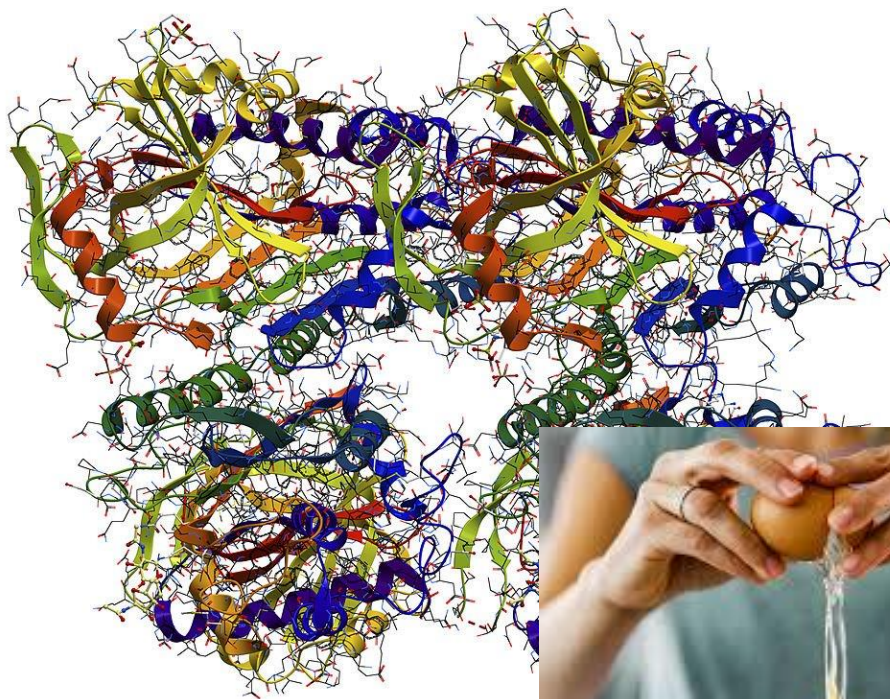




ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ – ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΗΜΕΙΑΣ-ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ-ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΕΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

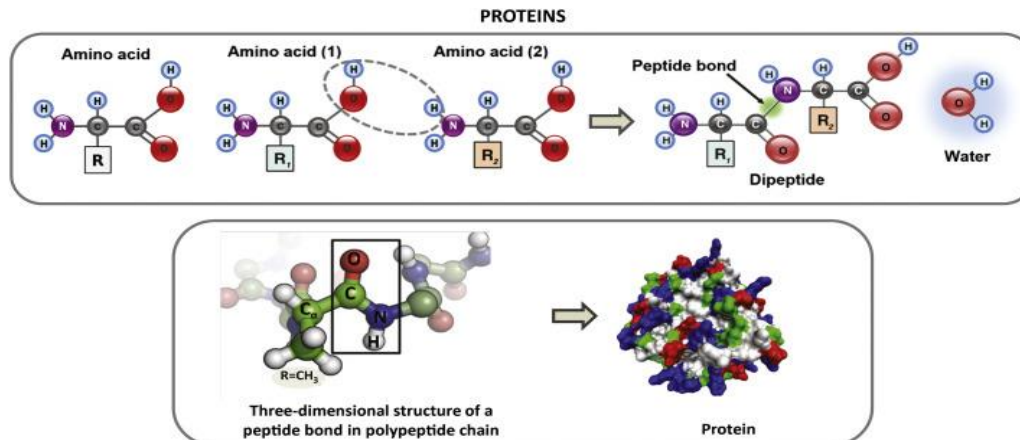


Πρωτεΐνες I

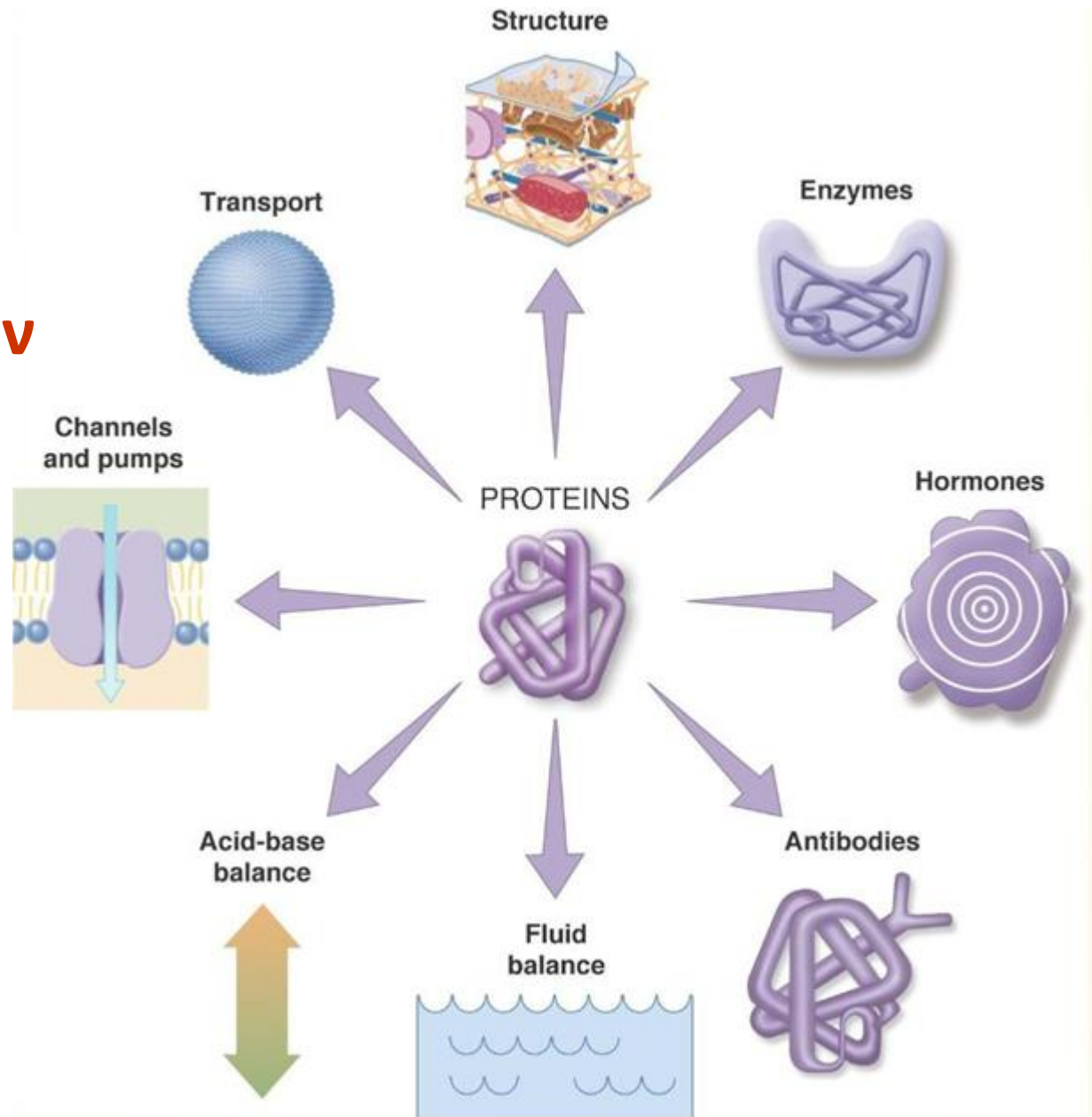


Πρωτεΐνες

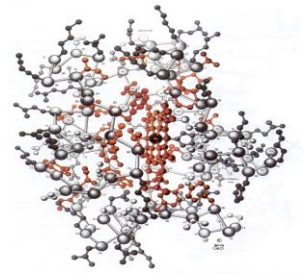
- Πολύπλοκα πολυμερή που αποτελούνται από είκοσι διαφορετικά αμινοξέα.
- Τα συστατικά αμινοξέα συνδέονται μεταξύ τους σε γραμμική αλληλουχία με υποκατεστημένους αμιδικούς (πεπτιδικούς) δεσμούς.
- Ο αμιδικός δεσμός είναι εν μέρει διπλός δεσμός ο οποίος καθορίζει τις περαιτέρω μοναδικές δομικές ιδιότητες των πρωτεϊνικών πολυμερών.
- Η λειτουργική ποικιλότητα των πρωτεϊνών στηρίζεται στην πληθώρα των τρισδιάστατων διαμορφώσεων που μπορούν να προκύψουν από τη διευθέτηση της αλληλουχίας των αμινοξέων στις πρωτεΐνες.
- Σε στοιχειακό επίπεδο, οι πρωτεΐνες περιέχουν 50-55% άνθρακα, 6-7% υδρογόνο, 20-23% οξυγόνο, 12-19% άζωτο και 0,2-3% θείο (w/w).



Βιολογικές λειτουργίες των πρωτεϊνών



Βιολογικές λειτουργίες των πρωτεϊνών



- **Ενζυμικοί καταλύτες**
- **Δομικές πρωτεΐνες:** κολλαγόνο των τενόντων και των χόνδρων, ελαστίνη των συνδέσμων, κερατίνη σε τρίχες, φτερά και νύχια, φιβροΐνη στο μετάξι
- **Συσταλτικές πρωτεΐνες:** ακτίνη, μυοσίνη
- **Μεταφορικές πρωτεΐνες:** αλβουμίνη ορού, τρανσφερίνη, αιμοσφαιρίνη
- **Αποθεματικές πρωτεΐνες:** ωαλβουμίνη, πρωτεΐνες σπόρων, φερριτίνη
- **Αμυντικές πρωτεΐνες:** αντισώματα ανοσοσφαιρίνες Igs, τοξίνες
- **Ορμόνες:** ινσουλίνη
- **Άλλοι ρόλοι:** μεταφορείς ηλεκτρονίων (κυτοχρώματα), αντλίες ιόντων, ιδιότητες ρυθμιστικού (buffer)

Πρωτεΐνες τροφίμων

Ως **πρωτεΐνες τροφίμων** μπορούν να οριστούν όσες βιολογικά παραγόμενες πρωτεΐνες που είναι εύπεπτες, μη τοξικές, θρεπτικά επαρκείς, λειτουργικά χρησιμοποιήσιμες σε προϊόντα τροφίμων, επαρκώς διαθέσιμες και γεωργικά βιώσιμες.

Κύριες πηγές πρωτεϊνών τροφίμων: γάλα, κρέατα, πουλερικά, ψάρια, αβγά, δημητριακά, όσπρια και ελαιούχοι σπόροι.



EGG



MEAT



PULSES



MILK & MILK PREPARATIONS



FISH

Η συμπεριφορά των πρωτεϊνών στα τρόφιμα εξαρτάται από τις ιδιότητές τους και κατ' επέκταση από τη σύστασή τους σε αμινοξέα και ειδικότερα τη συγκεκριμένη αλληλουχία που είναι μοναδική για κάθε πρωτεΐνη.

Ιδιότητες πρωτεϊνών τροφίμων: αφριστικές, γαλακτοματοποιητικές, δέσμευση νερού, σχηματισμός πηκτών, ενζυμική δράση, κροκίδωση-θρόμβωση

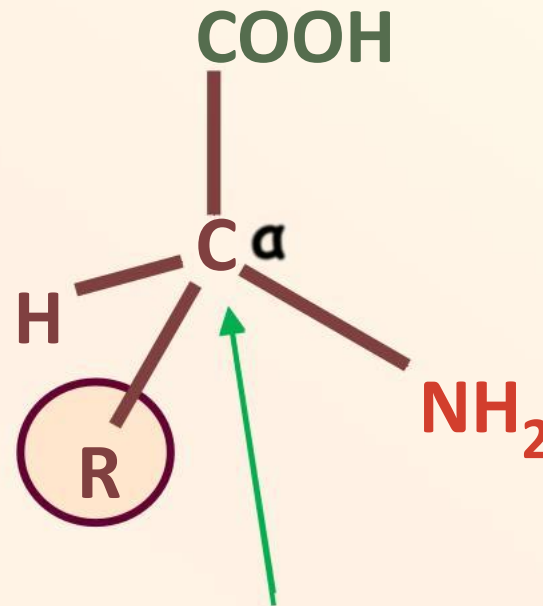
Αμινοξέα-Βασική χημική δομή

R-COOH

R-NH₂

-COOH Καρβοξύλιο

-NH₂ Αμινομάδα



Αμινομάδα σε α-θέση ως προς -COOH



Ταξινόμηση αμινοξέων I: με βάση τη δομή

Στη φύση υπάρχουν περίπου **200** αμινοξέα.

