

Indice generale

1 I principi della vita

Concetto 1.1 Gli organismi viventi condividono aspetti comuni rispetto alla struttura, alla funzione e al flusso di energia

- La vita come noi la conosciamo ha avuto un'unica origine 2
 La vita ha avuto origine da molecole primordiali attraverso un'evoluzione chimica 3
 La struttura cellulare si è evoluta nel progenitore ancestrale comune di tutti i viventi 3
 La fotosintesi permise agli esseri viventi di catturare l'energia del Sole 3
 Le cellule eucariotiche si sono evolute dalle cellule procariotiche 4
 La pluricellularità ha permesso la specializzazione dei tessuti e delle funzioni 4
 I biologi hanno ricostruito l'albero genealogico della vita 5
 Le scoperte della Biologia possono essere generalizzate 6

Concetto 1.2 I sistemi genetici controllano il flusso, lo scambio, il deposito e l'uso dell'informazione

- Il genoma codifica le proteine che governano la struttura di un organismo 6
 I genomi ci forniscono indicazioni su tutti gli aspetti della biologia di un organismo 7

Concetto 1.3 Gli organismi interagiscono con il proprio ambiente e al tempo stesso lo influenzano

- Gli organismi usano i nutrienti per ottenere energia e costruire nuove strutture 8
 Gli organismi regolano il proprio ambiente interno 8
 Gli organismi interagiscono fra loro 9

Concetto 1.4 Il processo dell'evoluzione spiega sia l'unitarietà sia la diversità delle forme viventi

- La selezione naturale è un meccanismo importante dell'evoluzione 10
 L'evoluzione è un dato di fatto e si può inquadrare in una teoria più vasta 10

Concetto 1.5 La Biologia si basa su osservazioni quantificabili e su esperimenti ripetibili

- Osservare e quantificare sono fasi importanti della ricerca biologica 12
 I metodi scientifici combinano osservazione, sperimentazione e logica 12
 Il passaggio dalle domande alle risposte 13
 Un buon esperimento deve dare la possibilità di falsificare l'ipotesi di lavoro 14
UN CASO DA VICINO 14
UN CASO DA VICINO 15
 I metodi statistici sono strumenti scientifici essenziali 15
 Non tutte le forme di indagine sulla natura sono scientifiche 16



2 Chimica ed energia della vita

Concetto 2.1 La struttura dell'atomo è alla base della chimica della vita

- Un elemento consiste di atomi di un unico tipo 19
 Gli elettroni determinano il modo in cui un atomo reagisce 19

Concetto 2.2 Gli atomi interagiscono e formano molecole

- I legami ionici si formano per attrazione tra cariche elettriche 20
 I legami covalenti si formano per la condivisione di coppie di elettroni 22
 I legami idrogeno si possono formare all'interno o tra molecole con legami covalenti polari 24
 Sostanze polari e apolari: l'interazione più forte è tra sostanze dello stesso tipo 24
 I gruppi funzionali conferiscono alle molecole biologiche specifiche proprietà 25

Concetto 2.3 I carboidrati sono costituiti da molecole di zuccheri

- I monosaccaridi sono zuccheri semplici 27
 I monosaccaridi sono uniti da legami glicosidici 27
 I polisaccaridi costituiscono depositi di energia ed elementi strutturali 28

Concetto 2.4 I lipidi sono molecole idrofobiche

- I grassi e gli oli sono trigliceridi 29
 I fosfolipidi formano le membrane biologiche 30

Concetto 2.5 I cambiamenti biochimici implicano variazioni di energia

- Vi sono due tipi fondamentali di energia 32
 Vi sono due tipi fondamentali di metabolismo 32
 I cambiamenti biochimici obbediscono a leggi fisiche 33
UN CASO DA VICINO 35
Sintesi 36

3 Acidi nucleici, proteine ed enzimi

Concetto 3.1 Gli acidi nucleici sono le macromolecole dell'informazione

- I nucleotidi sono le unità costitutive fondamentali degli acidi nucleici 38

- L'appaiamento delle basi avviene sia nel DNA sia nell'RNA 38
 Il DNA porta l'informazione che si esprime nella cellula tramite l'RNA 40
 La sequenza di basi nel DNA rivela le relazioni evolutive 42

Concetto 3.2 Le proteine sono polimeri con importanti ruoli strutturali e metabolici

- Gli amminoacidi sono le unità costitutive fondamentali delle proteine 43
 Gli amminoacidi si legano tra loro in catene tramite legami peptidici 44
 Le strutture proteiche di livello superiore dipendono dalla struttura primaria 45
UN CASO DA VICINO 47
 Le condizioni ambientali influenzano la struttura proteica 48

Concetto 3.3 Alcune proteine svolgono la funzione di enzimi e accelerano le reazioni biochimiche

- Per accelerare una reazione deve essere superata una barriera energetica 49
 Nei loro siti attivi gli enzimi si legano a specifici reagenti 50

Concetto 3.4 La regolazione del metabolismo è mediata dal lavoro degli enzimi

- Gli enzimi possono essere regolati da composti inibitori 52
 Un enzima allosterico è regolato tramite cambiamenti della sua forma 53
 Alcune vie metaboliche sono controllate mediante inibizione a feedback 54
 Gli enzimi sono soggetti all'influenza dell'ambiente **Sintesi** 55

4 Le cellule sono le unità funzionali della vita

Concetto 4.1 Le cellule sono suddivise in compartimenti in cui avvengono le diverse reazioni biochimiche

- La grandezza della cellula è limitata dal rapporto della superficie rispetto al volume 60
 Le cellule possono essere studiate sotto l'aspetto strutturale e chimico 61
METODO DI RICERCA 61
METODO DI RICERCA 62
 La superficie esterna di ogni cellula è delimitata dalla membrana plasmatica 62
 Le cellule possono essere di due tipi: procariotiche o eucariotiche 62

Concetto 4.2 Le cellule procariotiche sono prive di nucleo

- Tutte le cellule procariotiche condividono alcune caratteristiche comuni 63
 In alcuni procarioti si trovano strutture specializzate 64

Concetto 4.3 Le cellule eucariotiche possiedono un nucleo e altri compartimenti delimitati da membrane

- La compartimentazione è la chiave per comprendere 65

- la funzione della cellula eucariotica 65
 I ribosomi sono le fabbriche per la sintesi delle proteine 65
 Il nucleo contiene la maggior parte del DNA 68
 Il sistema di endomembrane consiste in un gruppo di organuli interconnessi 68
 Alcuni organuli trasformano l'energia 71
 Vari altri organuli delimitati da membrana svolgono funzioni specializzate 72

Concetto 4.4 Il citoscheletro è responsabile della forma e del movimento cellulare

- I microfilamenti sono composti da monomeri di actina e sono dinamici 73
 I filamenti intermedi sono stabili e diversificati 74
 I microtubuli sono gli elementi più spessi tra i costituenti del citoscheletro 74
 Ciglia e flagelli sono responsabili della mobilità cellulare 74
 I biologi manipolano i sistemi viventi per individuare le relazioni di causa ed effetto 76
UN CASO DA VICINO 76

Concetto 4.5 Strutture extracellulari permettono alle cellule di comunicare con l'ambiente esterno

- La parete delle cellule vegetali è una struttura extracellulare 77
 La matrice extracellulare ha un ruolo essenziale nelle funzioni dei tessuti animali 78
 Le giunzioni cellulari connettono cellule adiacenti 79
Sintesi 81

5 Le membrane e i segnali cellulari

Concetto 5.1 Le membrane biologiche sono fluide e condividono la stessa struttura di base

- I lipidi costituiscono la zona centrale idrofobica della membrana 84
 Le proteine di membrana sono distribuite in modo asimmetrico 85
UN CASO DA VICINO 86
 I carboidrati della membrana plasmatica sono siti di riconoscimento 86
 Le membrane sono delle strutture dinamiche 87

