

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΦΥΣΙΚΕΣ ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ
ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ

ΓΕΝΙΚΑ

- ΟΡΙΣΜΟΣ

- **Φυσική χρωστική** θεωρείται η ουσία, που συντίθεται και συσσωρεύεται μέσα στα ζωντανά ή νεκρά κύτταρα φυτών, ζώων, μυκήτων και άλλων μ/ο ή εκκρίνεται από αυτά.

- ΚΥΡΙΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

- **ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ ΜΕ ΣΥΖΥΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΠΛΩΝ ΔΕΣΜΩΝ**

- Καροτενοειδή, οι φαινολικές ενώσεις (φαινολικά οξέα, φλαβονοειδή, τανίνες, κ.α.) και τα αλκαλοειδή (βεταλαΐνες).

- **ΣΥΜΠΛΟΚΑ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΜΕ ΠΟΡΦΥΡΙΝΕΣ**

- Χλωροφύλλες, μυοσφαιρίνες και παράγωγα τους

Σημείωση: Το χρώμα διαφόρων τροφίμων προκύπτει από την παρουσία των εν λόγω χρωστικών στον ιστό τους και παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποιοτική τους αξιολόγηση.

Πίνακας 33: Οι σημαντικότερες ομάδες χρωστικών που απαντώνται σε φυτικούς και ζωικούς ιστούς και μικροοργανισμούς.

<i>Ομάδα χρωστικών</i>	<i>Υποομάδες χρωστικών</i>	<i>Χρώμα</i>	<i>Τρόφιμα που εντοπίζεται</i>
<i>Τετραπυρόλες</i>	Αιμοσφαιρίνες	Κόκκινο	Αίμα
	Μυοσφαιρίνες	Κόκκινο	Κρέας
	Χλωροφύλλες	Πράσινο	Φρούτα, Λαχανικά, Χυμοί, Ελαιόλαδο
	Φυκοκυανομπιλίνες	Μπλε ή κόκκινο	Κυανοβακτήρια, Κόκκινες άλγες
<i>Καροτενοειδή</i>	Καροτένια	Κίτρινο-κόκκινο	Φρούτα, Λαχανικά, Βολβοί, Χυμοί, Λάδια, Χόρτα
	Ξανθοφύλλες	Κόκκινο-κίτρινο	Φρούτα, Λαχανικά, Βολβοί, Χυμοί, Λάδια, Χόρτα
<i>Πολυφαινολικές ενώσεις</i>	Φλαβονοειδή	Υποκίτρινο	Φρούτα, Τσάι
	Ανθοκυανίνες	Κόκκινο-μπλέ	Φρούτα, Λαχανικά, Κρασιά, Βολβοί, Χόρτα
	Τανίνες	Καφέ	Κρασιά
<i>Αλκαλοειδή</i>	Βεταλαΐνες	Κόκκινο-βιολέ προς κίτρινο	Παντζάρια

Χλωροφύλλες

- Πράσινες χρωστικές που δημιουργούνται σε όλους τους φωτοσυνθετικούς ιστούς.
- Αξιόπιστος δείκτης ωριμότητας και φρεσκάδας για όλα τα φρούτα και λαχανικά (παρόλο που κάποιες φορές παραπλανά).
- Πολύ ασταθείς ενώσεις.
- Λιποδιαλυτές ενώσεις.
- Τα εκχυλίσματα τους χρησιμοποιούνται στην τυροκομία (λεύκανση φέτας και τελεμέ), ζαχαροπλαστική, αρωματικά γιαούρτια, παγωτά και καλλυντικά.

Χλωροφύλλες

- ΤΥΠΟΙ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ
- **A & B** (Βρίσκονται στους χλωροπλάστες των φυτών της ξηράς)
- **C - D - E** (Βρίσκονται στις θαλάσσιες άλγες που συνθέτουν στο θαλάσσιο πλαγκτον)
 - ΛΑΧΑΝΙΚΑ ΜΕ ΥΨΗΛΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ:
 - ΣΠΑΝΑΚΙ
 - ΑΓΚΙΝΑΡΕΣ
 - ΣΠΑΡΑΓΓΙΑ
 - ΜΠΡΟΚΟΛΟ
 - ΛΑΧΑΝΟ
 - ΣΕΛΙΝΟ
 - ΜΑΙΝΤΑΝΟΣ
 - ΡΑΔΙΚΙΑ
 - ΑΝΤΙΔΙΑ
 - ΦΑΣΟΛΑΚΙΑ
 - ΜΠΑΜΙΕΣ
 - ΑΡΑΚΑΣ
 - ΕΛΙΑ (ΠΡΑΣΙΝΩΠΟ ΑΓΟΥΡΕΛΑΙΟ)
 - ΠΙΠΕΡΙΕΣ κ.α.

