

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΔΟΣΕΩΝ
«ΧΗΜΕΙΑ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ»

Α. Μπαδέκα
Αναπλ. Καθηγήτρια

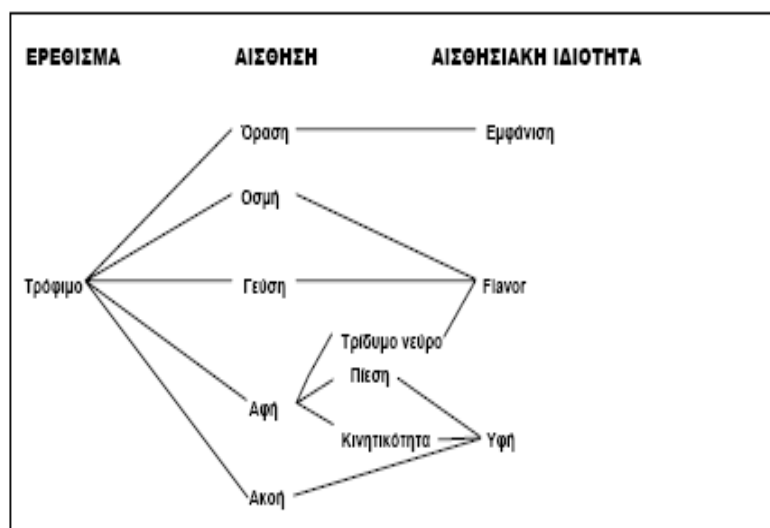
Γ' ΜΕΡΟΣ

Περιεχόμενα

ΓΕΥΣΗ - ΟΣΜΗ.....	2
ΚΡΕΑΣ.....	18
ΠΟΥΛΕΡΙΚΑ.....	26
ΘΑΛΑΣΣΙΝΑ.....	26
ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ.....	27
ΑΥΓΑ.....	28
ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΑ.....	32
ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΑ.....	43
ΕΥΦΡΑΝΤΙΚΑ.....	59
ΟΣΠΡΙΑ.....	81
ΞΗΡΟΙ ΚΑΡΠΟΙ.....	85

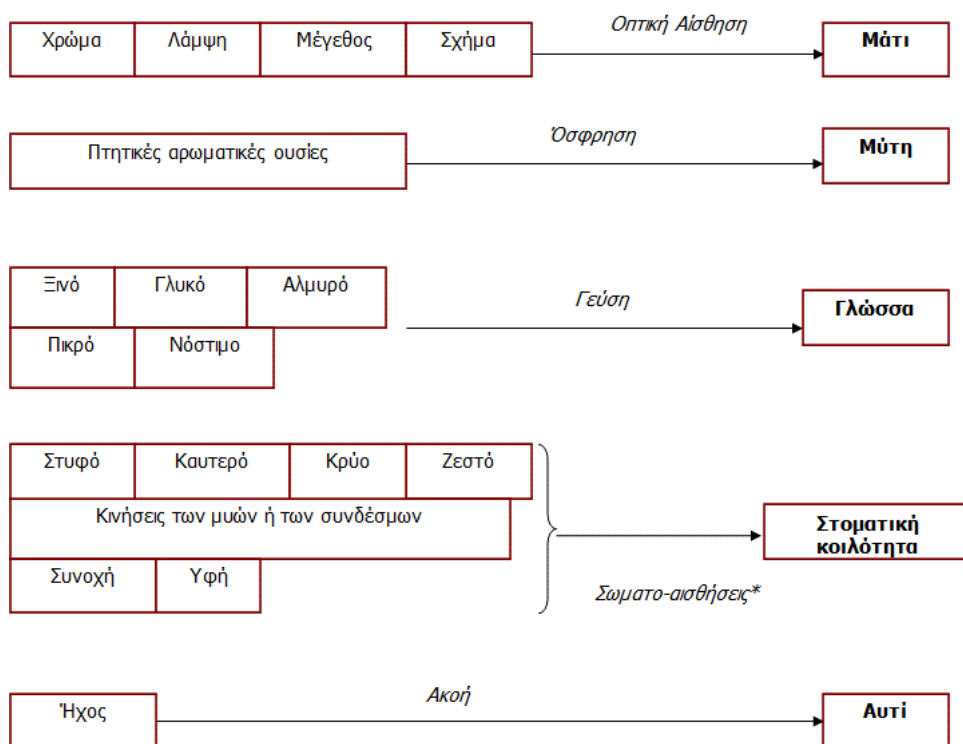
ΓΕΥΣΗ - ΟΣΜΗ

Βλέπουμε, μυρίζουμε, γευόμαστε και μυρίζουμε επιπλέον αρώματα, αισθανόμαστε την υφή του τροφίμου. Ο συνδυασμός όλων αυτών καθορίζει την ευχαρίστηση από την κατανάλωση ενός τροφίμου. Το τρόφιμο ερεθίζει τις 5 αισθήσεις μας, την όραση που καταγράφει την εμφάνιση (χρώμα, σχήμα), τη ρινική κοιλότητα η οποία καταγράφει την οσμή του τροφίμου, τη στοματική κοιλότητα τη χαρακτηριστική γεύση, την αφή η οποία χαρακτηρίζει την πίεση και κινητικότητα κατά τη μάσηση και κατ' επέκταση την υφή του τροφίμου (εύθρυπτο, σκληρό κ.α.) και τέλος την ακοή που χαρακτηρίζει την υφή (π.χ. τραγανό).



Σχέσεις των πέντε αισθήσεων με τις αισθησιακές ιδιότητες

Στο σχήμα που ακολουθεί δίνονται πιο αναλυτικά πώς συνδέονται οι αισθήσεις με τα ερεθίσματα που γίνονται αντιληπτικά κατά την οργανοληπτική εκτίμηση τροφίμων και ποτών.

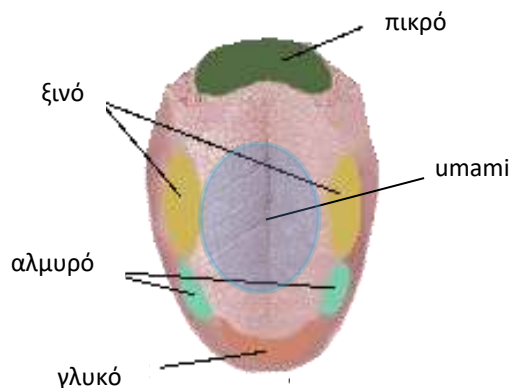


* Σωματο-αισθήσεις= η αφή καθώς και οι αισθήσεις του δυσάρεστου, του ψυχρού και του θερμού.

ΓΕΥΣΗ

Τα κύρια γευστικά ερεθίσματα είναι 5: γλυκό, ξινό, αλμυρό, πικρό και «umami» (ευχάριστο, νόστιμο). Η γεύση γίνεται αντιληπτή από τους γευστικούς κάλυκες, οι οποίοι είναι εξειδικευμένοι για ένα είδος γευστικού ερεθίσματος. Συγκεκριμένα:

- Το γλυκό γίνεται αντιληπτό στο οξύ άκρο της γλώσσας και οφείλεται στους υδατάνθρακες και συνδέονται με την ενέργεια.
- Το αλμυρό γίνεται αντιληπτικό στα 2 πλαϊνά μπροστινά μέρη της γλώσσας και οφείλεται στα ανόργανα συστατικά και τα άλατα.
- Το ξινό γίνεται αντιληπτό στα δύο πλαϊνά μετά την περιοχή του αλμυρού και οφείλεται στα οξέα. Δίνει το αίσθημα της αυξημένης προσοχής (ξίνισμα τροφίμων).
- Το πικρό γίνεται αντιληπτό στο πίσω μέρος της γλώσσας και οφείλεται κυρίως στα αλκαλοειδή. Προσοχή κίνδυνος διότι κάποιες τοξίνες κ.α. έχουν πικρή γεύση.
- Το umami (νόστιμο, ευχάριστο) βρίσκεται στο κέντρο της γλώσσας είναι ένα περίπλοκο αίσθημα και συνήθως συνδέεται με πρωτεΐνη. Ενώσεις που έχουν αυτή την «γεύση» είναι το γλουταμινικό οξύ και γλουταμινικό νάτριο.



Εκτός από τα κύρια 4 γευστικά ερεθίσματα υπάρχουν και τα δευτερεύοντα γευστικά ερεθίσματα:

- Το αλκαλικό ερέθισμα (οφείλεται στα -OH)
- Το στυφό ερέθισμα (οφείλεται στις ταννίνες)
- Το δροσιστικό ερέθισμα (οφείλεται στη μενθόλη)
- Καυστικό ερέθισμα (από τα μπαχαρικά, π.χ. το πιπέρι περιέχει την πιπερίνη, η πιπεριά περιέχει την καψαϊσίνη κ.α.)
- Μεταλλικό ερέθισμα (οφείλεται στα άλατα μετάλλων, Hg, Ag, Cu, Zn)
- Σύνθετη γεύση (γλυκό-ξινό στα φρούτα)

Χημική δομή & γεύση

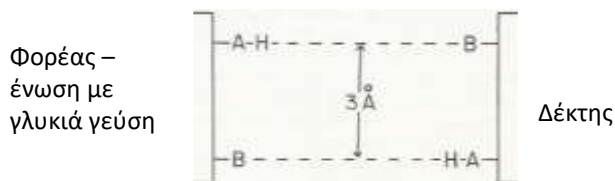
Για να προκαλέσει μία ένωση ερεθισμό σε ένα γευστικό τμήμα της γλώσσας πρέπει να έχει διαλυτότητα σε κάποιο μέσο.

- Τα οξέα έχουν ξινή γεύση.
- Το NaCl είναι αλμυρό.
- Το KBr είναι πικρό και αλμυρό.
- Το KI είναι πικρό.
- Τα σάκχαρα και συναφή έχουν γλυκιά γεύση.
- Τα αλκαλοειδή (κινίνη, πικρικό οξύ κ.α.) είναι πικρά.

ΓΛΥΚΟ

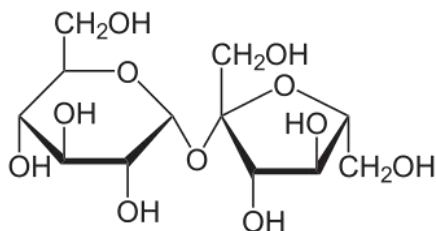
Η σημαντικότερη θεωρία είναι η θεωρία AH, B: Οι ενώσεις που είναι φορείς γλυκύτητας περιέχουν ένα ηλεκτραρνητικό άτομο A π.χ. O, N, στο οποίο είναι συνδεδεμένο με ομοιοπολικό δεσμό ένα H δίνοντας ένα AH (που παριστάνει τις ομάδες -OH, -NH₂ κ.α.). Σε

απόσταση περίπου $3\text{\AA}$ υπάρχει δεύτερο ηλεκτραρνητικό άτομο B. Αντίστοιχα υπάρχουν και στον δέκτη. Μεταξύ του H και του B (φορέα – δέκτη) σχηματίζεται δεσμός υδρογόνου

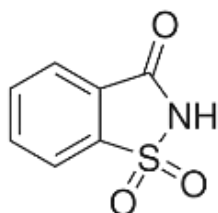


Οι ενώσεις αυτές έχουν ευχάριστο αίσθημα και οφείλονται συνήθως στην παρουσία κυρίως σακχαρών. Συνήθως συνδέονται με τις αλδεΐδες, κετόνες που περιέχουν καρβονυλική ομάδα.

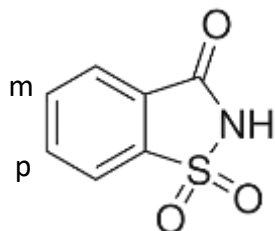
Το κατώφλι ανίχνευσης της γλυκιάς γεύσης σχετίζεται με την σουκρόζη (δείκτης 1 – 10mmol/L). Π.χ. η γαλακτόζη έχει δείκτη = 0,3.



Τεχνητό γλυκαντικό είναι η σακχαρίνη και είναι 300-400 φορές πιο γλυκιά από τη ζάχαρη όμως αφήνει πικρή, μεταλλική επίγευση.



Η αλλαγή στη χημική δομή μίας ένωσης, έστω και μικρή, επιφέρει τεράστιες αλλαγές στη γεύση.



σακχαρίνη

Σε θέση p εάν υπάρχει CH_3 ή Cl παρατηρείται ελάττωση κατά 50% στη γλυκύτητα

Σε θέση m εάν υπάρχει NO_2 τότε η γεύση γίνεται πικρή.

Σε θέση p η NH_2 γίνει γλυκιά γεύση γλυκό.

Αντικατάσταση στην αμινομάδα με $-\text{CH}_3$, $-\text{C}_2\text{H}_5$ οδηγεί σε απώλεια της γεύσης.

Η γεύση είναι διαφορετική και στα οπτικά ισομερή π.χ. **αμινοξέα**.

Αμινοξύ	L-ισομερές	D-ισομερές
Γλουταμινικό	Ακαθόριστο	Σχεδόν άγευστο
Ασπαργινικό	Άγευστο	Γλυκό
Φαινυλανίνη	Ελαφρώς πικρό	Γλυκό με πικρή επίγευση
Λευκίνη	Ελαφρώς πικρό	Πολύ γλυκό
Ισολευκίνη	Πικρό	Γλυκό
Θρυπτοφάνη	Πικρό	Πολύ γλυκό
Ιστιδίνη	Άγευστο έως πικρό	Γλυκό
Βαλίνη	Ελαφρώς γλυκό	Πολύ γλυκό
Σερίνη	Ελαφρώς γλυκό	Πολύ γλυκό
Μεθειονίνη	Άγευστο	Γλυκό

Αντίστοιχα ισχύει και για τα σάκχαρα π.χ. η L-γλυκόζη είναι ελαφρώς αλμυρή, ενώ η D-γλυκόζη είναι γλυκιά. Επιπλέον υπάρχει διαφορά και στις ανομερείς μορφές π.χ. της D-μαννόζης. Η α-μορφή είναι γλυκιά ενώ η β-μορφή πικρή.

Η αύξηση του MB των πολυσακχαριτών οδηγεί σε ελάττωση της γλυκύτητας λόγω ελάττωσης της διαλυτότητάς τους.

ΞΙΝΟ

Η ξινή γεύση είναι ιδιότητα του υδρογονοϊόντος αλλά δεν υπάρχει απλή σχέση μεταξύ της ξινής γεύσης και της συγκέντρωσης ιόντος. Η ξινή γεύση επηρεάζεται από τη φύση του οξέος, το pH, την παρουσία σακχάρων, κ.α.

Τα οργανικά οξέα στο ίδιο pH σε σχέση με τα ανόργανα έχουν πιο έντονη ξινή γεύση.

Π.χ. στο κρασί το κιτρικό οξύ είναι το πιο ξινό, δεύτερο ακολουθεί το φουμαρικό και το τρυγικό.

Ενδεικτικά οι δείκτες ξινού είναι:

- HCl – δείκτης 1 (μέγιστο)
- Τρυγικό οξύ – δείκτης 0,7
- Κιτρικό οξύ – δείκτης 0,46
- Ανθρακικό οξύ – δείκτης 0,06

ΑΛΜΥΡΟ

Το **αλμυρό** αίσθημα οφείλεται κυρίως στους ηλεκτρολύτες. Στα άλατα η γεύση εξαρτάται από τη γεύση και του ανιόντος και του κατιόντος. Πιστεύεται ότι η αλμυρή γεύση προέρχεται

κυρίως από το κατιόν ενώ τα ανιόντα μπορεί να την επηρεάσουν και ίσως να την παρεμποδίζουν. Η αύξηση στο MB ενός άλατος έχει ως συνέπεια την αύξηση της πικρότητας. Εξαίρεση αποτελούν τα άλατα του οξικού οξέος με τον μόλυβδο και το βηρύλλιο τα οποία έχουν γλυκιά γεύση.

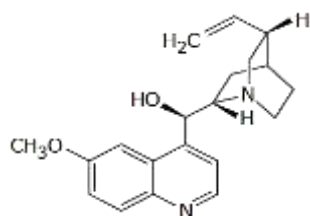
ΠΙΚΡΟ

Η γεύση του **πικρού** οφείλεται σε μία ποικιλία ανόργανων και οργανικών ουσιών. Οι πιο γνωστές ενώσεις με πικρή γεύση είναι τα αλκαλοειδή και κάποιοι γλυκοζίτες. Η «πικράδα» των ανόργανων αλάτων εξαρτάται από την ιοντική διάμετρο π.χ. $< 6,5\text{\AA}$ είναι αλμυρά (π.χ. NaCl), $> 6,5\text{\AA}$ πικρά.

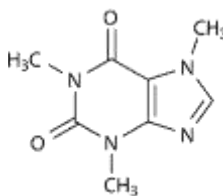
Γεύση	Άλατα			
Αλμυρό	LiCl	LiBr	LiI	NaNO ₃
	NaCl	NaBr	NaI	KNO ₃
	KCl			
Αλμυρό & πικρό	KBr	NH ₄ I		
Πικρό	CsCl	CsBr	KI	MgSO ₄
Γλυκό	Pb(CH ₃ COO) ₂		Be(CH ₃ COO) ₂	

Εκτός από τα αμινοξέα και τα ανόργανα άλατα, πικρή γεύση έχουν πεπτίδια μικρού μοριακού βάρους τα οποία σχηματίζονται κατά την ενζυμική υδρόλυση των πρωτεϊνών π.χ. λευκίνη-λευκίνη, αργινίνη-προλίνη, βαλίνη-βαλίνη-βαλίνη κ.α.

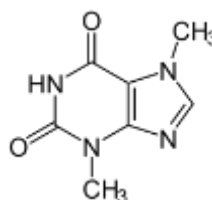
Αλκαλοειδή είναι οργανικές ενώσεις που περιέχουν άζωτο και προέρχονται από πυριδίνη, πυρρολιδίνη, κινολίνη κ.α. Η κινίνη είναι η πιο πικρή, δείκτης = 1. Άλλες χαρακτηριστικές ενώσεις με πικρή γεύση είναι η καφεΐνη και η θεοβρωμίνη.



Κινίνη

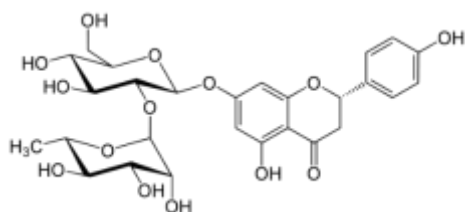


Καφεΐνη

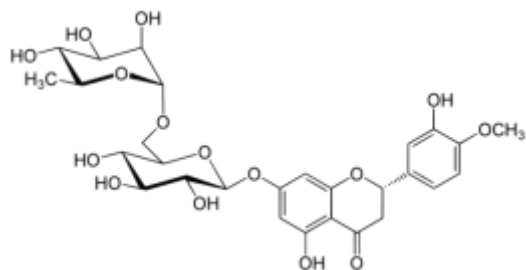


Θεοβρωμίνη

Από τους γλυκοζίτες πικρή γεύση έχουν η ναρινγκίνη και η εσπεριδίνη που απαντούν στα εσπεριδοειδή. Και οι δύο ενώσεις περιέχουν τον δισακχαρίτη (L-ραμνόζη – D-γλυκόζη) και τις αγλυκόνες που ονομάζονται ναριγκενίνη και εσπεριτίνη, αντίστοιχα, και είναι σχεδόν άγευστες.



Ναρινγκίνη



Εσπεριδίνη

Η ανθρώπινη ευαισθησία στις τέσσερις βασικές γεύσεις ακολουθεί τη σειρά: πικρό, ξινό, αλμυρό, γλυκό.

Τα κατώτατα όρια ανίχνευσης των τεσσάρων παραπάνω γεύσεων είναι:

πικρό – συγκέντρωση (κινίνη): 0,0016%

ξινό – συγκέντρωση (HCl): 0,007%

αλμυρό – συγκέντρωση (NaCl): 0,25%

γλυκό – συγκέντρωση (σακχαρόζη): 0,5%

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ

ΓΛΥΚΟ – προσδιορισμός σακχάρων, μέτρηση του δείκτη διάθλασης.

ΞΙΝΟ (οξύτητα) – πεχαμετρικά, (ογκομετρικά – μέτρηση του % ποσοστού συνολικών οξέων). Συνήθως η έκφραση της οξύτητας είναι σε g/100g προϊόντος (π.χ. κιτρικό, μηλικό, τρυγικό κτλ).

ΑΛΜΥΡΟ – παρουσία κατιόντων (NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Cu^{2+} κ.α.) που είναι συνδεδεμένα με ανιόντα (SO_4^{2-} , Cl^- , Br^- κ.α.). Το πιο συχνό είναι το NaCl, η ανάλυση των Na^+ αποτελεί μέτρο αλμυρότητας (φλογοφωτομετρικά, εκλεκτικά ηλεκτρόδια, ογκομέτρηση κ.α.).

ΠΙΚΡΟ – Η αίσθηση του πικρού είναι συνδυασμός διαφόρων ενώσεων. Πρέπει να επισημανθεί η ένωση οπότε χρησιμοποιείται κλασική χημική ανάλυση. Π.χ. οι τανίνες προσδιορίζονται μετά εκχύλιση και την αντίδρασή του με αντιδραστήριο Folin-Denis (φωσφορομολυβδαινικό νάτριο) προς σχηματισμό έγχρωμου προϊόντος και μετρείται φωτομετρικά στο μήκος κύματος $\lambda = 725\text{nm}$.

ΟΣΜΗ

Η οσμή έχει πολυπλοκότερη δράση σε σύγκριση με εκείνον της γεύσης. Οι οσμές είναι χιλιάδες διαφορετικές και η ευαισθησία του οργάνου της όσφρησης είναι έως και 10.000 πιο

μεγάλη σε σχέση με εκείνη του οργάνου της γεύσης. Γίνεται αποθήκευση των διαφόρων οσμών στον εγκέφαλο για μεγάλα χρονικά διαστήματα και από πολύ μικρή ηλικία. Θεωρείται ότι η καταγραφή των οσμών στον εγκέφαλο ξεκινά από την εμβρυακή ηλικία των ανθρώπων.

Η ικανότητα της όσφρησης επηρεάζεται από την ηλικία, τη λήψη φαρμάκων, ασθένειες κ.α., δεν επηρεάζεται από το φύλο.

Η συνολική οσμή των τροφίμων είναι συνισταμένη μεγάλου αριθμού οσμηρών ενώσεων.

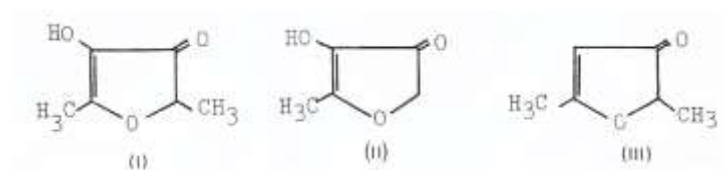
Αν και το όλο θέμα της σχέσης μεταξύ οσμής και χημικής δομής είναι αρκετά πολύπλοκο, εντούτοις υπάρχουν αρκετές ομοιότητες μεταξύ των δύο παραπάνω παραμέτρων στα διάφορα τρόφιμα. Παράλληλα όμως υπάρχουν αρκετές ενώσεις που, παρά τις διαφορές στη δομή τους, έχουν παραπλήσια οσμή. Μικρή μεταβολή στη δομή του μορίου, συνεπάγεται μεγάλη αλλαγή στην οσμή τους. Ακόμη υπάρχουν πολλές ενώσεις με παρόμοια δομή και τελείως διαφορετική οσμή.

Ακόμη υπάρχει διαφορά μεταξύ του -cis και -trans ισομερών ορισμένων ενώσεων, π.χ. της 3-εξενόλης, το -cis ισομερές της οποίας έχει οσμή κηπευτικών, ενώ το -trans ισομερές έχει την οσμή χρυσάνθεμου.

Την οσμή επηρεάζει επίσης το μήκος της αλυσίδας των ατόμων άνθρακα της οσμής, π.χ. τα κατώτερα λιπαρά οξέα βουτυρικό, καπροϊκό κ.ά. έχουν έντονη ανεπιθύμητη οσμή, ενώ τα ανώτερα λιπαρά οξέα π.χ. μυριστικό, παλμιτικό έχουν ελαφριά μόνο οσμή.

Οι πυραζίνες βρέθηκε πως είναι υπεύθυνες για το άρωμα των πράσινων πιπεριών και συγκεκριμένα η 2-μεθοξυ-2-ισοβουτυλοπυραζίνη (0,002ppb) (φρέσκια πατάτα, ωμά μπιζέλια). Η 2-μεθοξυπυραζίνη έχει έως 10^6 φορές μικρότερη ένταση οσμής. Οι πυραζίνες συμβάλλουν αποτελεσματικά στην οσμή της σοκολάτας, του κακάο και του καφέ. Μόνο στο άρωμα του καφέ απομονώθηκαν και ταυτοποιήθηκαν 24 πυραζίνες.

Άλλη κατηγορία ενώσεων που παίζουν σημαντικό ρόλο στο άρωμα των τροφίμων είναι οι φουρανόνες. Από αυτές η 4-υδροξυ-2,5-διμεθυλο-3-δεϋδροφουρανόνη (I) έχει άρωμα καραμέλας, η 4-υδροξυ-5-μεθυλο-3-δεϋδροφουρανόνη (II) άρωμα καβουρντισμένου καφέ και η 2,5-διμεθυλο-3-δεϋδροφουρανόνη (III) άρωμα φρεσκοψημένου ψωμιού.



Θεωρίες της όσφρησης

Όταν μία οσμηρή ουσία, φτάσει στο όργανο της όσφρησης (μύτη) συμβαίνει αντίδραση μεταξύ του οσμηρού μορίου και του δέκτη της όσφρησης που οδηγεί στη δημιουργία ηλεκτρικού σήματος. Το ηλεκτρικό αυτό σήμα, μέσω του νευρικού συστήματος, φτάνει στον εγκέφαλο όπου γίνεται η ταυτοποίηση της συγκεκριμένης οσμής. Ο ακριβής μηχανισμός της αντίδρασης αυτής παραμένει άγνωστος. Ο αριθμός, πάντως, των δεκτών της όσφρησης στη μύτη είναι της τάξης των 100 εκατομμυρίων. Σύμφωνα με τη θεωρία του Amoore η διάκριση των διαφορετικών οσμηρών μορίων γίνεται με βάση το μέγεθος και το σχήμα του μορίου. Οι οσμηρές αυτές ενώσεις εισχωρούν και καλύπτουν τους αντίστοιχους δέκτες της όσφρησης

όπως το κλειδί στην κλειδαριά. Σύμφωνα με τα παραπάνω οι περισσότερες οσμηρές ενώσεις κατατάσσονται σε επτά κατηγορίες βάσει των επτά πρωταρχικών οσμών:

Κύρια οσμή	Οσμηρές ενώσεις
Καμφορά (camphoraceous)	Καμφορά, πενταμεθυλαιθυλαλκοόλη
Στυφή (pungent)	Αλλυλική αλκοόλη, φορμαλδεΰδη, μυρμηκικό οξύ
Αιθερική (ethereal)	Ακετυλένιο, τετραχλωράνθρακας, χλωροφόρμιο
Ανθέων (floral)	Γερανιόλη, φαινυλαιθυλαλκοόλη, τερπένια
Μέντας (peppermint)	Μενθόλη, κυκλοεξανόνη
Μόσχου (musk)	Κυκλοδεκαεξανόνη

Χαρακτηριστικές ενώσεις αρώματος

Τρόφιμο/οσμή	Χαρακτηριστική Ένωση
Αμύγδαλο	Βενζαλδεΰδη
Μπανάνα	Οξικός ισοαμυλεστέρας
Μήλο	2-μεθυλο-βουτυρικός αιθυλεστέρας
Λεμόνι	Κιτράλη
Λάχανο	Διμεθυλοσουφλίδιο
Κρεμμύδι	1-προπυλενο-δισουλφίδιο
Μανιτάρια	1-οκτενόλη
Γαρύφαλλο	Ευγενόλη
Βούτυρο	Διακετύλιο
Σοκολάτα	5-μεθυλο-2-φαινυλο-εξενάλη
Τριαντάφυλλο	Οξικός φαινυλαιθυλεστέρας
Πορτοκάλι	Οξικός οκτυλεστέρας
Σταφυλιού	Ανθρανιλικός μεθυλεστέρας
Ρούμι	Προπιονικός ισοβουτυλεστέρας
Ανανάς	Βουτυρικός αιθυλεστέρας
Βερίκοκο	Βουτυρικός ισοαμυλεστέρας
μήλου	Βαλερικός ισοαμυλεστέρας

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΡΩΜΑΤΟΣ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

Η δημιουργία του αρώματος στα τρόφιμα οφείλεται σε διάφορες πορείες και οι κυριότερες είναι οι εξής:

1. Μη ενζυμικά – αντίδραση Maillard και καραμελλοποίηση
2. Ενζυμικά – οι κύκλοι μεταβολισμού των λιπαρών οξέων, αμινοξέων, υδατανθράκων και τερπενοειδών.
3. Ζύμωση – μικροβιακή δράση καλλιιεργειών π.χ. τυρί, αλκοολούχα ποτά κ.α.
4. Αυτοξείδωση – συνήθως ανεπιθύμητη γιατί οδηγεί σε δυσοσμίες

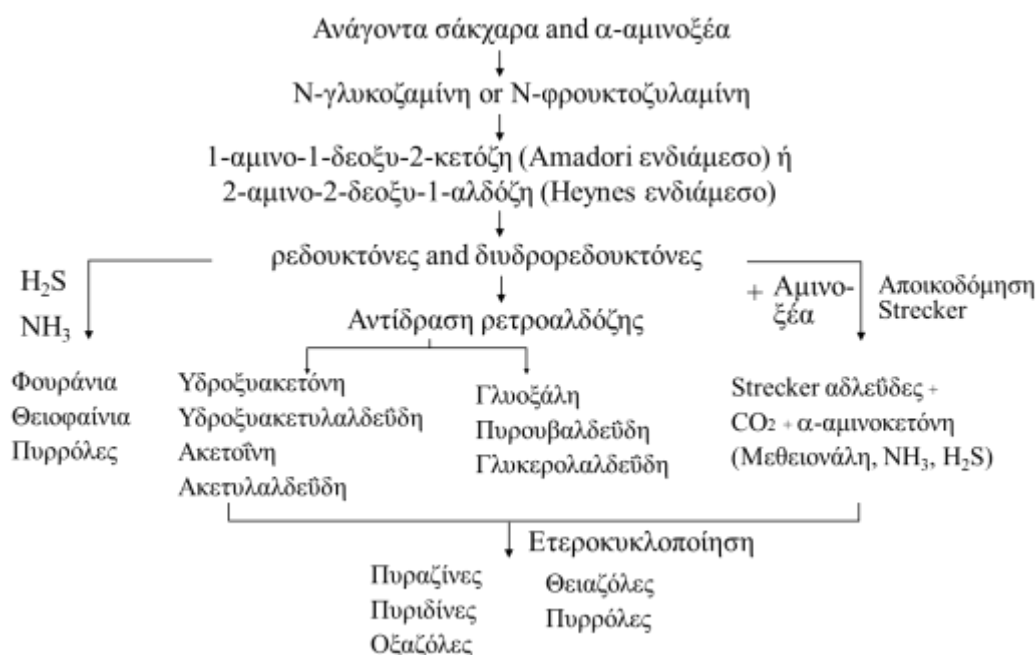
1. Αντίδραση Maillard

Η αντίδραση Maillard, η οποία λαμβάνει χώρα μεταξύ σακχάρων (αναγόντων) και αμινοξέων, είναι μεγάλης σημασίας για την ποιότητα των τροφίμων, κυρίως για τα τρόφιμα που θερμαίνονται. Δημιουργεί την αμαύρωση των τροφίμων, έχει επίδραση στη θρεπτική αξία, μπορεί να δημιουργήσει προϊόντα με τοξικότητα (σχηματισμός του ακρυλαμιδίου),

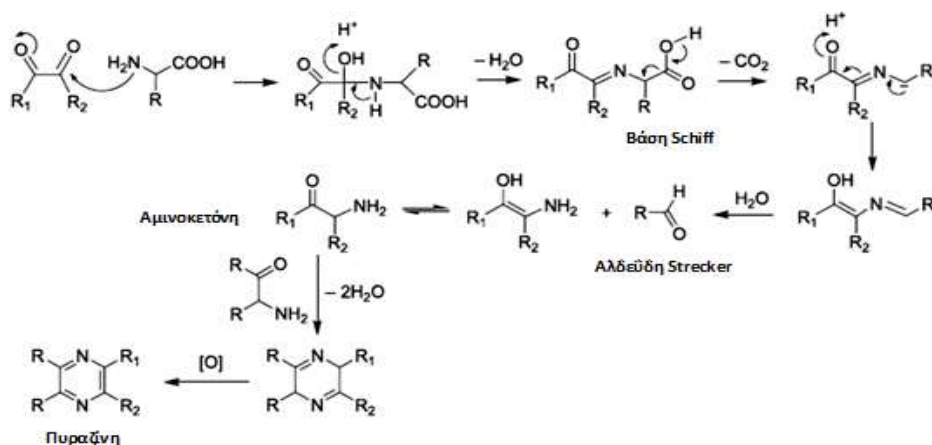
μπορεί να δημιουργήσει αντιοξειδωτικά συστατικά και επιδρά σημαντικά στο άρωμα των τροφίμων.

Τα προϊόντα Amadori και Heyns είναι ασταθή σε θερμοκρασία δωματίου. Έχουν διάφορα ταυτομερή τα οποία υφίστανται ενολοποίηση, απαμίνωση, αφυδάτωση και διάσπαση και δίνουν διάφορα προϊόντα που περιέχουν μία ή περισσότερες καρβονυλομάδες όπως φουρφουράλες, φουρανόνες, και πυρανόνες.

Το τελικό στάδιο οδηγεί σε αντιδράσεις αφυδάτωσης, θραυσματοποίησης, κυκλοποίησης και πολυμερισμού στις οποίες συμμετέχουν οι αμινομάδες εκ νέου. Οι καρβονυλικές ενώσεις αντιδρούν μεταξύ τους, με αμινομάδες και με τα προϊόντα διάσπασης των αμινοξέων (H_2S και NH_3). Σχηματίζονται ετεροκυκλικές ενώσεις όπως πυραζίνες, πυρρόλες, φουράνια, οξαζόλες, θειζόλες και θειοφαίνια.



Για τον σχηματισμό αρώματος είναι μεγάλης σημασίας η αποικοδόμηση κατά Strecker, κατά την οποία τα αμινοξέα αποικοδομούνται από τις δικαρβονυλικές ενώσεις που σχηματίζονται κατά την αντίδραση Maillard, οδηγώντας σε απαμίνωση και αποκαρβοξυλίωση του αμινοξέος.



Κάθε αμινοξύ μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία διαφορετικών ενώσεων αρώματος όπως δίνονται στο πίνακα:

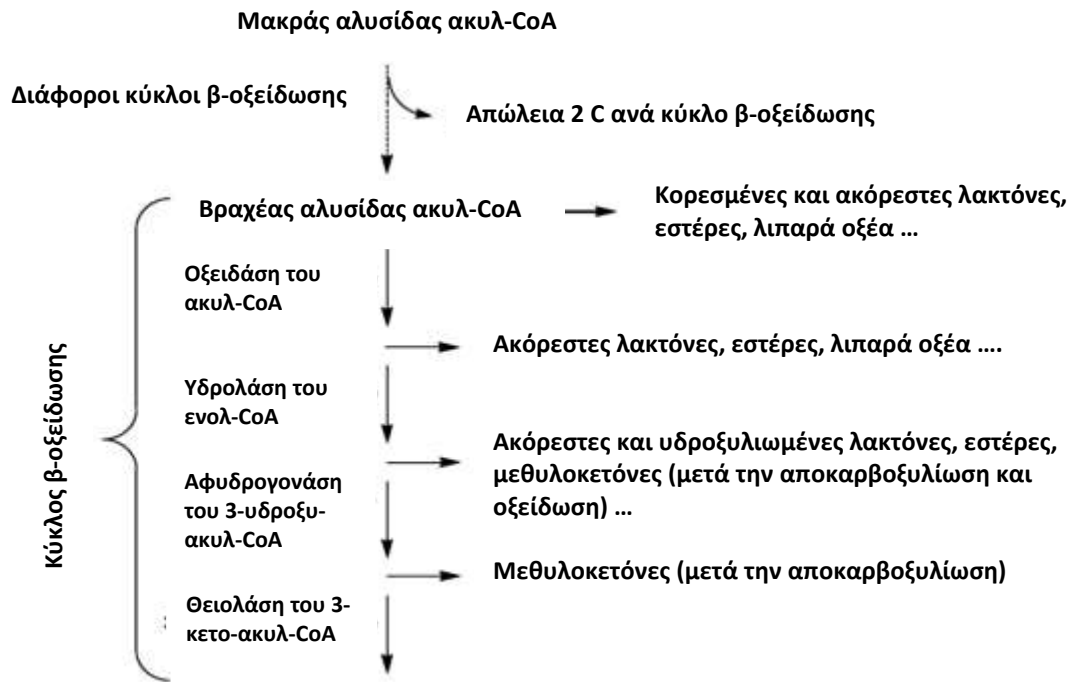
Αμινοξύ	Αλδεΐδη Strecker	Περιγραφή οσμής
Βαλίνη	1-μεθυλοπροπανάλη	Πράσινη (φρέσκια), υπερώριμου φρούτου
Λευκίνη	3-μεθυλοβουτανάλη	Φρουτώδης, ψημένου ψωμιού, βύνης
Ισολευκίνη	2-μεθυλοβουτανάλη	Φρουτώδης, γλυκιά, ψημένου
Φαινυλαλανίνη	Φαινυλακεταλδεΐδη	Πράσινη (φρέσκια), λουλουδένια, υάκινθου, ζουμπουλίου
Μεθειονίνη	Μεθειονάλη, μεθανοθειόλη, 2-προπενάλη	Αρώματα λαχανικών
Προλίνη	Πυρρολιδίνη, 1-πυρρολίνη	Ενδιάμεσα προϊόντα που προσομοιάζουν στο ψωμί
Κυστεΐνη	Μερκαπτοαλδεΐδη, ακεταλδεΐδη, υδρόθειο, αμμωνία	Ενδιάμεσα προϊόντα που προσομοιάζουν στο κρέας

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι αντιδράσεις αποικοδόμησης σακχάρων απουσία αμινομάδων (καραμελοποίηση) οδηγεί σε παρόμοια προϊόντα.

