

2.1. Εισαγωγή

Το νερό αποτελεί το πιο διαδεδομένο συστατικό στα τρόφιμα. Απαντά ως εσωκυτταρικό ή και εξωκυτταρικό συστατικό σε φυτικά και ζωικά προϊόντα, ως μέσο διασποράς ή ως διαλύτης σε μεγάλη γκάμα προϊόντων ως εν διασπορά φάση σε γαλακτώματα όπως το βούτυρο και η μαργαρίνη.

Επηρεάζει ακόμη την υφή των τροφίμων, δρα ως ρυθμιστής της δραστηριότητας των πρωτεϊνών, ως σταθεροποιητής της δομής των βιοπολυμερών και ευνοεί διάφορες βιοχημικές αντιδράσεις στα τρόφιμα και τον οργανισμό του ανθρώπου. Η περιεχομένη στα τρόφιμα υγρασία κυμαίνεται μεταξύ ευρέων ορίων (**Πίνακας 2.1**), π.χ. στα φρούτα και τα κηπευτικά η περιεκτικότητα σε νερό μπορεί να υπερβεί και το 90% κ.β. του προϊόντος ενώ στα βρώσιμα φυτικά έλαια η περιεκτικότητα σε νερό είναι 0%.

Το νερό τέλος επηρεάζει την ικανότητα συντήρησης των τροφίμων αφού παίζει βασικό ρόλο στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Όσο περισσότερη υγρασία περιέχει ένα τρόφιμο, τόσο πιο ευαλλοίωτο είναι. Για τη συντήρηση των τροφίμων είναι δυνατή είτε η μερική απομάκρυνση του νερού που περιέχουν με εξάτμιση ή με συμπύκνωση (συμπυκνωμένο γάλα) είτε η πλήρης σχεδόν απομάκρυνση με αφυδάτωση (σκόνη γάλακτος, σκόνη αυγού).

Εντούτοις, η απομάκρυνση του νερού είτε υπό μορφή ατμού με κλασική εξάτμιση, είτε μέσω εξάχνωσης από τους κρυστάλλους του πάγου κάτω από συνθήκες κατάψυξης (λυσφιλίωση) έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή των αρχικών ιδιοτήτων των τροφίμων.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι η μελέτη των ιδιοτήτων και της συμπεριφοράς του νερού/πάγου στα τρόφιμα είναι κεφαλαιώδους σημασίας.

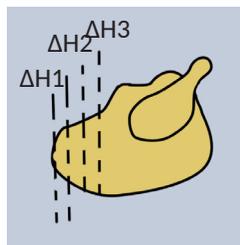
Πίνακας 2.1. Περιεκτικότητα διαφόρων τροφίμων και ποτών σε υγρασία

Προϊόν	Υγρασία %
Κηπευτικά	
μαρούλι, μπρόκολο, σπαράγγια	90-95
λάχανο, ντομάτα	85-90
καρότο, πατάτα, αρακάς	75-80
Φρούτα	
φράουλα	90-95
εσπεριδοειδή, μήλο, ροδάκινο, ανανάς	85-90
αχλάδι, κέρασι, μούρο	80-85
μπανάνα	70-75
μαρμελάδα φρούτων	25-30
αποξηραμένα φρούτα	17-20
Προϊόντα κρέατος	
ψάρι ωμό	65-80
κοτόπουλο ωμό	70-75
χοιρινό άπαχο ωμό	55-60
βοδινό ωμό	50-70
σαλάμι	28-32
Γαλακτοκομικά	
γάλα αγελάδας	87
γιαούρτι αγελάδας	85
τυρί μαλακό	50-56
τυρί σκληρό	32-39
βούτυρο	16-18
γάλα σκόνη	4-6
Δημητριακά	
ψωμί	35
αλεύρι	12
ζυμαρικά	12
ρύζι	12
Ποτά	
μπίρα	90
χυμοί φρούτων	85-90
ουϊσκι	60
Διάφορα	
μέλι	20
μαργαρίνη, καφές καβουρντισμένος	≅16

