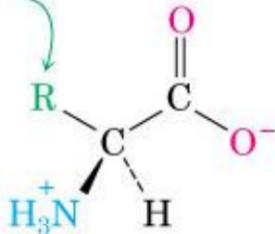


Amminoacidi, peptidi, proteine

α -amminoacidi che costituiscono le proteine

Catena laterale



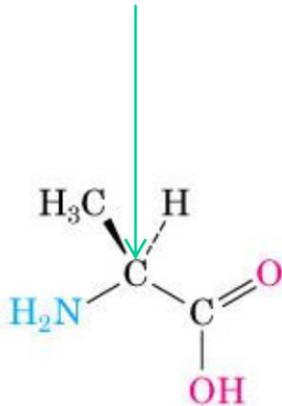
α -Aminoacido primario

Al carbonio α sono legati:

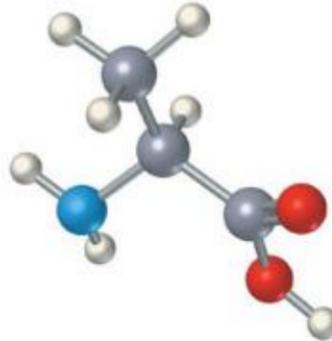
- Carbossile
- Ammine
- Catena laterale

α -amminoacidi che costituiscono le proteine

Carbonio α



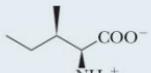
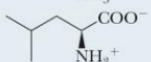
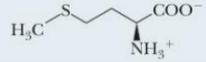
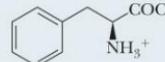
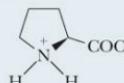
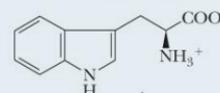
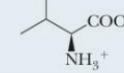
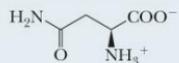
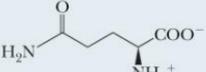
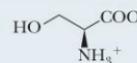
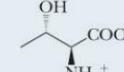
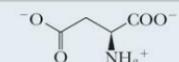
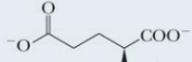
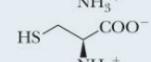
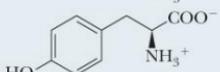
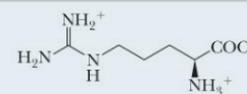
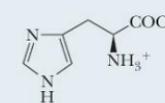
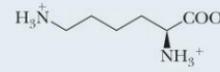
Alanina (un amminoacido)



Ala (A)

Ogni amminoacido viene codificato da una sigla a 3 lettere e da una a 1 lettera

Tabella 27.1 | 20 amminoacidi comuni che si trovano nelle proteine

Catene laterali non polari	
	Alanina (Ala, A)
	Glicina (Gly, G)
	Isoleucina (Ile, I)
	Leucina (Leu, L)
	Metionina (Met, M)
	Fenilalanina (Phe, F)
	Prolina (Pro, P)
	Triptofano (Trp, W)
	Valina (Val, V)
Catene laterali polari	
	Asparagina (Asn, N)
	Glutammina (Gln, Q)
	Serina (Ser, S)
	Treonina (Thr, T)
Catene laterali acide	
	Acido aspartico (Asp, D)
	Acido glutammico (Glu, E)
	Cisteina (Cys, C)
	Tirosina (Tyr, Y)
Catene laterali basiche	
	Arginina (Arg, R)
	Istidina (His, H)
	Lisina (Lys, K)

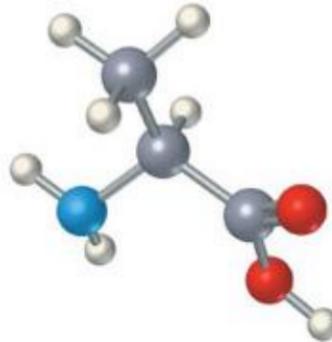
Le catene laterali determinano le diverse proprietà dei 20 amminoacidi che sono più comuni nelle proteine e che sono codificati dal DNA

* Ciascun gruppo ionizzabile è riportato nella forma presente in maggior concentrazione a pH 7.0.

Amino Acid	Abbreviation		pK ₁	pK ₂	pK _R	pI
	3- Letters	1- Letter	-COOH	-NH ₃ ⁺	R group	
Alanine	Ala	A	2.34	9.69	-	6.00
Arginine	Arg	R	2.17	9.04	12.48	10.76
Asparagine	Asn	N	2.02	8.80	-	5.41
Aspartic Acid	Asp	D	1.88	9.60	3.65	2.77
Cysteine	Cys	C	1.96	10.128	8.18	5.07
Glutamic Acid	Glu	E	2.19	9.67	4.25	3.22
Glutamine	Gln	Q	2.17	9.13	-	5.65
Glycine	Gly	G	2.34	9.60	-	5.97
Histidine	His	H	1.82	9.17	6.00	7.59
Isoleucine	Ile	I	2.36	9.60	-	6.02
Leucine	Leu	L	2.36	9.60	-	5.98
Lysine	Lys	K	2.18	8.95	10.53	9.74
Methionine	Met	M	2.28	9.21	-	5.74
Phenylalanine	Phe	F	1.83	9.13	-	5.48
Proline	Pro	P	1.99	10.60	-	6.30
Serine	Ser	S	2.21	9.15	-	5.58
Threonine	Thr	T	2.09	9.10	-	5.60
Tryptophan	Trp	W	2.83	9.39	-	5.89
Tyrosine	Tyr	Y	2.20	9.11	10.07	5.66
Valine	Val	V	2.32	9.62	-	5.96

Ogni a.a. ha gruppi dotati di reattività acida e basica

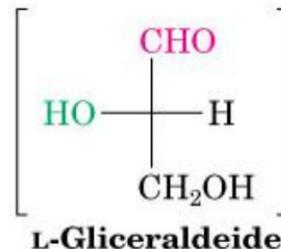
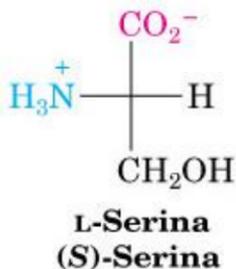
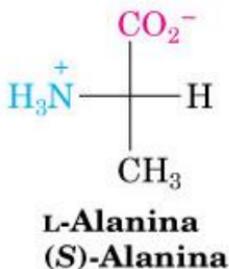
Gli aminoacidi sono molecole chirali (esclusa Gly)



Alanina (un aminoacido)

Proiezione a cunei e linee tratteggiate della (S)- Alanina

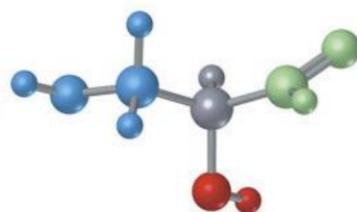
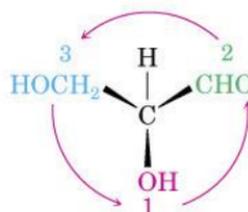
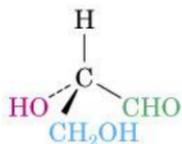
**Proiezione di Fischer degli
gli amminoacidi naturali:
vengono classificati come «L» perchè
hanno la stessa configurazione (S)
della L-gliceraldeide**



La Cys è l'unico amminoacido naturale con configurazione (R)

FIGURA 9.9 Assegnazione della configurazione alla (-)-gliceraldeide (a) e alla (+)-alanina (b). Entrambe hanno configurazione S, nonostante una sia levogira e l'altra destrogira.