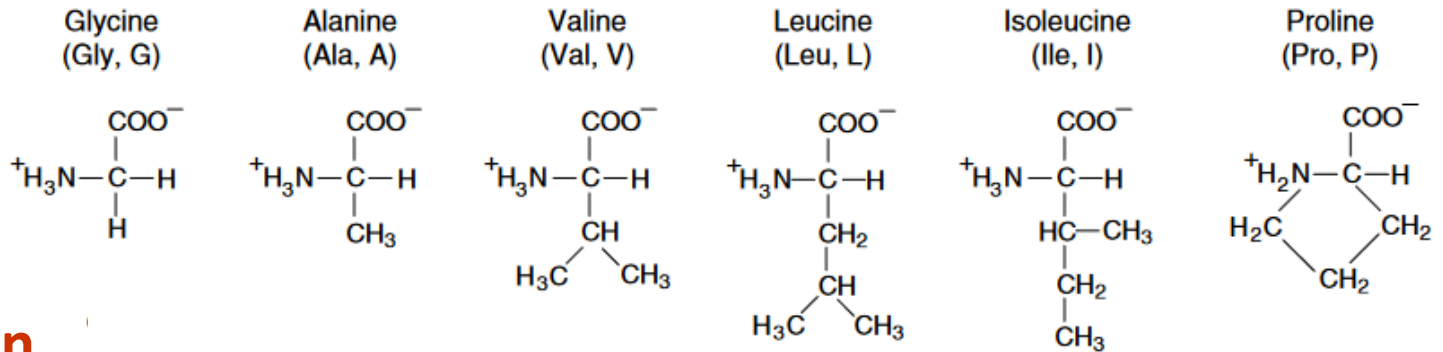
Είκοσι από αυτά απαντώνται στις πρωτεΐνες.

Οι δομές των αμινοξέων διαφέρουν ως προς τη χημική φύση της ομάδας R της πλευρικής αλυσίδας. Η χημική φύση της ομάδας R καθορίζει τις φυσικοχημικές ιδιότητες των αμινοξέων όπως το καθαρό φορτίο, την πολικότητα, τη διαλυτότητα και τη χημική δραστικότητα.

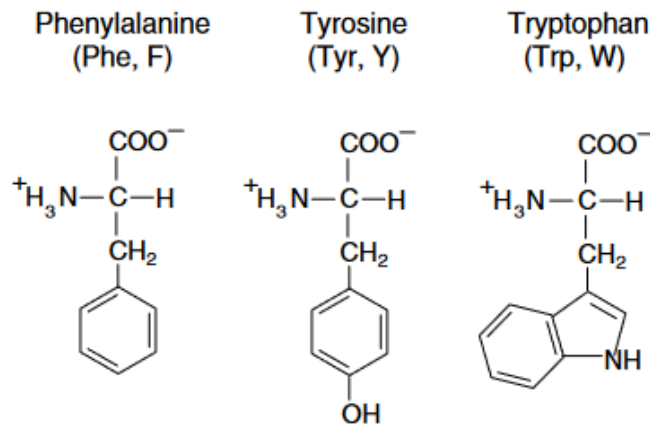
Με βάση τη δομή τους τα αμινοξέα ταξινομούνται σε: **αλειφατικά, αρωματικά, βασικά, όξινα, αμιδικά, υδροξυ-αμινοξέα, θειούχα.**

Ταξινόμηση αμινοξέων με βάση τη δομή

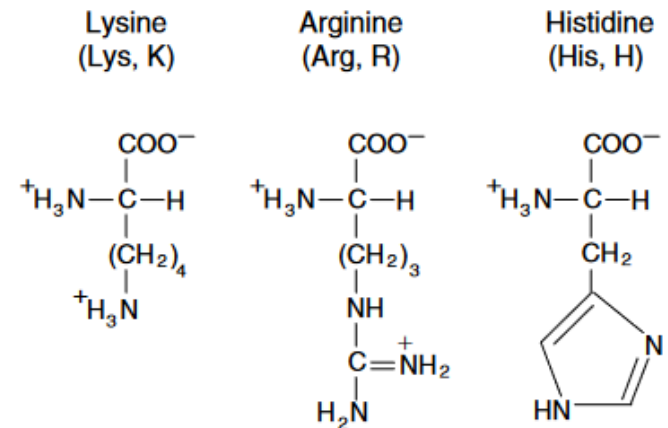
Aliphatic amino acids



Aromatic amino acids

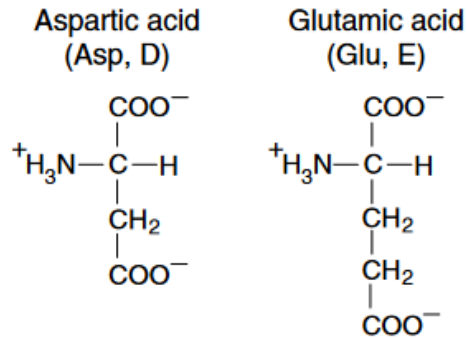


Basic amino acids

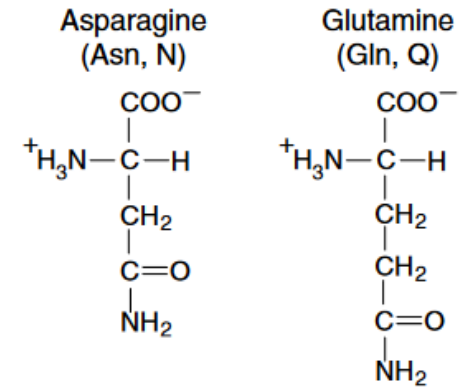


Ταξινόμηση αμινοξέων με βάση τη δομή

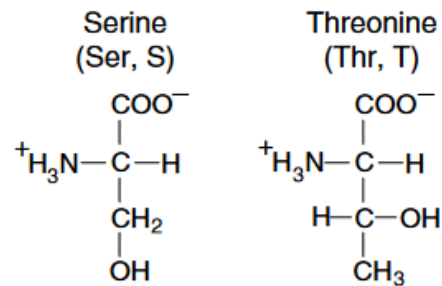
Acidic amino acids



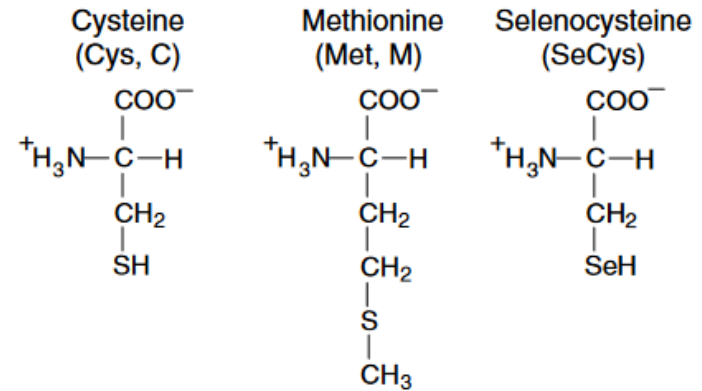
Amide amino acids



Hydroxy amino acid



Sulfur amino acids



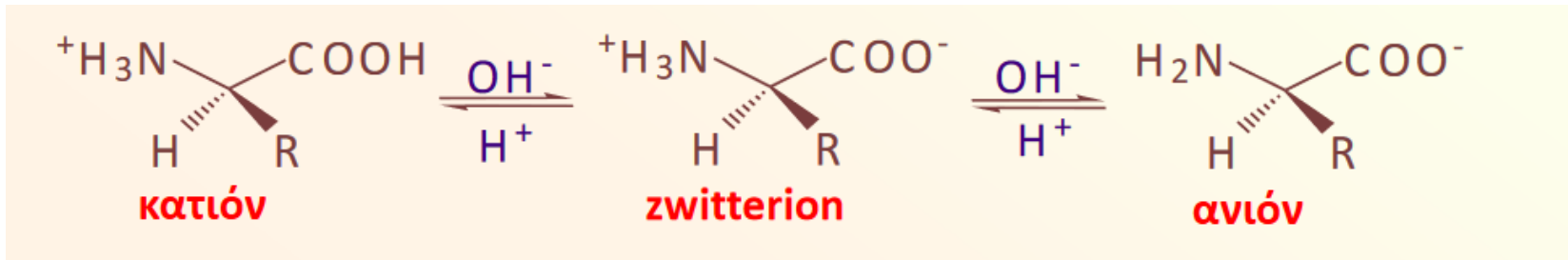
Αμφολυτικός χαρακτήρας και ισοηλεκτρικό σημείο αμινοξέων

Όταν ένα αμινοξύ είναι ουδέτερο (θετικά και αρνητικά φορτία ίσα τότε βρίσκεται στο **ισοηλεκτρικό του σημείο (pI)** και έχει τη μορφή **διπολικού ιόντος** (zwitterion).

Το διπολικό ιόν συμπεριφέρεται είτε ως οξύ είτε ως βάση κατά Brönsted-Lowry ανάλογα με τις συνθήκες.

Σε όξινα διαλύματα: πρωτονιοδέκτης $\rightarrow$ κατιονική μορφή αμινοξέος

Σε αλκαλικά διαλύματα: πρωτονιοδότης $\rightarrow$ ανιονική μορφή αμινοξέος

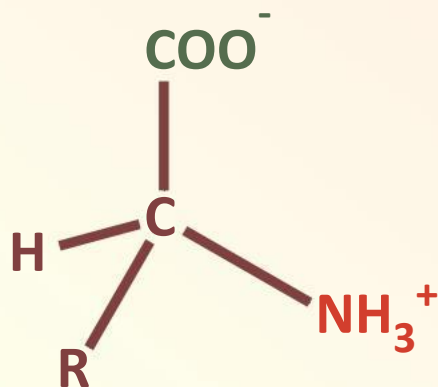




Στο ισοηλεκτρικό σημείο (isoelectric point):

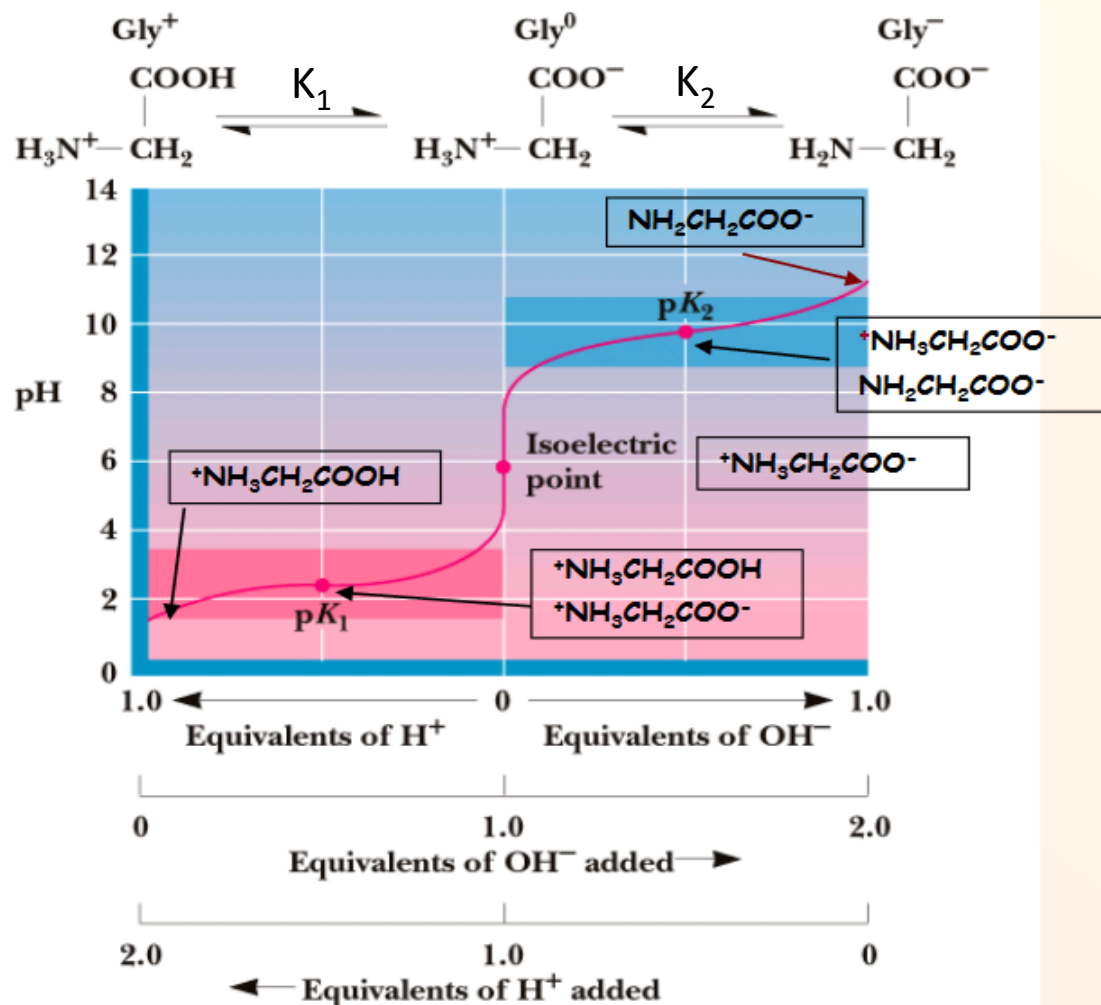
- ελάχιστη διαλυτότητα
- ακίνητα σε ηλεκτροφόρη