Concetto 5.2 Alcune sostanze possono attraversare la membrana per diffusione

- La diffusione è un processo che avviene con movimenti casuali e che tende a uno stato di equilibrio 87
 La diffusione semplice avviene attraverso il doppio strato fosfolipidico 88
 L'osmosi è il processo di diffusione delle molecole d'acqua attraverso le membrane 88
 La diffusione degli ioni e dell'acqua può essere veicolata da canali proteici 89
UN CASO DA VICINO 90
 Le proteine di trasporto facilitano la diffusione legandosi alle sostanze 91

Concetto 5.3 Alcune sostanze richiedono energia per attraversare la membrana

- Il trasporto attivo è direzionale 92

Sistemi di trasporto attivo differenti sono caratterizzati da fonti di energia differenti	92	Il catabolismo e l'anabolismo sono collegati	119
Concetto 5.4 Le grandi molecole attraversano la membrana plasmatica all'interno di vescicole	94	Il catabolismo e l'anabolismo sono integrati	120
Le grandi molecole e le particelle entrano nelle cellule per endocitosi	94	Concetto 6.5 Durante la fotosintesi l'energia luminosa viene convertita in energia chimica	120
L'endocitosi mediata da recettore è un processo specifico	95	L'energia luminosa viene assorbita dalla clorofilla e da altri pigmenti	121
L'esocitosi porta materiali fuori dalla cellula	96	L'assorbimento della luce provoca un cambiamento fotochimico	123
Concetto 5.5 La membrana svolge un ruolo chiave nella risposta della cellula ai segnali ambientali	96	La riduzione porta alla formazione di ATP e di NADPH	124
Le cellule sono esposte a una gamma di segnali e possono fornire risposte differenti	96	Concetto 6.6 Gli organismi fotosintetici usano l'energia chimica per convertire il CO ₂ in carboidrati	126
Le proteine di membrana svolgono la funzione di recettori	97	Sintesi	130
I recettori possono essere classificati in base alla localizzazione e alla funzione	98		
Concetto 5.6 La trasduzione del segnale consente alla cellula di rispondere agli stimoli	100		
La trasduzione del segnale può essere stimolata da secondi messaggeri	100		
Una cascata di segnali implica la regolazione enzimatica e porta all'amplificazione del segnale	100		
UN CASO DA VICINO	101		
La trasduzione del segnale è finemente regolata	102		
Le funzioni cellulari cambiano in risposta ai segnali ambientali	102		
Sintesi	105		
6 La gestione dell'energia nelle cellule	106		
Concetto 6.1 L'ATP, i coenzimi e la chemiosmosi svolgono un ruolo essenziale nel metabolismo energetico delle cellule	107		
L'idrolisi dell'ATP libera energia	107		
Le reazioni redox trasferiscono elettroni ed energia	108		
La fosforilazione ossidativa accoppia l'ossidazione del NADH con la produzione di ATP	109		
UN CASO DA VICINO	111		
L'ATP e i coenzimi ridotti connettono l'anabolismo con il catabolismo: visione generale	111		
Concetto 6.2 Il catabolismo dei carboidrati in presenza di ossigeno libera una grande quantità di energia	113		
Nella glicolisi il glucosio è parzialmente ossidato e libera una certa quantità di energia	114		
L'ossidazione del piruvato collega la glicolisi al ciclo dell'acido citrico	115		
Il ciclo dell'acido citrico completa l'ossidazione del glucosio a CO ₂	115		
Il NADH è ossidato dalla catena respiratoria e l'ATP si forma per chemiosmosi	115		
Concetto 6.3 Il catabolismo dei carboidrati in assenza di ossigeno libera una piccola quantità di energia	117		
Concetto 6.4 Le vie cataboliche e le vie anaboliche sono tra loro integrate	119		

PARTE 2 LA GENETICA

7 Il ciclo cellulare e la divisione della cellula

Concetto 7.1 Cicli vitali differenti utilizzano modalità differenti di riproduzione cellulare	133
La riproduzione asessuata per scissione binaria o per mitosi porta alla costanza genetica	133
La riproduzione sessuata dà origine a diversità genetica tramite la meiosi	134
Concetto 7.2 Sia la scissione binaria sia la mitosi producono cellule geneticamente identiche	135
I procarioti si dividono per scissione binaria	136
Le cellule eucariotiche si dividono per mitosi seguita da citodieresi	136
La profase prepara la cellula alla segregazione del DNA	137
La separazione e il movimento dei cromosomi sono processi altamente organizzati	139
La citodieresi comporta la divisione del citoplasma	140
Concetto 7.3 La riproduzione cellulare è governata da precisi controlli	141
Il ciclo di divisione della cellula eucariotica è regolato dall'interno	141
UN CASO DA VICINO	142
Il ciclo cellulare è controllato da chinasi ciclina-dipendenti	142
Concetto 7.4 La meiosi dimezza il contenuto cromosomico del nucleo e genera diversità genetica	143
La divisione meiotica riduce il numero dei cromosomi	143
Il <i>crossing over</i> e l'assortimento indipendente generano diversità	145
Gli errori nella meiosi portano ad anomalie nella struttura e nel numero dei cromosomi	146

Concetto 7.5 La morte cellulare programmata è un processo essenziale in tutti gli organismi viventi

Sintesi

8 Eredità, geni e cromosomi

Concetto 8.1 I geni hanno natura particolata e vengono ereditati secondo le leggi di Mendel	154
Mendel si servì del metodo scientifico per verificare le proprie ipotesi	154
I primi esperimenti di Mendel riguardarono incroci monoibridi	155
UN CASO DA VICINO	155
La prima legge di Mendel afferma che le due copie di un gene segregano	156
Mendel verificò le proprie ipotesi effettuando dei <i>test cross</i>	157
UN CASO DA VICINO	158
La seconda legge di Mendel afferma che le copie di geni differenti si assortiscono in modo indipendente	158
L'eredità viene prevista in base alle leggi della probabilità	160
Gli alberi genealogici umani rivelano la correttezza delle leggi di Mendel	160
Concetto 8.2 Alleli e geni interagiscono per produrre i fenotipi	162
Nuovi alleli si formano per mutazione	162
La dominanza non sempre è completa	162
I geni interagiscono quando vengono espressi	164
L'ambiente influenza l'azione dei geni	165
Concetto 8.3 I geni sono portati dai cromosomi	166
I geni sullo stesso cromosoma sono associati, ma possono essere separati dal <i>crossing over</i> durante la meiosi	166
UN CASO DA VICINO	166
Il <i>linkage</i> è rivelato anche dagli studi sui cromosomi X e Y	167
Alcuni geni si trovano sui cromosomi degli organuli	170
Concetto 8.4 I procarioti si scambiano materiale genetico	171
I batteri si scambiano geni tramite la coniugazione	171
I plasmidi trasferiscono geni fra cellule batteriche	172
Sintesi	174
9 Il DNA e il suo ruolo nell'eredità	175
Concetto 9.1 La struttura del DNA ne riflette il ruolo di materiale genetico	176
Prove circostanziali suggerirono che il DNA doveva essere il materiale genetico	176
Prove sperimentali confermarono che il DNA è il materiale genetico	177
La scoperta della struttura tridimensionale del DNA fu una pietra miliare nello sviluppo della biologia	178
UN CASO DA VICINO	178
Alla fine, gli scienziati riuscirono a dare risposta a entrambe queste domande	179
La composizione in nucleotidi del DNA era già nota	179