(a)

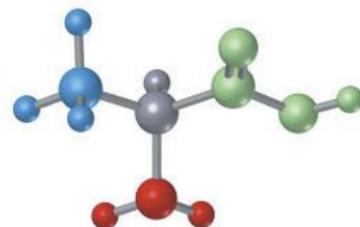
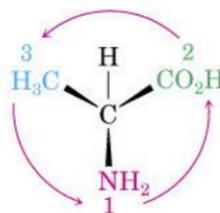
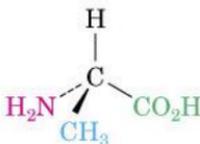


(S)-Gliceraldeide

[*(S)*-(-)-2,3-Diidrossipropanale]

$[\alpha]_D = -8.7^\circ$

(b)



(S)-Alanina

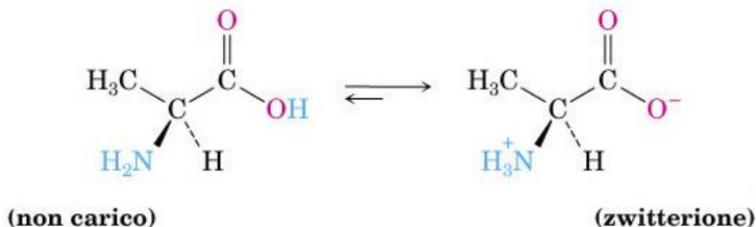
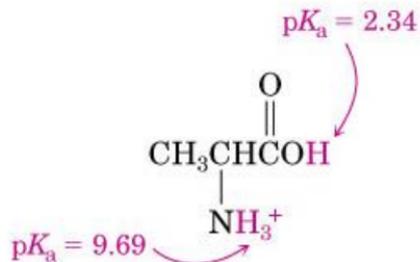
[Acido (*S*)-(+)-2-amminopropanoico]

$[\alpha]_D = +8.5^\circ$

Proiezione a cunei e linee tratteggiate

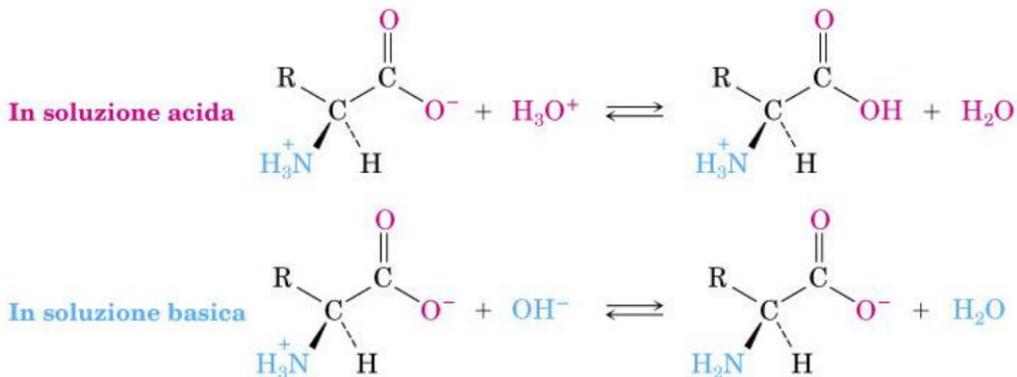
Gli amminoacidi hanno gruppi acidi e basici che formano sali interni: zwitterioni

Gruppo carbossilico più acido dell'acido acetico

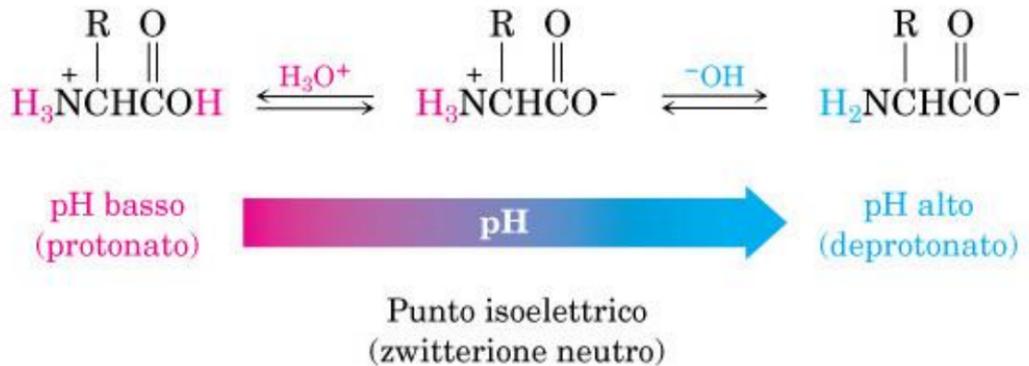


Alanina

Gli amminoacidi hanno proprietà sia acide che basiche

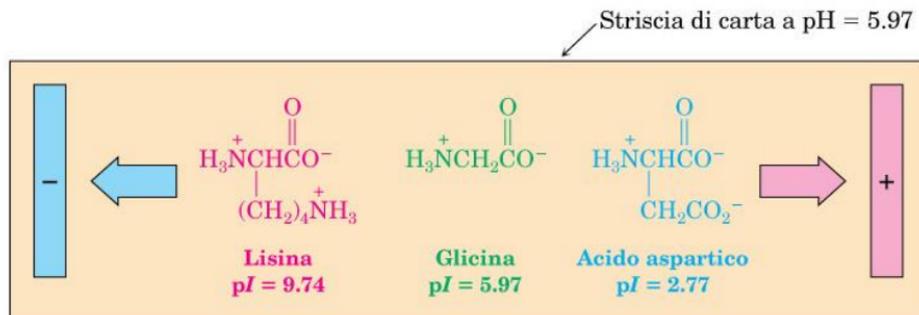


Il punto isoelettrico corrisponde al valore di pH al quale prevale la forma zwitterionica (globalmente neutra)



Al pH corrispondente al suo punto isoelettrico l'amminoacido non migra in un sistema elettroforetico

FIGURA 26.1 Separazione di una miscela di amminoacidi mediante elettroforesi. A $\text{pH} = 5.97$ le molecole di glicina sono per lo più neutre e non migrano, le molecole di lisina sono protonate e migrano verso l'elettrodo negativo e le molecole di acido aspartico sono deprotonate e migrano verso l'elettrodo positivo.