$$pI = (pK_1 + pK_2)/2$$



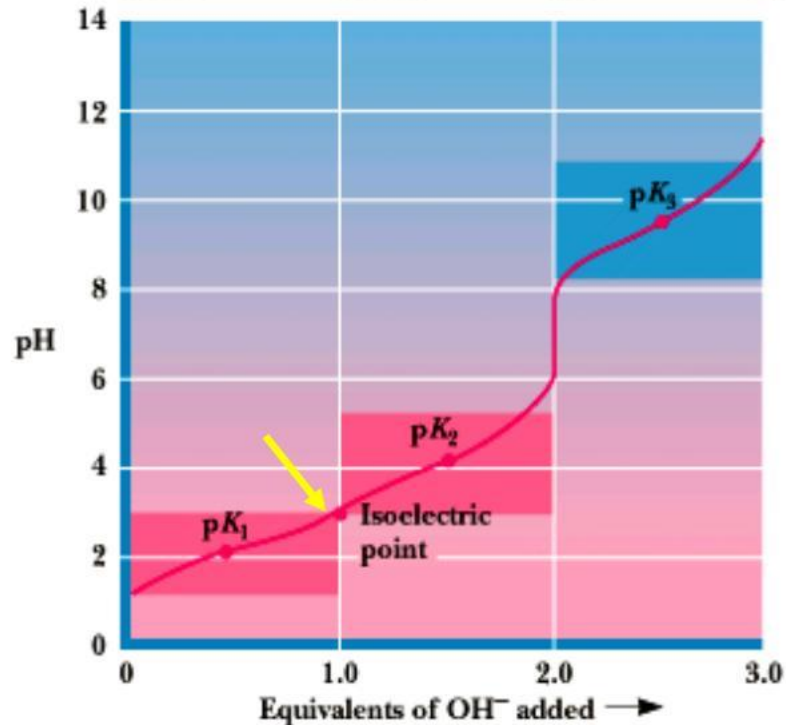
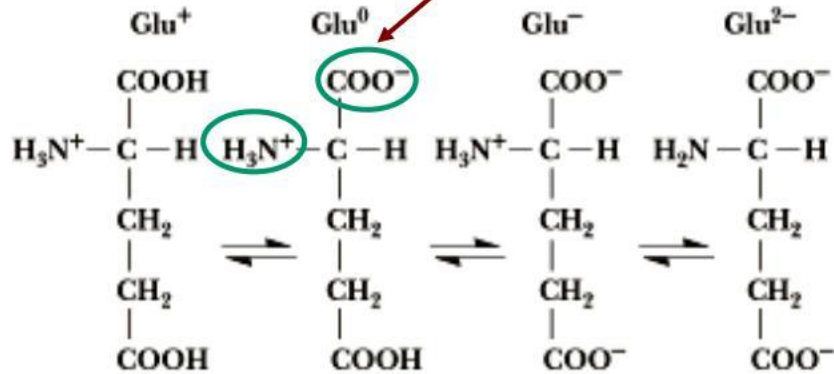
Zwitterion
Διπολικό ιόν

Τιτλοδότηση γλυκίνης

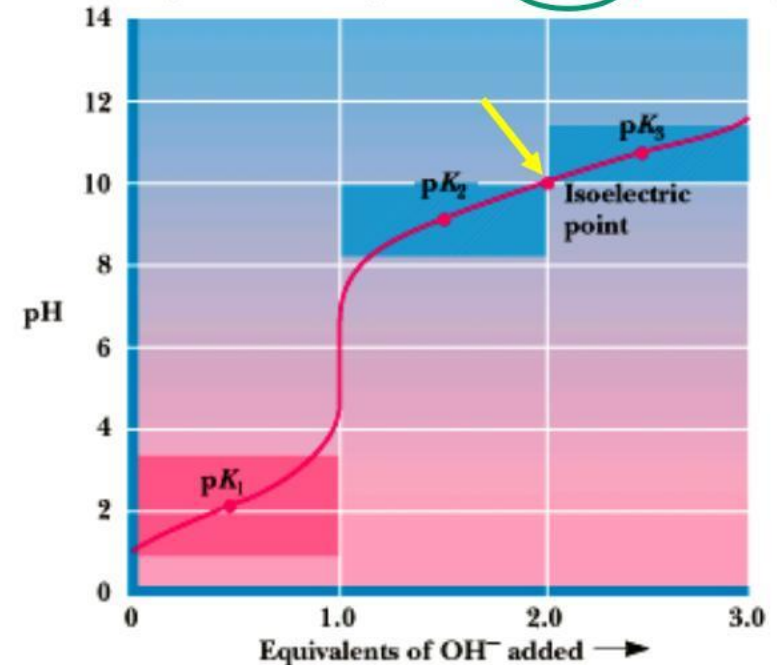
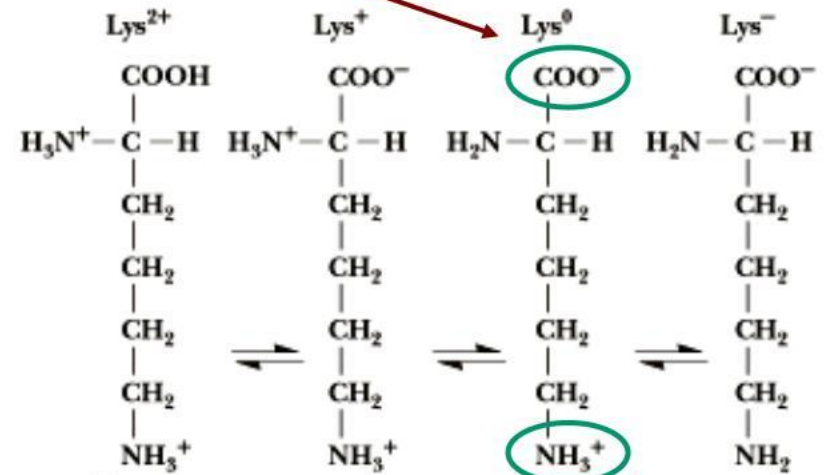


ρΙ όξινων και βασικών αμινοξέων

ΓΛΟΥΤΑΜΙΝΙΚΟ



ΛΥΣΙΝΗ



**Ουδέτερα
αμινοξέα**

Amino acid	pK_{a1}^*	pK_{a2}^*	pI
Glycine	2.34	9.60	5.97
Alanine	2.34	9.69	6.00
Valine	2.32	9.62	5.96
Leucine	2.36	9.60	5.98
Isoleucine	2.36	9.60	6.02
Methionine	2.28	9.21	5.74
Proline	1.99	10.60	6.30
Phenylalanine	1.83	9.13	5.48
Tryptophan	2.83	9.39	5.89
Asparagine	2.02	8.80	5.41
Glutamine	2.17	9.13	5.65
Serine	2.21	9.15	5.68
Threonine	2.09	9.10	5.60

*In all cases pK_{a1} corresponds to ionization of the carboxyl group; pK_{a2} corresponds to deprotonation of the ammonium ion.

**Όξινα
αμινοξέα**

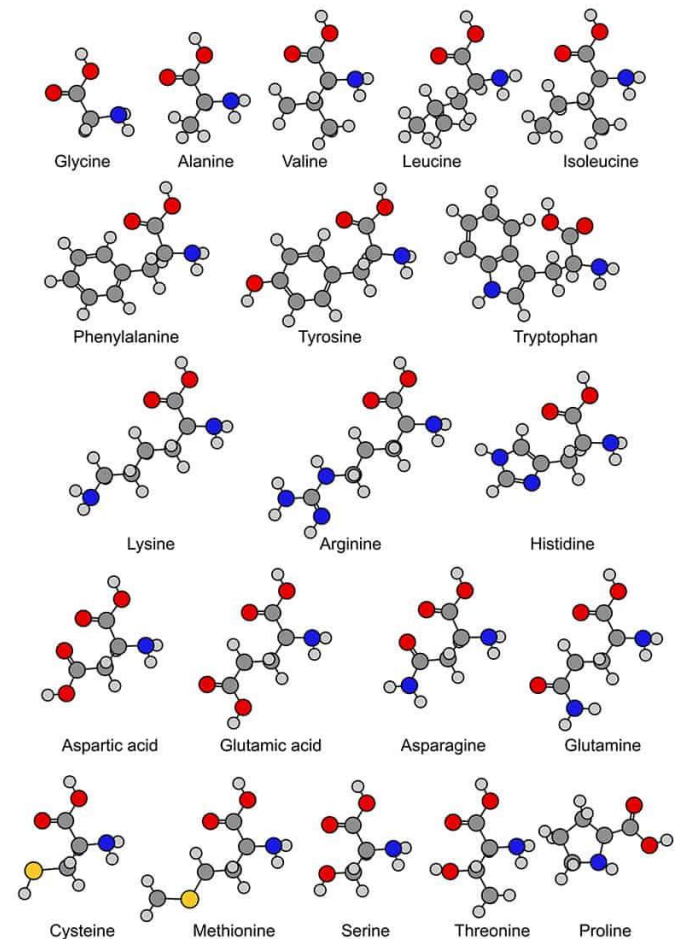
Amino acid	pK_{a1}^*	pK_{a2}	pK_{a3}	pI
Aspartic acid	1.88	3.65	9.60	2.77
Glutamic acid	2.19	4.25	9.67	3.22
Tyrosine	2.20	9.11	10.07	5.66
Cysteine	1.96	8.18	10.28	5.07
Lysine	2.18	8.95	10.53	9.74
Arginine	2.17	9.04	12.48	10.76
Histidine	1.82	6.00	9.17	7.59

*In all cases pK_{a1} corresponds to ionization of the carboxyl group of $RCHCO_2H$.



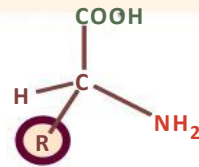
Ταξινόμηση αμινοξέων II: με βάση την πολικότητα

- **Αμινοξέα με μη πολικές, μη φορτισμένες πλευρικές αλυσίδες:** γλυκίνη, αλανίνη, βαλίνη, λευκίνη, ισολευκίνη, προλίνη, φαινυλαλανίνη, τρυπτοφάνη, μεθειονίνη.
- **Αμινοξέα με πολικές μη φορτισμένες πλευρικές αλυσίδες:** σερίνη, θρεονίνη, κυστεΐνη, τυροσίνη, ασπαραγίνη, γλουταμίνη.
- **Αμινοξέα με φορτισμένες πλευρικές αλυσίδες:** ασπαραγινικό οξύ, γλουταμινικό οξύ, ιστιδίνη, λυσίνη, αργινίνη.

