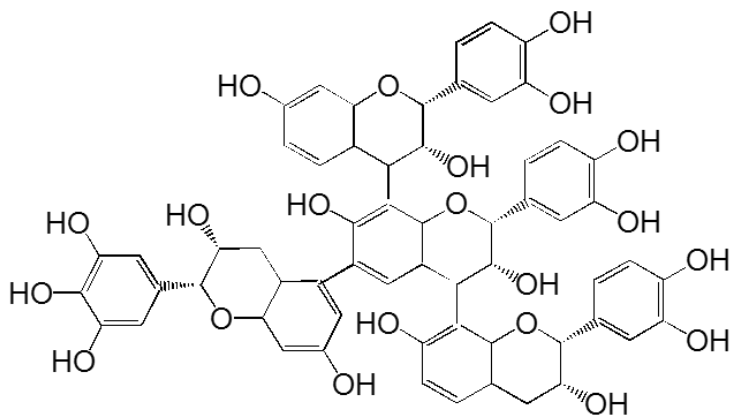
Συντακτικός τύπος επικατεχίνης, επιγαλλοκατεχίνης, θεα-φλαβίνης και συμπυκνωμένης ταννίνης.

Flavan-3,4-diol derived ('Condensed Tannins')

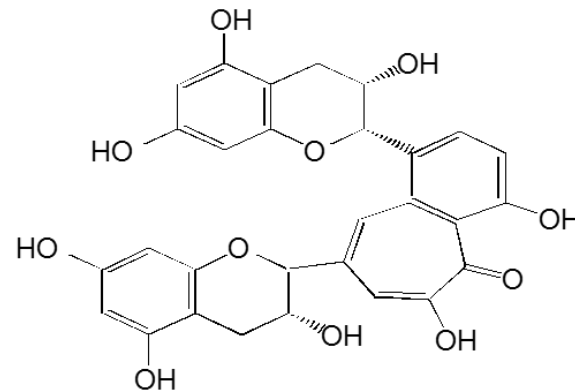


Flavan-3,4-diol derived ('Condensed Tannins')

Flavan-3,4-diol derived ('Condensed Tannins')



a condensed tannin



theaflavin



Ταννίνες (ε)

- ταννίνες αλληλοεπιδρούν με πρωτεΐνες:
 - μείωση διατροφικής αξίας πρωτεϊνών.
- πρωτεΐνες πλούσιες σε προλίνη (κολλαγόνο, καζεΐνες),
 - συμπλοκοποιούνται πιο εύκολα με τις ταννίνες.
- ζελατίνη:
 - συμπλοκοποίηση ταννινών κρασιού.
 - μείωση στυπτικότητας.
- συμπλοκοποίηση ταννινών λυκίσκου με πρωτεΐνες βύνης:
 - σχηματισμός θολώματος στη μπύρα.
- στυπτικότητα πολλών φρούτων από:
 - αλληλοεπίδραση των ταννινών των φρούτων με τις πρωτεΐνες του επιθηλίου της στοματικής κοιλότητας.



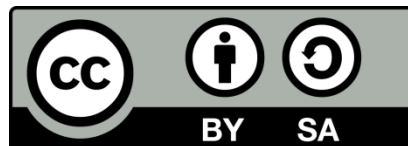
Βιβλιογραφία

- 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.





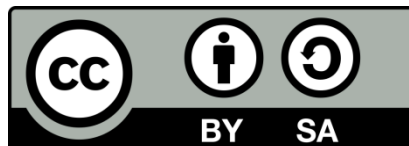
Σημείωμα Αναφοράς

- 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.