Χλωροφύλλες

- **ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

- Σταθερή ουσία εντός των φυτών (ισχυρή προστασία από τις οξειδώσεις).
- Καταστρέφονται εύκολα όταν απομονωθούν από τους αντιοξειδωτικούς παράγοντες που τις προστατεύουν μέσα στο φυτό, όπως τις **λιποπρωτεΐνες**.
- Η προστασία επίσης μειώνεται και κατά τη θέρμανση του φρούτου ή του λαχανικού, λόγω πήξης των λιποπρωτεϊνών.
- Ανάλογη καταστροφή επέρχεται και κατά την κατάψυξη των λαχανικών, λόγω ταγγίσματος του λίπους, παρουσία ενζύμου (λιποξειδάσης) και O_2 . Αντιμετωπίζεται με την προσθήκη αντιοξειδωτικών ουσιών.

Χλωροφύλλες

- Χαμηλό pH στο νερό βρασμού οδηγεί σε αποχρωματισμό (Αντικατάσταση Mg^{2+} από δύο H^+) και με αυτό τον τρόπο προκύπτουν οι **φαιοφυτίνες** A και B (Καφέ - πράσινο χρώμα).
 - Το φαινόμενο μπορεί να αποφευχθεί μερικώς κάνοντας βρασμό με ανοιχτό καπάκι έτσι ώστε να εξέρχονται τα πτητικά οξέα, που εκχυλίζονται από τους ιστούς, στο νερό βρασμού.
- Το ένζυμο χλωροφυλλάση (σε κάποιους φυτικούς ιστούς βρίσκεται άφθονο, π.χ. Σπανάκι) και είναι υπεύθυνο για την υδρόλυση και αντικατάσταση της φυτόλης, με αποτέλεσμα ο πορφυρινικός δακτύλιος της χλωροφύλλης να γίνεται υδατοδιαλυτός και να «**βάφεται**» έτσι το νερό βρασμού **πράσινο**.
- Παραπλήσια αποτελέσματα δίδει και το αλκαλικό pH στο νερό (σκληρό νερό) και επίσης οδηγούνται τα φρούτα και λαχανικά σε γρήγορο μαλάκωμα των ιστών τους (αρνητικό αποτέλεσμα).

Καροτενοειδή

- ΓΕΝΙΚΑ
 - Ευρέως διαδεδομένες φυσικές, λιποδιαλυτές χρωστικές που απαντώνται στα φυτά αλλά και στα ζώα. Λαχανικά και φρούτα πλούσια σε Καροτενοειδη είναι:
- Καρότα
- Κολοκύθια (ιδιαίτερα τα χειμερινά)
- Ντομάτα
- Γλυκοπατάτα
- Ροδάκινα
- Εσπεριδοειδή
- Πάπρικα
- Κόκκινο πιπέρι

Καροτενοειδή

- Ο διαχωρισμός τους γίνεται βάση 2 συστημάτων:
 - **Το πρώτο τα διαχωρίζει σε:**
 - Καροτένες (καθαροί υδατάνθρακες).
 - Ξανθοφύλλες (περιέχουν και άτομα οξυγόνου με διάφορες μορφές).
 - **Το δεύτερο τα διαχωρίζει σε:**
 - Ακυκλικά (π.χ. Λυκοπένιο)
 - Μονοκυκλικά (π.χ. Γ-καροτένιο)
 - Δικυκλικά (α- και β-καροτένιο)

Καροτενοειδή

- Η ένταση του χρώματος (κόκκινο ή κίτρινο) εξαρτάται από το πλήθος των αριθμών των συζυγών διπλών δεσμών. Περισσότεροι δεσμοί (πάνω από 7) οδηγούν σε κόκκινο χρώμα.
- Με οξειδωτική αποικοδόμηση τους προκύπτουν παράγωγα, όπως η **Βιταμίνη Α**.
- Ο προσδιορισμός του **β-καροτένιου** σε φρούτα και λαχανικά χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της **προβιταμίνης Α**. (Πίνακας 1).

