



Α. Αναγνωστοπούλου

## 2.1. Συστατικά των φρούτων και λαχανικών

Τα φρούτα και λαχανικά περιέχουν ένα μεγάλο αριθμό από διαφορετικά συστατικά και επομένως παρουσιάζουν μια αξιοσημείωτη ποικιλομορφία στη σύσταση και τη δομή τους.

Η χημική σύσταση τους ποικίλλει όχι μόνο από είδος σε είδος, ανάλογα με την ποικιλία, τις καλλιεργητικές συνθήκες και τους εδαφοκλιματολογικούς παράγοντες, αλλά επηρεάζεται ακόμη από το στάδιο ωριμότητας κατά τη στιγμή της συγκομιδής και από τις συνθήκες διατήρησης μετά τη συγκομιδή.

Αυτό συμβαίνει διότι αποτελούνται από ζωντανούς ιστούς, που είναι μεταβολικά ενεργοί τόσο στο στάδιο της ανάπτυξης όσο και μετά τη συγκομιδή και γι' αυτό ακριβώς η σύστασή τους συνεχώς μεταβάλλεται. Ο βαθμός και η έκταση αυτών των αλλαγών εξαρτάται από το βαθμό ωριμότητας, (Salunkhe, Bolin and Reddy, 1991).

Ειδικά τα φρούτα κατά το στάδιο της ανάπτυξης τους περιέχουν μικρές ποσότητες σακχάρων και μεγάλες ποσότητες αμύλου, οξέων και φαινολικών ουσιών, συστατικά που τα καθιστούν μη εδώδιμα.

Καθώς τα φρούτα αναπτύσσονται, τα κύτταρα της σάρκας μεγαλώνουν σημαντικά, η περιεκτικότητα σε σάκχαρα αυξάνει, ενώ μειώνεται η περιεκτικότητα σε άμυλο, οξέα και φαινόλες. Επίσης αναπτύσσονται συγκεκριμένες πτητικές ενώσεις, που δίνουν στα φρούτα το χαρακτηριστικό τους άρωμα.

Η αποικοδόμηση της χλωροφύλλης (απώλεια πρασίνου χρώματος), η σύνθεση καροτινοειδών, (κίτρινο, πορτοκαλί χρώμα) και ανθοκυανών (κόκκινο και μπλε χρώμα) πραγματοποιούνται τόσο στο φλοιό, όσο και στη σάρκα καθώς προχωρά η ωρίμανση, ενώ ταυτόχρονα τα φρούτα μαλακώνουν λόγω αλλαγών στη σύνθεση και στη δομή των κυτταρικών τοιχωμάτων.

Τα πιο σημαντικά συστατικά των φρούτων μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής: νερό, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη, ανόργανα συστατικά και βιταμίνες. Τα περισσότερα από αυτά τα συστατικά είναι θρεπτικές ουσίες απαραίτητες για τον ανθρώπινο οργανισμό.

### **2.1.1. Νερό**

Το πιο άφθονο συστατικό των φρούτων και λαχανικών είναι το νερό (πάνω από 80%), κυμαινόμενο από 82% στα σταφύλια, μέχρι 90% στις φράουλες (Πίνακας 2.1.) και ακόμη πάνω από 93% στις τομάτες, που μπορεί να φθάσει και στο 95% του συνολικού τους βάρους, όπως στα αγγούρια και τα μαρούλια.

Τα αμυλώδη λαχανικά, όπως οι κόνδυλοι της πατάτας, περιέχουν λιγότερη υγρασία, πάντως μεγαλύτερη από 50%.

Η περιεκτικότητα σε υγρασία κυμαίνεται μεταξύ των διαφόρων ποικιλιών φρούτων και λαχανικών του αυτού είδους εξαιτίας διαφορών στην δομή τους, και των διαφορετικών καλλιεργητικών συνθηκών (Salunkhe et al., 1991) και κυρίως εξαιτίας της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας κατά την περίοδο της συγκομιδής. Στα περισσότερα λαχανικά η συγκομιδή πρέπει να γίνεται όταν οι ιστοί έχουν το μέγιστο ποσοστό υγρασίας, για να βρίσκονται σε κατάσταση σπαργής.

Με τον όρο "σπαργή" εννοούμε την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το κύτταρο όταν η εσωτερική πίεση, που αναπτύσσεται στα χυμοτόπια των κυττάρων (μέχρι 9 ατμόσφαιρες ή και περισσότερο), λόγω των οσμωτικών

τάσεων εξισορροπεί την πίεση που ασκείται εξωτερικά στο κυτταρικό τοίχωμα. Σε αυτή την κατάσταση ο ιστός δεν μπορεί να απορροφήσει περισσότερο νερό.

Η εμφάνιση και η υφή των φρούτων και λαχανικών έχει άμεση σχέση με την ποσότητα του νερού, που υπάρχει στους ιστούς τους.

Τα περισσότερα λαχανικά χαρακτηρίζονται σα φρέσκα μόνο όταν δεν παρουσιάζουν σημεία μααρασμού, πράγμα που συμβαίνει όταν έχουν χάσει το 5-10% της συνολικής ποσότητας νερού, αν και ο μααρασμός δεν είναι το ίδιο εμφανής, αρχικά, σε όλα τα λαχανικά. Δηλαδή λαχανικά με πολύ σκληρή υφή μπορούν να χάσουν πιο πολύ υγρασία, από άλλα μαλακής υφής, χωρίς όμως να είναι τόσο εμφανής η μεταβολή.

Η ικανότητα επίσης της επιδερμίδας να καλύπτεται από κηρώδη ουσία, όπως συμβαίνει σε ορισμένες ποικιλίες φρούτων και στα φύλλα του λάχανου, μετριάξει αισθητά την απώλεια νερού και την εμφάνιση των συμπτωμάτων μααρασμού.

Από τα στερεά συστατικά των φρούτων το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελούν οι υδατάνθρακες (10-25%) μαζί με μικρές ποσότητες πρωτεϊνών (1-3.5%) και λίπους (0.5%).