Come si determina sperimentalmente il pKa dei gruppi acidi e il punto isoelettrico: curva di titolazione acido-base

FIGURA 26.2 Curva di titolazione per l'alanina, ottenuta usando l'equazione di Henderson-Hasselbalch. Ognuno dei due tratti è tracciato separatamente. A $\text{pH} < 1$, l'alanina è completamente protonata; a $\text{pH} = 2.34$, l'alanina è una miscela 50:50 di forma protonata e neutra; a $\text{pH} = 6.01$, l'alanina è completamente neutra; a $\text{pH} = 9.69$, l'alanina è una miscela 50:50 di forme neutra e deprotonata; a $\text{pH} > 11.5$, l'alanina è completamente deprotonata.

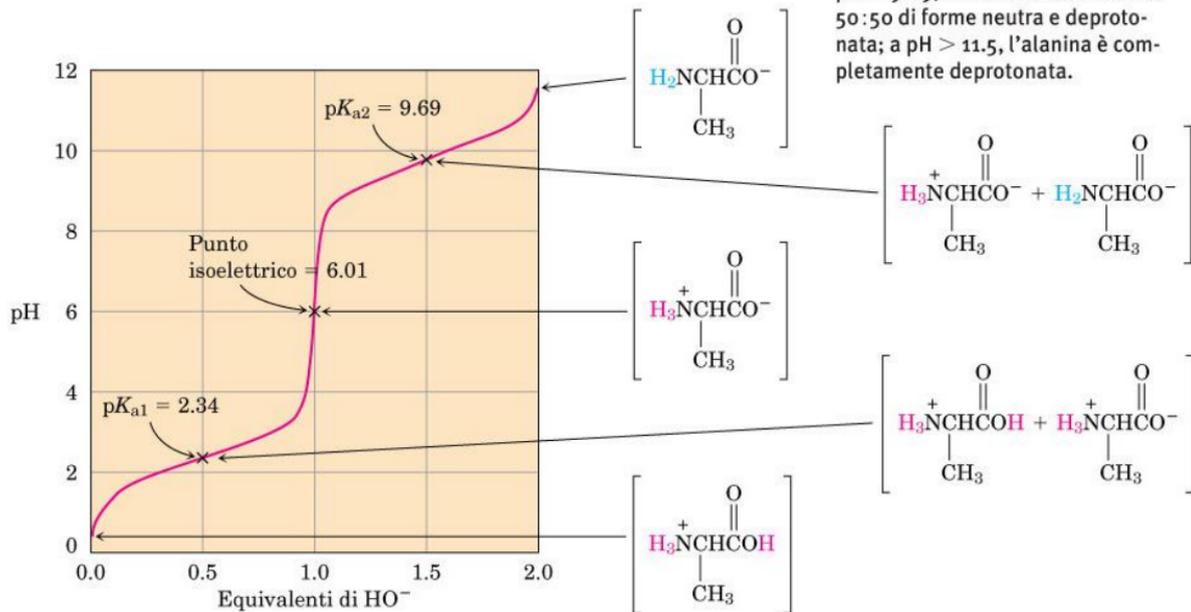
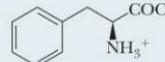
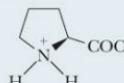
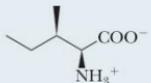
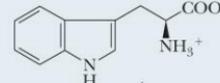
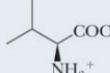
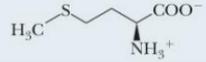
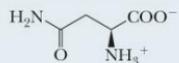
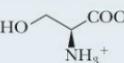
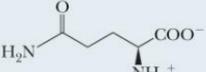
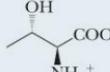
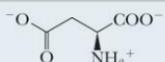
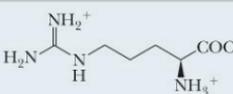
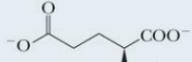
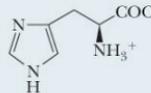
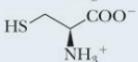
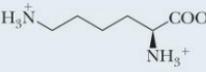
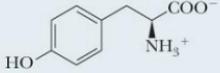


Tabella 27.1 | 20 amminoacidi comuni che si trovano nelle proteine

Catene laterali non polari			
	Alanina (Ala, A)		Fenilalanina (Phe, F)
	Glicina (Gly, G)		Prolina (Pro, P)
	Isoleucina (Ile, I)		Triptofano (Trp, W)
	Leucina (Leu, L)		Valina (Val, V)
	Metionina (Met, M)		
Catene laterali polari			
	Asparagina (Asn, N)		Serina (Ser, S)
	Glutammina (Gln, Q)		Treonina (Thr, T)
Catene laterali acide		Catene laterali basiche	
	Acido aspartico (Asp, D)		Arginina (Arg, R)
	Acido glutammico (Glu, E)		Istidina (His, H)
	Cisteina (Cys, C)		Lisina (Lys, K)
	Tirosina (Tyr, Y)		

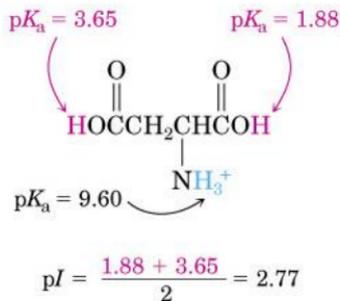
Alcuni amminoacidi hanno catene laterali dotate di reattività acida o basica

* Ciascun gruppo ionizzabile è riportato nella forma presente in maggior concentrazione a pH 7.0.

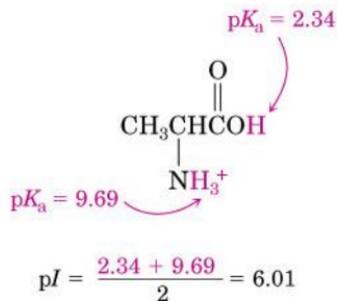
Amino Acid	Abbreviation		pK ₁	pK ₂	pK _R	pI
	3- Letters	1- Letter	-COOH	-NH ₃ ⁺	R group	
Alanine	Ala	A	2.34	9.69	-	6.00
Arginine	Arg	R	2.17	9.04	12.48	10.76
Asparagine	Asn	N	2.02	8.80	-	5.41
Aspartic Acid	Asp	D	1.88	9.60	3.65	2.77
Cysteine	Cys	C	1.96	10.128	8.18	5.07
Glutamic Acid	Glu	E	2.19	9.67	4.25	3.22
Glutamine	Gln	Q	2.17	9.13	-	5.65
Glycine	Gly	G	2.34	9.60	-	5.97
Histidine	His	H	1.82	9.17	6.00	7.59
Isoleucine	Ile	I	2.36	9.60	-	6.02
Leucine	Leu	L	2.36	9.60	-	5.98
Lysine	Lys	K	2.18	8.95	10.53	9.74
Methionine	Met	M	2.28	9.21	-	5.74
Phenylalanine	Phe	F	1.83	9.13	-	5.48
Proline	Pro	P	1.99	10.60	-	6.30
Serine	Ser	S	2.21	9.15	-	5.58
Threonine	Thr	T	2.09	9.10	-	5.60
Tryptophan	Trp	W	2.83	9.39	-	5.89
Tyrosine	Tyr	Y	2.20	9.11	10.07	5.66
Valine	Val	V	2.32	9.62	-	5.96

From Lehninger Principle of Biochemistry.

