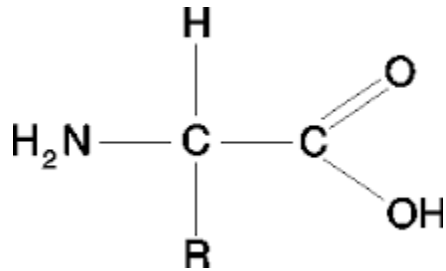


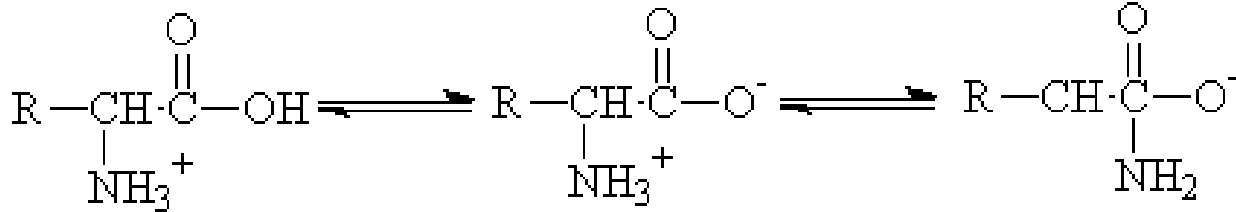
ΑΜΙΝΟΞΕΑ-ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

Χημεία Τροφίμων

Γενικός Τύπος



✓ Δομικός λίθος Πρωτεϊνών



low pH

neutral pH

high pH

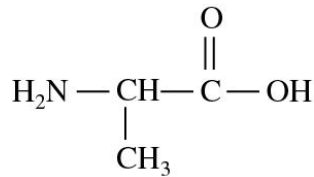
↓
Σε χαμηλές τιμές pH
συμπεριφέρονται ως
κατιόντα

↓
Σε ουδέτερα pH
σχηματίζουν δίπολο

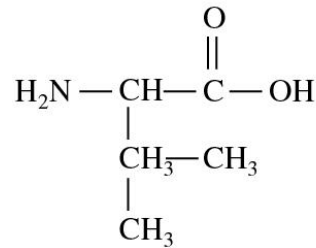
↓
Σε υψηλές τιμές pH
συμπεριφέρονται ως
ανιόντα

Ταξινόμηση Αμινοξέων

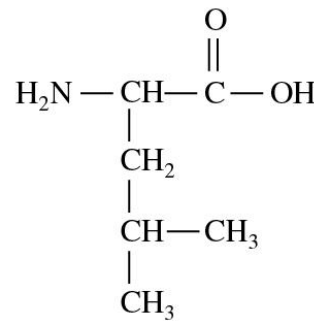
α) Αμινοξέα με μη πολική R αμινομάδα



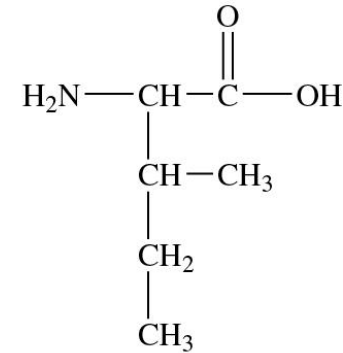
Alanine



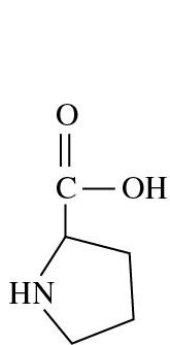
Valine



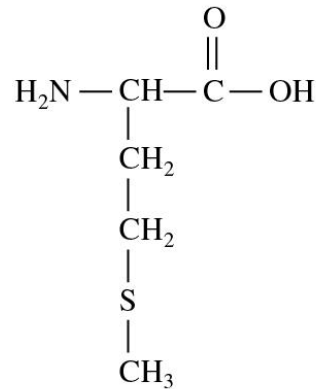
Leucine



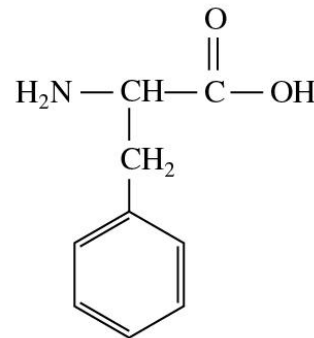
Isoleucine



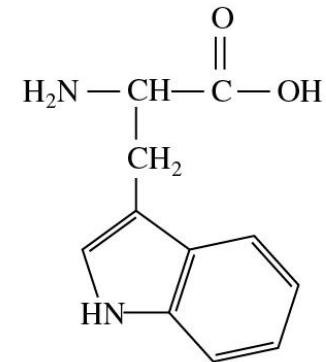
Proline



Methionine



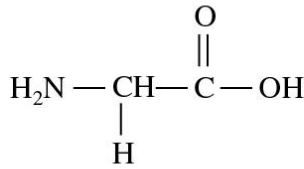
Phenylalanine



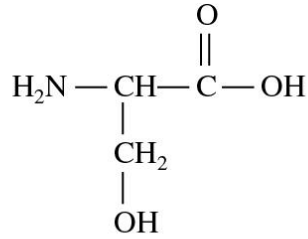
Tryptophan

Ταξινόμηση Αμινοξέων

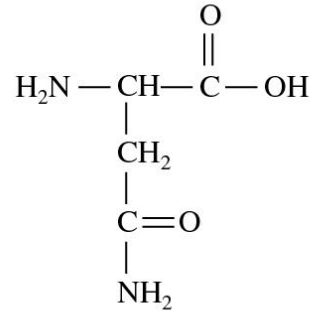
β) Αμινοξέα με πολική R αμινομάδα



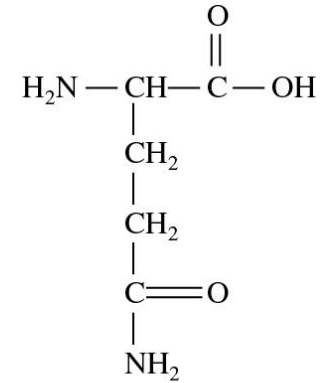
Glycine



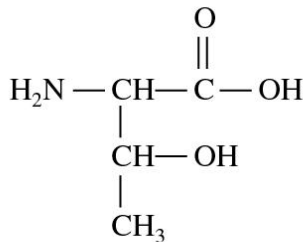
Serine



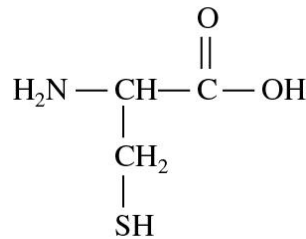
Asparagine



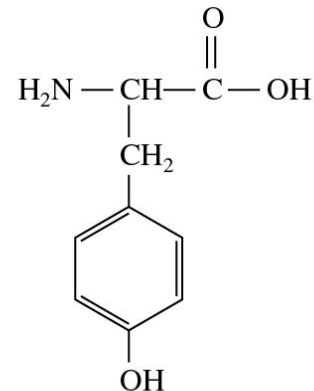
Glutamine



Threonine



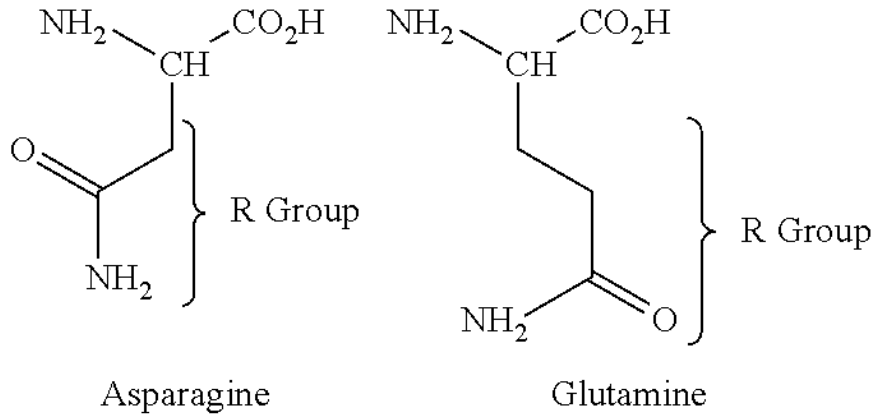
Cysteine



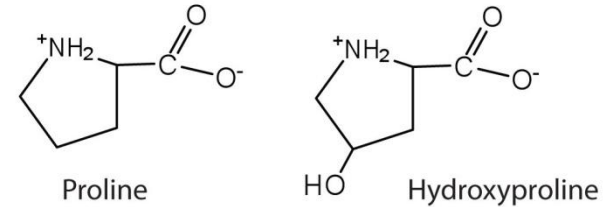
Tyrosine

Ταξινόμηση Αμινοξέων

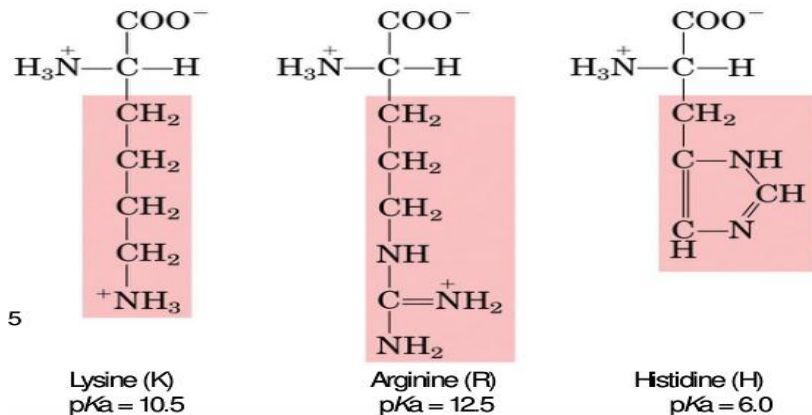
γ) Αμινοξέα με αρνητικά φορτισμένες R ομάδες