2. Αποικοδόμηση λιπαρών οξέων

Η **β-οξείδωση** είναι η κλασική βιοχημική πορεία για την αποικοδόμηση των λιπαρών οξέων η οποία λαμβάνει χώρα συνήθως στον ιστό κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης των φρούτων και λαχανικών. Δρα με το ακετυλο-συνένζυμο CoA και αποτελείται από μία αλληλουχία 4 σταδίων, παράγοντας κάθε φορά ενώσεις με 2 άτομα άνθρακα λιγότερο και ένα ακετυλο-συνένζυμο CoA. Αυτή η ακολουθία επαναλαμβάνεται αρκετές φορές έως την πλήρη διάσπαση της ένωσης. Η διάσπαση μπορεί να σταματήσει (εξαρτάται από πολλούς παράγοντες) με αποτέλεσμα τον σχηματισμό πτητικών ενώσεων με μεσαία ή μικρή αλυσίδα. Αυτοί οι μεταβολίτες μπορούν να διαφύγουν μεταξύ των κύκλων της β-οξείδωσης ή κατά την πορεία της ακολουθίας. Αυτό οδηγεί σε μια μεγάλη ποικιλία πτητικών ενώσεων όπως κορεσμένες και ακόρεστες λακτόνες, εστέρες, αλκοόλες, κετόνες και οξέα.

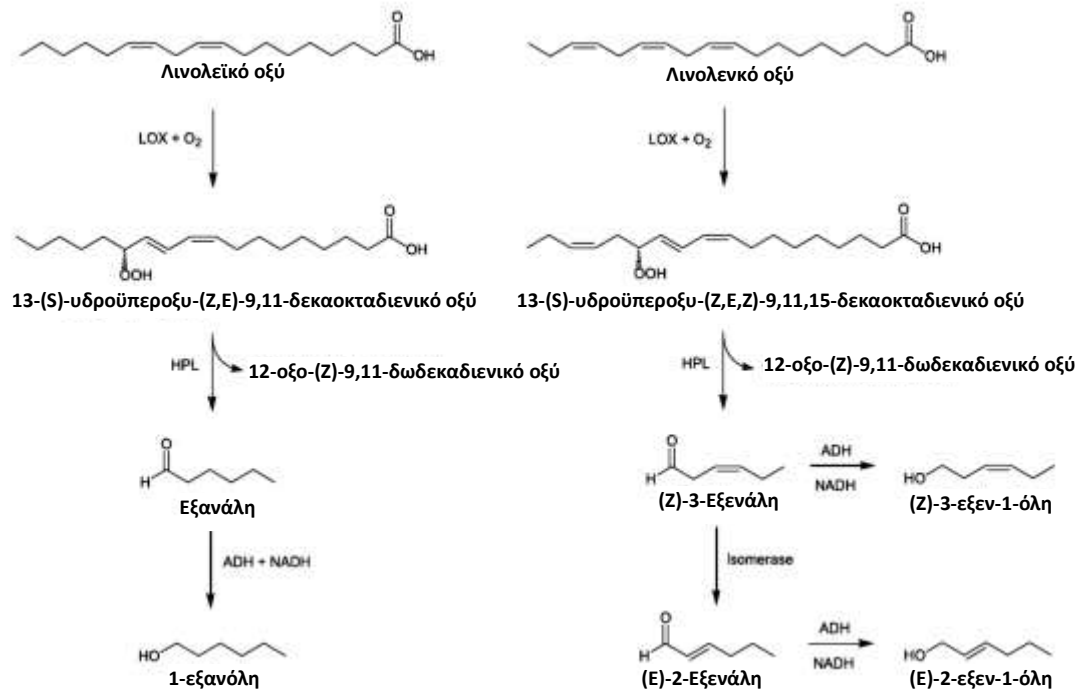
Ενζυμική αποικοδόμηση λιπαρών οξέων μέσω του κύκλου της β-οξείδωσης και δημιουργία ενώσεων αρώματος στα φρούτα και λαχανικά.



Οι πτητικές ενώσεις που παράγονται μέσω της **πορείας LOX** και της **αυτοοξειδωσης** είναι κυρίως πτητικές αλδεΐδες και αλκοόλες που είναι υπεύθυνες για την αίσθηση του φρέσκου και του πράσινου (χλόη). Αυτές οι ενώσεις παράγονται ως αντίδραση στο στρες κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης ή μετά από τραυματισμό του φυτικού ιστού.

Π.χ. το λινολεϊκό και λινολενικό οξύ μέσω της πορείας LOX παράγει αντίστοιχα, εξανάλη και *cis*-3-εξενάλη, *trans*-2-εξενάλη και στη συνέχεια οι αλδεΐδες σχηματίζουν τις αντίστοιχες αλδεΐδες (εξανόλη, *cis*-3 εξενόλης 1 και *trans*-2 εξενόλης 1). (Σχήμα 20.14). Οι παραγόμενες ενώσεις έχουν το χαρακτηριστικό άρωμα της χλόης, γρασιδιού, φρέσκου.

Όταν η συγκέντρωση αυτών των ενώσεων και κυρίως οι αλδεΐδες είναι εν δυνάμει δύσσομες ενώσεις.



Πορεία ενζυμικής αποικοδόμησης του λινολεϊκού και λινολενικού οξέος μέσω της πορείας λιποξυγονάσης (LOX) προς παραγωγή ενώσεων αρώματος με 6 άτομα άνθρακα στα φρούτα και λαχανικά οι οποίες είναι υπεύθυνες για τις πράσινες νότες του αρώματος. HPL – υπεροξειδική λυάση, ADH – αλκοολική αφυδρογονάση. NADH – ανηγμένη μορφή του δινουκλεοτιδίου νικωτιναμίδης αδενίνης. Z – cis, E – trans.

Κατά την αυτοοξειδωση παράγονται ενώσεις από την οξειδωτική αποικοδόμηση καταλυόμενη από ένζυμα προς παραγωγή υπεροξειδίων ως αρχικά προϊόντα τα οποία είναι άοσμα και στη συνέχεια σχηματίζονται αλδεΐδες και κετόνες τα οποία σε υψηλές συγκεντρώσεις δίνουν ελαττωματικά χαρακτηριστικά στα τρόφιμα, π.χ. ταγγή γεύση. Η αυτοοξειδωση του λινολεϊκού οξέος παράγει 9- και 13-υπεροξειδία. Η εξανάλη και η 2,4-δεκαδιενάλη είναι τα αρχικά προϊόντα οξειδωσης του λινολεϊκού οξέος. Η αυτοοξειδωση του λινολενικού οξέος παράγει την 2,4-επταδιενάλη ως κυρίαρχο προϊόν. Επιπλέον οξείδωση του αλδεϋδών οδηγεί στον σχηματισμό και άλλων πτητικών ενώσεων.

Καθώς ο αριθμός των διπλών δεσμών αυξάνεται, αυξάνεται αναλογικά και ο αριθμός των θέσεων οξείδωσης και προσθήκης οξυγόνου και επομένως και ο αριθμός των πιθανών πτητικών προϊόντων αποικοδόμησης.

3. Τερπένια και τερπενοειδή

Η βασική μονάδα οικοδόμησης των τερπενίων είναι η ισοπρενική ομάδα. Η ένωση 2 ή 3 τέτοιων μονάδων με τρόπο κορυφής-ουράς αυξάνει την ανθρακική αλυσίδα με χαρακτηριστική διάταξη των επιπλέον μεθυλομάδων. Έτσι σχηματίζεται μία πληθώρα μονοτερπενίων (C₁₀) και σεσκιτερπενίων (C₁₅), άκυκλων και κυκλικών κ.α.. Η διαφορά μεταξύ τερπενίων και τερπενοειδών είναι ότι τα τερπένια είναι υδρογονάνθρακες ενώ στα τερπενοειδή περιέχουν και άλλες λειτουργικές ομάδες.

- **Μονοτερπένια** ($C_{10}H_{16}$) (2 μονάδες ισοπρενίου, 10 άτομα άνθρακα) γερανιόλη (μήλο, κεράσια), λεμονένιο (εσπεριδοειδή), τερπινεόλη (κωνοφόρα)
- **Σεσκιτερπένια** ($C_{15}H_{24}$) (3 μονάδες ισοπρενίου, 15 άτομα άνθρακα) α-καριοφυλένιο (λυκίσκος), φαρνεσένιο (μήλο), φαρνεσόλη (ακακία)
- **Διτερπένια** ($C_{20}H_{32}$) (4 μονάδες ισοπρενίου, 20 άτομα άνθρακα) καφεστόλη (καφές)
- **Σεσκερτερπένια** (5 μονάδες ισοπρενίου, 25 άτομα άνθρακα) γερανυλ-φαρνεσόλη (χαμομήλι)
- **Τριτερπένια** (6 μονάδες ισοπρενίου, 30 άτομα άνθρακα) σκουαλένιο (ελαιόλαδο, φυτό σιταριού) και από αυτό προκύπτουν η λανοστερόλη και η κυκλοαρτενόλη (πρόδρομοι των στεροειδών)

Ως τερπενοειδή αναφέρονται (οι άλλοι τα εντάσσουν στα τερπένια) τα χημικώς τροποποιημένα τερπένια. Η αναδιαμόρφωση της δομής των τερπενίων μπορεί να προκύψει με οξείδωση, αναδιάταξη του ανθρακικού σκελετού κλπ. Με την ένταξη των τερπενοειδών διευρύνεται σημαντικά οι κατηγορία των τερπενικών ενώσεων και μπορεί να περιλάβει τις βιταμίνες A, D, E και K, αλκοόλες όπως η πατσουλικά αλκοόλη και ενώσεις με πολυκυκλικές δομές οι οποίες απαντώνται σχεδόν σε όλες τις κατηγορίες έμβιων όντων. Τα τερπενοειδή χρησιμοποιούνται για τις αρωματικές τους ιδιότητες (οσμή ευκάλυπτου, γεύση κανέλας, γαρύφαλλου, τζίντζερ) αλλά και για τις φαρμακευτικές τους λειτουργίες (αντινεοπλασματικά, αντιβακτηριακά).

4. Ζύμωση – ωρίμανση

Η ζύμωση είναι μία πορεία η οποία δημιουργεί διάφορα προϊόντα τροφίμων με τα οποία ο καταναλωτής έρχεται σε καθημερινή επαφή (τυριά, γιαούρτη, άρτος, οίνος, μπύρα, ζυμούμενα προϊόντα ιχθυρών και κρέατος). Το άρωμα δημιουργείται είτε από τον αρχικό μεταβολισμό των μικροοργανισμών ζύμωσης (π.χ. αλκοολούχα ποτά) είτε από την υπολειπόμενη ενζυμική δραστηριότητα μετά τη λύση των μικροβιακών κυττάρων (π.χ. ωρίμανση τυριών).

Οι μικροοργανισμοί μπορούν να παράγουν έναν μεγάλο αριθμό διαφορετικών τάξεων ενώσεων αρώματος:

Εστέρες: είναι σημαντικοί κυρίως για τα αλκοολούχα ποτά. Συνήθως δημιουργούνται ενδοκυτταρικά στους ζυμομύκητες ενζυμικά. Ο μεταβολισμός των λιπαρών στα κύτταρα των ζυμών δημιουργεί έναν μεγάλο αριθμό οξέων και αλκοολών, τα οποία σχηματίζουν εστέρες.

Οξέα: Η παραγωγή οξέων στα τρόφιμα μέσω ζύμωσης είναι πολύ σημαντική διαδικασία. Το γαλακτικό οξύ στα γαλακτοκομικά είναι ιδιαίτερης σημασίας, το οποίο είναι άοσμο αλλά έχει γεύση ξινού γάλακτος. Παράγεται κυρίως μέσω ομοζυμωτικών μικροοργανισμών (π.χ. *Lactobacillus bulgaricus*) αλλά και ετεροζυμωτικών μικροοργανισμών (π.χ. *Leuconostoc* sp.) οι οποίοι εκτός από το γαλακτικό οξύ παράγουν οξικό οξύ, αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα και άλλους μεταβολίτες. Το μηλικό οξύ των σταφυλιών, το οποίο είναι ιδιαίτερα όξινο, μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ μέσω της ζύμωσης κι έτσι «μαλακώνει» την οξύτητα του οίνου. Επιπλέον, οι μικροοργανισμοί έχουν ενεργά συστήματα λιπόλυσης και διασπούν τα τριγλυκερίδια σε μονο-, δι-γλυκερίδια, γλυκερόλη και ελεύθερα λιπαρά οξέα. Τα

τελευταία είτε ως έχουν είτε μέσω μετατροπής τους (π.χ. οξείδωση) συνεισφέρουν ιδιαίτερα στο άρωμα διαφόρων τυριών και αλλαντικών. Τέλος τα οξέα μπορούν να προέλθουν από τα αμινοξέα μέσω απαμίνωσης.

Καρβονύλια: Αυτές οι ενώσεις συνεισφέρουν ιδιαίτερα στο άρωμα των γαλακτοκομικών. Το διακετύλιο έχει άρωμα βουτύρου και παράγεται μέσω της ζύμωσης των κιτρικών στα τυριά. Στη γιαούρτη η χαρακτηριστική ένωση αρώματος είναι η ακεταλδεΐδη που έχει χαρακτηριστικό πικάντικο, πράσινο χαρακτήρα. Τα γαλακτοκομικά περιέχουν σημαντικό αριθμό α-κετο-οξέων τα οποία με αποκαρβοξυλίωση δίνουν μεθυλοκετόνες. Ένας άλλος τρόπος δημιουργίας καρβονυλικών ενώσεων παρουσία μικροοργανισμών είναι η τρανσαμίνωση και αποκαρβοξυλίωση των ελεύθερων αμινοξέων.

Αλκοόλες: Οι αλκοόλες έχουν μικρή συνεισφορά στα άρωμα των τροφίμων εκτός και εάν βρίσκονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις ή είναι ακόρεστες (π.χ. 1-οκτεν-3-όλη). Σχηματίζονται είτε μέσω της μεταβολικής πορείας των μικροοργανισμών (π.χ. αιθανόλη) ή μέσω αναγωγής των αντίστοιχων αλδεϋδών προς τις αντίστοιχες αλκοόλες. Οι ανώτερες αλκοόλες σχηματίζονται από τον μεταβολισμό των αμινοξέων ή των υδατανθράκων. Η παραγωγή τους από αμινοξέα μπορεί να συμβεί είτε με τρανσαμίνωση, αποκαρβοξυλίωση και αναγωγή ή με οξειδωτική απαμίνωση ακολουθούμενη από αποκαρβοξυλίωση και αναγωγή. Η παραγωγή τους από υδατάνθρακες ακολουθεί την τυπική οδό Embden-Meyerhof-Parnas προς πυροσταφυλικό οξύ. Δύο μόρια πυροσταφυλικού συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας ακετογαλακτικό το οποίο εισέρχεται στην πορεία βιοσύνθεσης βαλίνης-ισολευκίνης και μετατρέπεται σε α-κετο ισοβαλερικό οξύ. Στη συνέχεια, το τελευταίο, ανάγεται σε ισοβουτυρική αλκοόλη ή ισοβουτυρικό οξύ. Η διασύνδεση των πορειών μεταβολισμού έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλου αριθμού αλκολών.

Τερπένια: Τα μονοτερπένια και τα σесκίτερπένια είναι αυτά που συνεισφέρουν στο άρωμα των τροφίμων. Συνήθως δεν βρίσκονται στα προϊόντα ζύμωσης. Το πρωταρχικό ενδιαφέρον για τον μεταβολισμό των τερπενίων από μικροοργανισμούς οφείλεται στη δυνατότητα εμπορικής παραγωγής ειδικών τερπενίων μέσω ζύμωσης. Π.χ. χρησιμοποιούνται μικροοργανισμοί για την επίτευξη συγκεκριμένων μετασχηματισμών τερπενίων που μετατρέπουν άφθονα τερπένια χαμηλού κόστους σε προϊόντα υψηλής αξίας.

Λακτόνες: Οι λακτόνες συμβάλλουν σημαντικά στη γεύση πολλών τροφίμων που έχουν υποστεί ζύμωση, ιδίως τα γαλακτοκομικά προϊόντα και τα αλκοολούχα ποτά. Οι λακτόνες μπορεί να σχηματιστούν από αμινοξέα. Μια πορεία περιλαμβάνει την οξειδωτική απαμίνωση του γλουταμικού οξέος δίνει 2-οξογλουταρικό οξύ, το οποίο αποκαρβοξυλιώνεται προς 4-οξο-βουτυρικό οξύ και στη συνέχεια ανάγεται προς 4-υδροξυβουτυρικό οξύ. Η κυκλοποίηση του 4-υδροξυβουτυρικού εστέρα δίνει γ-βουτυρολακτόνη, αλκοξυ- και ακυλ-λακτόνες. Σύμφωνα με άλλη πορεία το 2-οξοβουτυρικό οξύ μετατρέπεται σε 3-υδροξυ-4,5-διμεθυλ-2(5H)-φουρανόνη. Αυτή η λακτόνη έχει το άρωμα του καμένου και έχει εντοπιστεί στο παλαιωμένο σάκε.

Πυραζίνες: Οι πυραζίνες συνδέονται γενικά με τη μη ενζυματική αμαύρωση. Ωστόσο, έχουν βρεθεί και πυραζίνες ως αποτέλεσμα μικροβιακής δράσης. Ο *Bacillus subtilis* ήταν ο πρώτος μικροοργανισμός που βρέθηκε ότι παράγει μια πυραζίνη (τετραμεθυλοπυραζίνη). Στη συνέχεια αρκετές πυραζίνες (2-ακετυλ-, διμεθυλ-, 2-μεθοξυ-3-αιθυλ-, 2,5 ή 2,6-δισαιθυλ-3-μεθυλ-, τριμεθυλ-, τετραμεθυλ- πυραζίνες) έχουν ανιχνευθεί στο παλαιωμένο τυρί. Ενώ ορισμένες από αυτές τις πυραζίνες μπορεί να σχηματιστούν μέσω της αντίδρασης Maillard

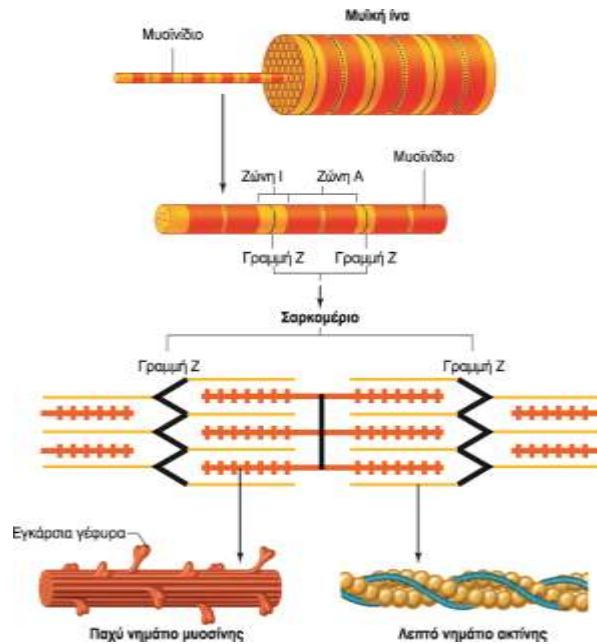
κατά τη διάρκεια της παλαίωσης του τυριού, είναι πιθανό ότι σχηματίστηκαν και μέσω μικροβιακής δράσης.

Ενώσεις θείου: Η προέλευση της πλειονότητας των ενώσεων αρώματος που περιέχουν θείο και σχηματίζονται από μικροοργανισμούς είναι το θειικό, το οποίο αρχικά ενσωματώνεται στα θειούχα αμινοξέα (L-μεθειονίνη και L-κυστεΐνη) και στο πεπτίδιο γλουταθειόνη. Αυτές οι πρόδρομες ουσίες που περιέχουν θείο μεταβολίζονται σε μια ποικιλία ενώσεων αρώματος. Η κυστεΐνη μπορεί να αντιδράσει με καρβονύλια για να δώσει ενώσεις αρώματος (π.χ. τριθειολάνια) ή να αποκαρβοξυλιωθεί για να δώσει κυστεαμίνη, να απαμινωθεί για να δώσει α-κετο-3-θειοπροπιονικό οξύ ή να αποικοδομηθεί σε ελεύθερο H_2S . Το H_2S είναι μια ένωση με έντονη οσμή αλλά αντιδρά εύκολα με καρβονύλια και ελεύθερες ρίζες προς σχηματισμό ενώσεων με ισχυρό οσμηρό χαρακτήρα (π.χ. αιθυλοσουλφίδιο, διαιθυλοδισουλφίδιο, αμυλμερκαπτάνη και 3-μεθυλο-2-βουτενοθειόλη).

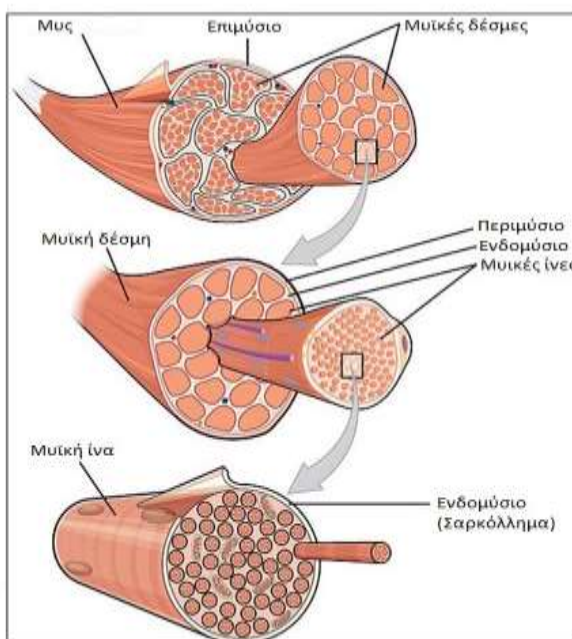
ΚΡΕΑΣ

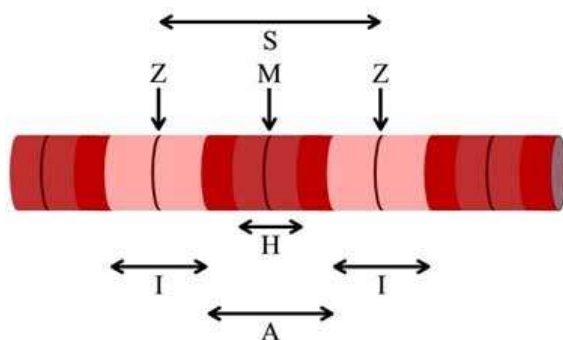
Ως κρέας αναφέρεται στα κομμάτια σφαχτών ή/και ολόκληρα σφάγια ζώων, πτηνών.

Τα κύτταρα σχηματίζουν τους ιστούς. Ο συνδυασμός διαφόρων ιστών σχηματίζουν τα όργανα των ζώων. Οι σπουδαιότεροι ιστοί είναι: ο μυϊκός, συνδετικός, επιθηλιακός, νευρικός και λιπώδης. Ιδιαίτερη σημασία έχει ο μυϊκός και λιπαρός ιστός (ανάλογες περιεκτικότητες). Ο μυϊκός ιστός αποτελείται από μυϊκές δέσμες. Κάθε δέσμη από μυϊκές ίνες, η κάθε μία αποτελείται από πολλά μυοϊνίδια. Κάθε μυοϊνίδιο αποτελείται από επαναλαμβανόμενες μονάδες τα σαρκομερή (μήκος 2-3μm). Σε κάθε σαρκομερές γραμμές διακρίνονται οι ζώνες H, Z, A και I. Μεταξύ των ζωνών Z υπάρχει η ακτίνη, μυοσίνη.



Ο μυς περιβάλλεται από το επιμύσιο. Κάθε μυϊκή δέσμη περιβάλλεται από το περιμύσιο και κάθε μυϊκή ίνα από το ενδομύσιο (σαρκόλημμα). Ο μυς συνδέεται με τα οστά μέσω των τενόντων.





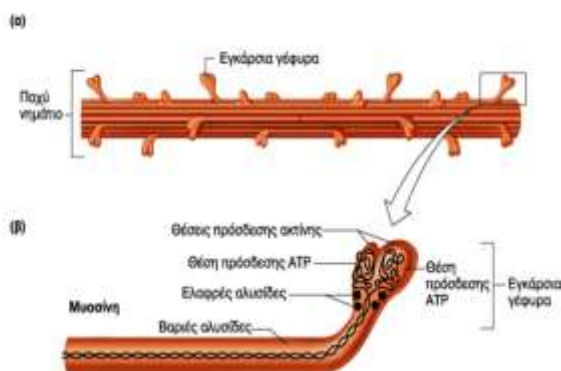
ΣΥΣΤΑΣΗ ΜΥΟΣ

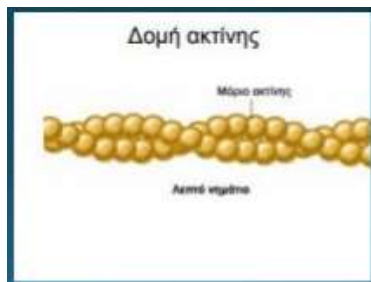
Το κύριο συστατικό είναι **το νερό** (75% κ.β.). Οι **πρωτεΐνες** (~19% κ.β.) διακρίνονται σε μυοϊνώδεις (9,5% μυοσίνη, ακτίνη, τροπομυοσίνη), σαρκοπλασματικές (6% μυογλοβίνη, αιμογλοβίνη) και του συνδετικού ιστού (3% κολλαγόνο, ελαστίνη). Το **λίπος** λυμαίνεται μεταξύ 1,5% και 13% ανάλογα με την προέλευση του μύος και αποτελείται από ουδέτερα λιπίδια, φωσφολιπίδια χοληστερόλη κ.α. Τα σημαντικότερα λιπαρά οξέα είναι τα: Ελαϊκό, παλμιτικό, στεατικό, λινελαϊκό και λινολενικό οξύ. Οι **υδατάνθρακες** (~1%) αποτελούνται από γλυκογόνο, γλυκόζη, φωσφογλυκόζη. Τα **αζωτούχα μη πρωτεϊνικά συστατικά** (1,5%) αποτελούνται από κρεατίνη, κρεατινίνη, νουκλεοτίδια ADP, ATP, πεπτίδια, καρνοσίνη κ.α. Τα πιο σημαντικά **ένζυμα** είναι πρωτεολυτικά, σακχαρολυτικά, οξειδωτικά. Στα ένζυμα οφείλεται η ωρίμανση του κρέατος. **Ανόργανα συστατικά** (1%) σε μεγαλύτερη ποσοστό τα: K, P, S, Cl, Na, και σε μικρότερη τα: Mg, Ca, Cu, Zn, Mn. Το κρέας έχει μικρά ποσοστά **βιταμινών** τα οποία ελαττώνονται με την ηλικία του ζώου.

Μυοϊνώδεις πρωτεΐνες (μυϊκής συστολής)

Οι πιο σπουδαίες είναι η Ακτίνη και η Μυοσίνη (14-30%). Η μυοσίνη αποτελείται από 2 πολυπεπτίδια και σχηματίζουν δομή α-έλικα. Το MB της είναι περίπου 470000 D. Το μακρομόριο της φέρει στην άκρη σφαιρική κεφαλή (βαριά μυοσίνη) η οποία παρουσιάζει ενζυμική δραστηριότητα (ATPάση) και αντιδρά με την ακτίνη. Η ακτίνη βρίσκεται με τη μορφή διπλού έλικα δηλαδή η ινώδης ακτίνης.

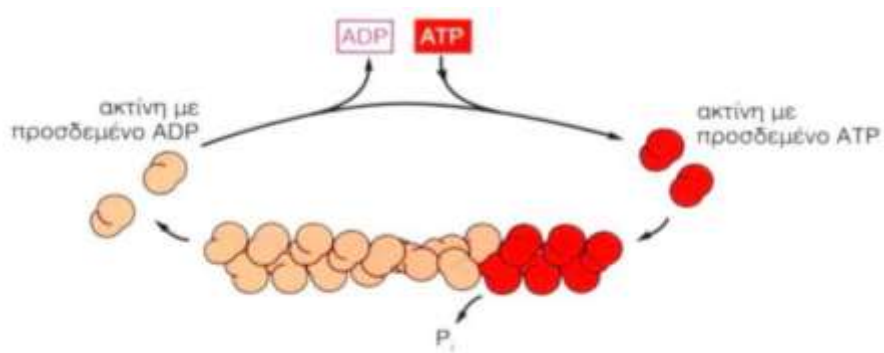
Δομή μορίου μυοσίνης





Η σφαιρική ακτίνη (μονομερές της ινώδους ακτίνης) ενώνεται σταθερά με το ATP και παρουσία ιόντων Mg^{2+} πολυμερίζεται για να δώσει F-ακτίνη και υδρόλυση του ATP προς ADP και φωσφορικό οξύ.

Όταν η ακτίνη και η μυοσίνη, σε καθαρή κατάσταση, αναμιχθούν δίνουν το σύμπλοκο της ακτομυοσίνης (μέσω σουλφυδρικών δεσμών των αμινομάδων των δύο πρωτεϊνών).



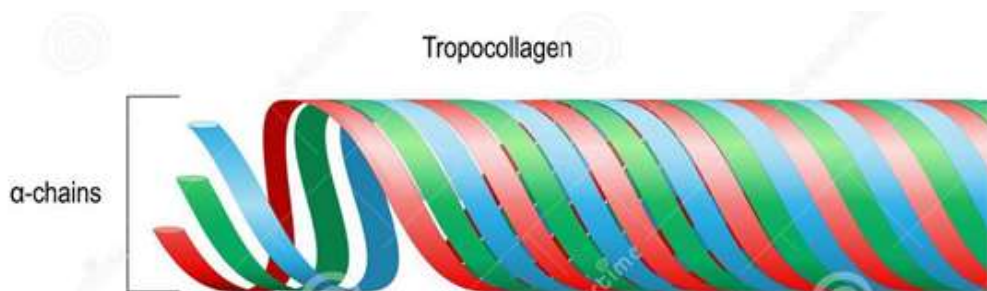
Άλλες μυοϊνώδεις πρωτεΐνες είναι η τροπομυοσίνη Β, τροπομυοσίνη Α, τροπονίνη Α, τροπονίνη Β, α-ακτινίνη και β-ακτινίνη.

Σαρκοπλασματικές πρωτεΐνες

Οι πιο σπουδαίες είναι η μυογλοβίνη και η αιμογλοβίνη στις οποίες οφείλεται το κόκκινο χρώμα του κρέατος. Άλλες πρωτεΐνες της κατηγορίας είναι διαλυτά γλυκολυτικά ένζυμα και άλλα ένζυμα όπως η κρεατινοκινάση, AMP διαμινάση.

Πρωτεΐνες συνδετικού ιστού

Κολλαγόνο. Αντιπροσωπεύει το 30-35% των πρωτεϊνών και το κύριο κλάσμα και συνεισφέρει στη σκληρότητα του μυϊκού ιστού. Αποτελείται από 3 κλάσματα, το ένα κλάσμα διαλυτό σε ουδέτερο διάλυμα άλατος, το άλλο κλάσμα διαλύεται σε οξύ και το τρίτο είναι αδιάλυτο. Η βασική μονάδα του είναι το τροποκολλαγόνο (κυλινδρική πρωτεΐνη, με μήκος 2.800Å). Αποτελείται από 3 πεπτιδικές αλυσίδες σε ελικοειδή δομή με MW περίπου 300.000D.



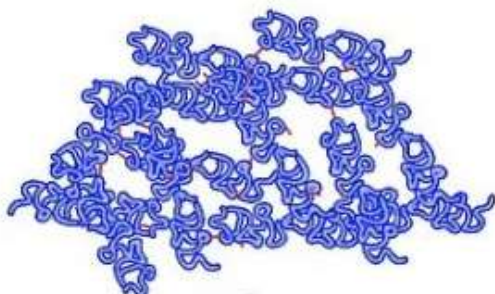
Η διαλυτότητα του κολλαγόνου ελαττώνεται καθώς οι διαμοριακοί δεσμοί στα μακρομόρια αυξάνουν.

Είναι η μόνη πρωτεΐνη που περιέχει α) μεγάλο ποσοστό υδροξυπρολίνης και β) υδροξυλυσίνης από την οξειδωτική μετατροπή της προλίνης και της λυσίνης αντίστοιχα.

Η πιο χαρακτηριστική μετατροπή του είναι ο σχηματισμός ζελατίνης: το κολλαγόνο θερμαίνεται και υδρολύονται αρκετοί ενδομοριακοί, διαμοριακοί και πεπτιδικοί δεσμοί του μακρομορίου του (μερική μετουσίωση) και έτσι σχηματίζεται η άμορφη ζελατίνη. Με ελάττωση της θερμοκρασίας γίνεται μερική ανασύνθεση.

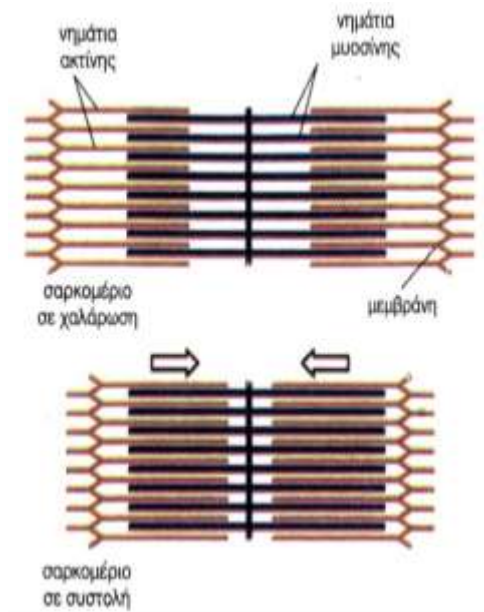
Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται κατά το μαγείρεμα του κρέατος και σε αυτό οφείλεται η ζελατινώδης όψη του προϊόντος μετά το μαγείρεμα και την ψύξη που ακολουθεί.

Ελαστίνη. Αποτελείται από ίνες που φέρουν διακλαδώσεις και παρουσιάζει μεγάλη ελαστικότητα. Συναντάται κυρίως στις αρτηρίες και λιγότερο στο μυϊκό ιστό και συγκεκριμένα μεταξύ των μυϊκών ιστών. Οι διακλαδώσεις οφείλονται στην παρουσία των αμινοξέων δεσμοσίνη και ισοδεσμοσίνη.



ΣΥΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΜΥΟΣ

Όταν ο μυς είναι σε ανάπαυση η ακτίνη και η μυοσίνη είναι χωρισμένες μέσω του συμπλόκου Mg-ATP ο οποίος δρα ως πλαστικοποιητής. Στην αρχή της συστολής του μυός ελευθερώνεται Ca^{2+} από το σαρκόπλασμα. Τα ιόντα Ca^{2+} ελευθερώνουν το ATP από το αντίστοιχο σύμπλοκο και ενεργοποιούν την βαριά μερομυοσίνη. Η τελευταία διασπά το ATP προς ADP ελευθερώνοντας ενέργεια του φωσφοροδεσμού και πλησιάζουν τα τμήματα της ακτίνης και μυοσίνης (σχηματισμός συμπλόκου ακτομυοσίνης και ελάττωση του πλάτους της ζώνης Z).



Κατά τη συστολή επαναδεσμεύονται τα ιόντα Ca^{2+} από το σαρκόπλασμα, σχηματίζεται το σύμπλοκο Mg-ATP με αποτέλεσμα να διασπάται η ακτομυοσίνη σε ακτίνη και μυοσίνη και ο μυς να χαλαρώνει.

ΤΥΠΟΙ ΜΥΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ

Η διαφορά είναι ως προς το μέγεθος, σχήμα, μήκος και χρώμα. Με βάση το χρώμα διαχωρίζονται σε κόκκινους και λευκούς με διαφορετική αποστολή στον οργανισμό. Οι κόκκινοι περιέχουν κόκκινες μυϊκές ίνες (>49%) λόγω ανεπτυγμένου αγγειακού συστήματος. Έχουν υψηλή περιεκτικότητα μυογλοβίνης, μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες οξυγόνου στα όργανα και χρησιμοποιούνται στον οξειδωτικό μεταβολισμό για μειωμένη αλλά μακροχρόνια δραστηριότητα. Αντίθετα οι λευκοί προορίζονται για έντονη αλλά βραχεία δραστηριότητα.

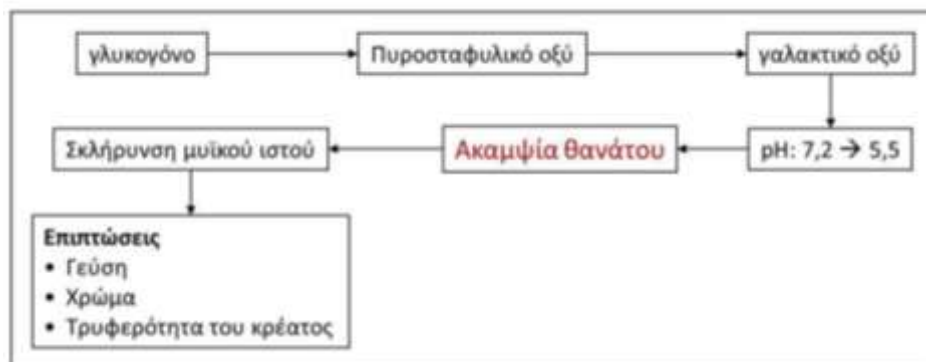
Εκτός από το μυϊκό και το συνδετικό ιστό υπάρχει και ο λιπαρός ιστός. Αυτός αποτελείται από λιπώδη κύτταρα τα οποία είναι σφαιρικά και περιέχουν λίπος με μορφή σταγόνων. Το λίπος δεν αποτελεί μέρος του ψαχνού του κρέατος, απαντάται κυρίως κάτω από το δέρμα και γύρω από τα εσωτερικά όργανα.

Ο συνδετικός ιστός περιέχει ένα ποσοστό λίπους το οποίο δεν διακρίνεται κατά την απλή θεώρηση του κρέατος. Αυτό το γεγονός καθιστά δυσκολότερη την πέψη του κρέατος γιατί περιβάλλει τις μυϊκές ίνες με ένα λεπτό ελαιώδες στρώμα ανθεκτικό στην επίδραση των πεπτικών υγρών.