Στις κατηγορίες των ενώσεων αυτών ανήκουν και τα δομικά υλικά των κυτταρικών τοιχωμάτων δηλαδή κυτταρίνες, ημικυτταρίνες, λιγνίνη και πηκτινικές ύλες.

Στους πίνακες 2.1 και 2.2 δίνεται η σύσταση των κυριότερων ειδών φρούτων και λαχανικών / 100 g εδωδίου τμήματος.

### **2.1.2. Υδατάνθρακες**

Οι υδατάνθρακες είναι τα πιο άφθονα και ευρέως διαδεδομένα συστατικά που παίρνουμε από τα φυτικά προϊόντα.

Η περιεκτικότητα των φρούτων και λαχανικών σε υδατάνθρακες κυμαίνεται από 2% σε ορισμένα είδη (όπως π.χ. αγγουράκια), μέχρι 30% (αμυλούχοι σπόροι, κόνδυλοι πατάτας), με το μεγαλύτερο όμως ποσοστό να κυμαίνεται μεταξύ του 10% και 25%.

Η δομή, η υφή, η γεύση και η διατροφική αξία των φρέσκων φρούτων σχετίζεται με την περιεκτικότητά τους σε υδατάνθρακες.

Αν και τα άμεσα προϊόντα της φωτοσύνθεσης είναι τα απλά σάκχαρα (γλυκόζη, φρουκτόζη, σακχαρόζη), εντούτοις τα δομικά υλικά των φυτικών ιστών αποτελούνται και από σύνθετα μόρια ενώσεων, που προέρχονται από τα απλά σάκχαρα. Έτσι *στους υδατάνθρακες περιλαμβάνονται αφενός οι πολυσακχαρίτες, όπως άμυλο, κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και πηκτινικές ύλες, αφετέρου οι δισακχαρίτες και μονοσακχαρίτες, όπως σακχαρόζη, φρουκτόζη και γλυκόζη*. Οι αναλογίες των συστατικών αυτών μεταβάλλονται συνεχώς κατά το στάδιο της ωρίμανσης, η γνώση δε αυτών των αλλαγών έχει πρακτική σημασία.

Αρχικά, όταν το φρούτο αποσπάται από το φυτό, τα επίπεδα σακχάρων μειώνονται εξαιτίας της αύξησης του ποσοστού αναπνοής. Όσο προχωρά όμως η ωρίμανση των φρούτων η συνολική περιεκτικότητα σε σάκχαρα αυξάνεται λόγω της υδρόλυσης των πολυσακχαριτών και των σακχάρων, που παράγονται σε δευτερεύοντα προϊόντα ακολουθώντας τη μετατροπή των οξέων.

- Εκτός από τους αμυλώδεις σπόρους, τα φρούτα έχουν γενικώς την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε συνολικούς υδατάνθρακες (μέχρι και 23% του συνολικού τους βάρους), όμως *στο στάδιο της ωριμότητας το μεγαλύτερο μέρος βρίσκεται υπό μορφή σακχάρων, που είναι συγκεντρωμένα στον κυτταρικό χυμό*, η περιεκτικότητά τους δε ποικίλλει από 0.9% στα μοσχολέμονα μέχρι 16% στα φρέσκα σύκα. *Αυτά τα σάκχαρα ως επί το πλείστον είναι γλυκόζη και φρουκτόζη*.

Στα *ροδάκινα, νεκταρίνια, βερίκοκα* το κύριο σάκχαρο είναι η *σακχαρόζη*, (Wills, Scriveen, Greenfield, 1983), ενώ *τα αχλάδια και μήλα* είναι πλούσια σε *φρουκτόζη* (πίνακας 2.3). Η περιεκτικότητα σε σακχαρόζη ποικίλλει από ίχνη στα κεράσια, τα σταφύλια και τα ρόδια, μέχρι πάνω από 8% στα νεκταρίνια, ώριμες μπανάνες και ανανά. Αυτή η ποικιλομορφία επηρεάζει τη γεύση, μια που η φρουκτόζη είναι πιο γλυκιά από τη σακχαρόζη και η σακχαρόζη πιο γλυκιά από τη γλυκόζη.

Στα *αχλάδια και τα δαμάσκηνα* παρουσιάζεται επίσης σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις η *σορβιτόλη*, μια πολυόλη συγγενής ως προς τη δομή με τα σάκχαρα, που είναι γνωστή για τις υπακτικές της ιδιότητες, ενώ δεν έχει ανιχνευθεί στις φράουλες (Wrolstad and Shallenberger, 1981).

Ίχνη από άλλους μονο- και δισακχαρίτες όπως *ξυλόζη, μανόζη, γαλακτόζη και μαλτόζη* μπορούν να παρουσιασθούν στα φρούτα σε μικρές ποσότητες.

- Το **άμυλο** εμφανίζεται υπό μορφή κόκκων μέσα στα κύτταρα των άγουρων φρούτων, καθώς όμως τα φρούτα μεγαλώνουν και ωριμάζουν το άμυλο υδρολύεται σε απλά σάκχαρα.

Από τα λαχανικά ορισμένα μόνο είδη είναι πλούσια σε σάκχαρα (καρότα, ζαχαρότευτλα), τα δε υπόλοιπα περιέχουν ποσοστά μικρότερα του 9% και μάλιστα με τη μορφή των πολυσακχαριτών του κυτταρικού τοιχώματος, όπως κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, πηκτινικές ενώσεις.

- Οι **πολυσακχαρίτες** (διαιτητικές ίνες) **κυτταρίνη, ημικυτταρίνη, πηκτινική και λιγνίνη** είναι συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων των φρούτων σε ποσοστό μέχρι και 50%, που ποικίλλει όμως στα διάφορα είδη. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης οι πολυσακχαρίτες διασπώνται σε απλούστερες και πιο διαλυτές ενώσεις με αποτέλεσμα την αύξηση της γλυκύτητας των φρούτων και το μαλάκωμα της σάρκας τους.

Η **κυτταρίνη** αποτελείται από μεγαλομόρια μονάδων β-γλυκόζης ενωμένα σε αλυσίδες και καταλαμβάνει το 15% του όγκου του κυττάρου. Είναι αδιάλυτη και μη αφομοιώσιμη από τον άνθρωπο, γιατί ο ανθρώπινος οργανισμός δεν διαθέτει τα ένζυμα κελλουλάσες ή κυττάσες, που είναι απαραίτητα για την διάσπαση της κυτταρίνης.