ε) Ιμινοξέα



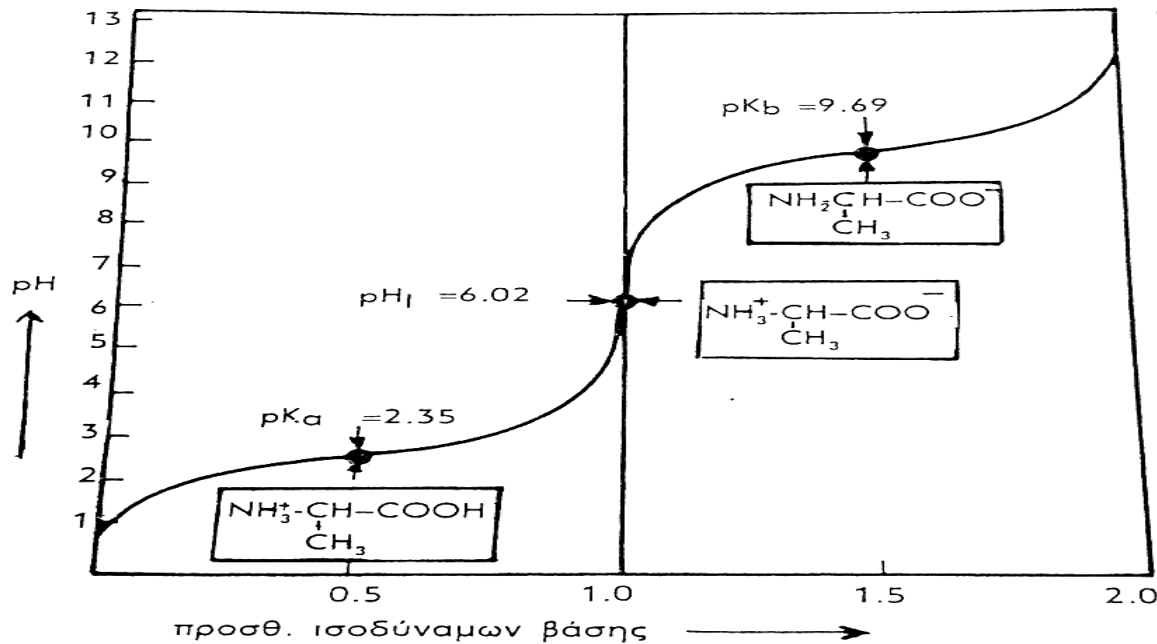
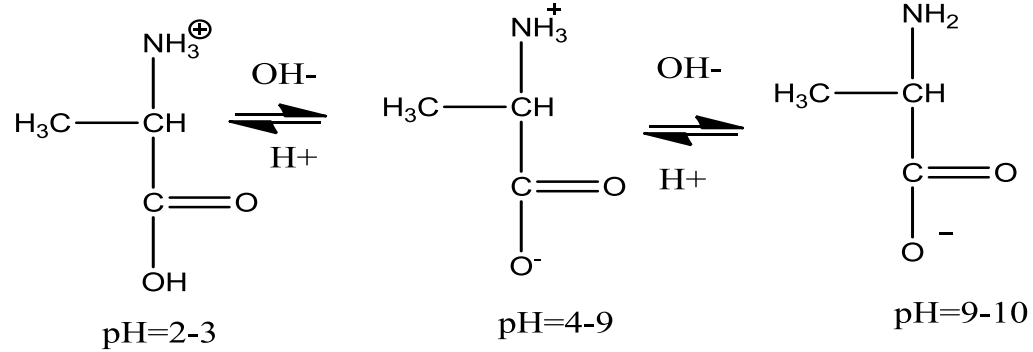
δ) Αμινοξέα με θετικά φορτισμένες ομάδες



Χημεία Τροφίμων: Αμινοξέα

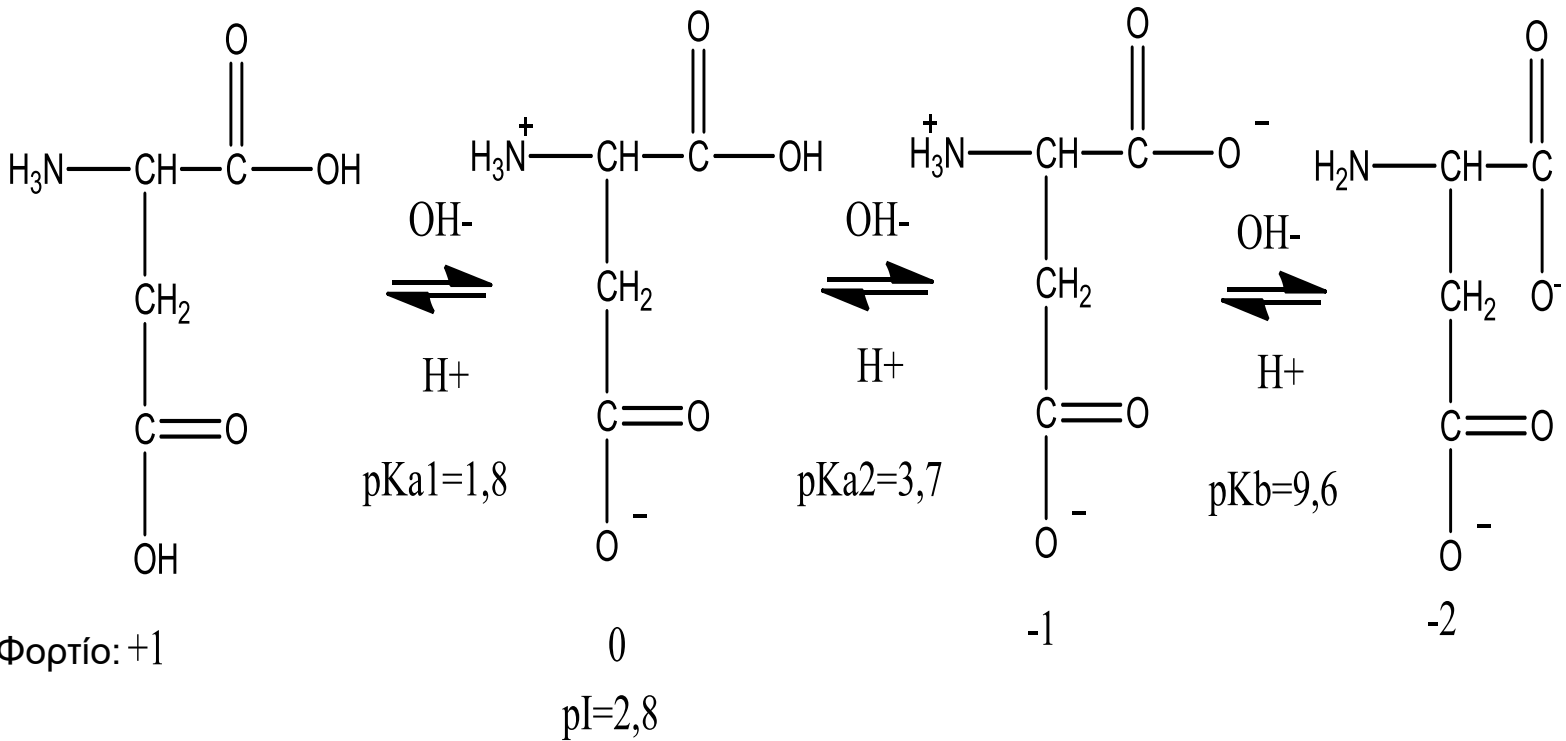
Η αλανίνη ανάλογα με το pH θα ιονίζεται ως εξής

$$pI = \frac{pK_a + pK_b}{2}$$

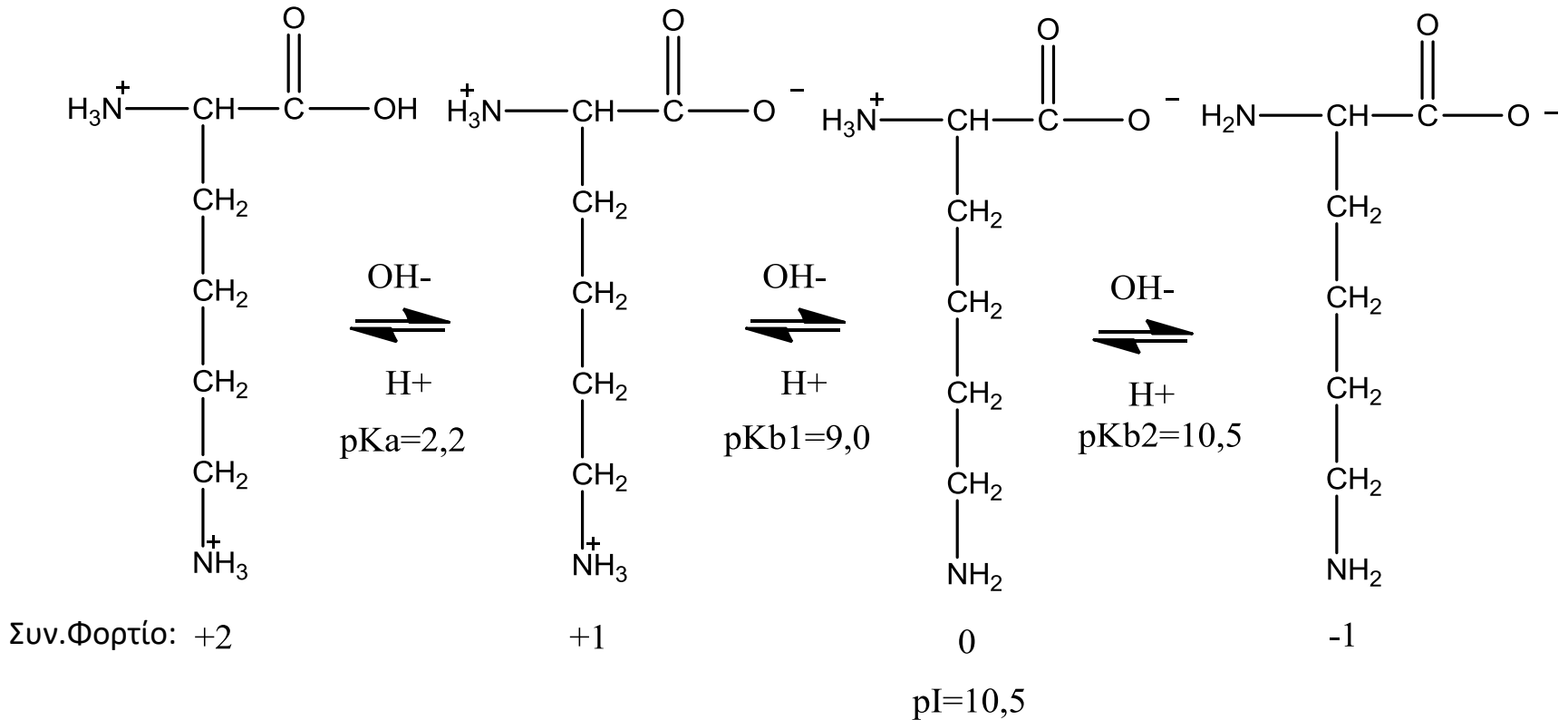


Σχήμα . Καμπύλη ογκομέτρησης της αλανίνης (Τροποποιημένο από Lehninger, 1970)