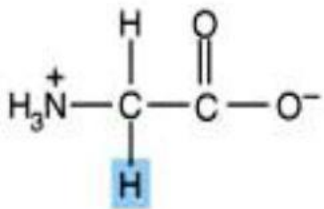


Αμινοξέα-Πλευρικές αλυσίδες

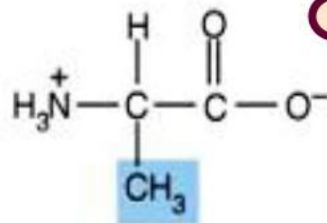
Ουδέτερα μη πολικά αμινοξέα



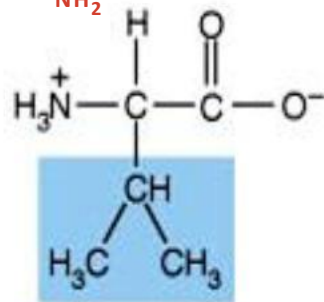
= απαραίτητα αμινοξέα



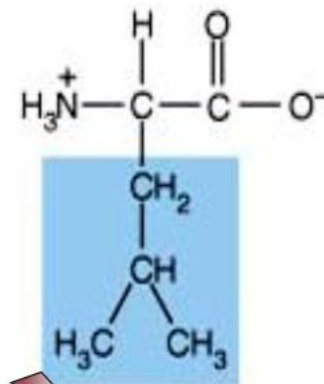
Glycine



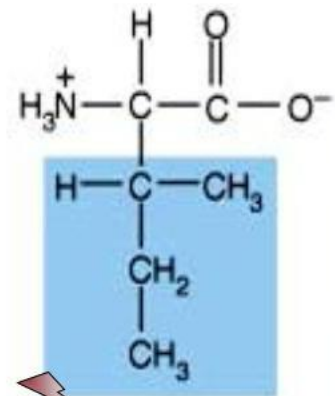
Alanine



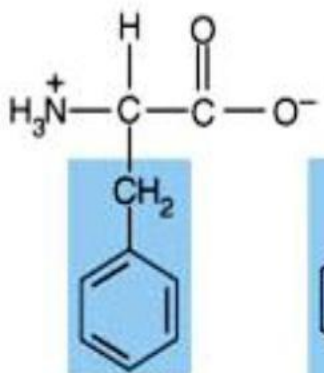
Valine



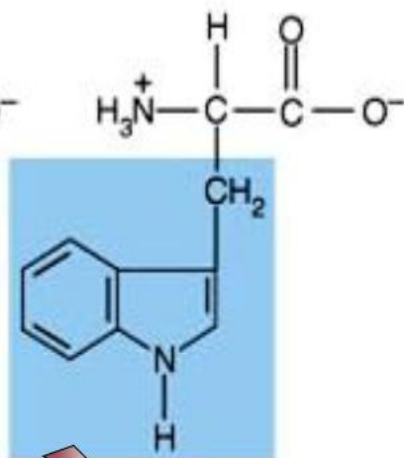
Leucine



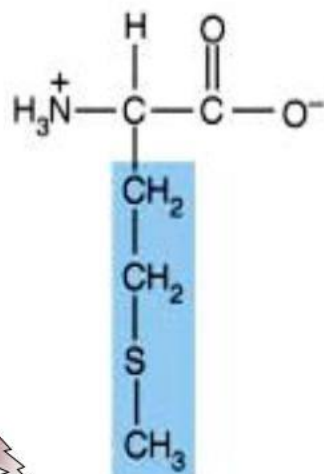
Isoleucine



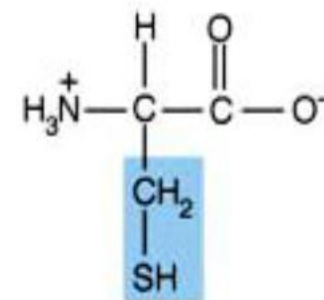
Phenylalanine



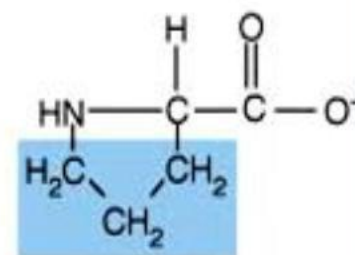
Tryptophan



Methionine



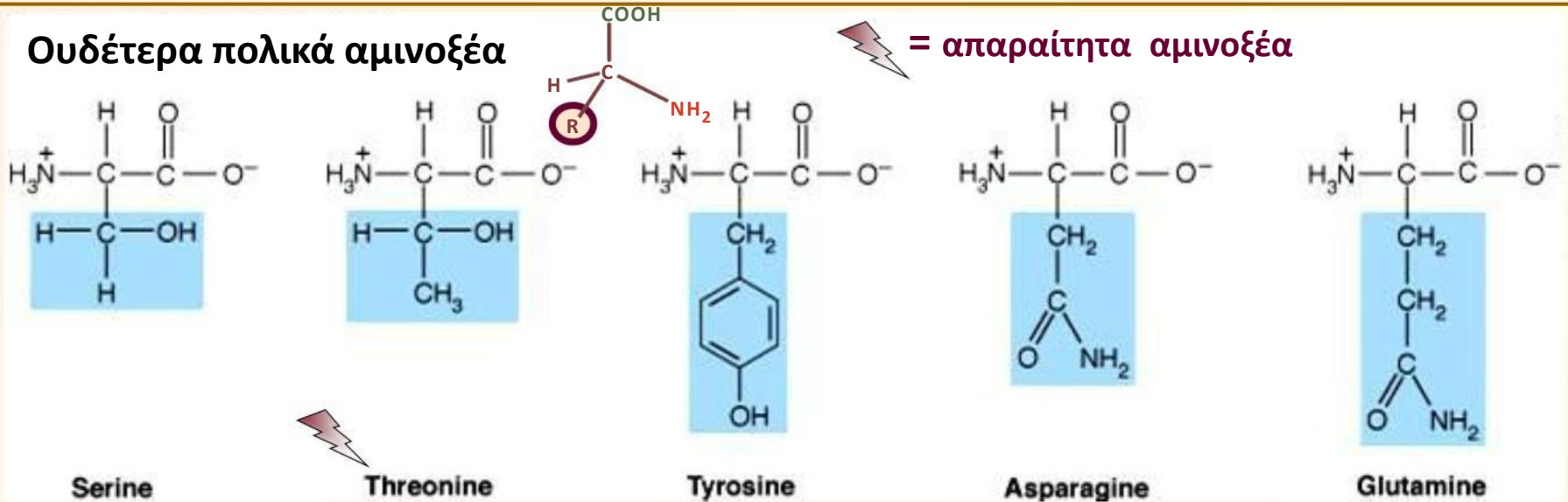
Cysteine



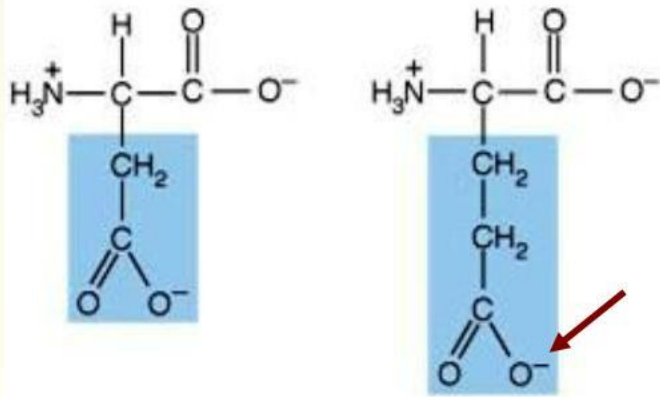
Proline

Αμινοξέα-Πλευρικές αλυσίδες

Ουδέτερα πολικά αμινοξέα



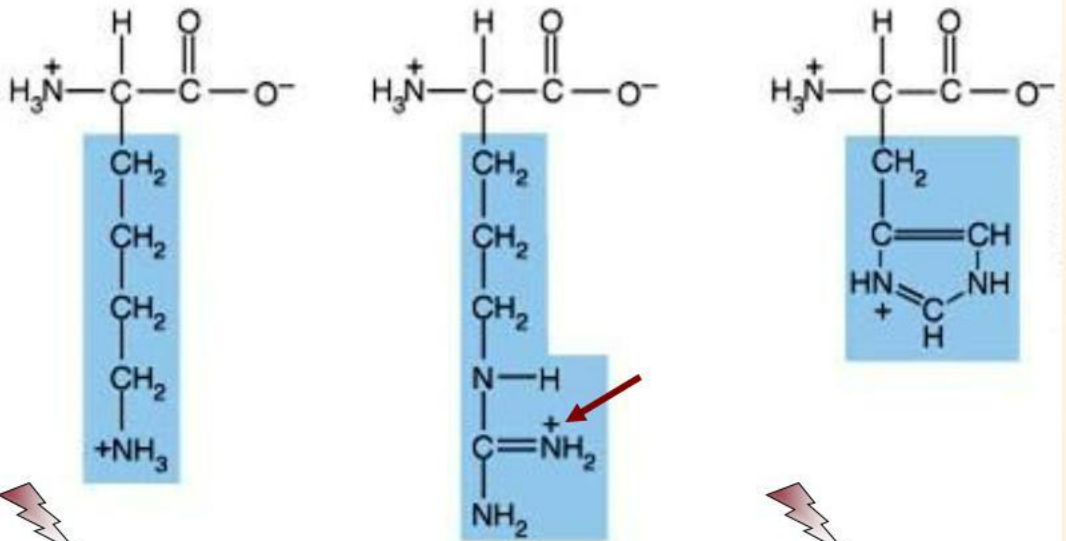
Όξινα αμινοξέα



Aspartate

Glutamate

Βασικά αμινοξέα

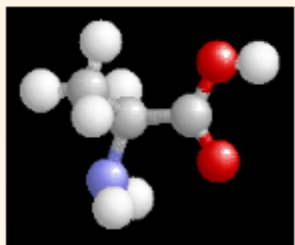


Lysine

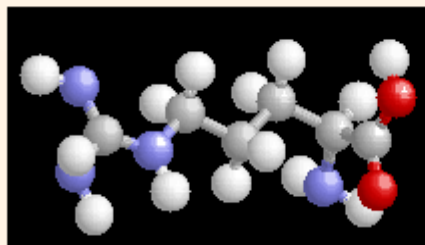
Arginine

Histidine

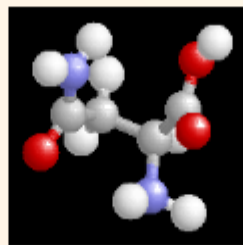
Αμινοξέα- Τρισδιάστατη απεικόνιση



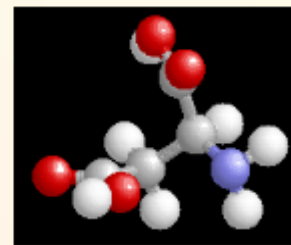
Alanine



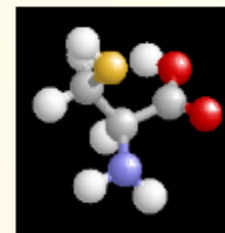
Arginine



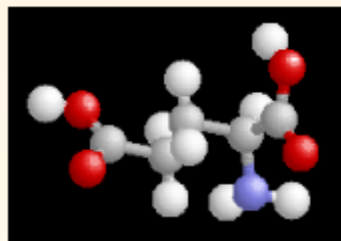
Asparagine



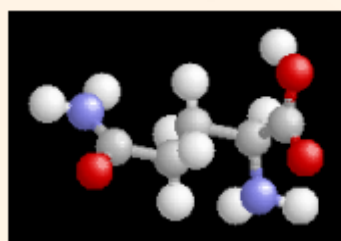
Aspartic Acid



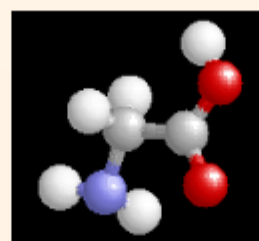
Cysteine



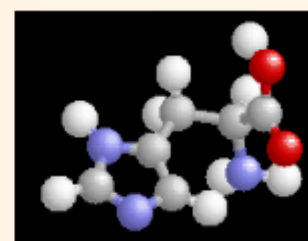
Glutamic Acid



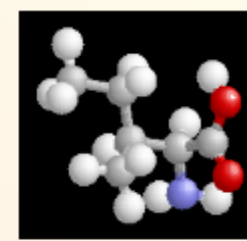
Glutamine



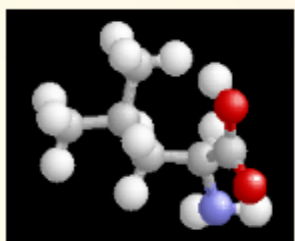
Glycine



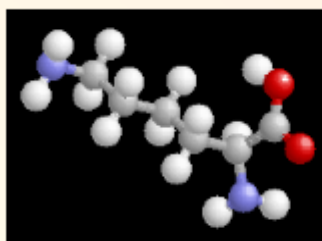
Histidine



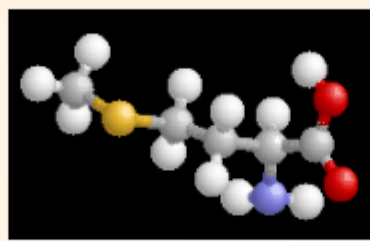
Isoleucine



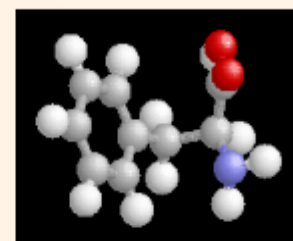
Leucine



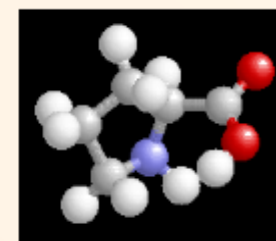
Lysine



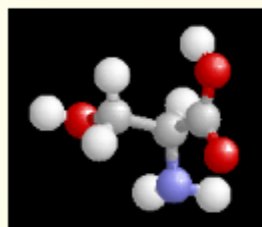
Methionine



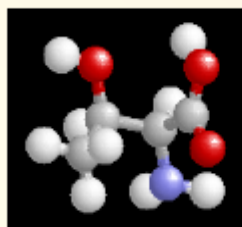
Phenylalanine



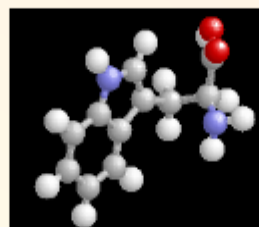
Proline



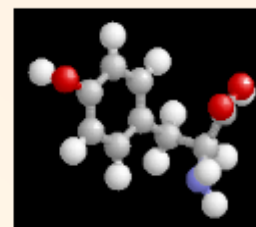
Serine



Threonine



Tryptophan



Tyrosine



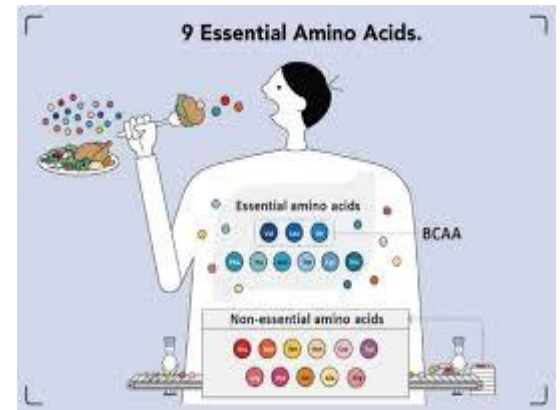
Valine

Ταξινόμηση αμινοξέων III: με βάση τον ρόλο τους στη διατροφή

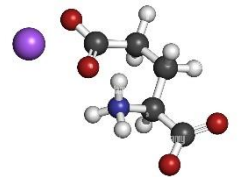
Απαραίτητα: Βαλίνη, λευκίνη, ισολευκίνη, φαινυλαλανίνη, τρυπτοφάνη, μεθειονίνη, θρεονίνη, λυσίνη, ιστιδίνη.

Μη απαραίτητα: Γλυκίνη, αλανίνη, προλίνη, σερίνη, κυστεΐνη, τυροσίνη, ασπαραγίνη, γλουταμίνη, ασπαραγινικό οξύ, γλουταμινικό οξύ, αργινίνη.