Οι **ημικυτταρίνες** αποτελούν μια ετερογενή ομάδα ενώσεων, που όταν διασπώνται δίνουν πεντάζες, εξάζες ή και ουρονικά οξέα. Στις ημικυτταρίνες ανήκουν οι **ξυλάνες, πεντοζάνες** και άλλες ενώσεις που απαντούν ευρύτατα στους φυτικούς ιστούς.

- Η **λιγνίνη** παρόλο που δεν ανήκει στους υδατάνθρακες είναι, μαζί με τους πολυσακχαρίτες, κύριο συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων των φρούτων και λαχανικών. Η μοριακή δομή της λιγνίνης είναι όμοια με των φλαβονοειδών ενώσεων και προσδίδει τη χαρακτηριστική σκληρότητα στα ξυλώδη κύτταρα. Παρόλο που απαντά σε μικρή ποσότητα στα φρούτα και λαχανικά, έχει μεγάλη σημασία γιατί επηρεάζει, την υφή τους με τη δημιουργία ινών και το σχηματισμό λιθωδών κυττάρων (π.χ. στα αχλάδια), στα διάφορα φυτικά μέρη όπου απαντά, επηρεάζοντας έτσι την ποιότητά τους.

**Πίνακας 2.1.** Σύσταση των κυριότερων φρούτων / 100g εδωδιμου τμήματος.<sup>(1)</sup>

Είδος	Περιγραφή	Νερό (g)	Πρωτεΐνες (g)	Υδατάνθρακες (g)	Θερμ/κή αξία (Kcal)	Λίπη (g)	Ολικό άζωτο (g)	Άμυλο (g)	Ολικά σάκχαρα (g)	Διατ.ίνες (g) Μέθοδος		Τέφρα (g)
										South.	Englyst	
<b>Ακτινίδια</b> <sup>(2)</sup>	-	81.2	0.79	17.5	66	0.07	-	0	17.5	-	-	0.45
<b>Αγλάδια</b>	Σάρκα και φλοιός	83.8	0.3	10.0	40	0.1	0.05	0	10.0	-	2.2	0.4
<b>Βερίκοκα</b>	>>	87.2	0.9	7.2	31	0.1	0.14	0	7.2	1.9	1.7	0.7
<b>Γκρέϊπ-φρουτ</b>	Σάρκα	89.0	0.8	6.8	30	0.1	0.13	0	6.8	1.6	1.3	0.4
<b>Δαμάσκηνα</b>	Σάρκα και φλοιός	83.9	0.6	8.8	36	0.1	0.09	0	8.8	2.3	1.6	0.6
<b>Κεράσια</b>	>>	82.8	0.9	11.5	48	0.1	0.14	0	11.5	1.5	0.9	0.6
<b>Λεμόνια</b>	Ολόκληρα χωρίς κουκούτσια	86.3	1.0	3.2	19	0.3	0.16	0	3.2	4.7	-	0.3
<b>Μανταρίνια</b>	Σάρκα	86.7	0.9	8.0	35	0.1	0.14	0	8.0	1.7	1.3	-
<b>Μήλα</b>	Σάρκα και φλοιός	84.5	0.4	11.8	47	0.1	0.06	Ίχνη	11.8	2.0	1.8	0.3
<b>Μπλόμπερρυ</b> (Blackberry-Βατόμουρα)	-	84.5	1.2	12.9	58	0.9	-	-	-	4.1		0.5
<b>Βπλόμπερρυ</b> (Bluberry-Μύρτιλλα)	-	83.2	0.7	15.3	62	0.5	-	-	-	1.5		0.3
<b>Νεκταρίνια</b>	Σάρκα και φλοιός	88.9	1.4	9.0	40	0.1	0.20	0	8.0	2.2	1.2	0.5
<b>Προκόλλια</b>	Σάρκα	86.1	1.1	8.5	37	0.1	0.18	0	8.5	1.8	1.7	0.6
<b>Ράσμπερρυ</b> (Rasberry-Σμέουρα)	μαύρα	80.8	1.5	15.7	73	1.4	-	-	-	-		-
	κόκκινα	84.2	1.2	13.6	57	0.5	-	-	-	-		-
Ριβήσια (Currant)	μαύρα	84.2	1.7	13.1	54	0.1	-	-	-	-		-
	κόκκινα	85.7	1.4	12.1	50	0.2	-	-	-	-		-
<b>Ροδάκινα</b>	Σάρκα και φλοιός	88.9	1.0	7.6	33	0.1	0.16	0	7.6	2.3	1.5	0.5
<b>Σταφύλια</b>	Λευκά και μαύρα χωρίς κουκούτσια	81.8	0.4	15.4	60	0.1	0.06	0	15.4	0.8	0.7	0.4
<b>Σύκα</b>	-	77.5	1.2	20.3	80	0.3	-	0	-	-		0.7
<b>Φραγκοστάφυλα</b> (Goosberry)	-	88.9	0.8	9.7	39	0.2	-	-	-	1.9		0.4
<b>Φράουλες</b>	Ολόκληρες	89.5	0.8	6.0	27	0.1	0.13	0	6.0	2.0	1.1	0.5

<sup>(1)</sup> Πηγή: Holland et al. 1992, Arthey D. «Fruit Processing», 1996.

<sup>(2)</sup> Πηγή: Bentel et al. 1976, Ποντίκης 1984.