Watson e Crick identificarono la struttura a doppia elica	179
Le quattro caratteristiche chiave che definiscono la struttura del DNA	180
La struttura a doppia elica è essenziale per le funzioni svolte dal DNA	181
Concetto 9.2 Il DNA si replica con modalità semiconservativa	182
Le DNA polimerasi aggiungono nucleotidi alla catena in crescita	182
I due filamenti del DNA crescono con modalità differenti nella forcella di replicazione	185
I telomeri non sono completamente replicati nella maggior parte delle cellule eucariotiche	187
Gli errori nella replicazione del DNA possono essere riparati	188
METODO DI RICERCA	189
I meccanismi di base della replicazione del DNA possono essere usati per amplificare il DNA in provetta	189
Concetto 9.3 Le mutazioni sono cambiamenti ereditabili del DNA	190
Le mutazioni possono avere vari effetti fenotipici	190
Le mutazioni puntiformi sono cambiamenti di singoli nucleotidi	191
Le mutazioni cromosomiche consistono in estesi cambiamenti del materiale genetico	192
Le mutazioni possono essere spontanee oppure indotte	193
Alcune coppie di basi sono più vulnerabili di altre alla mutazione	194
I mutageni possono essere naturali o artificiali	194
Le mutazioni comportano sia costi sia benefici	195
Sintesi	197
10 Dal DNA alle proteine: l'espressione genica	198
Concetto 10.1 La genetica ha dimostrato che i geni codificano per proteine	199
Osservazioni raccolte su esseri umani portarono a formulare l'ipotesi che i geni determinano enzimi	199
Il concetto di gene è cambiato nel tempo	200
I geni vengono espressi attraverso la trascrizione e la traduzione	201
Concetto 10.2 L'espressione del DNA ha inizio con la sua trascrizione in RNA	202
Le RNA polimerasi condividono caratteristiche comuni	202
La trascrizione avviene in tre passaggi	202
Negli eucarioti le regioni codificanti sono spesso interrotte da introni	203
METODO DI RICERCA	205
UN CASO DA VICINO	205
I trascritti dei geni eucariotici vengono maturati prima di essere tradotti	206
Concetto 10.3 Il codice genetico dell'RNA viene tradotto nella sequenza amminoacidica della proteina	207
L'informazione per la sintesi proteica è racchiusa nel codice genetico	207

UN CASO DA VICINO	208	12 I genomi	238
Le mutazioni puntiformi confermano il codice genetico	209	Concetto 12.1 Metodi di analisi molto potenti consentono di sequenziare i genomi e di studiarne i prodotti genici	239
Concetto 10.4 La traduzione del codice genetico è mediata dai tRNA e dai ribosomi	210	Nuovi metodi per il sequenziamento rapido del DNA	239
Gli RNA transfer trasportano amminoacidi specifici e si legano a specifici codoni	211	Le sequenze dei genomi racchiudono vari tipi di informazioni	241
Ogni tRNA è unito a uno specifico amminoacido	211	I fenotipi possono essere analizzati mediante la proteomica e la metabolomica	241
La traduzione avviene a livello del ribosoma	212	Concetto 12.2 I genomi procariotici sono relativamente piccoli e compatti	243
La traduzione avviene in tre passaggi	213	I genomi procariotici sono compatti	243
La formazione del polisoma aumenta il tasso della sintesi proteica	215	Alcune sequenze di DNA possono spostarsi all'interno del genoma	245
Concetto 10.5 Le proteine sono modificate in una fase successiva alla traduzione	215	La metagenomica permette di descrivere nuovi organismi ed ecosistemi	245
Una sequenza segnale presente nelle proteine le indirizza alle rispettive destinazioni cellulari	215	La definizione dei geni necessari per la vita cellulare porterà alla creazione di vita artificiale?	246
UN CASO DA VICINO	217	UN CASO DA VICINO	247
Molte proteine sono modificate dopo la traduzione	217	Concetto 12.3 I genomi eucariotici sono grandi e complessi	247
Sintesi	219	Gli organismi modello rivelano molte caratteristiche dei genomi eucariotici	248
11 La regolazione dell'espressione genica	220	Nei singoli organismi eucariotici esistono varie famiglie geniche	250
Concetto 11.1 La regolazione dell'espressione genica utilizza varie strategie	221	I genomi eucariotici contengono molte sequenze ripetitive	251
I geni sono soggetti a regolazione positiva e negativa	221	Concetto 12.4 Il sequenziamento del genoma umano ha avuto numerose applicazioni	252
I virus si servono di speciali strategie di regolazione genica per impadronirsi delle cellule ospiti	222	La sequenza del genoma umano ha portato parecchie sorprese	252
Concetto 11.2 Molti geni procariotici sono regolati tramite l'organizzazione in operoni	224	I potenziali vantaggi della genomica umana in medicina	253
La regolazione della trascrizione conserva l'energia	224	Il <i>fingerprinting</i> del DNA sfrutta brevi ripetizioni in tandem	255
Gli operoni sono unità di regolazione trascrizionale esistenti nei procarioti	225	Sintesi	257
Le interazioni operatore-repressore regolano la trascrizione negli operoni <i>lac</i> e <i>trp</i>	226	13 Le biotecnologie	258
La RNA polimerasi può essere diretta verso una classe di promotori	227	Concetto 13.1 Il DNA ricombinante può essere ottenuto in laboratorio	259
Concetto 11.3 I geni eucariotici sono regolati da fattori di trascrizione e da cambiamenti nel DNA	228	Gli enzimi di restrizione tagliano il DNA a livello di sequenze specifiche	259
I fattori di trascrizione agiscono a livello dei promotori eucariotici	228	METODO DI RICERCA	260
L'espressione di vari gruppi di geni può essere regolata in modo coordinato mediante fattori di trascrizione	230	L'elettroforesi su gel separa i frammenti di DNA	260
La trascrizione può essere regolata da cambiamenti epigenetici del DNA e della cromatina	230	Si può costruire un DNA ricombinante a partire da frammenti di DNA	261
I cambiamenti epigenetici possono essere indotti dall'ambiente	232	UN CASO DA VICINO	262
Concetto 11.4 L'espressione dei geni eucariotici può essere regolata dopo la loro trascrizione	233	Concetto 13.2 Il DNA può trasformare geneticamente cellule e organismi	263
mRNA differenti possono derivare da uno stesso gene mediante <i>splicing</i> alternativo	233	È possibile inserire geni nelle cellule procariotiche o eucariotiche	263
I microRNA sono importanti regolatori dell'espressione genica	234	Il DNA ricombinante può entrare in una cellula ospite in molti modi	263
La traduzione dell'mRNA è soggetta a regolazione	235	METODO DI RICERCA	265
La stabilità delle proteine è soggetta a regolazione	236	I geni reporter sono usati per identificare cellule ospiti contenenti DNA ricombinante	265
Sintesi	237		