Καροτενοειδή

ΤΡΟΦΙΜΟ	I.U. / 100g	ΤΡΟΦΙΜΟ	I.U. / 100g
ΚΑΡΟΤΑ ΩΡΙΜΑ	20000	ΦΑΣΟΛΑΚΙΑ	1000
ΚΑΡΟΤΑ ΑΝΩΡΙΜΑ	10000	ΦΡΕΣΚΑ ΡΟΔΑΚΙΝΑ	800
ΣΠΑΝΑΚΙ	13000	ΛΑΧ. ΒΡΥΞΕΛΛΩΝ	700
ΓΛΥΚΟΠΑΤΑΤΑ	6000	ΚΑΡΠΟΥΖΙ	550
ΜΠΡΟΚΟΛΟ	3500	ΛΑΧΑΝΟ	500
ΝΤΟΜΑΤΑ	1200	ΜΠΑΝΑΝΑ	400
ΣΠΑΡΑΓΓΙΑ	1000	ΧΥΜΟΣ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ	200

Καροτενοειδή

- **ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

- Κατά την ωρίμανση των φρούτων και λαχανικών παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσης των καροτενοειδων και μείωση της χλωροφύλλης.
- Επίσης αυξάνει η σχέση καροτένιων προς ξανθοφύλλες.
- Η αναλογία των περιεχομένων καροτενοειδων καθορίζει και το χρώμα των φρούτων και λαχανικών. Π.χ. Ντομάτες, βερίκοκα και ροδάκινα. Όσο ωριμάζουν γίνεται πιο κόκκινο το χρώμα τους.

- • **ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

- Γενικά οι συνθήκες επεξεργασίας των τροφίμων ασκούν μικρή επίδραση στα καροτενοειδή.
- Όταν δε, είναι ενωμένα με πρωτεΐνες γίνονται πιο ανθεκτικά στις εξωτερικές επιδράσεις, σε σχέση με τα ελεύθερα.
- Επειδή το μόριο τους έχει υψηλή ακορεστότητα, οι κύριοι παράγοντες αποικοδόμησης τους είναι το φως και το οξυγόνο.
- Το ζεμάτισμα (blanching) οδηγεί σε καταστροφή των ενζύμων που τα αποικοδομούν.
- Γενικά είναι πολύ σταθερά σε θερμική επεξεργασία και συνθήκες κατάψυξης.
- Έχουν όμως μικρή αντοχή κατά την αφυδάτωση, εκτός εάν συσκευάζονται υπό συνθήκες αδρανών αερίων (MAP).

Ανθοκυανίνες

- ΓΕΝΙΚΑ

- Απαντώνται ευρέως στο χυμό των φυτών.
- Υδατοδιαλυτές και υπεύθυνες για το κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο - πορτοκαλί, βιολέ και μπλε χρώμα των φρούτων και λαχανικών.
- Βρίσκονται στο:
 - Κόκκινο λάχανο
 - Κόκκινα κρεμμύδια
 - Μελιτζάνες
 - Φράουλες
 - Κόκκινα σταφύλια
 - Και στα περισσότερα μούρα

Ανθοκυανίνες

- **ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

- Όταν ενώνονται με μέταλλα δίδουν πορφυρές ή φαιόχρωμες ενώσεις που ονομάζονται **λάκες (lakes)**.
 - Σχηματίζονται κυρίως στα κονσερβοποιημένα τρόφιμα όταν γίνεται αποκασιτέρωση των λευκοσιδήρων δοχείων συσκευασίας.
- Καταστρέφονται σχετικά εύκολα με την επεξεργασία των τροφίμων. Η ταχύτητα καταστροφής επηρεάζεται από :
 - Την αυξημένη θερμική επεξεργασία
 - Το pH
 - Την περιεκτικότητα σε ζάχαρη
 - Την παρουσία ασκορβικού οξέος