Ωστόσο, ανάλογα με τις συνθήκες κάποιο μη απαραίτητο αμινοξύ μπορεί να γίνει απαραίτητο, όπως στην περίπτωση νεογνών που γεννιούνται πρόωρα ή στην περίπτωση που κάποιο όργανο δυσλειτουργεί (κίρρωση ήπατος, νεφροπάθειες).



Σύμφωνα με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους ταξινομούνται σε:



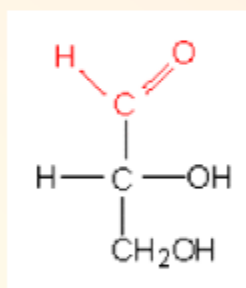
Αμινοξέα με γεύση umami: γλουταμινικό οξύ, ασπαραγινικό οξύ.

Αμινοξέα με πικρή γεύση: Βαλίνη, μεθειονίνη, λευκίνη, ισολευκίνη, φαινυλαλανίνη, ιστιδίνη, τρυπτοφάνη.

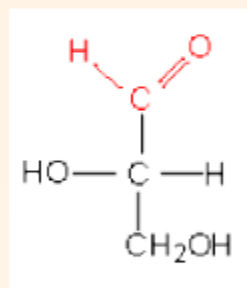
Αμινοξέα με γλυκιά γεύση: θρεονίνη, σερίνη, γλυκίνη, αλανίνη, προλίνη.

Αμινοξέα- Φυσικές & Χημικές Ιδιότητες

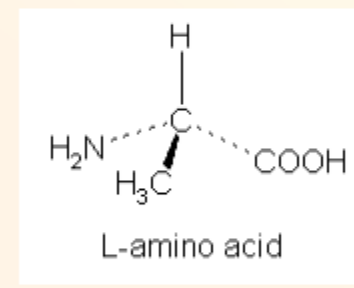
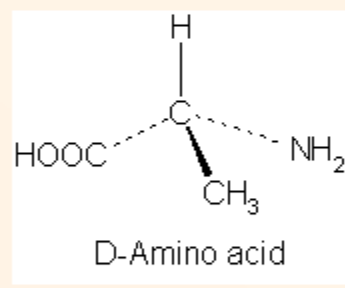
- Αμινοξέα = δίπολα σε κρυσταλλική μορφή $\Rightarrow$ διαλυτότητα σε H_2O , υψηλό ΣΤ και διπολική ροπή
- Αντιδρούν με οξέα και βάσεις $\Rightarrow$ Δρουν ως ρυθμιστικά δ/τα (σημαντικό για φυσιολογική λειτουργία κυττάρων)
- Οι συνήθεις πρωτεΐνες περιέχουν **L-αμινοξέα**



D-γλυκεριναλδεΐδη

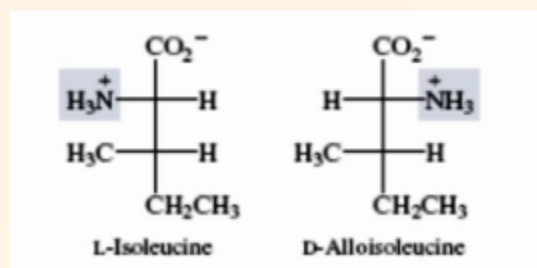


L-γλυκεριναλδεΐδη

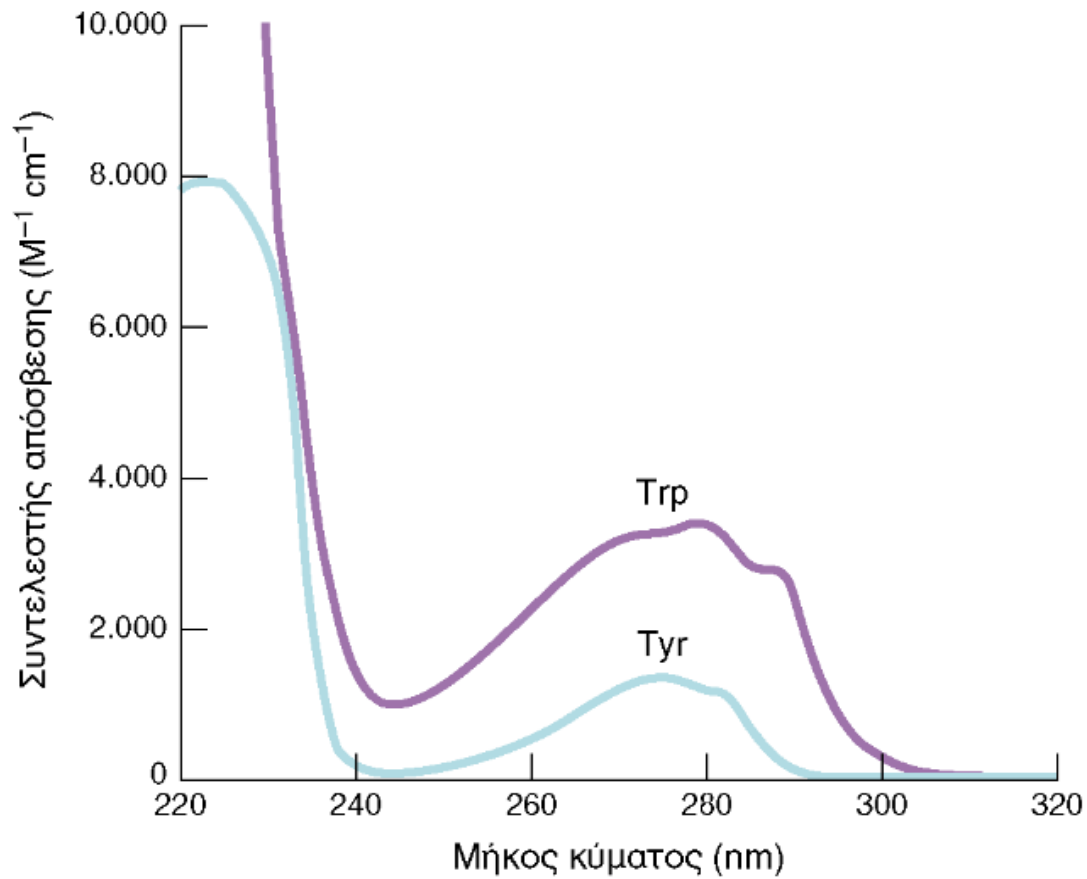


D- και L-αμινοξέα

- ρακεμίσωση L-αμινοξέων προς D-μετά θάνατο $\Rightarrow$ χρονολόγηση οστών (αρχαιομετρία)



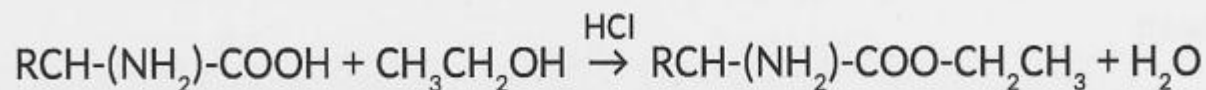
- αρωματικά αμινοξέα Trp, Tyr, Phe απορροφούν στο UV (280nm)



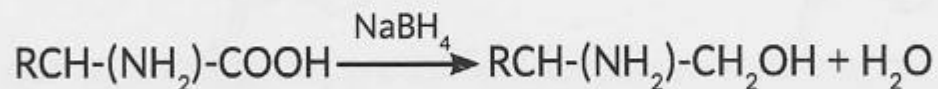
Φάσματα απορρόφησης αρωματικών αμινοξέων (τρυπτοφάνης και τυροσίνης).

Αντιδράσεις καρβοξυλομάδας -COOH

- Εστεροποιείται παρουσία αλκοόλης:



- Ανάγεται προς την αντίστοιχη αλκοόλη:



- Αποκαρβοξυλιώνεται παρουσία ενζύμων, H^+ , OH^- ή νινυδρίνης:

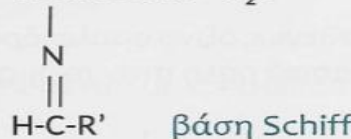


Αμινοξέα- Χημικές Ιδιότητες

ii. Αντιδράσεις αμινομάδας -NH₂

1. Αντίδραση με νινυδρίνη (Ανίχνευση αμινοξέων: ιώδες χρώμα, εξαίρεση= προλίνη και υδροξυπρολίνη: κίτρινο χρώμα) $\Rightarrow$ ποιοτικός & ποσοτικός προσδιορισμός αμινοξέων
2. Αλκυλίωση (φθορο-δινιτροβενζόλιο $\Rightarrow$ ταυτοποίηση N-τελικού αμινοξέος)
3. Αντίδραση με HNO₂ (εκλύεται N₂ $\Rightarrow$ ποσοτικός προσδιορισμός αμινοξέων κατά Van Slyke)
4. Αντίδραση με φορμόλη $\Rightarrow$ ποσοτικός προσδιορισμός κατά Sorensen
5. Βάσεις Schiff (R-CHNH₂-COOH + R'-CHO μη ενζυμική αμαύρωση)

Η αντιστρεπτή αντίδραση με αλδεΐδες δίνει ευαίσθητες ουσίες (βάσεις Schiff) που σχηματίζονται στα πρώτα στάδια της μη ενζυμικής αμαύρωσης (βλ. Κεφάλαιο 5):

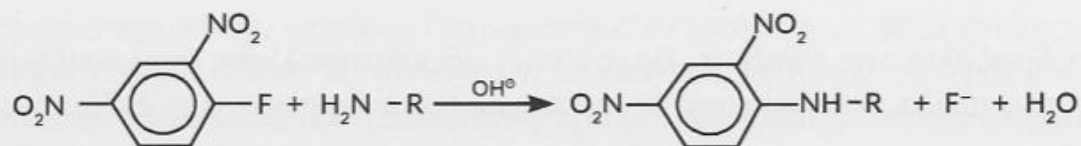


iii. Αντιδράσεις υδροξυλομάδας -OH $\rightarrow$ εστεροποίηση (Ser, Thr)

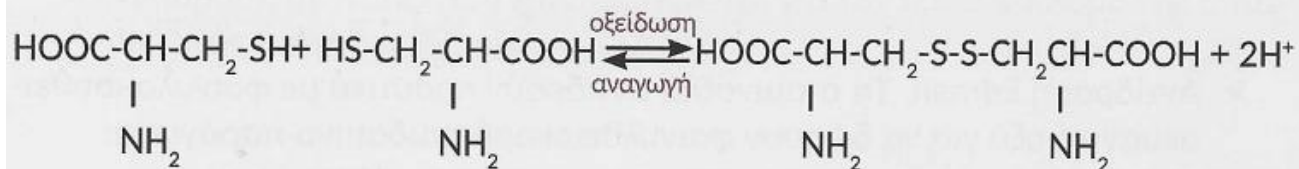
iv. Αντιδράσεις σουλφυδρυλικής ομάδας -SH (Cys) $\rightarrow$ οξείδωση $\Rightarrow$ δισουλφιδικές γέφυρες θείου (S-S) $\Rightarrow$ δημιουργία σταυροδεσμών (cross-linking)

Αντιδράσεις αμινομάδας -NH₂

- Αντίδραση N-αλκυλίωσης. Με δινιτροφαινυλοενώσεις λαμβάνονται τα N-δινιτροφαινυλοπαράγωγα (DNP-αμινοξέα) που χρησιμοποιούνται αφενός στον προσδιορισμό των ακραίων ομάδων στα πεπτίδια και τις πρωτεΐνες και αφετέρου στον ποσοτικό προσδιορισμό των αμινοξέων με χρωματογραφικές μεθόδους:



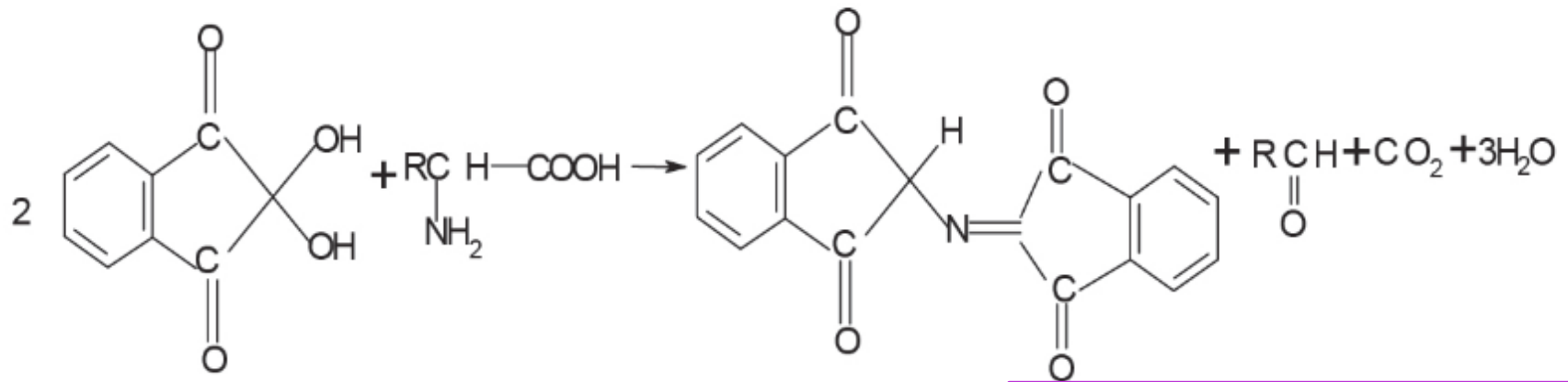
- Το ασθενώς όξινο σουλφιδρύλιο της κυστεΐνης αντιδρά ευκολότατα και παίζει βασικό ρόλο στον σχηματισμό της τριτοταγούς δομής των πρωτεϊνών:



