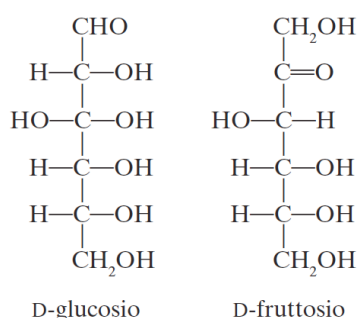


Capitolo B1 Le biomolecole: struttura e funzione

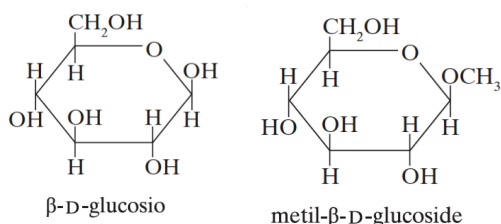
Quesiti e problemi

- 1 Le biomolecole sono molecole organiche sintetizzate e metabolizzate dagli organismi viventi.
- 2 Le proteine
- 3 L'acqua
- 4 Gli zuccheri sono la prima fonte di energia, ma ricoprono anche un ruolo strutturale nell'esoscheletro degli insetti e nella parete cellulare delle piante.
- 5 I carboidrati sono composti polifunzionali perché presentano gruppi $-OH$ e gruppi carbonilici, aldeidici o chetonici.
- 6 Monosaccaridi, oligosaccaridi, polisaccaridi.
- 7 Gli zuccheri sono i carboidrati più semplici, o monosaccaridi o oligosaccaridi.
- 8 I glicoconjugati sono molecole ibride tra carboidrati e altre biomolecole, come lipidi e proteine; svolgono funzioni nella comunicazione tra cellule.
- 9 La formula bruta tipica di un monosaccaride è $C_nH_{2n}O_n$.
- 10 La gliceraldeide è considerato il più semplice aldoso perché è il composto minimo che presenta un gruppo aldeidico e almeno due gruppi $-OH$.
- 11 La gliceraldeide presenta un centro stereogenico, mentre il diidrossiacetone non ne possiede nessuno.
- 12



- 13 L'atomo di carbonio responsabile della configurazione assoluta D o L di uno zucchero è il carbonio stereogenico più lontano dal gruppo aldeidico o chetonico.
 - 14 La molecola non presenta stereocentri.
- $$\begin{array}{c}
 \text{CH}_2\text{OH} \\
 | \\
 \text{C}=\text{O} \\
 | \\
 \text{CH}_2\text{OH}
 \end{array}$$
- 15 No, perché la configurazione assoluta è indipendente dal verso di rotazione della luce polarizzata.

16



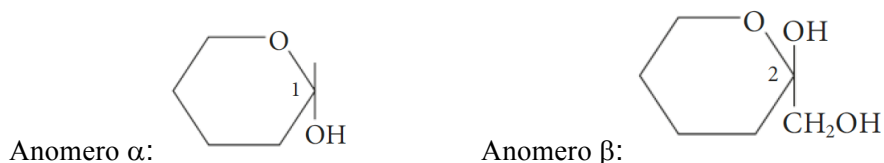
17 La L-gliceraldeide e la D-gliceraldeide sono isomeri ottici perché hanno immagini speculari, non sovrapponibili.

18 Fruttosio e glucosio sono isomeri ma non enantiomeri perché non sono immagini speculari; si tratta di isomeria di gruppo funzionale.

19 Gli anomeri sono particolari isomeri ottici che compaiono nelle sole strutture cicliche dei monosaccaridi in cui il C-1 si unisce al C-5 e il gruppo -OH può trovarsi al di sopra o al di sotto del piano della molecola.

20 Durante la ciclizzazione di un monosaccaride il C-1 diventa un nuovo centro stereogenico perché si spezza il legame π fra ossigeno e carbonio e quest'ultimo, ibridizzato sp^3 , lega a sé 4 atomi/gruppi atomici diversi.

21



22 Il termine fruttofuranosio si riferisce solo alla particolare forma ciclica del fruttosio, in cui la formazione del carbonio anomero porta a una struttura simile a quella del furano.

23 Legame β 1,4-glicosidico

24

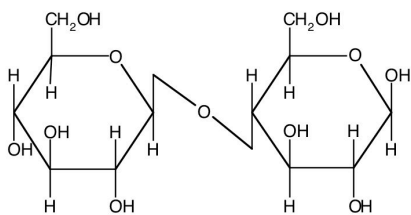
	Monosaccaridi costituenti	Tipo di legame	Prodotto animale o vegetale?
Saccarosio	1 α -glucosio + 1 β -fruttosio	α 1,4-glicosidico	vegetale
Maltosio	2 α -glucosio	α 1,4-glicosidico	vegetale
Lattosio	1 β -glucosio + 1 β - galattosio	β 1,4-glicosidico	animale

25 Il legame O-glicosidico si forma tra un -OH semiacetalico derivato dalla ciclizzazione del monosaccaride e un gruppo -OH del monosaccaride adiacente.

26 Nel saccarosio gli atomi di carbonio anomerici di entrambi i monosaccaridi costituenti, glucosio e fruttosio, sono impegnati nel legame glicosidico: non vi sono quindi più la funzione aldeidica o chetonica disponibili a ossidarsi, cioè provviste di potere riducente.

27 Tra i due monosaccaridi si forma un legame β 1,4-glicosidico.

28



29 Gli omopolisaccaridi sono formati dalla ripetizione di un unico tipo di monomero, mentre gli eteropolisaccaridi sono formati da almeno due tipi di monomeri diversi.

30 Un polisaccaride è costituito da centinaia o migliaia di unità monosaccaridiche; l'ordine di grandezza è quindi compreso tra 10^2 e 10^3 .

31 *Amido* è il nome generico che si attribuisce alla miscela di amilosio e amilopectina, presenti in proporzione variabile e accumulate dalle cellule vegetali.

32 L'amilopectina

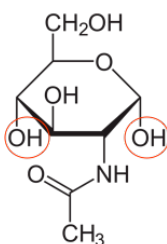
33 a) α -D-glucosio; b) α -D-glucosio; c) β -D-glucosio; d) α -D-glucosio

34 Cellulose

35 I monomeri di β -glucosio sono legati tramite legami β -glicosidici all'interno di un'unica catena polimerica. Le catene sono poi collegate in parallelo tra loro mediante legami a idrogeno che si instaurano tra i gruppi $-\text{OH}$.

36 I polimeri di cellulosa sono perfettamente lineari, mentre quelli dell'amilosio sono elicoidali.

37 a) Il gruppo funzionale contenente l'azoto è di tipo ammidico secondario; b) i gruppi funzionali coinvolti nella polimerizzazione sono quelli cerchiati in rosso nella seguente figura.



38 I lipidi contengono carbonio, idrogeno e ossigeno.

39 Sono saponificabili i lipidi che per idrolisi basica danno un alcol e un sapone, cioè il sale di sodio o potassio di un acido grasso.

40 I lipidi che chimicamente sono esteri sono costituiti da un alcol monovalente o polivalente e da un acido grasso.

41 Saponification

42 Un acido grasso è un acido carbossilico ad elevato numero di atomi di carbonio.

43 a) insaturo, cis; b) insaturo, trans; c) saturo

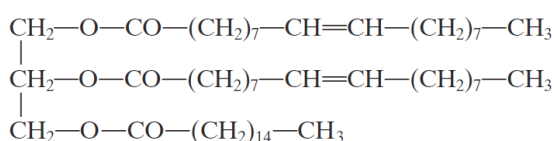
44 Secondo le regole di nomenclatura della chimica organica si tratta dell'acido cis-9-esadecenoico ed è un acido ω 7.

45 Maggiore è il numero di insaturazioni, meno lineare è la catena idrocarburica; è quindi più difficile impacchettarla nello stato solido, che si forma a temperature inferiori.

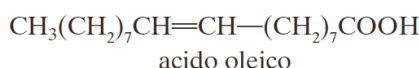
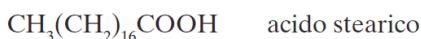
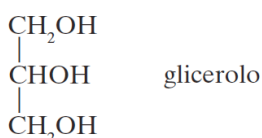
46 Sono essenziali gli acidi grassi che non possono essere biosintetizzati da un organismo e quindi devono essere assunti con la dieta.

47 Gli oli sono prevalentemente di origine vegetale e hanno un'elevata percentuale di acidi grassi insaturi, per cui presentano una consistenza liquida a temperatura ambiente. I grassi sono di origine animale e sono ricchi di acidi grassi saturi, per cui sono solidi a temperatura ambiente.

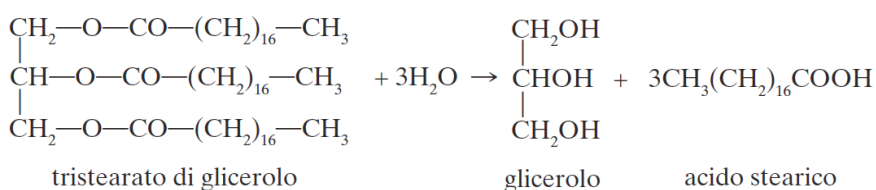
48



49



50



51 Un trigliceride è formato solo da quattro tipi di molecole: tre sono molecole di acidi grassi e una di glicerolo, Per considerarlo un polimero, sarebbe necessario che le stesse unità monomeriche si ripetessero un numero molto più elevato di volte.

52 Le due code formate da acidi grassi sono idrofobe, mentre la testa contenente il gruppo fosfato è idrofila.

53 Perché la terza posizione del glicerolo è esterificata con l'acido fosforico, H₃PO₄, un acido inorganico.

54 a) Sono presenti un gruppo alcolico e gruppo amminico terziario; b) la carica positiva dipende dal fatto che si tratta di uno ione di alchilammonio (trimetilammonio).

55 No, perché i trigliceridi sono completamente apolari e quindi non riuscirebbero a organizzare uno strato stabile a contatto con l'ambiente cellulare, che è prevalentemente acquoso.

56 Il colesterolo è un componente essenziale delle membrane cellulari animali; è la sostanza di base per la sintesi della vitamina D, degli ormoni steroidei (tra cui il testosterone e il cortisone) e della bile, che favorisce l'assorbimento dei grassi alimentari a livello intestinale.

57 I quattro anelli ciclici.

58 Il colesterolo ha il suffisso *-olo* per la presenza di un gruppo $-OH$ sull'anello A.

59 Perché il colesterolo non è un estere, pertanto non può subire idrolisi alcalina come nel caso dei trigliceridi.

60 Le vitamine sono sostanze organiche necessarie all'organismo in piccole quantità; devono essere assunte attraverso la dieta (sostanze essenziali).

61 Le vitamine sono composti chimicamente eterogenei che non appartengono a un'unica classe di composti organici.

62 Le vitamine liposolubili sono la vitamina A (funzione trofica per la cute e le mucose), la vitamina D₃ (funzione trofica per le ossa e le cartilagini), la vitamina E (funzione antiossidante) e la vitamina K (coagulante del sangue).

63 Le vitamine liposolubili si accumulano nel fegato.

64 L'ipovitaminosi è la carenza di una certa vitamina; l'ipervitaminosi indica un eccesso di vitamina rispetto ai fabbisogni dell'organismo.

65 Gli ormoni sono molecole organiche prodotte dalle ghiandole endocrine e riversate nel sangue; agiscono legandosi a specifici recettori presenti nelle cellule bersaglio.

66 Gli ormoni si classificano in idrofili, derivati proteici o di amminoacidi, e lipofili, che sono derivati lipidici steroidei.

67 I farmaci cortisonici hanno un'azione antinfiammatoria e derivano dall'ormone steroideo cortisolo.

68 Le proteine sono costituite da carbonio, idrogeno, ossigeno e azoto.

69 Le proteine hanno molte funzioni diverse e possono essere enzimi, ormoni, proteine di difesa, contrattili, strutturali, di trasporto, di deposito, recettoriali, adattatrici.

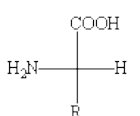
70 Le proteine si classificano in proteine semplici e coniugate.

71 Un gruppo prostetico è una porzione non proteica legata alla catena polipeptidica, da cui dipende la piena funzione della proteina.

72 Le proteine fibrose hanno forma allungata e sono insolubili in acqua. Le proteine globulari, di forma sferoidale, presentano sulla superficie gruppi idrofilici con cui stabiliscono interazioni con l'acqua. Le prime hanno una funzione tipicamente strutturale, le seconde svolgono ruoli diversi.

73 La gliadina è una proteina globulare, la glutenina è una proteina fibrosa.

74 È definito α -amminoacido per la posizione in cui sono legati sia il gruppo carbossilico sia il gruppo amminico, sul carbonio α (C-2).



α -amminoacido

75 Il GABA è un γ -amminoacido in cui il gruppo amminico è legato al carbonio γ e quindi non è utilizzato nella formazione delle proteine.

76 La glicina, in cui il gruppo R corrisponde a un atomo di idrogeno H.

77 Tranne rarissime eccezioni, gli amminoacidi delle proteine nei viventi appartengono alla serie L.

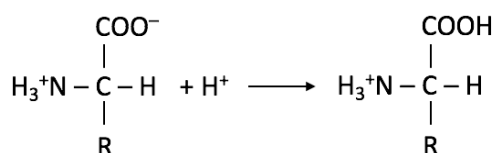
78 Vedi paragrafo 15, pagina B28.

79 Uno zwitterione è un amminoacido in forma totalmente ionica. Si ritrova al punto isoelettrico.

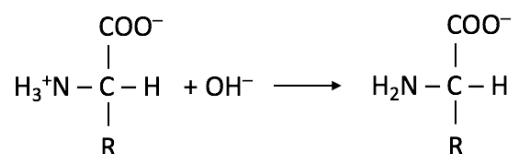
80 a) Il punto isoelettrico è il valore di pH al quale l'amminoacido esiste in forma neutra. b) Gli aminoacidi con il punto isoelettrico più lontano dalla neutralità sono quelli che hanno una catena laterale carica elettricamente.

81 Un amminoacido può riassorbire sia ioni H^+ sia ioni OH^- . I due equilibri sono i seguenti.

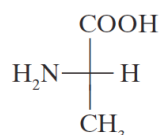
In ambiente acido:



In ambiente basico:



82 Il piano della luce polarizzata ruota verso destra.



83 Asparagina e glutammina appartengono agli amminoacidi polari neutri perché si tratta di un gruppo ammidico nel quale la basicità del gruppo $-\text{NH}_2$ è bilanciata dall'acidità di $-\text{CO}-$.

84 Il gruppo R permette di classificare gli amminoacidi in apolari (alifatici e aromatici), polari non carichi elettricamente, carichi positivamente e carichi negativamente (basici e acidi).

85 Disulphide bonds are formed by cysteine residues that are close together.

86 Solo la cisteina possiede il gruppo tiolo $-\text{SH}$ all'estremità della catena laterale, mentre la metionina ha un atomo di zolfo disposto internamente.

87 $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COO}^-$

88 Il legame peptidico è di tipo ammidico.

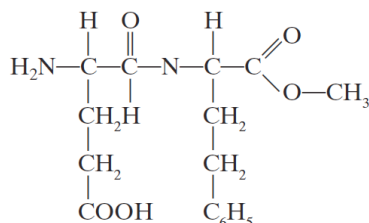
89 Il peptide è una molecola orientata: nella serilalanina è libero il gruppo $-\text{NH}_2$ della serina mentre nell'alanilserina è libero quello dell'alanina. I due peptidi hanno quindi proprietà chimiche del tutto diverse.

90 L'estremità N-terminale ha il gruppo NH₂ e ha caratteristiche basiche; l'estremità C-terminale ha il gruppo COOH e ha caratteristiche acide.

91 Phe

92 Sei tripeptidi: Val-Ala-Lys; Val-Lys-Ala; Ala-Val-Lys; Ala-Lys-Val; Lys-Ala-Val; Lys-Val-Ala.

93



94 La struttura primaria è la sequenza degli amminoacidi, la secondaria è la configurazione tridimensionale della catena.

95 No

96 Una piccola percentuale di amminoacidi può essere di natura idrofoba, ma tendenzialmente saranno polari poiché il citoplasma è costituito in gran parte da acqua.

97 Perché l'ambiente è acquoso e i radicali idrofobici riescono a posizionarsi nella parte interna della struttura globulare.

98 I composti citati impediscono la formazione di ponti disolfuro, che avviene per ossidazione di unità di cisteina. Questi legami contribuiscono a stabilizzare la struttura terziaria delle proteine, responsabile del loro ruolo biologico; impedire la formazione di questi legami significa quindi compromettere la funzione della proteina.

99 The primary structure of a protein consists of a linear sequence of amino acids joined by peptide bond.

100 La solubilità diminuisce: l'acido glutammico idrofilo e posto verso l'esterno della catena è sostituito dalla valina, idrofoba.

101 Cambiano la direzione della catena polipeptidica di 180° e collegano più tratti in struttura secondaria, come α eliche o foglietti β.

102

Coppia di amminoacidi	Natura delle catene laterali	Tipo di interazione
Lisina e Aspartato	carica + / carica -	interazione ionica
Cisteina e Cisteina	polare con -SH / polare con -SH	legame disolfuro
Valina e Leucina	apolare / apolare	interazione idrofoba
Arginina e Glutammato	carica + / carica -	interazione ionica
Treonina e Serina	polare / polare	interazione di Van der Waals (polare)

103 Una proteina in struttura quaternaria è costituita da due o più subunità, ognuna formata da un polipeptide in struttura terziaria.

104 La denaturazione consiste nella perdita della struttura secondaria, terziaria ed eventualmente quaternaria di una proteina e della sua attività biologica; si può verificare a causa di variazioni di temperatura, di pH, o per esposizione a solventi organici.

- 105** Il gruppo eme è un complesso coordinato, formato da una molecola organica planare (protoporfirina IX) e da uno ione Fe^{2+} situato al suo centro.
- 106** L'emoglobina umana è formata da due catene α e due catene β . Ciascuna di queste catene lega un gruppo eme. La mioglobina è invece una piccola proteina monomeric (153 amminoacidi), contenuta nelle cellule muscolari.
- 107** L'allostereismo aumenta la facilità di legare l'ossigeno per le altre subunità una volta che questo si è legato alla prima, grazie a piccole modifiche nella conformazione spaziale che si trasmettono tra subunità adiacenti.
- 108** Il sito attivo di un enzima è la parte dell'enzima implicata nella funzione catalitica.
- 109** No, anche la tripsina contiene un certo numero di unità di serina. Si può presumere che l'entità del danno sia diversa a seconda della posizione delle molecole di serina: se sono parte del sito attivo, la funzionalità dell'enzima viene certamente compromessa.
- 110** Gli enzimi sono catalizzatori biologici, che si sono evoluti all'interno dei sistemi viventi: il loro pH ottimale è quindi, in genere, prossimo alla neutralità (pH = 7).
- 111** L'alcol etilico agisce da agente denaturante nei confronti delle proteine del bianco dell'uovo, in modo analogo a quello che avviene durante la cottura.
- 112** Nel modello chiave-serratura l'enzima e il substrato si incastrano l'uno nell'altro; nel modello dell'adattamento indotto, l'enzima si adatta alla forma del substrato, subendo una variazione conformazionale.
- 113** Both a and b.
- 114** L'enzima A modifica 50000 molecole in 1 secondo, mentre l'enzima B ne modifica 60000. L'enzima B ha pertanto un numero di turnover maggiore.
- 115** L'amilasi pancreatica è misurata in Unità Internazionali per litro; in questo caso l'amilasi trasforma correttamente da 17 a 115 μmol di substrato (amido) in 1 minuto per ogni litro di siero.
- 116** La Lovastatina è un inibitore competitivo e porta a una diminuzione della produzione di colesterolo.
- 117** Oloenzima = apoenzima + cofattore
- 118** I cofattori enzimatici possono essere o ioni metallici oppure piccole molecole organiche non di natura proteica.
- 119** La vitamina C ha azione antiossidante nei confronti dei radicali liberi e delle specie reattive dell'ossigeno.
- 120** Le vitamine del gruppo B
- 121** La riboflavina o vitamina B_2
- 122** Il FAD si riduce aggiungendo due ioni H^+ e 2 elettroni ai due atomi di azoto del gruppo isoallosazinic.
- 123** a) $\text{NAD}^+ + \text{H}^+ \rightarrow \text{NADH}$; b) $\text{FAD}^+ + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{FADH}_2$
- 124** Il NADP^+ presenta un gruppo fosfato in più del NAD^+ ; il primo è coinvolto nel metabolismo di acidi grassi e colesterolo, inoltre si ritrova nei processi riduttivi della fase luce-dipendente della fotosintesi. Il NAD^+ partecipa alle reazioni del metabolismo energetico.
- 125** Gruppo fosfato - zucchero pentoso - base azotata

126 Il nucleoside comprende lo zucchero pentoso e la base azotata; il nucleotide include anche il gruppo fosfato.

127 Attraverso il legame *N*-glicosidico tra il carbonio-1' del pentoso e un atomo di azoto nella base azotata.

128 Il ribonucleotide presenta come zucchero pentoso il ribosio e come basi azotate possibili adenina, guanina, citosina e uracile; il desossiribonucleotide contiene invece il desossiribosio, e la timina in sostituzione della timina.

129 Le basi azotate si classificano in puriniche e pirimidiniche. Le basi puriniche hanno una struttura ad anello esa-atomico derivata dalla purina, mentre le basi pirimidiniche presentano una struttura a doppio anello (esa-atomico e penta-atomico), derivata dalla pirimidina.

130 Il carattere basico dipende dalla presenza degli eteroatomi di azoto, ciascuno con un doppietto elettronico non condiviso che può essere donato a un acido (teoria di Lewis) o in grado di accettare protoni (teoria Bronsted-Lowry).

131 ADP, adenosina difosfato

Il laboratorio delle competenze

142 Gli animali, che devono sostenere nella maggior parte dei casi un movimento attivo nell'ambiente che li circonda, accumulano lipidi come riserva energetica perché a parità di peso liberano più del doppio delle calorie dei carboidrati.

143 Azione denaturante

144 Si tratta di un monosaccaride, aldoso, pentoso, appartenente alla serie D; è isomero del ribosio.

145 a) apolare alifatico; b) carico negativamente; c) polare non carico elettricamente.

146 L'enzima B ha una K_m più elevata; l'enzima A raggiunge prima la saturazione.

147 I grassi idrogenati si ottengono per idrogenazione di oli vegetali insaturi di varia origine, con addizione di idrogeno ai doppi legami in presenza di catalizzatore.

148 Vanno scelti amminoacidi apolari solo per la parte intermedia a contatto con le code idrofobiche, mentre ai lati extracellulari e intracellulari occorrono amminoacidi polari.

149 Sarebbero molecole ramificate, con difficoltà a unirsi in fasci paralleli.

150 A: α -elica; B: legame disolfuro; C: foglietto β ; D: β -turn.

151 Una carenza di niacina, o vitamina PP o B₃.