**Πίνακας 2.2.** Σύσταση των κυριότερων λαχανικών / 100g εδωδιμου τμήματος.

Είδος λαχανικού	Νερό (%)	Θερμ. αξία (kcal)	Πρωτεΐνες (gr)	Λίπος (gr)	Υδατάνθρακες		Τέφρα (gr)	Ca mg	P (mg)	Fe (mg)	Na (mg)	K (mg)	Βιτ. A (I.U.)	Θειαμίνη (mg)	Ριβοφλ. βίνη (mg)	Νιασίνη (mg)	Βιτ. C (mg)
					Ολικό (gr)	Διαιτ. ίνες											
Αγγούρια	95.1	15	0.9	0.1	3.4	0.6	0.5	25	27	1.1	6	160	250	0.03	0.04	0.2	11
Αγκινάρα	85.5	9	2.9	0.2	10.6	2.4	0.8	51	88	1.3	43	430	160	0.08	0.05	1.0	12
Αντίδια	93.1	20	1.7	0.1	4.1	0.9	1.0	81	54	1.7	14	294	3300	0.07	0.14	0.5	10
Αρακάς	83.3	53	3.4	0.2	12	1.2	1.1	62	90	0.7	-	170	680	0.28	0.12	-	21
Καλαμπόκι	13.8	348	8.9	3.9	72.2	2.0	1.2	22	268	2.1	1	284	490	0.37	0.12	2.2	0
Καρότα	88.2	42	1.1	0.2	9.7	1.0	0.8	37	36	0.7	47	341	11000	0.06	0.05	0.6	8
Κουνοπίδι	91.0	27	2.7	0.2	5.2	1.0	0.9	25	56	1.1	13	295	60	0.11	0.10	0.7	78
Κρεμμυδάκια	91.3	28	1.8	0.3	5.8	1.1	0.8	69	44	1.7	-	250	5800	0.08	0.13	0.5	56
Κρεμμύδια	89.1	38	1.5	0.1	8.7	0.6	0.6	27	36	0.5	10	157	40	0.03	0.04	0.2	10
Λάχανο	92.4	24	1.3	0.2	5.4	0.8	0.7	49	29	0.4	20	233	130	0.05	0.05	3	47
Μανιτάρια	90.4	28	2.7	0.3	4.4	0.8	0.9	6	116	0.8	15	414	ίχνη	0.10	0.46	4.2	3
Μαρούλια	94.0	18	1.3	0.3	3.5	0.7	0.9	68	25	1.4	9	264	1900	0.05	0.08	0.4	18
Μπάμιες	88.9	36	2.4	0.3	7.6	1.0	0.8	92	51	0.6	3	249	520	0.17	0.21	1.0	31
Μπρόκολο	89.1	32	3.6	0.3	5.9	1.5	1.1	103	78	1.1	15	382	2500	0.10	0.23	0.9	113
Πατάτες	79.8	76	2.1	0.1	17.1	0.5	0.9	7	53	0.6	3	407	ίχνη	0.10	0.04	1.5	20
Παντζάρια	90.9	24	2.2	0.3	4.6	1.3	2.0	119	40	3.3	130	570	6100	0.10	0.22	0.4	30
Ραδίκια	85.6	45	2.7	0.7	9.2	1.6	1.8	187	66	3.1	76	397	14000	0.19	0.26	-	35
Σπανάκι	90.7	26	3.2	0.3	4.3	0.6	1.5	93	51	3.1	71	470	8100	0.10	0.20	0.6	51
Σπαράγγια	91.7	26	2.5	0.2	5.0	0.7	0.6	22	62	1.0	2	278	900	0.18	0.20	1.5	33
Τομάτες (ώριμες)	93.5	22	1.1	0.2	4.7	0.5	0.5	13	27	0.5	3	244	900	0.06	0.04	0.7	23
Φασολάκια (lima)	67.5	123	8.4	0.5	22.1	1.8	1.5	52	142	2.8	2	650	290	0.24	0.12	1.4	29

Πηγή: Agricultural Research Service (United States Department of Agriculture)

**Πίνακας 2.3. Περιεκτικότητα σε σάκχαρα ορισμένων φρούτων.**

Είδος φρούτου	Σάκχαρο (g / 100ml χυμού)			
	Σακχαρόζη	Γλυκόζη	Φρουκτόζη	Σορβιτόλη
<b>Ακτινίδιο</b>	1.81±0.72	6.94±2.85	8.24±3.43	(-)
<b>Αχλάδι</b>	0.55±0.12	1.68±0.36	8.12±1.56	4.08±0.79
<b>Βερίκοκο</b>	4.35	1.93	0.37	(-)
<b>Cranberry<sup>(1)</sup></b>				
Macrocarpon	6	2.76	0.80	-
Oxycoccus	-	1.89	1.49	-
<b>Δαμάσκηνο</b>	0.51±0.36	4.28±1.18	4.86±1.30	6.29±1.97
<b>Κεράσι</b>	0.08±0.02	7.50±0.81	6.83±0.74	2.95±0.33
<b>Λεμόνι</b>	0.18	0.52	0.92	(-)
<b>Μανταρίνι</b>	4.64	1.09	1.54	(-)
<b>Μήλο</b>	0.82±0.13	2.14±0.43	5.31±0.94	0.20±0.04
<b>Νεκταρίνι</b>	8.38±0.73	0.85±0.04	0.59±0.02	0.27±0.04
<b>Πορτοκάλι*</b>	5.35	1.64	2.01	(-)
<b>Ροδάκινο</b>	5.68±0.52	0.67±0.06	0.49±0.01	0.09±0.02
<b>Σταφύλι</b>	0.29±0.08	9.59±1.03	10.53±1.04	(-)
<b>Φράουλα</b>	0.17±0.06	1.80±0.16	2.18±0.19	(-)

Πηγή: Van Gorsal et al., 1992. Somogyi Laslo, «Processing Fruits: Science and Technology», 1996

<sup>(1)</sup>: Πηγή: Coppola, 1988, Somogyi, 1996.

(-) Δεν ανιχνεύεται (λιγότερο από 0.05g/100ml)

\* Ting, 1954



- Άλλο δομικό συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων είναι οι **πηκτινικές ενώσεις** (πολυμερή του d-γαλακτουρονικού οξέος), που παρουσιάζουν μεγάλο τεχνολογικό ενδιαφέρον. Διαλύονται πιο εύκολα από κάθε άλλο πολυμερές του κυτταρικού τοιχώματος, γι' αυτό και οι χυμοί των φρούτων είναι πλούσιοι σε διαλυτές πηκτίνες. Η μετατροπή της αδιάλυτης πρωτοπηκτίνης σε διαλυτές πηκτίνες ελέγχεται κατά μεγάλο ποσοστό από τα ένζυμα πηκτινестεράση και πολυγαλακτορουνάση. Μειωμένη δραστηριότητα αυτών των δύο ενζύμων έχει συσχετισθεί με κακή υφή και μειωμένη απόδοση σε χυμό, σε ροδάκινα τα οποία ωρίμασαν μετά από αποθήκευση στους 1°C για περισσότερο από 3 εβδομάδες.