Αντίδραση ισορροπίας ασπαρτικού οξέος (όξινο αμινοξύ)

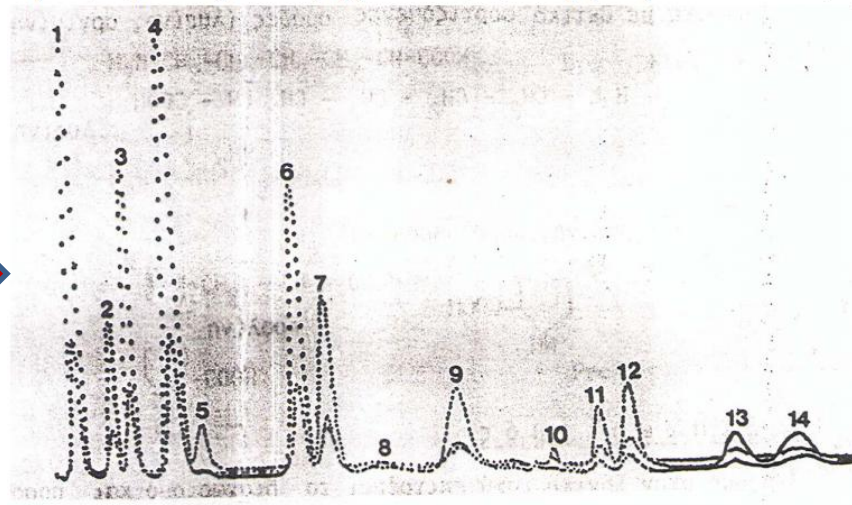


Αντίδραση ισορροπίας λυσίνης (βασικό αμινοξύ)



Χημεία Τροφίμων: Αμινοξέα

Για την ανάλυση αμινοξέων χρησιμοποιείται η HPLC



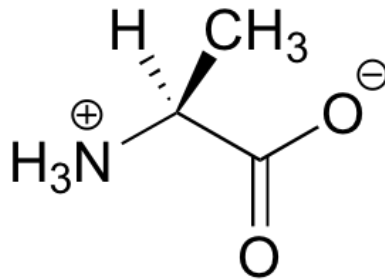
1. Ασπαραγινικό οξύ
2. Θρεονίνη
3. Σερίνη
4. Γλουταμινικό οξύ
5. Προλίνη
6. Γλυκίνη
7. Αλανίνη
8. Κυστεΐνη
9. Βαλίνη
10. Μεθειονίνη
11. Ισολευκίνη
12. Λευκίνη
13. Τυροσίνη
14. Φαινυλαλανίνη

Χημεία Τροφίμων: Αμινοξέα

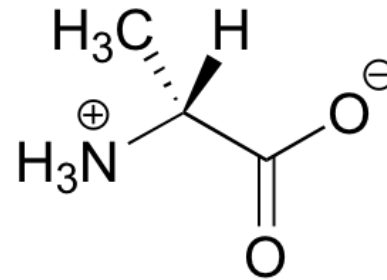
Φυσικές Ιδιότητες Αμινοξέων

- ✓ Μεγάλη διαλυτότητα
- ✓ Υψηλό σημείο τήξης
- ✓ Υψηλές τιμές διπολικής ροπής
- ✓ Αποτελούν ρυθμιστικά διαλύματα

Στεροχημεία Αμινοξέων



L-alanine



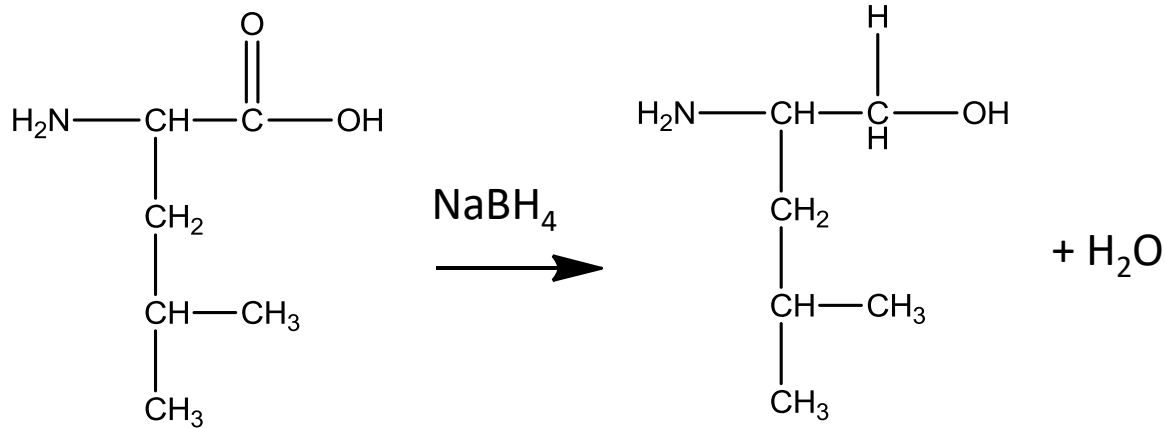
D-alanine



Εξαρτάται από το pH

Χημικές Ιδιότητες Αμινοξέων Αντιδράσεις οφειλόμενες στο καρβοξύλιο

Αναγωγή

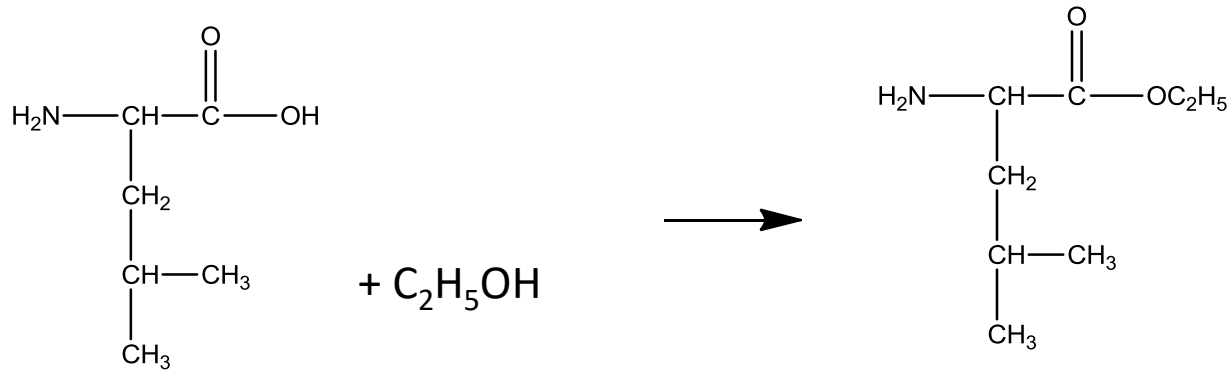


Η αναγωγή προς αλκοόλη χρησιμεύει για την **ταυτοποίηση** μιας ακραίας ομάδας σε ένα πεπτίδιο

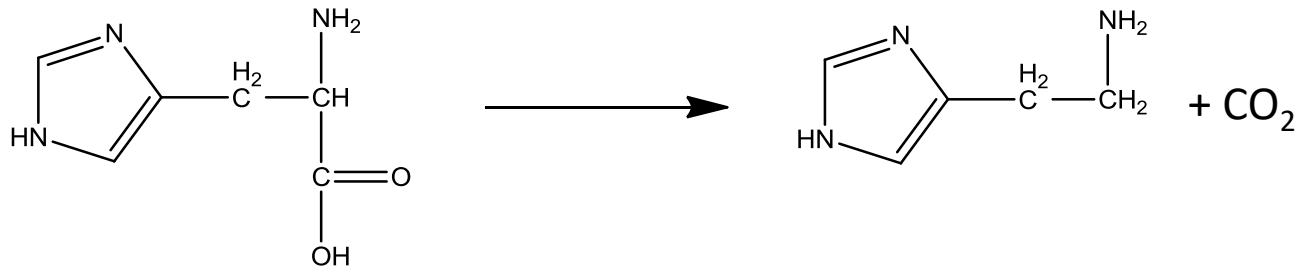
Χημεία Τροφίμων: Αμινοξέα

Χημικές Ιδιότητες Αμινοξέων
Αντιδράσεις οφειλόμενες στο καρβοξύλιο

Εστεροποίηση



Αποκαρβοξυλίωση

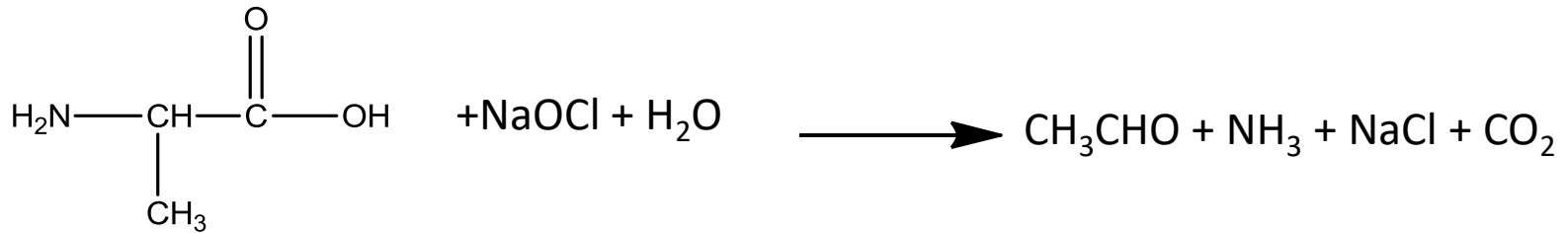


Η αποκαρβοξυλίωση της ιστοιδίνης δίνει την **ισταμίνη** που είναι **ισχυρός αγγειοσταλτικός παράγοντας**, ερεθίζει τους μυς και διεγείρει την ροή του γαστρικού υγρού