Concetto 13.3 I geni e l'espressione genica si possono manipolare	266	Concetto 14.4 Le vie dell'espressione genica sono alla base dell'evoluzione dello sviluppo	295
I frammenti di DNA per il clonaggio possono derivare da varie fonti	266	I geni dello sviluppo sono simili in organismi evolutivamente distanti	296
METODO DI RICERCA	267	Interruttori genetici controllano l'utilizzo della cassetta degli attrezzi	296
È possibile produrre mutazioni nel DNA in laboratorio	268	La modularità permette la comparsa di differenze fra organismi nei pattern di espressione genica	297
I geni possono essere inattivati tramite la ricombinazione omologa	268	Concetto 14.5 I geni dello sviluppo contribuiscono all'evoluzione delle specie ma vi pongono anche dei limiti	299
METODO DI RICERCA	268	Mutazioni nei geni dello sviluppo possono causare importanti cambiamenti evolutivi	299
L'RNA complementare può inibire l'espressione di specifici geni	269	L'evoluzione procede attraverso il cambiamento di ciò che già c'è	300
I <i>microarray</i> di DNA rivelano i quadri di espressione dell'RNA	269	Geni dello sviluppo conservati possono portare a fenomeni di evoluzione parallela	300
Concetto 13.4 Le biotecnologie hanno vaste applicazioni	271	Sintesi	302
I vettori di espressione trasformano le cellule in fabbriche di proteine	271		
Le biotecnologie permettono di ottenere proteine utili dal punto di vista medico	272		
La manipolazione del DNA sta radicalmente cambiando l'agricoltura	274		
La biotecnologia solleva molti dubbi e timori	276		
Sintesi	278		
14 Geni, sviluppo ed evoluzione	279		
Concetto 14.1 Lo sviluppo implica processi distinti ma sovrapposti	280		
Alla base dello sviluppo vi sono quattro processi fondamentali	280		
Il destino di una cellula si fa progressivamente più ristretto col progredire dello sviluppo	281		
Il differenziamento cellulare non è irreversibile	281		
UN CASO DA VICINO	282		
UN CASO DA VICINO	283		
Le cellule staminali si differenziano in risposta a segnali ambientali	283		
Concetto 14.2 Il differenziamento cellulare durante lo sviluppo dipende da cambiamenti nell'espressione genica	286		
La trascrizione differenziale dei geni è una caratteristica distintiva del differenziamento cellulare	286		
L'espressione genica può essere regolata dalla polarità citoplasmatica	287		
Induttori che passano da una cellula all'altra possono determinare il destino cellulare	288		
Concetto 14.3 Differenze spaziali nell'espressione genica sono all'origine della morfogenesi	290		
Molteplici geni interagiscono per determinare la morte cellulare programmata nell'ambito dei processi dello sviluppo	290		
L'espressione di geni che codificano per fattori di trascrizione determina la posizione degli organi nelle piante	290		
I gradienti dei morfogeni forniscono informazione posizionale durante lo sviluppo	291		
Una cascata di fattori di trascrizione controlla la segmentazione nell'embrione della drosophila	292		



15 I meccanismi dell'evoluzione	304
Concetto 15.1 La teoria dell'evoluzione è l'asse portante della Biologia	305
Darwin e Wallace introdussero ufficialmente l'idea dell'evoluzione per selezione naturale	305
Nel XX secolo la teoria dell'evoluzione si è sviluppata e arricchita	307
Concetto 15.2 Le mutazioni, la selezione, il flusso genico, la deriva genetica e l'accoppiamento non casuale producono evoluzione	308
Le mutazioni generano variabilità genetica	308
La selezione che agisce sulla variabilità genetica porta a nuovi fenotipi	309
La selezione naturale aumenta la frequenza delle mutazioni favorevoli nelle popolazioni	310
Il flusso genico può modificare le frequenze alleliche	311
La deriva genetica può provocare grandi cambiamenti in una popolazione di piccole dimensioni	311
L'accoppiamento non casuale può modificare le frequenze genotipiche o alleliche	312
Concetto 15.3 L'evoluzione può essere misurata calcolando le variazioni nelle frequenze alleliche	313
UN CASO DA VICINO	313
METODO DI RICERCA	314
Le popolazioni naturali si evolvono a meno che non si verifichino condizioni di equilibrio restrittive	315
Le deviazioni dall'equilibrio di Hardy-Weinberg sono un indizio che l'evoluzione sta avvenendo	316

Concetto 15.4 La selezione può essere stabilizzante, direzionale o divergente	317
La selezione stabilizzante riduce la variabilità nelle popolazioni	317
La selezione direzionale favorisce un valore estremo	318
La selezione divergente favorisce i valori estremi rispetto alla media	318
Concetto 15.5 I genomi rivelano sia i processi selettivi sia i processi neutrali dell'evoluzione	319
Gran parte dell'evoluzione molecolare è neutrale	320
Nel genoma si possono ritrovare le tracce della selezione positiva e della selezione purificante	321
Il vantaggio dell'eterozigote mantiene i loci polimorfici	322
Anche le dimensioni del genoma e la sua organizzazione sono soggette a evoluzione	323
UN CASO DA VICINO	323
Concetto 15.6 La ricombinazione, il trasferimento laterale di geni e la duplicazione genica possono portare alla comparsa di nuovi caratteri	325
La ricombinazione sessuale aumenta il numero di genotipi possibili	325
Il trasferimento genico laterale può dare origine a nuove funzioni	326
In seguito alla duplicazione genica emergono nuove funzioni	327
Concetto 15.7 La teoria dell'evoluzione ha applicazioni pratiche	328
La conoscenza dell'evoluzione dei geni è utile per studiare la funzione delle proteine	328
È possibile produrre nuove molecole mediante evoluzione <i>in vitro</i>	328
La teoria dell'evoluzione offre numerosi vantaggi per l'agricoltura	329
La conoscenza dell'evoluzione molecolare si applica alla cura delle malattie	329
Sintesi	331
16 Ricostruire e usare la filogenesi	332
Concetto 16.1 Tutti gli esseri viventi sono collegati tra loro attraverso la storia evolutiva	333
Gli alberi filogenetici sono le basi della biologia comparativa	334
I caratteri derivati forniscono la prova dei rapporti di parentela	335
Concetto 16.2 La filogenesi può essere ricostruita a partire dai caratteri degli organismi	336
La parsimonia ci permette di dare la spiegazione più semplice per inquadrare i dati della filogenesi	337
La filogenesi viene ricostruita sulla base di molte fonti di dati	337
I modelli matematici aumentano la nostra capacità di ricostruire la filogenesi	340
La precisione dei metodi filogenetici può essere verificata	340
UN CASO DA VICINO	341
Concetto 16.3 La filogenesi rende la Biologia comparativa e predittiva	342

Ricostruire il passato è importante per comprendere molti processi biologici	342
La filogenesi permette di capire l'evoluzione dei caratteri complessi	343
È possibile ricostruire gli stati ancestrali	344
Gli orologi molecolari aiutano a datare gli eventi evolutivi	344
Concetto 16.4 La filogenesi è la base della classificazione biologica	346
La storia evolutiva è la base per la moderna classificazione biologica	346
L'uso dei nomi scientifici è disciplinato da codici di nomenclatura biologica	347
Sintesi	349
17 La speciazione	350
Concetto 17.1 Nell'albero della vita, le specie sono linee evolutive riproduttivamente isolate	351
Molte specie si distinguono per i loro caratteri morfologici	351
L'isolamento riproduttivo è la chiave del concetto biologico di specie	351
Il concetto di specie come linea evolutiva offre una visione a lungo termine	352
I diversi concetti di specie non si escludono a vicenda	352
Concetto 17.2 La speciazione è una conseguenza naturale della divergenza delle popolazioni	353
L'incompatibilità tra geni può produrre un isolamento riproduttivo	353
L'isolamento riproduttivo si perfeziona con l'aumentare della divergenza genetica	354
Concetto 17.3 La speciazione può avvenire in allopatria o in simpatria	355
Le barriere fisiche portano alla speciazione allopatrica	355
La speciazione simpatica avviene in assenza di barriere fisiche	356
Concetto 17.4 L'isolamento riproduttivo viene rinforzato quando le specie vengono a contatto tra loro	358
I meccanismi di isolamento prezigotico impediscono l'ibridazione tra le specie	359
I meccanismi di isolamento postzigotico producono selezione contro l'ibridazione	361
UN CASO DA VICINO	362
Se l'isolamento riproduttivo è incompleto si possono formare zone di ibridazione	363
Sintesi	364
18 La storia della vita sulla Terra	365
Concetto 18.1 È possibile datare molti eventi della storia della Terra	366
La misurazione dei diversi radioisotopi di un elemento contenuti nelle rocce ne permette la datazione	366