Η αντίδραση παίζει κεφαλαιώδους σημασίας ρόλο στον σχηματισμό σταυροδεσμών στην αρτοζύμη δημιουργώντας τρισδιάστατο πλέγμα για τη διόγκωση του ψωμιού κατά τον κλιβανισμό του τελευταίου (με τη βοήθεια του CO₂ που παράγει η μαγιά της ζύμης)

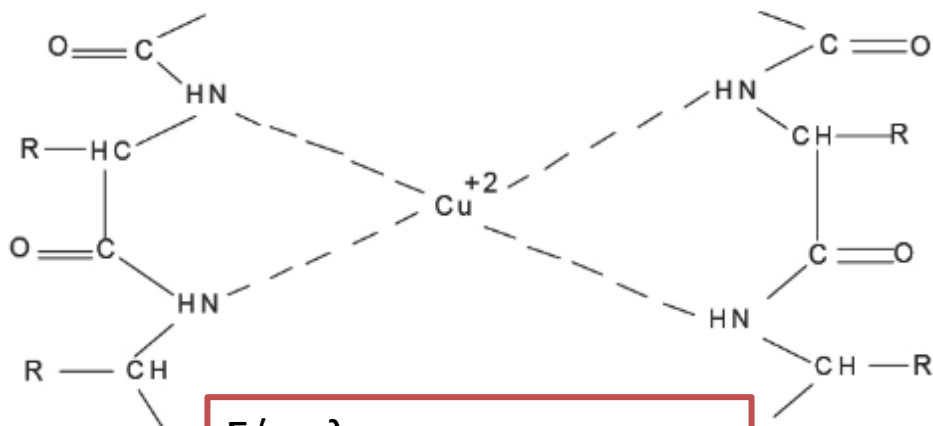
Αντίδραση νινυδρίνης

(ανίχνευση αμινοξέων – πεπτιδίων – πρωτεϊνών)



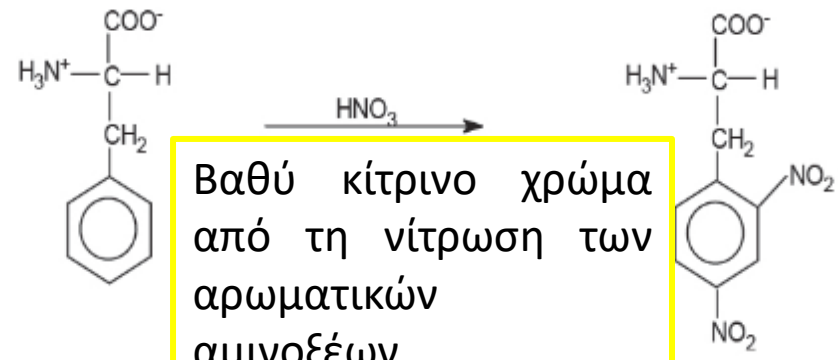
Ιώδες προϊόν (κίτρινο για την περίπτωση της προλίνης και της ελαιοξυ-προλίνης)

Αντίδραση διουρίας



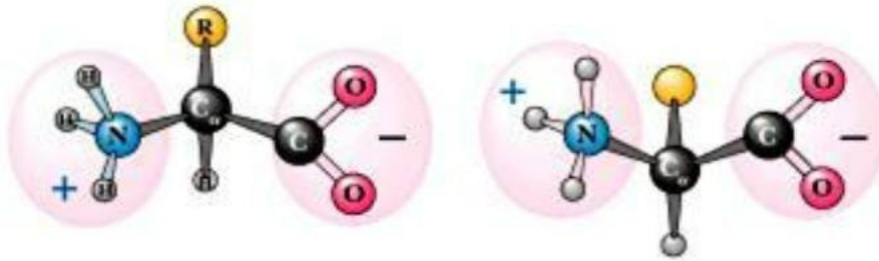
Σύμπλοκο
χαρακτηριστικού βιολετί
χρώματος

Ξανθοπρωτεϊνική αντίδραση

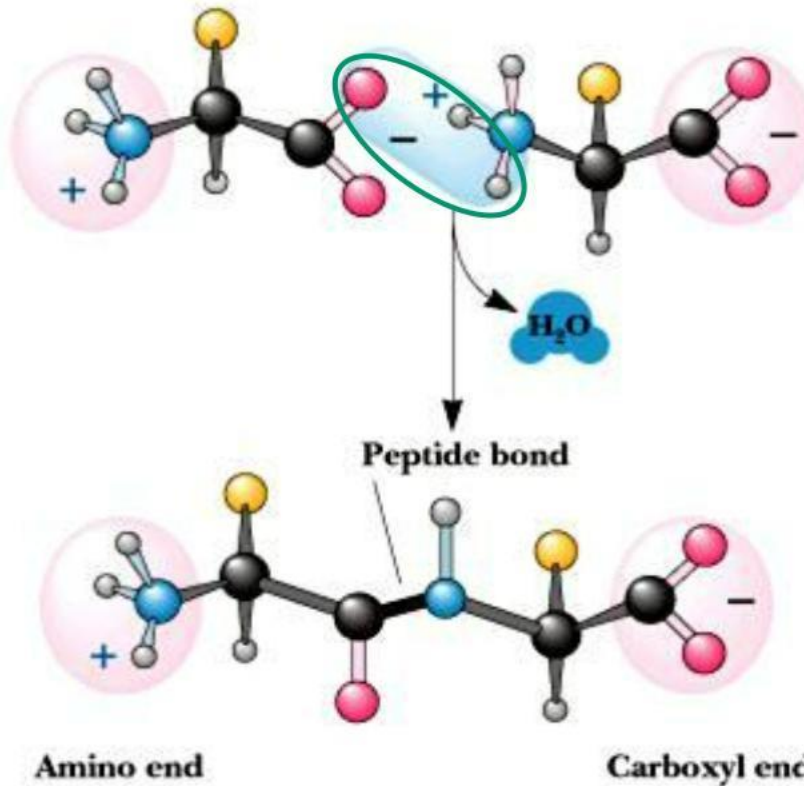


Βαθύ κίτρινο χρώμα
από τη νίτρωση των
αρωματικών
αμινοξέων

Πεπτίδια



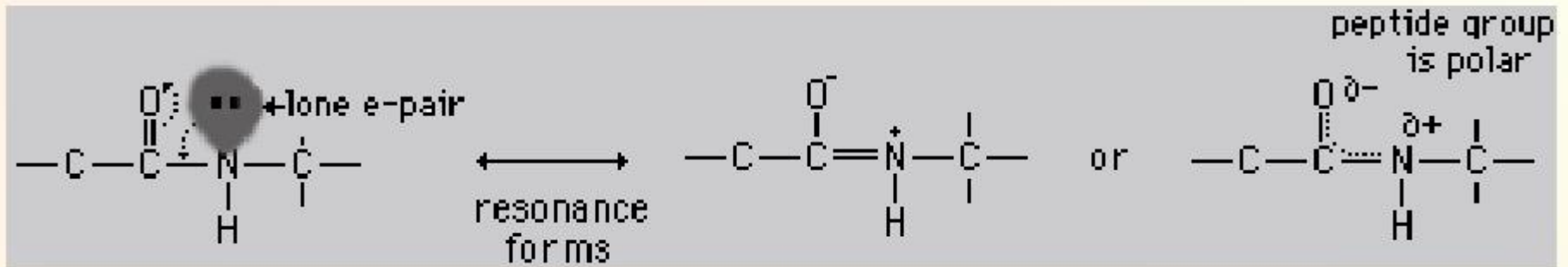
Δύο αμινοξέα



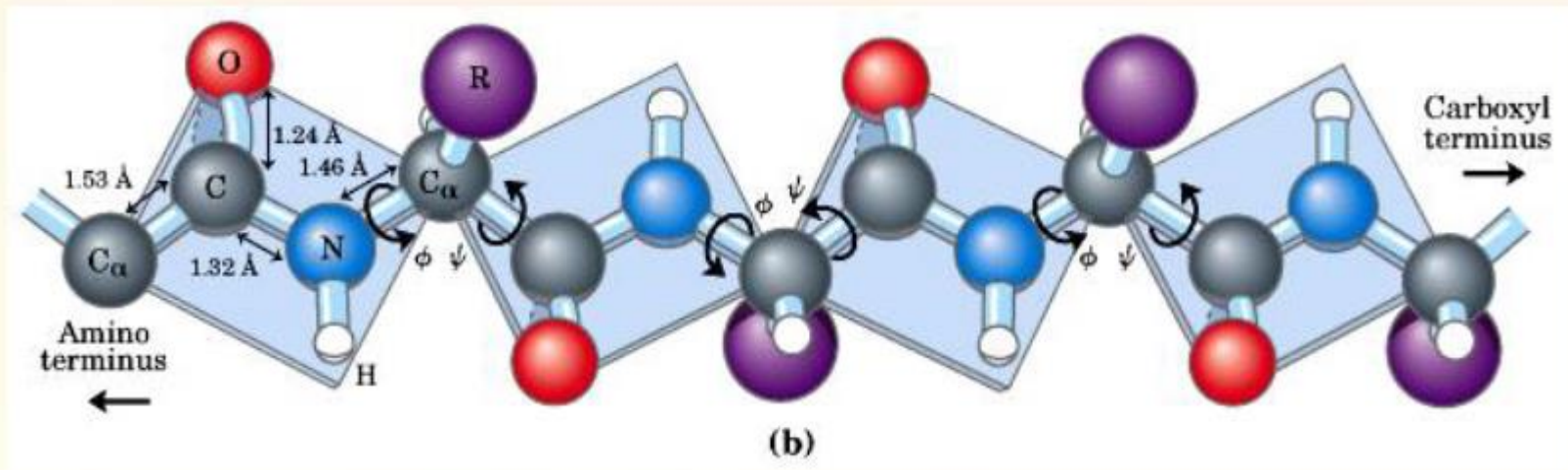
Προσβολή του
καρβοξυλίου από
αμινομάδα και
απομάκρυνση 1 μορίου
 H_2O

Σχηματισμό πεπτιδικού
δεσμού (CO-NH)

Πεπτίδια

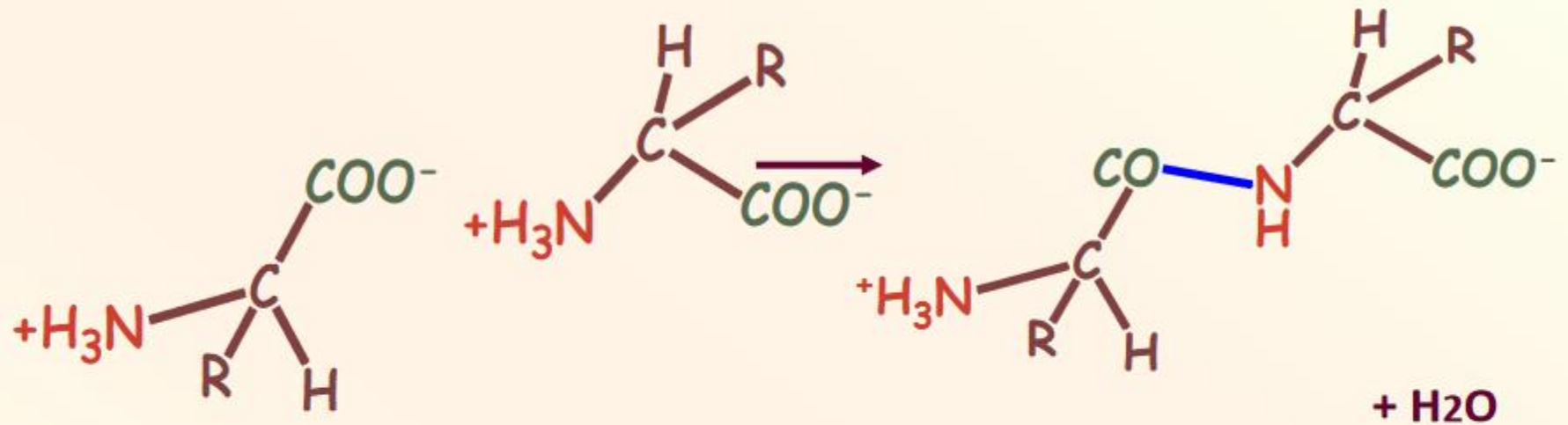


Ο πεπτιδικός δεσμός είναι πολικός και έχει εν μέρει χαρακτηριστικά διπλού δεσμού: έχει επίπεδη διαμόρφωση, παρουσιάζει ακαμψία