### 2.1.3. Πρωτεΐνες

Τα φρούτα και λαχανικά περιέχουν πολύ μικρή ποσότητα πρωτεϊνών, συνήθως μικρότερη από 1% (φρούτα) του νωπού τους βάρους και το 2% στα περισσότερα λαχανικά, σε αντίθεση με τους ξηρούς καρπούς, που περιέχουν 9-20% πρωτεΐνες.

Η σύσταση των φυτικών πρωτεϊνών, όπως και η συνολική περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες ποικίλλει στα διάφορα είδη. Έτσι πλούσια σε πρωτεΐνες είναι τα όσπρια (8%) και ορισμένα φυλλώδη λαχανικά (4%).

Οι πρωτεΐνες αυτές είναι κυρίως μεταβολικές, δηλαδή δεν είναι σε αποθηκευμένη μορφή, αλλά αποτελούν την πρωτεϊνική ομάδα των ενζύμων, που συμμετέχουν στο μεταβολισμό των κυττάρων, είναι εξαιρετικής σπουδαιότητας βιολογικοί παράγοντες της φυσιολογικής συμπεριφοράς των φρούτων και λαχανικών και σχετίζονται άμεσα με την ωρίμανση και γήρανση αυτών.

Αλλαγές στην περιεκτικότητα και στη δραστηριότητα των πρωτεϊνών, που προέρχονται από αλλαγές στη διαπερατότητα της κυτταρικής μεμβράνης, μπορεί να σχετίζονται με τραυματισμό κατά την κατάψυξη, επίδραση θερμότητας και χημικών ενώσεων, που προκαλούν αποικοδόμηση των πρωτεϊνών.

Η διάσπαση των πρωτεϊνών με οξέα, ένζυμα ή αλκάλια δίνει ενδιάμεσα προϊόντα, όπως πρωτεόζες, πεπτόνες, πολυπεπτίδια, αμινοξέα, αμμωνία και άζωτο.

Κάποια από τα ένζυμα που είναι σημαντικά για την ποιότητα των φρούτων-λαχανικών είναι τα ακόλουθα:

Ένζυμο	Δράση
Πολυφαινολοξειδάσες (απαντούν στα γιγαρτόκαρπα: μήλα, αχλάδια, πυρηνόκαρπα: δαμάσκηνα, βερίκοκα, στα σταφύλια, μπανάνες, σύκα, πατάτες)	Καταλύουν την οξείδωση των φαινολών, που καταλήγει στο σχηματισμό μαύρων πολυμερών. Είναι κυρίως υπεύθυνες για το μαύρισμα των κομμένων ή κτυπημένων επιφανειών των φρούτων, όταν αυτές εκτίθενται στον αέρα.
Πολυγαλακτορουνάσες (απαντούν σε τομάτες, αχλάδια, αβοκάντο)	Καταλύουν την υδρόλυση των γλυκοσιδικών δεσμών, μεταξύ γειτονικών κατάλοιπων πολυγαλακτουρονικού οξέος, σε πηκτίνη* οδηγεί σε χαλάρωση των ιστών.
Πηκτινестεράσες (αφθονούν στα εσπεριδοειδή, τομάτες και λιγότερο σε ορισμένες ποικιλίες μήλων, αχλαδιών, μπανανών κ.ά.).	Καταλύει την αποεστεροποίηση των γαλακτουρανών σε πηκτίνη. Οδηγεί σε σταθεροποίηση των ιστών.
Λιπολυτικά και Λιποξειδωτικά ένζυμα (απαντούν σε μπιζέλια και πατάτες σε συνδυασμό με μικρές ποσότητες λιπαρών ουσιών)	Καταλύουν την οξείδωση λιπιδίων* οδηγεί σε παραγωγή δυσάρεστης οσμής και γεύσης σε αφυδατωμένα και κατεψυγμένα προϊόντα. Επίσης συμμετέχουν στην οξείδωση των καροτινοειδών χρωστικών, γεγονός που οδηγεί σε απώλεια χρώματος και καταστροφή της προβιταμινικής τους δράσης.
Οξειδάση του ασκορβικού οξέος	Καταλύει την οξείδωση του ασκορβικού οξέος (βιταμίνης C) και οδηγεί σε απώλεια της θρεπτικής αξίας των οπωρολαχανικών.
Χλωροφυλλάση (απαντά ευρύτατα στα πράσινα φυλλώδη λαχανικά)	Μετατρέπει τις χλωροφύλλες σε χλωροφυλλίνες και επηρεάζει τις μεταβολές χρώματος κατά την επεξεργασία των πράσινων λαχανικών

#### 2.1.4. Λίπη

Η περιεκτικότητα σε λίπη των φρέσκων φρούτων και λαχανικών είναι πολύ μικρή της τάξεως του 0.1-0.2% (Πίνακας 2.1.) και οπωσδήποτε λιγότερο από 1%, εκτός από το αβοκάντο, τις ελιές (που περιέχουν 15-20% υπό μορφή ελαίου στα κύτταρα του μεσοκαρπίου) και τους ξηρούς καρπούς

Βρίσκονται ιδίως στο κυτόπλασμα των κυττάρων μαζί με τις πρωτεΐνες, απαντούν κυρίως στα επιδερμικά κύτταρα και γενικά στους προστατευτικούς ιστούς και η παρουσία τους θεωρείται πολύ σημαντική επειδή δημιουργούν τον κηρό της επιφανείας (π.χ. μήλα, λάχανο), ο οποίος συμβάλλει στην εμφάνιση των φρούτων-λαχανικών, και την επιδερμίδα, που τα προστατεύει από την απώλεια υγρασίας και την είσοδο παθογόνων μικροοργανισμών. Τα λίπη επίσης είναι σημαντικά συστατικά της κυτταρικής μεμβράνης. Ο βαθμός κορεσμού των λιπαρών οξέων καθορίζει την ελαστικότητα της κυτταρικής μεμβράνης, όπου μεγαλύτερος κορεσμός οδηγεί σε μικρότερη ελαστικότητα.