I metodi radiometrici di datazione sono stati ampliati e perfezionati	367
Gli scienziati hanno usato diversi metodi per ricostruire una scala dei tempi geologici	367
Concetto 18.2 I cambiamenti fisici sul pianeta Terra hanno influenzato l'evoluzione della vita	368
Nei tempi geologici i continenti si sono spostati	368
La Terra è stata soggetta periodicamente a climi caldi e freddi	370
Le eruzioni vulcaniche hanno influenzato la storia della vita	370
Eventi extraterrestri hanno innescato cambiamenti sulla Terra	371
Le concentrazioni di ossigeno nell'atmosfera terrestre sono cambiate nel tempo	372
UN CASO DA VICINO	374
Concetto 18.3 I principali eventi nell'evoluzione biologica sono testimoniati dai fossili	375
Diversi processi rendono conto della relativa scarsità di fossili	375
Le forme di vita del Precambriano erano di piccole dimensioni e acquatiche	375
Nel periodo Cambriano la vita conosce una rapida "esplosione"	377
Molti gruppi di organismi comparsi durante il Cambriano si sono diversificati nei periodi successivi	377
Durante il Mesozoico aumentò la differenziazione degli ambienti	378
I biota moderni si sono evoluti nel corso del Cenozoico	382
L'albero della vita è utilizzato per ricostruire gli eventi evolutivi	383
Sintesi	384
19 Batteri, archei e virus	386
Concetto 19.1 Gli organismi viventi si classificano in tre domini e condividono un progenitore comune	387
I due domini di procarioti differiscono tra loro in modo significativo	388
La classificazione tradizionale dei batteri si basa su alcune caratteristiche fenotipiche	388
Le sequenze nucleotidiche dei procarioti rivelano i loro rapporti evolutivi	390
Il fenomeno del trasferimento genico orizzontale può portare ad alberi genetici discordanti	390
La stragrande maggioranza delle specie procariotiche non è stata ancora studiata	391
Concetto 19.2 La biodiversità dei procarioti riflette le antiche origini delle forme viventi	392
I Gram-positivi a basso GC includono gli organismi cellulari più piccoli	392
Alcuni Gram-positivi ad alto GC sono importanti fonti di antibiotici	393

I batteri ipertermofili vivono a temperature estremamente elevate	394
Gli adobatteri vivono in ambienti estremi	394
I cianobatteri sono stati i primi organismi fotosintetici	395
Le spirochete si muovono per mezzo di filamenti assiali	395
Le clamidie sono parassiti estremamente piccoli	395
I proteobatteri costituiscono un ampio gruppo molto diversificato	396
Il dominio degli Archaea è stato individuato sulla base delle sequenze genetiche	396
UN CASO DA VICINO	397
La maggior parte dei crenarcheoti vive in luoghi caldi e acidi	398
Gli euriarcheoti vivono in luoghi sorprendenti	398
I corarcheoti e i nanoarcheoti sono meno conosciuti	399
Concetto 19.3 Le comunità ecologiche dipendono dai procarioti	400
Molti procarioti formano complesse comunità	400
I procarioti possiedono vie metaboliche sorprendentemente diverse	400
I procarioti svolgono un ruolo importante nella circolazione globale degli elementi	402
I procarioti vivono sulla superficie e all'interno di altri organismi	402
Solo una piccola minoranza di batteri è patogena	403
Concetto 19.4 I virus si sono evoluti più volte in modo indipendente	404
Molti virus a RNA corrispondono probabilmente a componenti genomiche fuoriuscite da cellule	404
Alcuni virus a DNA potrebbero essersi evoluti da organismi cellulari ridotti	407
Sintesi	408
20 L'origine e la diversificazione degli eucarioti	409
Concetto 20.1 Gli eucarioti hanno acquisito caratteristiche sia dei batteri sia degli archei	410
La cellula eucariotica si è evoluta in diverse tappe	410
I cloroplasti sono stati trasferiti più volte da un eucariote all'altro	412
Concetto 20.2 La maggior parte delle linee evolutive di eucarioti risale al Precambriano	413
Gli alveolati possiedono alveoli lungo la membrana plasmatica	414
Gli excavati hanno iniziato a diversificarsi circa 1,5 miliardi di anni fa	416
Gli stramenopili possiedono due flagelli diversi, di cui uno dotato di "peli"	417
I rizari sono tipicamente provvisti di pseudopodi lunghi e sottili	419
Gli amebozoi si muovono per mezzo di pseudopodi lobati	420
Concetto 20.3 I protisti si riproducono per via asessuata e per via sessuata	423
Alcuni protisti si riproducono senza unione o si uniscono senza riprodursi	423
Alcuni cicli biologici dei protisti sono caratterizzati da alternanza di generazioni	424



Concetto 20.4 I protisti sono organismi essenziali di molti ecosistemi	424
Il fitoplancton è costituito da produttori primari	424
Alcuni eucarioti microbici sono letali	425
Alcuni eucarioti microbici sono endosimbionti	426
L'umanità dipende per molti aspetti dai residui di antichi protisti marini	426
UN CASO DA VICINO	427
Sintesi	428
21 L'evoluzione delle piante	429
Concetto 21.1 L'endosimbiosi primaria ha dato origine ai primi eucarioti fotosintetici	431
Le alghe, con numerosi cladi, furono tra i primi eucarioti fotosintetici	431
Le piante terrestri si suddividono in dieci gruppi principali	432
Concetto 21.2 Particolari adattamenti hanno permesso alle piante di colonizzare le terre emerse	433
Due gruppi di alghe verdi condividono numerosi caratteri con le piante terrestri	433
Gli adattamenti alla vita sulla terraferma distinguono le piante terrestri dalle alghe verdi	433
Il ciclo biologico delle piante terrestri è caratterizzato da alternanza di generazioni	433
Le piante terrestri non vascolari vivono in ambienti ricchi d'acqua	434
Nelle piante non vascolari il gametofito è dominante sullo sporofito	436
Concetto 21.3 I tessuti vascolari hanno portato alla rapida diversificazione delle piante terrestri	436
I tessuti vascolari provvedono al trasporto dell'acqua e dei materiali disciolti	437
Le piante vascolari si sono evolute per quasi 500 milioni di anni	438
Le prime piante vascolari erano prive di radici	438
Le licofite sono il gruppo fratello delle altre piante vascolari	439
Gli equiseti e le felci costituiscono un clade	439
Le piante vascolari sono caratterizzate dalla ramificazione dei fusti	440
Tra le piante vascolari compare l'eterosporia	441
Concetto 21.4 I semi proteggono gli embrioni delle piante	442
Nelle piante a seme vi sono sistemi di protezione per i gameti e per gli embrioni	442
Il seme è una struttura complessa e ben protetta	443
Le piante possono raggiungere grandi altezze grazie alla crescita secondaria	444
Le gimnosperme producono semi "nudi"	445
Le conifere producono coni ma i loro gameti sono immobili	446
Concetto 21.5 I fiori e i frutti aumentano il successo riproduttivo delle angiosperme	448
Le angiosperme presentano numerosi caratteri derivati	448

Le strutture riproduttive delle angiosperme sono i fiori	449
La struttura del fiore si è evoluta nel tempo	450
Le angiosperme si sono coevolute con i loro animali impollinatori	451
UN CASO DA VICINO	451
I frutti delle angiosperme contribuiscono alla dispersione dei semi	452
Le angiosperme producono zigoti diploidi che vengono nutriti da endosperma triploide	453
Analisi recenti hanno permesso di individuare i rapporti filogenetici tra le angiosperme	454
Sintesi	457

22 L'evoluzione e la biodiversità dei funghi

Concetto 22.1 I funghi sono eterotrofi per assorbimento	460
I lieviti sono funghi unicellulari che assorbono i nutrienti in modo diretto	460
I funghi pluricellulari formano ife che si riuniscono in un micelio	460
I funghi vivono a stretto contatto con il loro substrato nutritivo	461
Concetto 22.2 I funghi possono essere saprofiti, parassiti, predatori o mutualisti	462
I funghi saprofiti sono fondamentali per il ciclo globale del carbonio	462
Alcuni funghi stabiliscono interazioni parassitiche o predatorie	462
I funghi mutualisti instaurano rapporti benefici per entrambi gli organismi associati	464
I funghi endofiti proteggono alcune piante dai patogeni, dagli erbivori e dagli stress ambientali	466