ΑΚΑΜΨΙΑ ΘΑΝΑΤΟΥ

Μετά τη σφαγή αρχίζει μία σειρά πολύπλοκων φυσικών και χημικών μεταβολών στο μυϊκό ιστό για να το μετατρέψει κατάλληλο για κατανάλωση. Ο μεταβολισμός στον μυϊκό ιστό συνεχίζεται υπό αναερόβιες συνθήκες. Το γλυκογόνο διασπάται (παρουσία μικρής ποσότητας O_2) προς γαλακτικό οξύ. Το γαλακτικό οξύ ελαττώνει το pH του μυϊκού ιστού από 7,2 σε 5,5. Ταυτόχρονα ο μυς χάνει την ευκαμψία του και σκληραίνει. Αυτό το φαινόμενο

ονομάζεται ακαμψία θανάτου (rigor mortis) και έχει σοβαρές επιπτώσεις στη γεύση, το χρώμα, το χυμώδες και την τρυφερότητα του κρέατος.

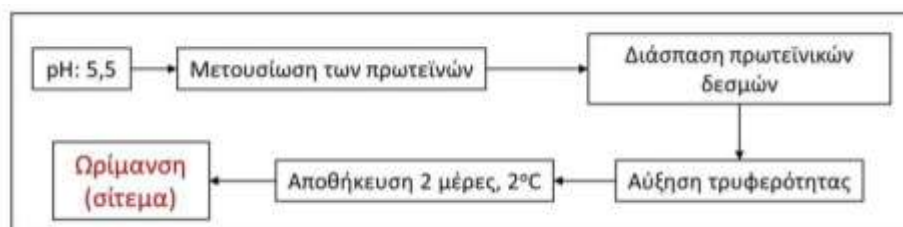


Η σκλήρυνση οφείλεται μεταξύ άλλων και στο γεγονός ότι κατά την ανωτέρω διαδικασία ελαττώνεται η παραγωγή ATP με αποτέλεσμα να ενώνονται η μυοσίνη και η ακτίνη. Έτσι παρατηρείται επιβράχυνση του μυϊκού ιστού και συνεπώς σκλήρυνση. Η επιβράχυνση του μυός εξαρτάται από το εάν υπάρχει ερεθισμός για συστολή όσο υπάρχει ακόμη αρκετή ποσότητα ATP κι έτσι παρατηρείται σημαντική επιβράχυνση του μυός. Αν το ATP έχει σχεδόν εξαντληθεί, όταν εκδηλωθεί ο ερεθισμός τότε δεν εμφανίζεται σημαντική συστολή του μυός.

Απαιτείται ειδική μέριμνα ώστε τα ζώα τη σφαγή να είναι ξεκούραστα ή μη στρεσαρισμένα ώστε ο μυϊκός ιστός να είναι σε χαλάρωση και το κρέας θα είναι τρυφερό.

ΠΑΡΕΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΘΑΝΑΤΟΥ (σίτεμα)

Το pH=5,5 (κατά την παραγωγή γαλακτικού οξέος) συμπίπτει με το ισοηλεκτρικό σημείο των περισσότερων πρωτεϊνών του μυός (pI μυοσίνης = 5,4) και οι πρωτεΐνες χάνουν τη σταθερότητά τους και μετουσιώνονται. Η μετουσίωση συνοδεύεται από μερική διάσπαση των πρωτεϊνικών δεσμών προς σχηματισμό πεπτιδίων και αμινοξέων. Οι διασπάσεις αυτές αυξάνουν την τρυφερότητα του κρέατος. Σημαντική είναι η επίδραση πρωτεολυτικών ενζύμων π.χ. θρυψίνη η οποία απουσία ATP προκαλεί αποικοδόμηση των πρωτεϊνών του συνδετικού ιστού και μυϊκού ιστού η οποία μεταφράζεται σε αύξηση της τρυφερότητας του κρέατος.



Η παρέλευση της ακαμψίας του θανάτου σε θερμοκρασία 1-3°C πραγματοποιείται σε 2 περίπου ημέρες. Η καλύτερη δυνατή γεύση και τρυφερότητα επιτυγχάνονται μετά από ωρίμανση για 2—4 εβδομάδες στους 2°C.

Χρησιμοποιούνται και διάφοροι τρυφεροποιητές. Π.χ. NaCl (2%), πρωτεολυτικά ένζυμα (παπαΐνη-παπάγια, βρωμελίνη-ανανά κ.α.). Μισή ώρα πριν τη σφαγή γίνεται ένεση στο ζώο

με διάλυμα ενζύμου 5-10%. Το ένζυμο μέσω του αίματος διασπά τις πρωτεΐνες και τρυφεροποιεί το μυϊκό ιστό.

Επίσης η τρυφεροποίηση γίνεται με χτύπημα του κρέατος, την κοπή σε κιμά, τη βραδεία κατάψυξη-απόψυξη και επανακατάψυξη (καταστροφή μυϊκών ινών) και εφαρμογή υψηλής πίεσης. Επίσης χρησιμοποιείται ο βρασμός και η εμβάπτιση σε άλμη, ξύδι, αλκοόλη (δηλαδή μαρινάρισμα).

Κατά την ωρίμανση του κρέατος επέρχονται αλλαγές στο χρώμα (μυογλοβίνη→οξυμυογλοβίνη→ μεταμυογλοβίνη).

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΡΕΑΤΟΣ

Η σύσταση και η ποιότητα του κρέατος επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες και οι πιο σημαντικοί είναι:

- Το είδος του ζώου (βοοειδές, αιγοπρόβειο, χοιρινό, κτλ.)
- Η ράτσα που επηρεάζει άμεσα το χρώμα, τη τρυφερότητα, την κατανομή λίπους στους ιστούς κ.α.
- Το φύλο του ζώου. Συνήθως τα θηλυκά ζώα δίνουν πιο τρυφερό και γευστικό κρέας.
- Η ηλικία. Μεταβάλλεται η αναλογία μυϊκού/λιπαρού ιστού με την ηλικία. Το λίπος αυξάνεται, η υγρασία ελαττώνεται και το κρέας είναι σκληρό και δύσπεπτο. Επίσης με την ηλικία ο συνδετικός ιστός αυξάνεται σε σχέση με τον μυϊκό ιστό. Δηλαδή γίνεται σύνδεση των ινών του κολλαγόνου με διακλαδώσεις κι έτσι το κρέας σκληραίνει. Επίσης το χρώμα του γίνεται πιο σκούρο με την αύξηση της ηλικίας του ζώου.
- Η διατροφή του ζώου. Διατροφή με υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο δίνει γευστικό, τρυφερό με χυμώδες κρέας.
- Ο βαθμός άσκησης του ζώου. Γενικά όταν οι μύες ασκούνται πολύ (μύες ποδιών) δίνουν σκληρό κρέας.
- Η ένταση (stress). Η ένταση πριν τη θανάτωση του ζώου δίνει σκούρο κρέας, στεγνό και σκληρό.

ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΡΕΑΤΟΣ

Θέρμανση.

Με τη θέρμανση καταστρέφονται οι μικροοργανισμοί (όλοι ή οι περισσότεροι) και αδρανοποιούνται τα ένζυμα. Επίσης οι πρωτεΐνες του ιστού υφίστανται θρόμβωση και μετουσίωση (60-80°C) και το κρέας, ανάλογα με τις συνθήκες μαγειρέματος, καθίστανται λιγότερο ή περισσότερο μαλακό. Κατά τη μετουσίωση παρατηρείται η ελάττωση της ικανότητας συγκράτησης νερού από τις πρωτεΐνες του κρέατος. Η μεγαλύτερη απώλεια στην ικανότητα συγκράτησης του νερού συμβαίνει στις θερμοκρασίες 60-80°C.

Ο συνδετικός ιστός (κολλαγόνο και ελαστίνη) μαλακώνει εάν θερμανθεί στους 65°C για ένα χρονικό διάστημα και στη συνέχεια σε υψηλότερη θερμοκρασία για αρκετό χρονικό

διάστημα. Το κολλαγόνο υδρολύεται σχηματίζει ζελατίνη και μαλακώνει το κρέας. Επίσης ο λιπαρός ιστός τήκεται και το κάνει πιο χυμώδες.

Αντίθετα σε παρατεταμένη θέρμανση (2 ώρες στους 40°C) επέρχεται σκλήρυνση των μυϊκών ινών γιατί ελαττώνεται η διαλυτότητα των πρωτεϊνών. Γι αυτό τα κομμάτια κρέατος που περιέχουν μεγάλες ποσότητες συνδετικού ιστού και μικρές ποσότητες μυϊκών ινών πρέπει να ψήνονται σε παρατεταμένη θέρμανση παρουσία νερού. Αντίθετα, κομμάτια που περιέχουν λίγο συνδετικό ιστό (π.χ. μπριζόλες) πρέπει να ψήνονται σε υψηλές θερμοκρασίες για σύντομο χρονικό διάστημα (περιορισμός σκλήρυνσης).

Κατά τη θέρμανση αλλάζει και το χρώμα του κρέατος. Μετουσίωση της μυογλοβίνης με αποτέλεσμα την απελευθέρωση της αίμης η οποία εύκολα οξειδώνεται προς τη χρωστική αιμίνη (καφέ χρώμα).

Κατά το μαγείρεμα αναπτύσσεται και το άρωμα του κρέατος (αντίδραση Maillard και θερμική αποικοδόμηση λιπαρών).

Η θρεπτική αξία κατά το ψήσιμο ελαττώνεται λόγω σημαντικής απώλειας βιταμινών και κυρίως της θειαμίνης.

Ψύξη.

Η ψύξη συντηρεί το μυϊκό ιστό γιατί παρεμποδίζει την ανάπτυξη μικροοργανισμών και επιβραδύνει τις χημικές και ενζυμικές αντιδράσεις. Κατά την ψύξη πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην υγρασία του προϊόντος. Μικρή απώλεια υγρασίας επιφανειακά είναι επιθυμητή. Μεγάλες απώλειες υγρασίας πρέπει να αποφεύγονται γιατί σκληραίνει το προϊόν και οξειδώνεται η μυογλοβίνη προς μεταμυγλοβίνη (καφέ χρώμα).

Κατάψυξη.

Κατά την κατάψυξη σχηματίζονται οι πρώτοι κρύσταλλοι και αυξάνεται η συγκέντρωση αλάτων στο μυϊκό ιστό. Αυτή η αύξηση των αλάτων και σε συνδυασμό με την πιθανή μεταβολή του pH γίνεται μετουσίωση των πρωτεϊνών. Η μετουσίωση, όπως έχει αναφερθεί, προκαλεί ελάττωση την ικανότητα συγκράτησης του νερού του προϊόντος κι έτσι παρατηρείται μεγάλη απώλεια υγρών κατά την απόψυξη. Οι λιπάσες και φωσφολιπάσες ελευθερώνουν τα λιπαρά οξέα από το λίπος τα οποία οξειδώνονται. Η πιθανότητα αυτής της οξείδωσης αυξάνεται με αύξηση του χρόνου παραμονής στην κατάψυξη.

Χημικά συντηρητικά.

Κυρίως χρησιμοποιούνται τα NaCl, NaNO₂, NaNO₃. Λόγω της αύξησης της ωσμωτικής πίεσης παρουσία του παρεμποδίζει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Η προσθήκη NaNO₂ παράγει το γνωστό ροζ χρώμα που οφείλεται τη νιτροδομυογλοβίνη (NoMb). Η NoMb είναι ασταθής αλλά με τη θέρμανση σχηματίζει τη σταθερή ένωση νιτροδομυο-χρωματογόνο (DNOMb).

Συσκευασία.

Είναι συμπληρωματική μέθοδος συντήρησης του κρέατος. Το φρέσκο κρέας χρειάζεται το οξυγόνο για να μην αλλάξει το χρώμα του (συσκευασία σχετικά διαπερατή στο οξυγόνο). Συσκευασία σε πλαστικό ή μεταλλικό περιέκτη ανάλογα με τις ανάγκες συντήρησης.

ΠΟΥΛΕΡΙΚΑ

Για τη διατροφή του ανθρώπου χρησιμοποιούνται το κοτόπουλο, γαλοπούλα, πάπια κτλ. Τα πουλερικά εκτρέφονται και για το κρέας και για τα αυγά τους. Το κοτόπουλο μπορεί να φτάσει σε 8 εβδομάδες τα 2kg. Πιο φτηνό από το κρέας του μοσχαριού λόγω της μικρότερης ποσότητας τροφής για την πλήρη ανάπτυξή τους.

Η μέση σύσταση του ωμού κρέατος των πουλερικών είναι: Νερό – 64%, Πρωτεΐνη – 32%, Λίπος – 3,5%. Στην επιδερμίδα τους βρίσκονται βιταμίνες και ανόργανα συστατικά. Η πρωτεΐνη τους είναι παραπλήσιας Β.Α. με αυτή των θηλαστικών, ενώ το λίπος τους περιέχει μεγαλύτερο ποσοστό ακόρεστων λιπαρών οξέων.

Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά των μαγειρεμένων πουλερικών είναι η τρυφερότητα, το χυμώδες και η ευχάριστη ξεχωριστή γεύση τους. Η τρυφερότητα εξαρτάται από γενετικούς παράγοντες (είδος, ηλικία, φύλο) αλλά κυρίως από τις συνθήκες κατεργασίας.

Λόγω της ακαμψίας θανάτου πρέπει να παραμείνουν τα σφάγια κοτόπουλων 24 ώρες στους 4°C και των γαλόπουλων 12 ώρες στους 4°C. Ήπια μέθοδος αποπτέρωσης δίνει τρυφερό κρέας. Το χυμώδες των πουλερικών εξαρτάται από τις συνθήκες αποθήκευσης τους: πρέπει να αποφεύγονται υψηλές θερμοκρασίες, περιβάλλοντα με υψηλή σχετική υγρασία και μεγάλοι χρόνοι αποθήκευσης.

Η χαρακτηριστική γεύση τους αναπτύσσεται κατά το σωστό μαγείρεμα. Η οσμή ψαριού που συχνά εμφανίζουν τα πουλερικά μπορεί να αποφευχθεί με την κατάλληλη διατροφή τους. Το H_2S και η NH_3 και καρβονυλικές ενώσεις δίνουν το χαρακτηριστικό άρωμα στο κοτόπουλο.

Η συνηθισμένη κατεργασία για τα πουλερικά περιλαμβάνει τη σφαγή, την αφαίμαξη, τη θέρμανση στους 71-81°C για 1min, τη μηχανική αποπτέρωση (μάδημα), τον τεμαχισμό, τη συσκευασία και την ψύξη ή κατάψυξη. Προσοχή πρέπει να δίνεται στη θερμική κατεργασία τους (θερμοκρασία και χρόνος) γιατί σκληραίνει εύκολα το κρέας τους. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην ψύξη, κατάψυξη και απόψυξη, δηλαδή να τηρούνται σχολαστικά οι προδιαγραφές.

Τέλος ο χρόνος μαγειρέματος επηρεάζει την τρυφερότητα των πουλερικών κυρίως των ηλικιωμένων το οποίο περιέχει υψηλά ποσοστά συνδετικού ιστού. Απαιτείται παρατεταμένη θέρμανση για τη μετατροπή του κολλαγόνου σε ζελατίνη. Στα νεαρά πουλερικά απαιτείται μικρός χρόνος γιατί επηρεάζεται το χυμώδες των ιστών τους.

Συνήθως προστίθεται ενισχυτές γεύσης, όπως το όξινο γλουταμινικό νάτριο.

Τα παραπροϊόντα της σφαγής (φτερά, αίμα, εντόσθια, κεφάλια) χρησιμοποιούνται για την παραγωγή λίπους και πτηνάλευρων. Τα βρώσιμα παραπροϊόντα (συκώτι, καρδιά κ.α.) συσκευάζονται χωριστά.

ΘΑΛΑΣΣΙΝΑ

Ψάρια θαλάσσης, γλυκού νερού, οστρακοειδή (αστακός, καβούρια, καραβίδες, γαρίδες) και μαλάκια (καλαμάρι, σουπιά, χταπόδι κ.α.). Η σύστασή τους αποτελείται από νερό = 66-84°C, πρωτεΐνες = 15-24%, λίπος = 0,1-22% και άλλα = 0,8-2%. Είναι πλούσια πηγή των Α, Β και D. Η χημική σύσταση επηρεάζεται από τη διατροφή, μέγεθος, ηλικία, εποχή, τοποθεσία κτλ. Τα

θαλασσινά κατηγοριοποιούνται στις κάτωθι κατηγορίες ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε λίπος και πρωτεΐνη:

- Χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος (<5%), υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (15-20%) π.χ. μπακαλιάρος.
- Μέτρια περιεκτικότητα σε λίπος (5-15%), υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (15-20%) π.χ. σολομός.
- Υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος (>15%), χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (<15%) π.χ. πέστροφα.
- Χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος (<5%), πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (>20%) π.χ. τόννος.
- Χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος (<5%), χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (<15%) π.χ. στρείδια, μύδια.

Από τις μυοϊνώδεις πρωτεΐνες βασικό ρόλο παίζουν η ακτίνη, μυοσίνη και κατά δεύτερο λόγο οι τροπομυοσίνες. Η αναλογία μυοσίνης/ακτίνης είναι από 2/1 έως 4/1 δηλαδή παραπλήσια των θηλαστικών. Το κολλαγόνο των θαλασσινών περιέχει μικρότερο ποσοστό προλίνης και υδροξυπρολίνης και μεγαλύτερο ποσοστό σερίνης και θρεονίνης. Είναι μεγάλης βιολογικής αξίας και είναι πιο εύπεπτες σε σύγκριση με αυτές των θηλαστικών. Το λίπος τους περιέχει λιπαρά οξέα, εκτός των αντίστοιχων των θηλαστικών, και επιπλέον κορεσμένα και ακόρεστα λιπαρά οξέα με 20, 22, 24 και 25 άτομα C.

Η ακαμψία εμφανίζεται και στα ψάρια. Αρχίζει 1-7 ώρες μετά τον θάνατο. Επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, τη διατροφή, τον χρόνο μεταξύ θανάτου και κατάψυξης κ.α. Το pH φτάνει έως το 6,2 (έναντι του 5,5 στα θηλαστικά) για αυτό είναι πιο ευαλλοίωτα από το κρέας. Επίσης περιέχουν υψηλότερο ποσοστό νερού. Τα ανωτέρω ευνοούν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.

Η υφή τους είναι πιο μαλακή σε σύγκριση με αυτή των θηλαστικών. Η γεύση και η υφή είναι καλύτερη στα τηγανισμένα ψάρια έναντι των βρασμένων και των ψημένων. Η καλύτερη γεύση και υφή λαμβάνεται κατά την επεξεργασία τους στους 80-85°C.

ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ

Απαντά στο χώμα, νερό, ιστούς φυτών και ζώων. Η συγκέντρωσή του στο νερό κυμαίνεται από 0,03 έως 2,0ppb (w/w). Τα φυτά και ζώα συσσωρεύουν τον Hg γιατί δεν μπορεί να αποβληθεί μέσω του μεταβολισμού. Ψάρια μεγάλου μεγέθους και ηλικίας μπορεί να περιέχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση Hg. Σε δείγματα ξιφία ανιχνεύθηκαν ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις (>1 ppm). Στις ΗΠΑ ορίστηκε ανώτατο όριο ανίχνευσης Hg στα ψάρια τα 0,5ppm.

ΟΣΤΡΑΚΟΕΙΔΗ

Ο κυριότερος εκπρόσωπος η γαρίδα (είναι πολύ οικονομική). Μετά την αλίευσή τους ακολουθεί γρήγορη κατάψυξη κι έτσι να γίνει διατήρηση της ποιότητάς τους. (Ιδιαίτερα ευαλλοίωτο προϊόν με pH=7,2).

Στρείδια, μύδια (βυθός ή ακτές): είτε ως έχουν είτε απομάκρυνση του ζωντανού περιεχομένου και συσκευασία.

Ότι δεν χρησιμοποιείται αλέθεται και το προϊόν αφυδατώνεται προς παραγωγή ιχθυαλεύρων τα οποία χρησιμοποιούνται για τροφή ψαριών και πουλερικών.

Με εκχύλιση του λίπους μπορεί να ληφθεί συμπύκνωμα πρωτεΐνης ψαριών και να ενταχθεί στη διατροφή ανθρώπου.

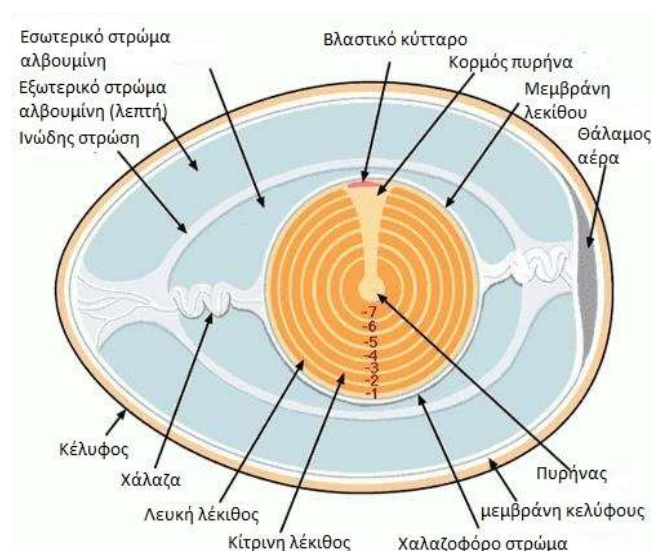
ΑΥΓΑ

Για τη διατροφή του ανθρώπου χρησιμοποιούνται συνήθως τα αυγά όρνιθας και ορισμένων ψαριών (π.χ. χαβιάρι, ταραμάς κ.α.). Τα αυγά μοιάζουν στη σύσταση με το γάλα (παρέχουν τα απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη). Η διαφορά τους είναι ότι το γάλα περιέχει τα συστατικά για την ανάπτυξη των νεογνών ενώ τα αυγά περιέχουν τα συστατικά για την εκκόλαψη των νεοσσών. Και τα δύο είναι πλούσια σε πρωτεΐνες & λίπος όμως διαφέρουν ως προς την περιεκτικότητα στους υδατάνθρακες (π.χ. το γάλα περιέχει λακτόζη, ενώ τα αυγά περιέχουν ίχνη αυτής). Τα αυγά περιέχουν σημαντικά ποσά ανόργανων αλάτων και σιδήρου, λίγο ασβέστιο, βιταμίνη Α, Β, D, ενώ ίχνη βιταμίνης C.

Ενδιαφέρον έχει ο κρόκος (λέκιθος) λόγω της περιεκτικότητας σε θρεπτικά συστατικά για τους νεοσσούς (και για τα παιδιά).

Το λευκό (η αλβουμίνη) βρίσκει εφαρμογές στη μαγειρική, ζαχαροπλαστική, διαύγαση κρασιών κτλ.

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ-ΣΥΣΤΑΣΗ



Ο **κρόκος** είναι σχεδόν σφαιρικός περιβάλλεται από στρώμα λευκής λεκίθου επεκτείνεται προς το κέντρο και σχηματίζει στο κέντρο λευκό πυρήνα. Ο λευκός πυρήνας περιβάλλεται από ομόκεντρα στρώματα (εναλλάξ) κίτρινης και λευκής λεκίθου. Πήζει στους 75-80°C μη αντιστρεπτά. Έχει ελαφρά όξινη αντίδραση, pH=6.

Αποτελείται από: Νερό (45-51%), πρωτεΐνες (16-17%), λίπος (31-36%), τέφρα (1,3%), υδατάνθρακες (0,2-1,1%), A, D, B₁, B₂, λεκιθίνη, χοληστερόλη, ένζυμα.

Το χρώμα του οφείλεται στη λουτεΐνη και ζεαξανθίνη (καροτενοειδή από τη διατροφή), μίγμα καροτενίου α και β, ωοφλαβίνη, ξανθοφύλλη. Πιο κίτρινο → προβιταμίνες A.

Το **λευκό (ασπράδι)** με τους χάλαζες συγκρατεί τον κρόκο στο κέντρο. Έχει αλκαλική αντίδραση pH=7,9.

Περιέχει: Νερό (85-90%), αλβουμίνες 912%), λίπος (0,25%), τέφρα (0,6%), γλυκόζη (0,7%), λεκιθίνη, χοληστερόλη, B₂, ένζυμα (λυσοζύμη).

Το **κέλυφος** αποτελείται από ανόργανες ουσίες (94,5%), ανθρακικό ασβέστιο, φωσφορικό μαγνήσιο, φωσφορικό ασβέστιο κτλ. διαποτισμένες με οργανική ουσία (κυρίως κολλαγόνο 4%) και νερό = 1,5%. Είναι διαπερατό από τους υδρατμούς, τον αέρα, το CO₂ και είναι σχετικά ανθεκτικό στις προσβολές από μικροοργανισμούς.

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ

Μετά τη γέννηση δεν υπάρχει αεροθάλαμος, καθώς ψύχεται το περιεχόμενο συρρικνώνεται, εισέρχεται αέρας από το κέλυφος κι έτσι δημιουργείται ο θάλαμος αέρα. Το μέγεθος του θαλάμου αυξάνεται καθώς εξατμίζεται το νερό και αντικαθίσταται από αέρα. Παράλληλα με την απώλεια υγρασίας μετακινείται το νερό από το λευκό προς τον κρόκο με αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του κρόκου, τη μείωση ιξώδους και την εξασθένιση της μεμβράνης που τον περιβάλλει. Όταν η αποθήκευση γίνεται σε υψηλές θερμοκρασίες για μεγάλα διαστήματα τότε οι κρόκοι γίνονται πλαδαροί και διαρρέουν. Παράλληλα το λευκό γίνεται λεπτόρευστο (δράση πρωτεολυτικών ενζύμων).

Επίσης παρατηρείται απώλεια του CO₂ με συνέπεια την αύξηση του pH. Σε διάστημα 3 ημερών μπορεί το pH να αυξηθεί από 7,9 σε 9,3 ίσως και περισσότερο. Η αύξηση της αλκαλικότητας τα καθιστά πιο ανθεκτικά στους μικροοργανισμούς αλλά μεταβάλλει τις φυσικοχημικές ιδιότητές τους.

Κατά τη διατήρηση των αυγών αναπτύσσεται η χαρακτηριστική οσμή και γεύση των παλαιών αυγών. Για καλύτερη συντήρηση απαιτείται ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας (αυξημένη), το περιβάλλον σε CO₂, καθώς και καθαρή ατμόσφαιρα χωρίς έντονες ανεπιθύμητες οσμές λόγω της ικανότητας απορρόφησής τους από το κέλυφος.

Μπορεί να γίνει επιμόλυνση από μικροοργανισμούς μέσω του πορώδους κελύφους λόγω του ότι μπορεί να είναι βρώμικο κέλυφος ή μη καλός καθαρισμός αυτού. Αν οι μικροοργανισμοί εισέλθουν η μεμβράνη κελύφους έχει αλκαλικό περιβάλλον, λόγω της λυσοζύμης η οποία έχει βακτηριοκτόνα δράση. Όμως εάν υπάρχει υπερβολική μόλυνση τότε οι μικροοργανισμοί υπερνικούν τους αμυντικούς μηχανισμούς κι έτσι αλλοιώνουν το αυγό.

Οι σπουδαιότεροι από τους αλλοιογόνους μικροοργανισμούς ανήκουν στα είδη:

- *Pseudomonas*: προκαλούν σήψη και δυσσομία αυγών.
- *Sporotrichum*: σήψη κρόκου.
- *Cladosporium*: μαύρες κηλίδες και γρήγορη αλλοίωση του κρόκου.

- Proteus: σήψη αυγών και τη δημιουργία αερίων.
- Coliform (κολοβακτηριοειδή): δημιουργία οσμής ψαριού.

Επίσης ασθένειες πουλερικών μπορεί να προκαλέσουν τροφική δηλητηρίαση. Π.χ. σαλμονέλλωση από τις σαλμονέλες (παθογόνοι μικροοργανισμοί).

Για τη σωστή συντήρηση των αυγών εκτός του ότι θα πρέπει να επικρατούν υγιεινές συνθήκες στα πτηνοτροφεία για να μη μολυνθεί το κέλυφος θα πρέπει επιπλέον:

- Να αποφεύγεται το πλύσιμο μόνο με νερό.
- Τα αλλοιωμένα αυγά δεν πρέπει να αποθηκεύονται με τα φρέσκα.
- Διατήρηση με κατάλληλη ψύξη ή ξήρανση ή κατάψυξη.

Διατήρηση με ψύξη

Η σπουδαιότερη μέθοδος διατήρησης είναι η αποθήκευση υπό ψύξη. Χρησιμοποιούνται ομοιόμορφα ψυχόμενοι θάλαμοι με θερμοκρασία λίγο πάνω από το σημείο πήξης τους -2°C και σχετική υγρασία $\sim 90\%$. Μπορεί να συντηρηθούν πάνω από 9 μήνες. Καλύτερα αποτελέσματα συντήρησης λαμβάνονται εάν γίνει επάλειψη του κελύφους με παραφινέλαιο.

Στη συνέχεια με αργό ρυθμό η θερμοκρασία τους ανεβαίνει στους 8°C (24h) σε ξηρούς θαλάμους και στη συνέχεια συντηρούνται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Πρέπει να γίνει γρήγορη κατανάλωση.

Διατήρηση με κατάψυξη

Η συντήρηση στην κατάψυξη γίνεται χωρίς το κέλυφος. Πριν τη θραύση πλένονται, ωσκοπούνται και θραύονται ανά τρία (για λόγους υγιεινής). Η μάζα διηθείται (κέλυφος, χαλάζια), αναμιγνύεται και διαχωρίζεται. Καταψύχονται στους -16°C ή -20°C για 72 ώρες. Επίσης εφαρμόζεται και η ταχεία κατάψυξη (-45°C , 7s).

Για μεγαλύτερη ασφάλεια τα αυγά πριν την κατάψυξη παστεριώνονται (στους 63°C , 1min). Αποψύχονται στους $12-13^{\circ}\text{C}$ επί 48 ώρες.

Μερικές φορές καταψύχονται χωριστά οι κρόκοι και τα ασπράδια. Οι κρόκοι μετά την απόψυξη είναι μία ζελατινώδη μάζα. Για αυτό αναμιγνύονται με διαλύματα είτε μαγειρικού αλάτος είτε με ζάχαρη (10%) για να αποφευχθεί το παραπάνω φαινόμενο, αντίστοιχα για την παραγωγή μαγιονέζας και ζαχαροπλαστική.

Διατήρηση με ξήρανση

Ακολουθείται η ίδια πορεία με τη συντήρηση στην κατάψυξη (έως την θραύση). Γίνεται παστερίωση στους 60°C και ακολουθεί ξήρανση με καταιονισμό.

Η υγρή μάζα καταιονίζεται στον θάλαμο ξήρανσης αναμιγνύεται με θερμό αδρανές αέριο (άζωτο) θερμοκρασίας $121-149^{\circ}\text{C}$. Η σκόνη καταβυθίζεται στον πυθμένα και απομακρύνεται.

Συνήθως γίνεται χωριστά για το λευκό και τον κρόκο του αυγού.

Πριν την ξήρανση υποβάλλονται σε ζύμωση (απομάκρυνση γλυκόζης) για αποφυγή εμφάνισης σκοτεινής χρώσης λόγω μη ενζυμικής αμαύρωσης.

Τα προϊόντα που παράγονται είναι διαλυτά στο νερό και διογκώνονται. Η σκόνη αυγών έχει κίτρινο χρώμα με ευχάριστη οσμή όμως υπάρχει ο κίνδυνος ταγγίσματος. Για αυτό τον λόγο συνήθως συσκευάζονται με αδρανή ατμόσφαιρα.

Τα ξηρά αυγά χρησιμοποιούνται για προϊόντα που θα υποβληθούν σε ψήσιμο.

ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΑΥΓΩΝ

Τα αυγά παρέχουν στον οργανισμό σημαντικά ποσά σιδήρου, φωσφόρου και πρωτεϊνών μεγάλης βιολογικής αξίας. Στις πρωτεΐνες τους δίνεται αυθαίρετα η τιμή Β.Α. 100. Τα αυγά προσφέρουν στον οργανισμό ποσότητες λίπους, βιταμίνης Α και ασβεστίου, μικρά ποσά βιταμίνης D, ριβοφλαβίνης (B₂) , θειαμίνης (B₁) και βιοτίνης (B₇).

Εκτός από την υψηλή θρεπτική αξία τους έχουν πολλά πλεονεκτήματα για τη χρήση τους στη μαγειρική, ζαχαροπλαστική κλπ. Δρουν ως διογκωτικά, γαλακτωματοποιητές, πηκτωματογόνα, βελτιώνουν την υφή, δίνουν χρώμα, βελτιωτικά γεύσης και θρεπτικής αξίας κλπ.

Διογκωτική ικανότητα έχει συνήθως το ασπράδι λόγω εγκλωβισμού αέρα. Αυτή την ιδιότητα δεν την έχει ο κρόκος, αυτός χρησιμοποιείται μόνο για εμπλουτισμό.

Γαλακτωματοποιητές: ο κρόκος έχει 4πλάσια ικανότητα σε σύγκριση με το λευκό. π.χ. μαγιονέζα είναι γαλάκτωμα νερού σε λάδι (65%).

ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΑ

Αποτελούν μια από τις τέσσερις κύριες τάξεις τροφίμων για την κανονική θρέψη του ανθρώπου. Αποτελούν κύρια πηγή βιταμινών και ανόργανων αλάτων στη διατροφή. Επίσης συνεισφέρουν στη γευστική απόλαυση της τροφής με μεγάλη ποικιλία χρωμάτων και γεύσεων.

Τα οπωροκηπευτικά θεωρούνται περισσότερο πηγή υδατανθράκων και λιγότερο σαν πηγή πρωτεϊνών και λιπαρών υλών.

Η σύστασή τους επηρεάζεται από την ποικιλία, την ωριμότητα, τις κλιματολογικές συνθήκες, τη σύσταση εδάφους, την αποθήκευση, τον τρόπο καλλιέργειας κ.α.

Βρώσιμα είναι οι ρίζες, βολβοί, φύλλα, λουλούδια και καρποί.

Νερό

Το νερό αποτελεί το 70-90% των φυτικών ιστών. Το ποσό του εξαρτάται από την ικανότητα του φυτού να απορροφά νερό μέσω των ριζών του. Όταν απορροφήσει το μέγιστο ποσό νερού γίνεται διόγκωση του κυτταροπλάσματος των κυττάρων του (σπάργωση). Σε αυτό το σημείο η ωσμωτική πίεση στο αγγειακό σύστημα εξισορροπείται από την πίεση του «τεντωμένου» κυτταρικού τοιχώματος κάνοντάς το σκληρό, άκαμπτο και έτσι διατηρείται η δομή του φυτού.

Υδατάνθρακες

Το μεγαλύτερο τμήμα των στερεών συστατικών (~75%) των οπωροκηπευτικών είναι υδατάνθρακες και η περιεκτικότητά εξαρτάται από το προϊόν. Είναι απλά σάκχαρα (σακχαρόζη, γλυκόζη, φρουκτόζη) και η αναλογία τους εξαρτάται από την κατάσταση ωριμότητας του προϊόντος και η περιεκτικότητά τους είναι 0-20%. Επίσης περιέχουν πολυσακχαρίτες (άμυλο, κυτταρίνη, ημικυτταρίνη) και πηκτινικές ουσίες. Το άμυλο είναι ο κύριος υδατάνθρακας. Η περιεκτικότητά σε κυτταρίνη, ημικυτταρίνη, και πηκτινικές ουσίες εξαρτάται από το είδος και την ωριμότητά του. Στα μαλακά κηπευτικά ξεπερνά το 50% κ.β.

Πρωτεΐνες και αζωτούχες ενώσεις

Η περιεκτικότητά σε πρωτεΐνες δεν ξεπερνά το 2-3 %. Στα φρούτα είναι ακόμη μικρότερη (1,5% και είναι κυρίως ένζυμα και μεμβράνες του ιστού).

Στους υπολογισμούς το συνολικό άζωτο πολλαπλασιάζεται με 6,25. Αυτό εισάγει σφάλμα στον υπολογισμό γιατί υπάρχει και μη πρωτεϊνικό άζωτο (ελεύθερα αμινοξέα) στους φυτικούς ιστούς.

Π.χ. γ-αμινοβουτυρικό οξύ, χολίνη, γλουταθειόνη, ασπαραγίνη, ορνιθίνη, 5-μέθυλο-L-σουλφίδιο της κυστεΐνης, ταυρίνη.

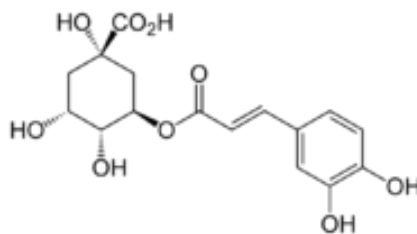
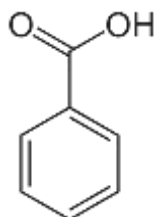
Λιποειδή

Απαντούν σε πολύ μικρές ποσότητες κυρίως στα κύτταρα. Εξάιρεση αποτελούν η ελιά και το αβοκάντο (25%). Το λίπος αποτελείται από διάφορα λιπαρά οξέα κυρίως από ελαϊκό, λινελαϊκό, παλμιτικό, στεατικό και λιγότερο από μυριστικό, λαυρικό, λινελαϊκό. Οι λιπαρές ουσίες διαλυμένες σε τερπενικούς υδρογονάνθρακες συμβάλλουν στη χαρακτηριστική γεύση των οπωροκηπευτικών.

Χαρακτηριστικές ενώσεις αρώματος είναι εστέρες, αλκοόλες, οξέα, αλδεΐδες και κετόνες (παράγωγα τερπενικών υδρογονανθράκων).

Οργανικά οξέα

1. Αλειφατικά οξέα: ενδιάμεσα προϊόντα στον κύκλο των τρικαρβοξυλικών οξέων. Κιτρικό και μηλικό (2-3%). Το κιτρικό συναντάται στα εσπεριδοειδή, μούρα, ανανά, φράουλες, πατάτες, ντομάτες. Το μηλικό απαντάται στα μήλα, κεράσια, αχλάδια, μαρούλι, αγκινάρα, κουνουπίδι, κρεμμύδι, καρότα κ.α.
2. Αρωματικά οξέα: βενζοϊκό (π.χ. μούρα), χλωρογενικό (π.χ. πατάτες, ντομάτες).