Μετουσίωση των λιπαρών οξέων μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκεια ψύξης σε φρούτα ευαίσθητα σε αυτήν, οπότε οι κυτταρικές μεμβράνες υφίστανται μια σειρά φυσιολογικών μεταβολών (από υγρά κρυσταλλική κατάσταση σε στερεό κολλώδες πήγμα, (gel)), προκαλώντας έτσι διαταραχές του φυσιολογικού μεταβολισμού.

### 2.1.5. Οργανικά οξέα

Τα οργανικά οξέα είναι σημαντικά ενδιάμεσα προϊόντα του μεταβολισμού. Ο κύκλος του KREBS είναι η κύρια διαδικασία για την οξείδωση των οργανικών οξέων στα ζωντανά κύτταρα και δίνει την απαιτούμενη ενέργεια για τη διατήρηση της ακεραιότητας του κυττάρου. Τα οργανικά οξέα μεταβολίζονται σε πολλά συστατικά, συμπεριλαμβανομένων και των αμινοξέων, που είναι απαραίτητα για τη δημιουργία των πρωτεϊνών. Πολλά από τα οργανικά οξέα συγκεντρώνονται στους φυτικούς ιστούς, παίζοντας σημαντικό ρόλο στη γεύση των φρούτων μέσω της σχέσης (αναλογίας) ζάχαρα/οξέα. Τα ζάχαρα προσδίδουν τη γλυκύτητα, ενώ τα οργανικά οξέα καθιστούν τα φρούτα και λαχανικά όξινα, αν και η περιεκτικότητα σε συνολικά οξέα ποικίλλει ανάλογα με το είδος και το στάδιο ωριμότητας.

- Τα κύρια οργανικά οξέα που παρουσιάζονται στα φρούτα είναι το **κιτρικό και το μηλικό** οξύ, που πολλές φορές αποτελούν περισσότερο από το 2% του νεπού βάρους του προϊόντος (Πίνακας 2.5.).

Στα εσπεριδοειδή, τις φράουλες και τις τομάτες κυριαρχεί το **κιτρικό οξύ**, ενώ στα μήλα, τα δαμάσκηνα, τα κεράσια και τα βερίκοκα κυριαρχεί το **μηλικό οξύ**. Τα λεμόνια περιέχουν συνήθως περισσότερο από 3% κιτρικό οξύ, που μπορεί όμως να φθάσει και μέχρι 8% στο χυμό των ώριμων λεμονιών (Clements, 1964).

Στα ροδάκινα, απαντούν και τα δύο οξέα σε σημαντικές ποσότητες. Τα σταφύλια διαφέρουν από τα άλλα φρούτα γιατί σε αυτά παρουσιάζεται κυρίως το **τρυγικό οξύ**, ενώ στα ακτινίδια κυριαρχεί το **κινικό οξύ**.

- Ως προς τα λαχανικά το **κιτρικό οξύ** κυριαρχεί στις πατάτες, γλυκοπατάτες, φασόλια και φυλλώδη λαχανικά. Το **μηλικό οξύ** αντίθετα κυριαρχεί στα αγγουράκια, μαρούλια, αγκινάρες, κουνουπίδια, μπάμιες, πράσινα φασολάκια, ενώ το **σπανάκι** παρουσιάζει ασυνήθιστα υψηλή οξύτητα λόγω της μεγάλης του περιεκτικότητας σε **οξαλικό οξύ**.

Βέβαια οι σχετικές αναλογίες των οξέων αυτών δεν παραμένουν αμετάβλητες, καθώς με την πρόοδο της ωρίμανσης η συνολική περιεκτικότητα σε οξέα μειώνεται, λόγω της χρησιμοποίησης των οργανικών οξέων κατά την διάρκεια της αναπνοής, ή της μετατροπής τους σε σάκχαρα.

Εκτός από τα οξέα που προαναφέρθηκαν, στα φρούτα και λαχανικά απαντώνται, σε μικρότερα βέβαια ποσά και άλλα οξέα, όπως το **ισοκιτρικό**, το **κιτρομηλικό**, **γλυκολυκό**, **γλυοξυλικό**, το **πυροσταφυλικό**, καθώς και διάφορα είδη αμινοξέων και λιπαρών οξέων.

### 2.1.6. Ανόργανα άλατα

Τα ανόργανα στοιχεία επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα των φρούτων και λαχανικών. Έλλειψη των κύριων στοιχείων κατά την περίοδο της ανάπτυξης έχει σαν συνέπεια φτωχή πρώτη ύλη. Η περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά γενικά ποικίλλει αξιοσημείωτα μεταξύ των διαφόρων ειδών των οπωροκηπευτικών και εξαρτάται από τις καλλιεργητικές φροντίδες και τον τόπο παραγωγής.

Το σύνολο των ανόργανων στοιχείων των φρούτων και λαχανικών εκφράζεται σαν περιεχόμενη τέφρα (Πίνακας 2.1.). Το ποσοστό τέφρας διαφέρει στα διάφορα είδη και κυμαίνεται από 0.1%, έως και 4.4.% σε ορισμένες περιπτώσεις.

Από τα ανόργανα συστατικά, τα κυριότερα από τα **μακροστοιχεία** είναι: **κάλιο**, **ασβέστιο**, **μαγνήσιο**, **σίδηρος**, **φώσφορος**, **θείο** και **άζωτο**. Μαζί με αυτά απαντούν και στοιχεία όπως το νάτριο, αργίλιο και πυρίτιο, που αν και δεν είναι απαραίτητα για τα φυτά, εν τούτοις απαντούν σε αυτά γιατί προσλαμβάνονται από το έδαφος. Εκτός από τα βασικά μακροστοιχεία απαραίτητα θεωρούνται και τα **μικροστοιχεία**: **χαλκός**, **μαγνήσιο**, **ψευδάργυρος**, **βόριο**, **μολυβδένιο** και **χλώριο**, που απαντούν σε ίχνη.