Concetto 22.3 I principali gruppi di funghi hanno cicli biologici differenti	467
I funghi si riproducono sia per via asessuata sia per via sessuata	468
I microsporidi sono funghi parassiti di dimensioni molto ridotte	468
La maggior parte dei chitridi ha un ciclo biologico acquatico	469
Nella riproduzione di molti funghi il citoplasma e i nuclei si uniscono in due processi separati	469
I glomeromiceti vivono in simbiosi con le piante	471
La condizione dicariotica è una sinapomorfia degli ascomiceti e dei basidiomiceti	471
Negli ascomiceti la struttura adibita alla riproduzione sessuata è l'asco	471
Nei basidiomiceti la struttura adibita alla riproduzione sessuata è il basidio	474

Concetto 22.4 I funghi e i licheni sono ottimi indicatori ecologici	475
La biodiversità dei licheni e la loro abbondanza sono indicatori della qualità dell'aria	475
I funghi trattengono tracce "storiche" delle sostanze inquinanti	476
I funghi micorrizici svolgono un ruolo importante nella riforestazione	476
Sintesi	478

23 L'origine e la biodiversità degli animali

Concetto 23.1 Negli animali si sono evoluti diversi piani corporei	480
L'origine monofiletica degli animali è sostenuta dall'analisi delle sequenze geniche e dalla morfologia cellulare	480
I gruppi animali principali si distinguono per le modalità dello sviluppo e per il piano corporeo	481
La maggior parte degli animali è caratterizzata da simmetria corporea	482
La struttura della cavità corporea influisce sul movimento	482
La segmentazione metamerica del corpo facilita il controllo dei movimenti	483
Le appendici possono svolgere numerose funzioni	484

Concetto 23.2 Alcuni gruppi di animali non hanno simmetria bilaterale	484
Le spugne e i placozoi sono animali scarsamente organizzati	485
Gli ctenofori hanno simmetria radiale e un piano strutturale diblastico	486
Gli cnidari sono carnivori specializzati	487

Concetto 23.3 I protostomi si suddividono in lofotrocozoi e ecdisozoi	489
Nei lofotrocozoi si sono evoluti i lofofori e le larve trocofore, gli uni e le altre ciliati	489
Gli ecdisozoi rinnovano periodicamente la cuticola con la muta	496

Concetto 23.4 Gli artropodi costituiscono un gruppo animale diversificato e di successo	500
I gruppi affini agli artropodi possiedono appendici carnose, non articolate	500
I chelicerati hanno parti boccali appuntite non coinvolte nella masticazione	501
I restanti gruppi di artropodi sono caratterizzati dalle mandibole e dalle antenne	502
Oltre la metà delle specie animali descritte è costituita da insetti	503

Concetto 23.5 I deuterostomi comprendono echinodermi, emicordati e cordati	507
Gli echinodermi possiedono caratteri strutturali esclusivi	508
Gli emicordati sono deuterostomi marini dall'aspetto per lo più vermiforme	509
Le caratteristiche dei cordati sono più evidenti nelle forme larvali	509
Nella maggior parte dei cefalocordati e degli urocordati gli adulti sono sessili	510
Nei vertebrati la notocorda viene sostituita dalla colonna vertebrale	511
Il piano strutturale permette ai vertebrati di essere attivi e di raggiungere taglie importanti	512
Le pinne e la vescica natatoria hanno aumentato la stabilità e il controllo del movimento	513

Concetto 23.6 L'adattamento alla terraferma ha contribuito alla diversificazione dei vertebrati	514
Le pinne articolate hanno aumentato il sostegno meccanico sulla terraferma	515

Gli anfibi sono adattati alla vita sulla terraferma	515
Gli amnioti hanno colonizzato ambienti terrestri affrancandosi dall'acqua per la riproduzione	517
I rettili si sono adattati a vivere in numerosi habitat diversi	517
I coccodrilli e gli uccelli condividono un antenato comune con i dinosauri	519
L'evoluzione delle penne ha permesso agli uccelli di conquistare l'ambiente aereo	520
I mammiferi si sono diversificati dopo la grande estinzione di massa dei dinosauri	521
Quasi tutti i mammiferi partoriscono piccoli in vari gradi di sviluppo	521

Concetto 23.7 L'uomo è un primate, unico superstita degli ominidi	523
Gli antenati dell'uomo hanno evoluto la locomozione bipede	524
L'encefalo degli ominidi è aumentato di dimensioni, mentre le mascelle si sono ridotte	526
Sintesi	527



24 Il corpo delle piante

Concetto 24.1 Il corpo delle piante è organizzato in tessuti e organi	531
Le piante si sviluppano con modalità diverse rispetto agli animali	532
Il corpo delle piante ha polarità apico-basale e simmetria radiale	532
Il corpo delle piante è formato da tre sistemi di tessuti	533

Concetto 24.2 I meristemi danno origine alle radici, ai fusti e alle foglie	536
Il corpo delle piante è prodotto da una gerarchia di meristemi	536
Il meristema apicale della radice dà origine alla cuffia radicale e ai meristemi primari della radice	537
I prodotti dei meristemi radicali primari si trasformano in tessuti radicali	538
Il sistema radicale ancora la pianta al terreno e assorbe acqua e minerali disciolti	538
I prodotti dei meristemi primari del fusto diventano tessuti del fusto	540
Il fusto dà origine alle foglie e ai fiori	540
Le foglie costituiscono la sede principale della fotosintesi	540
Molti fusti e radici delle eudicotiledoni sono interessati da crescita secondaria	542

Concetto 24.3 La domesticazione ha alterato la forma delle piante	544
Sintesi	545

25 La nutrizione e il trasporto nelle piante 546

Concetto 25.1 Le piante assorbono i nutrienti minerali dal terreno 547

I nutrienti possono essere definiti in base alle conseguenze di un'eventuale carenza nelle piante 547

Esperimenti con colture idroponiche hanno permesso di identificare gli elementi essenziali 547

Il terreno fornisce nutrienti alle piante 548

UN CASO DA VICINO 548

Lo scambio ionico rende i nutrienti disponibili per le piante 549

I fertilizzanti sono usati per aggiungere nutrienti al terreno 550

Concetto 25.2 Gli organismi del suolo contribuiscono alla nutrizione delle piante 551

Le piante inviano segnali per associarsi con funghi e batteri benefici 551

Le micorrize ampliano la superficie di assorbimento del sistema radicale 552

I batteri azotofissatori acquisiscono l'azoto atmosferico e lo rendono disponibile per le cellule vegetali 553

Alcune piante ricavano i nutrienti direttamente da altri organismi 554

Concetto 25.3 Acqua e soluti vengono trasportati nello xilema per traspirazione-coesione-tensione 555

La direzione del flusso di acqua viene determinata da differenze del potenziale idrico 555

L'acqua e gli ioni si spostano attraverso la membrana plasmatica delle cellule radicali 556

L'acqua e gli ioni raggiungono lo xilema attraverso l'apoplasto e il simplasto 557

L'acqua si muove attraverso lo xilema mediante un meccanismo di traspirazione-coesione-tensione 558

Gli stomi controllano le perdite d'acqua e gli scambi gassosi 560

Concetto 25.4 I soluti sono trasportati nel floema per flusso di pressione 561

Il saccarosio e altri soluti vengono trasportati nel floema 561

Il modello del flusso pressorio descrive il movimento della linfa floematica 562

Sintesi 564

26 La crescita e lo sviluppo delle piante 565

Concetto 26.1 Lo sviluppo delle piante è influenzato dall'ambiente di crescita 566

Il seme germina e forma una plantula che si accresce 566

Numerosi ormoni e fotorecettori contribuiscono a regolare la crescita delle piante 567

Gli studi di genetica hanno ampliato le nostre conoscenze sulla trasduzione del segnale nelle piante 568