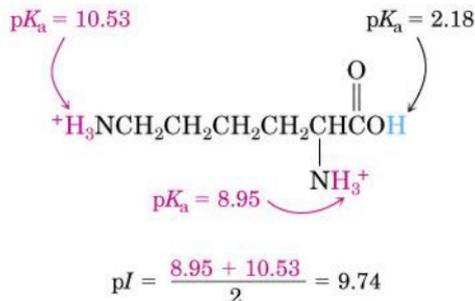
Alcuni amminoacidi presentano gruppi funzionali acidi o basici sulla catena laterale



Amminoacido acido
Acido aspartico



Amminoacido neutro
Alanina

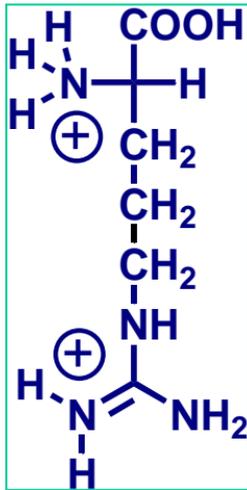


Amminoacido basico
Lisina

Gli a.a. acidi hanno un $pI < 5$

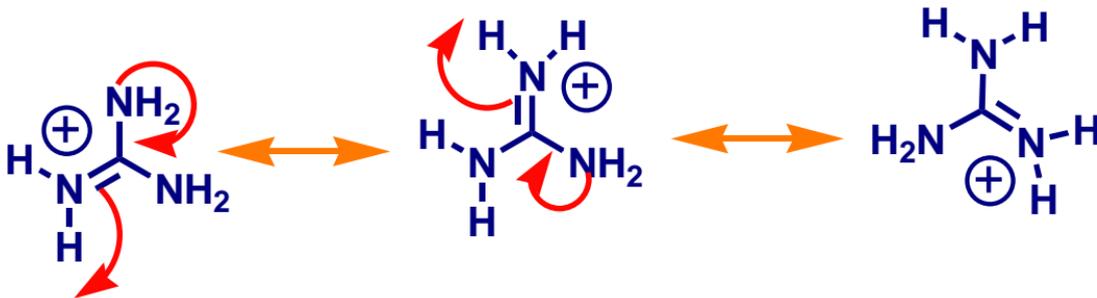
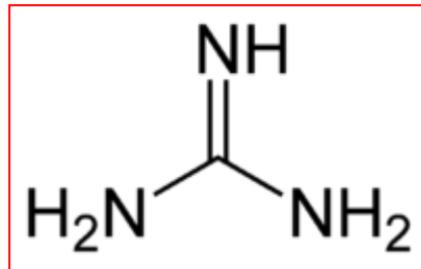
Gli a.a. basici hanno un $pI > 7$

Altri amminoacidi con catene laterali basiche



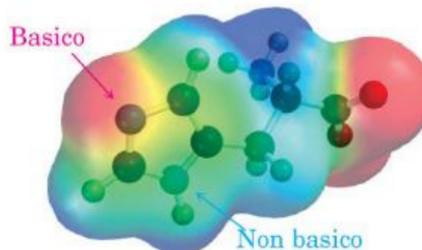
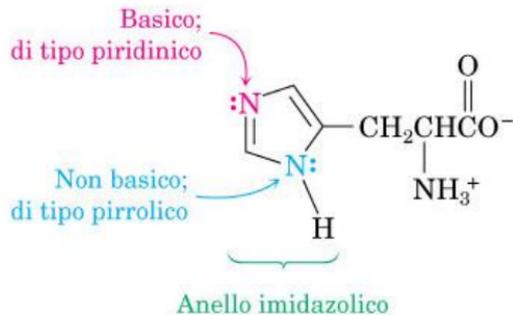
Arginina

pKa=12.5 (acido coniugato del gruppo guanidinico)



Amminoacidi con gruppi funzionali basici sulla catena laterale

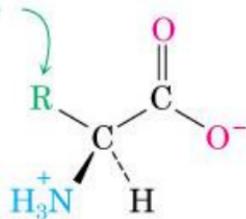
L'acido coniugato della
catena laterale ha $pK_a=6$



Istidina

La prolina è l'unico amminoacido dotato di gruppo alfa-amminico secondario

Catena laterale

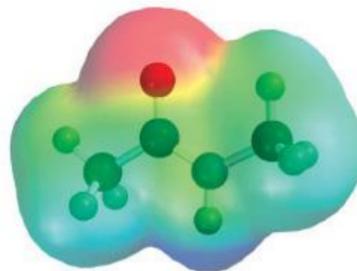
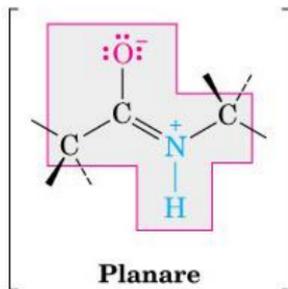
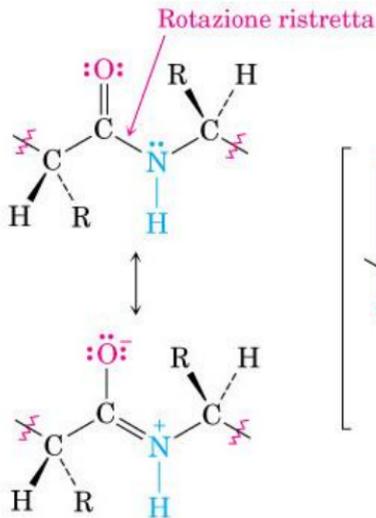


α -Amminoacido primario



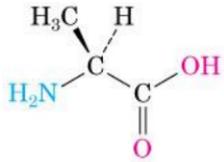
Prolina
(α -amminoacido secondario)

Il legame peptidico



Risonanza del legame peptidico (ammidico)

Un di-peptide (Ala-Ser)

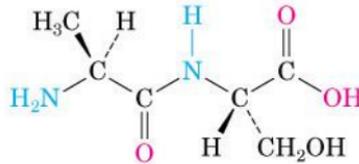


Alanina (Ala)

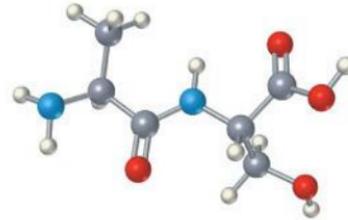
+



Serina (Ser)