Η περιεκτικότητα των διαφόρων ειδών φρούτων και λαχανικών σε ανόργανα συστατικά κυμαίνεται από 60 μέχρι 600mg/100g νωπού βάρους. Τα λαχανικά γενικά είναι πλουσιότερα σε ανόργανα συστατικά από τα φρούτα.

Υψηλή περιεκτικότητα σε άζωτο συχνά συνδέεται με μειωμένη περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά, χαμηλότερη οξύτητα και αυξημένη ευαισθησία σε φυσιολογικές ανωμαλίες στα φρούτα.

Το **κάλιο** αφθονεί στα φρούτα (Πίνακας 2.6.) και εμφανίζεται κυρίως σε συνδυασμό με τα διάφορα οργανικά οξέα του κυτταρικού χυμού (Hugo, 1969). Υψηλή περιεκτικότητα σε κάλιο συχνά συνδέεται με αυξημένη οξύτητα και βελτιωμένο χρώμα των φρούτων, είναι δε μάλλον βέβαιο ότι το pH των ιστών ρυθμίζεται από την σχέση καλίου-οργανικών οξέων.

Το **ασβέστιο** είναι το δεύτερο πιο σημαντικό ανόργανο συστατικό και είναι συνδεδεμένο με τις πηκτινικές ενώσεις των κυτταρικών τοιχωμάτων, ως εκ τούτου έχει σημαντική επίδραση στην υφή των καρπών.

Υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο μειώνει τα ποσοστά παραγωγής CO<sub>2</sub> και C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, καθυστερεί την ωρίμανση, μειώνει την εμφάνιση φυσιολογικών αλλοιώσεων και παρατείνει την ζωή αποθήκευσης των μήλων και άλλων φρούτων. Ανεπάρκεια ασβεστίου έχει συνδυαστεί με πολλές φυσιολογικές αλλοιώσεις, όπως τα πικρά στίγματα στα μήλα.

Το **μαγνήσιο** αφθονεί στους χλωροπλάστες, σαν στοιχείο του μορίου της χλωροφύλλης, που είναι υπεύθυνη για την ένταση του πρασίνου χρώματος στα φρέσκα προϊόντα.

Ο **φώσφορος** είναι συστατικό των πρωτεϊνών του κυτοπλάσματος, του πυρήνα, των φωσφολιπιδίων και των νουκλεϊκών οξέων και παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό των υδατανθράκων και στην μεταφορά ενέργειας. Υψηλή περιεκτικότητα σε φώσφορο μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη οξύτητα σε κάποια φρούτα, ενώ άλλα στοιχεία επηρεάζουν το χρώμα, λόγω του συνδυασμού τους με οργανικά συστατικά.

Τα **ιχνοστοιχεία** αποτελούν συστατικά των προσθετικών ομάδων των ενζύμων των ιστών, των οποίων ο ρόλος στον μεταβολισμό των συγκομισθέντων ήδη προϊόντων είναι μεγάλης σημασίας και μπορεί να προκαλέσει αξιόλογες ποιοτικές μεταβολές και κατά την επεξεργασία που θα ακολουθήσει.

**Πίνακας 2.5. Περιεκτικότητα σε οργανικά οξέα ορισμένων φρούτων.**

Είδος φρούτου	Οργανικό οξύ (mg / 100ml χυμού)				
	Κιτρικό	Ασκορβικό	Μηλικό	Κινικό	Τρυγικό
<b>Ακτινίδιο</b>	730±92	114±6	501±42	774±57	ίχνη
<b>Αχλάδι</b>	(-)	ίχνη	371±16	220±2	
<b>Cranberry<sup>(1)</sup></b>					
Macrocarpon	1060	-	783	1070	-
Oxycoccus	1200	-	1020	680	-
<b>Δαμάσκηνο</b>	(-)	ίχνη	294±24	214±68	(-)
<b>Κεράσι</b>	(-)	ίχνη	727±20	(-)	(-)
<b>Λεμόνι*</b>	4000		170		
<b>Μανταρίνι*</b>	1220		180		
<b>Μήλο</b>	(-)	ίχνη	518±32	(-)	(-)
<b>Νεκταρίνι</b>	140±39	ίχνη	383±67	136±28	(-)
<b>Πορτοκάλι*</b> (Μέρλιν)	560		60		
<b>Ροδάκινο</b>	109±16	ίχνη	358±72	121±11	ίχνη
<b>Σταφύλι</b>	ίχνη	ίχνη	285±58	(-)	162±24
<b>Φράουλα</b>	207±35	56±4	199±26	(-)	(-)

Πηγή: Van Gorsal et al., 1992. Somogyi Laslo, «Processing Fruits: Science and Technology», 1996

<sup>(1)</sup>: Πηγή: Coppola, 1988, Somogyi, 1996.

(-) Δεν ανιχνεύεται, ίχνη (<10mg/100ml)

\* Clements (1964)

**Πίνακας 2.6. Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά ορισμένων φρούτων / 100g εδωδύμου τμήματος.<sup>(1)</sup>**