Concetto 26.2 Le gibberelline e l'auxina esercitano effetti diversi ma hanno un meccanismo di azione simile 569

METODO DI RICERCA 569

Le gibberelline esercitano numerosi effetti sulla crescita e sullo sviluppo delle piante 570

Il trasporto dell'auxina media alcuni dei suoi effetti 571

L'auxina svolge numerosi ruoli nella crescita e nello sviluppo delle piante 572

A livello molecolare l'auxina e le gibberelline hanno un meccanismo di azione simile 574

Concetto 26.3 Altri ormoni vegetali esercitano effetti differenti sullo sviluppo delle piante 576

L'etilene è un ormone gassoso che promuove la senescenza 576

Le citochinine sono attive dal seme alla senescenza 577

I brassinosteroidi sono ormoni steroidei delle piante 577

L'acido abscissico inibisce lo sviluppo 578

Concetto 26.4 La risposta dei fotorecettori alla luce regola lo sviluppo delle piante 579

La fototropina, la zeaxantina e i criptocromi sono recettori per la luce blu 579

Il fitocromo media gli effetti della luce rossa e di quella del rosso lontano 580

UN CASO DA VICINO 581

Il fitocromo stimola la trascrizione genica 582

I ritmi circadiani coinvolgono fotorecettori 583

Sintesi 583

27 La riproduzione delle piante a fiore 584

Concetto 27.1 La maggior parte delle angiosperme si riproduce per via sessuata 585

Il fiore è l'organo riproduttivo delle angiosperme 585

Le angiosperme possiedono gametofiti microscopici 586

Le angiosperme mettono in atto diversi meccanismi per evitare l'incrocio 587

Il tubetto pollinico trasporta le cellule spermatiche al sacco embrionale 588

Le angiosperme sono caratterizzate da doppia fecondazione 588

L'embrione si sviluppa all'interno del seme, contenuto nel frutto 589

Concetto 27.2 Gli ormoni e le vie di segnalazione regolano il momento della fioritura 590

I meristemi apicali dei fusti possono trasformarsi in meristemi dell'infiorescenza 590

La fioritura è indotta da una cascata di espressioni geniche 590

Variazioni del fotoperiodo possono dare inizio alla fioritura 591

Le piante rispondono in modi differenziati agli stimoli del fotoperiodo 592

La lunghezza della notte è il segnale fotoperiodico essenziale per determinare la fioritura 592

Lo stimolo della fioritura si genera nella foglia 593

UN CASO DA VICINO 594

Il florigeno è una piccola proteina 594

La fioritura può essere indotta dalla temperatura o dalle gibberelline 595

In alcune piante la fioritura non dipende da stimoli ambientali 596

Concetto 27.3 Le angiosperme possono riprodursi per via asessuata 597

Le angiosperme ricorrono a numerosi tipi di riproduzione asessuata 597

La riproduzione vegetativa è importante in campo agrario 599

Sintesi 600

28 Le piante nell'ambiente 601

Concetto 28.1 Per difendersi dagli agenti patogeni, le piante mettono in atto risposte costitutive e risposte indotte 602

Le barriere fisiche formano le difese costitutive 602

Le risposte indotte ai patogeni possono essere determinate geneticamente 603

La risposta ipersensibile combatte i patogeni nella sede di infezione 603

Le piante possono sviluppare una resistenza sistemica agli agenti patogeni 604

Concetto 28.2 Le piante si difendono dagli erbivori con sistemi meccanici e sostanze chimiche 605

Le difese costitutive dagli erbivori sono fisiche e chimiche 605

Le piante rispondono agli erbivori con difese indotte 606

UN CASO DA VICINO 607

Le piante hanno dei sistemi per non subire effetti negativi da parte delle sostanze difensive autoprodotte 608

Talvolta i sistemi di difesa non proteggono del tutto le piante 609

Concetto 28.3 Le piante si adattano agli stress ambientali 609

Alcune piante presentano adattamenti a condizioni di siccità 609

Alcune piante sono adattate ai terreni saturi d'acqua 611

Le piante rispondono allo stress idrico con vari sistemi 611

Le piante possono adattarsi alle temperature estreme 612

Alcune piante tollerano terreni con elevate concentrazioni saline 613

Alcune piante sono in grado di tollerare metalli pesanti 614

Sintesi 616



29 Fisiologia, omeostasi e termoregolazione 618

Concetto 29.1 Gli animali multicellulari devono mantenere un ambiente interno stabile 619

L'ambiente interno degli animali multicellulari è costituito dal liquido extracellulare 619

L'omeostasi è il processo che mantiene stabili le condizioni dell'ambiente interno 620

Le cellule, i tessuti e gli organi svolgono una funzione omeostatica 620

Concetto 29.2 L'omeostasi dell'ambiente interno è garantita dalla regolazione fisiologica 621

La regolazione dei sistemi fisiologici è possibile se sono disponibili informazioni di feedback 621

L'informazione di feedback può essere negativa o positiva 621

Concetto 29.3 I sistemi viventi sono termosensibili 623

Il Q_{10} misura la sensibilità alla temperatura 623

Gli animali possono acclimatarsi ai cambiamenti di temperatura stagionali 623

Gli animali possono regolare la temperatura corporea 623

Concetto 29.4 Gli animali controllano la temperatura corporea modificando il tasso di accumulo e di dispersione del calore 624

Il tasso di produzione di calore metabolico nei mammiferi e negli uccelli è elevato 626

Il tasso metabolico basale è correlato alle dimensioni del corpo 626

Negli endotermi, l'isolamento termico è la principale forma di adattamento ai climi freddi 627

Alcuni pesci sono in grado di conservare il calore prodotto con il metabolismo 628

L'evaporazione è un sistema efficace per dissipare il calore, ma è molto dispendiosa 629

Alcuni ectotermi aumentano la produzione di calore metabolico 629

Negli ectotermi e negli endotermi, alcuni comportamenti sono una forma di adattamento termoregolatorio 630

Concetto 29.5 I mammiferi regolano la temperatura corporea grazie a un "termostato" situato nel cervello 630

Il termostato dei mammiferi utilizza le informazioni di feedback 631

Il termostato può essere regolato verso l'alto e verso il basso 631

UN CASO DA VICINO 632

Sintesi 634

30 Gli ormoni animali 635

Concetto 30.1 Gli ormoni sono messaggeri chimici 636

I segnali endocrini agiscono localmente o a distanza 636

Gli ormoni si dividono in tre gruppi di composti chimici 636

La comunicazione ormonale si è evoluta nel corso del tempo 637

Gli studi condotti sugli insetti hanno rivelato l'esistenza di un controllo ormonale dello sviluppo 637

UN CASO DA VICINO 638

Concetto 30.2 Gli ormoni svolgono la loro azione legandosi ai recettori 639

I recettori ormonali possono essere localizzati sulla membrana plasmatica o all'interno della cellula 639

L'azione degli ormoni dipende dalla natura della cellula bersaglio e dei suoi recettori 640

Regolazione dei recettori ormonali 641

Concetto 30.3 L'ipofisi è il collegamento tra il sistema nervoso e il sistema endocrino 643