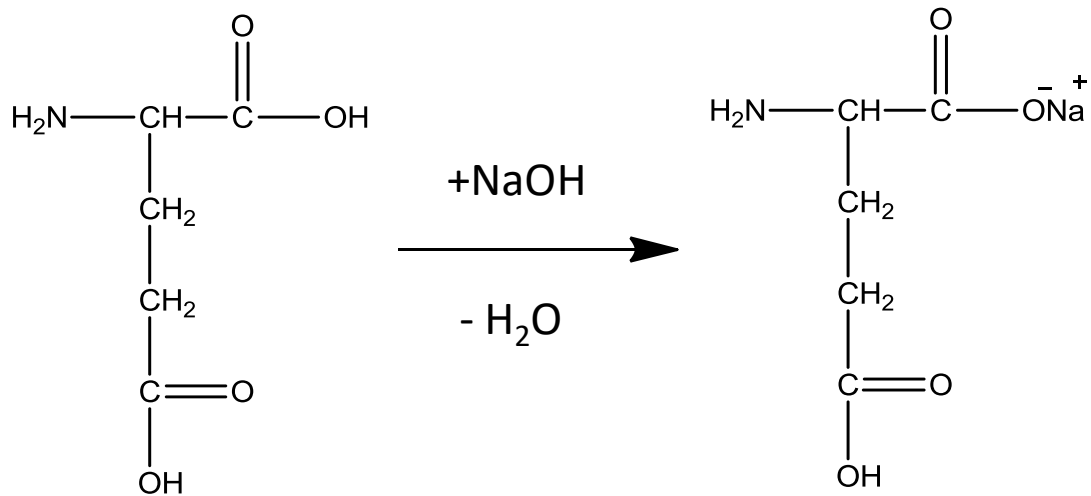
Χημεία Τροφίμων: Αμινοξέα

Χημικές Ιδιότητες Αμινοξέων
Αντιδράσεις οφειλόμενες στο καρβοξύλιο

Οξείδωση



Αντίδραση με βάσεις



Γλουταμινικό Οξύ

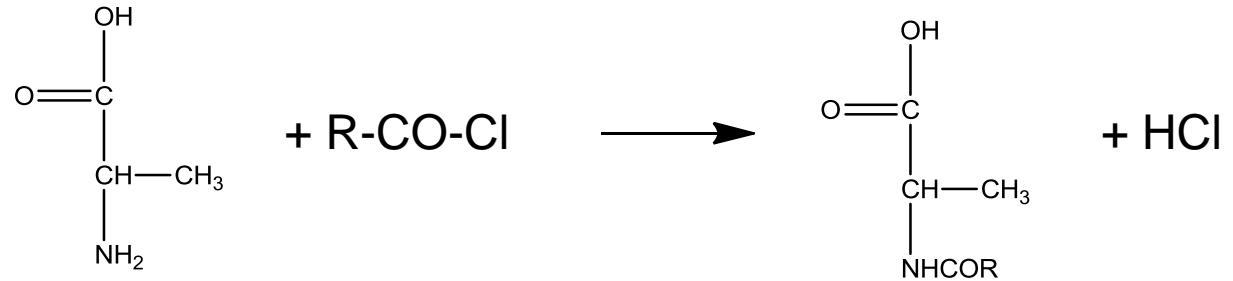
Γλουταμινικό νάτριο

Ενισχυτικό γεύσης

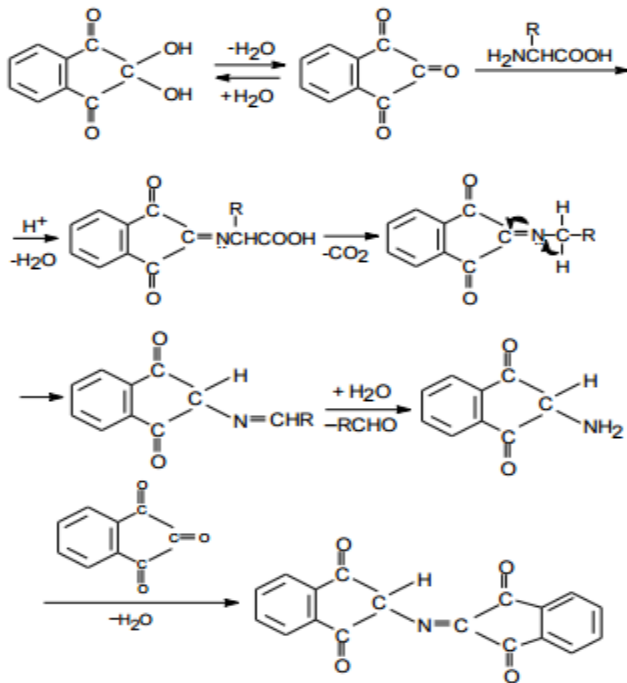
Χημεία Τροφίμων: Αμινοξέα

Χημικές Ιδιότητες Αμινοξέων
Αντιδράσεις οφειλόμενες στην αμινομάδα

Ακυλίωση



Αντίδραση με νινυδρίνη

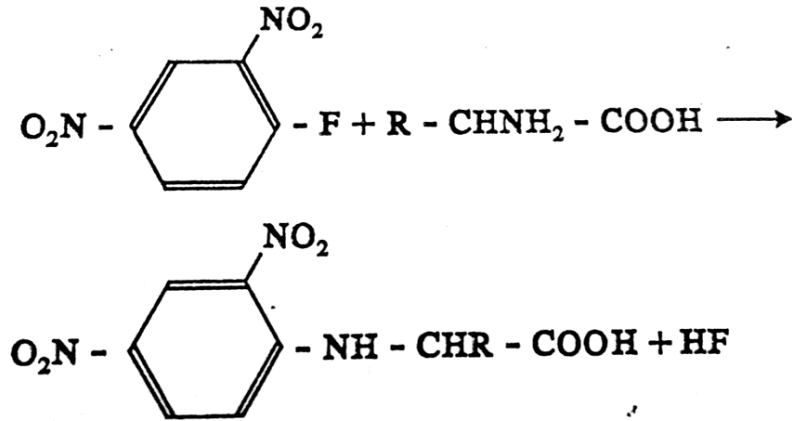


Χρησιμοποιείται για την ανίχνευση και ποσοτικό προσδιορισμό αμινοξέων

Χημεία Τροφίμων: Αμινοξέα

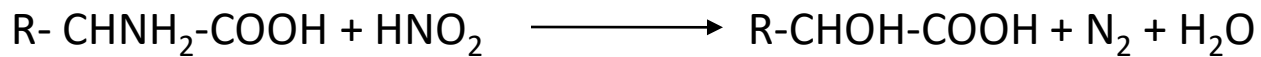
Χημικές Ιδιότητες Αμινοξέων
Αντιδράσεις οφειλόμενες στην αμινομάδα

Αλκυλίωση



Ταυτοποίηση N- τελικού αμινοξέος
στα πεπτίδια

Αντίδραση με HNO₂

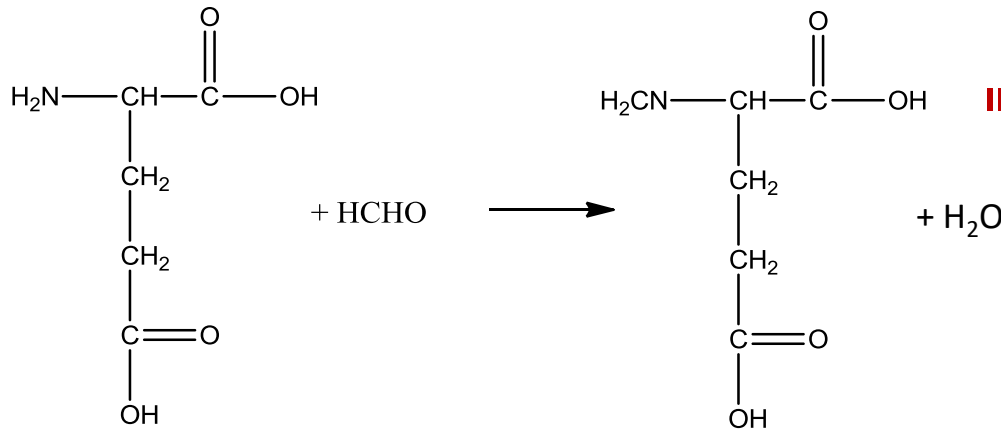


Ποσοτικός προσδιορισμός αμινοξέων

Χημεία Τροφίμων: Αμινοξέα

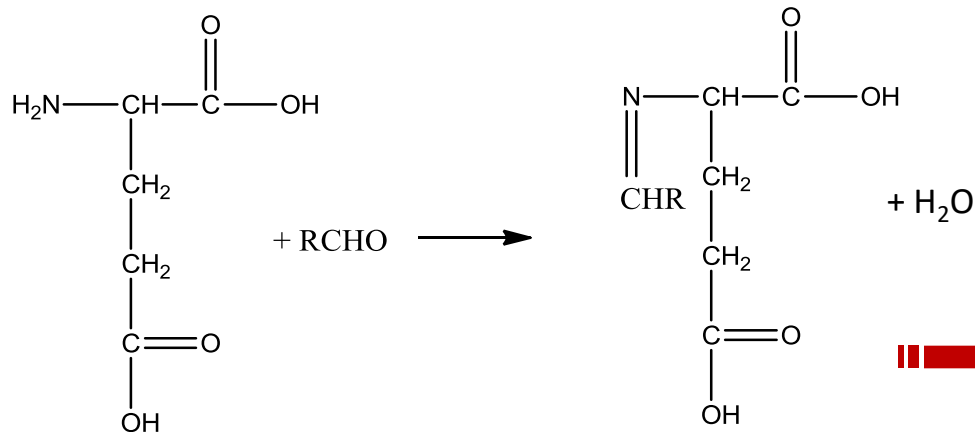
Χημικές Ιδιότητες Αμινοξέων Αντιδράσεις οφειλόμενες στην αμινομάδα