Φρούτο	Περιγραφή	Na (mg)	K (mg)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Cu (mg)	Zn (mg)	Cl (mg)	Mn (mg)	Se (μg)	I (μg)
Ακτινίδια	-	-	-	16	30	64	0.51	-	-	-	-	-	-
Αχλάδια	Σάρκα και φλοιός	3	150	11	7	13	0.2	0.06	0.1	1	ίχνη	ίχνη	1
Βερίκοκα	>>	2	270	15	11	20	0.5	0.06	0.1	3	0.1	(1)	(-)
Γκρέϊπ-φρουτ	Σάρκα	3	200	23	9	20	0.1	0.02	ίχνη	3	ίχνη	(1)	(-)
Δαμάσκηνα	Σάρκα και φλοιός	2	240	13	8	23	0.4	0.10	0.1	ίχνη	0.1	ίχνη	ίχνη
Κεράσια	>>	1	210	13	10	21	0.2	0.07	0.1	ίχνη	0.1	(1)	ίχνη
Λεμόνια	Ολόκληρα χωρίς κουκούτσια	5	150	85	12	18	0.5	0.26	0.1	5	(-)	(1)	(-)
Μανταρίνια	Σάρκα	1	120	31	8	12	0.2	0.01	0.1	1	ίχνη	(1)	(-)
Μήλα	Σάρκα και φλοιός	3	120	4	5	11	0.1	0.02	0.1	ίχνη	0.1	ίχνη	ίχνη
Μπλάκιπερρυ (Blackberry-Βατόμουρα)	-	1	170	32	-	19	0.9	-	-	-	-	-	-
Μπλούμπερρυ (Μύρτιλλα)	-	1	81	15	5 <sup>(4)</sup>	13	1.0	-	<0.1	-	-	-	-
Νεκταρίνια	Σάρκα και φλοιός	1	170	7	10	22	0.4	0.06	0.1	5	0.1	(1)	3
Πορτοκάλια	Σάρκα	5	150	47	10	21	0.1	0.05	0.1	3	ίχνη	(1)	(-)
Ράσπερρυ (Raspberry-Σμέουρα)	μαύρα κόκκινα	1 1	199 168	30 22	- 12 <sup>(3)</sup>	22 22	0.9 0.9	- 0.074 <sup>(3)</sup>	- 0.46 <sup>(3)</sup>	- -	- 1.013 <sup>(3)</sup>	- -	- -
Ριβήσια (Curtant)	μαύρα κόκκινα	3 2	372 257	60 32	- -	40 23	1.1 1.0	- 2.4	- -	- -	- -	- -	- -
Ροδάκινα	Σάρκα και φλοιός	1	160	7	9	22	0.4	0.06	0.1	ίχνη	0.1	(1)	3
Σταφύλια	Λευκά και μαύρα χωρίς κουκούτσια	2	210	13	7	18	0.3	0.12	0.1	ίχνη	0.1	(1)	1
Σύκα	-	2	194	35	-	22	0.6	-	-	-	-	-	-
Φραγκοστάφυλα <sup>(2)</sup> (Goosberry)	-	1	155	18	10 <sup>(4)</sup>	15	0.5	-	-	-	-	-	-
Φρούουλες	Ολόκληρες	6	160	16	10	24	0.4	0.07	0.1	18	0.3	ίχνη	9

<sup>(1)</sup> Πηγή: Holland et al. 1992, Arthey D. «Fruit Processing» 1996.

<sup>(2)</sup> Πηγή: ΔΕΚΑΖΟΣ ΗΛΙΑΣ 1991. Μικροί καρποί, Τόμος Α' Αθήνα.

B. K. Watt and A. L. Merrill, 1963, Composition of foods. USDA Handbook 8.

<sup>(3)</sup> Πηγή: USDA Handbook 8-9, Somogyi, 1996, <sup>(4)</sup> Πηγή: Gebhardt et al., 1982, Somogyi, 1996

### 2.1.7. Βιταμίνες

Αξιοσημείωτες διαφορές ως προς την περιεκτικότητα σε βιταμίνες έχουν παρατηρηθεί μεταξύ των διαφόρων ειδών φρούτων και των ποικιλιών τους, μια που αυτές αναπτύσσονται κάτω από διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες. Το κλίμα, το έδαφος και οι καλλιεργητικές φροντίδες επηρεάζουν τα επίπεδα των βιταμινών στα φρούτα και λαχανικά.

Τα φρούτα είναι ιδιαίτερα γνωστά σαν πηγή βιταμίνης C (ασκορβικού οξέος), αν και τα τροπικά φρούτα είναι καλύτερες πηγές βιταμινών σε σχέση με παρόμοια προϊόντα, που αναπτύσσονται σε εύκρατες περιοχές. Τα *ακτινίδια*, οι *φράουλες* και τα *φραγκοστάφυλα* είναι καλές πηγές **βιταμίνης C**, τα *εσπεριδοειδή* επίσης, ενώ τα μήλα, αχλάδια, κεράσια και δαμάσκηνα περιέχουν πολύ μικρές ποσότητες (Πίνακας 2.7.).

Ένας σημαντικός περιβαλλοντικός παράγοντας που ρυθμίζει τα επίπεδα του ασκορβικού οξέος είναι το ηλιακό φως. Όσο μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακού φωτός δέχονται οι καρποί κατά το στάδιο της ανάπτυξης, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C (Salunkhe et al., 1990). Τομάτες που αναπτύχθηκαν στην σκιά παρουσίασαν μικρότερη περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ, από αυτές που είχαν μεγαλύτερη έκθεση στο φως (Bradley, 1972).

Τα φρούτα πλεονεκτούν έναντι των λαχανικών, επειδή το ασκορβικό οξύ βρίσκεται σε όξινο περιβάλλον, (όπου είναι πιο σταθερό). Ένα προσθετό πλεονέκτημα είναι ότι τα φρούτα τρώγονται νωπά, οπότε αποφεύγεται η πιθανή απώλεια σε βιταμίνη C, που συμβαίνει κατά το μαγείρεμα (Bradley, 1972).

Το ασκορβικό οξύ είναι επίσης ευαίσθητο σε καταστροφή, όταν το φρούτο υπόκειται σε αντίξοες συνθήκες χειρισμού και αποθήκευσης. Οι απώλειες αυξάνονται από παρατεταμένη αποθήκευση, υψηλότερες θερμοκρασίες, χαμηλή σχετική υγρασία, μηχανικές βλάβες και αλλοιώσεις λόγω ψύχους.

Οι απώλειες μετά τη συγκομιδή σε βιταμίνες A και B είναι συνήθως πολύ μικρότερες από τις απώλειες σε βιταμίνη C, είναι όμως επιρρεπείς σε αποικοδόμηση σε υψηλές θερμοκρασίες παρουσία οξυγόνου.

Η **βιταμίνη A** είναι λιποδιαλυτή και δεν συναντάται τόσο πολύ στα φρούτα, αν και τα καροτινοειδή ορισμένων φρούτων μπορούν να μετατραπούν σε βιταμίνη A μέσα στον ανθρώπινο οργανισμό. Αυτές οι χρωστικές αναφέρο-