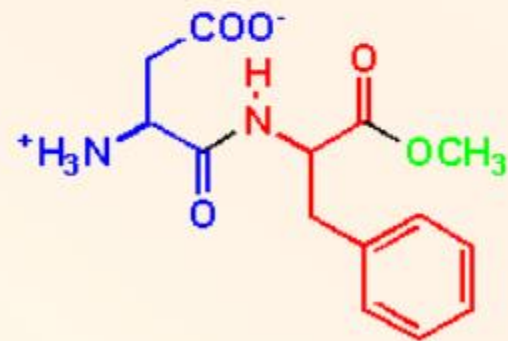
Ο πεπτιδικός δεσμός υδρολύεται (διασπάται) πολύ δύσκολα. Για την υδρόλυσή του απαιτείται η παρουσία ισχυρής βάσης ή κατάλληλου ενζύμου

Πεπτίδια



Ασπαρτάμη

Διπεπτίδιο: ασπαραγινικό + φαινυλαλανίνη

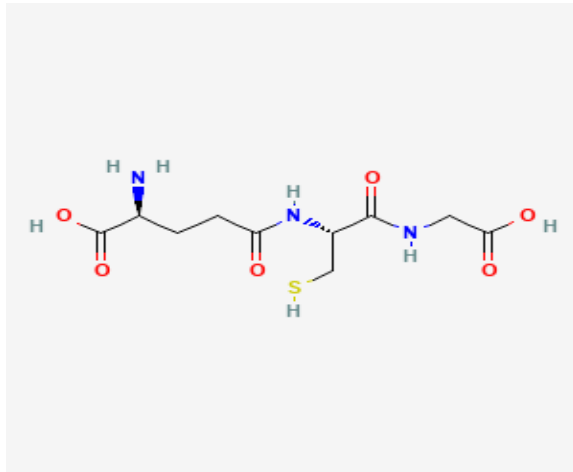


Aspartyl-phenylalanine methyl ester

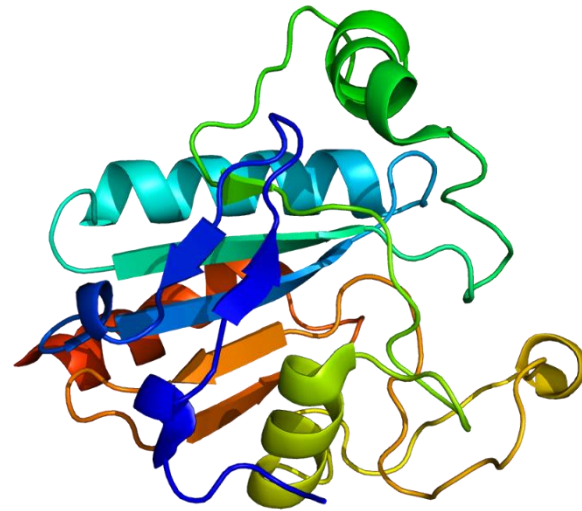
Πεπτίδια

Τριπεπτίδιο που αποτελείται από τα αμινοξέα γλυκίνη, κυστεΐνη και γλουταμινικό οξύ.

Έχει αντιοξειδωτική δράση και προστατεύει τα κύτταρα από τις ελεύθερες ρίζες.

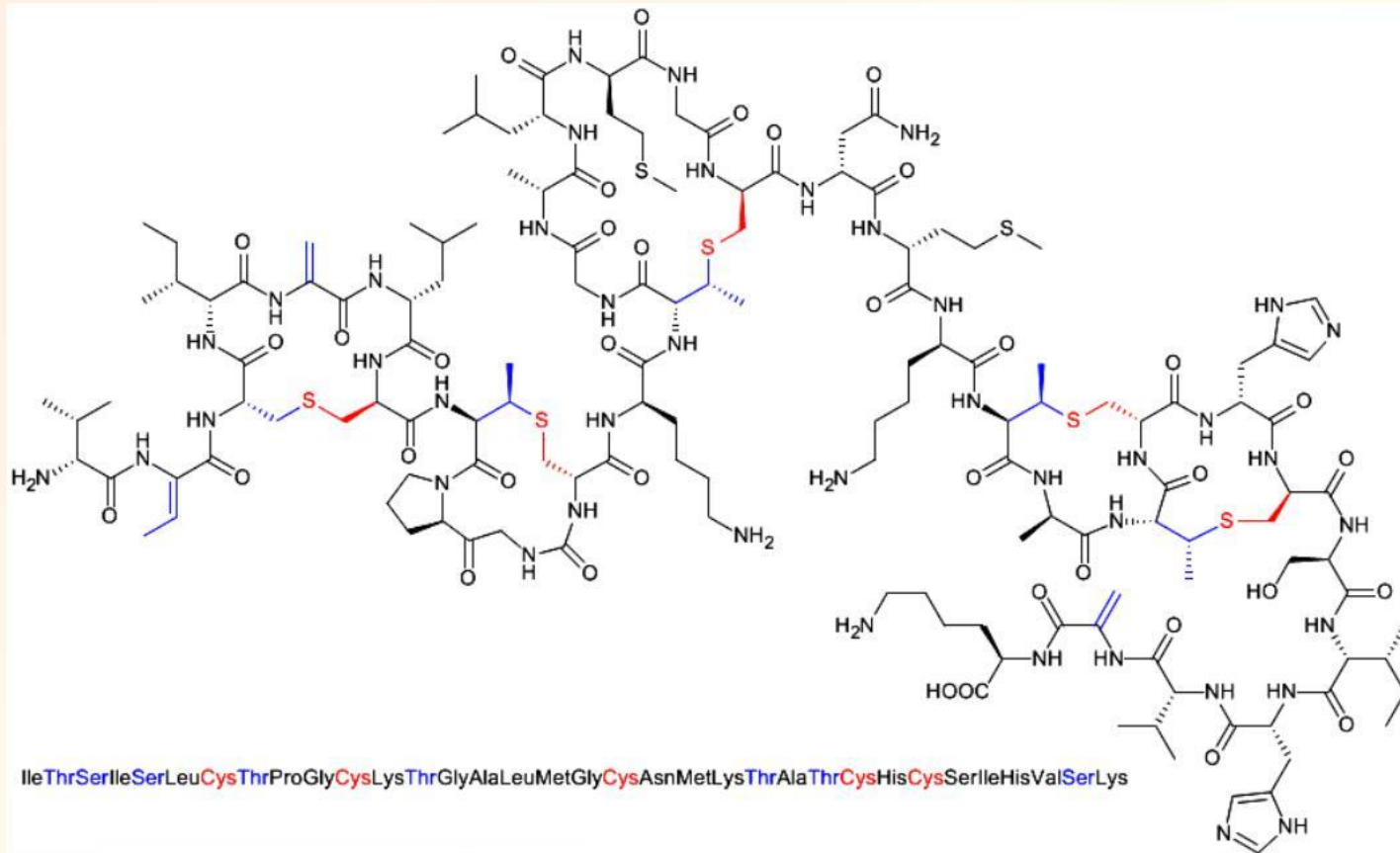


Γλουταθειόνη (GSH)



Υπεροξειδάση της γλουταθειόνης (GPx): οικογένεια ενζύμων με δραστικότητα υπεροξειδάσης που προστατεύουν τον οργανισμό από το οξειδωτικό στρες.

Πεπτίδια



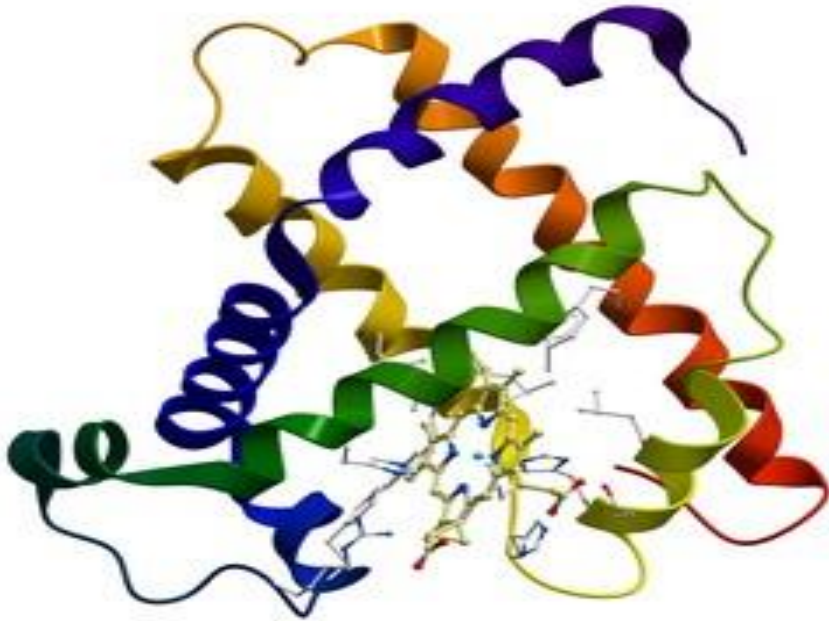
Νισίνη

Πολυκυκλικό πεπτίδιο με 34 αμινοξέα, με αντιβιοτική δράση (φυσικό αντιβιοτικό). Υπάρχει στα γαλακτοκομικά προϊόντα. Επιτρέπεται η χρήση του σε τρόφιμα ως συντηρητικό.

Ονοματολογία

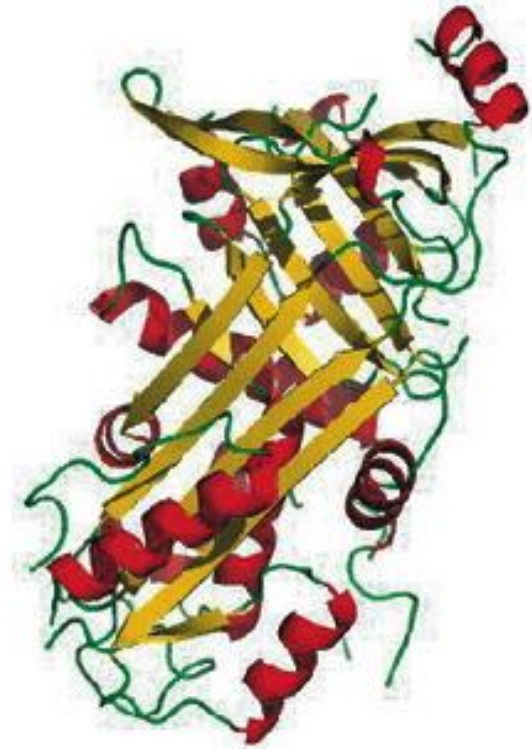
- Διπεπτίδιο = 2 αμινοξέα
- Τριπεπτίδιο = 3 αμινοξέα
- Πεπτίδιο = μικρή αλυσίδα αμινοξέων (20-30)
- Πολυπεπτίδιο = πολλά αμινοξέα (έως 4000)
- Πρωτεΐνη = πολυπεπτίδιο με καλά καθορισμένη τρισδιάστατη δομή
- Το μέγεθος των πρωτεϊνών καθορίζεται από τη μάζα τους -Mr σε daltons ($1\text{Da} = 1\text{amu}$, $1\text{KD} = 1000\text{Da}$)

Πρωτεΐνες



shutterstock.com • 107512982

**Πρωτεΐνες: υψηλής βιολογικής αξίας
για διατροφή ανθρώπου, κυρίως οι
ζωικές πρωτεΐνες.**



Ωαλβουμίνη

Προσδιορισμός πρωτεΐνης σε τρόφιμα

Άμεση μέθοδος: Ανάλυση αμινοξέων

Έμμεσες μέθοδοι: Μέθοδοι Kjeldahl, Dumas, Lowry, Bradford.

Ορισμένες από τις υπάρχουσες μεθόδους απαιτούν εκχύλιση των πρωτεϊνών πριν από την ανάλυση, η αποτελεσματικότητα της οποίας ποικίλλει ανάλογα με τη δομή των τροφίμων.

Επί πλέον τα αποτελέσματα προσδιορισμού της πρωτεΐνης επηρεάζονται από τις χρησιμοποιούμενες αναλυτικές μεθόδους, καθιστώντας τις άμεσες συγκρίσεις μεταξύ των μελετών δύσκολες.

Έχει βρεθεί ότι οι περισσότερες έμμεσες αναλυτικές μέθοδοι υπερεκτιμούν την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες (Mæhre et al., 2018) σε αντίθεση με την ανάλυση των αμινοξέων που είναι η συνιστώμενη μέθοδος για προσδιορισμό των πρωτεϊνών των τροφίμων.

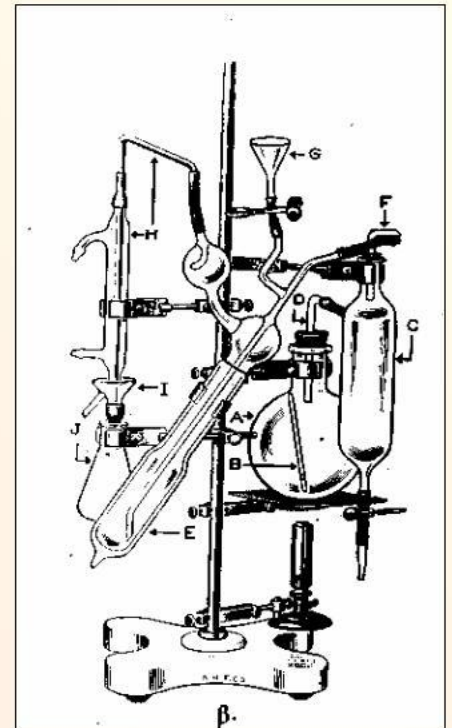
Προσδιορισμός αζώτου κατά Kjeldahl (έμμεσος προσδιορισμός πρωτεΐνης τροφίμου)

Στη μέθοδο Kjeldahl το αφυδατωμένο δείγμα τροφίμου υποβάλλεται σε πέψη (υγρή χώνευση, wet digestion) σε υψηλή θερμοκρασία με πυκνό θειικό οξύ παρουσία άλατος βαρέως μετάλλου (π.χ. θειικός χαλκός) ως καταλύτη.