Αντίδραση με φορμόλη



Προσδιορισμό αμινοξέων
σε διαλύματα

Σχηματισμός Βάσεων Schiff

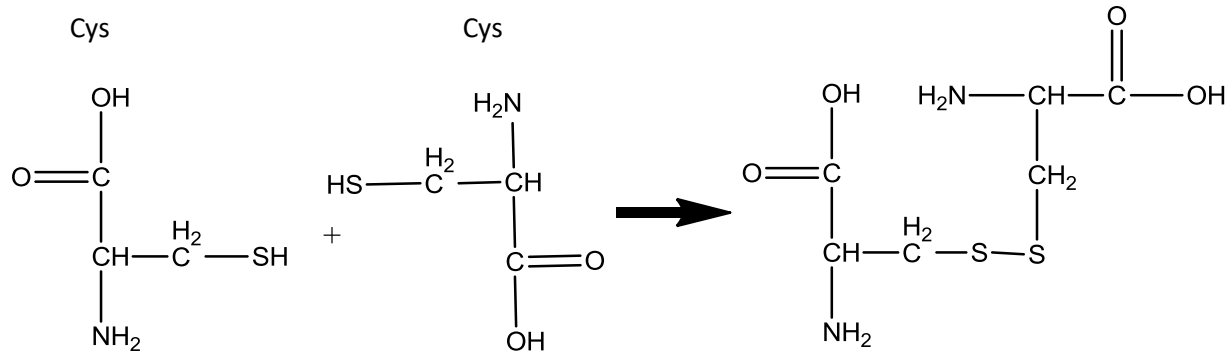


Μη ενζυμική αμαύρωση τροφίμων

Χημεία Τροφίμων: Αμινοξέα

Χημικές Ιδιότητες Αμινοξέων
Αντιδράσεις από άλλες ομάδες

Σουλφυδρυλική ομάδα

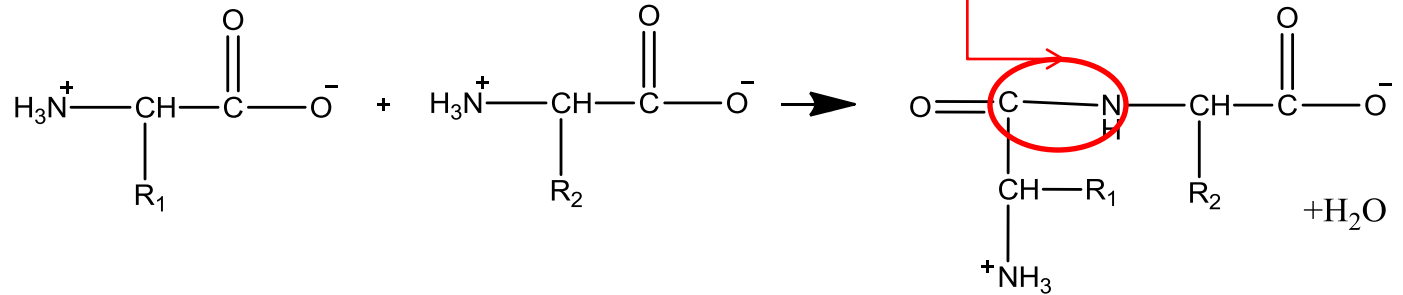


Βελτίωση αρτοποιητικής ικανότητας αλεύρου

Χημεία Τροφίμων: Πρωτεΐνες

Πεπτίδια:

Ενώσεις που αποτελούνται από αμινοξέα ενωμένα μεταξύ ως αμίδια (πεπτιδικός δεσμός)



Πρωτεΐνες:

Ουσιαστικά συστατικά κάθε ζώντος κυττάρου

Σχετίζονται με κάθε φυσιολογική λειτουργία



Τα φυτά συνθέτουν πρωτεΐνες από ανόργανες πηγές

Τα ζώα και ο άνθρωπος εξαρτώνται από τα φυτά

Περιέχουν
H ~ 7%
O₂ ~ 22%
N₂ ~ 16%
C ~ 50%
και
λιγότερο
S, P, Zn, Fe,
Cu

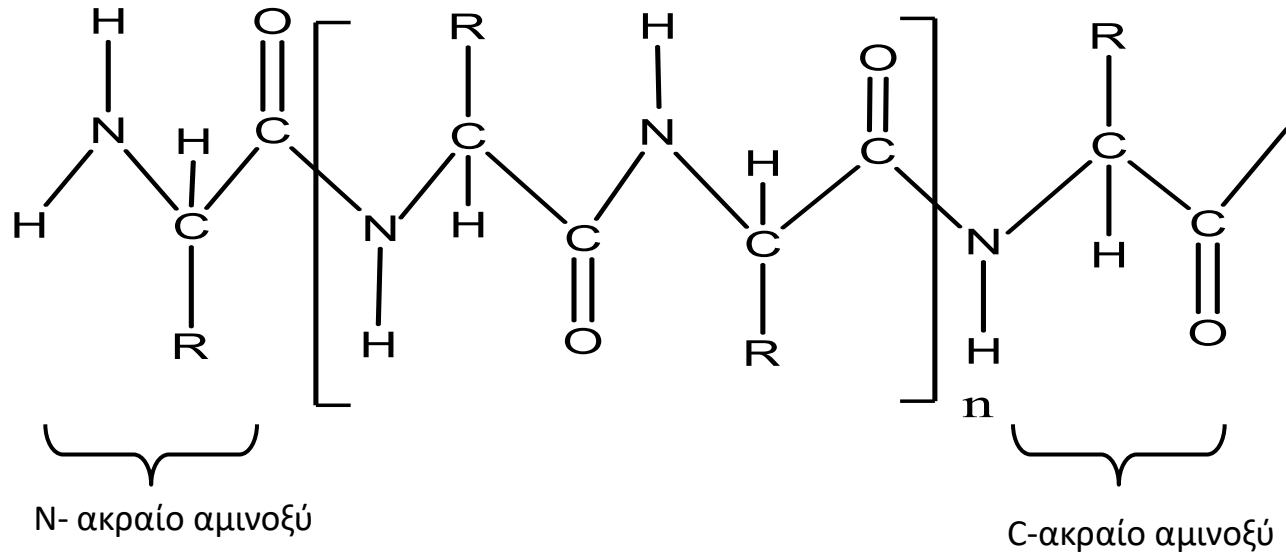
Χημεία Τροφίμων: Πρωτεΐνες

Πρωτεΐνες:



Άπειρος αριθμός πρωτεΐνων μπορεί να συντεθεί από τα 21 αμινοξέα. Στο φυσικό περιβάλλον υπάρχουν 2000 πρωτεΐνες

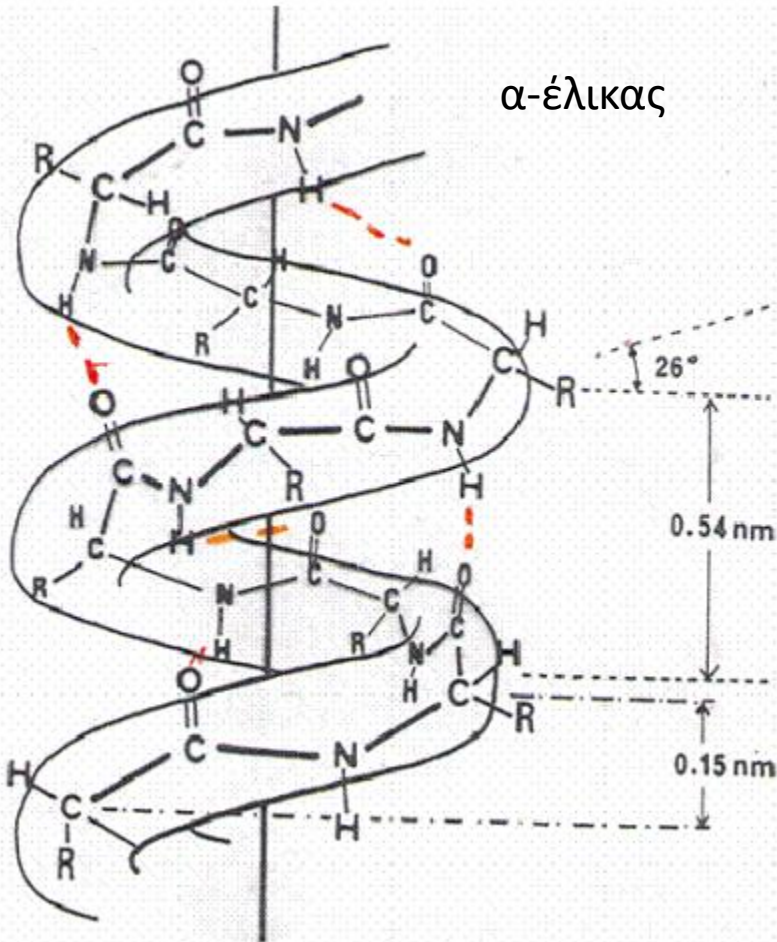
Πρωτοταγής δομή:



Η γραμμική αλληλουχία και ο αριθμός των αμινοξέων που αποτελούν την πρωτεΐνη

Χημεία Τροφίμων: Πρωτεΐνες

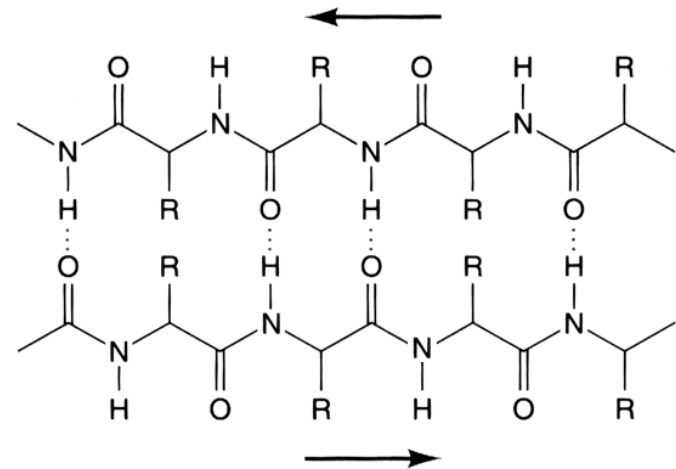
Δευτεροταγής δομή:



Τρισδιάστατος τρόπος διάταξης κατά τον άξονα

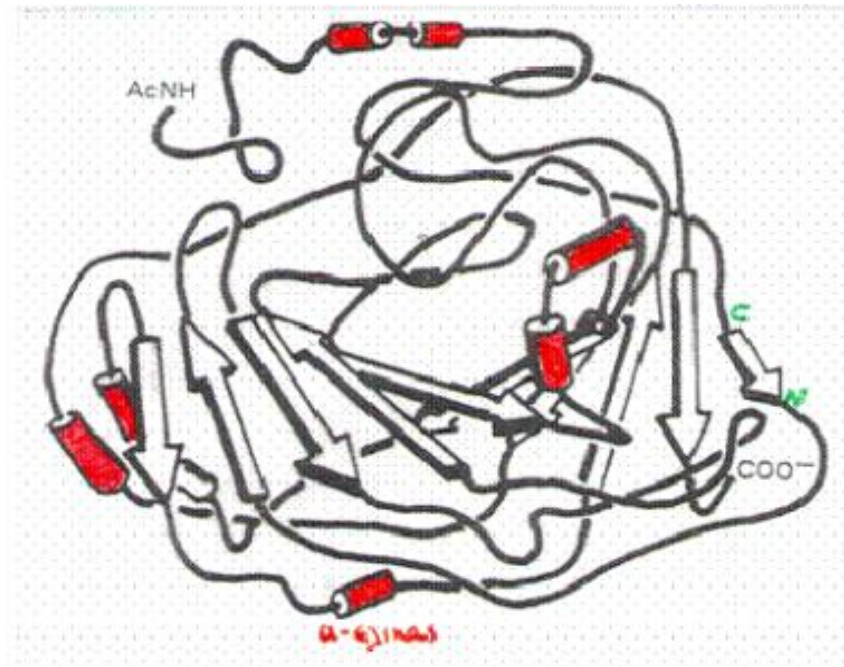


Τριπλός έλικας του κολλαγόνου



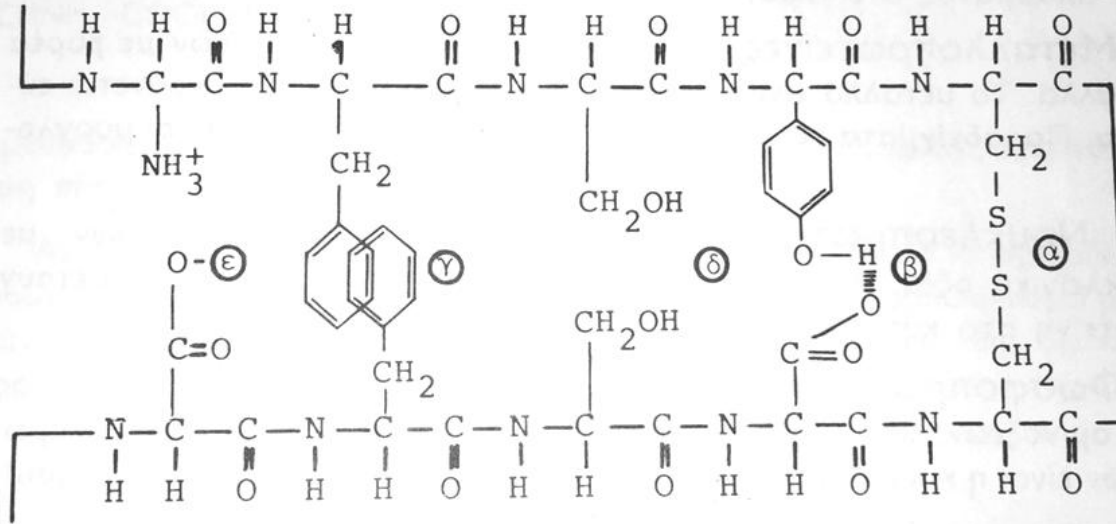
Δομή πτυχωτού φύλλου

Τριτοταγής δομή:



Απεικόνιση τριτοταγούς δομής σφαιρικής πρωτεΐνης. Είναι η αναδίπλωση της ελικοειδούς ή πτυχωτής αλυσίδας στο χώρο ώστε να αποκτήσει μια καθορισμένη μορφή. (Οι κύλινδροι συμβολίζουν τμήματα α-έλικα και τα βέλη πτυχωμένα φύλλα.

Τριτοταγής δομή:



Σχήμα 3-4. Είδη αλληλεπιδράσεων στις πλευρικές αλυσίδες των πολυπεπτιδίων για το σχηματισμό της τριτοταγούς δομής της πρωτεΐνης.

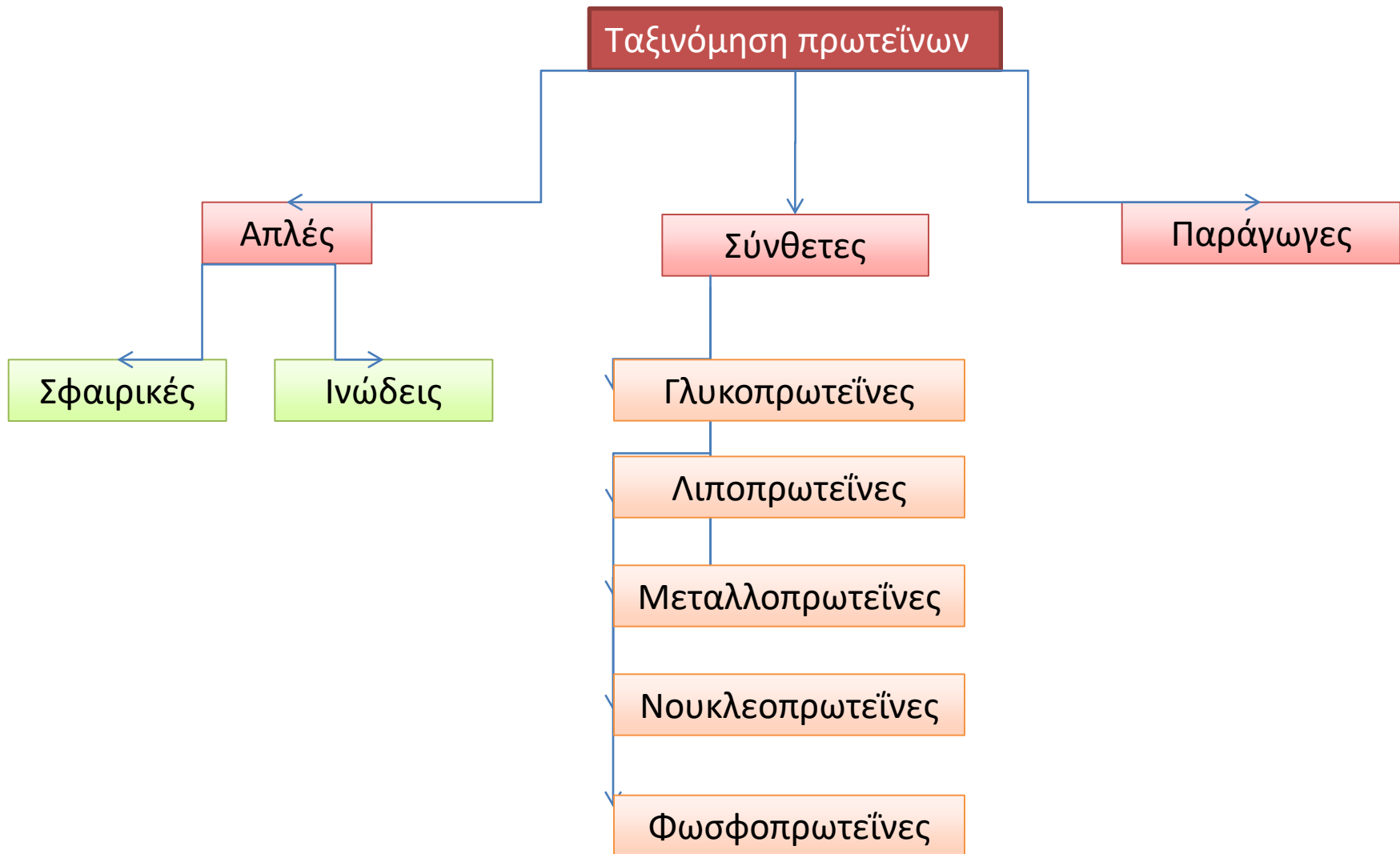
- α = ομοιοπολικός δισουλφιδικός δεσμός
- β = υδρογονοδεσμός
- γ = υδρόφοβος δεσμός
- δ = αλληλεπίδραση στιγμιαίων διπόλων
- ε = ηλεκτροστατική έλξη -ιοντικός δεσμός

Η συνένωση πολλών πολυπεπτιδικών αλυσίδων που διαμορφώνουν την πρωτεΐνη αποτελεί την **τεταρτοταγή δομή**.

Τεταρτοταγής δομή:

Η συνένωση πολλών πολυπεπτιδικών αλυσίδων που διαμορφώνουν την πρωτεΐνη αποτελεί την τεταρτοταγή δομή. Η αιμοσφαιρίνη είναι μια αιμοπρωτεΐνη που αποτελείται από τέσσερις πεπτιδικές αλυσίδες που κάθε μία είναι ενωμένη με ένα μόριο αίμης. Ο σίδηρος της αίμης ευρίσκεται στην ανηγμένη δισθενή μορφή και παραμένει δισθενής τόσο κατά την δέσμευση οξυγόνου όσο και κατά την αποδέσμευση αυτού. Η φυσιολογική αιμοσφαιρίνη ενήλικων ατόμων αποτελείται από δύο α αλυσίδες και δύο β αλυσίδες, δηλαδή α₂β₂.

Χημεία Τροφίμων: Πρωτεΐνες



Χημεία Τροφίμων: Πρωτεΐνες

1. Απλές Πρωτεΐνες

Με υδρόλυση τους δίνουν αμινοξέα ή παράγωγα τους

1.α. Σφαιρικές Πρωτεΐνες

1.α.1) Γλοβουλίνες ή σφαιρίνες



Διαλυτές σε διαλύματα ουδέτερων αλάτων
π.χ. ορογλοβουλίνη στον ορό του αίματος
β-γαλακτογλοβουλίνη στο γάλα
ακτίνη και μυοσίνη του κρέατος

1.α.2) Αλβουμίνες



Διαλυτές στο νερό και διαλύματα αλάτων
π.χ. ωοαλβουμίνη, λευκοσίνη των δημητριακών

1.α.3) Γλουτελίνες



Διαλυτές σε αραιά διαλύματα οξέων ή βάσεων,
Αδιάλυτες σε ουδέτερα διαλύματα
π.χ. Γλουτενίνη σιταριού, ορυζενίνη ρυζιού

1.α.4) Προλαμίνες



Διαλυτές σε αλκοόλη 0-80%, αδιάλυτες στο νερό
π.χ. ζείνη καλαμποκιού, γλοιαδίνη σιταριού,
χορδεΐνη κριθαριού

1.β.Ινώδεις Πρωτεΐνες

1.β.1. Κολλαγόνο

Βρίσκεται στον συνδετικό ιστό. Στα θηλαστικά αποτελεί το 1/3 των πρωτεΐνων του ή το 6% του βάρους του σώματος. Με βρασμό παρουσία οξέων ή βάσεων μετατρέπεται στην ευδιάλυτη πρωτεΐνη, τη ζελατίνη

1.β.2. Ελαστίνη

Βρίσκεται στον συνδετικό ιστό των σπονδυλωτών

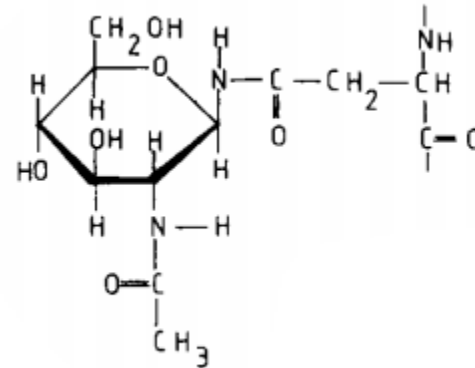
1.β.3. Κερατίνη

Συστατικό των κερατοειδών ιστών (τρίχες, επιδερμίδα, κέρατα κ.α.)