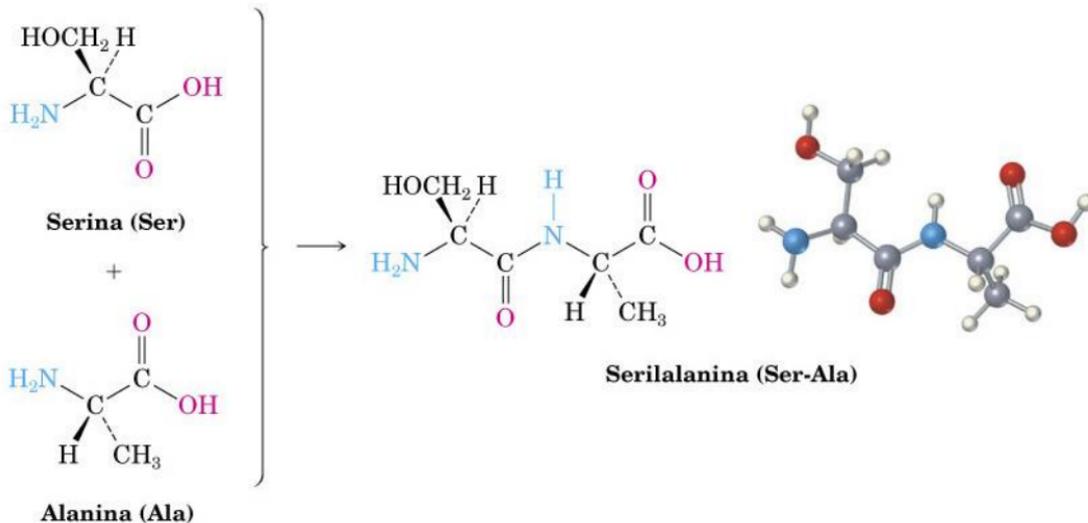


Alanilserina (Ala-Ser)

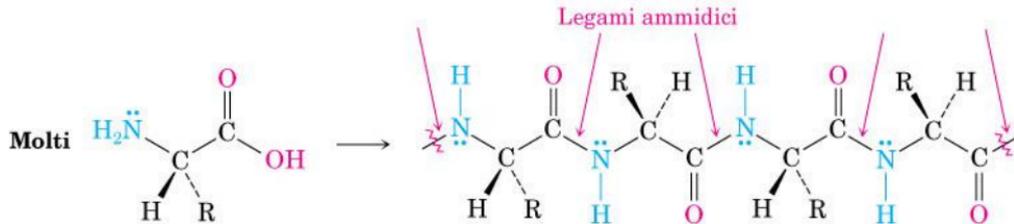


L'amminoacido terminale che ha il gruppo amminico libero è chiamato **N-terminale**, mentre quello con il gruppo carbossilico Libero è detto **C-terminale**. I peptidi sono nominati partendo dall'**N-terminale** è aggiungendo il suffisso **il** alla sigla dell' amminoacido corrispondente, tranne al C- terminale.

Un di-peptide (Ser-Ala)



Una catena peptidica



Peptide è un polimero di aminoacidi legati da legami di tipo Ammidico.

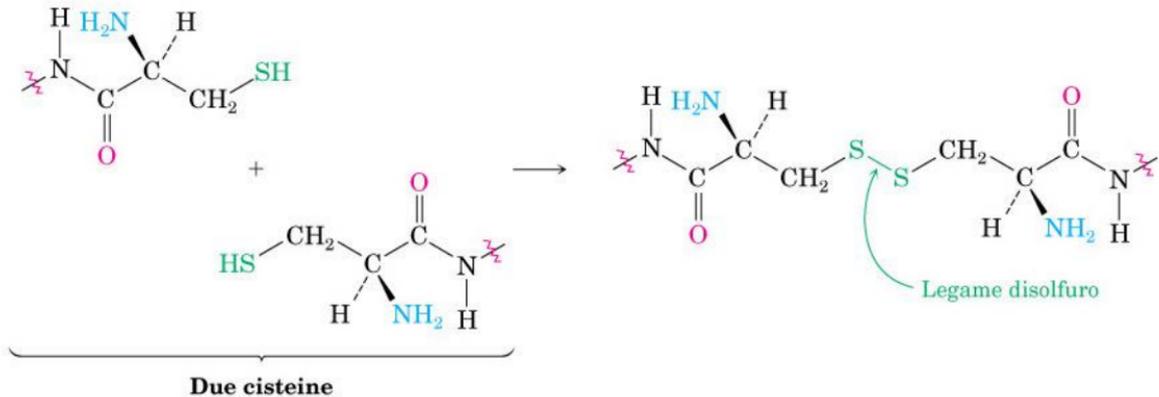
Una proteina ha un peso molecolare compreso tra 6000 e 40000000.

Peptidi e proteine

FUNZIONI:

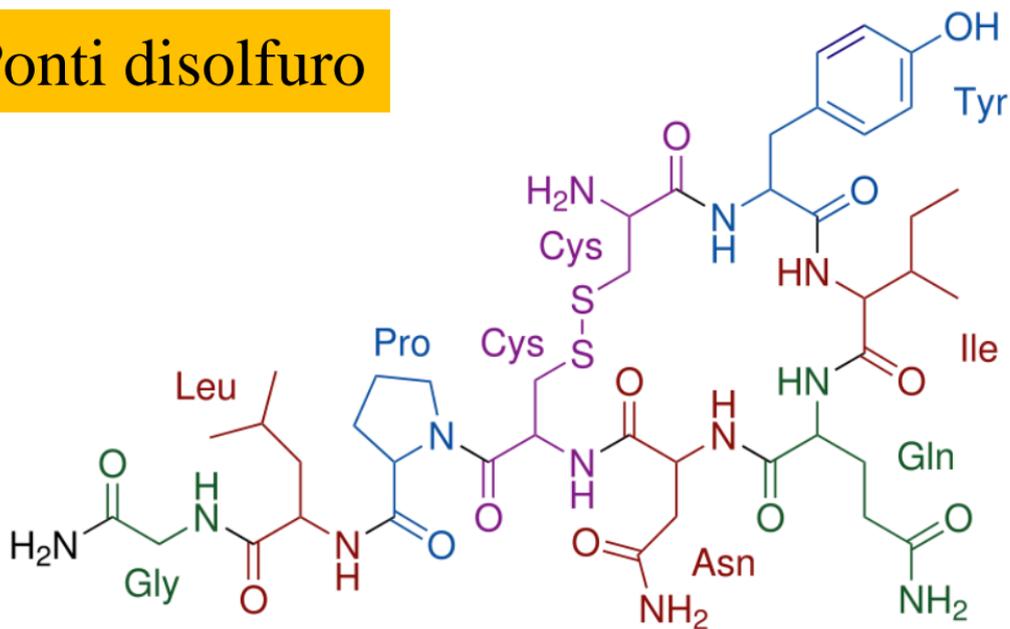
- catalitiche → enzimi;
- trasporto di metaboliti ioni etc;
- ormonali → glucagone, insulina
- Recettoriali;
- Difensive → anticorpi;
- Contrattile;
- Strutturale → citoscheletro etc

Oltre ai legami covalenti ammidici ci possono essere legami di tipo S-S tra due amminoacidi cisteina. Questi ponti si chiamano disolfuro. Sono questi ponti che vengono manipolati nel processo della permanente (capelli!).

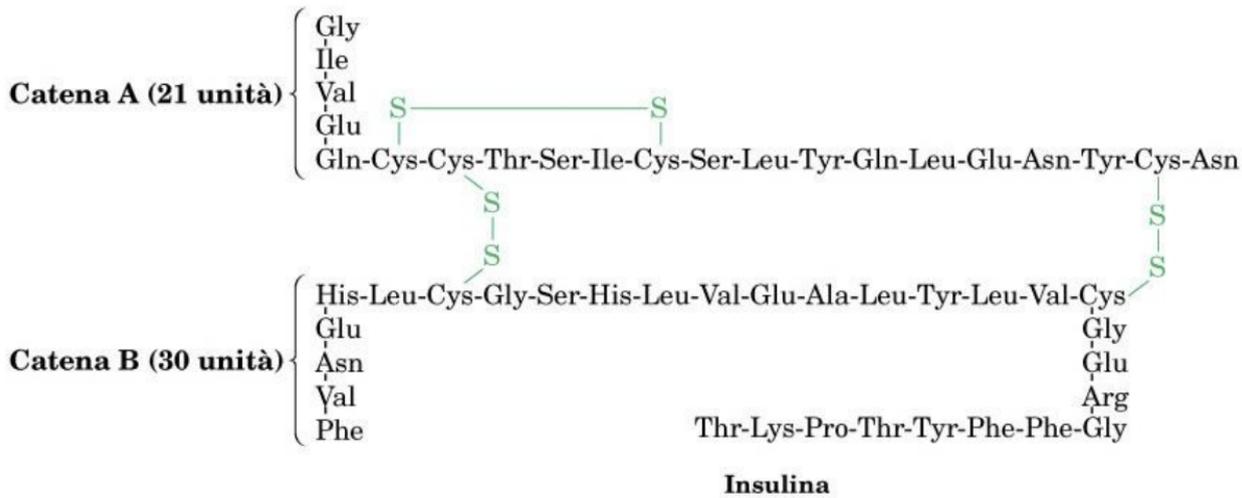


Ponti disolfuro

Ponti disolfuro



Struttura dell' ossitocina.



Ponti disolfuro

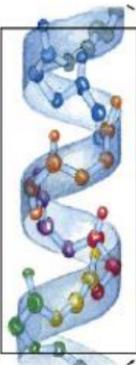
Struttura di una proteina

Primary structure



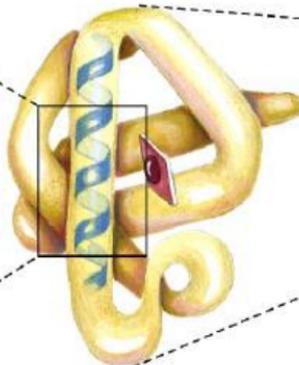
Amino acid residues

Secondary structure



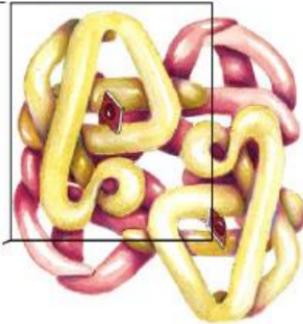
α Helix

Tertiary structure



Polypeptide chain

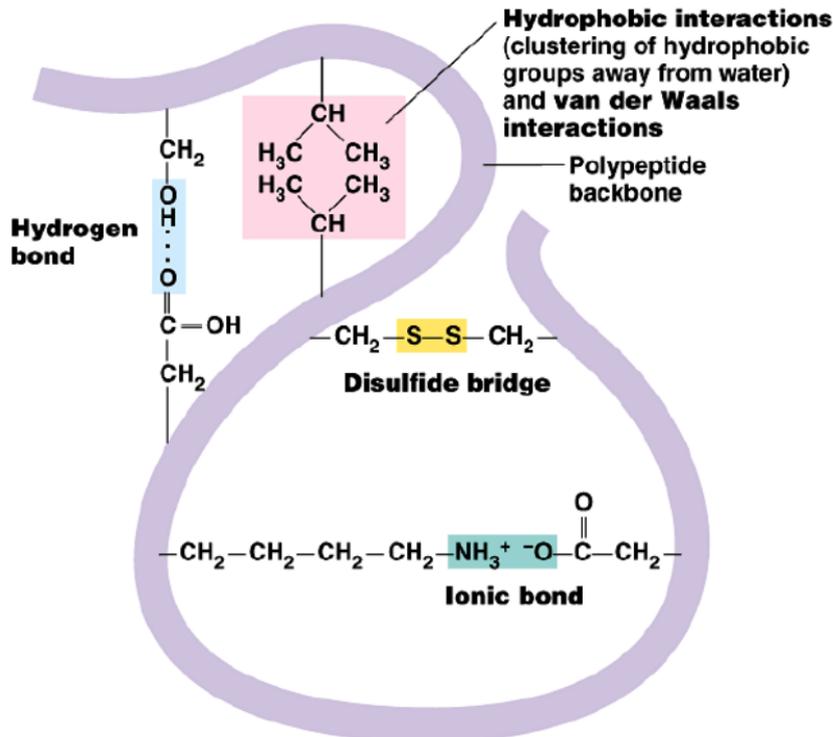
Quaternary structure



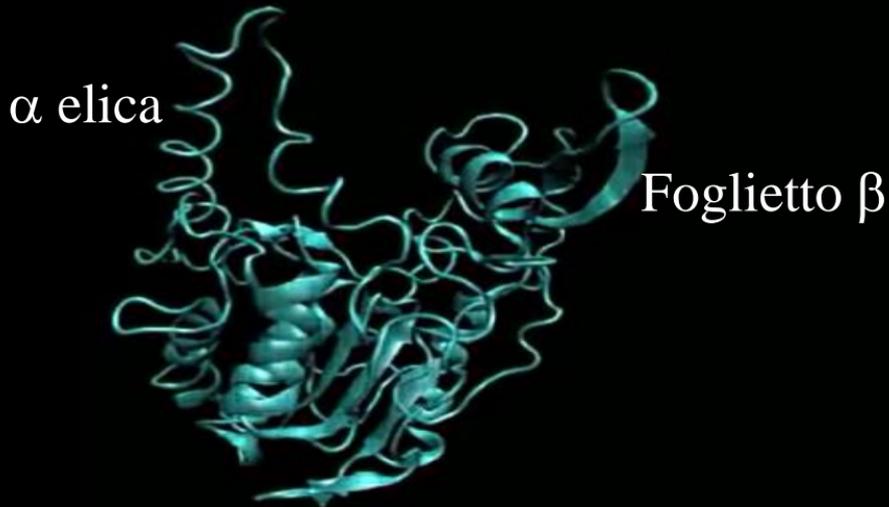
Assembled subunits

Proteine native= proteine nella loro conformazione funzionale termodinamicamente più stabile

La conformazione delle proteine viene determinata dall'instaurarsi di diversi tipi di interazioni elettrostatiche o legami ionici e covalenti

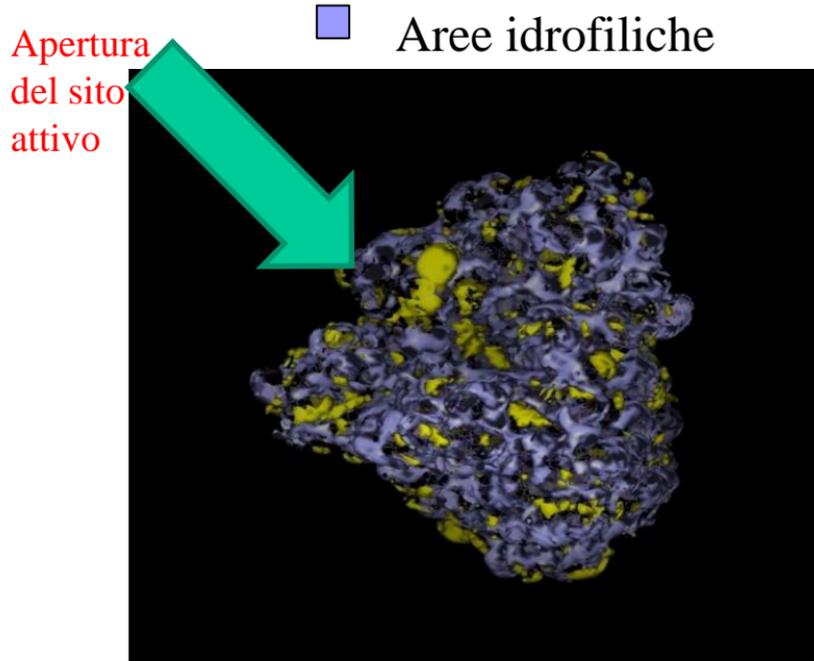


Struttura terziaria



Simulazione al computer della struttura tridimensionale di un cristallo di una proteina globulare (lipasi, un enzima)

La superficie delle proteine globulari è idrofila perché esposta all'ambiente acquoso mentre l'interno ed il sito attivo sono maggiormente idrofobici

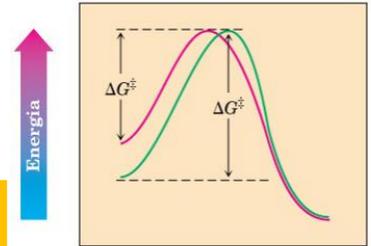


Enzima: Penicillina G amidasi

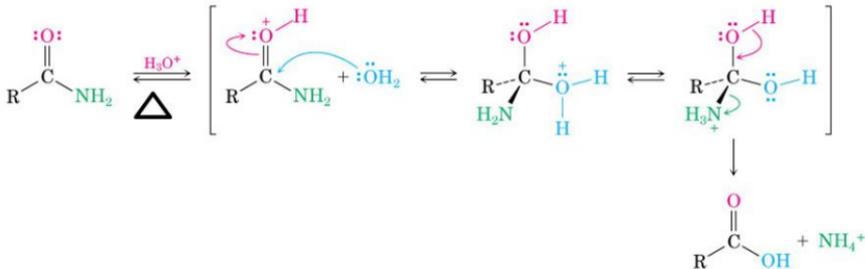
Il legame peptidico/ammidico è molto stabile e subisce idrolisi solo in condizioni molto drastiche

HCl 6M, 100 °C per varie ore

È necessario aumentare l'energia del sistema, renderlo più reattivo



Idrolisi acida



Perché le proteine dello sporco possono venir idrolizzate a 30°C dai detersivi?

Perché contengono enzimi proteolitici che catalizzano l'idrolisi del legame peptidico/ammidico in modo che possa avvenire in condizioni molto blande.

Subtilisina Carlsberg da *Bacillus specie*

Usata 900 ton/anno per formulare i detersivi

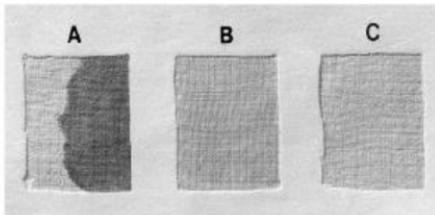
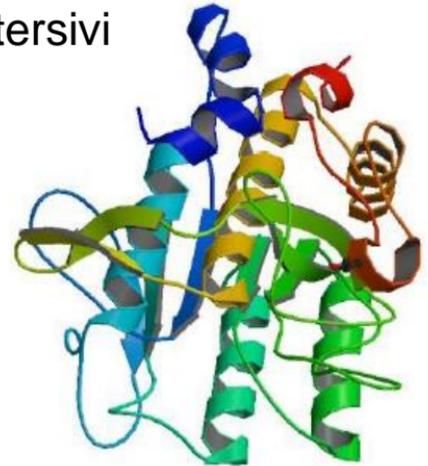


Fig. 6. Washing performance of alkaline protease from *B. brevis* in presence of detergent. (A, Cloth stained with blood; B, blood stained cloth washed with detergent only; and C, blood stained cloth washed with detergent and enzyme.)

Una
idrolasi
serinica





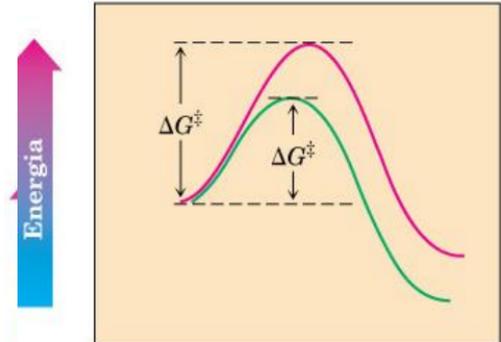
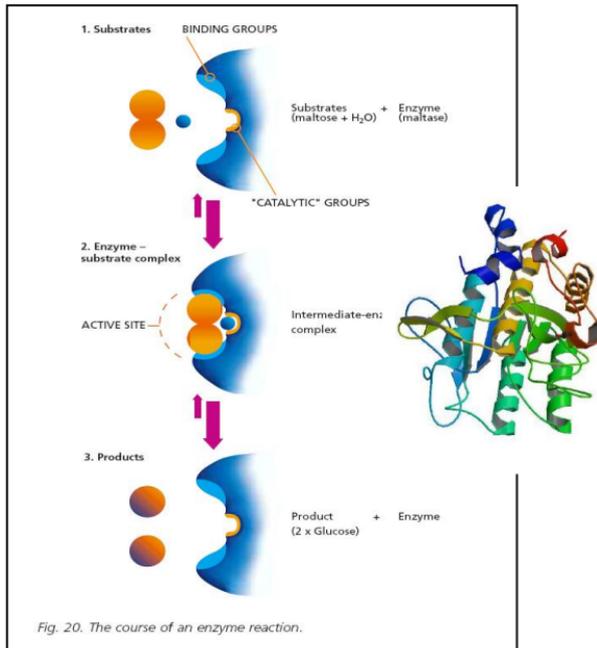
Carlsberg Foundation was founded in 1876 and owns 30.3% of the shares in [Carlsberg Group](#) and has 74.2% of the voting power.



A statue of company founder Jacobson. C. Carlsberg stands outside the Carlsberg Laboratory in Valby, Copenhagen.

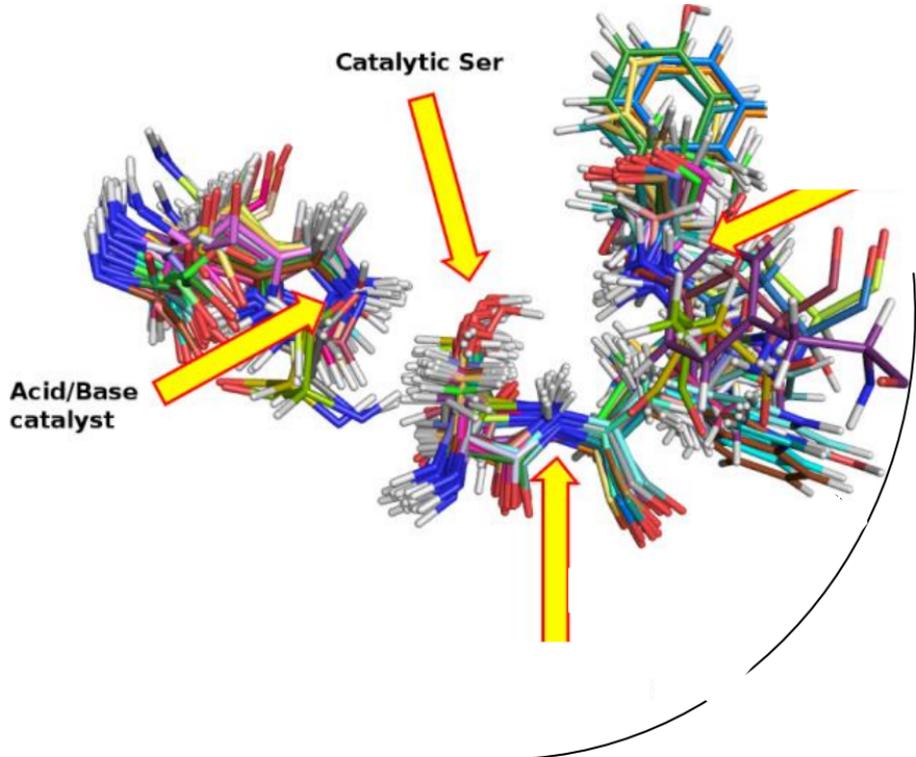
Gli enzimi stabilizzano lo stato di transizione e in questo modo accelerano la velocità di reazione

Il sito attivo è un «ambiente di reazione» preorganizzato che riconosce i substrati e li mette in contatto secondo una geometria ottimale per permettere lo svolgimento della reazione



Abbassano
l'energia di
attivazione

Sovrapposizione degli amminoacidi responsabili della catalisi del sito attivo di 42 diverse idrolasi seriniche



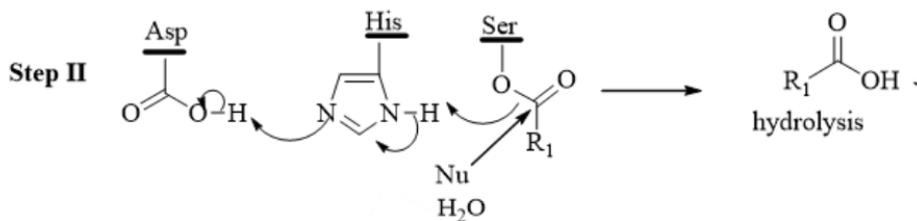
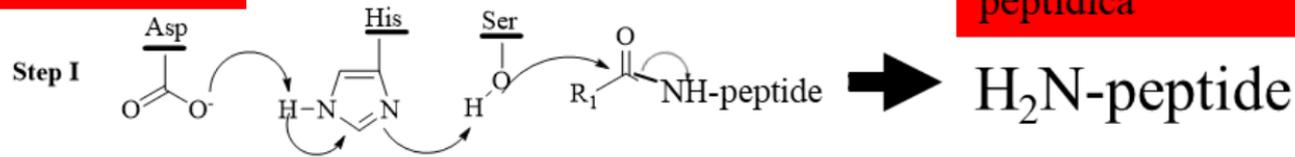
Le sostituzioni nucleofile aciliche nel meccanismo delle idrolasi seriniche

Triade catalitica:

Asp
His
Ser

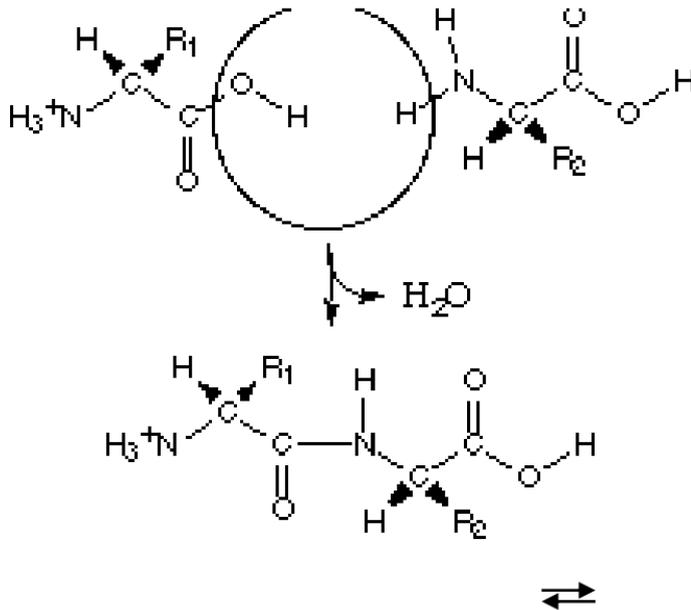
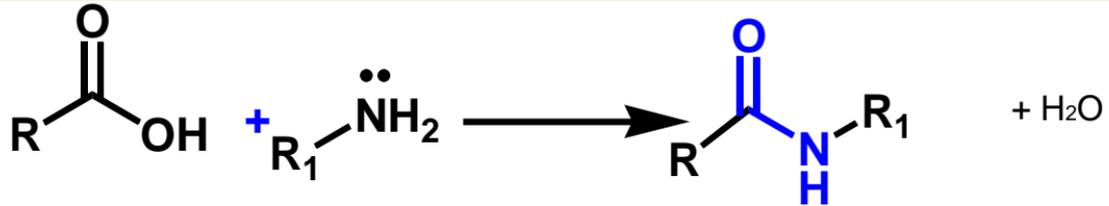
Un gruppo alcolico «attivato» della serina funge da nucleofilo ed attacca il legame ammidico: sostituzione nucleofila acilica: alcolisi e formazione di un estere che prende il nome di enzima acilato o acil-enzima

Esce una catena peptidica



Il nucleofilo acqua attacca l'enzima acilato e mediante sostituzione nucleofila acilica si forma l'acido carbossilico: idrolisi

In assenza di acqua le idrolasi possono usare il gruppo amminico e catalizzare la formazione di legami ammidici/peptidici



Sintesi enzimatica di aspartame