Ανόργανα άλατα

Τα ανόργανα άλατα εκφράζονται ως τέφρα σε ποσοστό 0,1 – 4,5 %. Το είδος και η ποσότητα εξαρτάται από το είδος του φυτικού προϊόντος.

Μακροστοιχεία → F, Ca, Mg, Fe, P, S, N, Al, Na, Si.

Μικροστοιχεία → Cu, Mn, Zn, B, Mb, Cl.

Σε μεγαλύτερη ποσότητα απαντάται το K (60-600 mg/100 g ιστού) στα φρούτα και βρίσκεται δεσμευμένο με τη μορφή αλάτων με οργανικά οξέα. Το pH των φρούτων έχει άμεση σχέση με την ισορροπία καλίου/οργανικών οξέων.

Μερικά ανόργανα στοιχεία παίζουν σημαντικό ρόλο στη δράση των ενζύμων και χρωστικών. Π.χ. το Mg στη χλωροφύλλη. Το K, P, Mg και Cl παίζουν σημαντικό ρόλο κατά την αποθήκευση αυτών. Π.χ. το Ca υποβοηθά τη διασπορά και τη δραστηριότητα της υπεροξειδάσης που ρυθμίζει τη δομή της λιγνίνης.

Ένζυμα

Τα ένζυμα παίζουν σημαντικό ρόλο τόσο πριν όσο και μετά τη συγκομιδή.

- Υδρολυτικά ένζυμα (πολυγαλακτουρονάση, πρωτεάση, DNAάση, εστεράση).
- Οξειδωτικά ένζυμα (υπεροξειδάση, καταλάση, λιποξειδάση, φαινολάση).

Χρωστικές

Οι κυριότερες χρωστικές είναι οι χλωροφύλλες, τα καροτενοειδή, τα φλαβονοειδή κ.α.

Η χλωροφύλλη βρίσκεται στα πράσινα φύλλα, τα καροτενοειδή στα κίτρινα φρούτα και κηπευτικά, οι ανθοκυανίνες δίνουν το κόκκινο, μπλε και μωβ χρώμα στα κεράσια, μούρα, μελιτζάνες κ.α. Σημαντικές δομικές μεταβολές παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της θερμικής κατεργασίας και της αποθήκευσης.

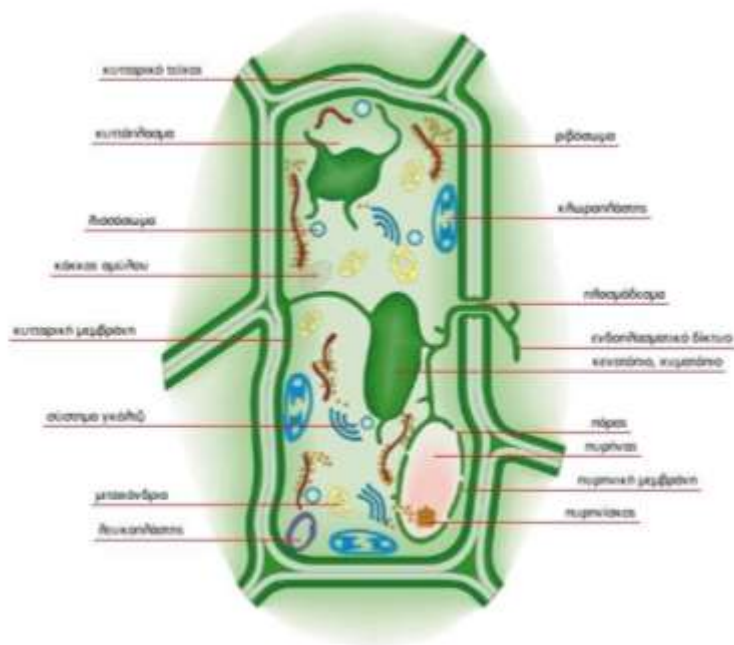
Βιταμίνες

Βρίσκονται στο φλοιό των οπωροκηπευτικών. Το περιεχόμενό τους επηρεάζεται από το στάδιο της ωριμότητας, την καλλιέργεια, την επεξεργασία μετά τη συγκομιδή.

Τα πράσινα κηπευτικά περιέχουν μεγάλα ποσά β-καροτενίου και ασκορβικό οξύ. Τα κίτρινα περιέχουν μόνο β-καροτένιο. Οι βιταμίνες του συμπλέγματος B είναι δευτερεύουσας σημασίας.

ANATOMIA-ΔΟΜΗ

Τα φυτά αποτελούνται από ρίζες και κορμό. Διάφοροι συνδυασμοί των κυττάρων αποτελούν τους φυτικούς ιστούς και διακρίνονται σε 3 τύπους: επιδερμικός, αγγειακός και ο υπόγειος ιστός.



Κυτταρικό τοίχωμα

Είναι ο ελαστικός προστατευτικός μανδύας του κυττάρου και η πρώτη ύλη του είναι η κυτταρίνη. Τα μόρια της είναι σε παράλληλη διάταξη (δέσμες). Μεταξύ των δεσμών εμφανίζονται κρυσταλλικές περιοχές. Επιπλέον υπάρχουν και άμορφες περιοχές (ημικυτταρίνες και πηκτικές ουσίες). Η δομή του μπορεί να προσομοιαστεί με τον μπετόν αρμέ: κυτταρίνη – σιδεροσκελετός, το άμορφο μέρος – τσιμέντο, άμμος και χαλίκι).

Πυρήνας

Το μεγαλύτερο σωματίο είναι ο πυρήνας, είναι σφαιρικό σωματίο διαμέτρου περίπου 8μm. Η μορφή και η λειτουργία του είναι αντίστοιχα με αυτή του ζωικού κυττάρου.

Κυττόπλασμα/κυτταρόπλασμα

Αποτελείται από πρωτεΐνες και, εκτός από τον πυρήνα, περιέχει τα χρωματοφόρα και τα μιτοχόνδρια. Τα χρωμοφόρα είναι τριών ειδών ανάλογα με το χρώμα τους:

1. Χλωροπλάστες: κοκκώδη σωματίδια διαμέτρου 4-10μm στα πράσινα μέρη των φυτών.
2. Χρωμοπλάστες: κοκκώδη σωματίδια που περιέχουν κίτρινες ή πορτοκαλί χρωστικές.
3. Αμυλοπλάστες: άχρωμα πλαστίδια για την αποθήκευση του αμύλου (πατάτα, μήλο κ.α.).

Μιτοχόνδρια

Περιέχουν κυρίως οξειδωτικά ένζυμα τα οποία είναι αναγκαία για τις αναπνευστικές δραστηριότητες του κυττάρου. Εκτός από την αναπνευστική λειτουργία μετέχουν και στη μεταφορά Ca^{2+} και νερού, στην οξείδωση των λιποειδών και στη σύνθεση μεταβολιτών. Περιέχουν DNA και επηρεάζουν την πρωτεϊνική σύνθεση.

Χυμοτόπια

Κατά την ωρίμανση τα κύτταρα δημιουργούν «σφαιρικούς» χώρους με υγρό που αποτελείται από άλατα, σάκχαρα, οργανικά οξέα, διαλύτες, χρωστικές και ταννίνες.

Κυτταροπλασματικές μεμβράνες

Η μεμβράνη που διαχωρίζει το κυτταρικό τοίχωμα από το κυτταρόπλασμα ονομάζεται πλασμαλήμμα. Η μεμβράνη που διαχωρίζει τα χυμοτόπια από το περιεχόμενο υγρό ονομάζεται τονοπλάστης. Και οι 2 μεμβράνες ρυθμίζουν την ποσότητα του περιεχόμενου νερού του κυττάρου.

Διακυτταρικός χώρος

Τα κύτταρα δεν εφαρμόζουν απόλυτα το ένα με το άλλο και δημιουργείται ελεύθερος χώρος. Αυτός ο χώρος φέρνει σε επαφή τα κύτταρα με το περιβάλλον. Μέσω αυτών γίνεται ανταλλαγή αερίων. Το μέγεθος διαφέρει από φυτό σε φυτό. Π.χ. στο μήλο καταλαμβάνουν το 20-25% του όγκου του φρούτου, στα ροδάκινα το 15%, ενώ στην πατάτα μόνο το 1%.

ΦΥΣΙΚΕΣ & ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ μετά τη συγκομιδή και ωρίμανση

Οι μεταβολές των φρούτων και των κηπευτικών μετά τη συγκομιδή και κατά την ωρίμανση επηρεάζουν άμεσα τη χρήση τους ως τρόφιμα. Μετά τη συγκομιδή διακόπτεται ο εφοδιασμός με θρεπτικές ύλες και νερό από το έδαφος. Όμως οι βασικές λειτουργίες (π.χ. αναπνοή) συνεχίζονται (λαμβάνει χώρα μόνο ο καταβολισμός). Στον καταβολισμό χρησιμοποιούνται τα αποθέματα των υλικών αναπνοής και προκαλούν την αποσύνθεση του προϊόντος. Αυτή η κατανάλωση εξαρτάται από τον ρυθμό αναπνοής. Π.χ. τα μήλα έχουν χαμηλό ρυθμό αναπνοής και για αυτό μπορούν να συντηρηθούν περισσότερο σε σύγκριση π.χ. με τα ροδάκινα τα οποία έχουν μεγαλύτερο ρυθμό αναπνοής.

Αναπνοή

Μετασχηματισμός της δυναμικής ενέργειας σε κινητική (εξώθερμη). Οξείδωση των υδατανθράκων (CO_2) + ATP (ενέργεια). Απουσία οξυγόνου γίνεται μερική αποικοδόμηση των υδατανθράκων και παραγωγή μικρότερου ποσού ATP.

Τα μιτοχόνδρια δεσμεύουν σημαντική ποσότητα O_2 και παίζουν σημαντικό ρόλο στην οξείδωση του πυροσταφυλικού οξέος στον κύκλο του Krebs. Το ανόργανο φωσφορικό οξύ μετατρέπεται σε ATP και ADP.

1. Πορεία EMP (Embden-Meyerhof-Parnas)/Τρικαρβοξυλικών οξέων (κύκλος του Krebs)

Πολυσακχαρίτες, ολιγοσακχαρίτες διασπώνται σε εξόζες και φωσφο-εξόζες ως συνέπεια της δράσης των υδρολασών και φωσφορυλασών.

Πολυσακχαρίτες, ολιγοσακχαρίτες → εξόζες και 4-φωσφοεξόζες

Γλυκόζη + ATP → 6-φωσφογλυκόζη + ADP + H⁺ (εξοκινάση/Mg²⁺)

6-φωσφογλυκόζη → 6 φωσφοφρουκτόζη (ισομεράση της φωσφογλυκόζης)

6-φωσφο-γλυκόζη + ATP → 1,6-δι-φωσφο-φρουκτόζη + ADP + H⁺

1,6-δι-φωσφο-φρουκτόζη → φωσφορική διυδροξυακετόνη και σε 3-φωσφορική γλυκεραλδεΐδη (αλδολάση)

Η φωσφορική διυδροξυακετόνη συνεχίζει την πορεία μόνο αν μετατραπεί σε μία 3-φωσφορική γλυκεραλδεΐδη (ισομεράση των φωσφορικών τριοζών).

2 μόρια της 3-φωσφορικής γλυκεραλδεΐδης → 1,3-διφωσφογλυκερικό (αφυδρογονάση της 3-φωσφορικής γλυκεραλδεΐδης).

1,3-διφωσφογλυκερικό → 3-φωσφογλυκερικό (κινάση του φωσφογλυκερικού).

3-φωσφογλυκερικό → 2-φωσφογλυκερικό (μουτάση του φωσφογλυκερικού).

2-φωσφογλυκερικό αφυδατώνεται σε φωσφο-ενολο-πυροσταφυλικό (ενολάση).

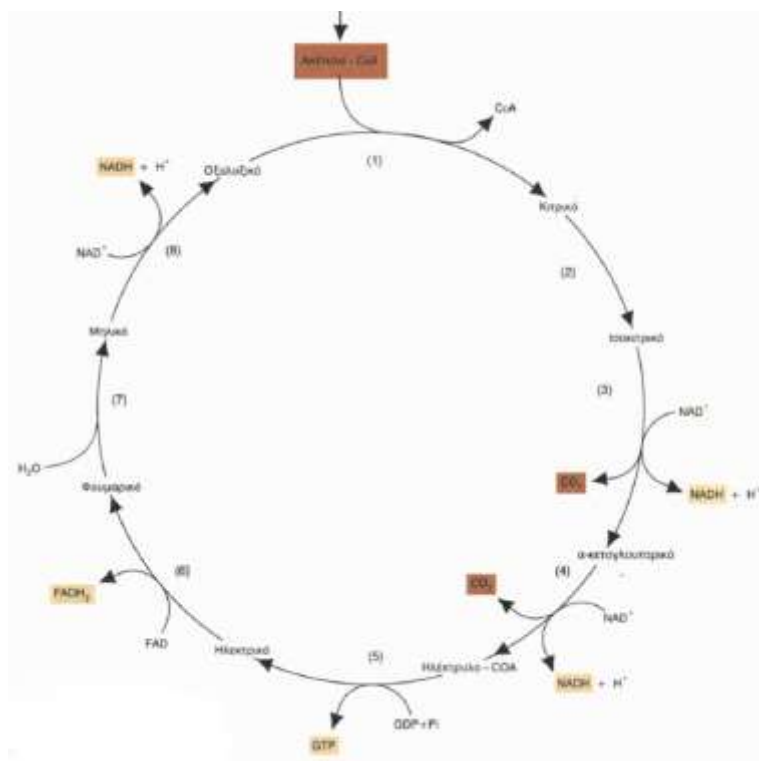
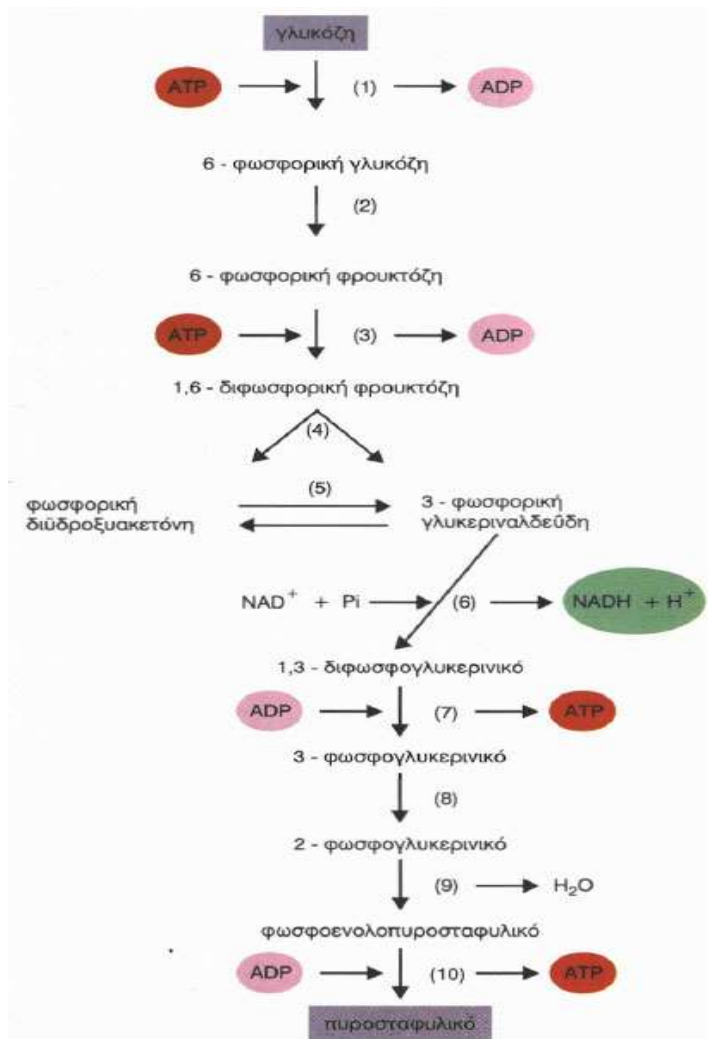
φωσφο-ενολο-πυροσταφυλικό → πυροσταφυλικό (κινάση του πυροσταφυλικού).

πυροσταφυλικό → ακετυλοσυνένζυμο A + CO₂

Ακετυλοσυνένζυμο δρα στο οξαλοξικό οξύ του κύκλου του Krebs

Κύκλος του Krebs

Βήμα	Αντίδραση	Ένζυμο	Τύπος αντίδρασης
1	Ακετυλο-CoA + οξαλοξικό + H ₂ O → κιτρικό + CoA + H ⁺	Κιτρική συνθάση	συμπύκνωση
2α	Κιτρικό → cis-ακονιτικό + H ₂ O	Ακοτινάση	αφυδάτωση
2β	Cis-Ακονιτικό + H ₂ O → ισοκιτρικό	Ακοτινάση	ενυδάτωση
3	Ισοκιτρικό + NAD ⁺ → α-κετογλουταρικό + CO ₂ + NADH	Ισοκιτρική Αφυδρογονάση	αποκαρβοξυλίωση + οξείδωση
4	α-Κετογλουταρικό + NAD ⁺ + CoA → ηλεκτρυλο-CoA + CO ₂ + NADH	Σύμπλεγμα της α-κετογλουταρικής αφυδρογονάσης	αποκαρβοξυλίωση + οξείδωση
5	Ηλεκτρυλο-CoA + Pi + GDP → ηλεκτρικό + GTP + CoA	Συνθετάση του ηλεκτρυλο-CoA	φωσφορυλίωση σε επίπεδο υποστρώματος
6	Ηλεκτρικό + FAD (ενωμένο με το ένζυμο) → Φουμαρικό + FADH ₂ (ενωμένο με το ένζυμο)	Ηλεκτρική αφυδρογονάση	Οξείδωση
7	Φουμαρικό + H ₂ O → L-μηλικό	Φουμαράση	Ενυδάτωση
8	L-μηλικό + NAD ⁺ → οξαλοξικό + NADH + H ⁺	Μηλική αφυδρογονάση	Οξείδωση



2. Πορεία πεντοζών

Η 6-φωσφογλυκόζη με το δινουκλεοτίδιο της τροφωσφοπυριδίνης (TPN) $\rightarrow$ 6-φωσφογλυκονικό οξύ

6-φωσφογλυκονικό οξύ + TPN $\rightarrow$ 5-φωσφοριβουλόζη + CO₂ + TDNH

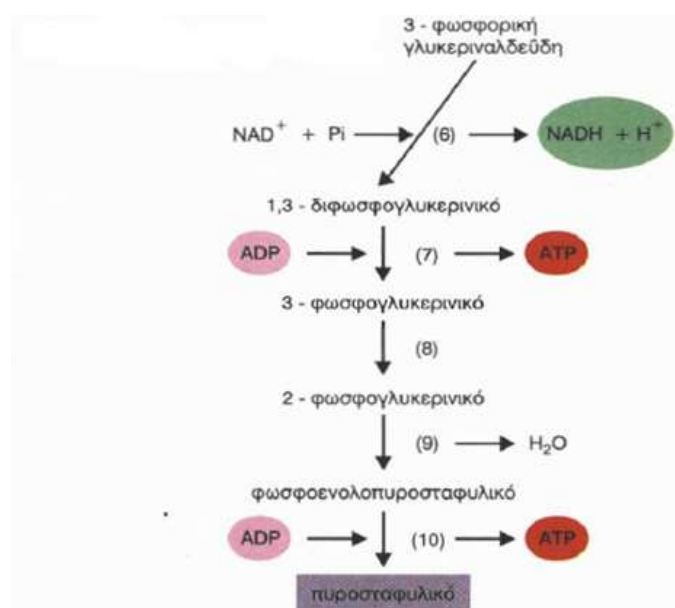
5-φωσφοριβουλόζη $\rightarrow$ 5-φωσφοριβόζη

5-φωσφοριβόζη $\rightarrow$ 5-φωσφοξυλουλόζη

Μεταφορά ατόμων άνθρακα από 5-φωσφοξυλουλόζη στη 5-φωσφοριβόζη $\rightarrow$ 3-φωσφογλυκαριναλδεϋδη και 6-φωσφοφρουκτόζη (αντίστοιχα).

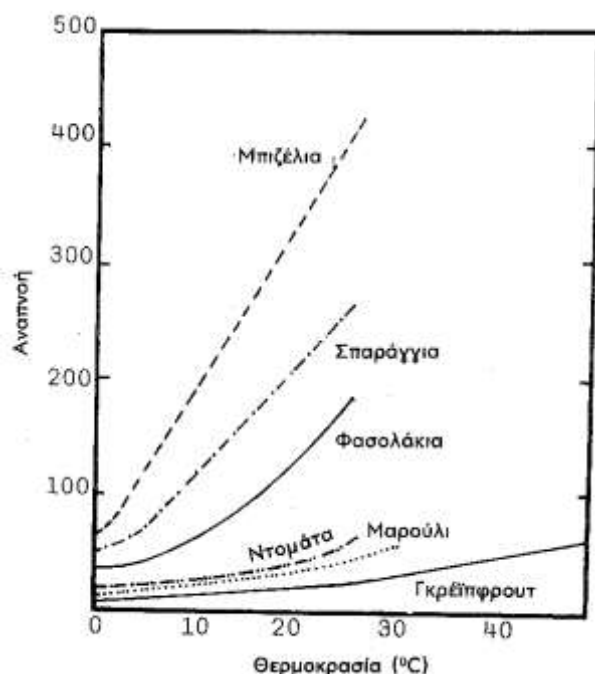
Η φωσφοτριόζη μέσω των 1,3-διφωσφογλυκερινικού, 3-φωσφογλυκερινικού και φωσφοενολοπυρισταφυλικού οξέος $\rightarrow$ πυροσταφυλικό οξύ, το οποίο μετατρέπεται σε ακετυλοσυνένζυμο εισέρχεται στον κύκλο του Krebs.

Αντίδραση	Ένζυμο
<i>Οξειδωτική φάση</i>	
6-Φωσφορική γλυκόζη + NADP ⁺ $\rightarrow$ 6-Φωσφογλυκονο-δ-λακτόνη + NADPH + H ⁺	Αφυδρογονάση της 6-φωσφορικής γλυκόζης
6-Φωσφογλυκονο-δ-λακτόνη + H ₂ O $\rightarrow$ 6-Φωσφογλυκονικό + H ⁺	Λακτονάση
6-Φωσφογλυκονικό + NADP ⁺ $\rightarrow$ 5-Φωσφορική ριβουλόζη + CO ₂ + NADPH	Αφυδρογονάση του 6-φωσφογλυκονικού
<i>Μη οξειδωτική φάση</i>	
5-Φωσφορική ριβουλόζη $\rightleftharpoons$ 5-Φωσφορική ριβόζη	Ισομεράση των φωσφοπεντοζών
5-Φωσφορική ριβουλόζη $\rightleftharpoons$ 5-Φωσφορική ξυλουλόζη	Επιμεράση των φωσφοπεντοζών
5-Φωσφορική ξυλουλόζη + 5-Φωσφορική ριβόζη $\rightleftharpoons$	Τρανσκετολάση
7-Φωσφορική σεδοεπτουλόζη + 3-Φωσφορική γλυκεραλδεϋδη	
7-Φωσφορική σεδοεπτουλόζη + 3-Φωσφορική γλυκεραλδεϋδη $\rightleftharpoons$	Τρανσαλδολάση
6-Φωσφορική φρουκτόζη + 4-Φωσφορική ερυθρόζη	
5-Φωσφορική ξυλουλόζη + 4-Φωσφορική ερυθρόζη $\rightleftharpoons$	Τρανσκετολάση
6-Φωσφορική φρουκτόζη + 3-Φωσφορική γλυκεραλδεϋδη	



Δηλαδή η πορεία των πεντοζών είναι εναλλακτική πορεία για τη διάσπαση των εξοζών σε τριόζες

Με αύξηση της θερμοκρασίας γίνεται αύξηση του ρυθμού αναπνοής. Αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ ή ελάττωση της συγκέντρωσης του O₂ οδηγεί σε επιβράδυνση του ρυθμού αναπνοής.



Σύνθεση πρωτεϊνών

Κατά την ωρίμανση συνήθως συμβαίνει πρωτεϊνοσύνθεση. Σε υπερώριμα φυτικά τρόφιμα βρέθηκαν υψηλά επίπεδα ενζύμων (αλδολάσες, καρβοξυλάσες, χλωροφυλλάσες, φωσφατάσες, ιμβερτάσες, λιπάσες, υπεροξειδάσες, τρανσαμινάσες κ.α.).

Υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ πρωτεϊνοσύνθεσης και ωρίμανσης. Με παρεμπόδιση της πρωτεϊνοσύνθεσης με διάφορα αντιδραστήρια γίνεται αναστολή της ωρίμανσης. Πολύ αποτελεσματική μέθοδος έτσι ώστε ούτε η προσθήκη του αθυλενίου («ορμόνη ωρίμανσης») μπόρεσε να αποκαταστήσει την ωρίμανση στα κηπευτικά.

Μεταβολισμός λιποειδών

Η περιεκτικότητα σε λιποειδή είναι πολύ χαμηλή, όμως κατά την **ωρίμανση** ελαττώνεται ο αριθμός των πολυακόρεστων οξέων και αντίστοιχα αυξάνεται η συγκέντρωση των λιπαρών με αριθμό ατόμων C μεγαλύτερο του 18 και μειώνεται η συγκέντρωση των λιπαρών με μικρό αριθμό ατόμων C.

Ίσως **αυτόλυση** των λιποειδών των κυτταρικών μεμβρανών με τη δράση λιπολυτικών ενζύμων π.χ. οξειδωτική λιποξυγενάση, υδρολυτική φωσφολιπάση.

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗΝ ΥΦΗ κατά την ωρίμανση

Το μαλάκωμα των φρούτων οφείλεται στις μεταβολές των πηκτινικών ουσιών. Οι αδιάλυτες, αρχικά, πηκτινικές ουσίες (πρωτοπηκτίνες) «διαλυτοποιούνται» μέσω της δράσης των

ενζύμων, π.χ. απομεθυλίωση των πτηκτινικών πολυμερών με τη δράση της πηκτινικής μεθυλεστεράσης, και ακολουθείται υδρόλυση των γλυκοζιτικών δεσμών των υδατανθράκων με τη δράση της πολυγαλακτουρονάσης. Αυτό οδηγεί σε καταστροφή της αντοχής δομής των οπωροκηπευτικών.

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ του ιστού ΚΑΤΑ ΤΟ ΜΑΓΕΙΡΕΜΑ

Συνήθως τα οπωροκηπευτικά υφίστανται σε θερμική κατεργασία: 1. Blanching και 2. θερμική αποστείρωση.

Στο blanching θερμαίνονται λίγο κάτω από στους 100°C σε 1atm για μερικά λεπτά με στόχο την αδρανοποίηση ενζύμων (για τη μη αποικοδόμηση των ιστών).

Η θερμική αποστείρωση είναι δραστική κατεργασία και υπάρχει ο κίνδυνος τραυματισμού του ιστού και την απώλεια της θρεπτικής αξίας του προϊόντος (διαφυγή υγρών, απώλεια στερεών, απώλεια πτητικών ουσιών, οξείδωση, υδρόλυση).

Μεταβολές στην υφή

Κατά το μαγείρεμα αλλοιώνεται η αρχιτεκτονική του κυττάρου, χάνει την σκληρότητά του και έτσι μαλακώνουν τα οπωροκηπευτικά. Ουσιαστικά γίνεται μερική αποικοδόμηση της κυτταρίνης, αποικοδόμηση αδιάλυτων πτηκτινικών ουσιών (πηκτινομεθυλεστράση), υδρόλυση, πιθανή ζελατινοποίηση του αμύλου, μετουσίωση πρωτεϊνών του κυτταροπλάσματος και των κυτταρικών μεμβρανών. Κατά τη μετουσίωση των πρωτεϊνών γίνεται απώλεια της εκλεκτικής διαπερατότητας των κυτταρικών μεμβρανών. Το νερό κινείται προς το εσωτερικό ή το εξωτερικό μέσω διάχυσης και όχι μέσω ώσμωσης.

Λόγω των ανωτέρω ο μαγειρεμένος ιστός χάνει τη σκληρότητά του και έτσι γίνεται μαλακός και χαλαρός. Επίσης κατά το μαγείρεμα γίνεται διαστολή των αερίων στους διακυτταρικούς χώρους τα οποία διαφεύγουν και αντικαθίσταται από ατμό.

Το pH επηρεάζει το μαγείρεμα. Π.χ. μήλα, πατάτα, τεύτλα, ο ιστός παραμένει ακέραιος σε $pH=4-4,5$, ενώ σε $pH=3-4$ & $pH>4,5$ η σκληρότητα ελαττώνεται αισθητά. Για αυτό το λόγο κατά το μαγείρεμα των κηπευτικών γίνεται προσθήκη ασθενών οξέων (κιτρικό, μηλικό κτλ.).

Μεταβολές στη γεύση

Η γεύση και άρωμα οφείλεται σε μεγάλη ποικιλία ενώσεων (πτητικοί εστέρες, αλκοόλες, αλδεΐδες, κετόνες κτλ.). Το άρωμα και η γεύση, κυρίως των κηπευτικών, αναπτύσσονται κατά το μαγείρεμα π.χ. στα φασολάκια και τα καρότα η κύρια ένωση είναι η μεθανοθειόλη από την αποικοδόμηση αμινοξέων.

Άλλες φορές παρατηρείται απώλεια πτητικών ενώσεων π.χ. κρεμμύδι, λάχανο κ.α. και αυτή η απώλεια συμβάλλουν στη γεύση και το άρωμα προϊόντος.

Μεταβολές στη γεύση μπορεί να προκληθούν λόγω αδυναμίας αδρανοποίησης των ενζύμων κατά τη θέρμανση και την αποθήκευση, π.χ. υπεροξειδάση είναι υπεύθυνη για τη δυσάρεστη οσμή στα θερμικά επεξεργασμένα κηπευτικά).

Μεταβολές στο χρώμα

Οι βασικές αλλοιώσεις στο χρώμα κατά τη θέρμανση οφείλονται: (1) στην αντίδραση Maillard, (2) στην πιθανή δράση της **πολυφαινυλοξειδάσης** η οποία δημιουργεί καφέ χρωματισμούς στα φυτικά προϊόντα, (3) στην πιθανή αντίδραση των λευκοανθοκυανινών με μέταλλα προς σχηματισμό συμπλόκων ερυθρωπού χρώματος.

Από τις παραπάνω η πιο σημαντική είναι η δράση της πολυφαινυλοξειδάσης. Οι διϋδροξυφαινόλες οξειδώνονται από το ένζυμο προς σχηματισμό καφέ πολυμερών (μήλα, βερίκοκα κ.α.). Ο ρυθμός αμαύρωσης εξαρτάται από τη δραστηριότητα του ενζύμου και όχι από το υπόστρωμα.

Η αδρανοποίηση της πολυφαινυλοξειδάσης περιλαμβάνουν:

1. Ψύξη κάτω από τη θερμοκρασία δράσης των ενζύμων ($40\pm 10^{\circ}\text{C}$). Επιπλέον, η ελάττωση του pH καθυστερεί την αμαύρωση. Η μείωση κάτω από το 2,5 αναστέλλεται η δράση του ενζύμου.
2. Προσθήκη ασκορβικού οξέος που δρα ως αντιοξειδωτικό. Σχηματίζονται κινόνες (από τη δράση του ενζύμου) και ανάγονται από το ασκορβικό το οποίο στη συνέχεια οξειδώνεται προς δεϋδροασκορβικό οξύ (ελάττωση της δράσης του).
3. Εμβάπτιση του προϊόντος σε διάλυμα HSO_3^- , SO_3^{2-} ή σε ατμούς SO_2 .
4. Εμβάπτιση σε διάλυμα NaCl (0,2%).

Απώλεια Βιταμινών

Οι απώλειες στις βιταμίνες κατά το μαγείρεμα κυμαίνονται από μικρές μέχρι μεγάλες. Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες υφίστανται μεγαλύτερη καταστροφή. Οι πιο ευαίσθητες βιταμίνες στη θερμοκρασία είναι το ασκορβικό οξύ, θειαμίνη κ.α.

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΨΥΞΗ

Εάν γίνει σωστά η κατάψυξη δεν επιφέρει αισθητές αλλοιώσεις στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τη θρεπτική αξία. Κατά την κατάψυξη επιβραδύνεται ο ρυθμός των αντιδράσεων και ανακόπτεται η ανάπτυξη μικροοργανισμών. Συνήθως πριν την κατάψυξη συνήθως υποβάλλονται σε θερμική κατεργασία (blanching) για αδρανοποίηση ενζύμων.

Μεταβολές στην υφή

Τη μεγαλύτερη μεταβολή στην υφή είναι η αλλοίωση του φυτικού ιστού κατά τη διαδικασία κατάψυξης-απόψυξης (είναι φυσική μεταβολή).

Όταν γίνεται η κατάψυξη με αργό ρυθμό σχηματίζονται μεγάλοι κρύσταλλοι οι οποίοι συμβάλουν στη σύνθλιψη των φυτικών κυττάρων με αποτέλεσμα στη χαλάρωση φυτικού ιστού. Η γρήγορη κατάψυξη δεν επιφέρει τις ανεπιθύμητες μεταβολές λόγω του σχηματισμού μεγάλου αριθμού μικρών κρυστάλλων με αποτέλεσμα τη διατήρηση της ακεραιότητάς τους.

Μεταβολές στο χρώμα

Συνήθως δεν παρατηρείται μεταβολή του χρώματος κατά την κατάψυξη εφόσον έχει γίνει αδρανοποίηση ενζύμων (λιποξυγενάσες, πολυφαινυλοξειδάσες).

Η περίπτωση της μεταβολής του κόκκινου χρώματος στην φράουλα σε μπλε κατά την απόψυξη οφείλεται στον σχηματισμό συμπλόκων χρωστικών – μετάλλων μέσα στο κύτταρο, λόγω της σύνθλιψης κατά την κατάψυξη.

Μεταβολές στη γεύση

Μεταβολές παρατηρούνται μετά από παρατεταμένη και μακροχρόνια αποθήκευση. Υπεύθυνες για τέτοιες μεταβολές είναι οι αντιδράσεις ενζυμικής και μη ενζυμικής αμαύρωσης. Ασαφής είναι ο ρόλος της υπεροξειδάσης και της λιποξυγενάσης σε κατεψυγμένα κηπευτικά.

Μεταβολές στις βιταμίνες

Σε κανονικές συνθήκες δεν παρατηρούνται απώλειες κατά την κατάψυξη. Κατά την απόψυξη χάνεται ένα μέρος κυρίως των υδατοδιαλυτών βιταμινών.

Το ασκορβικό οξύ μπορεί να αλλοιωθεί κατά τη μακρόχρονη αποθήκευση λόγω αντιδράσεων που καταλύονται από ένζυμα ή μεταλλικά ιόντα και την παρουσία οξυγόνου.

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗ

Οι φυσικοχημικές ή βιοχημικές μεταβολές κατά την αφυδάτωση εξαρτώνται από τη μέθοδο αφαίρεσης του νερού και από τη φύση του προϊόντος. Π.χ. ξήρανση στον ήλιο, υπό κενό, με κατάψυξη.

Μεταβολές στην υφή

Η υφή υφίσταται τις πιο σοβαρές αλλοιώσεις. Αν η αφυδάτωση γίνει σε υψηλές θερμοκρασίες σχηματίζεται ένα αδιαπέραστο στρώμα στην επιφάνεια του προϊόντος δίνοντάς του υφή λάστιχου. Μία χημική μεταβολή στην κατάψυξη είναι η μετουσίωση πρωτεϊνών αλλά δεν έχει μελετηθεί σε βάθος.

Μεταβολές στο χρώμα

Οφείλονται σε ενζυμική και μη ενζυμική αμαύρωση και στη μετατροπή της χλωροφύλλης σε φαιοφυτίνη. Τα καροτενοειδή είναι σχετικά σταθερά, ενώ οι ανθοκυανίνες γίνονται ενώσεις με γκρι χρώμα. Για να αποφευχθεί η ανάπτυξη του γκρι χρώματος γίνεται προκατεργασία με SO₂.

Μεταβολές στη γεύση

Επέρχεται σημαντική απώλεια πτητικών συστατικών, ενώ νέες γεύσεις αναπτύσσονται μέσω της αντίδρασης Maillard.

Μεταβολές στις βιταμίνες

Το ασκορβικό οξύ και η βιταμίνη Α μπορεί να καταστραφούν κατά την αφυδάτωση εάν δεν ελαττωθεί η πιθανότητα οξείδωσης. Το SO₂ ελαττώνει τον βαθμό καταστροφής της C, αλλά επιταχύνει τον ρυθμό καταστροφή θειαμίνης.

ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι οι αποξηραμένοι ώριμοι καρποί ορισμένων φυτών της οικογένειας των αγραστωδών απαλλαγμένοι από προσμίξεις ξένων υλών. Σιτάρι, σίκαλη, καλαμπόκι, ρύζι, κριθάρι, βρόμη, σόργο. Υπάρχουν διάφορες ποικιλίες για το κάθε δημητριακό.

Παίζουν σημαντικό ρόλο στη διατροφή του ανθρώπου:

1. Καλλιεργούνται εύκολα και συντηρούνται για μεγάλα χρονικά διαστήματα.
2. Είναι η βάση για την Παρασκευή εύγεστων και θρεπτικών τροφίμων χαμηλού κόστους.
3. Χρησιμοποιούνται στη διατροφή των ζώων της κτηνοτροφίας που δίνουν πολύτιμα ζωικά τρόφιμα.

Επίσης χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αλκοολούχων ποτών και βιοκαυσίμων.

Τα κύρια συστατικά τους είναι το άμυλο, οι πρωτεΐνες και το νερό. Επίσης περιέχουν μικρές ποσότητες ανόργανων αλάτων, κυτταρίνης, λίπους και βιταμινών (ριβοφλαβίνη-B2, νιασίνη-B3, θειαμίνη-B1).

Δημητριακό	Υγρασία	Πρωτεΐνη	Υδρατανθ.	Λίπος	Κυτταρίνη	Τέφρα
Σιτάρι	13,0	12,2	69,3	1,9	1,9	1,7
Ρύζι	13,0	6,7	77,6	0,4	1,5	0,8
Καλαμπόκι	13,0	9,9	69,2	4,4	2,2	1,3
Κριθάρι	15,0	9,0	67,4	1,5	4,5	2,6
Βρόμη	13,0	10,4	58,4	4,8	10,3	3,1
Σίκαλη	13,0	11,6	69,8	1,7	1,9	2,0

ΣΙΤΑΡΙ

Αποτελεί τη σπουδαιότερη πηγή αμύλου για τη διατροφή των δυτικών χωρών, αντίστοιχα το ρύζι για τις Ανατολικές χώρες. Οι δύο κυριότερες κατηγορίες είναι:

Α) Σκληρά σιτάρια *Triticum turgidum* *vr. Durum* το οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζυμαρικών, σιμιγδαλιών και αλεύρων αρτοποιίας.

Β) Μαλακά σιτάρια *Triticum aestivum* που παράγουν άλευρα αρτοποιίας και ζαχαροπλαστικής.

Οι όροι σκληρό και μαλακό αναφέρονται στο γυαλιστερό μέρος του κόκκου ή στην περιεκτικότητα του κόκκου σε πρωτεΐνες. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες επηρεάζεται από τη σύσταση του εδάφους, επομένως από το ποσοστό αζώτου που προμηθεύεται το φυτό και κατά συνέπεια από το ποσό των βροχοπτώσεων.

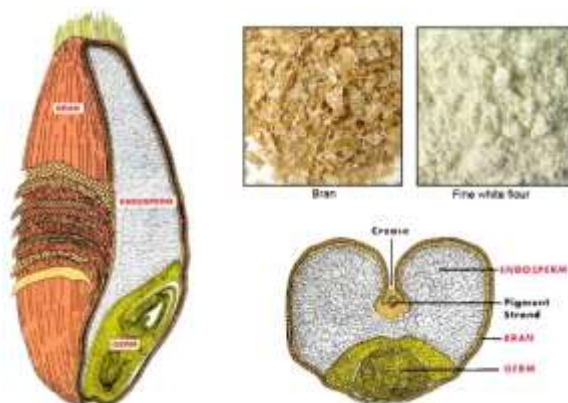


ΜΑΛΑΚΟ ΣΙΤΑΡΙ



ΣΚΛΗΡΟ ΣΙΤΑΡΙ

Μορφολογία



Ο κόκκος του σιταριού αποτελείται από:

1. Το εξωτερικό περίβλημα (13% του κόκκου) που αποτελείται από υποστοιβάδες και περιέχει κυτταρίνη & τέφρα (ανόργανα συστατικά)
2. Το ενδοσπέρμιο (85% του κόκκου) που περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό του αμύλου.
3. Το φύτρο (2% του κόκκου) που περιέχει λιπαρές ύλες, πρωτεΐνες, ανόργανα άλατα και βιταμίνες.

Το περίβλημα αποτελείται από το περικάρπιο (4%), το επισπέρμιο (3-4%), τη στοιβάδα της αλευρόνης (6%).

Το φύτρο χωρίζεται από το ενδοσπέρμιο με μία μεμβράνη, το ασπίδιο το οποίο είναι πλούσιο σε πρωτεολυτικά και αμυλολυτικά ένζυμα.

ΑΛΕΥΡΙ

Το αλεύρι είναι το προϊόν άλεσης των δημητριακών. Με την ονομασία «αλεύρι» χαρακτηρίζεται το προϊόν άλεσης μόνο του σιταριού. Οι ιδιότητες των διαφόρων αλεύρων ποικίλουν ανάλογα με την πηγή τους, την ποικιλία, τη διαδικασία άλεση και των κατεργασιών τους μετά την άλεση.

Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες δεν είναι ούτε αμιγείς ούτε ομοιογενείς. Λαμβάνονται κατά την κλασμάτωσή τους τέσσερα κλάσματα ανάλογα με τη διαλυτότητά τους.

1. Αδιάλυτες – γλιαδίνες & γλουτενίνες (μαζί σχηματίζουν τη γλουτένη).
2. Διαλυτές – αλβουμίνες & γλοβουλίνες.

1. Αλβουμίνες

Είναι υδατοδιαλυτές και αποτελούν το 6-12% της συνολικής πρωτεΐνης (11 ενώσεις), έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε θρυπτοφάνη και συνεισφέρουν στην αρτοποιητική ικανότητα του αλευριού. Όταν αφαιρεθεί αυτή αυτό το κλάσμα των πρωτεϊνών το αλεύρι έχει φτωχή αρτοποιητική ικανότητα. Η δράση τους είναι άγνωστη και η θετική του επίδραση ίσως να οφείλεται στις περιεχόμενες πεντοζάνες.

2. Γλοβουλίνες

Αποτελούν το 5-12% των πρωτεϊνών και έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε θρυπτοφάνη και υψηλή περιεκτικότητα σε αργινίνη. Είναι διαλυτές σε αραιά διαλύματα αλάτων. Δεν συνεισφέρουν στην αρτοποιητική ικανότητα του αλευριού.

3. Πρωτεΐνες της γλουτένης

Οι γλιαδίνες (προλαμίνες) και οι γλουτενίνες (γλουτελίνες) χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις γλουταμίνης, ασπαραγίνης και προλίνης. Οι γλιαδίνες είναι διαλυτές σε αιθανόλη 60-70% κ.ο. Οι γλουτενίνες είναι διαλυτές σε αραιά διαλύματα οξέων και βάσεων. **Η διαφορά τους είναι κυρίως στο M.B.** Το MB των γλιαδινών είναι 20.000-50.000 ενώ των γλουτενινών από 50.000 έως μερικά εκατομμύρια.

Άλλη διαφορά είναι οι δισουλφιδικοί δεσμοί. Στις γλιαδίνες είναι ενδομοριακοί ενώ στις γλουτενίνες είναι ενδο- και διαμοριακοί. Το υψηλό ποσοστό διαμοριακών δισουλφιδικών δεσμών στις γλουτενίνες έχει ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό συσσωματωμάτων.

Δεν είναι ξεκάθαρο εάν οι πρωτεΐνες της γλουτένης με τα μεγάλα μοριακά βάρη σχηματίζονται κατά την ωρίμανση ή οι απλές πρωτεΐνες πολυμερίζονται.

Ένζυμα

Τα σπουδαιότερα ένζυμα των αλεύρων περιλαμβάνουν αμυλάσες, πρωτεϊνάσες, λιπάσες και οξειδάσες και οι περισσότερες βρίσκονται στο διαλυτό κλάσμα της πρωτεΐνης, δηλαδή στις αλβουμίνες και γλοβουλίνες. Παρόλο που είναι ένα μικρό τμήμα του πρωτεϊνικού περιεχομένου επηρεάζουν σημαντικά τις ιδιότητες των αλεύρων.

Η υδρόλυση του αμύλου στο αλεύρι καταλύεται από τις αμυλάσες. Η β-αμυλάση διασπά τους α-1,4 δεσμούς παράγοντας μαλτόζη, ενώ η α-αμυλάση διασπά τους α-1,4 δεσμούς με τυχαίο τρόπο και παράγει δεξτρίνες. Η δραστηριότητα των αμυλασών είναι αυξημένη στο ζελατινοποιημένο άμυλο σε σύγκριση με το κοκκώδες. Οι α-αμυλάσες χρησιμοποιούνται στην αρτοποιία για βελτίωση των ρεολογικών ιδιοτήτων της αρτομάζας.

Οι λιπάσες διασπούν τα γλυκερίδια (στον εστερικό δεσμό) ελευθερώνοντας λιπαρά οξέα. Θα πρέπει να δοθεί προσοχή στην αποθήκευση του σιταριού. Στο λευκό αλεύρι η δραστηριότητα της λιπάσης είναι πολύ χαμηλή.

Από τις οξειδάσεις η λιποξείδαση καταλύει την υπεροξείδωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων.

Υδατάνθρακες

Οι σπουδαιότεροι υδατάνθρακες στο αλεύρι είναι:

1. Άμυλο

Το κυριότερο συστατικό του αλεύρου (70-80%). Αποτελείται από τους μικρούς σφαιρικούς (15μm) και μεγαλύτερους στενόμακρους (15-35μm) κόκκους. Και τα δύο είδη αποτελούνται από αμυλόζη (~25%) και αμυλοπηκτίνη (~75%) και είναι και οι δύο πολυμερή της D-γλυκόζης.

2. Κυτταρίνη

Κύριο συστατικό του φύτρου στον κόκκο του σιταριού. Απομακρύνεται με την άλεση.

3. Πεντοζάνες

Είναι πολυσακχαρίτες που περιέχουν πεντόζες, αραβινόζη, ξυλόζη και γλυκοπρωτεΐνες. Υπάγονται στις ημικυτταρίνες, στο λευκό αλεύρι είναι το 2-3% κ.β. Είναι δύο είδη πεντοζανών: οι διαλυτές στο νερό αποτελούν το 20-25% και έχουν μικρό M.B. και οι αδιάλυτες στο νερό αποτελούν το 75-80% και έχουν μεγάλο M.B. Οι διαλυτές στο νερό πεντοζάνες παίζουν σημαντικό ρόλο στις ρεολογικές ιδιότητες της αρτομάζας.

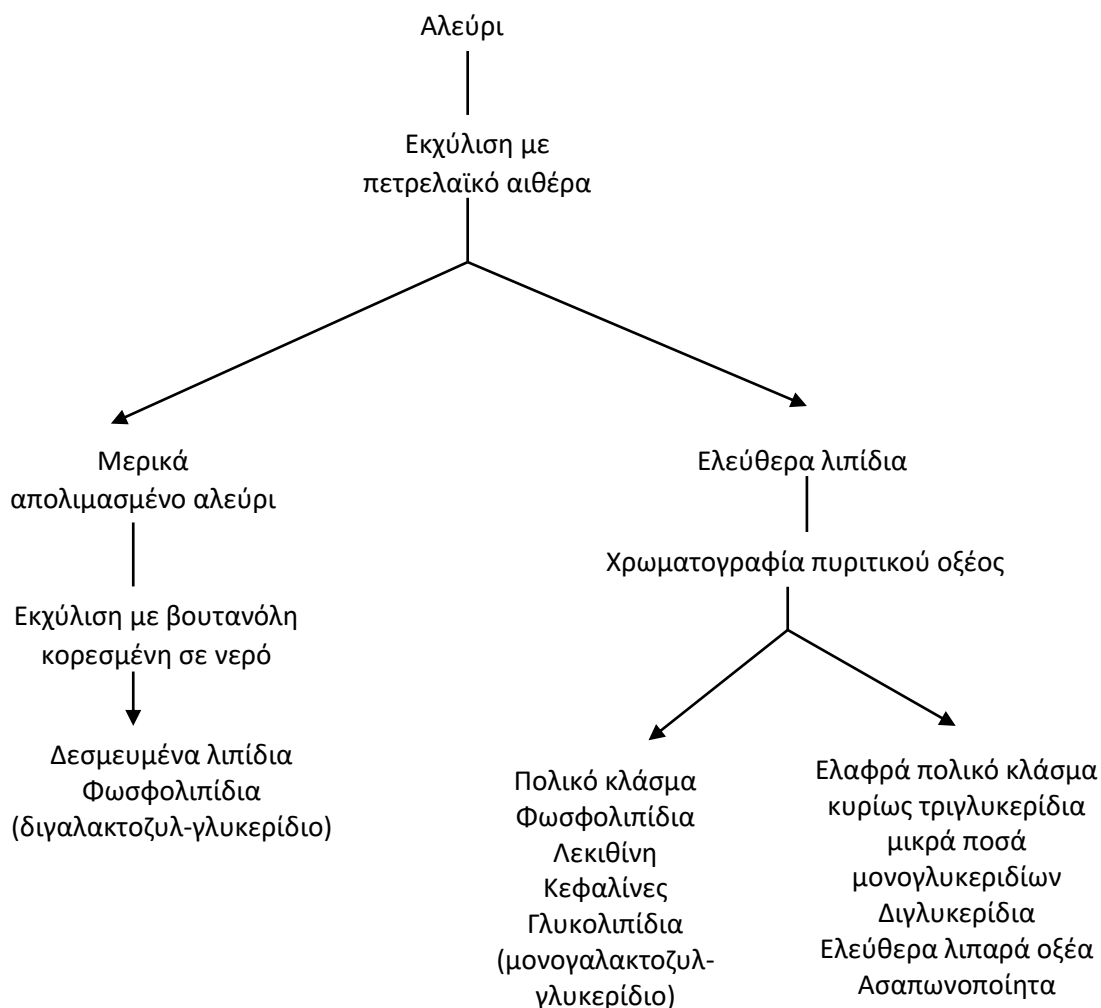
4. Δεξτρίνες και απλά σάκχαρα

Οι δεξτρίνες μοιάζουν με το άμυλο αλλά έχουν μικρότερο MB από αυτό, αποτελούν το 0,2% του αλευριού. Τα απλά σάκχαρα φτάνουν το 2%. Η μαλτόζη είναι το πιο σημαντικό (0,5-1%) και σε μικρότερα ποσά η γλυκόζη, φρουκτόζη και σακχαρόζη.

Λιπίδια

Αποτελούν το 1-2% του ενδοσπερμίου. Τα «ελεύθερα» λιπίδια εκχυλίζονται με πετρελαϊκό αιθέρα ενώ τα «συζευγμένα» με άμυλο ή πρωτεΐνες απαιτούν πολικά συστήματα διαλυτών (χλωροφόρμιο/μεθανόλη/νερό). Τα πιο πολικά λιπίδια είναι φωσφολιπίδια (λεκιθίνη, φωσφατιδυλοχολίνη, φωσφατιδυλοσερίνη, φωσφατιδυλοαιθανολαμίνη) και τα γλυκολιπίδια (μονογλυκερίδιο της γαλακτόζης). Τα λιγότερο πολικά λιπίδια περιλαμβάνουν κυρίως τρι-, δι- και μόνο γλυκερίδια, ελεύθερα λιπαρά οξέα.

Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης του σιταριού η αναλογία των ελεύθερων λιποειδών αυξάνεται, ενώ η συγκέντρωση των ελεύθερων λιπαρών, μονο-, και διγλυκεριδίων ελαττώνεται.



Βιταμίνες και Ανόργανα Συστατικά

Το ποσοστό των ανόργανων συστατικών στο ενδοσπέρμιο φτάνει το 0,3% και επομένως στο αλεύρι είναι χαμηλή. Τα κυριότερα είναι K, P, Mg, Ca, σε ίχνη Fe, Al, S.

Από τις βιταμίνες του συμπλέγματος B (ριβοφλαβίνη-B2, νιασίνη-B3, θειαμίνη-B1) βρίσκονται σε σημαντικό ποσό στο πιτυρούχο αλεύρι ενώ το λευκό αλεύρι είναι φτωχό με βιταμίνες.

Γίνεται εμπλουτισμός του λευκού αλεύρου με θειαμίνη και νιασίνη για να φτάσουν τα επίπεδα του πιτυρούχου αλεύρου.

Κατεργασίες σιταριού

Κοντισιονάρισμα

Είναι η κατεργασία του σιταριού με ορισμένη υγρασία σε ορισμένη θερμοκρασία και χρόνο με σκοπό τη:

1. Βελτίωση της αλεστικής ικανότητας του σιταριού. Γίνεται ομοιόμορφη κατανομή της υγρασίας στον κόκκο, χαλάρωση του φλοιού από το ενδοσπέρμιο, έτσι ώστε να αποχωρίζεται εύκολα μεταξύ τους και ο αλευροπυρήνας γίνεται εύθρυπτο προϊόν.
2. Βελτίωση της αρτοποιητικής ικανότητας του σιταριού ασκώντας επίδραση στην ποιότητα της γλουτένης.

Θερμό κοντισιονάρισμα: προσθήκη υγρασίας 14-19% σε θερμοκρασία 46-48°C για 40-50min. Εφαρμόζεται στα μαλακά σιτάρια για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης του κόκκου για την άλεσή του.

Ψυχρό κοντισιονάρισμα: προσθήκη υγρασίας στους 20-30°C και απαιτείται περισσότερος χρόνος, περίπου 48 ώρες.

Κατά το θερμό κοντισιονάρισμα επέρχεται μερική αδρανοποίηση πρωτεολυτικών και αμυλολυτικών ενζύμων. Είναι πιο έντονη όσο πιο έντονες είναι οι συνθήκες του κοντισιοναρίσματος (θερμοκρασία και χρόνος).

Τα πρωτεολυτικά ένζυμα, συνήθως καταστρέφουν τη γλουτένη, είναι επιθυμητό να αδρανοποιούνται (θερμό κοντισιονάρισμα).

Αντίθετα, τα αμυλολυτικά (α- και β-αμυλάση) δεν είναι επιθυμητό να καταστρέφονται. Η απώλειά τους αντιμετωπίζεται με την προσθήκη αμυλασικών παρασκευασμάτων.

Άλεση – Διαχωρισμός.

Η άλεση γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο γίνεται σπάσιμο του κόκκου και στο δεύτερο στάδιο επιτυγχάνεται η άλεση.

Ανάλογα με τον βαθμό άλεσης διακρίνονται σε αλεύρια τύπου 55% (πολυτελείας), τύπος 70% (κοινό), τύπου 85% και 90% (πιτυρούχο) κ.α. Όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός άλεσης του σιταριού τόσο πιο σκούρο το χρώμα του αλεύρου και μεγαλύτερη η απόδοση σε αλεύρι.

Μετά την άλεση το αλεύρι αποτελείται από κόκκους αμύλου, τεμαχίδια πρωτεΐνης, κύτταρα ενδοσπερμίου και συνδυασμούς τεμαχιδίων πρωτεΐνης-αμύλου. Τα μαλακά σιτάρια δίνουν αλεύρι με μεγαλύτερη αναλογία ελεύθερου αμύλου και πρωτεΐνης σε σύγκριση με τα σκληρά.

Κατά τον αεριοδιαχωρισμό λαμβάνονται 3 συνήθως κλάσματα:

Κλάσμα τεμαχιδίων μεγέθους πάνω από 40μm: ολόκληρα τμήματα ενδοσπερμίου, τμήματα κυττάρων, μεγάλοι αμυλόκοκκοι, συσσωματώματα πρωτεΐνης-αμυλόκοκκων. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη είναι παρόμοια με εκείνη του αρχικού αλευριού.

Κλάσμα τεμαχιδίων μεγέθους μεταξύ 15-40μm: αμυλόκοκκοι μεσαίου μεγέθους και μερικοί συνδεδεμένοι με πρωτεΐνη. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη είναι 50% μικρότερη του αρχικού αλευριού.

Κλάσμα τεμαχιδίων μεγέθους μικρότερου των 15μm: μικροί αμυλόκοκκοι και μικρά τεμαχίδια πρωτεΐνης.

Ο διαχωρισμός γίνεται με την τεχνική του αεριοδιαχωρισμού. Το αλεύρι διαβιβάζεται σε διάταξη κυκλώνα και οι κόκκοι διαχωρίζονται με τη βοήθεια της φυγοκέντρου δύναμης ανάλογα με το μέγεθός τους.

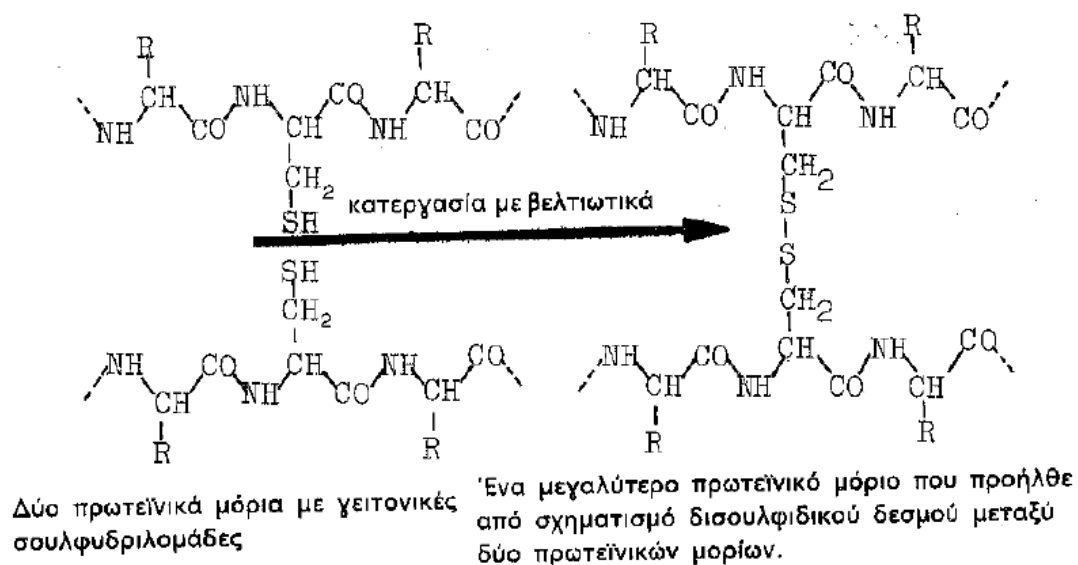


Χημικές διεργασίες – Λεύκανση – Προσθήκη βελτιωτικών

Η αρτοποιητική ικανότητα του αλεύρου βελτιώνεται με τον χρόνο αποθήκευσής του. Για την συντόμευση του χρόνου γίνεται προσθήκη διαφόρων λευκαντικών χημικών ενώσεων (υπεροξείδια, όζον κ.α.) και βελτιωτικών (βρωμικό κάλιο, ασκορβικό οξύ).

Το αρχικό υποκίτρινο χρώμα του αλεύρου οφείλεται στις ξανθοφύλλες και τους εστέρες τους που οξειδώνονται προς άχρωμες ενώσεις.

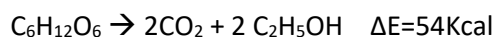
Η δράση των βελτιωτικών έχει σχέση με την επίδρασή τους στις πρωτεΐνες του αλευριού. Η συνεκτικότητα, η ανθεκτικότητα της αρτομάζας οφείλεται μεταξύ άλλων στη δημιουργία διαμοριακών δισουλφιδικών δεσμών (-S-S-) μεταξύ των πρωτεϊνικών αλυσίδων (οξείδωση 2 σουλφυδριλο ομάδων (-SH)).



Διογκωτικοί παράγοντες

1. Ζύμες

Η επίδραση των ζυμών πάνω στους υδατάνθρακες παράγει αλκοόλη και CO₂.



Η ζύμωση ευνοείται σε θερμοκρασία μεταξύ 28-32°C. Τα αποτελέσματα της ζύμωσης είναι (α) σχηματισμός και παραγωγή CO₂ το οποίο μετακινείται στο δίκτυο αρτομάζας → βελτίωση εμφάνισης και πιο εύπεπτο το ψωμί, (β) παραγωγή αλκοολών, αλδεϋδών, κετονών και οξέων που συνεισφέρουν στην οσμή και γεύση του ψωμιού.

Τα παλαιότερα χρόνια χρησιμοποιούνταν η προζύμη, μία συμβιωτική καλλιέργεια μικροοργανισμών που τρέφεται με αλεύρι και νερό. Περισσότερα στη συνέχεια (ΑΡΤΟΣ)

2. Baking powders

Είναι σκόνες που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή γλυκισμάτων. Μίγματα βάσεων και ασθενών οξέων με στόχο τη διόγκωση μέσω της παραγωγής CO₂.

Συνήθως χρησιμοποιείται το όξινο τρυγικό κάλιο ή το όξινο πυροφωσφορικό νάτριο συνοδευόμενο με ένα βοηθητικό μέσο όπως το όξινο ανθρακικό νάτριο ή όξινο ανθρακικό αμμώνιο. Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν και άλατα αργιλίου (Na₂SO₂ Al₂(SO₄)₃) αλλά απαγορεύτηκαν λόγω πιθανής τοξικής δράσης και την ανάπτυξη πικρής γεύσης.



Το NaHCO₃ είναι φτηνό, μη τοξικό, δεν επηρεάζει τη γεύση. Η χρήση διογκωτικών που περιέχουν αμμωνία ή αμμώνιο είναι περιορισμένη λόγω της ανεπιθύμητης οσμής της παραγόμενης αμμωνίας.

Αλεύρι από Σκληρό Σιτάρι



Παράγεται αποκλειστικά από άλεση σκληρών σιταριών. Έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και η γλουτένη που σχηματίζει είναι πολύ δυνατή. Έχει υποκίτρινο χρώμα, κυρίως λόγω των καροτενοειδών, αν και μερικές φορές υπόκειται σε λεύκανση. Δίνει πολύ ελαστικά και λιγότερο επεκτάσιμα ζυμάρια, δηλαδή ζυμάρια τα οποία μπορούν να φουσκώσουν πολύ, αλλά δεν τεντώνουν εύκολα. Πολλές φορές κυκλοφορεί σαν αλεύρι για

«ζυμωτό» ή «χωριάτικο» ψωμί και μερικές φορές περιέχουν ένα ποσοστό ψιλού σιμιγδαλιού. Χρησιμοποιείται στην παραγωγή ψωμιού.

Αλεύρι από Μαλακό Σιτάρι



Παράγεται αποκλειστικά από άλεση μαλακών σιταριών. Έχει μικρή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και η γλουτένη δεν έχει μεγάλη δύναμη. Τις περισσότερες φορές υπόκειται σε λεύκανση, η οποία αποχρωματίζει τα καροτενοειδή, λαμβάνοντας με αυτό τον τρόπο λευκό χρώμα. Δίνει ζυμάρια τα οποία μπορούν να επεκταθούν πολύ, αλλά δεν είναι πολύ ελαστικά, τεντώνουν δηλαδή εύκολα, αλλά δεν έχουν δύναμη. Χρησιμοποιείται κυρίως στην παραγωγή γλυκών, αν και πολλές φορές χρησιμοποιείται σε κάποια αναλογία στο αλεύρι, κυρίως όταν είναι επιθυμητό το εύκολο «τέντωμα» του ζυμαριού.

Αλεύρι Σιταριού Ολικής άλεσης

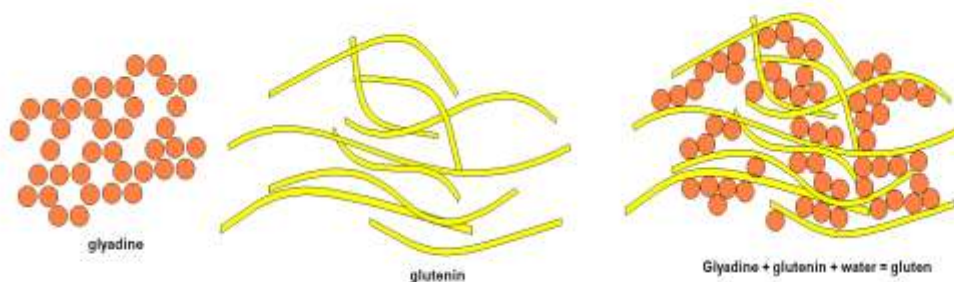


Παράγεται από την άλεση ολόκληρου του καρπού του σιταριού, περιέχει δηλαδή εκτός από το ενδόσπερμα, το πίτουρο και το φύτρο του σιταριού. Το πίτουρο περιορίζει την ανάπτυξη της γλουτένης και ως αποτέλεσμα και το φούσκωμα του ψωμιού. Εξαιτίας την άλεσης ολόκληρου του καρπού, δίνει ψωμιά με πιο έντονη και γεμάτη γεύση, τα οποία περιέχουν περισσότερα θρεπτικά συστατικά. Αν χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο ποσοστό, χωρίς πρόσθετα, δίνει πολύ πυκνά ψωμιά. Αυτό το αλεύρι δεν έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητας του φύτρου σε λιπαρά με συνέπεια την οξείδωσή τους και τάγγισής τους.

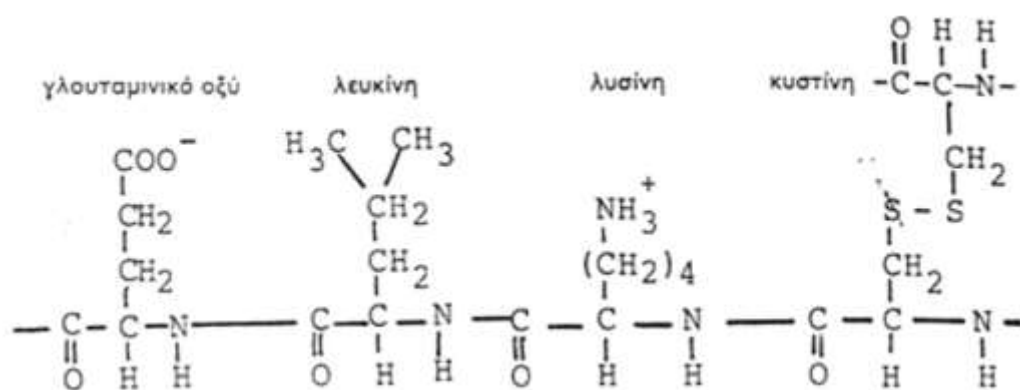
ΑΡΤΟΜΑΖΑ

Η εφυδάτωση των πρωτεϊνών της γλουτένης (γλιαδίνης & γλουτενίνης) δημιουργεί το ελαστικό, τρισδιάστατο δίκτυο της γλουτένης. Στην αρχή η γλουτένη απορροφά ποσό νερού σχεδόν διπλάσιο του βάρους της. Παρουσιάζεται μία τάση αποσυσσωμάτωσης, ακολουθούν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πρωτεϊνών με αποτέλεσμα το συνεχές δίκτυο της γλουτένης.

Η συνοχή και η ελαστικότητα του δικτύου είναι τέτοια ώστε οι φυσαλίδες αερίων να μεγαλώνουν χωρίς διάσπαση της αρτομάζας.



Η δομή της γλουτενίνης ευνοεί τη συνένωσή της με τη γλιαδίνη. Οι ιδιότητες της γλουτένης που προκύπτει είναι παρόμοιες με εκείνες της γλιαδίνης και της γλουτενίνης. Η μοριακή δομή της γλουτένης επιτρέπει διάφορα είδη αλληλεπιδράσεων μεταξύ πρωτεϊνών. (π.χ. γλουτένη με αμινοξέα). Οι δεσμοί μπορεί να είναι δισουλφιδικοί, ομοιοπολικοί, ηλεκτροστατικοί, υδρόφοβοι, δεσμοί υδρογόνου κ.α.



Το δίκτυο της γλουτένης περιέχει περίπου 8% λίπος (επί ξηρού). Τα λιπίδια είναι δεσμευμένα και «στερεώνονται» καλύτερα καθώς προχωρά η παρασκευή της αρτομάζας. Τα λιποειδή (φωσfolιπίδια) απαρτίζουν διπλές στοιβάδες, η κάθε μία με ιοντικούς δεσμούς ενώνεται στην πρωτεΐνη. Στοιβάδες λιποπρωτεΐνης μέσα στη μάζα της γλουτένης. Η ελαστικότητα οφείλεται στην πρωτεΐνη, ενώ η ολισθηρότητα στους ασθενείς δεσμούς των φωσfolιπιδίων της λιποπρωτεΐνης. Κατά την παρασκευή της αρτομάζας κόκκοι αμύλου δεσμεύονται στο δίκτυο της γλουτένης. Η συνέχεια της μοριακής δομής της αρτομάζας οφείλεται στις δυνάμεις συνοχής μεταξύ του αμύλου και της γλουτένης. Με την εφυδάτωση του αμύλου, οι αμυλόκοκκοι αποκτούν ελαστικότητα και εκτείνονται μαζί με τη γλουτένη κατά την παρασκευή της αρτομάζας.

Με τη θέρμανση (ψήσιμο) απομακρύνεται το νερό από τη γλουτένη και το άμυλο με αποτέλεσμα τη ρήξη της αρτομάζας και τα αέρια διαφεύγουν μερικώς.

Οι πεντοζάνες είναι υδρόφιλες και (λόγω δέσμωσης νερού) συνεισφέρουν στην σκληρότητα της αρτομάζας.

Οι διαλυτές πεντοζάνες είναι πρωτεΐνες που δεν παίζουν ρόλο στην αρτομάζα. Οι αδιάλυτες πεντοζάνες είναι πρωτεΐνες που έχουν ενδιαφέρον για την παραγωγή της αρτομάζας.

ΑΡΤΟΣ

Η μάζα που προκύπτει από την ανάμιξη αλευριού, νερού, μαγειρικού άλατος και μέσου διόγκωσης (πιεστή ζύμη, όξινη ζύμη κτλ.). Στη συνέχεια γίνεται ψήσιμο αυτής της μάζας. Το μέσο διόγκωσης είναι απαραίτητο διότι χωρίς αυτό δημιουργείται ένα ψωμί συμπαγές, υγρό και δύσπεπτο. Τα σάκχαρα του αλεύρου και η μαλτόζη του αμύλου, υδρολύονται και δίνουν γλυκόζη, η οποία ζυμώνεται από τους ζυμομύκητες και παράγουν αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα. Το τελευταίο προκαλεί τη διόγκωση της αρτομάζας.

Η θρεπτική αξία του άρτου είναι σημαντική επειδή αποτελεί πηγή υδατανθράκων, ανόργανων αλάτων, βιταμινών (B₁) και πρωτεϊνών.

Flavor

Η εμφάνιση, η γεύση και η οσμή είναι σημαντικοί παράγοντες για την αποδοχή ενός προϊόντος. Το άρωμα δημιουργείται κατά την πορεία παρασκευής, ως αποτέλεσμα των ενζύμων, της ζύμωσης και των αντιδράσεων μέσω του ψησίματος.

Οι κατηγορίες των ενώσεων που δημιουργούνται και συνεισφέρουν στην οσμή και γεύση του ψωμιού είναι αλδεΐδες, αλκοόλες, κετόνες, εστέρες, οξέα, πυραζίνες και πυρρολίνες, επίσης, υδρογονάνθρακες, φουράνια και λακτόνες.

Διάφορα είναι τα στάδια παραγωγής των ενώσεων αρώματος: μέσω της ζύμωσης από τη μαγιά και τα γαλακτικά βακτήρια, ενζυμική δραστηριότητα μέσω της επεξεργασίας του ζυμώματος, αντιδράσεις οξείδωσης λιπαρών, μέσω του ψησίματος, μη ενζυμική αμαύρωση – αντίδραση Maillard και αντιδράσεις καραμελοποίησης.

Επιπλέον τα συστατικά του αλεύρου ή των προσθέτων και οι τεχνικές προετοιμασίας συνεισφέρουν στο τελικό άρωμα.

Κατά το ψήσιμο η υγρασία εξατμίζεται από την επιφάνεια των προϊόντων, αυξάνεται η θερμοκρασία του προϊόντος πάνω από τη θερμοκρασία βρασμού του νερού και διευκολύνει τις αντιδράσεις καραμελοποίησης και Maillard. Με αυτόν τον τρόπο αναπτύσσονται οι κρούστες (κόρες) στα αρτοσκευάσματα. Τα προϊόντα με κρούστα έχουν περισσότερο άρωμα λόγω της μετανάστευσης των προϊόντων της αντίδρασης Maillard από την κρούστα στην ψίχα, ενώ δεσμεύονται στο ζελατινοποιημένο άμυλο.

Ο τύπος του αλεύρου παίζει σημαντικό ρόλο στο άρωμα του τελικού προϊόντος καθώς και η προσθήκη άλλων συστατικών, όπως αυγά, λεκιθίνη, βούτυρο, σησάμι, αρωματικά κ.α. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το άρωμα είναι η επιλογή της καλλιέργειας που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή, η χρήση γλυκαντικών υλών (συνεισφορά στην αντίδραση αμαύρωσης), ο τρόπος ζύμωσης, ο χρόνος και ο χειρισμός αυτής.

Μαγιά

Η μαγιά είναι ένα μόνο είδος μικροοργανισμού, ένας **σακχαρομύκητας**. Συγκεκριμένα, η επιστημονική ονομασία του είδους της μαγιάς είναι *Saccharomyces cerevisiae*. Είναι ακριβώς ο ίδιος μικροοργανισμός που χρησιμοποιείται και στην παραγωγή των περισσότερων ειδών μπύρας. Η μαγιά που έμεινε μετά τη ζύμωση της μπύρας δινόταν σε φούρνους για να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή ψωμιού.

Αυτός ήταν και ο λόγος που αρχικά διαδόθηκε. Η μαγιά όπως και όλοι οι σακχαρομύκητες παράγει κυρίως CO₂ και αιθυλική αλκοόλη.

Προζύμη

Η προζύμη είναι μια **συμβιωτική καλλιέργεια μικροοργανισμών** που τρέφεται (ή ζυμώνει) κυρίως με αλεύρι και νερό. Οι κυριότεροι μικροοργανισμοί που βρίσκονται σε μία κλασσική προζύμη για ψωμί ανήκουν στις εξής οικογένειες:

- Saccharomyces
- Lactic acid bacteria (βακτήρια γαλακτικού οξέος)
- Acetic acid bacteria (βακτήρια οξικού οξέος)

Βακτήρια γαλακτικού οξέος

Ομοιοζυμωτικά: μετατρέπουν περισσότερο από το 85% της γλυκόζης σε γαλακτικό οξύ με αρχική ένωση τη γλυκόζη.

Ετεροζυμωτικά: μετατρέπουν λιγότερο από το 50% της γλυκόζης σε γαλακτικό οξύ και σε σημαντικά ποσά σε αιθανόλη, οξικό οξύ και CO₂.

Ετεροζυμωτικά είδη (λιγότερα γνωστά): Βάκιλλοι που παράγουν DL - γαλακτικό οξύ, οξικό οξύ και CO₂.

Βακτήρια οξικού οξέος

Gram (–) τα οποία από σάκχαρα ή αλκοόλη δίνουν οξικό οξύ κατά τη ζύμωση.

Ο **σακχαρομύκητας** είναι κυρίως υπεύθυνος για την παραγωγή *διοξειδίου του άνθρακα* (CO₂) και αιθανόλης, του αερίου που διογκώνει το ψωμί, και τα **βακτήρια** είναι υπεύθυνα για την παραγωγή των αντίστοιχων οξέων, που δίνουν την χαρακτηριστική όξινη γεύση. Κατά τη ζύμωση οι μικροοργανισμοί - η προζύμη - καταναλώνουν τα συστατικά του αλευριού και παράγουν ως βασικά προϊόντα της ζύμωσης CO₂ και διάφορα οξέα. Υπάρχουν και άλλοι μικροοργανισμοί σε μικρότερους πληθυσμούς στο προζύμι, αλλά οι κυρίαρχοι είναι αυτοί που μας ενδιαφέρουν λόγω προϊόντων και υποπροϊόντων της ζύμωσης τους.

Διαφορές

- Η μαγιά περιέχει έναν συγκεκριμένο μικροοργανισμό, ενώ η προζύμη περιέχει πολλά είδη μικροοργανισμών.
- Η μαγιά είναι εύκολη στη χρήση με πάντα προβλέψιμο αποτέλεσμα, ενώ η προζύμη χρειάζεται προετοιμασία και φροντίδα ώστε το αποτέλεσμα να είναι προβλέψιμο.
- Ο χρόνος που χρειάζεται η προζύμη για να «φουσκώσει» το ψωμί είναι συνήθως μεγαλύτερος σε σύγκριση με τον χρόνο που χρειάζεται η μαγιά.
- Η προζύμη δίνει ανώτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στο ψωμί σε σύγκριση με το ψωμί που έχει παρασκευαστεί με τη μαγιά, κυρίως λόγω των προϊόντων και υποπροϊόντων της ζύμωσης των βακτηρίων.
- Η μαγιά δίνει πάντα ομοιόμορφο γευστικό αποτέλεσμα, ενώ η προζύμη δίνει ψωμί με διαφορετικά χαρακτηριστικά, ακόμη και ανάλογα με την περιοχή που χρησιμοποιείται.

- Η προζύμη αναπτύσσεται καλύτερα σε όξινα ζυμάρια, ενώ η μαγιά αναπτύσσεται σε ουδέτερα ή λίγο αλκαλικά ζυμάρια.
- Η διάρκεια ζωής ενός ψωμιού με προζύμι είναι πολύ μεγαλύτερη από ένα ψωμί με μαγιά, κυρίως λόγω της παρουσίας των οξέων τα οποία παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των ανεπιθύμητων μικροοργανισμών.

ΡΥΖΙ

Είναι το προϊόν που λαμβάνεται από την επεξεργασία των καρπών του φυτού *Oryza sativa* και προσφέρεται στο εμπόριο αναποφλοιώτο, αποφλοιωμένο και κατεργασμένο. Μετά το σιτάρι είναι ένα από τα σπουδαιότερα δημητριακά κυρίως στην Ασία.

Υπάρχουν διάφορες ποικιλίες ρυζιού και ανάλογα με το μέγεθος του καρπού κατηγοριοποιούνται ως μικρόκαρπες (π.χ. ρύζι γλασέ) και μακρόκαρπες (π.χ. ρύζι καρολίνα).

Το ρύζι πριν δοθεί στην κατανάλωση καθαρίζεται, αποφλοιώνεται, υποβάλλεται σε λεύκανση και στίλβωση. Μέσω αυτών των επεξεργασιών υπάρχει απώλεια θρεπτικών συστατικών (κυρίως της θειαμίνης) και το φαινόμενο αυτό μπορεί να περιοριστεί μέσω της υδροθερμικής κατεργασίας (par boiling) πριν τις ανωτέρω επεξεργασίες.

Υδροθερμική κατεργασία ρυζιού

Γίνεται διαβροχή του αναποφλοιώτου ρυζιού σε θερμοκρασία ~80°C για μερικές ώρες, ακολουθεί κατεργασία με ατμό και ξήρανση.

Μέσω της υδροθερμικής κατεργασίας γίνεται διάχυση βιταμινών και ανόργανων αλάτων από τα εξωτερικά στρώματα του αναποφλοιώτου ρυζιού προς το ενδοσπέρμιο, ελαχιστοποιείται η απώλεια συστατικών κατά τη στίλβωση, σκληραίνει ο κόκκος κι έτσι δεν σπάει, ενώ μεγάλο μέρος του αμύλου ζελατινοποιείται.

Επίσης θεωρείται πιο σταθερό κατά τη συντήρηση λόγω της καταστροφής των λιπασών κατά τη θέρμανση.

ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ

Η παραγωγή του κατέχει τη δεύτερη θέση μετά το σιτάρι. Κατάγεται από την Νότια Αμερική. Υπάρχουν πολλοί τύποι και οι πιο σημαντικοί είναι το μαλακό, σκληρό, οδοντόμορφο κ.α.

Χρησιμοποιείται για τη διατροφή ανθρώπων, ζώων και ως ά' ύλη για διάφορα προϊόντα (άμυλο, γλυκόζη, οινόπνευμα). Από τα φύτρα του καλαμποκιού με εκχύλιση λαμβάνεται το καλαμποκέλαιο (αραβοσιτέλαιο).

Ως βασική τροφή το καλαμπόκι δημιουργεί διάφορα προβλήματα στην υγεία (έλλειψη βιταμινών του συμπλέγματος Β και κατώτερης βιολογικής αξίας των πρωτεϊνών του).

Αλεύρι καλαμποκιού

Το αλεύρι καλαμποκιού παράγεται από την άλεση ξηρών καλαμποκιών, διότι ο φρέσκος καρπός του καλαμποκιού περιέχει μεγάλη υγρασία συγκριτικά με τα υπόλοιπα δημητριακά.

Οι πρωτεΐνες του δεν σχηματίζουν γλουτένη (ζεΐνη αντί γλιαδίνης), οπότε μπορεί να καταναλωθεί άφοβα από ανθρώπους με δυσανεξία στη γλουτένη (κουλιοκάκη).

Κατηγοριοποιείται κυρίως από το χρώμα, το οποίο είναι συνήθως κίτρινο ή άσπρο, αν και σε άλλες χώρες καλλιεργούνται ποικιλίες χρώματος μωβ και κόκκινο. Κατηγοριοποιείται επίσης και με βάση το μέγεθος της άλεσης.

Το ψωμί που παράγεται από το αραβοσιτάλευρο δεν φουσκώνει και είναι αρκετά βαρύ. Συνήθως αναμειγνύεται με σιτάλευρο.

ΚΡΙΘΑΡΙ

Το κριθάρι καλλιεργείται και χρησιμοποιείται από τα πολύ παλιά χρόνια και σε μεγάλη ποικιλία κλιμάτων. Κυρίως χρησιμοποιείται ως ζωτροφή και για την παρασκευή της βύνης στη ζυθοποιία. Δίνει βαριά ζύμη και χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλα δημητριακά.

Αλεύρι κριθαριού

Παράγεται από την άλεση ολόκληρου του καρπού του κριθαριού. Η περιεκτικότητα του κριθαριού σε γλουτένη (χορδεΐνη) είναι ακόμα μικρότερη και από την σίκαλη, με αποτέλεσμα ένα ψωμί με σκέτο κριθάρι να είναι πάρα πολύ πυκνό/συμπαγές.

Όταν χρησιμοποιείται σε κάποια αναλογία με σιταρένιο δίνει στο ψωμί μια ευχάριστη γλυκιά και γήινη γεύση και λίγο διαφορετική υφή στο ψωμί, εξαιτίας της διατήρησης περισσότερης υγρασίας μετά το ψήσιμο.

ΣΙΚΑΛΗ

Συνήθως μαζί με το σιτάρι χρησιμοποιείται στην αρτοποιία. Η σίκαλη έχει σύσταση που μοιάζει πολύ με το σιτάρι, ενώ αντέχει περισσότερο σε φτωχά εδάφη και στην ξηρασία. Το αλεύρι είναι λίγο σκουρότερο από το σιταρένιο, με ελαφρά γκρι χρώμα και είναι το δεύτερο χρησιμοποιούμενο στην παρασκευή ψωμιού.

Λόγω της αδυναμίας σχηματισμού του πλέγματος της γλουτένης, λόγω των περιεχόμενων ενζύμων που εμποδίζουν την ανάπτυξή της, το αλεύρι σίκαλης δίνουν ψωμιά με μειωμένη ελαστικότητα και διόγκωση.

Μικρές ποσότητες αλεύρου σίκαλης στο ψωμί βελτιώνουν την υφή και το άρωμα της ψίχας, δίνουν χρώμα στην κρούστα και κάνουν τη ζύμη μεταξένια και πιο εύπλαστη.

ΒΡΩΜΗ

Η βρώμη, γνωστή από την αρχαιότητα στον ελληνικό χώρο, θεωρείται άριστη ζωτροφή, αλλά χρησιμοποιείται και στην παραδοσιακή αρτοποιία. Είναι πλούσια σε λίπος και ανόργανα συστατικά σε σύγκριση με τα άλλα δημητριακά. Είναι πλούσια σε βιταμίνες Β, μαγνήσιο, σελήνιο, ψευδάργυρο, αντιοξειδωτικά. Στη διατροφή του ανθρώπου χρησιμοποιείται με τη μορφή διαιτητικών προϊόντων π.χ. κουάκερ.

Το αλεύρι παράγεται από βρώμη, η οποία αρχικά αποφλοιώνεται και μετά επεξεργάζεται θερμικά για απενεργοποίηση ενζύμων (λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς της σε λίπος).

Η περιορισμένη χρήση της οφείλεται στο ότι περιέχει μικρό ποσοστό γλουτένης και πρέπει να αναμειχθεί με σιτάλευρο, οπότε δίνει υπέροχο ψωμί. Η βρώμη απορροφά περισσότερα υγρά και δίνει ψωμί με υγρή υφή.

Δυστυχώς το κόστος της βρώμης είναι αρκετά μεγάλο και χρησιμοποιείται συνήθως είτε σε πολύ μικρά ποσοστά σε κάποια ήδη ψωμιού (πολύσπορο), είτε να δώσει υφή στην επιφάνεια διαφόρων ψωμιών.

ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΑ ΠΡΟΓΕΥΜΑΤΟΣ

Χυλός:

Χυλός βρώμης (Quaker oats): Η βρώμη αποφλοιώνεται και τεμαχίζεται. Στη συνέχεια ατμίζεται (ζελατινοποίηση του αμύλου) και ακολουθεί φυλλιδοποίηση. Για την κατανάλωση χρειάζεται σύντομο βράσιμο σε νερό ή γάλα.

Στιγμαίος χυλός βρώμης: αποφλοιώση, τεμαχισμός, ελαφρά διύγρυνση, ισχυρή άτμιση, φυλλιδοποίηση. Απλή ανάμιξη με νερό ή γάλα.

Δημητριακά έτοιμα προς κατανάλωση

Φυλλίδια (flakes): ως πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται το σιτάρι, ρύζι, καλαμπόκι. Αρχικά η πρώτη ύλη υφίσταται ελαφριά διύγρυνση, κύλιση σε λείους κυλίνδρους για άνοιγμα των κόκκων, ακολουθεί μία πιο έντονη δεύτερη διύγρυνση που συνοδεύεται με την προσθήκη γευστικών ουσιών (ζάχαρη, αλάτι κ.α.). Ακολουθεί ξήρανση μέχρι υγρασία 15-20% και με κύλιση σχηματίζονται φυλλίδια. Τέλος ψήνονται και συσκευάζονται. Καταναλώνονται με απλή προσθήκη γάλακτος (cornflakes.)

Διογκωμένα προϊόντα (puffed): Χρησιμοποιούνται 2 τεχνικές:

A) υπό ατμοσφαιρική πίεση: εφαρμογή υψηλής θερμοκρασίας στο προϊόν και επιτυγχάνεται γρήγορη εξάτμιση της υγρασίας.

Π.χ. Παρασκευή ρυζιού των 5min: Διαβροχή του ρυζιού (15min στους 50°C), στράγγιση, απότομη θέρμανση στους 200-250°C. Διαστολή των υδρατμών στους πόρους του ρυζιού και γίνεται διόγκωση 3 - 4 φορές. Έτσι το ρύζι γίνεται πορώδες και χρειάζεται περίπου 5 λεπτά για να βράσει.

B) Απότομη πτώση της πίεσης: Προθέρμανση του προϊόντος και μεταφορά του απότομα από τον χώρο υψηλής πίεσης στον αέρα. Η διόγκωση οφείλεται στην ταχεία παραγωγή και διαστολή των υδρατμών στη μάζα και τους πόρους του προϊόντος.

Π.χ. Snacks, γαριδάκια: Χρησιμοποιείται ειδική μηχανή (extruder), που αποτελεί ένα είδος πρέσας, στην οποία γίνεται μάλαξη της αρτομάζας με τα διάφορα συστατικά (περιεκτικότητα σε άμυλο 60-75%). Συμπίεση και με τη βοήθεια του κοχλίου προωθείται στην έξοδο της πρέσας. Συγχρόνως η πρέσα θερμαίνεται εξωτερικά με υπέρθερμο ατμό. Η αρτομάζα φθάνει στην έξοδο με μία θερμοκρασία 150-175°C και πίεση 24-34 kg/cm². Η έξοδος είναι καλυμμένη με διάτρητο δίσκο με διάφορα σχήματα και μεγέθη. Καθώς η αρτομάζα εξέρχεται γίνεται ταχύτατη διόγκωση και κόβεται με λεπίδες. Ακολουθεί ξήρανση σε θερμό ρεύμα αέρα.

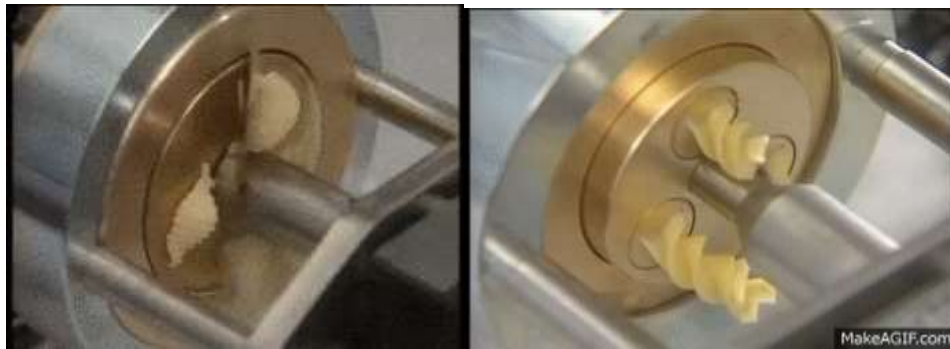
Κοκκώδη προϊόντα: Η αρτομάζα ζυμώνεται, ψήνεται, κόβεται σε φέτες, ξηραίνεται, αλέθεται σε χονδρόκοκκο προϊόν και συσκευάζεται.

ΖΥΜΑΡΙΚΑ

Τα ζυμαρικά παρασκευάζονται από σιμιγδάλι από σκληρό σιτάρι, νερό και αλάτι.

Ο τρόπος παρασκευής είναι παραπλήσιος με αυτόν του ψωμιού μόνο που δεν χρησιμοποιείται πιεστή ζύμη ούτε ψήνονται σε κλίβανο.

Το σιμιγδάλι αναμιγνύεται με νερό για το σχηματισμό ζυμαριού και διοχετεύεται σε πιεστικές μηχανές για μορφοποίηση (μακαρόνια ψιλά, χονδρά, τρυπητά, κοφτά, διαφόρων σχημάτων). Ακολουθεί ξήρανση με θερμό αέρα.



ΕΥΦΡΑΝΤΙΚΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

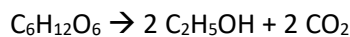
Τα ευφραντικά είναι προϊόντα τα οποία χρησιμοποιούνται για να προκαλέσουν την ευχάριστη διέγερση του νευρικού συστήματος ή να βελτιώσουν τη γεύση των τροφών, να διεγείρουν την όρεξη και να διευκολύνουν την πέψη. Ανάλογα με το είδος των ενώσεων που περιέχουν διακρίνονται σε:

Αλκοολούχα (περιέχουν αλκοόλη, π.χ. οίνος, μπίρα κ.α.), αλκαλοειδούχα (περιέχουν αλκαλοειδή π.χ. καφές, τσάι κ.α.) και αρτύματα (περιέχουν διάφορες γευστικές και αρωματικές ενώσεις π.χ. πιπέρι, κανέλα κ.α.). Στα ευφραντικά κατατάσσονται τα ελεύθερης αλκοόλης ποτά (δεν περιέχουν αλκαλοειδή, π.χ. αεριούχα ποτά) λόγω της αναψυκτικής τους δράσης.

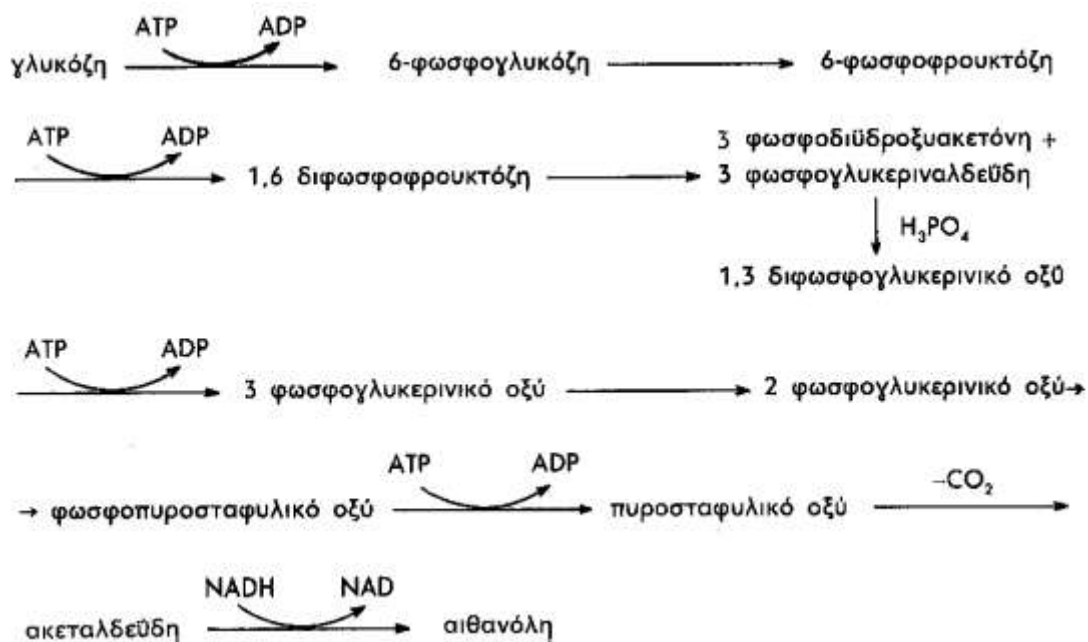
ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΑ ΠΟΤΑ

Τα ποτά που περιέχουν αλκοόλη σε οποιαδήποτε ποσοστό, η οποία προέρχεται είτε από ζύμωση είτε από προσθήκη κατά την παρασκευή τους. Οίνος, μπίρα, αποστάγματα και ηδύποτα.

Το κοινό χαρακτηριστικό τους είναι η αλκοολική ζύμωση, δηλαδή της μετατροπής των σακχάρων (εξόζες) σε αλκοόλη και CO₂. Η ζύμωση είναι αναερόβια στα κύτταρα των ζυμομυκήτων. Τα κύτταρα των ζυμομυκήτων απορροφούν τα απλά σάκχαρα τα οποία παρουσία αναγωγικών ενζύμων διασπώνται και παράγουν αιθυλική αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα και ένα ποσό ενέργειας με τη μορφή θερμότητας. Τα ένζυμα των κυττάρων ζυμομυκήτων πραγματοποιούν την αλκοολική ζύμωση



Είναι συνολική η αντίδραση. Στην πραγματικότητα δρουν ~22 ένζυμα, 6 συνένζυμα και διάφορα ιόντα π.χ. Mg, K κ.α.



ΟΙΝΟΙ-ΚΡΑΣΙΑ

Είναι προϊόν ζύμωσης του χυμού σταφυλιών. Στα σταφύλια που συνήθως χρησιμοποιούνται ανήκουν στο είδος *Vitis vinifera*. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία, με σπουδαιότερα τα ξηρά, αφρώδη, γλυκά, αρωματικά και από πλευράς χρώματος τα λευκά, ερυθρά και ροζέ.

Ξηρά → όλο το σάκχαρο ζυμώνεται προς αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα και η περιεκτικότητα σε αλκοόλη κυμαίνεται 10-15 βαθμούς. Μπορεί να είναι κόκκινα ή λευκά. Τα κόκκινα προέρχονται από κόκκινα σταφύλια με ζύμωση του μούστου μαζί με στέμφυλα από τα οποία λαμβάνουν το χρώμα τους. Τα λευκά προέρχονται από λευκά ή κόκκινα σταφύλια με τη διαφορά ότι ο μούστος διαχωρίζεται αμέσως μετά την έκθλιψη και αποχρωματίζεται με φυσικό ενεργό άνθρακα. Ιδιαίτερη κατηγορία είναι και η ρετσίνα για την παρασκευή της γίνεται προσθήκη στον μούστο 0,5-1% ρετσίνα πεύκων που δίνει τη χαρακτηριστική γεύση της.

Αφρώδη → συγκρατούν το CO₂ που σχηματίζεται κατά τη ζύμωση. Γίνεται και δεύτερη ζύμωση κατά την οποία παράγεται επιπλέον διοξείδιο που συγκρατείται από το κρασί υπό πίεση στο μπουκάλι (π.χ. σαμπάνια).

Γλυκά → περιέχουν ποσότητα αζύμωτου σακχάρου και αυξημένα ποσά αλκοόλης. Παρασκευάζονται είτε από μούστο με μεγάλη περιεκτικότητα σε σάκχαρο και πριν την ολοκλήρωση της ζύμωσης προστίθεται αλκοόλη, είτε από ξηρά κρασιά στα οποία προστίθεται συμπυκνωμένος μούστος (π.χ. μοσχάτο Πατρών, Σάμου).

Αρωματικά → περιέχουν αυξημένα ποσά αιθυλικής αλκοόλης, σάκχαρο και φυσικές, φυτικής προέλευσης, αρωματικές ύλες (π.χ. κρασί βερμούτ).

Η ποιότητα των κρασιών εξαρτάται:

1. Τη σύσταση των σταφυλιών (ποικιλία)
2. Τις συνθήκες ζύμωσης
3. Τις μεταβολές που υφίσταται το κρασί κατά την ωρίμανση.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΡΑΣΙΩΝ

Α. Πρώτη ύλη: Τα σταφύλια πρέπει να είναι ώριμα και υγιή. Κατά την ωρίμανση οι ρώγες του σταφυλιού από πράσινες και σκληρές γίνονται κίτρινες ή κόκκινες και τραγανές ενώ η συγκέντρωση των σακχάρων (γλυκόζη και φρουκτόζη) αυξάνεται. Ταυτόχρονα ελαττώνονται τα οξέα (τρυγικό και μηλικό). Το pH από 2,8 ανεβαίνει στο 4,2, ενώ αναπτύσσεται το χαρακτηριστικό άρωμα των σταφυλιών (πτητικοί εστέρες).

Β. Παραλαβή του μούστου: Γίνεται διαλογή των σταφυλιών (απομάκρυνση των αλλοιωμένων), υποβάλλονται σε πίεση (σε υδραυλικά ή κοχλιωτά πιεστήρια ή με κυλίνδρους). Συνήθως από 100 kg σταφυλιών λαμβάνεται ~88 kg μούστου απαλλαγμένου από τα στέμφυλα.

Γ. Διόρθωση της σύστασης του μούστου: Ο μούστος πρέπει να έχει την κατάλληλη σύσταση για να δώσει ένα καλό τελικό προϊόν. Προσδιορίζονται το σάκχαρο και τα οργανικά οξέα και εάν χρειάζεται γίνεται διόρθωση της περιεκτικότητας για αυτά τα συστατικά με ανάμιξη διαφόρων μούστων, με προσθήκη οξέων (τρυγικό ή κιτρικό), σακχάρου κ.α.

Δ. Ζύμωση του μούστου: Ξεκινά από το πρώτο 24ωρο μετά την παραλαβή του από διάφορους ζυμομύκητες (κυρίως από το *Saccharomyces cerevisiae*). Πολλές φορές γίνεται προσθήκη καθαρής καλλιέργειας για καλύτερο έλεγχο της ζύμωσης.

Η θερμοκρασία πρέπει να είναι 20-30°C. Η ζύμωση διαρκεί 14-20 ημέρες ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Πριν την έναρξη της ζύμωσης γίνεται προσθήκη SO₂ (50-100ppm) για την καταστροφή ανεπιθύμητων ΜΟ και την αποφυγή οξείδωσης του προϊόντος μέσω αδρανοποίησης του ενζύμου πολυφαινυλοξειδάση.

Ε. Διαύγαση: Μετά τη ζύμωση το προϊόν είναι θολό, περιέχει διαλυμένες και αιωρούμενες ύλες. Η διαύγαση γίνεται με προσθήκη πρωτεϊνικών υλών (ζελατίνη, καζεΐνη κ.α.) ή ανόργανων υλών (π.χ. καολίνη) ή με την παραμονή του προϊόντος για την καθίζηση των αιωρούμενων υλών.

Για βελτίωση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων τους τα κρασιά αφήνονται ένα διάστημα προς παλαίωση (1-3 έτη).

ΣΤ. Παλαίωση: Για τη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του οίνου, κυρίως του ερυθρού, αφήνεται για ένα διάστημα μηνών έως λίγο ετών προς παλαίωση σε δρύινα βαρέλια. Εδώ γίνεται η ανάπτυξη των τριτογενούς αρώματος των οίνων.

ΑΡΩΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΟΙΝΩΝ

Οι ενώσεις αρώματος του οίνου μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- Τις εν τη γενέσει στο σταφύλι (ελευθερώνονται με τη σύνθλιψη) και ενώσεις που παράγονται με ενζυμικές αντιδράσεις κατά τη σύνθλιψη (**πρωτογενές**)
- Τις παραγόμενες από τη ζύμωση (**δευτερογενές**)
- Εκείνες που είναι το αποτέλεσμα της παλαίωσης (bouquet) (**τριτογενές**)

Οι ενώσεις αρώματος μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση τη σημαντικότητά τους:

- Impact compounds έχουν μία συγκεκριμένη και διακριτή επίδραση στο άρωμα του κρασιού και γενικά δίνουν στα κρασιά ποικιλιακή μοναδικότητα.
- Contributing compounds δεν έχουν να κάνουν με τη μοναδικότητα της ποικιλίας αλλά είναι υπεύθυνες για τη συνολική πολυπλοκότητα του κρασιού (οι οξικοί εστέρες της αιθανόλης και των ανώτερων αλκοολών είναι πτητικές ενώσεις που δίνουν το χαρακτηριστικό κυρίαρχο άρωμα των φρέσκων λευκών κρασιών).

Πρωτογενή ή ποικιλιακά αρώματα

Διαφέρουν από ποικιλία σε ποικιλία και πολύ συχνά επηρεάζονται από τις συνθήκες καλλιέργειας, τη σύνθεση του εδάφους καθώς και το κλίμα της περιοχής. Σε φρέσκα κρασιά συναντούμε τέτοια αρώματα με τη μορφή λουλουδιών και φρούτων και οφείλονται στην παρουσία τερπενίων. Τα χαρακτηριστικά ποικιλιακά αρώματα όπως τα κόκκινα φρούτα στο Merlot, η ντομάτα στο Ξινόμαυρο κλπ. ανήκουν σε αυτή την κατηγορία.

Δευτερογενή αρώματα

Είναι αυτά που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια των ζυμώσεων, όπου στο γλεύκος επιδρούν οι ζύμες και άλλοι μικροοργανισμοί. Αποτελούν την πλειοψηφία των αρωμάτων που συναντιούνται στο κρασί. Οι πιο συνήθεις ενώσεις τέτοιου τύπου είναι οι εστέρες οι οποίοι προσδίδουν αρώματα φρούτων, κυρίως αχλαδιού και μπανάνας. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν και τα βουτυρένια αρώματα που προκύπτουν από τη μηλογαλακτική ζύμωση.

Τριτογενή αρώματα

Μετά το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης, διάφορες χημικές αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα από τις οποίες προκύπτουν νέες πτητικές ουσίες αρώματος που προκαλούν τα τριτογενή αρώματα.

Η παλαιώση στη φιάλη προκαλεί την αντικατάσταση των αρχικών φρουτένιων αρωμάτων από πιο βαριά και πολύπλοκα αρώματα, (κυρίως μορφή μαρμελάδας). Ζωικά αρώματα δέρματος, μανιταριού, χώματος, καπνού ανήκουν σε αυτή την κατηγορία αρωμάτων.

μπορεί να είναι ιδιαίτερα έντονη. Το γένος της ζύμης, χαμηλά επίπεδα αμινοξέων, χαμηλή θερμοκρασία, χαμηλό pH του χυμού και οι αναερόβιες συνθήκες έχει ως αποτέλεσμα στην ελάττωση σχηματισμού των ανώτερων αλκοολών.

Μετά την αιθανόλη και το CO₂, η **γλυκερίνη** είναι η ένωση με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση στο κρασί. Η ελάχιστη συγκέντρωσή της στα κρασιά είναι 5g/L, αλλά έχουν αναφερθεί συγκεντρώσεις μέχρι και 15-20g/L. Παράγεται από τις ζύμες στην αρχή της ζύμωσης. Είναι σημαντικό παραπροϊόν της αλκοολικής ζύμωσης και η συγκέντρωσή της εξαρτάται από το στέλεχος της ζύμης και από τις συνθήκες ζύμωσης. Κρασιά που προέρχονται από γλεύκη που έχουν κατεργαστεί με θειώδες παρουσιάζουν μεγάλες συγκεντρώσεις γλυκερίνης, καθώς το θειώδες ενώνεται με την ακεταλδεΐδη και έτσι προάγεται η γλυκόλυση. Λόγω της υψηλής συγκέντρωσης που απαντάται στα κρασιά, πιστευόταν ότι η γλυκερίνη επιδρά στη γεύση του κρασιού δίνοντας μια αίσθηση απαλότητας. Στην πραγματικότητα πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις που βρίσκονται στα κρασιά επηρεάζουν τη γεύση τους σε σημαντικό βαθμό. Η γλυκερίνη έχει γλυκιά γεύση και ενισχύει τη γλυκύτητα της αιθυλικής αλκοόλης στα ξηρά κρασιά, αλλά δεν είναι υπεύθυνη για τη γλυκύτητα στα γλυκά κρασιά.

Αλδεΐδες

Οι αλδεΐδες παράγονται είτε μέσω της αποικοδόμησης των υδατανθράκων, είτε από τις λιγνίνες είτε σχηματίζονται κατά την παλαίωση του κρασιού. Εξανάλη και εξενάλη βρίσκονται σε σημαντικά ποσά και σχετίζονται με τη νότα του γρασιδιού και του χορτώδους.

Η πιο κοινή αλδεΐδη που βρίσκεται στο κρασί είναι η ακεταλδεΐδη. Παράγεται ως ενδιάμεσο προϊόν του μεταβολισμού των ζυμών κατά την αλκοολική ζύμωση (αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος) και ως προϊόν οξείδωσης της αιθανόλης κατά την αποθήκευση. Η συνήθης συγκέντρωσή της είναι μικρότερη από 75mg/L (στα φρέσκα/νεαρά κρασιά). Πάνω από τα επίπεδα ανίχνευσής της (100-125mg/L) δίνει άρωμα του υπερώριμου, χτυπημένου φρούτου και cherry.

Υδροξυμεθυλοφουρφουράλη είναι προϊόν θέρμανσης της φρουκτόζης και ακεταλδεΐδης (παραπροϊόν της αλκοολικής ζύμωσης).

Άλλες αλδεΐδες ανιχνεύονται στα αρχικά στάδια της ζύμωσης, ίσως λόγω αναγωγής τους σε αλκοόλη.

Κετόνες

Δεν υπάρχουν πολλές πτητικές κετόνες στο κρασί αλλά αυτές που είναι παρούσες στον καρπό συνήθως επιβιώνουν της ζύμωσης (β-δαμασκηνόνη, α-ιονόνη, β-ιονόνη και διακετύλιο).

Η β-δαμασκηνόνη παίζει ρόλο στο άρωμα λευκών κρασιών γιατί βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα και έχει επιθυμητό άρωμα (τριαντάφυλλου).

Εστέρες

Ο **οξικός αιθυλεστέρας** παίζει σημαντικό ρόλο στις οργανοληπτικές ιδιότητες των κρασιών, των οινοπνευμάτων και των αποσταγμάτων συνήθως σε συγκέντρωση 200mg/L. Επίσης ανιχνεύονται αιθυλεστέρες διαφόρων οξέων (με 6, 8, 10 άτομα C).

Ο σχηματισμός τους στα κρασιά έχει διπλή προέλευση. Ένα μέρος προέρχεται από μικροοργανισμούς, ενώ ένα άλλο προέρχεται από την αντίδραση παλαίωσης, μεταξύ αλκοόλης και οξικού οξέος.

Ο οξικός αιθυλεστέρας είναι επιθυμητός σε συγκεντρώσεις μέχρι 150-200mg/L, γιατί σε μεγαλύτερα ποσά δίνει δυσάρεστη οσμή και αίσθηση αλλοιωμένου προϊόντος.

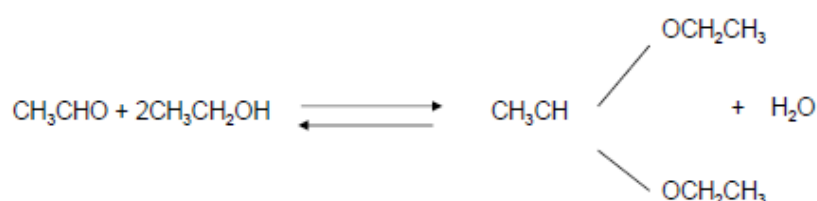
Ο οξικός εστέρας της 3-μεθυλο-1-βουτανόλης έχει τη χαρακτηριστική οσμή της μπανάνας. Ο οξικός εστέρας της βενζυλικής αλκοόλης έχει την οσμή μήλου.

Οι αιθυλεστέρες των οργανικών οξέων, σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι οι οξικοί εστέρες, συνεισφέρουν στην ένταση και ποιότητα του αρώματος κρασιού. Βρίσκονται στο σταφύλι,

όμως η κύρια προέλευσή τους είναι από τον δευτερογενή μεταβολισμό των ζυμών κατά την ζύμωση.

Οι εστέρες είναι είτε κυκλικοί (φαινολικοί) είτε ευθύγραμμης αλυσίδας (μόνο-, δι-, τρι-, υδροξυ καρβοξυλικά οξέα). Καθώς το μήκος της αλυσίδας αυξάνεται οι φρουτώδεις οσμές γίνονται πιο απαλές, στη συνέχεια γίνονται σαπωνοειδείς και στο τέλος στυφές/λιπαρές.

Οι **ακετάλες** σχηματίζονται κατά την παλαίωση των κρασιών και αποτελούν συστατικό που αποδίδει χαρακτηριστικό άρωμα. Συνήθως σχηματίζεται από τη βραδεία αντίδραση της ακεταλδεΐδης και της αιθυλικής αλκοόλης. Λόγω της μικρής συγκέντρωσης της ακεταλδεΐδης στα κρασιά, οι συγκεντρώσεις των ακεταλών βρίσκονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Οι ακετάλες έχουν άρωμα βοτάνων και συνεισφέρουν στον αρωματικό χαρακτήρα των κρασιών και ιδίως της ποικιλίας *Sherry*.

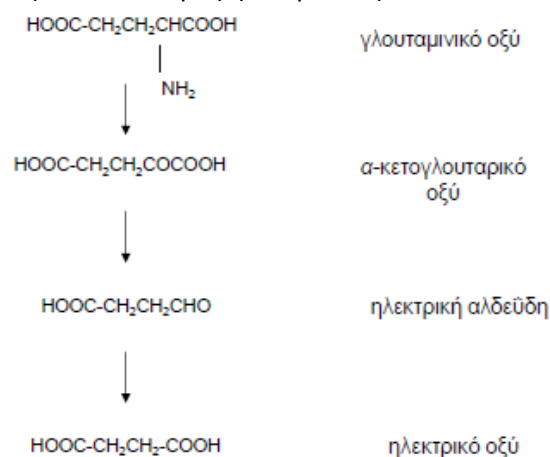


Μη πτητικά οξέα

Το **τρογικό** και **μηλικό**, σε μικρότερες συγκεντρώσεις το **κιτρικό** και **γαλακτικό** είναι παρόντα στα κρασιά. Σε θερμά κλίματα χαμηλότερη περιεκτικότητα σε οξέα (το μηλικό μετατρέπεται σε πυροσταφυλικό και γαλακτικό).

Δεν είναι προϊόντα της αλκοολικής ζύμωσης, η προέλευσή τους προέρχεται από την πρώτη ύλη, δηλαδή το γλεύκος. Η παρουσία τους στο γλεύκος έχει ευεργετική επίδραση στη ζύμωση. Δημιουργούν ευνοϊκό pH, ικανό να παρεμποδίσει την ανάπτυξη των βακτηρίων, τα οποία με δευτερογενείς ζυμώσεις θα δώσουν προϊόντα με δυσάρεστη οσμή και γεύση.

Το **ηλεκτρικό οξύ** παράγεται κατά την αλκοολική ζύμωση, είτε από τον κύκλο του Krebs είτε από το γλουταμινικό οξύ κατά την οξειδωτική του απαμίνωση προς α-κετογλουταρικό οξύ το οποίο στη συνέχεια αποκαρβοξυλιώνεται και παράγεται ηλεκτρική αλδεΐδη η οποία οξειδώνεται προς ηλεκτρικό οξύ.



Πτητικά οξέα

Τα πτητικά εκφράζονται σε οξικό οξύ (συνήθως λαμβάνει τη τιμή 0,35g/L). Εάν η συγκέντρωσή του είναι > 1g/L δίνουν όξινη γεύση και δυσάρεστη οσμή.

Ένα μέρος της περιεκτικότητάς του οφείλεται στην οξειδωτική της ακεταλδεΐδης, ενώ ένα άλλο μέρος οφείλεται στη δράση των βακτηρίων του οξικού οξέος που οξειδώνουν την

αιθυλική αλκοόλη σε οξικό οξύ με τη βοήθεια του ενζύμου αλκοολοξειδάση παρουσία ατμοσφαιρικού οξυγόνου.