Προστίθεται επίσης ποσότητα θειικού καλίου για να αυξηθεί το σημείο βρασμού. Υπό αυτές τις συνθήκες το οργανικό υλικό οξειδώνεται, και όλες οι μορφές οργανικού αζώτου μετατρέπονται σε ιόντα αμμωνίου που παραμένουν στο διάλυμα.

Μετά την ολοκλήρωση της πέψης το δείγμα γίνεται αλκαλικό με πυκνό διάλυμα NaOH, οπότε τα ιόντα αμμωνίου μετατρέπονται σε αμμωνία, η οποία παραλαμβάνεται με απόσταξη με υδρατμούς και μπορεί στη συνέχεια να προσδιορισθεί με τιτλοδότηση.

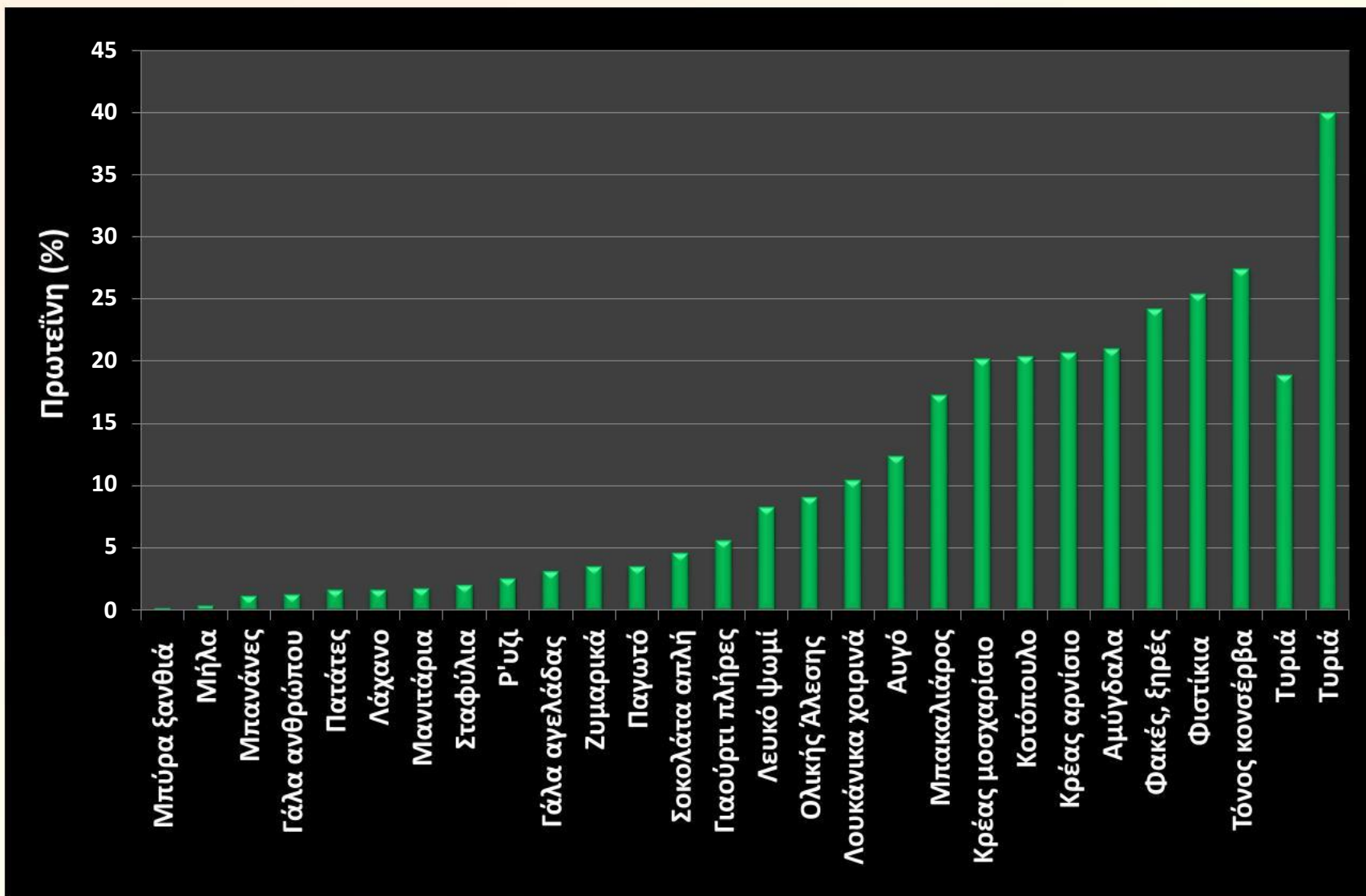
Αποτέλεσμα της ανάλυσης είναι η % (w/w) περιεκτικότητα του δείγματος σε άζωτο.



Συσκευή απόσταξης
Micro-kjeldahl

Food		% Nitrogen	Factor	% Protein
Cereals, pasta				
	Brown Rice	1.3	6.25	7.9
	Wheat flour, whole-grain	2.4	5.7	13.7
	Macaroni, spaghetti	1.9	5.7	11.0
Pulses, nuts and seeds				
	Red beans	3.4	6.25	21.2
	Soy and soy products	6.3	5.71	36.0
	Almonds	4.9	5.18	25.3
	Peanuts	4.8	5.46	26.0
	Nuts	2.9	5.3	15.2
	Sunflower seeds	3.2	5.3	17.2
Dairy products				
	Milk, whole	0.5	6.38	3.3
	Cheese (i.e. Cheddar)	3.9	6.38	24.9
	Butter	0.3	6.38	2.0
	Yogurt	0.8	6.38	5.3
Meat, poultry, fish				
	Beef	3.0	6.25	18.5
	Chicken, breast meat	3.7	6.25	23.1
	Ham	2.8	6.25	17.6
	Egg, whole	2.0	6.25	12.5
	Fish	2.6	6.25	16.0

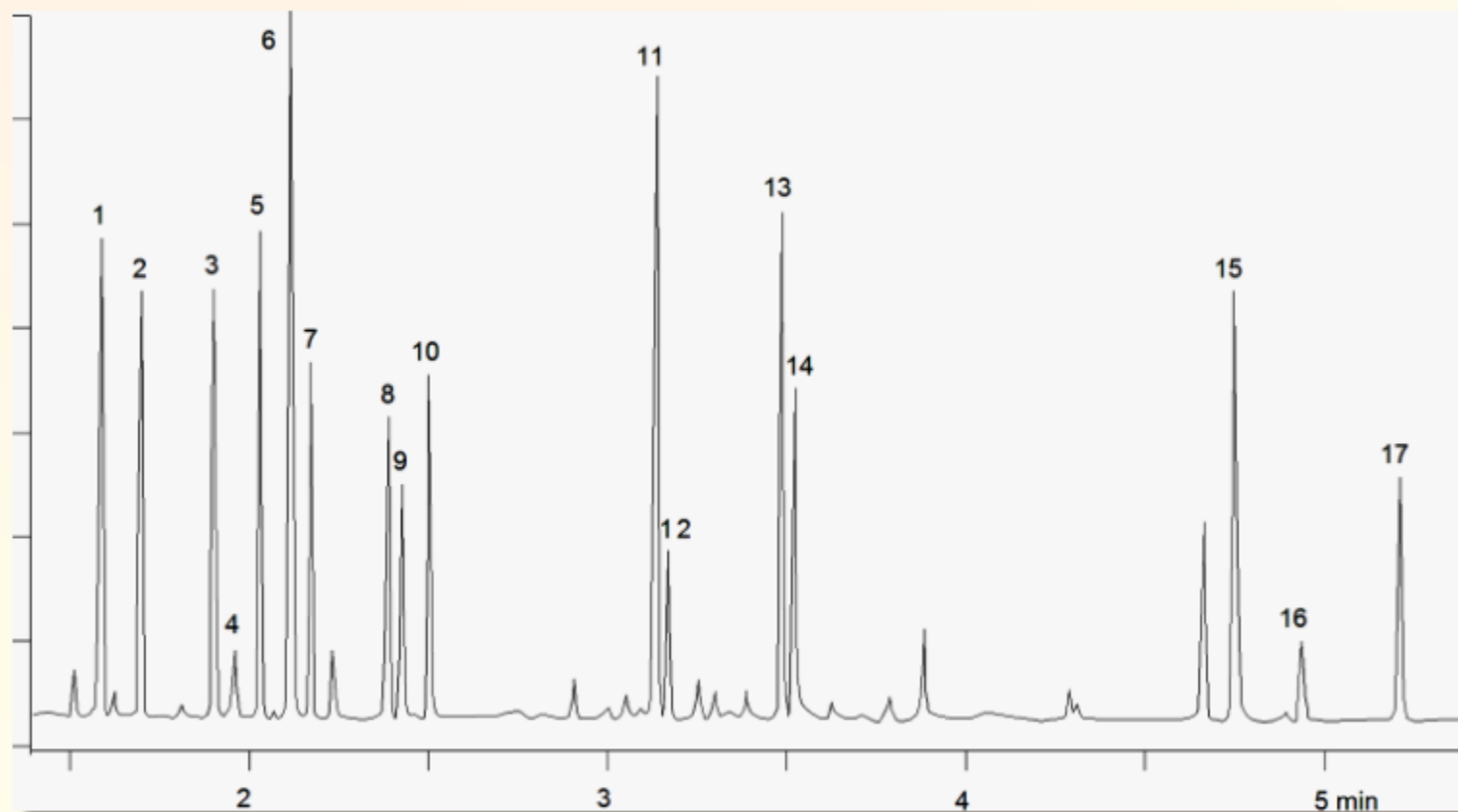
Περιεκτικότητα τροφίμων σε πρωτεΐνη



Περιεκτικότητα πρωτεΐνης διαφόρων τροφίμων σε αμινοξέα (g ανά 100g)

Αμινοξύ	Αρακάς	Σιτάλευρο	Στήθος κοτόπουλο	Βοδινό μπριζόλα	Αυγό	Γάλα αγελάδας	Μητρικό γάλα	Μπακαλιάρος φιλέτο
Ισολευκίνη	4.7	3.9	4.8	4.9	5.6	4.9	5.3	5.2
Λευκίνη	7.5	7.0	7.8	7.6	8.3	9.1	9.9	8.3
Λυσίνη	8.0	1.9	9.3	8.7	6.3	7.4	7.1	9.6
Μεθειονίνη	1.0	1.6	2.5	2.6	3.2	2.6	1.5	2.8
Κυστεΐνη	1.2	2.6	1.3	1.2	1.8	0.8	2.0	1.1
Φαινυλαλανίνη	5.0	4.8	4.7	4.3	5.1	4.9	3.8	4.0
Τυροσίνη	3.0	2.6	3.6	3.7	4.0	4.1	3.0	3.4
Θρεονίνη	4.3	2.7	4.3	4.5	5.1	4.4	4.5	4.7
Τρυπτοφάνη	1.0	1.1	1.1	1.2	1.8	1.3	2.3	1.1
Βαλίνη	5.0	4.4	5.0	5.1	7.6	6.6	6.8	5.6
Αργινίνη	10.0	3.6	6.5	6.4	6.1	3.6	3.8	6.2
Ιστιδίνη	2.4	2.1	3.1	3.5	2.4	2.7	2.5	2.8
Αλανίνη	4.5	3.1	6.0	6.1	5.4	3.6	4.2	6.7
Ασπαραγινικό οξύ	11.9	4.4	9.4	9.1	10.7	7.7	9.1	10.2
Γλουταμινικό οξύ	17.3	32.9	17.1	16.5	12.0	20.6	17.4	14.8
Γλυκίνη	4.3	3.2	5.1	5.6	3.0	2.0	2.5	4.6
Προλίνη	4.1	1.3	4.3	4.9	3.8	8.5	9.9	4.0
Σερίνη	4.7	5.6	4.1	4.3	7.9	5.2	4.3	4.8

Αμινοξέα σε υδρόλυμα κρέατος



- 1. ALA
- 2. GLY
- 3. VAL
- 4. BAIB*
- 5. NORVALINE**
- 6. LEU
- 7. ILE
- 8. THR
- 9. SER
- 10. PRO
- 11. ASP
- 12. MET
- 13. GLU
- 14. PHE
- 15. LYS
- 16. HIS
- 17. TYR

* BAIB=
β-αμινοϊσο-
βουτυρικό
** NORVALINE=
εσωτερικό
πρότυπο

Προσδιορισμός με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC)