

Comprende



versione Ebook
e Software di simulazione

Chimica e Biochimica per le Scienze Motorie

Mariarita **Bertoldi**

Rosaria **Arcone**

Stefania **D'Angelo**

Marco **Giorgio**

Fulvio **Magni**

Oriano **Marin**

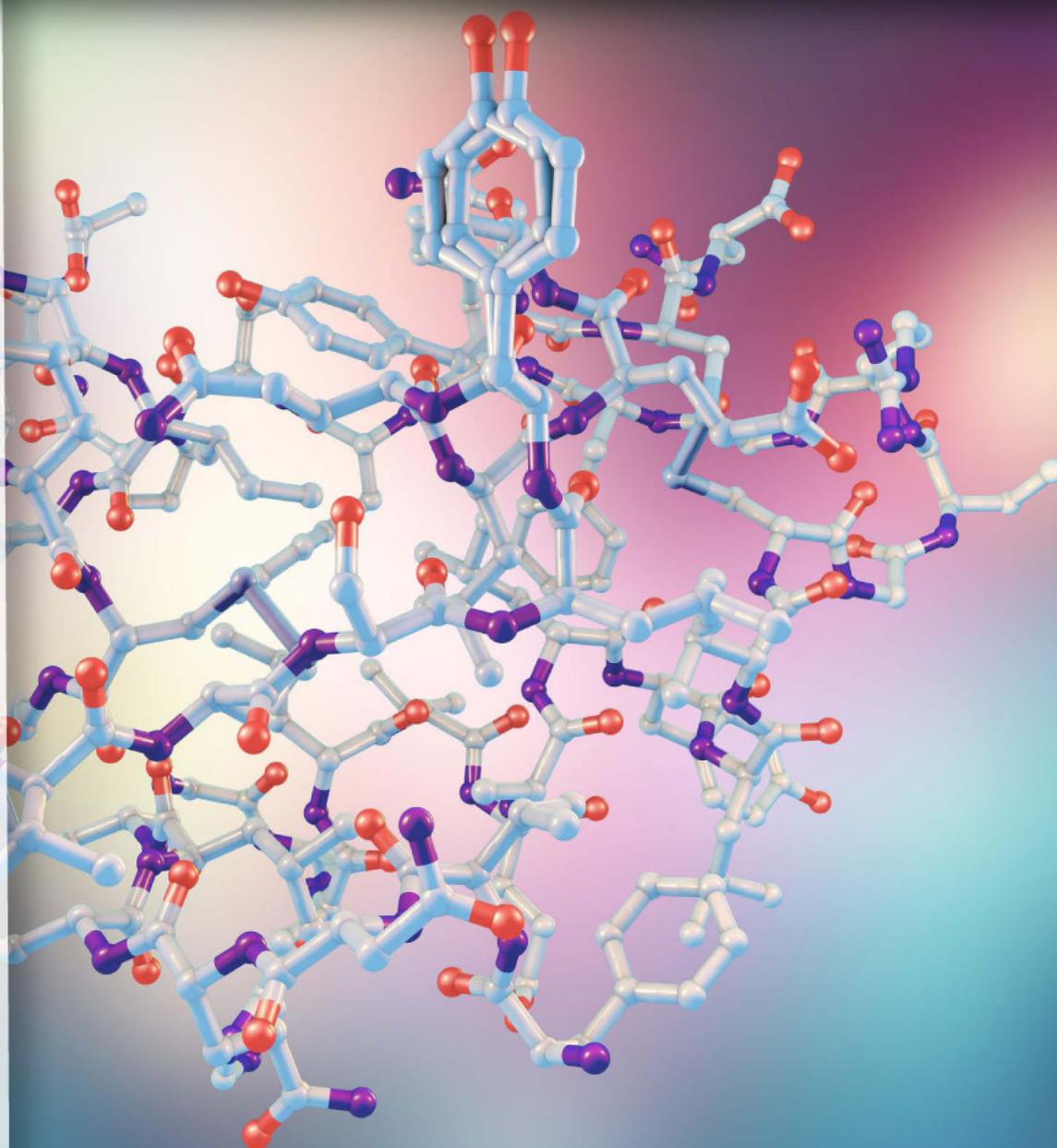
Marirosario **Masullo**

Laura **Mauri**

Paola **Palestini**

Patrizia **Proia**

Laura **Sturla**



Accedi all'ebook e ai contenuti digitali

Espandi le tue risorse

un libro che **non pesa**
e si **adatta** alle dimensioni
del **tuo lettore!**



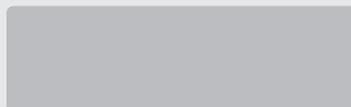
COLLEGATI AL SITO
EDISES.IT

ACCEDI AL
MATERIALE DIDATTICO

SEGUI LE
ISTRUZIONI

Utilizza il codice personale contenuto nel riquadro per registrarti al sito **edises.it** e attiva la tua **area riservata**. Potrai accedere alla **versione digitale** del testo e a ulteriore **materiale didattico**.

Scopri il tuo **codice personale** grattando delicatamente la superficie



Il volume NON può essere venduto, né restituito, se il codice personale risulta visibile.
L'accesso al **materiale didattico** sarà consentito **per 18 mesi**.

Per attivare i **servizi riservati**, collegati al sito **edises.it** e segui queste semplici istruzioni

Se sei registrato al sito

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- inserisci email e password
- inserisci le ultime 4 cifre del codice ISBN, riportato in basso a destra sul retro di copertina
- inserisci il tuo **codice personale** per essere reindirizzato automaticamente all'area riservata

Se non sei già registrato al sito

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- registrati al sito **edises.it**
- attendi l'email di conferma per perfezionare la registrazione
- torna sul sito **edises.it** e segui la procedura già descritta per *utenti registrati*



Ulteriori materiali e strumenti didattici sono accessibili dalla propria **area riservata** secondo la procedura indicata nel frontespizio.

Dalla sezione **materiali e servizi** della tua area riservata potrai accedere a:

- **Ebook**: versione digitale del testo in formato epub, standard dinamico che organizza il flusso di testo in base al dispositivo sul quale viene visualizzato. Fruibile mediante l'applicazione gratuita BookShelf, consente una visualizzazione ottimale su lettori e-reader, tablet, smartphone, iphone, desktop, Android, Apple e Kindle Fire.

- **Software di simulazione**: un vastissimo database di quesiti a risposta multipla per effettuare esercitazioni sull'**intero programma** o su **argomenti specifici**.

L'accesso ai contenuti digitali sarà consentito per **18 mesi**.

Chimica e Biochimica per le Scienze Motorie

ROSARIA ARCONE
MARIARITA BERTOLDI
STEFANIA D'ANGELO
MARCO GIORGIO
FULVIO MAGNI
ORIANO MARIN
MARIOROSARIO MASULLO
LAURA MAURI
PAOLA PALESTINI
PATRIZIA PROIA
LAURA STURLA



R. ARNONE - M. BERTOLDI - S. D'ANGELO - M. GIORGIO - F. MAGNI - O. MARIN - M. MASULLO - L. MAURI -
P. PALESTINI - P. PROIA - L. STURLA
Chimica e Biochimica per le Scienze Motorie
Copyright © 2023 EdiSES Edizioni S.r.l. - Napoli

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
2027 2026 2025 2024 2023

Le cifre sulla destra indicano il numero e l'anno dell'ultima ristampa effettuata

A norma di legge è vietata la riproduzione, anche parziale, del presente volume o di parte di esso con qualsiasi mezzo.

L'Editore

L'Editore ha effettuato quanto in suo potere per richiedere il permesso di riproduzione del materiale di cui non è titolare del copyright e resta comunque a disposizione di tutti gli eventuali aventi diritto.

Fotocomposizione:

V Colore di Francesco Omaggio - Pordenone

Stampato presso:

Print Sprint - Napoli

per conto della

EdiSES Edizioni S.r.l. - Piazza Dante Alighieri, 89 - Napoli

www.edises.it

assistenza.edises.it

ISBN 978 88 3623 166 9

I curatori, l'editore e tutti coloro in qualche modo coinvolti nella preparazione o pubblicazione di quest'opera hanno posto il massimo impegno per garantire che le informazioni ivi contenute siano corrette, compatibilmente con le conoscenze disponibili al momento della stampa; essi, tuttavia, non possono essere ritenuti responsabili dei risultati dell'utilizzo di tali informazioni e restano a disposizione per integrare la citazione delle fonti, qualora incompleta o imprecisa.

Realizzare un libro è un'operazione complessa e, nonostante la cura e l'attenzione poste dagli autori e da tutti gli addetti coinvolti nella lavorazione dei testi, l'esperienza ci insegna che è praticamente impossibile pubblicare un volume privo di imprecisioni. Saremo grati ai lettori che vorranno inviarci le loro segnalazioni e/o suggerimenti migliorativi sulla piattaforma *assistenza.edises.it*

Autori

ROSARIA ARCONE

Università degli Studi di Napoli “Parthenope”

MARIARITA BERTOLDI

Università degli Studi di Verona

STEFANIA D’ANGELO

Università degli Studi di Napoli “Parthenope”

MARCO GIORGIO

Università degli Studi di Padova

FULVIO MAGNI

Università degli Studi di Milano-Bicocca

ORIANO MARIN

Università degli Studi di Padova

MARIOROSARIO MASULLO

Università degli Studi di Napoli “Parthenope”

LAURA MAURI

Università degli Studi di Milano

PAOLA PALESTINI

Università degli Studi di Milano-Bicocca

PATRIZIA PROIA

Università degli Studi di Palermo

LAURA STURLA

Università degli Studi di Genova

Coordinatrice

MARIARITA BERTOLDI

Università degli Studi di Verona

Prefazione

Il testo *Chimica e Biochimica per le Scienze Motorie* nasce dalla volontà di aggiornare il volume *Chimica e Biochimica* del 2015 e orientarlo specificatamente verso gli studenti dei corsi di studio dell'ambito delle Scienze Motorie. Obiettivo è fornire le conoscenze di base di chimica generale, chimica organica e biochimica utili a comprendere i fenomeni biologici dal punto di vista molecolare, come per esempio il metabolismo dei vari nutrienti, e ad affrontare materie che utilizzano tali nozioni, quali la Fisiologia o l'Anatomia. Si è cercato di trattare in modo coordinato gli argomenti di area chimica e biochimica non solo per quelle sedi in cui sono previsti corsi specifici di Chimica e Biochimica, ma anche laddove l'insegnamento di Biochimica è l'unico presente nell'ordinamento didattico e include nozioni fondamentali di chimica.

Il testo è organizzato in tre sezioni: Chimica generale, Chimica organica e Biochimica. Ciascuna sezione è articolata in capitoli e paragrafi corredati da una iconografia semplice e chiara, arricchita di disegni, schemi, formule e tabelle, in modo tale da rendere agevole la lettura e individuare le parti di interesse. Tale struttura è corredata dalla presenza dei box *Approfondimento*, che forniscono informazioni su metodi innovativi, curiosità o aspetti peculiari. Inoltre, nella parte di Chimica generale, i box *Collegamento alla biochimica* vogliono stimolare la curiosità dello studente e renderlo conscio della stretta connessione fra le discipline chimiche. Al fine di rendere il testo snello, alcuni capitoli, specialmente quelli di recupero di nozioni o riguardanti aspetti specifici non strettamente inerenti all'ambito delle Scienze Motorie, sono presenti solo nella versione online del testo e accessibili inquadrando i QR-Code presenti all'interno dei capitoli.

Alla chiusura di ogni capitolo sono presenti degli organizzatori dell'apprendimento, indicati come *Concetti chiave*, che evidenziano i passaggi fondamentali del capitolo e consentono un ripasso rapido delle nozioni basilari. Nel complesso, si è cercato di offrire un volume completo, ma allo stesso tempo maneggevole e scorrevole, dotato di strumenti didattici in grado di rendere più efficace lo studio e più autonomo lo studente nell'acquisizione delle proprie conoscenze.

Mariarita Bertoldi

Indice generale



PARTE 1 CHIMICA GENERALE

Capitolo 1 - Struttura della materia: dal livello macroscopico a quello atomico 3

- 1.1 Materia e chimica
- 1.2 Stati di aggregazione della materia
 - 1.2.1 Stato gassoso
- 1.3 Cambiamenti di stato
- 1.4 Proprietà della materia
- 1.5 Composizione della materia

Concetti chiave

Capitolo 2 - Struttura della materia: atomi, legami, molecole e quantità chimiche 5

- 2.1 Atomo 6
- 2.2 Massa atomica 7
- 2.3 Numero atomico e numero di massa 7
- 2.4 Numero di neutroni 7
- 2.5 Isotopi 8
- 2.6 Modello atomico. Numeri quantici e orbitali 9
- 2.7 Configurazione elettronica 11
- 2.8 Gas nobili 13
- 2.9 Tavola periodica degli elementi 15
- 2.10 Energia di ionizzazione e affinità elettronica 16
- 2.11 Elettronegatività 17
- 2.12 Raggio atomico 18
- 2.13 Molecole 19
- 2.14 Stabilità degli atomi 19
- 2.15 Simboli e formule 19
- 2.16 Rappresentazione della struttura elettronica 20
- 2.17 Formazione degli ioni 20
- 2.18 Raggio ionico 21
- 2.19 Legami intramolecolari 22
 - 2.19.1 Legame ionico 22

2.19.2 Ioni poliatomici 22

2.19.3 Nomenclatura 23

2.19.4 Legame covalente 24

2.20 Legami intermolecolari 29

2.20.1 Forze di van der Waals 30

2.20.2 Legame a ponte di idrogeno 31

2.20.3 Attrazioni ione-dipolo 31

2.21 Forza del legame chimico 32

2.22 Risonanza 33

2.23 Peso molecolare 34

2.23.1 Calcolo del peso molecolare di un composto 34

2.24 Mole 34

Concetti chiave 35

COLLEGAMENTI ALLA BIOCHIMICA

2A ELEMENTI PRESENTI NEL CORPO UMANO 13

2B FRATTURE OSSEE 32

COLLEGAMENTO ALLA CHIMICA ORGANICA

ORBITALI IBRIDI 26

Capitolo 3 - Radioattività 39

3.1 Scoperta della radioattività

3.2 Vari tipi di radiazioni emesse dalle sostanze radioattive

3.3 Reazioni nucleari

3.4 Radioattività naturale e artificiale

3.5 Unità di misura delle radiazioni

3.6 Radioisotopi

3.7 Tempo di dimezzamento

3.8 Uso di radioisotopi in medicina

Concetti chiave

COLLEGAMENTI ALLA BIOCHIMICA

3A DATAZIONE RADIOATTIVA

3B RADIOISOTOPI E MEDICINA NUCLEARE			
Capitolo 4 - Reazioni chimiche, energia ed equilibrio	41		
4.1 Energia	42		
4.2 Conservazione dell'energia e della materia	43		
4.3 Equazioni chimiche	43		
4.4 Reazioni di equilibrio	45		
4.5 Reazioni reversibili e irreversibili	46		
4.6 Energia di attivazione e velocità di una reazione	46		
4.7 Principali fattori che influenzano le reazioni chimiche all'equilibrio	47		
4.7.1 Principio di Le Châtelier	47		
4.7.2 Effetto della concentrazione	47		
4.7.3 Effetto della temperatura	48		
4.7.4 Effetto di un catalizzatore	49		
4.8 Reazioni di ossido-riduzione	50		
4.8.1 Ossidazione	51		
4.8.2 Riduzione	51		
Concetti chiave	53		
COLLEGAMENTI ALLA BIOCHIMICA			
4A DETERIORAMENTO DEI DENTI	49		
4B ANTIBATTERICI	53		
Capitolo 5 - Miscele liquide	55		
5.1 Miscele	56		
5.2 Proprietà generali delle soluzioni	57		
5.3 Struttura dell'acqua	58		
5.4 Tensione superficiale dell'acqua	59		
5.5 Idrolisi	59		
5.6 Solventi diversi dall'acqua	60		
5.7 Fattori che influenzano la solubilità di un soluto	60		
5.7.1 Temperatura	61		
5.7.2 Pressione	61		
5.7.3 Natura del solvente	61		
5.8 Importanza delle soluzioni	61		
5.9 Modi di esprimere la concentrazione delle soluzioni	62		
5.9.1 Percentuale	62		
5.9.2 Parti per milione	62		
5.9.3 Molarità	62		
5.9.4 Milliequivalenti per litro	62		
5.10 Proprietà colligative delle soluzioni	63		
5.10.1 Abbassamento della tensione di vapore del solvente	63		
5.10.2 Effetto del soluto sui punti di ebollizione e di congelamento	63		
5.10.3 Osmosi e pressione osmotica	64		
5.11 Tonicità delle soluzioni	66		
5.11.1 Soluzioni isotoniche	66		
5.11.2 Soluzioni ipotoniche	66		
5.11.3 Soluzioni ipertoniche	67		
5.12 Tipi di soluzioni	68		
5.12.1 Soluzioni diluite e concentrate	68		
5.12.2 Soluzioni sature	68		
5.12.3 Soluzioni non sature	68		
5.13 Conducibilità delle soluzioni	68		
5.14 Sospensioni	69		
5.15 Colloidi	70		
5.15.1 Gel e sol	70		
5.15.2 Dialisi	71		
5.15.3 Emodialisi	71		
5.16 Emulsioni	72		
Concetti chiave	73		
COLLEGAMENTO ALLA BIOCHIMICA			
5A EMODIALISI	71		
Capitolo 6 - Acidi, basi e tamponi	75		
6.1 Acidi	76		
6.1.1 Proprietà degli acidi	78		
6.1.2 Usi degli acidi	79		
6.2 Basi	80		
6.2.1 Proprietà delle basi	81		
6.2.2 Usi delle basi	81		
6.3 Acidi e basi forti e deboli	81		
6.4 Ionizzazione dell'acqua	83		
6.5 pH	84		
6.6 Sali	85		
6.6.1 pH delle soluzioni acquose dei sali	85		
6.6.2 Usi dei sali	86		
6.7 Soluzioni tampone	87		
Concetti chiave	89		

COLLEGAMENTI ALLA BIOCHIMICA

6A ANTIACIDI	87
6B ACIDOSI E ALCALOSI	88



PARTE 2 CHIMICA ORGANICA

Capitolo 7 - Introduzione alla chimica organica 93

7.1 Importanza della chimica organica	94
7.1.1 Confronto tra i composti organici e inorganici	94
7.2 Legami	95
7.3 Formule di struttura	95
7.4 Isomeria	96
7.5 Orientazione tridimensionale dei legami intorno all'atomo di carbonio	98
7.5.1 Ibridazione del carbonio	98
7.6 Capacità di legame del carbonio	100
7.7 Composti del carbonio con altri elementi	101
7.8 Gruppi funzionali e classi di composti organici	101
Concetti chiave	103

Capitolo 8 - Idrocarburi 105

8.1 Alcani	106
8.1.1 Formule di struttura razionali	108
8.1.2 Gruppi alchilici	109
8.2 Alcheni	110
8.3 Alchini	111
8.4 Idrocarburi saturi e insaturi	112
8.4.1 Alcune reazioni degli idrocarburi	112
8.5 Idrocarburi aromatici	113
Concetti chiave	115

Capitolo 9 - Alcoli, tioli ed eteri 117

9.1 Alcoli	118
9.1.1 Classificazione degli alcoli	119
9.1.2 Reazioni degli alcoli	119
9.2 Tioli	120
9.3 Eteri	120
Concetti chiave	121

Capitolo 10 - Altri composti organici 123

10.1 Aldeidi e chetoni	124
10.1.1 Aldeidi	124
10.1.2 Chetoni	124
10.2 Emiacetali ed emichetali	125
10.3 Acidi carbossilici	126
10.4 Esteri	129
10.5 Ammine	130
10.6 Ammidi	133
Concetti chiave	134

COLLEGAMENTI ALLA BIOCHIMICA

10A CORPI CHETONICI E DIABETE	125
10B ANFETAMINE	131
10C ALCALOIDI	132
10D L'ASPARTAME, IL PEPTIDE DOLCE	133



PARTE 3 BIOCHIMICA

Capitolo 11 - Carboidrati 137

11.1 Introduzione	138
11.2 Monosaccaridi o zuccheri semplici	141
11.2.1 Isomeria ottica dei monosaccaridi naturali	143
11.2.2 Ciclizzazione dei monosaccaridi	144
11.2.3 Glucosio	145
11.2.4 Galattosio	147
11.2.5 Fruttosio	148
11.2.6 Amminozuccheri	149
11.3 Reazioni dei monosaccaridi	150
11.3.1 Ossidazione	150
11.3.2 Riduzione	151
11.3.3 Formazione degli esteri fosforici	152
11.4 Disaccaridi	153
11.4.1 Maltosio	154
11.4.2 Cellobiosio	155
11.4.3 Saccarosio	155
11.4.4 Lattosio	155
11.5 Polisaccaridi	155
11.5.1 Amido	156

11.5.2	Cellulosa	157	13.3	Polimerizzazione dei nucleotidi	191
11.5.3	Glicogeno	158	13.4	Cenni sulle funzioni dei nucleotidi	193
11.5.4	Chitina	159	13.5	Struttura degli acidi nucleici	195
11.5.5	Eparina	160	13.5.1	Struttura primaria	195
11.5.6	Destrani e destrine	160	13.5.2	Struttura secondaria del DNA	195
	Concetti chiave	161	13.5.3	Strutture di ordine superiore del DNA	196
	APPROFONDIMENTI			Concetti chiave	197
11A	L'ISOMERIA DELLE MOLECOLE BIOLOGICHE	139	Capitolo 14 - Proteine		199
11B	SOLUZIONI GLUCOSATE	146	14.1	Introduzione	200
11C	L'EMOGLOBINA GLICATA	147	14.2	Dal genoma al proteoma	201
11D	DOSAGGIO DEGLI ZUCCHERI NEI CAMPIONI BIOLOGICI	151	14.3	Amminoacidi	202
11E	LA CATARATTA NEL PAZIENTE DIABETICO	152	14.3.1	Classificazione degli amminoacidi	204
11F	POTERE EDULCORANTE DEGLI ZUCCHERI E DEI LORO SOSTITUTI	154	14.3.2	Alimentazione e amminoacidi	205
	Capitolo 12 - Lipidi	163	14.3.3	Comportamento acido-base degli amminoacidi	206
12.1	Introduzione	164	14.4	Metaboliti derivanti dagli amminoacidi d'interesse in ambito sportivo	206
12.2	Acidi grassi	164	14.5	Legame peptidico	207
12.3	Trigliceridi: grassi e olii	167	14.6	Struttura delle proteine	210
12.3.1	Utilizzo dei grassi nel corpo umano	168	14.6.1	Ripiegamento o "folding" delle proteine	210
12.3.2	Proprietà chimico-fisiche dei trigliceridi	170	14.6.2	Livelli strutturali	211
12.4	Fosfolipidi	172	14.7	Denaturazione delle proteine	218
12.4.1	Fosfogliceridi	172	14.8	Emoglobina e mioglobina	219
12.5	Derivati degli acidi grassi	174	14.8.1	Struttura della mioglobina e dell'emoglobina	219
12.6	Steroidi	176	14.8.2	Legame e rilascio dell'ossigeno	222
12.7	Trasporto dei lipidi nel corpo umano tramite lipoproteine	180	14.8.3	Regolazione dell'affinità dell'emoglobina	223
	Concetti chiave	182	14.8.4	Emoglobine fetali	225
	APPROFONDIMENTI		14.9	Glicoproteine	226
12A	L'ACROLEINA	171	14.10	Lipoproteine plasmatiche	228
12B	STRUTTURA DELLE MEMBRANE CELLULARI	179		Concetti chiave	232
	Capitolo 13 - Nucleotidi e acidi nucleici	185	APPROFONDIMENTO		
13.1	Introduzione	186	14A	PATOLOGIE LEGATE ALL'EMOGLOBINA	226
13.2	Costituenti degli acidi nucleici	187	Capitolo 15 - Enzimi		235
13.2.1	Basi azotate	187	15.1	Introduzione	236
13.2.2	Zuccheri	188	15.2	Struttura degli enzimi	236
13.2.3	Fosfato	189	15.3	Meccanismo di azione degli enzimi	239
			15.3.1	Energia di attivazione	241

15.4 Specificità d'azione degli enzimi	243	16.4 Reazioni di ossido-riduzione, coenzimi e gruppi prostetici	270
15.5 Fattori che influenzano le reazioni catalizzate dagli enzimi	244	16.5 Aspetti generali del metabolismo	272
15.5.1 Effetto della concentrazione del substrato	244	Concetti chiave	273
15.5.2 Effetto della concentrazione dell'enzima	246	Capitolo 17 - Metabolismo dei carboidrati	275
15.5.3 Influenza della concentrazione dei cofattori	246	17.1 Introduzione	276
15.5.4 La temperatura	247	17.2 Glicolisi	277
15.5.5 Il pH	248	17.3 Sintesi e degradazione del glicogeno	279
15.6 Nomenclatura e classificazione	249	17.4 Via dei pentosi fosfato	283
15.7 Impiego diagnostico degli enzimi	250	17.5 Destino del piruvato in aerobiosi: trasformazione in acetil-CoA e ciclo di Krebs	284
15.8 Regolazione dell'attività enzimatica	251	17.6 Catena respiratoria e fosforilazione ossidativa	286
15.8.1 Inibizione enzimatica	251	17.7 Gluconeogenesi	289
15.8.2 Regolazione allosterica	255	17.8 Interconversione degli esosi	291
15.8.3 Controllo a feedback negativo	257	17.9 Regolazione ormonale del metabolismo glucidico	291
15.8.4 Regolazione covalente	258	17.9.1 Insulina	292
15.8.5 Regolazione mediante proteolisi	259	17.9.2 Glucagone	292
15.8.6 Compartimentazione degli enzimi	260	17.9.3 Epinefrina	293
Concetti chiave	260	Concetti chiave	293
APPROFONDIMENTI		Capitolo 18 - Metabolismo dei lipidi	295
15A L'ENZIMA ALCOL DEIDROGENASI E L'INTOSSICAZIONE DA METANOLO	252	18.1 Introduzione	296
15B LA TERAPIA MEDICA PER IL TRATTAMENTO DELL'INFEZIONE DA HIV	254	18.2 Idrolisi dei trigliceridi e β -ossidazione degli acidi grassi	296
15C LE PENICILLINE E IL LORO MECCANISMO D'AZIONE	254	18.3 Chetogenesi	301
Capitolo 16 - Bioenergetica e metabolismo	263	18.4 Immagazzinamento dei lipidi	302
16.1 Introduzione	264	18.5 Lipogenesi	303
16.2 Bioenergetica	264	18.6 Sintesi dei trigliceridi e dei fosfolipidi	305
16.2.1 Processi vitali ed energia	264	Concetti chiave	306
16.2.2 Bioenergetica	264	Capitolo 19 - Metabolismo delle proteine e degli acidi nucleici	309
16.2.3 Reazioni esoergoniche ed endoergoniche	265	19.1 Ruolo degli amminoacidi nel metabolismo azotato	310
16.2.4 Reazioni all'equilibrio	266	19.2 Catabolismo degli amminoacidi	312
16.3 ATP e rilascio di energia libera	267	19.2.1 Trasferimento dei gruppi α -amminici ad α -chetoacidi: le transamminasi	312
16.3.1 ATP, composti fosforilati e trasferimenti di gruppi fosfato	269	19.3 Trasporto dei gruppi α -amminici al fegato nel circolo ematico	315

19.3.1	Muscolo scheletrico–fegato: ciclo glucosio-alanina	315	21.2.1	Organizzazione del sistema contrattile	328
19.3.2	Trasporto dello ione ammonio dagli altri tessuti extra-epatici al fegato	316	21.2.2	Meccanismo della contrazione	332
19.4	Deaminazione ossidativa del glutammato	316	21.2.3	Tipi di fibre muscolari scheletriche	338
19.5	Ciclo dell'urea	317	21.2.4	Substrati energetici utilizzati dal muscolo scheletrico	341
19.6	Destino dello scheletro carbonioso	318	21.2.5	Modifiche biochimiche nell'allenamento aerobico	347
19.7	Metabolismo degli acidi nucleici	319	21.3	Muscolo cardiaco (miocardio)	349
19.7.1	Come vengono degradate le purine?	319	21.3.1	Organizzazione del sistema contrattile e del sarcomero	352
19.7.2	Le principali vie del catabolismo delle purine	320	21.3.2	Meccanismo della contrazione	353
19.7.3	Il ciclo dei nucleosidi delle purine nel muscolo scheletrico	320	21.3.3	Substrati utilizzati dal miocardio	353
19.7.4	Come vengono degradate le pirimidine?	320	21.3.4	Modificazioni metaboliche nell'anossia e nell'ischemia	355
Concetti chiave		322	21.4	Muscolo liscio	357
APPROFONDIMENTI			21.4.1	Cellula muscolare liscia	358
19A	BILANCIO AZOTATO	311	21.4.2	Meccanismo di contrazione	360
19B	LA GOTTA	321	Concetti chiave		362
Capitolo 20 - Biochimica del tessuto nervoso		323	Capitolo 22 - Biochimica della nutrizione: alimentazione, salute ed attività fisica		365
20.1	Concetti generali		22.1	Concetti generali	366
20.2	Molecole fondamentali e metabolismo del sistema nervoso		22.2	Omeostasi del peso corporeo	366
20.3	Substrati energetici		22.3	Fabbisogno energetico e valore energetico dei nutrienti	368
20.4	Interazioni neurone-neurone: neurotrasmissione		22.4	Digestione e assorbimento dei nutrienti	370
20.4.1	Sintesi dei neurotrasmettitori		22.5	Macronutrienti	374
20.4.2	Immagazzinamento del neurotrasmettitore		22.5.1	Acqua	375
20.4.3	Rilascio del neurotrasmettitore		22.5.2	Proteine	375
20.4.4	Legame del neurotrasmettitore al recettore		22.5.3	Glucidi	377
20.4.5	Terminazione del segnale		22.5.4	Lipidi	378
20.5	La placca neuromuscolare		22.5.5	Basi azotate	379
Concetti chiave			22.5.6	Etanolo	380
Capitolo 21 - Biochimica dei sistemi contrattili		325	22.6	Alimenti, loro funzione e classificazione	380
21.1	Concetti generali	326	22.6.1	Alimenti del I gruppo: latte e derivati	382
21.2	Muscolo scheletrico	327	22.6.2	Alimenti del II gruppo: carne, pesce, uova, legumi	382
			22.6.3	Alimenti del III gruppo: cereali e loro derivati, patate	383

22.6.4 Alimenti del IV gruppo: grassi da condimento	384	Capitolo 23 - Micronutrienti	403
22.6.5 Alimenti del V gruppo: ortaggi e frutta	385	23.1 Concetti generali	404
22.6.6 Bevande alcoliche	386	23.2 Vitamine	404
22.7 Dieta e salute	387	23.2.1 Vitamine liposolubili	405
22.7.1 Dieta iperproteica	388	23.2.2 Vitamine idrosolubili	413
22.7.2 Diete vegetariane	390	23.3 Fattori vitamino-simili	424
22.7.3 Dieta mediterranea	391	23.3.1 Colina	424
22.7.4 Dieta chetogenica	393	23.3.2 Inositolo	425
22.8 Microbiota	395	23.3.3 Carnitina	425
22.9 Nutrigenomica	397	23.3.4 Acido lipoico	426
22.10 Alimentazione ed attività fisica	397	23.4 Componenti minerali	426
Concetti chiave	400	23.4.1 Macroelementi	426
APPROFONDIMENTI		23.4.2 Microelementi	428
22A IL PARADOSSO FRANCESE	387	23.4.3 Elementi in ultratracce	432
22B NUTRACEUTICI	393	Concetti chiave	432
		Indice analitico	I-1



Capitolo 10

Altri composti organici

- 10.1 Aldeidi e chetoni
- 10.2 Emiacetali ed emichetali
- 10.3 Acidi carbossilici
- 10.4 Esteri
- 10.5 Ammine
- 10.6 Ammidi

10.1 Aldeidi e chetoni

Gruppo carbonilico

Aldeidi e chetoni sono accomunati dalla presenza del **gruppo carbonilico**, caratterizzato da un legame doppio tra carbonio e ossigeno. Il carbonio è ibridato sp^2 e forma quindi angoli di legame di circa 120° :

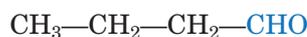


La grande differenza di elettronegatività tra i due atomi rende il legame tra carbonio e ossigeno molto polarizzato. Inoltre, l'elevata densità elettronica dovuta al legame π rende molto reattivo il gruppo carbonilico nei riguardi delle reazioni di addizione.

10.1.1 Aldeidi

Le **aldeidi** possiedono il gruppo funzionale —CHO , in cui una delle due valenze del gruppo carbonilico è saturata con un atomo di idrogeno. La formula generale delle aldeidi è quindi **RCHO**; essa indica che un radicale qualsiasi, indicato con R, è legato al gruppo —CHO ; il carbonio carbonilico del gruppo aldeidico rappresenta il numero uno della catena quando bisogna assegnare la posizione di eventuali sostituenti presenti nel gruppo R.

Il nome ufficiale di questi composti si ottiene identificando la catena di atomi di carbonio più lunga che contiene ad una delle estremità il gruppo funzionale —CHO e sostituendo la lettera finale *-o* dell'alcano corrispondente con la desinenza *-ale*. Quindi, la seguente aldeide, che contiene quattro atomi di carbonio, viene chiamata butanale (aldeide butirrica è il suo nome comune):



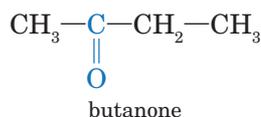
La gliceraldeide, un composto bifunzionale a tre atomi di carbonio che contiene due gruppi alcolici, oltre al gruppo aldeidico, è un intermedio del metabolismo dei carboidrati.

Le aldeidi possono essere ossidate ad acidi carbossilici o ridotte ad alcoli primari in diverse reazioni che rivestono un ruolo importante nella bioenergetica delle biomolecole.

10.1.2 Chetoni

I **chetoni** hanno formula generale **RCOR**, in cui almeno due gruppi alchilici o arilici sono legati al gruppo carbonilico. A differenza delle aldeidi, nei chetoni il carbonio carbonilico può trovarsi anche in mezzo alla catena di atomi di carbonio.

Secondo la nomenclatura ufficiale, il nome dei chetoni prende la desinenza *-one*. Si identifica l'alcano più lungo che contiene il carbonio del gruppo carbonilico e si sostituisce la desinenza *-o* con *-one*. Quindi, il chetone con quattro atomi di carbonio si chiama butanone:

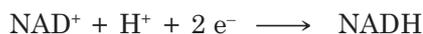


Nel sistema comune, invece, vengono prima identificati i due gruppi alchilici legati al gruppo carbonilico e si aggiunge la parola chetone subito dopo di essi. Quindi, il nome del butanone è metil-etil-chetone, perché al gruppo carbonilico sono legati un gruppo metilico e un gruppo etilico.

Il diidrossiacetone, un composto bifunzionale a tre atomi di carbonio che contiene due gruppi alcolici, oltre al gruppo chetonico, è un intermedio del metabolismo dei carboidrati.

I chetoni possono essere ridotti a gruppi alcolici secondari in diverse reazioni a carico di biomolecole.

Le reazioni di ossidazione/riduzione che avvengono nel metabolismo che coinvolgono i composti con gruppi carbonilici sono sempre accoppiate a quelle di altre molecole che sono chiamate **coenzimi** (si veda il Cap. 15). Uno di questi, il nicotinammide adenina dinucleotide (NAD^+), agisce da agente ossidante e viene ridotto in seguito alla reazione:



Coenzimi

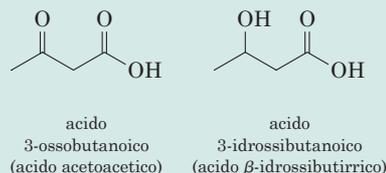
COLLEGAMENTO ALLA BIOCHIMICA 10A

CORPI CHETONICI E DIABETE

L'acido 3-ossobutanoico (acido acetoacetico) e il suo prodotto di riduzione, l'acido 3-idrossibutanoico (un idrossiacido), sono sintetizzati nel fegato dall'acetil-CoA, un prodotto del metabolismo degli acidi grassi e di alcuni amminoacidi.

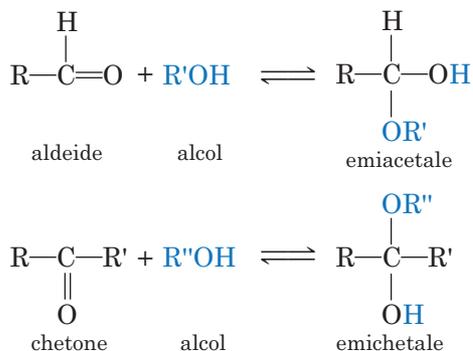
L'acido 3-ossobutanoico e l'acido 3-idrossibutanoico sono conosciuti come corpi chetonici.

La concentrazione dei corpi chetonici nel sangue delle persone sane e ben nutrite è approssimativamente 0,01 mM. Tuttavia, nelle persone che soffrono di inedia o di diabete mellito, la concentrazione dei corpi chetonici può aumentare anche di 500 volte rispetto ai valori normali. In queste condizioni, la concentrazione di acido acetoacetico aumenta fino a quando non avviene spontaneamente la decarbossilazione per formare acetone e diossido di carbonio. L'acetone non viene metabolizzato dagli esseri umani ed è escreto attraverso i reni e i polmoni. L'odore dell'acetone è responsabile del caratteristico "odore dolce" dell'alito dei pazienti diabetici gravi.



10.2 Emiacetali ed emichetali

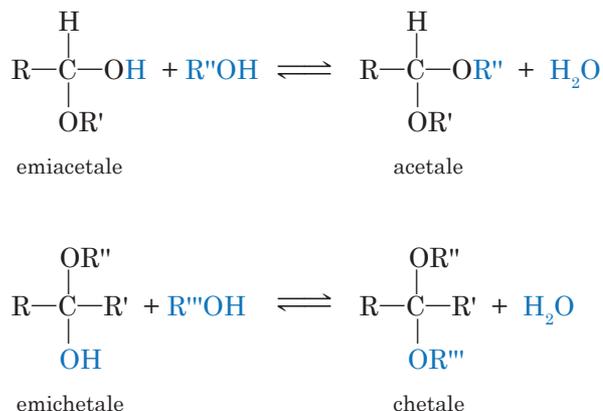
La reazione di addizione tra le aldeidi o i chetoni e un alcol produce dei composti chiamati, rispettivamente, **emiacetali** ed **emichetali**:



Acetali e chetali

Questi composti sono importanti, poiché sono alla base della struttura ciclica dei monosaccaridi (si veda il Cap. 11).

Se gli emiacetali o gli emichetali reagiscono con una seconda molecola di alcol, si formano, rispettivamente, gli **acetali** e i **chetali**. Questi composti sono importanti per capire la struttura dei disaccaridi e dei polisaccaridi (si veda il Cap. 11):



10.3 Acidi carbossilici

Gruppo carbossilico

La formula generale di un acido carbossilico è **RCOOH**. Tutti gli acidi organici contengono almeno un gruppo **—COOH**. Questo gruppo funzionale viene chiamato **gruppo carbossilico**; esso, in soluzione acquosa, libera ioni H^+ e, per questo motivo, i composti che lo contengono vengono chiamati acidi (si veda il Cap. 6).

La nomenclatura ufficiale per gli acidi carbossilici prevede l'aggiunta del suffisso **-oico** al nome dell'alcano corrispondente alla catena idrocarburica più lunga che contiene il gruppo funzionale acido. Si fa precedere a questo il nome *acido*:



La formula (10.1), ad esempio, identifica l'acido etanoico. Il nome comune degli acidi viene derivato dal nome delle aldeidi corrispondenti dalle quali essi possono essere preparati per ossidazione. La struttura (10.1) si può considerare derivata dall'acetaldeide e quindi sarà identificata come acido acetico.

Acidi bicarbossilici e tricarbossilici

Gli acidi organici che contengono due gruppi carbossilici vengono chiamati **acidi bicarbossilici**. Quelli che ne contengono tre vengono invece chiamati **acidi tricarbossilici**. Nella Tabella 10.1 vengono riportati i nomi e le strutture di alcuni acidi bicarbossilici importanti dal punto di vista biologico.

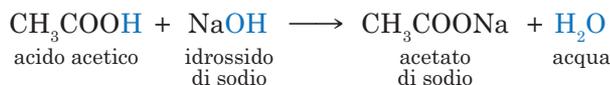
TABELLA 10.1 Acidi bicarbossilici più comuni

Struttura	Nome comune	Nome ufficiale
$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	Acido ossalico	Acido etandioico
$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	Acido malonico	Acido propandioico
$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	Acido succinico	Acido butandioico

Gli acidi carbossilici sono acidi deboli (si veda il Cap. 6) e liberano ioni H_3O^+ in soluzione acquosa:



Essi reagiscono con le basi per formare i corrispondenti sali (carbossilati) e acqua. In generale, tale reazione può essere così schematizzata:

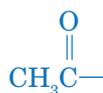


Essi reagiscono anche con gli alcoli per formare un'altra classe di composti, chiamati esteri, che verranno descritti più avanti in questo capitolo.

Gli acidi carbossilici che contengono un numero di atomi di carbonio relativamente basso sono solubili in acqua. La loro solubilità diminuisce all'aumentare del numero di atomi di carbonio presenti nella catena, come nel caso degli acidi grassi (si veda il Cap. 12).

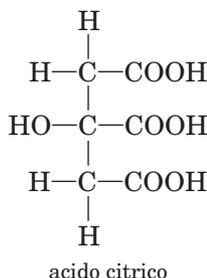
L'**acido acetico** (CH_3COOH) è uno dei componenti dell'aceto di vino, nel quale è contenuto in soluzione al 4-5%, e può essere preparato per ossidazione dell'alcol etilico. Il **gruppo acetilico**, indicato come:

Gruppo acetilico



deriva dall'acido acetico e riveste un ruolo molto importante in numerose reazioni metaboliche.

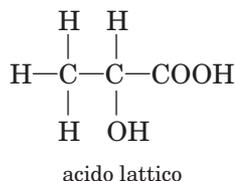
L'**acido citrico** (si veda il Cap. 17) è un idrossiacido tricarbossilico ed è un importante intermedio metabolico coinvolto nel ciclo di Krebs (si veda il Cap. 17):



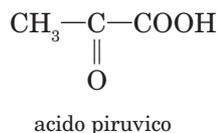
Idrossiacido

Come indicato dalla formula di struttura, oltre ad essere un acido tricarbossilico, esso contiene anche un gruppo ossidrilico ($-\text{OH}$) e, quindi, viene indicato come un **idrossiacido**. Il citrato di magnesio, un suo sale, viene utilizzato come purgante. Il citrato di sodio, invece, viene usato come anticoagulante, perché rimuove gli ioni calcio presenti nel sangue necessari per il processo di coagulazione.

L'**acido lattico** è un idrossiacido monocarbossilico e viene prodotto nell'organismo umano ogni volta che si ha una produzione anaerobica di energia (si veda il Cap. 17):

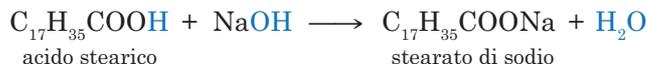


L'**acido piruvico**, che si forma durante l'ossidazione anaerobica del glucosio (si veda il Cap. 17), è un chetoacido e rappresenta una forma ossidata dell'acido lattico:



Nei muscoli, l'acido piruvico viene ridotto ad acido lattico in condizioni di ipossia, mentre in tutti i tessuti esso viene convertito in acetil-coenzima A in presenza di ossigeno, che entra poi nel **ciclo di Krebs** (si veda il Cap. 17).

L'**acido stearico** è un solido oleoso insolubile in acqua; è un esempio di acido grasso (si veda il Cap. 12). La sua formula è $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$. Il suo sale sodico, lo stearato di sodio, costituisce uno dei componenti dei **saponi**:

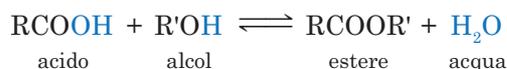


10.4 Esteri

Gli **esteri** hanno la seguente formula generale:

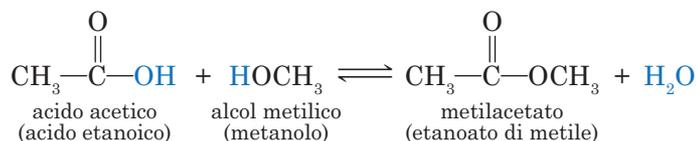


Essi possono essere prodotti per reazione di sostituzione tra un alcol e un acido carbossilico, che può essere così schematizzata (R e R' possono essere due gruppi alchilici identici o differenti):



Si noti che questa è una reazione di equilibrio e, quindi, avviene anche la reazione inversa. Quest'ultima è una reazione di idrolisi che produce un acido carbossilico e un alcol.

Un esempio di reazione di **esterificazione** è il seguente, dove l'estere prodotto viene chiamato acetato di metile (nome comune) o etanoato di metile (nome ufficiale):



Esterificazione

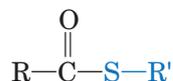
Un esempio di reazione di **idrolisi di un estere** è quella che avviene nell'organismo umano quando i grassi e gli oli vengono digeriti:



Idrolisi di un estere

Questo tipo di reazione verrà discusso nel Capitolo 12. Alcuni esterri, reagendo con NaOH, danno luogo al processo di saponificazione (si veda il Cap. 12).

I **tioesteri** hanno la seguente formula generale:

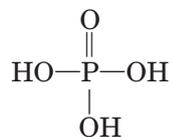


Tioesteri

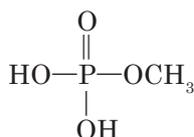
dove il prefisso *tio-* indica la presenza di un atomo di zolfo al posto dell'atomo di ossigeno legato al gruppo carbonilico. Molti tioesteri si trovano nei sistemi biologici; tra di essi ricordiamo l'acetil-coenzima A, che viene abbreviato come acetil-CoA, e gli acil-CoA. Essi sono composti chiave nelle reazioni metaboliche dell'organismo umano, essendo coinvolti nel metabolismo dei grassi (si veda il Cap. 18), nella chetogenesi (si veda il Cap. 18) e nel metabolismo degli amminoacidi.

Esteri fosforici

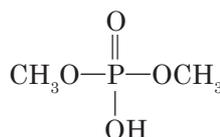
Quando un composto organico contenente un gruppo —OH reagisce con l'acido fosforico (H_3PO_4), si formano gli **esteri fosforici**. L'acido fosforico è un acido triprotico:



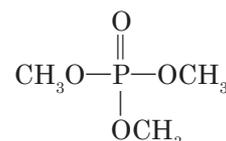
e quindi può formare vari esteri fosforici:



metildiidrogenofosfato



dimetilidrogenofosfato



trimetilfosfato

Tali reazioni rivestono un ruolo importante nella bioenergetica; ad esempio, prima che gli zuccheri possano essere catabolizzati, devono essere trasformati in esteri fosforici (si veda il Cap. 17). Inoltre, sono presenti anche nelle seguenti biomolecole:

1. adenosina trifosfato (ATP), adenosina difosfato (ADP) e adenosina monofosfato (AMP), i composti più utilizzati nel trasferimento di energia durante il metabolismo;
2. adenosina monofosfato ciclico (cAMP), un importante messaggero chimico intracellulare che regola diverse attività di biosegnalazione;
3. acido deossiribonucleico (DNA) e acido ribonucleico (RNA), il materiale ereditario delle cellule;
4. fosfolipidi, che si trovano nelle membrane cellulari e nei tessuti;
5. enzimi, come modifica post-traduzionale coinvolta nei meccanismi di regolazione (es. glicogeno fosforilasi e glicogeno sintasi).

10.5 Ammine

Le **ammine** sono composti organici che possono essere considerati derivati dall'ammoniaca, per sostituzione dei suoi idrogeni con radicali alchilici o arilici. Ci sono tre classi di ammine: primarie, secondarie e terziarie. In questo caso, i termini primaria, secondaria e terziaria si riferiscono direttamente al numero di atomi di idrogeno dell'ammoniaca sostituiti con gruppi alchilici o arilici. Questi stessi termini negli alcoli si riferiscono al numero di atomi di carbonio legati al carbonio che lega il gruppo —OH .

Le **ammine primarie** sono quelle in cui un atomo di idrogeno dell'ammoniaca (NH_3) è stato sostituito con un gruppo alchilico o arilico. Esse hanno la formula generale RNH_2 .

Le **ammine secondarie** sono quelle in cui due atomi di idrogeno dell'ammoniaca sono stati sostituiti con gruppi alchilici o arilici. Esse hanno la formula generale R_2NH .

Le **ammine terziarie** sono quelle in cui tutti gli atomi di idrogeno dell'ammoniaca sono stati sostituiti con gruppi alchilici o arilici. Esse hanno la formula generale R_3N .

La nomenclatura comune delle ammine viene effettuata facendo seguire il suffisso **-ammina** al nome dei gruppi alchilici legati all'azoto. Se ci sono due o tre gruppi identici, si usano i prefissi di- e tri- prima del nome del gruppo alchilico; alcuni esempi sono riportati nella Tabella 10.2. Questo sistema viene utilizzato solo per ammine relativamente semplici. Per composti più complessi, il prefisso *ammino-* denota la presenza di un gruppo $-NH_2$ nella molecola.

TABELLA 10.2 Ammoniaca e ammine semplici

Nome	Formula	Esempio
Ammoniaca	NH_3 o $H-N-H$ H	
Ammina primaria	RNH_2	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C-N \\ & \\ H & H \end{array}$ o CH_3NH_2 (metilammina)
Ammina secondaria	R_2NH	$\begin{array}{c} H & & H \\ & & \\ H-C-N-C-H \\ & & \\ H & H & H \end{array}$ o $(CH_3)_2NH$ (dimetilammina)
Ammina terziaria	R_3N	$\begin{array}{c} H & & & H \\ & & & \\ H-C-N-C-H \\ & & \\ H & H-C-H & H \\ & \\ & H \end{array}$ o $(CH_3)_3N$ (trimetilammina)

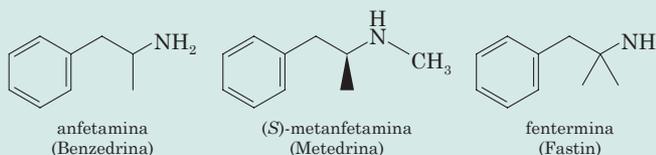
COLLEGAMENTO ALLA BIOCHIMICA 10B ANFETAMINE

Anfetamina, metanfetamina e fentermina, tutte ammine sintetiche, sono potenti stimolanti del sistema nervoso centrale. Come la maggior parte delle altre ammine, sono prodotte e commercializzate sotto forma di sali. Il sale dell'anfetamina con acido solforico è venduto con il nome Benzadrina, mentre i nomi commerciali dei sali con acido cloridrico dell'enantiomero *S* della metanfetamina e della fentermina sono Metedrina e Fastin.

Queste tre ammine hanno un effetto fisiologico simile e ci si riferisce ad esse genericamente come **anfetamine**. Dal punto di vista della struttura molecolare, hanno in comune un anello benzenico con una catena laterale di tre atomi di carbonio e un azoto amminico sul secondo carbonio della catena laterale. Fisiologicamente, riducono la percezione della fatica e della fame, aumentando i livelli di glucosio nel sangue. A causa di queste proprietà, le anfetamine sono ampiamente utilizzate per contrastare lievi depressioni, ridurre l'iperattività nei bambini e reprimere l'appetito nelle persone che seguono diete. Questi farmaci sono anche utilizzati illegalmente per ridurre la fatica e far passare i malumori negli sportivi (agenti dopanti).

L'abuso di anfetamine può avere effetti gravi sul corpo e sulla mente. Esse danno assuefazione e, concentrate nel sistema nervoso centrale, possono causare insonnia, perdita di peso e paranoia.

L'azione delle anfetamine è simile a quella dell'epinefrina.



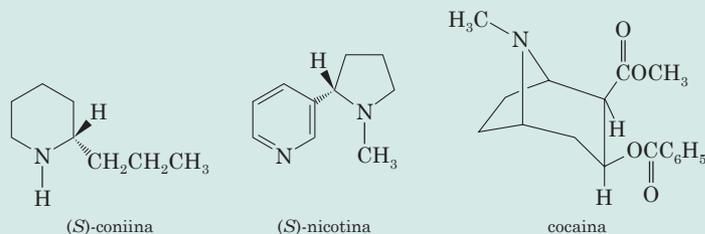
COLLEGAMENTO ALLA BIOCHIMICA 10C ALCALOIDI

Gli **alcaloidi** sono composti organici di origine vegetale contenenti atomi di azoto che impartiscono a queste molecole un carattere basico; sono presenti nelle radici, nella corteccia, nelle foglie, nelle bacche o nei frutti delle piante. In quasi tutti gli alcaloidi, l'atomo di azoto è parte di un anello. Il nome "alcaloide" fu scelto poiché questi composti sono simili agli alcali (*alcali* è un termine più antico per indicare le sostanze basiche) e reagiscono con acidi forti per dare sali solubili in acqua. Migliaia di alcaloidi differenti, molti dei quali sono usati nella medicina moderna, vengono estratti dalle piante e mostrano un evidente effetto fisiologico sull'uomo e sugli animali. Qualsiasi sia il loro effetto a basso dosaggio, gli alcaloidi sono in genere tossici a dosi più elevate, ma alcuni hanno effetti tossici anche a dosi molto ridotte.