Μεθοξυπυραζίνες

Έχουν τη χαρακτηριστική οσμή σταφυλιού-λαχανικών, χορταρικών, πράσινης πιπεριάς ή γης. Κατά την ωρίμανση και τη ζύμωση ελαττώνονται τα επίπεδά τους.

Θειόλες

Σχηματίζονται κατά την αλκοολική ζύμωση από άοσμες πρόδρομες ενώσεις που είναι παρούσες στα σταφύλια. Η πρόδρομη ένωση είναι η συζευγμένη S-κυστεΐνη.

Οι 4-μεθυλο-4-μερκαπτοπενταν-2-όλη, ο 3-μερκαπτοεξυλεστέρας του οξικού οξέος δίνουν τη ξυλώδη αίσθηση.

Η 3-μερκαπτοεξαν-1-όλη έχουν την αίσθηση του νόστιμου κίτρου, γρέηπ-φρουτ και πασιον-φρούτ

Η 2-φουρανο-μεθανοθειόλη (φουρφουρυλ-θειόλη) σχηματίζεται κατά την αλκοολική ζύμωση στο βαρέλι από την φουρφουράλη που ελευθερώνεται από τις βαρελοσανίδες (άρωμα ψημένου καφέ).

Η βενζυλο-μεθανοθειόλη (καπνός) πιθανόν παράγεται από την βενζαλδεΐδη.

Ισοπρένια

- Μονοτερπένια (C_{10}) – ως συζευγμένα γλυκοσίδια – λιναλοόλη, α-τερπινεόλη, κιτρονελόλη, νερόλη, γερανιόλη κ.α.
- Νορισοπρενοειδή (C_{13}) – οξειδωση καροτενοειδών – στο στάδιο ωρίμανσης του σταφυλιού (β-δαμασκηνόνη, α-ιονόνη).
- Ευχάριστες οσμές – λουλουδιών, φρούτων (-καμφοράς)
- β-δαμασκηνόνη (βαριά φρουτώδης – μήλο, τριαντάφυλλο, μέλι)
- Vitispirane – (εξωτικό λουλούδι με γήινο-ξυλώδη τόνο)

Σάκχαρα

Σε πολύ μικρά ποσοστά φρουκτόζης και γλυκόζης στο κρασί. Υπάρχουν πεντόζες κυρίως αραβινόζη που δεν ζυμώνονται.

Αζωτούχες ενώσεις

Παίζουν ρόλο στην καθαρότητα και την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και πιθανόν στην ανάπτυξη του αρώματος. Πρωτεΐνες, αμίδια, αμινοξέα και αμμωνία. Η αλανίνη σε ποσό 0,1-0,77 g του συνολικού αζώτου/L κρασιού.

Ταννίνες

Βρίσκονται σε συγκέντρωση ίση με 1-3g/L και ελαττώνονται κατά την ωρίμανση.

Ιόντα

Φωσφορικά (50-900mg/L) και θειικά (2-3g/L) ως άλατα του Κ. Από τα κατιόντα απαντά το Ag (0,2mg/L), Ca (ως τρυγικό ασβέστιο), Fe (1-50mg/L), Cu (0,2mg/L), Pb (0,2-4mg/L) & K (0,3-11mg/L) το οποίο αποτελεί τα 3/4 των κατιόντων στο κρασί.

ΜΠΙΡΑ

Χρονολογείται περίπου από το 5000 π.Χ. στο Ιράν. Η πρώτη ύλη είναι τα δημητριακά κυρίως το κριθάρι, ρύζι, καλαμπόκι. Υπάρχουν οι ξανθές (large) και οι σκουρόχρωμες (ale).

Παρασκευή της βύνης

Το κριθάρι κατεργάζεται με θερμό νερό (60-65°C) για την ενεργοποίηση των υδρολυτικών (α- και β-αμυλάση) και πρωτεολυτικών ενζύμων. Τα υδρολυτικά ένζυμα αργότερα θα μετατρέψουν το άμυλο σε μαλτόζη, η οποία με ζύμωση θα δώσει αλκοόλη. Αφήνεται το

κριθάρι να βλαστήσει. Όταν το μήκος του φύτρου φτάσει στα 2/3 του μήκους του κόκκου έχει γίνει η σακχαροποίηση του αμύλου και γίνεται διακοπή της βλάστησης με φρύξη. Το προϊόν αυτής της κατεργασίας ονομάζεται **βύνη**.

Ανάμιξη

Στο κατεργασμένο κριθάρι γίνεται προσθήκη βοηθητικών υδατανθράκων (από καλαμπόκι και ρύζι) για ευκολότερη λήψη των σακχάρων προς αλκοολική ζύμωση. Το μίγμα κατεργάζεται σε χαμηλή θερμοκρασία (38-76°C) για την εκχύλιση των διαλυτών συστατικών και τη ζελατινοποίηση του αμύλου (πιο ευπρόσβλητο στα ένζυμα). Επίσης απελευθερώνονται οι πρωτεΐνες οι οποίες θα αποικοδομηθούν από τα ένζυμα. Η αύξηση της θερμοκρασίας γίνεται αργά για τη μη αδρανοποίηση των ενζύμων. Ακολουθεί διήθηση και το υγρό κλάσμα (wort) μεταγγίζεται στο καζάνι ψησίματος (brewing kettle).

Ψήσιμο

Στο καζάνι εκτός από το υγρό κλάσμα προστίθεται ο λυκίσκος (τα άνθη του περιέχουν ταννίνες, ρητίνες, αιθέρια έλαια) ο οποίος συμβάλλει στην πικρή γεύση και το άρωμα της μπίρας. Ακολουθεί ψήσιμο για περίπου 2,5 ώρες.

Αφαιρείται το υγρό κλάσμα, ψύχεται και προετοιμάζεται για τη ζύμωση.

Κατά τη διάρκεια του ψησίματος το υγρό παστεριώνεται, αδρανοποιούνται τα ένζυμα, καταβυθίζονται οι πρωτεΐνες που προκαλούν θόλωμα στο προϊόν, γίνεται μερική καραμελοποίηση των σακχάρων και τέλος εκχυλίζονται οι ταννίνες και τα έλαια του λυκίσκου.

Ζύμωση

Το υγρό κλάσμα εμβολιάζεται με ζυμομύκητες (*S. cerevisiae*) για τη ζύμωση των σακχάρων, που έχουν παραχθεί από το άμυλο, σε ειδικές δεξαμενές σε θερμοκρασία 3-14°C και ολοκληρώνεται σε ~3 ημέρες. Η αλκοόλη παράγεται σε ποσοστό 4,5%, το pH κατεβαίνει στο 4 (ευνοείται η διαλυτοποίηση του CO₂ σε ποσοστό 0,3% κ.β.).

Οι μπίρες τύπου “ale” χρησιμοποιούν στελέχη ζυμομυκήτων που ζυμώνουν στην επιφάνεια (top fermenting) στους 18-27°C ενώ οι μπίρες τύπου “lager” ζυμώνουν στο βυθό (bottom fermenting) σε θερμοκρασία <15 °C.

Αποθήκευση

Η μπίρα ψύχεται στους 0°C, διηθείται και μεταγγίζεται σε δεξαμενές αποθήκευσης (σε υπόγειο χώρο) όπου παραμένει από μερικές εβδομάδες έως μερικούς μήνες (1-6 εβδομάδες).

Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης γίνεται καταβύθιση των πρωτεϊνών και των κυττάρων ζύμης, ενώ σχηματίζονται εστέρες και άλλες ενώσεις αρώματος χαρακτηριστικών της μπίρας. Κατά την αποθήκευση προστίθεται CO₂ υπό μορφή αερίου και γης διατόμων που απορροφά τα κολλοειδή σωματίδια που προκαλούν θολώματα στην μπίρα στις χαμηλές θερμοκρασίες.

Διήθηση

Γίνεται διήθηση για την λήψη πλήρως διαυγούς υγρού και, εφόσον χρειάζεται, προστίθεται CO₂ έτσι ώστε η περιεκτικότητά του να φτάσει το 0,5% w/v.

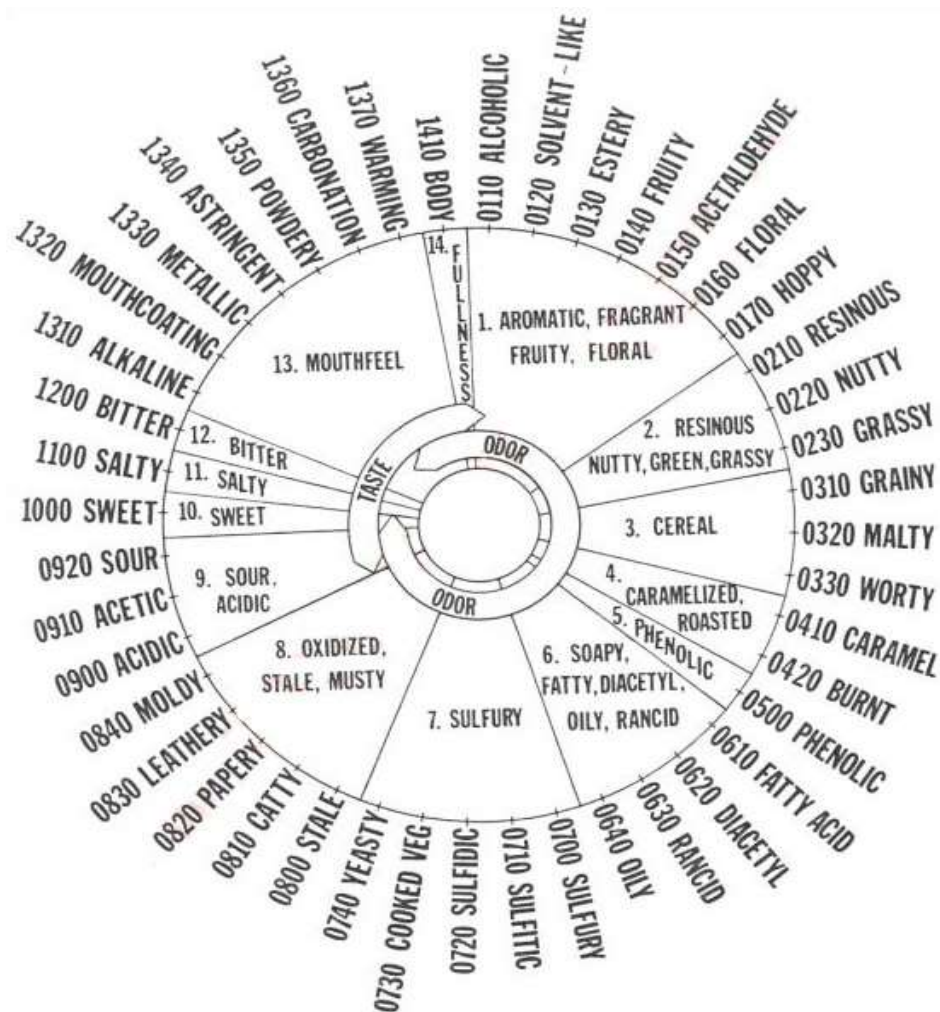
Εμφιάλωση

Το προϊόν εμφιαλώνεται ή συσκευάζεται σε μεταλλικά κουτιά υπό πίεση για να αποφευχθεί ο αφρισμός.

Παστερίωση

Το συσκευασμένο προϊόν παστεριώνεται (60°C για μερικά λεπτά) για να καταστραφούν οι ανεπιθύμητοι μικροοργανισμοί που θα πιθανόν να προκαλέσουν διάφορες αλλοιώσεις κατά την αποθήκευση.





ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΑ

Ποτά όπως το ουίσκι, κονιάκ, βότκα, ρούμι, ούζο κ.α. ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Οι βασικές χημικές διεργασίες είναι παρόμοιες με εκείνες του κρασιού και της μπίρας. Δηλαδή ύστερα από τη ζύμωση ακολουθεί απόσταξη.

Α. Φυσικά αποστάγματα: με απόσταξη αλκοολούχων ποτών που προέρχονται από ζύμωση διάφορης προέλευσης σακχαρούχων υγρών.

Β. Τεχνητά αποστάγματα: με ανάμιξη καθαρής αλκοόλης, νερού και αρωματικών και γευστικών υλών διαφορετικής προέλευσης.

- **Κονιάκ** (ΠΟΠ): παρασκευάζεται με απόσταξη κρασιού (διπλή απόσταξη). Στη συνέχεια αποθηκεύεται για ωρίμανση σε δρύινα βαρέλια λόγω της τραχιάς γεύσης & της δρμείας οσμής του. Κατά την παλαίωση η οξειδωτική επίδραση του οξυγόνου, η διαλυτοποίηση των συστατικών του ξύλου προκαλούν τις επιθυμητές μεταβολές στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του αποστάγματος. Η θερμοκρασία και η ποιότητα του ξύλου είναι σημαντικά.
- **Brandy**: Απόσταξη κρασιού και άλλα ζυμωμένα φρούτα (40-60% αλκοόλη).

- **Sherry** (ΠΟΠ): Ενισχυμένο κρασί (από την Ισπανία). Μετά τη ζύμωση ενισχύεται με αλκοόλη.
- **Πόρτο**: ενισχύεται στα μέσα της ζύμωσης με αλκοόλη έτσι ώστε να σταματήσει η ζύμωση (παραμένουν αζύμωτα σάκχαρα).



- **Ρούμι**: απόσταγμα από ζυμωμένο σιρόπι μελάσσας ή καλαμοσάκχαρου.
- **Ουίσκι και βότκα**: από πρώτη ύλη τα δημητριακά (κριθάρι, σιτάρι, σίκαλη και μίγματα αυτών) τα οποία κατ' αρχήν βυνοποιούνται, ακολουθεί ζύμωση και στη συνέχεια απόσταξη. Με αλληπάλληλες αποστάξεις εμπλουτίζεται σε αλκοόλη το τελικό προϊόν. Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του ουίσκι επηρεάζονται από τις πρώτες ύλες, τη μέθοδο ζύμωσης, την απόσταξη και την ωρίμανση σε βαρέλια από δρυ. Ένα από τα κριτήρια ποιότητας του ουίσκι είναι ο αριθμός εστέρων που είναι είναι συνάρτηση της ηλικίας του.
- **Τσίπουρο**: απόσταγμα στεμφύλων με περιεχόμενο αλκοόλης 40-45%. Συνήθως διπλής απόσταξης
- **Ούζο**: παλαιότερα γινόταν με ζύμωση των στεμφύλων, προσθήκη αρωματικών ουσιών και απλή ή διπλή απόσταξη. Σήμερα παρασκευάζεται με απόσταξη αιθυλικής αλκοόλης παρουσία αρωματικών σπόρων (γλυκάνισου, μάραθου κτλ) οι οποίοι εκτός των άλλων αρωμάτων περιέχουν την ανηθόλη, που δίνει το χαρακτηριστικό άρωμα στο ούζο. Επιπλέον δίνει το θόλωμα στο ούζο όταν προστεθεί νερό στο οποίο είναι αδιάλυτη. Κατώτερης ποιότητας ούζο παρασκευάζεται απλά με ανάμιξη αλκοόλης, ανηθόλης (1‰), νερού κ.α.

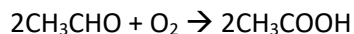
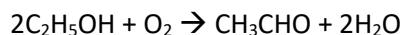
ΗΔΥΠΟΤΑ

Παρασκευάζονται είτε με απλή ανάμιξη καθαρής αιθυλικής αλκοόλης, νερού, σακχάρου, αρωματικών υλών και χρώματος, είτε με προσθήκη αλκοόλης σε σιρόπια που παρασκευάζονται από διάφορα φρούτα. Συνήθως περιέχουν αλκοόλη 30-50% κ.ο. και ζάχαρη 10-25%.

ΞΥΔΙ

Δεν ανήκει στα αλκοολούχα προϊόντα, αλλά παρασκευάζεται από αυτά. Κατατάσσεται στις αρωματικές ύλες και προστίθεται είτε για βελτίωση γεύσης είτε για τη συντήρηση των τροφίμων.

Ως ξύδι ορίζεται το προϊόν που παράγεται μόνο με οξική ζύμωση των κρασιών που προέρχονται από νωπά σταφύλια ή από σταφίδες και περιέχει τουλάχιστον 6% οξικό οξύ. Η αιθυλική αλκοόλη παρουσία του ατμοσφαιρικού οξυγόνου οξειδώνεται από τα ένζυμα των μικροοργανισμών του γένους *Actetobacter* προς οξικό οξύ.



Το διάλυμα πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 10-13% αλκοόλη για επιθυμητό προϊόν. Αντί κρασιού μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε αλκοολούχα πρώτη ύλη.

ΒΑΛΣΑΜΙΚΟ ΞΥΔΙ

Το αυθεντικό Aceto Balsamico, (οι Ιταλοί το αποκαλούν “tradizionale” (παραδοσιακό)) είναι προϊόν μοναδικό και εξαιρετικά ακριβό – μπορεί να πουλιέται έως και 150 Ευρώ το 1/4 του λίτρου, αφού χρειάζεται πολλά χρόνια και ειδική μαστοριά για να αναπτύξει την εξαιρετική γεύση του.

Το Aceto Balsamico tradizionale έχει μια εξαιρετικά πλούσια γεύση, υφή σιροπιού και χρώμα βαθύ καστανό. Έχει πικάντικη ξινάδα και στο στόμα αφήνει μια βελούδινη γλυκιά και αρωματική γεύση. Προϊόν με ονομασία προέλευσης, το Balsamico tradizionale παράγεται αποκλειστικά στην περιοχή της Εμίλια-Ρομάνια, και συγκεκριμένα στη Μόντενα και στο γειτονικό Ρέτζιο Εμίλια. Αν και στα μέρη αυτά το παρασκεύαζαν από αιώνες, μόλις στην αρχή της δεκαετίας του '80 το βαλσάμικο ξεπέρασε τα σύνορα της Ιταλίας.

Όμως το βιομηχανικό βαλσάμικο δεν έχει καμιά σχέση με το Balsamico tradizionale, και γίνεται γρήγορα, παίρνοντας τη γλυκώδη γεύση και το χρώμα του κυρίως από καραμελωμένη ζάχαρη.

Αντίθετα με τα περισσότερα ξύδια που γίνονται από ξινισμένο κρασί, το παραδοσιακό βαλσάμικο παράγεται κατ' ευθείαν από το μούστο. Χρησιμοποιείται κυρίως μούστος από την ποικιλία trebbiano, μαζί και με άλλα σταφύλια, ανάλογα με τη μυστική συνταγή της κάθε οικογένειας. Ο μούστος βράζεται όσο είναι ακόμα φρέσκος, και το πετιμέζι που παράγεται αναμιγνύεται με παλιότερα ξύδια, σύμφωνα με την παραδοσιακή μέθοδο.

Καθώς γίνεται η ζύμωση και αφήνεται να παλαιώσει, το ξύδι μεταφέρεται σταδιακά σε μια σειρά βαρέλια κατασκευασμένα από διαφορετική ξυλεία, ξεκινώντας από το μεγαλύτερο και καταλήγοντας στο μικρότερο. Συνήθως μπαίνει πρώτα σε βαρέλι οξιάς, μεταγγίζεται σε μικρότερο από κερασιά, καστανιά, ή καρυδιά, και τελικά καταλήγει συχνά σε μικρό βαρελάκι από ιουνίτερο (αγριοκυπαρίσσι) (άρκευθος, τάξη πευκοειδών, οικογένεια κυπαρισσίδων). Η διαδικασία παίρνει χρόνια και τα βαρέλια μένουν σε ειδικά πατάρια με θερμοκρασία περιβάλλοντος (κρύο το χειμώνα και ζέστη το καλοκαίρι) αντίθετα με τη χαμηλή και σταθερή θερμοκρασία που χρειάζονται τα κρασιά για να παλαιώσουν.

Καθώς το έτοιμο βαλσάμικο βγαίνει από το τελευταίο βαρελάκι, τη θέση του παίρνει υγρό από το προηγούμενο βαρέλι, και ούτω καθεξής, ενώ νέο μισοέτοιμο ξύδι από πετιμέζι προστίθεται στο πρώτο, το πιο μεγάλο βαρέλι.

Τα βαλσάμικα με ονομασία προέλευσης πρέπει να έχουν παλαιώσει τουλάχιστον 12 χρόνια, ενώ τα ξεχωριστής ποιότητας είναι τουλάχιστον 18 ή 25 ετών.

Στην ετικέτα δίνεται η προέλευση και τα συστατικά του ξυδιού, που πρέπει να είναι αποκλειστικά «μούστος» ή για τα κάπως φτηνότερα «μούστος και ξύδι». Οποιαδήποτε άλλα συστατικά αποδεικνύουν κοινό βιομηχανικό βαλσάμικο που πρέπει να πουλιέται φτηνά.

ΕΛΕΥΘΕΡΑ ΑΛΚΟΟΛΗΣ ΠΟΤΑ

Είναι ευφραντικά και καταναλώνονται για την ευχάριστη γεύση ή τη διεγερτική τους ικανότητα. Αναψυκτικά (τύπου «γκαζόζας»), καφές, τσάι, κακάο κ.α.

Αναψυκτικά τύπου «γκαζόζας»/Αεριούχα αναψυκτικά

Περιέχουν γλυκαντικές ύλες, αρωματικές, χρωστικές και συντηρητικές ουσίες καθώς και διοξείδιο του άνθρακα. Η αρχή της βιομηχανίας χρονολογείται από το 1760 όπου έγινε προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα σε νερό.

Οξύνιση του NaHCO_3 ή Na_2CO_3 .

Γλυκαντικές ύλες

Αποτελούνται κυρίως από σακχαρόζη υπό μορφή σιροπιού. Το σιρόπι συμπληρώνεται με άλλα υλικά, όπως χρωστικές, αρωματικές ουσίες, οξέα και συντηρητικά. Το τελικό προϊόν περιέχει 8-14% ζάχαρη. Η ζάχαρη εκτός από τη γλυκιά γεύση συμβάλλει και στην υφή του. Γι αυτό στα αναψυκτικά που περιέχουν υποκατάστατα (π.χ. σακχαρίνη, ασπαρτάμη, στέβια) προστίθεται καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη ή πηκτίνη για τη βελτίωση της υφής τους.

Νερό

Το νερό είναι το κύριο συστατικό και πρέπει να είναι καθαρό επειδή διάφορες προσμίξεις μπορεί να αντιδράσουν με τα υπόλοιπα συστατικά.

Πρέπει να έχει χαμηλή αλκαλικότητα για να μην εξουδετερώνει το προστιθέμενο οξύ. Η περιεκτικότητα σε Fe & Mg πρέπει να είναι χαμηλή για να αποφευχθεί η διάσπαση των χρωστικών. Η περιεκτικότητα σε Cl πρέπει να είναι χαμηλή για να μην αλλοιωθεί η γεύση.

Πρέπει να έχει χαμηλό στερεό υπόλειμμα διότι τα στερεά δρουν ως πυρήνες συγκέντρωσης του CO_2 και διαφεύγει από το διάλυμα. Για αυτό τον λόγο τα εμφιαλωτήρια κατεργάζονται το νερό με καταβύθιση των ανόργανων ιόντων, απιονισμό, διοχέτευση μέσω ενεργού άνθρακα, διήθηση και απαέρωση για την απομάκρυνση του οξυγόνου.

Γευστικές ύλες

Χρησιμοποιούνται συνθετικές ή φυσικές γευστικές ύλες. Θα πρέπει να είναι σταθερές σε όξινο περιβάλλον και στο φως. Συνήθως περιέχουν πλειάδα ενώσεων αρώματος η οποία δίνει το χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση του αναψυκτικού. Η σύνθεση και η αναλογία τους είναι «μυστικό» της κάθε εταιρείας. Στα αναψυκτικά τύπου «cola» μαζί με τις γευστικές ύλες γίνεται προσθήκη μιας ποσότητας καφεΐνης (έχει διεγερτική δράση).

Χρωστικές

Χρησιμοποιούνται συνήθως συνθετικές χρωστικές οι οποίες είναι αποδεδειγμένα ασφαλείς για την υγεία των καταναλωτών. Επίσης χρησιμοποιείται καραμελόχρωμα (καμένη ζάχαρη). Οι συνθετικές χρωστικές δίνουν πιο ζωηρά χρώματα με μεγαλύτερη σταθερότητα.

Οξέα

Η προσθήκη οξέος γίνεται για την ενίσχυση της γεύσης του αναψυκτικού. Συνήθως χρησιμοποιείται φωσφορικό οξύ, **κιτρικό**, μηλικό, τρυγικό. Το κιτρικό είναι το πιο συνηθισμένο. Στα αναψυκτικά τύπου «cola» χρησιμοποιείται το φωσφορικό οξύ.

Το οξύ εκτός από την ενίσχυση της γεύσης και δρα και ως συντηρητικό. Συνήθως η συντήρηση ενισχύεται και με δεύτερο συντηρητικό π.χ. βενζοϊκό νάτριο (0,03-0,05%).

Διοξείδιο του άνθρακα

Παράγεται από NaHCO_3 , Na_2CO_3 , καύση οργανικών υλών και από βιομηχανική ζύμωση. Αγοράζεται υπό πίεση σε φιάλες. Το ποσό εξαρτάται από τις επιμέρους γευστικές ιδιότητες του παραγόμενου προϊόντος.

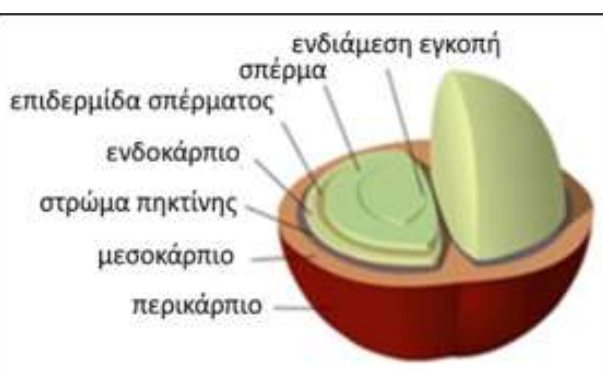
Το CO_2 ενισχύει τη γεύση, συμβάλλει στη συντήρηση, κάνει τα ποτά πιο δροσιστικά και αυξάνει τον αφρισμό των ποτών. Διαλύεται σε αναλογία 1,5-4 όγκοι CO_2 : 1 όγκο αναψυκτικού. Η προσθήκη του γίνεται σε χαμηλή θερμοκρασία (σε χαμηλή θερμοκρασία αυξάνει τη διαλυτότητά του) και σε μεγάλη επιφάνεια του υγρού υπό πίεση.

Στη βιομηχανία ακολουθείται γενικά η εξής πορεία: Σακχαρούχο σιρόπι με τα υπόλοιπα συστατικά οδηγείται σε ειδική συσκευή και προστίθεται το νερό. Το μίγμα οδηγείται σε δεύτερη συσκευή όπου διοχετεύεται το διοξείδιο του άνθρακα υπό πίεση. Ακολουθεί εμφιάλωση υπό πίεση για την αποφυγή απωλειών του CO_2 .

ΚΑΦΕΣ

Ο καφές καταναλώνεται για τη γεύση, το άρωμα και τη διεγερτική του δράση. Δεν έχει θρεπτική αξία.

Προέρχεται από τους καρπούς του δέντρου του καφέ των ειδών *Coffea arabica* & *Coffea robusta*.



Σύσταση

Ο πράσινος καρπός περιέχει: ~9-12% νερό, 10-15% λιποειδή (τριγλυκερίδια, λιπαροί εστέρες τερπενικών ενώσεων, εστέρες της φυτοστερόλης και κηρούς), 10-15% πρωτεΐνες (κυριότερα αμινοξέα – ασπαρτικό, ασπαραγίνη, γλουταμινικό, αλανίνη, μεθειονίνη, θρεονίνη και γ-αμινοβουτυρικό οξύ), 60% υδατάνθρακες (10% άμυλο, 15% ημικυτταρίνη, 18% κυτταρίνη, 7% σακχαρόζη). Απλά σάκχαρα D-μαννόζη, L-αραβινόζη, D-γαλακτόζη, D-γλυκόζη), 4% τέφρα, 1-2% καφεΐνη.

Κατεργασία του καφέ

Ο καρπός σπάει και απομακρύνεται το περικάρπιο και μεσοκάρπιο. Απομακρύνεται η επιδερμίδα που περιβάλλει τα δύο σπέρματα. Ο διαχωρισμός των σπερμάτων από τον φλοιό επιτυγχάνεται με ζύμωση από μικροοργανισμούς ή ένζυμα αποικοδόμησης. Τα σπέρματα ξηραίνονται (υγρασία 53% ελαττώνεται στο 12%). Κατά την ξήρανση το χρώμα των σπερμάτων γίνεται καφετί.

Ακολουθεί διαλογή των σπερμάτων (ανάλογα με το χρώμα, την ακεραιότητα των σπερμάτων). Σε αυτό το σημείο μπορεί να γίνει ανάμιξη διαφόρων καφέδων διαφορετικής προέλευσης για την επίτευξη καλύτερου αρώματος.

Τέλος γίνεται καβούρντισμα, γίνεται ανάπτυξη του αρώματος. Η θερμική κατεργασία ποικίλει ανάλογα με την προέλευση και το είδος του καφέ. Συνήθως γίνεται θέρμανση στους 260°C επί 5 min. Τέλος ακολουθεί ψύξη και άλεση.

Το μέγεθος του αλεσμένου καφέ εξαρτάται από τον προορισμό του καφέ (οικιακή, επαγγελματική κ.α.). Ο αλεσμένος καφές φυλάσσεται σε αεροστεγή συσκευασία για την αποφυγή απώλειας των πτητικών ενώσεων και επαφής με το O₂.

Μεταβολές κατά το καβούρντισμα

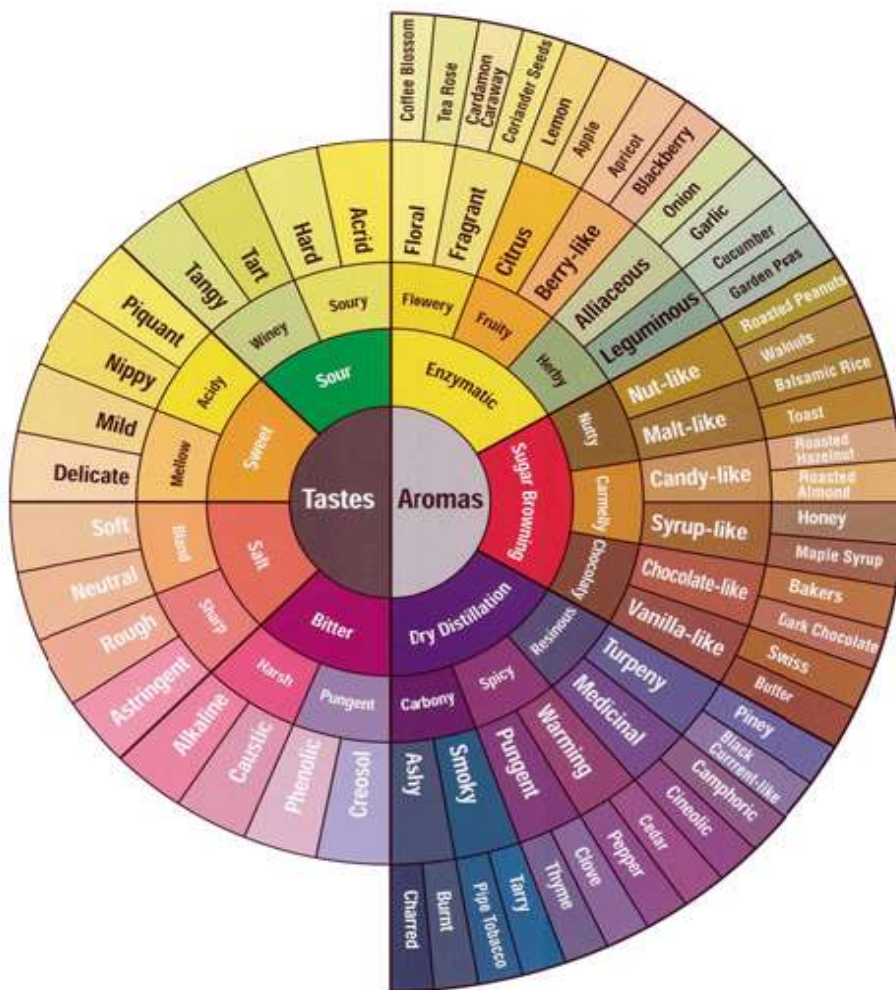
Κατά το καβούρντισμα γίνεται καραμελοποίηση της σακχαρόζης, αποικοδόμηση πολυσακχαριτών. Από τα αμινοξέα καταστρέφονται τα: αργινίνη, κυστίνη, λυσίνη, σερίνη ενώ αυξάνεται η ποσότητα της αλανίνης, του γλουταμινικού οξέος, της λευκίνης, της ισολευκίνης, της φαινυλαλανίνης, της προλίνης και της βαλίνης.

Ελαττώνεται η περιεκτικότητα σε τριγλυκερίδια (81%→78,5%) ενώ αυξάνεται το ασαπωνοποίητο κλάσμα κατά περίπου 2%.

Μεταβάλλονται το χρώμα, το άρωμα και η γεύση του καφέ. Με την απώλεια της υγρασίας αρχίζει ο σχηματισμός πτητικών ενώσεων που συμβάλλουν στη χαρακτηριστική γεύση και το άρωμα του καφέ.

Παράγονται οξέα (κυρίως μυρμηκικό), ενώ το χλωρογενικό και ισοχλωρογενικό καταστρέφονται.

Το άρωμα και η γεύση οφείλονται στις εξής ενώσεις: 50% αλδεΐδες, 20% κετόνες, 8% εστέρες, 7% ετεροκυκλικές ενώσεις, 2% διμεθυλοσουλφίδιο. Σε μικρότερες αναλογίες απαντούν: φουράνιο, αρωματικοί υδρογονάνθρακες, φουρφουράλη κ.α.



Στιγμιαίος καφές

Παρασκευάζεται με εκχύλιση του καβουρδισμένου καφέ και γρήγορη αφυδάτωση του εκχυλίσματος σε ξηραντήρα καταιονισμού (spray dryer). Η ξήρανση γίνεται και με κατάψυξη (freeze drying) για αποφυγή απώλειας του αρώματος του καφέ.

ΤΣΑΙ

Παράγεται από τα νεαρά φύλλα του θάμνου του τσαγιού (*Thea sinensis*). Υπάρχουν ~1500 είδη τσαγιού ανάλογα με το κλίμα και τον τρόπο καλλιέργειας. Ανάμιξη διαφόρων ειδών τσαγιού δίνει ένα τελικό προϊόν με διάφορες επιθυμητές γεύσεις και αρώματα.

Σύσταση

Η σύσταση του τσαγιού έχει μεγάλη διακύμανση ανάλογα με την ηλικία, τον τρόπο επεξεργασίας των φύλλων. Το τσάι περιέχει:

Καφεΐνη, του δίνει τη διεγερτική δράση

Ταννίνες που συμβάλουν στο χρώμα και στη «δύναμη» του

Τα έλαια που δίνουν το άρωμα και τη γεύση του

Περιέχει πρωτεΐνες (15%). Από τα αμινοξέα απαντούν το ασπαρτικό οξύ, το γλουταμινικό οξύ, η αλανίνη, η ασπαργίνη, η γλυκίνη, η σερίνη κ.α. Από τους υδατάνθρακες (7%) απαντούν η γλυκόζη, η φρουκτόζη, η σακχαρόζη, η πηκτίνη και άλλοι πολυσακχαρίτες.

Από τις βάσεις της πουρίνης η καφεΐνη είναι η πιο συνηθισμένη πουρινική βάση (3-5%). Ακόμη απαντούν η θεοβρωμίνη και θεοφυλλίνη.

Από τις χρωστικές απαντούν οι α- και β-χλωροφύλλη σε ποσότητα 1,4mg/g ξηρού τσαγιού. Στο μαύρο τσάι η α-χλωροφύλλη μετατρέπεται σε φαιοφυτίνη.

Από τις πολυφαινόλες απαντούν οι κατηγορίες των κατεχινών, флаβονολών, λευκοανθοκυανινών και δεψιδίων (εστέρες υδροξυ-αρωματικών οξέων).

Ένζυμα: κατεχολοξειδάση (οξειδωση κατεχινών), υπεροξειδάση, χλωροφυλλάση, πεπτιδάση φωσφατάση κ.α.

Οργανικά οξέα: οξαλικό, κιτρικό και ισοκιτρικό οξύ.

Ανόργανα συστατικά: κυρίως ο Cu που είναι συστατικό του ενζύμου κατεχολοξειδάση.

Μαύρο τσάι

Τα φύλλα μετά τη συγκομιδή ξηραίνονται επί 18 ώρες, διαβιβάζονται σε περιστρεφόμενους κυλίνδρους επί 30 min για τη θραύση των τοιχωμάτων των κυττάρων και ελευθερώνονται τα ένζυμα. Παρουσία των ενζύμων γίνεται η έναρξη της ζύμωσης στον αέρα στους 26°C για 2-4 ώρες. Το χρώμα των φύλλων αλλάζει από πράσινο σε κόκκινο και τελικά γίνονται μαύρο (οξειδωση κατεχινών).

Τέλος γίνεται ξήρανση των φύλλων σε φούρνο στους 93°C και γίνεται αδρανοποίηση των ενζύμων και η ελάττωση της υγρασίας στο 4%.

Πράσινο τσάι

Εδώ γίνεται η παράκαμψη των σταδίων της αρχικής ξήρανσης και ζύμωσης. Η παρασκευή αρχίζει με κατεργασία των φύλλων με ατμό για την αδρανοποίηση των ενζύμων και ακολουθεί η τελική ξήρανση όπως στο μαύρο τσάι.

Στιγμιαίο τσάι

Είναι αντίστοιχο με τον στιγμιαίο καφέ. Γίνεται εκχύλιση των φύλλων για 10min στους 60-100°C. Ακολουθεί απόσταξη και τα αρωματικά συλλέγονται σε ειδικές εγκαταστάσεις. Στη συνέχεια γίνεται συμπύκνωση του εκχυλίσματος έως 25-55% σε στερεά συστατικά και αφυδάτωση.

Στο συμπύκνωμα προστίθεται το άρωμα που χάθηκε με την απόσταξη και αφυδατώνεται εκ νέου έως να γίνει σκόνη.

Άρωμα τσαγιού

Το χαρακτηριστικό άρωμα αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της παρασκευής του και κυρίως κατά την τελική ξήρανση.

Έχουν ταυτοποιηθεί περίπου 140 ενώσεις αρώματος του τσαγιού. Τα σπουδαιότερα συστατικά του είναι: Ισοβουτυλική και βουτυλική αλκοόλη, ισοαμυλική αλκοόλη, trans 2-εξανόλη, εξανόλη, βενζαλδεΐδη, γερανιόλη κ.α.

Τσάι του βουνού

Το Τσάι του Βουνού ανήκει στην οικογένεια των Χειλανθών (Lamiaceae) και στο γένος *Sideritis* spp. Λέγεται ότι πήρε το όνομά του από την ελληνική λέξη «σίδηρος» χάρη στην επουλωτική δράση του φυτού έναντι πληγών που προκαλούνταν από τα σιδερένια όπλα. Στην Κρήτη είναι γνωστό και ως «μαλοτίρα», ονομασία που προέρχεται κατά την επικρατέστερη εκδοχή από τις ιταλικές λέξεις «male» (αρρώστια) και «tirare» (σύρω), το θεωρούσαν πανάκεια για τα κρυολογήματα και τις παθήσεις του αναπνευστικού. Φυτρώνει σε βραχώδεις θέσεις σε μεγάλα υψόμετρα. Το γένος σιδερίτης περιλαμβάνει πληθώρα φυτικών ειδών (περισσότερα από 150 είδη), τα οποία έχουν συνήθως κίτρινα μικρά άνθη.

Το μεγαλύτερο όμως μέρος των φυτών που καταναλώνονται προέρχεται από αυτοφυείς πληθυσμούς που κινδυνεύουν με εξαφάνιση. Στα βουνά της Ελλάδας αυτοφύονται περίπου 17 είδη, τα πιο γνωστά από τα οποία είναι τα εξής: *Sideritis athoa* (τσάι βλάχικο-Άγιο Όρος), *Sideritis clandestina* (Ταΰγετος, Χελμός), *Sideritis scardica* (τσάι του Ολύμπου), *Sideritis raeseri* (τσάι του Παρνασσού), *Sideritis syriaca* (μαλοτίρα Κρήτης) και *Sideritis euboica* (τσάι της Εύβοιας).

Καταναλώνεται γιατί έχει ευεργετικές επιδράσεις στα κρυολογήματα και τις φλεγμονές του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος, καθώς και για την καταπολέμηση της δυσπεψίας και των γαστρεντερικών διαταραχών, ενώ θεωρείται και αντισπασμωδικό, αναλγητικό και επουλωτικό. Πολλές σύγχρονες έρευνες μάλιστα επιβεβαιώνουν την αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδη, αντιμικροβιακή και αναλγητική δράση αυτών των ουσιών. Οι αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές του ιδιότητες οφείλονται στους διαφορετικούς γλυκοζίτες της απιγενίνης, που περιέχει σε μεγάλο ποσοστό.

Δεν περιέχει καφεΐνη.

ΚΑΚΑΟ ΚΑΙ ΣΟΚΟΛΑΤΑ

Το δέντρο του κακάο *Theobroma cacao* προέρχεται από τη Νότια Αμερική όπου καλλιεργείται τα τελευταία τουλάχιστον 1000 χρόνια. Ο καρπός έχει μήκος 15-20cm, σχήμα ελλειψοειδές, εξωτερικά έχει χονδρό φλοιό στο εσωτερικό του οποίου υπάρχουν 20-40 σπέρματα που αποτελούν τον καρπό του κακάο.



Σύσταση

Τα ώριμα σπέρματα του κακάο περιέχουν ~36% υγρασία και 30% λίπος. Το υπόλοιπο αποτελείται από σάκχαρα, άμυλο, κυτταρίνες, φαινολικές ενώσεις, πρωτεϊνικές βάσεις, οργανικά οξέα, βάσεις της πουρίνης, καφεΐνη και θεοβρωμίνη.

Υπάρχουν 2 είδη κυττάρων στα σπέρματα του κακάο: τα μικρότερα που περιέχουν μεγάλες ποσότητες πρωτοπλάσματος και λίπους και τα μεγαλύτερα που περιέχουν πολυφαινόλες και πουρινικές βάσεις.

Πολυφαινόλες

Σε αυτές οφείλεται η γεύση και το άρωμα του κακάο. Οι κατηγορίες είναι οι ανθοκυανίνες, οι λευκοανθοκυανίνες και οι κατεχίνες. Από τις κατεχίνες η επικατεχίνη αποτελεί το 90% του συνόλου των κατεχινών.

Ένζυμα και αμινοξέα

Το μεγαλύτερο μέρος των πρωτεϊνών του κακάο αποτελούν τα ένζυμα. Τα κυριότερα ένζυμα είναι η β-γαλακτοξειδάση, η α-αμυλάση, η πηκτινοεστεράση, η πολυφαινολοξειδάση, και διάφορες καταλάσεις και πρωτεϊνάσεις.

Ο αζύμωτος καρπός περιέχει ασπαρτικό, γλουταμινικό, ασπαριγίνη, γλουταμίνη, αλανίνη, λευκίνη, βαλίνη, προλίνη και α-αμινοβουτυρικό οξύ.

Υδατάνθρακες

Τα κύτταρα με υψηλή περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες περιέχουν: σακχαρόζη 1%, γαλακτόζη 0,2%, αραβινόζη 0,3% και άμυλο 5-9%.

Άλλες ουσίες

Περιέχονται κυρίως τα αλκαλοειδή θεοβρωμίνη και καφεΐνη.

ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ ΤΟΥ ΚΑΚΑΟ

Μετά τη συγκομιδή οι καρποί ανοίγονται και τα σπέρματα απομακρύνονται και υποβάλλονται σε ζύμωση. Ανά δύο ημέρες τα σπέρματα μεταφέρονται σε νέα δοχεία έτσι ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερος αερισμός. Η θερμοκρασία σε όλη τη διάρκεια της ζύμωσης φτάνει στους 45-50°C και διατηρείται σταθερή έως το τέλος της ζύμωσης. Μετά τη ζύμωση τα σπέρματα ξηραίνονται (6-8% υγρασία) στον ήλιο ή με μηχανικά μέσα. Η θερμοκρασία διατηρείται μεταξύ 45-60°C. Ακολουθεί το καβούρδισμα στο οποίο αναπτύσσεται το άρωμα και η γεύση του κακάο και ταυτόχρονα ελαττώνεται η υγρασία για να γίνει πιο εύκολη η απομάκρυνση του φλοιού των μεμβρανών.

Η θερμοκρασία καβουρδίσματος για την παραγωγή κακάο είναι 116-121°C ενώ για τη σοκολάτα 99-104°C για 15-17min.

Μετά την αποφλοιώση των σπόρων, γίνεται τεμαχισμός και απελευθερώνεται το λίπος. Με τη θέρμανση λειώνει το λίπος και το αλεσμένο κακάο παίρνει υγρή μορφή (υγρή σοκολάτα). Η υγρή σοκολάτα περιέχει: 55% λίπος, 17% υδατάνθρακες, 11% πρωτεΐνη, 6% ταννίνες, 3% τέφρα, 2,5% οργανικά οξέα, 2% υγρασία, 1,5% θεοβρωμίνη και ίχνη καφεΐνης.

Με ψύξη η υγρή σοκολάτα στερεοποιείται και αποτελεί την πικρή σοκολάτα (σοκολάτα υγείας).

Με την προσθήκη ζάχαρης ~50% και σκόνη γάλακτος λαμβάνεται η γλυκιά σοκολάτα.

Για την παρασκευή του κακάο, η υγρή σοκολάτα διαβιβάζεται σε ειδικό πιεστήριο και διαχωρίζεται το μεγαλύτερο μέρος του λίπους, δηλαδή το βούτυρο κακάο. Το στερεό υπόλειμμα (25% βούτυρο κακάο) μετά από άλεση και κοσκίνιση δίνει την σκόνη του κακάο και παρασκευάζονται ροφήματα με μικρότερη περιεκτικότητα σε λίπος σε σύγκριση με τη σοκολάτα.

Προϊόντα με υποκατάσταση μέρους του βουτύρου του κακάο με άλλα φτηνότερα φυτικά λίπη και έλαια δίνουν το προϊόν που ονομάζεται **απομίμηση σοκολάτας**.

Η λευκή σοκολάτα παρασκευάζεται με εκχύλιση του λίπους του κακάο (βούτυρο του κακάο) το οποίο αναμιγνύεται με γάλα, ζάχαρη, αρωματικά, λεκιθίνη για τη στερεοποίηση του προϊόντος.

Μεταβολές κατά την ωρίμανση

Κατά την ωρίμανση αρχίζει η δράση των ενζύμων, ακολουθεί η δράση των βακτηρίων της γαλακτικής ζύμωσης, των βακτηρίων οξικής ζύμωσης και τέλος η δράση των σπορογόνων βακίλων. Αρχικά οι ζυμομύκητες παράγουν αιθυλική αλκοόλη από τα σάκχαρα. Τα βακτήρια παράγουν οξικό οξύ. Εάν καθυστερήσουν οι παραπάνω αντιδράσεις τότε παράγονται πτωμαΐνες (πουτρεσκίνη, καδαβερίνη) με δυσάρεστη οσμή και γεύση.

Με την παραγωγή οξικού οξέος και αιθυλικής αλκοόλης τα σπέρματα περατώνουν τον κύκλο της ζωής τους. Έτσι καταστρέφεται η εκλεκτική διαπερατότητα των τοιχωμάτων των κυττάρων στα σπέρματα, τα κύτταρα απορροφούν νερό και οι πολυφαινόλες μετατοπίζονται από τα μεγάλα κύτταρα (που δρουν ως αποθήκες) στα μικρότερα που περιέχουν τα ένζυμα. Η παρουσία του οξικού οξέος και της αλκοόλης διευκολύνουν τη μεταφορά τους.

Κατά την ωρίμανση μεταβάλλεται το pH και το χρώμα των ανθοκυανινών από μωβ σε μπλε-βυσσινί έως κόκκινο-βυσσινί.

Μεταβολές κατά τη ζύμωση

Οι ανθοκυανίνες κατά τη ζύμωση υφίστανται δραστικές αλλοιώσεις. Με τη συνεχή παραγωγή οξέος το pH ελαττώνεται και οι ανθοκυανίνες μετατρέπονται στην άχρωμη μορφή τους.

Επίσης κατά τη ζύμωση αρχίζει η ενζυμική υδρόλυσή τους.

Οι πρωτεΐνες αδιαλυτοποιούνται, τα ένζυμα αδρανοποιούνται, παράγονται αμινοξέα με ρυθμό που ακολουθεί την παραγωγή αρώματος και γεύσης του κακάο.

Η σακχαρόζη υδρολύεται σε γλυκόζη και φρουκτόζη. Τέλος επέρχεται σημαντική απώλεια της θεοβρωμίνης (κατά 40%). Το λίπος δεν επηρεάζεται.

Μεταβολές κατά την ξήρανση

Σε αυτό το στάδιο σχηματίζεται το χαρακτηριστικό καφέ χρώμα της σοκολάτας και του κακάο (παρουσία οξυγόνου). Επίσης σχηματίζονται τα: α-υδροξυ-φαινυλ-οξικό οξύ, φαινυλοξικό, p-υδροξυβενζοϊκό και p-κουμαρικό οξύ. Η συγκέντρωση των κατεχινών ελαττώνεται σημαντικά.

Μεταβολές κατά το καβούρντισμα

Καταστροφή κυρίως των ανόργανων συστατικών και των αμινοξέων ενώ σχηματίζονται πτητικές καρβονυλικές ενώσεις από την οξειδωτική απαμίνωση των ελεύθερων αμινοξέων. Επίσης συμβαίνει η αντίδραση Maillard (αμινομάδες των αμινοξέων και των καρβονυλίων των καρβονυλικών ενώσεων) με αποτέλεσμα την αμαύρωση του προϊόντος.

Η θερμοκρασία καβουρντίσματος παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του αρώματος του κακάο.

Π.χ. δείγματα που καβουρδίστηκαν σε θερμοκρασίες 100, 140, 180°C για 100min, 80min και 30min αντίστοιχα, η καλύτερη γεύση και το καλύτερο άρωμα αναπτύχθηκαν στους 140°C για 80min.

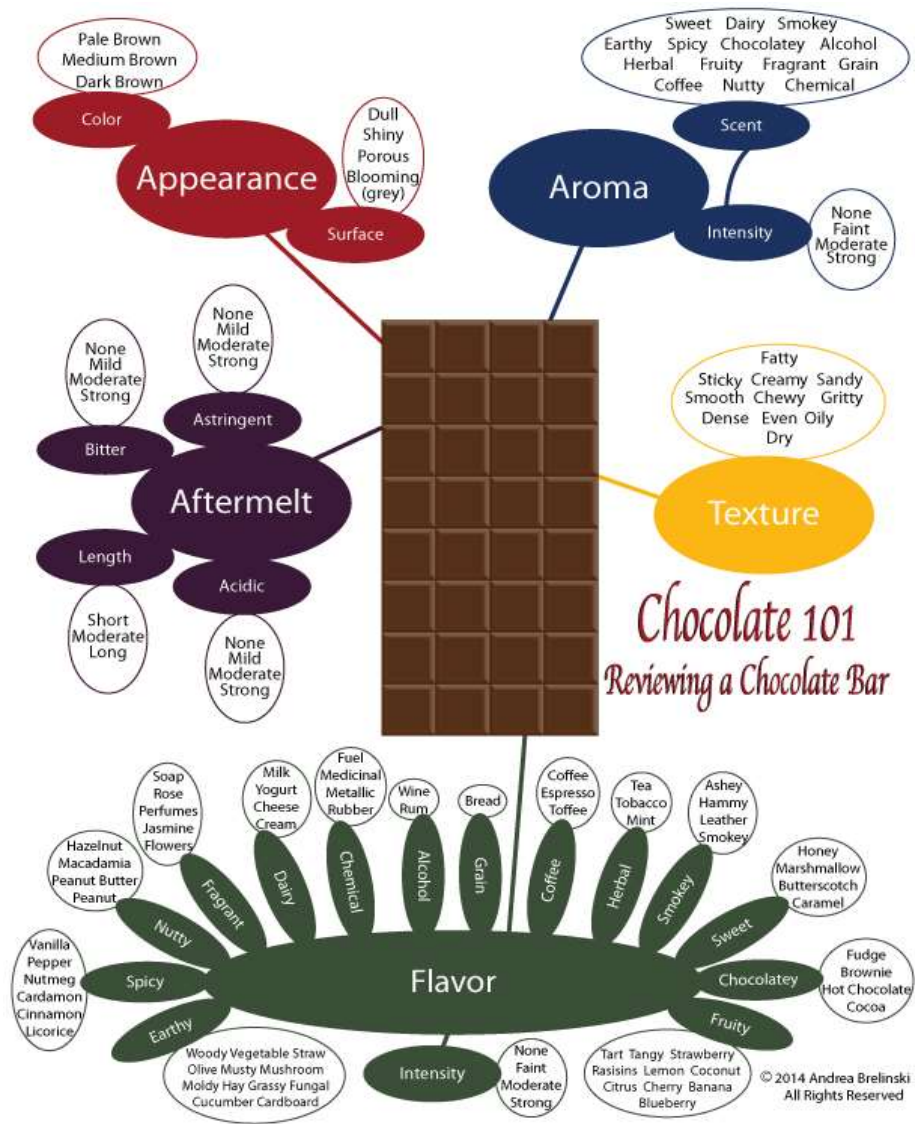
Η θερμοκρασία φαίνεται να συνδέεται με το ποσοστό αποικοδόμησης των αμινοξέων. Κατά το καβούρντισμα η υγρασία ελαττώνεται από 6% στο 1% περίπου.

Γεύση και άρωμα της σοκολάτας και του κακάο

Η γεύση και το άρωμα του κακάο οφείλονται σε πλήθος ενώσεων που απομονώθηκαν και αποτελούνται κυρίως από αρωματικά οργανικά οξέα και καρβονυλικές ενώσεις.

Έχουν ταυτοποιηθεί πάνω από 180 ενώσεις και περιλαμβάνει: 5-μεθυλοφαινυλ-2-εξενάλη, διμεθυλοσουλφίδιο, πυραζίνες, αλκοόλες, κετόνες, αλδεΐδες, πυρρόλες, πυριδίνες, θειαζόλες κ.α.

Αμινοξύ	Προϊόντα Αποικοδόμησης		
	Αμίνη	Αλδεΐδη	Οξύ
Αλανίνη	Αιθυλαμίνη	Ακεταλδεΐδη	Οξικό οξύ
Γλυκίνη	Μεθυλαμίνη		Φορμικό οξύ
Βαλίνη	Ισοβουτυλαμίνη	2-Μεθυλοπροπανάλη	2-Μεθυλοπροπανικό οξύ
Λευκίνη	Ισοαμυλαμίνη	3-Μεθυλοβουτανάλη	3-Μεθυλοβουτανικό οξύ
Ισολευκίνη		2-Μεθυλοβουτανάλη	2-Μεθυλοβουτανικό οξύ
Φαινυλαλανίνη	2-Φαινυλαιθυλαμίνη	2-Φαινυλακεταλδεΐδη	2-Φαινυλοξικό οξύ
Τυροσίνη			2-(4-Υδροξυφαινόλη)
Μεθειονίνη		Μεθειονάλη	Οξικό οξύ



ΟΣΠΡΙΑ

Τα όσπρια είναι ουσιαστικά οι ξηροί σπόροι των ψυχανθών, εξαιρουμένων των ελαιούχων (σόγια και αραχίδα - αράπικο φιστίκι). Είναι γνωστά κυρίως για την υψηλή περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες και διαιτητικές ίνες. Τα όσπρια παρουσιάζουν ιδιαίτερο θρεπτικό προφίλ που συνδυάζει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και διαιτητικές ίνες, χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος και ελεγχόμενη πρόσληψη θερμίδων.

Τα πιο χαρακτηριστικά όσπρια είναι το φασόλι, η φακή, το κουκί, το ρεβύθι, μπιζέλι, λούπινο.



Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι η σύσταση του κάθε ανατομικού μέρους του καρπού των οσπρίων δεν είναι ίδια. Ο φλοιός του καρπού είναι πλούσιος σε διαιτητικές ίνες και φαινολικές ουσίες. Οι τελευταίες λειτουργούν ως αντιοξειδωτικά προστατεύοντας το εσωτερικό του καρπού από την οξείδωση ενώ ταυτόχρονα δίνουν και το χρώμα στον φλοιό. Ο φλοιός ακόμη είναι πλούσιος σε ασβέστιο, μαγνήσιο, σίδηρο και άλλα μέταλλα.

Οι κοτυληδόνες, δηλαδή το κυρίως μέρος του καρπού, είναι πλούσιες σε πρωτεΐνες και υδατάνθρακες, κ.λπ.

ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

Όπως συμβαίνει και με όλες τις πρωτεΐνες φυτικής προέλευσης, οι πρωτεΐνες των οσπρίων είναι χαμηλότερης βιολογικής αξίας από τις αντίστοιχες ζωικές πρωτεΐνες (κρέατος, γαλακτοκομικών κ.λπ.) επειδή περιέχουν σε περιορισμένες ποσότητες ορισμένα **απαραίτητα αμινοξέα**.

Είδος	Πρωτεΐνες (% κ.β.)
Φασόλι κοινό	20-25
Κουκί	24-25
Ρεβίθι	18-21
Φακή	24-27
Μπιζέλι	18-26
Λούπινο	30-41
Αλεύρι σκληρού σίτου	13,4

Οι πρωτεΐνες των οσπρίων έχουν έλλειψη θειούχων αμινοξέων (κυστίνη, κυστεΐνη), ενώ είναι πλούσιες σε λυσίνη. Αντίστροφα, στο σιτάρι και το ρύζι υπάρχει έλλειμμα σε λυσίνη και επάρκεια σε θειούχα αμινοξέα.

Για τον λόγο αυτό ο συνδυασμός οσπρίων και σιτηρών δίνει υψηλότερη πρωτεΐνη μεγαλύτερης βιολογικής αξίας από ότι το καθένα από αυτά ξεχωριστά (**αρχή αλληλοσυμπλήρωσης αμινοξέων**).

Όσπριο	Δείκτης
μπιζέλια κίτρινα	0,64
μπιζέλια πράσινα	0,50
πράσινες φακές, ολόκληρες	0,63
φασόλια κοινά	0,55
μαύρα φασόλια	0,53
αλεύρι ρυζιού	0,50
ζυμαρικό σκληρού σίτου	0,43
Συνδυασμός οσπρίων με σιτηρά	
φακές + ρύζι (1:4)	0,74
μαύρα φασόλια + ρύζι (1:3)	0,75
μπιζέλια + αλεύρι σίτου (3:7)	0,75
ζυμαρικό από φακές + σκλ. σίτος (1:3)	0,71
Καζεΐνη	1,00

ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

Τα όσπρια έχουν αρκετά υψηλή περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες αλλά χαμηλότερη σε σύγκριση με τα σιτηρά. Και στις δύο αυτές κατηγορίες τροφών ο επικρατέστερος υδατάνθρακας είναι το άμυλο, με τη διαφορά ότι στα όσπρια ένα μεγάλο μέρος του αμύλου έχει τη μορφή **ανθεκτικού αμύλου** το οποίο δεν αποικοδομείται πλήρως κατά την πέψη και συνεπώς συμπεριφέρεται ως **διαιτητική ίνα**.

Το ανθεκτικό άμυλο διέρχεται μέσω του λεπτού εντέρου χωρίς μεγάλη μεταβολή και αποικοδομείται στο παχύ έντερο από τους μικροοργανισμούς που φυσιολογικά υπάρχουν εκεί. Έτσι, οι υδατάνθρακες των οσπρίων απορροφώνται με αργό ρυθμό μετά το γεύμα.

Είδος	Υδατάνθρακες (% κ.β.)
Φασόλι κοινό	38-43
Κουκί	38-42
Ρεβύθι	39-49
Φακή	44-48
Μπιζέλι	38-56
Λούπινο	5-13
Αλεύρι σκληρού σίτου	85

Αντίθετα το άμυλο των δημητριακών και της πατάτας αποικοδομείται πιο εύκολα στο λεπτό έντερο (παραγωγή γλυκόζης).

Η σχετικά μικρή πεπτικότητα του αμύλου των οσπρίων οφείλεται στη δομή του ίδιου του αμύλου επειδή αυτό προστατεύεται από κυτταρινικές ουσίες, αλλά και στην παρουσία ουσιών που παρεμποδίζουν τα πεπτικά ένζυμα.

Μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ολιγοσακχαρίτες έχουν τα φασόλια και τα μπιζέλια. Αυτοί πιθανόν συμβάλλουν στο «φούσκωμα» που προκαλούν τα όσπρια.

Αντίθετα, μερικοί ολιγοσακχαρίτες αποτελούμενοι εν μέρει από γαλακτόζη παράγουν ουσίες με προβιοτικές ιδιότητες από τον μεταβολισμό της τελευταίας στο παχύ έντερο.

Η ανωτέρω ιδιότητα του αμύλου, σε συνδυασμό και με άλλες ουσίες που καθυστερούν την πέψη, δίνει στα όσπρια **χαμηλό γλυκαιμικό δείκτη** (ΓΔ). Ο ΓΔ δείχνει το επίπεδο του σακχάρου στο αίμα μετά το γεύμα και συγκρίνεται με εκείνον γεύματος από καθαρή γλυκόζη που ορίζεται ίσος προς 100. Στα όσπρια ο ΓΔ κυμαίνεται συνήθως από 20 έως 55 (φακές ΓΔ=41, ρεβίθια ΓΔ=46), το οποίο τα κατατάσσει στη χαμηλή κατηγορία. Ο ίδιος δείκτης είναι στο γάλα 27, στο ψωμί ολικής άλεσης 71, στο βραστό λευκό ρύζι 64 και στην πατάτα (ψημένη ή βραστή) 85. Χαμηλός ΓΔ σημαίνει ότι η ενέργεια της τροφής προσλαμβάνεται με αργό ρυθμό από τον οργανισμό, κάτι που επιτρέπει καλύτερο έλεγχο του σακχάρου στο αίμα και κατ' επέκταση του σωματικού βάρους.

ΦΥΤΙΚΕΣ (ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ) ΙΝΕΣ

Είδος	Διαιτητικές ίνες (% κ.β.)
Φασόλι κοινό	20-22
Κουκί	19-21
Ρεβύθι	13-25
Φακή	10-17
Μπιζέλι	10-25
Λούπινο	32-43
Αλεύρι σκληρού σίτου	0,5

Τα όσπρια περιέχουν διαιτητικές ίνες στον φλοιό και τις κοτυληδόνες (το εσωτερικό του καρπού). Αυτές αποτελούνται κυρίως από κυτταρίνη, ημικυτταρίνες και πηκτινικές ουσίες. Πρόκειται για συστατικά που γενικώς δεν πέπτονται στο λεπτό έντερο αλλά αποδομούνται μερικώς στο παχύ έντερο από την μικροχλωρίδα του.

Συνιστάται η πρόσληψη 20-40 g φυτικών ινών καθημερινά. Τα όσπρια, όπως και τα φρούτα και τα λαχανικά, είναι από τις καλύτερες πηγές φυτικών ινών.

ΛΙΠΑΡΑ

Τα περισσότερα όσπρια έχουν περιεκτικότητα σε λίπη κάτω του 2,5%, με εξαίρεση τα ρεβύθια και τα λούπινα. Τα λιπαρά οξέα των οσπρίων είναι επί το πλείστον της κατηγορίας των κορεσμένων (παλμιτικό, στεατικό), μονοακόρεστων (ελαϊκό) και πολυακόρεστων (λινελαϊκό, λινολενικό) οξέων. Όπως και όλα τα φυτικά λίπη, δεν περιέχουν **χοληστερόλη**.

Είδος	Λιπαρά (% κ.β.)
Φασόλι κοινό	1,3-1,9
Κουκί	1,4-2,1
Ρεβύθι	5-6
Φακή	1,1-1,5
Μπιζέλι	1,2-2,3
Λούπινο	5-9
Αλεύρι σκληρού σίτου	1,4

Όσπριο	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	SFA	MUFA	PUFA
φασόλι	17-31	2,7-12	5-17	19-43	14-40	21-35	5-13	48-71
φακή	14-16	2,3-3,1	23-28	43-46	10-12	17-19	23-28	54-57
ρεβύθι	11-12	4-9	32-35	47-49	2,1-2,5	16-20	22-32	45-49
φάβα	14-14,7	2,8-2,9	25-32	43-47	2,8-3,4	17-17,4	25-32	46-50
μπιζέλι	11,5-12,5	4-5	26-36	38-40	6,5-8,0	16-17	26-36	45-47
SFA: κορεσμένα λιπαρά οξέα, MUFA: μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, PUFA: πολυακόρεστα λιπαρά οξέα								

ΤΕΦΡΑ

Στην τέφρα περιλαμβάνονται ανόργανα στοιχεία, με κυριότερο το κάλιο, που αποτελεί περίπου το 1/3 ή και περισσότερο της τέφρας. Περιλαμβάνονται επίσης ασβέστιο, σίδηρος, μαγνήσιο, φωσφόρος κ.ά. Η απορρόφηση του σιδήρου μειώνεται από την παρουσία αντιθρεπτικών ουσιών όταν το γεύμα αποτελείται μόνο από όσπρια. Βελτιώνεται όμως με το μαγείρεμα και με τον συνδυασμό με κρέας, ψάρι ή πουλερικά ή και παρουσία ασκορβικού οξέος στο γεύμα.

Οι φακές, τα κοινά φασόλια όπως και τα μαυρομάτικα φασόλια περιέχουν ανάλογη συγκέντρωση σιδήρου (5-7 mg/100g).

Είδος	Τέφρα (% κ.β.)
Φασόλι κοινό	3,2-4,3
Κουκί	2,8-3,3
Ρεβύθι	2,7-2,9
Φακή	2-2,9
Μπιζέλι	1,7-2,7
Λούπινο	2,4-3,9
Αλεύρι σκληρού σίτου	0,5

ΑΝΤΙΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Στα όσπρια υπάρχουν κάποιες ουσίες που μειώνουν τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών και την απορρόφησή τους από τον οργανισμό. Αυτές οι ουσίες είτε

παρεμποδίζουν τα πεπτικά ένζυμα είτε δεσμεύουν τα θρεπτικά συστατικά είτε δρουν με άλλους τρόπους.

Τέτοια αντιθρεπτικά συστατικά είναι κυρίως τα άλατα του **φυτικού οξέος**, οι ταννίνες, οι ολιγοσακχαρίτες κ.ά. Τα άλατα του φυτικού οξέος λειτουργούν ως αποθήκη φωσφόρου στα όσπρια, όπως και σε άλλες φυτικές τροφές (ιδιαίτερα στα σιτηρά). Μειώνουν την πρόσληψη μετάλλων όπως ασβέστιο, σίδηρο, ψευδάργυρο, αλλά μειώνουν και την πεπτικότητα πρωτεϊνών και άλλων θρεπτικών συστατικών.

Οι συνηθισμένες πρακτικές μαγειρικής όπως το μούλιασμα, το βράσιμο ή και τα μικροκύματα μειώνουν σημαντικά τη συγκέντρωση των αντιθρεπτικών ουσιών στα όσπρια. Εναλλακτικές μέθοδοι επεξεργασίας, όπως το φύτευμα των σπόρων και η ζύμωση με ένζυμα ή μικροοργανισμούς, επίσης μειώνουν αυτές τις ουσίες και βελτιώνουν τη θρεπτική αξία των οσπρίων.

ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Τα όσπρια είναι από τις πλούσιες σε φαινολικές ουσίες τροφές (αντιοξειδωτική δράση). Αυτές βρίσκονται περισσότερο στην επικάλυψη των σπόρων των εγχρώμων ειδών και ποικιλιών, όπως τα κόκκινα ή μαύρα φασόλια και οι φακές. Οι αντιοξειδωτικές ουσίες των οσπρίων είναι σε μεγάλο ποσοστό δεσμευμένες πάνω σε πρωτεΐνες, και ελευθερώνονται μέσα στο πεπτικό σύστημα σταδιακά καθώς πέπτονται οι πρωτεΐνες.

ΞΗΡΟΙ ΚΑΡΠΟΙ

Οι ξηροί καρποί είναι ξερά φρούτα, αποτελούμενα από ένα ή δύο σπέρματα στους οποίους το περίβλημα σκληραίνει κατά την ωρίμανση. Οι κυριότερες χώρες που παράγουν ξηρούς καρπούς είναι η Κίνα, το Ιράν, οι ΗΠΑ, η Ινδία και η Τουρκία.

Το περικάρπιο είναι συνήθως ξυλώδες ή σαρκώδες. Ο καρπός αποτελείται από το **εξωκάρπιο**, το **περικάρπιο**, το **μεσοκάρπιο** και το **ενδοκάρπιο**. Το πάχος των στρωμάτων αυτών αποτελεί στοιχείο για να καταταγεί ένας καρπός στους σαρκώδεις ή στους ξηρούς.

Στους σαρκώδεις, το περικάρπιο είναι μαλακό και αποτελείται από εύγευστες και θρεπτικές ουσίες.

Όσον αφορά στις φυτοστερόλες, μεγαλύτερη συγκέντρωση παρατηρείται στο φιστίκι Αιγίνης και το αράπικο φιστίκι 215-220 (mg/100 g) ενώ η μικρότερη συγκέντρωση στα brazil nuts (48 mg/100 g).

Τέλος, το φαινολικό περιεχόμενο των ξηρών καρπών κυμαίνεται από 1625 mg/100 g στο καρύδι μέχρι 46 mg/100 g στα μακαντάμια.

Οι ξηροί καρποί περιέχουν ακόμη σημαντικές ποσότητες βιταμίνης E πράγμα που έχει ιδιαίτερη σημασία για όσους ακολουθούν δίαιτα vegetarian (χορτοφαγική) και δίαιτα vegan.

Ξηρός καρπός	Πρωτεΐνη (% κ.β.)	Λίπος (% κ.β.)	Υδατάνθρακες (% κ.β.)	Διαιτητικές ίνες (% κ.β.)	Θερμίδες
Κάσιους	18	44	39	3	553
Φιστίκι Αιγίνης	21	44	36	0	557
Φιστίκι αράπικο	26	49	20	8	567
Αμύγδαλο	21	49	26	12	575
Φουντούκι	15	61	21	10	628
Καρύδι	15	65	17	7	654
Μπραζίλ	14	66	14	8	656
Κουκουνάρι	14	68	17	4	673
Ελαιόκαρυδο	9	72	18	10	691
Μακαντάμια	8	76	19	9	718
Κάστανο	2	2	57	8	213

Οι ξηροί καρποί:

- Έχουν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση.
- Είναι πλούσιοι σε θρεπτικά συστατικά και καλύπτουν περίπου το 10% από τις ημερήσιες ανάγκες του οργανισμού σε πρωτεΐνη, φυτικές ίνες, μαγνήσιο, θειαμίνη και φώσφορο. Αποτελούν επίσης εξαιρετική πηγή βιταμίνης B6, χαλκού και μαγγανίου.
- Είναι πλούσιοι σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, που δρουν ευεργετικά στη λειτουργία της καρδιάς.
- Έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές στερόλες, ουσίες που συμβάλλουν στη μείωση της χοληστερόλης.
- Περιέχουν υψηλή ποσότητα καλίου, το οποίο βοηθάει τον οργανισμό να μειώσει τα επίπεδα της ορμόνης του στρες κορτιζόλης.
- Περιέχουν λουτεΐνη και ζεαξανθίνη, ενώσεις που απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία, προστατεύοντας τα μάτια από την εκφύλιση της ωχράς κηλίδας.
- Όταν αποτελούν μέρος δίαιτας μείωσης του βάρους, έχει αποδειχτεί ότι βοηθούν στην επίτευξη του στόχου αυτού. Αυτό σχετίζεται με μείωση του κινδύνου περιστατικών καρδιοπαθειών και διαβήτη. Συνεπώς αποτελούν μέρος μιας υγιεινής διατροφής.

1. Καρύδια (walnuts)

Έχουν την ισχυρότερη αντιοξειδωτική δράση από όλους τους υπόλοιπους ξηρούς καρπούς. Είναι εξαιρετική πηγή των ωφέλιμων λιπαρών, ωμέγα-3, οξέων τα οποία έχουν αντιφλεγμονώδη δράση και είναι απαραίτητα για τον οργανισμό. Είναι πλούσια σε ταννίνες που τους προσδίδουν ελαφρά πικρή γεύση.



2. Αμύγδαλα (almonds)

Είναι πλούσια σε φυτικές ίνες και βιταμίνη Ε. Έχουν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα και βοηθούν στη μείωση του βάρους. Μελέτες έχουν δείξει ότι διατροφή πλούσια σε αμύγδαλα μπορεί να μειώσει την LDL-χοληστερόλη, τη συνολική χοληστερόλη και την οξειδωμένη χοληστερόλη LDL, η οποία είναι επιβλαβής για την υγεία της καρδιάς.



3. Κάσιους (cashews)

Είναι πλούσια σε σίδηρο και ψευδάργυρο, ο οποίος είναι πολύ σημαντικός για την όραση. Επίσης, αποτελούν πολύ καλή πηγή μαγνήσιου.



4. Φιστίκι (peanut)

Αν και αποτελούν όσπρια, τα φιστίκια εξετάζονται μαζί με τους ξηρούς καρπούς λόγω ομοιοτήτων στις ιδιότητές τους προς τους τελευταίους. Αποτελούν κατάλληλο σνακ για αδυνάτισμα, έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες και είναι πλούσια σε πρωτεΐνη, κάλιο και βιταμίνη Β6.



5. Φιστίκι Αιγίνης (pistachio)

Έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, και όπως τα αμύγδαλα, τα φιστίκια βοηθούν στη μείωση της κακής χοληστερόλης. Επιπλέον, μπορεί να βοηθήσουν στη βελτίωση της πίεσης του αίματος και του βάρους.



6. Φουντούκι (hazelnut)

Έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, ενισχύουν τη λειτουργία της καρδιάς και των αγγείων, ενώ ιδιαίτερα σημαντική είναι και η ευεργετική δράση της βιταμίνης Ε για το δέρμα. Μελέτες έχουν δείξει ότι η διατροφή πλούσια σε φουντούκια μπορεί να βελτιώσει τα επίπεδα χοληστερόλης και να αυξήσει την ποσότητα της βιταμίνης Ε στο αίμα.



7. Μακαντάμια (macadamia nuts)

Έχουν πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα.



8. Μπραζίλ (Brazil nuts)

Προέρχονται από τη Βραζιλία, έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος, πλούσια σε μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, σελήνιο, βιταμίνη Ε και ισχυρή αντιοξειδωτική δράση.



9. Κουκουνάρι (*pinenut*)

Παράγονται κυρίως στην Κίνα και Ιταλία. Έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος, πλούσια σε μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα.



10. Ελαιοκάρυδο (*pecan*)

Προέρχονται από τη Βόρεια Αμερική. Μοιάζουν με τα καρύδια αλλά είναι πιο γλυκά. Έχουν πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε λίπος, μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα.



11. Κάστανο (*chestnut*)

Αν και ανήκει σε διαφορετική βοτανική κατηγορία από εκείνη των λοιπών ξηρών καρπών, πολλές φορές εξετάζεται από κοινού με τους τελευταίους.

Τα κάστανια είναι πλούσια σε υδατάνθρακες (άμυλο) και φυτικές ίνες (τροφή χαμηλού γλυκαιμικού δείκτη → εύκολος κορεσμός και χαμηλά επίπεδα γλυκόζης στο αίμα)

Είναι πλούσια σε υγρασία και ιδιαίτερα φτωχά σε λίπος. Περιέχουν επίσης ασβέστιο, μαγνήσιο, φώσφορο, σίδηρο, νάτριο και κάλιο. Ακόμη είναι γνωστά για τη συμβολή τους στην καλή λειτουργία του εντέρου, ως υποκατάστατο δημητριακών π.χ. για την παρασκευή ψωμιού. Επιπρόσθετα, περιέχουν βιταμίνες B1 και B2, καθώς επίσης βιταμίνη C και φυλλικό οξύ. Δρουν προληπτικά κατά των καρδιαγγειακών παθήσεων και του καρκίνου.