Ανθοξανθίνες ή Φλαβονοειδή

- ΓΕΝΙΚΑ

- **Απαντώνται στα:**

- Κουνουπίδια
 - Κράμβες
 - Ανοιχτόχρωμα κρεμμύδια
 - Άσπρα μούρα

- **Το κρεμώδες (λευκό έως υποκίτρινο) χρώμα τους έχει μικρή ένταση σε όξινο και ουδέτερο pH, ενώ σε αλκαλικό pH γίνεται κίτρινο.**

Ανθοξανθίνες ή Φλαβονοειδή

- **ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

- **Συμμετέχουν σε πολλές αντιδράσεις ανωμάλου χρωματισμού των τροφίμων.**
 - Παρουσία ιόντων Fe χρωματίζονται γκρι-μπλε ή μαύρες.
 - Παρουσία ιόντων Al χρωματίζονται λαμπερές κίτρινες ή καφέ.
- **Σημείωση:** Καλό είναι λοιπόν κατά το μαγείρεμα, των τροφίμων που τις περιέχουν, να μη συμμετέχουν για μεγάλο διάστημα σιδερένια ή αλουμινένια σκεύη, καθώς επίσης και μετά να μην έρχονται σε επαφή με τρόφιμα με υψηλές συγκεντρώσεις Fe (ψάρια, κόκκινα κρέατα).

Βεταλαΐνες

- Υδατοδιαλυτές χρωστικές που απαντώνται κυρίως στα επιτραπέζια παντζάρια και στα φραγκόσυκα.
- Ταξινομούνται στις:
 - **Κόκκινες βετακυανίνες** (βετανίνη, ισοβετανίνη, προβετανίνη, νεοβετανίνη)
 - **Κίτρινες – Πορτοκαλί Βεταξανθίνες** (βουλγαξανθίνη, μιραξανθίνη, κ.α.)
- Η κύρια βετακυανίνη του παντζαριού είναι η βετανίνη (75 - 95 % των συνολικών του χρωστικών).
- Λόγω της αντιοξειδωτικής δράσης που εμφανίζουν, τα **παντζάρια** κατατάσσονται στα **10 πρώτα** λαχανικά που εμφανίζουν αντιοξειδωτική δράση. Οι υπόλοιπες χρωστικές του είναι η ισοβετανίνη, η προβετανίνη και η ισοπροβετανίνη, αντίστοιχα.

Βεταλαΐνες

- Λόγω το ότι δεν απαντώνται συχνά στη φύση, δεν έχουν μελετηθεί σε μεγάλο βαθμό ακόμα.
- Είναι πιο ανθεκτικές στην υδρόλυση, σε όξινο περιβάλλον, σε σχέση με τις ανθοκυανίνες.
- Τη μεγαλύτερη σταθερότητα την εμφανίζουν σε τιμές pH από 5 – 7.
 - Σε όξινες τιμές η χρωστική παίρνει βιολέ χρωματισμό.
 - Σε αλκαλικές τιμές παίρνει έντονα μπλε χρωματισμό.
- Επίσης αρνητικά στην σταθερότητα της χρωστικής δρουν το φως και το οξυγόνο, ιδίως όταν βρίσκονται σε τιμές pH εκτός του 5 – 7.

Βεταλαΐνες

- Τα κατιόντα σιδήρου, κασσίτερου και ιδιαίτερα του χαλκού, σε υψηλές συγκεντρώσεις (>100ppm) και παρουσία οξυγόνου, επιταχύνουν την αποικοδόμηση τους.
- Για να χρησιμοποιηθούν στα τρόφιμα (ως χρώσεις) επιβάλλεται η «παγίδευση» τους (**microencapsulation**), σε διάφορα υλικά, όπως η *μαλτοδεξτρίνη*, που τις προφυλάσσουν από περιβαλλοντικές επιδράσεις.
- Επειδή εμφανίζουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες, ως εξαιρετικοί δεσμευτές των ριζών, μπορούν να δράσουν ως αντιφλεγμονώδεις και συνεπώς αντικαρκινικές ουσίες.
- Εμφανίζουν επίσης αντιπηκτικές και αντιχοληστεριναιμικές ιδιότητες, ενώ προστατεύουν τον οργανισμό και ιδιαίτερα το συκώτι από καρκινογόνες τοξίνες.