2.Σύνθετες ή συζευγμένες Πρωτεΐνες

2α.) Γλυκοπρωτεΐνες

Με υδρόλυση δίνουν αμινοξέα και υδατάνθρακες



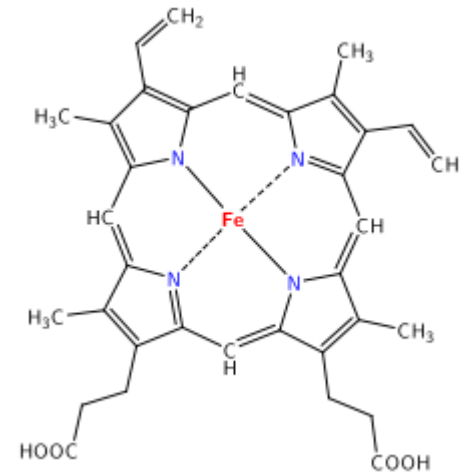
2β.) Λιποπρωτεΐνες

Με υδρόλυση δίνουν αμινοξέα και λιπίδια
[τριγλυκερίδια, φωσφολιπίδια (λεκιθίνη),
χοληστερόλη]

2.Σύνθετες ή συζευγμένες Πρωτεΐνες

2γ.) Μεταλλοπρωτεΐνες

Με υδρόλυση δίνουν αμινοξέα και μέταλλο
(π.χ. αιμογλοβίνη, φερριτίνη)



2δ.) Νουκλεοπρωτεΐνες

Σύμπλοκα πρωτεϊνών και νουκλεϊνικών οξέων

2.Σύνθετες ή συζευγμένες Πρωτεΐνες

2δ.) Φωσφοπρωτεΐνες

Με υδρόλυση δίνουν αμινοξέα και φωσφορικές ενώσεις (π.χ. καζεΐνη γάλακτος)

3.Παράγωγες Πρωτεΐνες

Πρωτεΐνες που προκύπτουν από τροποποίηση πρωτεΐνων με χημικά μέσα ή ένζυμα (π.χ. μετουσιωμένες πρωτεΐνες, πεπτόνες, πρωτεόζες)

Χημεία Τροφίμων: Πρωτεΐνες

Διαλυτότητα πρωτεϊνών

Επίδραση:

1. pH, φορτίο

2. Ποσοστό υδρόφιλων (πολικών) και υδρόφοβων (μη πολικών)

3. Ουδέτερα άλατα

Χαμηλή συγκέντρωση



Αύξηση διαλυτότητας πρωτεϊνών
(εναλάτωση → επιδιαλύτωση)

Υψηλή συγκέντρωση



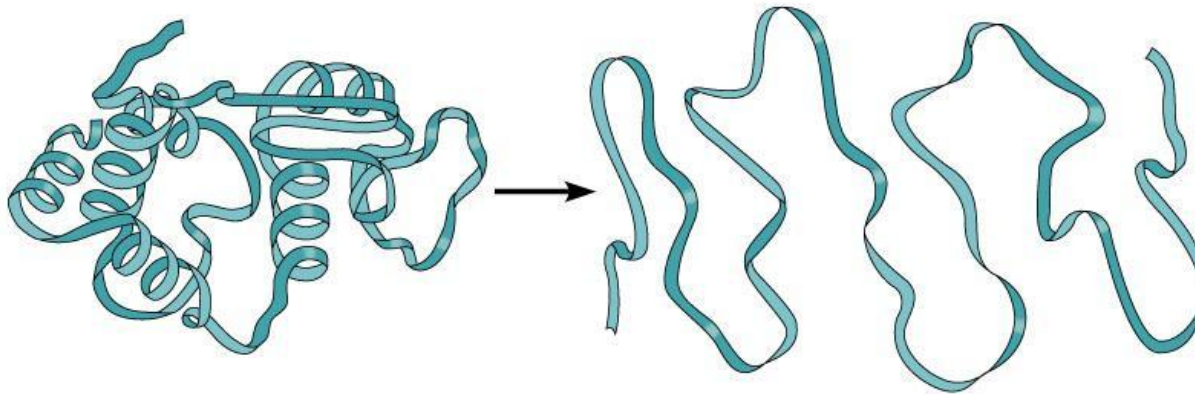
Ελάττωση διαλυτότητας
(εξαλάτωση)

4. Οργανικοί διαλύτες (ακετόνη, αιθανόλη)

5. Θερμοκρασία. Αύξηση από 0-40 °C

Μετουσίωση Πρωτεϊνών

Μεταβολή δομής πρωτεΐνης **χωρίς** μεταβολή της πρωτοταγούς δομής (ξεδίπλωμα) με ήπια μέσα



Φυσική Πρωτεΐνη

Μετουσιωμένη Πρωτεΐνη

Φυσικοί Παράγοντες

- ✓ Θερμοκρασία
- ✓ Υγρασία
- ✓ Είδος Ιόντων
- ✓ Υψηλή Πίεση
- ✓ Ακτινοβολία
- ✓ Δημιουργία αφρού

Χημικοί Παράγοντες

- ✓ pH
- ✓ Συγκέντρωση
- ✓ Συνθετικά απορρυπαντικά
- ✓ Οργανικοί διαλύτες

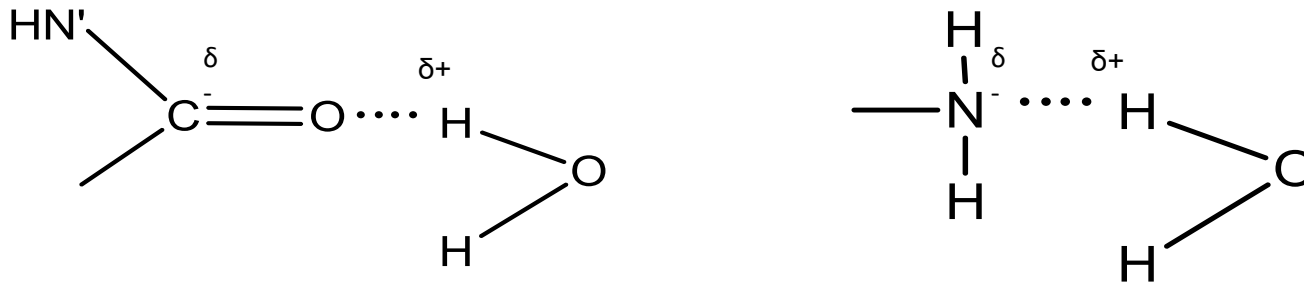
Μετουσίωση Πρωτεϊνών

Συνέπειες μετουσίωσης:

1. Μείωση διαλυτότητας (λόγω έκθεσης υδρόφοβων ομάδων)
2. Μεταβολή ικανότητας ρόφησης H₂O
3. Απώλεια βιολογικής δράσης (ενζυμικής ή ανοσολογικής).
4. Αυξημένη ευπάθεια σε πρωτεολυτικά ένζυμα.
5. Αυξημένο ιξώδες.
6. Απώλεια ικανότητας κρυστάλλωσης.

Εφυδάτωση Πρωτεϊνών

Δέσμευση νερού από πρωτεΐνες και συνεπώς εφυδάτωση τους μέσω δεσμών υδρογόνου



Σχήμα.... Εφυδάτωση πρωτεϊνών μέσω σχηματισμού δεσμών υδρογόνου με το νερό

Το ποσοστό εφυδάτωσης εξαρτάται από:

1. Συγκέντρωση πρωτεΐνης
2. Ιονισμένες μορφές πρωτεΐνες (όχι στο ΙΣ) ευνοούν την εφυδάτωση
3. Παρουσία άλλων ενώσεων που δεσμεύουν νερό π.χ. Σάκχαρα
4. Θερμοκρασία κ.α.

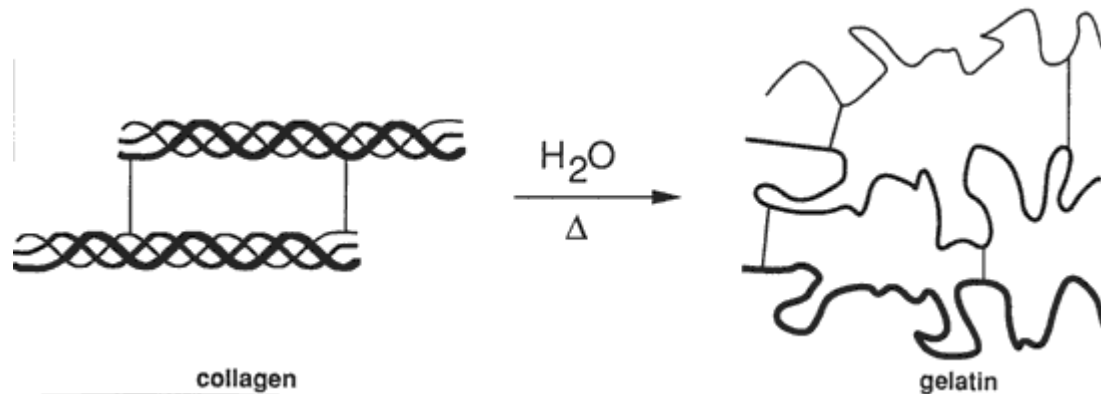
Χημεία Τροφίμων: Πρωτεΐνες

Εφυδάτωση Πρωτεϊνών

Ζελατινοποίηση



Πρωτεΐνες και υδατάνθρακες σχηματίζουν (gels): Κολλοειδή διαλύματα όπου μεγάλοι όγκοι νερού δεσμεύονται από μικρή ποσότητα στερεού



Σχήμα...Κολλαγόνο με θέρμανση και προσθήκη νερού δίνει ζελατίνη

Σχηματισμός και σταθεροποίηση αφρού

Οι πρωτεΐνες λειτουργούν ως συστατικά σχηματισμού και σταθεροποίησης **αφρού** σε εδέσματα, γλυκά, επιδόρπια και μύρα

Η ιδιότητα αυτή ποικίλλει από πρωτεΐνη σε πρωτεΐνη. Ο αφρός είναι διασπορά αερίου σε υγρό. Κτυπώντας το ασπράδι του αυγού, φυσαλλίδες αέρα δεσμεύονται και οι πρωτεΐνες προσκολλώνται σ' αυτές μέσω των υδρόφοβων περιοχών της, με σύγχρονο ξεδίπλωμα (μετουσίωση) της πρωτεΐνης. Τα ξεδιπλωμένα μόρια της πρωτεΐνης διαπλέκονται μεταξύ τους συμβάλλοντας έτσι στη σταθερότητα του αφρού. Η γλοβουλίνη του ασπραδιού είναι κατάλληλη για δημιουργία αφρού.

Καταστροφή αφρών

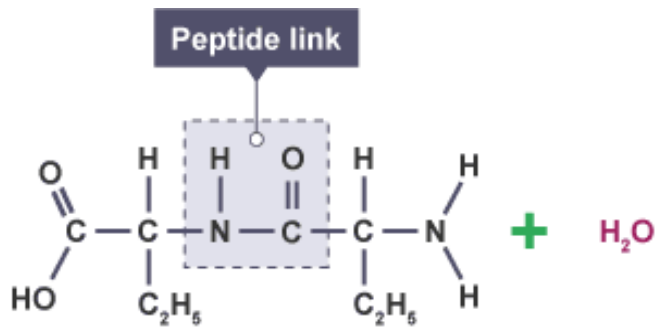
Λιπίδια:

αποτρέπουν την πρωτεϊνική συνένωση για σχηματισμό υμένα σταθεροποίησης αφρού

Οργανικοί διαλύτες:

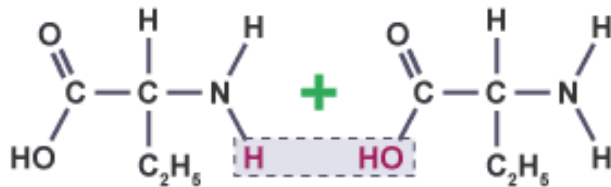
π.χ. Ανώτερες αλκόολες: λόγω υδροφοβικότητας μετατοπίζουν τις πρωτεΐνες από την επιφάνεια των φυσαλλίδων αέρα χωρίς να είναι ικανές να σχηματίσουν σταθερά υμένα

Υδρόλυση πρωτεϊνών



Γίνεται με οξέα, βάσεις, ένζυμα

Hydrolysis



Απαραίτητη για την μελέτη της σύστασης σε αμινοξέα

Ρόλος των πρωτεΐνων στα τρόφιμα

1. **Ικανότητα συγκράτησης νερού** (γεύση και τρυφερότητα κρέατος)
2. **Γαλακτωματοποιητική ικανότητα** (κρόκος αυγών (λιποπρωτεΐνες) για μαγιονέζα, dressings κ.α.)
3. **Πήξη γάλακτος** (θρόμβωση καζεΐνης → παραγωγή γιαούρτης και τυριού)
4. **Αφριστική Ικανότητα** (π.χ. ασπράδι αυγού)
5. **Ζελατινοποίηση** (π.χ. κολλαγόνο κρέατος μετατρέπεται σε ζελατίνα σε βραστό νερό κατά την παρασκευή σουπών)
6. **Αρτοποιητική ικανότητα** (εφυδατωμένη γλουτένη στην παρασκευή ψωμιού)

Επίδραση των διαφόρων κατεργασιών στις δομικές και θερμικές ιδιότητες των πρωτεϊνών

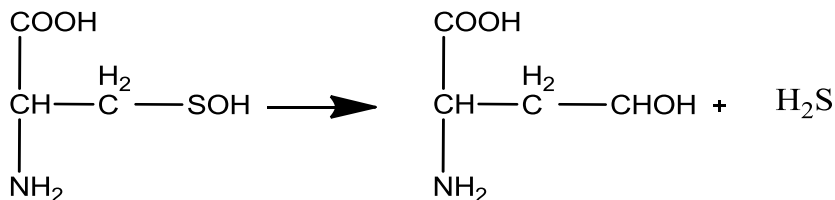
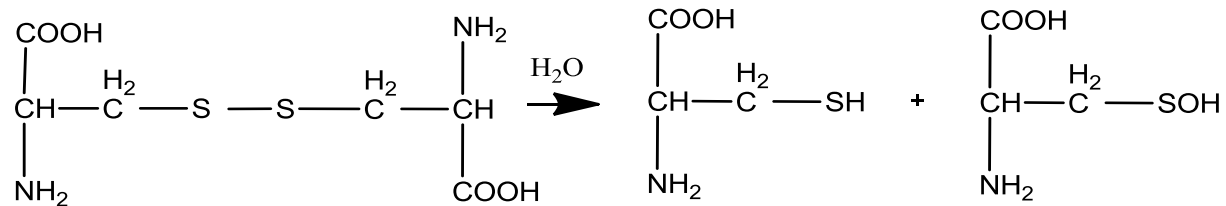
Μέτρια θέρμανση

- **Μεγαλύτερη βιοδιαθεσιμότητα** των αμινοξέων λόγω μετουσίωσης των πρωτεϊνών και περαιτέρω ευκολότερης ενζυμικής υδρόλυσης τους
- **Ανενεργοποίηση παραγόντων:** Ανενεργοποίηση του ενζύμου θειαμινάσης και έτσι αποτρέπεται η καταστροφή της θειαμίνης (βιταμίνη B1, νευρολογική νόσος *Beti-Beti*). Μετουσίωση της αβιδίνης (πρωτεΐνης του αυγού) αποτρέπει την μετουσίωση της βιταμίνης βιοτίνης του συμπλέγματος B.

Αυξημένη έντονη θερμική κατεργασία → Αντίθετα αποτελέσματα → Ελάττωση διατροφικής αξίας πρωτεϊνών λόγω ανεπιθύμητων μεταβολών

Μη ενζυμική αμαύρωση ή Αντίδραση Maillard: Μείωση βιολογικής αξίας πρωτεϊνών κατά την θέρμανση, Απώλεια μέρους αμινοξέων.

Θέρμανση πρωτεϊνών απουσία αέρα: Θερμική κατεργασία → Μπορεί να προκαλέσει απώλειες στο μη απαραίτητο αμινοξύ κυστίνη



Χημεία Τροφίμων: Πρωτεΐνες

Επίδραση των διαφόρων κατεργασιών στις δομικές και θερμικές ιδιότητες των πρωτεϊνών

2. Ψύξη-κατάψυξη

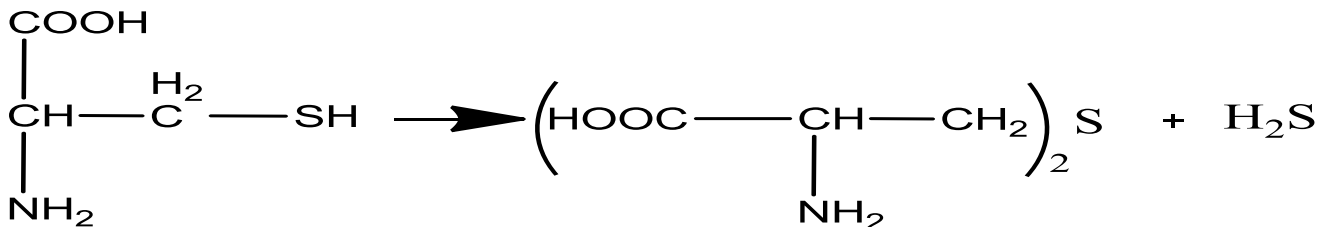
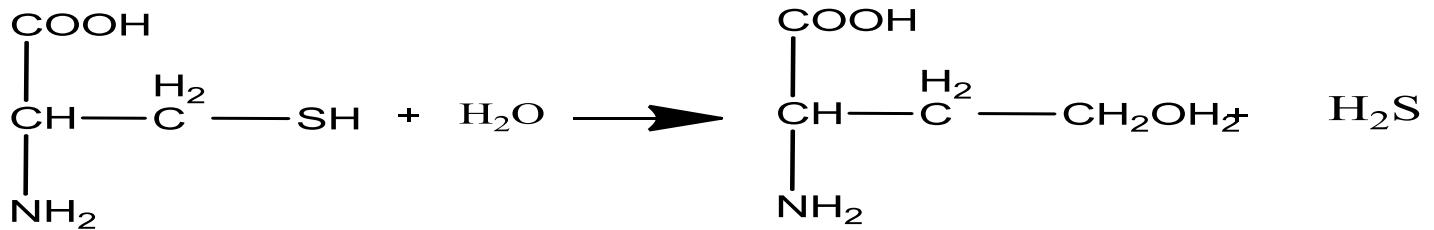
Η κατάψυξη επιδρά στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (υφή) των πρωτεϊνών παρά στην θρεπτική αξία

3. Αφυδάτωση

- ✓ Freeze drying (λαιοφιλίωση)
- ✓ Spray drying

4. Παστερίωση

72°C για 15sec για το γάλα



Χημεία Τροφίμων: Πρωτεΐνες

Πιν.15 Κατά προσέγγιση περιεκτικότητα διαφόρων τροφίμων σε πρωτεΐνη.

<u>Τρόφιμο</u>	<u>Πρωτεΐνη %</u>	<u>Τρόφιμο</u>	<u>Πρωτεΐνη %</u>
<u>Λαχανικά και φρούτα</u> Πατάτες Τομάτες Μαρούλι Πορτοκάλια	2 1 1 1	<u>Ζωικά</u> Τυρός σκληρός Κρέας (ωμό) Ψάρι (ωμό) Αυγά Γάλα	25 20-25 14-18 12 3
<u>Όσπρια και ελαιούχοι σπόροι</u> Μπιζέλια Σόγια Φασόλια Φυστίκια Ηλιόσπορος Σημαμόσπορος Βαμβακόσπορος	20-25 32-46 19-25 21-36 25-27 24-26 17-22	<u>Διάφορα</u> Ψωμί Μακαρόνια	8 12
<u>Δημητριακά</u> Σίτος Βρώμη Κριθή Σίκαλη Ρύζι Καλαμπόκι	12-15 10-12 12-13 11-12 7-9 9-10		