2.2. Φυσικές σταθερές του νερού και του πάγου

Οι σπουδαιότερες φυσικές σταθερές του νερού και του πάγου δίνονται συγκεντρωτικά στον **Πίνακα 2.2**. Ύστερα από σύγκριση των τιμών των σταθερών αυτών με τις αντίστοιχες τιμές παραπλήσιων σε μοριακό βάρος ενώσεων, όπως π.χ. το μεθάνιο, η αμμωνία, το υδροφθόριο, το υδρόθειο κ.ά. (**Πίνακας 2.3**) γίνεται φανερό πως το νερό έχει ασυνήθιστα υψηλές τιμές σημείου ζέσης, σημείου τήξης, επιφανειακής τάσης, διηλεκτρικής σταθεράς, θερμοχωρητικότητας καθώς και θερμότητας εξαέρωσης και εξάχνωσης, χαμηλή σχετικά τιμή πυκνότητας, ένα μέγιστο πυκνότητας στους 3,98 °C, διαστολή με τη στερεοποίηση και ιξώδες κανονικό, πράγμα παράδοξο για όλα τα πιο πάνω στοιχεία. Ακόμη έχει υψηλή τιμή θερμικής αγωγιμότητας - ο πάγος έχει τιμή θερμικής αγωγιμότητας τέσσερις φορές μεγαλύτερη από εκείνη του νερού στην ίδια θερμοκρασία. Επίσης ο πάγος έχει συντελεστή θερμικής διάχυσης εννέα φορές μεγαλύτερο από εκείνο του νερού. Αυτό σημαίνει ότι ο πάγος υφίσταται αλλαγή θερμοκρασίας πολύ πιο γρήγορα απ' ό τι το νερό (**Πίνακας 2.2**). Ειδικά οι τελευταίες διαφορές μεταξύ του πάγου και του νερού εξηγούν γιατί τα τρόφιμα καταψύχονται ευκολότερα από ότι αποψύχονται, ενώ και στις δύο περιπτώσεις η θερμοκρασιακή μεταβολή είναι η ίδια. Για την εξήγηση του τελευταίου φαινομένου ας υποθεθεί ότι ένα κομμάτι κρέας τοποθετείται στη κατάψυξη (**Σχήμα 2.1**). Η πρώτη επιφανειακή στοιβάδα υγρασίας θα μετατραπεί σε πάγο. Στη συνέχεια ο σχηματιζόμενος πάγος λόγω μεγαλύτερης θερμικής αγωγιμότητας και θερμικής διάχυσης από το νερό θα επιτρέψει σχετικά σύντομα τη μετατροπή σε πάγο της δεύτερης στοιβάδας νερού κάτω από τη πρώτη και αυτή με τη σειρά της τη τρίτη στοιβάδα κ.ο.κ. Έτσι για τη κατάψυξη και της τελευταίας εσωτερικής στοιβάδας νερού θα χρειαστεί χρόνος π.χ. 2 ώρες.

Αντίστροφα τώρα κατά την απόψυξη, η πρώτη επιφανειακή στοιβάδα πάγου θα μετατραπεί σε νερό. Αυτή η στοιβάδα λόγω της πολύ χαμηλότερης τιμής θερμικής αγωγιμότητας και θερμικής διάχυσης του νερού σε σχέση με τον πάγο θα καθυστερήσει τη μετατροπή σε νερό της δεύτερης στοιβάδας πάγου κάτω από την πρώτη και αυτή με τη σειρά της την τρίτη στοιβάδα κ.ο.κ. Έτσι για την από-

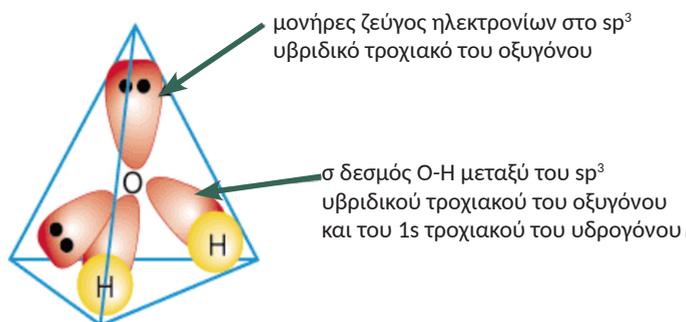


Σχήμα 2.1. Αιτιολόγηση διαφοράς στον χρόνο κατάψυξης/απόψυξης τροφίμων.

ψυξη και της τελευταίας εσωτερικής στοιβάδας πάγου θα χρειαστεί πολλαπλάσιος χρόνος π.χ. 3,5-4 ώρες.

2.3. Το μόριο του νερού

Οι ασυνήθιστες ιδιότητες του νερού μαρτυρούν την ύπαρξη ισχυρών ελκτικών δυνάμεων μεταξύ των ορίων του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία πολύπλοκων και ασυνήθιστων στερεοχημικών δομών τόσο στο νερό όσο και στον πάγο. Για τον σχηματισμό ενός μορίου H_2O δύο 1s τροχιακά του υδρογόνου πλησιάζουν τα 2 sp^3 δεσμικά τροχιακά του οξυγόνου σχηματίζοντας δύο ομοιοπολικούς δεσμούς (ενέργεια δεσμού ≈ 110 kcal/mol), έτσι ώστε το μόριο να έχει σχεδόν τετραεδρική δομή (Σχήμα 2.2).



Σχήμα 2.2. Σχηματικό μοντέλο του μορίου του νερού. Υβριδισμός sp^3 .

Πίνακας 2.2. Φυσικές σταθερές του νερού και του πάγου

Ιδιότητα	Τιμή
μοριακό βάρος	18,015
Ιδιότητες μετάπτωσης φάσεων	
σημείο τήξης (1 atm)	0,000 °C
σημείο βρασμού (1 atm)	100,000 °C
κρίσιμη θερμοκρασία	373,999 °C
κρίσιμη πίεση	22,064 Mpa (218,6 atm)
τριπλό σημείο	0,01 °C και 611,73 Pa
Ενθαλπία σύντηξης στους 0 °C	6,012 kJ (1,436 kcal/mol)
Ενθαλπία εξάτμισης στους 100 °C	40,657 kJ (9,711 kcal/mol)
Ενθαλπία εξάχνωσης στους 0 °C	50,91 kJ (12,160 kcal/mol)