La (S)-coniina è il principio tossico presente nella cicuta d'acqua (un membro della famiglia delle ombrellifere, che comprende, tra le piante erbacee, le carote). La sua ingestione può causare debolezza, difficoltà nella respirazione, paralisi e morte. È stata la sostanza tossica presente nella "cicuta velenosa" ad uccidere Socrate. La cicuta d'acqua è facilmente confusa con la carota selvatica, un errore che ha ucciso un gran numero di persone.

La (S)-nicotina si trova nella pianta di tabacco. In piccole dosi, è uno stimolante che dà assuefazione. In dosi più elevate, questa sostanza causa depressione, nausea e vomito. In dosi ancora maggiori, è un veleno mortale. Soluzioni acquose di nicotina sono usate come insetticidi.

La cocaina è uno stimolante del sistema nervoso centrale ottenuto dalle foglie della pianta di coca. In piccole dosi, fa diminuire la fatica e dà un senso di benessere. Un prolungato uso di cocaina determina dipendenza fisica e depressione.



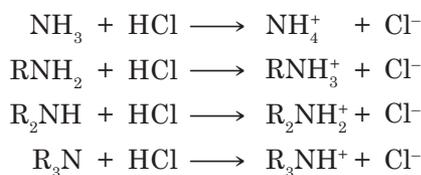
Piante di tabacco.

Inga Spencer/Visuals Unlimited

Sali di ammonio

Quando le ammine reagiscono con un acido, per esempio l'acido cloridrico, si formano i loro sali ammonici, mostrando così il loro comportamento basico. I **sali di ammonio** che si formano in seguito alla reazione con acido cloridrico vengono frequentemente denominati mettendo il nome cloruro prima del nome dell'ammina. Alcuni esempi sono il cloruro di tiamina (la vitamina B₁) e il cloruro di procaina (novocaina, un anestetico locale). Come farmaci vengono utilizzati i cloruri anziché le ammine, perché essi sono più solubili in acqua, ma anche perché, in forma non ionizzata, le ammine presentano un elevato grado di tossicità.

In generale, le ammine sono composti basici, infatti reagiscono con gli acidi per formare i sali, dimostrando la loro capacità di accettare protoni (H⁺) (si veda il Par. 6.2). Si confrontino le seguenti reazioni tra ammine e acido cloridrico con quelle di una base inorganica con un acido per la formazione di sali:

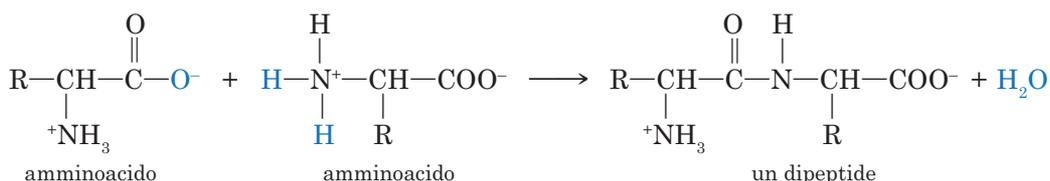


10.6 Ammidi

Le **ammidi** contengono un legame covalente tra un gruppo carbonilico (—C=O) e un gruppo amminico (—NH_2), chiamato **legame ammidico**.

Le ammidi sono composti neutri, a differenza delle ammine, che sono invece basiche. Per idrolisi acida producono gli acidi carbossilici, mentre per idrolisi basica producono i sali degli acidi carbossilici.

Se due amminoacidi si combinano attraverso un legame tra il gruppo carbossilico di uno e il gruppo amminico dell'altro, avviene la seguente reazione:



Legame ammidico

Questi due amminoacidi sono tenuti insieme da un **legame peptidico**, un tipo particolare di legame ammidico. I composti che presentano questo tipo di legame verranno trattati nel Capitolo 14.

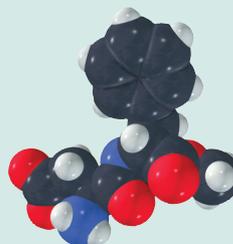
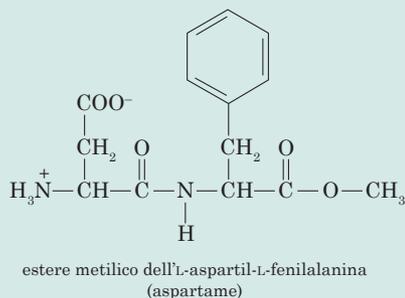
Legame peptidico

COLLEGAMENTO ALLA BIOCHIMICA 10D

L'ASPARTAME, IL PEPTIDE DOLCE

Il dipeptide L-aspartil-L-fenilalanina è di notevole importanza commerciale. Il residuo di aspartato ha un gruppo $\alpha\text{-NH}_3^+$ libero, l'*N*-terminale della molecola, e il residuo di fenilalanina ha un gruppo $\alpha\text{-COO}^-$ libero, il *C*-terminale della molecola. Questo dipeptide è circa 200 volte più dolce dello zucchero. Un estere metilico derivato da questo dipeptide ha ancora maggiore importanza commerciale. Questo derivato ha un gruppo metilico all'estremità *C*-terminale legato con legame estereo al gruppo carbossilico. Il derivato metilico è detto *aspartame* ed è commercializzato come sostituto dello zucchero.

L'uso di questo dolcificante è stato approvato dalla US Food and Drug Administration nel 1981, dopo numerosi test, anche se ci sono ancora notevoli controversie circa la sua sicurezza. Le bevande ipocaloriche analcoliche dolcificate con aspartame portano etichette di avvertimento sulla presenza di fenilalanina. Questa informazione è di vitale importanza per le persone affette da fenilchetonuria, una malattia genetica del metabolismo della fenilalanina. Si noti che entrambi gli amminoacidi hanno la configurazione L. Se uno dei due amminoacidi o entrambi vengono sostituiti da un amminoacido D, il derivato risultante è amaro anziché dolce.



CONCETTI CHIAVE

- Le aldeidi possono essere ossidate ad acidi carbossilici o ridotte ad alcoli primari.
- L'ossidazione di un alcol secondario porta alla formazione di un chetone. I chetoni sono caratterizzati dalla presenza del gruppo carbonilico e hanno formula generale $RCOR'$.
- La formula generale di un acido carbossilico è $RCOOH$. Il gruppo $-COOH$ in soluzione rilascia ioni H^+ e, quindi, ha un comportamento acido. Gli acidi carbossilici reagiscono con le basi per formare i sali organici (carbossilati).
- Quando un acido carbossilico reagisce con un alcol, si produce un composto chiamato estere, che ha la formula generale $RCOOR'$. Nella nomenclatura degli esteri si tiene conto sia dell'alcol sia dell'acido che ipoteticamente hanno reagito per formarlo.
- Le ammine sono composti organici nei quali un gruppo alchilico ha sostituito uno o più atomi di idrogeno dell'ammoniaca. Le ammine sono composti basici che formano facilmente sali.
- Le ammidi si ottengono per reazione tra un acido carbossilico e l'ammoniaca o un'ammina.
- Gli amminoacidi nelle proteine sono tenuti insieme da un legame ammidico particolare: il legame peptidico.



Chimica e Biochimica per le Scienze Motorie

Accedi all'ebook e ai contenuti digitali > Espandi le tue risorse > con un libro che **non pesa** e si **adatta** alle dimensioni del tuo **lettore**



All'interno del volume il **codice personale** e le istruzioni per accedere alla versione **ebook** del testo e agli ulteriori servizi.
L'accesso alle risorse digitali è **gratuito** ma limitato a **18 mesi dalla attivazione del servizio**.