L'ipofisi è formata da due porzioni 643

I neurormoni sono prodotti dall'ipofisi anteriore in quantità infinitesimali	644
Anche la produzione di ormoni ipofisari è regolata da circuiti a feedback negativo	645
Concetto 30.4 Gli ormoni regolano i sistemi fisiologici dei mammiferi	646
La tiroxina contribuisce alla regolazione del metabolismo e della temperatura corporea	646
La regolazione ormonale dei livelli di calcio è fondamentale per la vita	647
La risposta allo stress è coordinata dalle due porzioni delle ghiandole surrenali	648
Gli steroidi sessuali prodotti dalle gonadi controllano l'attività riproduttiva	649
Sintesi	651
31 Immunologia: sistemi di difesa negli animali	652
Concetto 31.1 Gli animali utilizzano i meccanismi di difesa dell'immunità innata e adattativa per proteggersi dai patogeni	653
I globuli bianchi hanno diversi ruoli nel processo immunitario	653
Le proteine del sistema immunitario si legano ai patogeni o li segnalano ad altre cellule	653
Concetto 31.2 L'immunità innata è aspecifica	654
Barriere fisiche e agenti locali difendono l'organismo dall'attacco degli invasori	655
Le proteine specializzate e i processi cellulari sono altre difese immunitarie innate	655
L'infiammazione è una risposta coordinata a un'infezione o a una lesione	656
L'infiammazione può causare alcuni problemi di carattere clinico	657
Concetto 31.3 La risposta immunitaria adattativa è specifica	657
UN CASO DA VICINO	658
Le quattro caratteristiche chiave dell'immunità adattativa	658
Esistono due tipi di risposta immunitaria adattativa che interagiscono tra loro	660
Concetto 31.4 La risposta immunitaria adattativa umorale utilizza anticorpi specifici	662
Le plasmacellule producono anticorpi	662
Tutti gli anticorpi possiedono una struttura generale comune	662
La diversità anticorpale è generata dal riarrangiamento del DNA e da altre mutazioni	663
Gli anticorpi si legano ai patogeni sulle cellule o nel circolo sanguigno	665
Concetto 31.5 Le cellule T e i loro recettori sono coinvolti nella risposta immunitaria adattativa cellulare	666
I recettori delle cellule T si legano in modo specifico agli antigeni presenti sulla superficie cellulare	666
Le proteine MHC presentano l'antigene alle cellule T consentendone il riconoscimento	666

L'attivazione della risposta mediata da cellule provoca la morte della cellula bersaglio	667
Le cellule T regolatorie sopprimono la risposta immunitaria umorale e cellulare	667
L'AIDS è una sindrome da immunodeficienza	668
Sintesi	670
32 La riproduzione negli animali	671
Concetto 32.1 La riproduzione può avvenire per via sessuale o asessuale	672
Nella gemmazione e nella rigenerazione i nuovi individui sono prodotti per mitosi	672
La partenogenesi consiste nello sviluppo di uova non fecondate	672
La maggior parte degli animali si riproduce per via sessuale	673
Concetto 32.2 La gametogenesi produce gameti aploidi	673
Nella spermatogenesi ogni cellula madre produce quattro spermatozoi	673
Nell'oogenesi ogni cellula madre produce un solo ovulo di grandi dimensioni	673
Gli ermafroditi possono produrre sia spermatozoi sia cellule uovo	675
Concetto 32.3 La fecondazione consiste nell'unione di uno spermatozoo e di una cellula uovo	675
La fecondazione può essere esterna o interna	675
Le molecole di riconoscimento consentono allo spermatozoo di attraversare gli strati protettivi che avvolgono la cellula uovo	676
Una cellula uovo può essere fecondata da un solo spermatozoo	677
Le uova fecondate possono essere rilasciate nell'ambiente o conservate nel corpo della madre	678
Concetto 32.4 La funzione riproduttiva umana è controllata dagli ormoni	678
Gli organi sessuali maschili producono e trasportano il seme	679
L'attività sessuale del maschio è controllata dagli ormoni	681
Gli organi sessuali femminili producono cellule uovo, accolgono gli spermatozoi e nutrono l'embrione	682
Il ciclo riproduttivo della femmina è controllato dagli ormoni	682
Durante la gravidanza, i tessuti di derivazione embrionale producono ormoni	684
Il parto è indotto da stimoli ormonali e meccanici	684
Concetto 32.5 L'uomo dispone di numerosi metodi per il controllo della fertilità	685
Esistono molti metodi contraccettivi	685
Le tecniche riproduttive aiutano a risolvere i problemi di infertilità	685
Sintesi	688
33 Lo sviluppo animale	689
Concetto 33.1 La fecondazione attiva i processi di sviluppo	690

Lo spermatozoo e la cellula uovo contribuiscono in maniera diversa alla formazione dello zigote	690
La redistribuzione del citoplasma della cellula uovo prepara la fase di determinazione	690
Concetto 33.2 La segmentazione ripartisce il citoplasma dello zigote	691
La segmentazione aumenta il numero di cellule senza accrescimento cellulare	692
Nei mammiferi la segmentazione mostra caratteristiche uniche	693
Particolari blastomeri generano specifici tessuti e organi	693
Concetto 33.3 La gastrulazione dà origine alla formazione di tre strati tissutali	694
Nel riccio di mare la gastrulazione è caratterizzata dall'invaginazione del polo vegetativo	695
Nella rana la gastrulazione inizia in corrispondenza della semiluna grigia	695
Il labbro dorsale del blastoporo organizza la formazione dell'embrione degli anfi	696
L'azione dell'organizzatore si basa su fattori di trascrizione	697
UN CASO DA VICINO	697
La modalità di gastrulazione nei rettili, uccelli compresi, rappresenta un adattamento alle uova ricche di tuorlo	698
UN CASO DA VICINO	699
Le uova dei mammiferi placentati conservano la gastrulazione degli uccelli/rettili ma sono prive di tuorlo	699
Concetto 33.4 La neurulazione dà origine al sistema nervoso	700
La notocorda induce la formazione del tubo neurale	700
Il sistema nervoso centrale si sviluppa dal tubo neurale embrionale	701
La segmentazione del corpo si sviluppa durante la neurulazione	702
Concetto 33.5 Le membrane extraembrionali nutrono l'embrione in via di sviluppo	703
Le membrane extraembrionali si sviluppano con il contributo di tutti i foglietti embrionali	703
Nei mammiferi le membrane extraembrionali formano la placenta	704
Sintesi	706
34 I neuroni e il sistema nervoso	707
Concetto 34.1 Il sistema nervoso consiste di neuroni e di cellule della glia	708
I neuroni trasmettono segnali elettrici e segnali chimici	708
La glia sostiene, nutre e isola i neuroni	708
I neuroni sono reciprocamente collegati a formare reti di elaborazione dell'informazione	709
Concetto 34.2 I neuroni generano e trasmettono segnali elettrici	710
La funzione neurale si basa su semplici concetti legati all'elettricità	710
La pompa sodio-potassio induce gradienti di concentrazione di ioni Na ⁺ e K ⁺	710

METODO DI RICERCA	711
Il potenziale di riposo è generato principalmente da canali di dispersione per gli ioni K ⁺	711
L'equazione di Nernst permette di prevedere il potenziale di membrana di un neurone	712
I canali ionici ad accesso regolato possono alterare il potenziale di membrana	712
Cambiamenti graduati del potenziale di membrana diffondono a porzioni adiacenti di un neurone	713
Cambiamenti improvvisi a livello dei canali per gli ioni Na ⁺ e K ⁺ generano potenziali d'azione	713
I potenziali d'azione vengono condotti lungo l'assone senza perdita di segnale	715
I potenziali d'azione si propagano più velocemente negli assoni grandi e in quelli mielinizzati	715
Concetto 34.3 I neuroni comunicano con altre cellule a livello delle sinapsi	716
La giunzione neuromuscolare è un modello di sinapsi chimica	716
La cellula postsinaptica somma gli impulsi eccitatori e inibitori	717
La disattivazione della risposta dipende dalla rimozione del neurotrasmettitore	718
Esistono numerosi tipi di neurotrasmettitori	718
Le sinapsi possono essere veloci o lente in base alla natura dei recettori	719
Concetto 34.4 Il sistema nervoso dei vertebrati possiede numerose componenti che interagiscono reciprocamente	720
Il sistema nervoso autonomo controlla le funzioni fisiologiche involontarie	721
Il midollo spinale trasmette ed elabora l'informazione	722
Gli interneuroni coordinano i riflessi polisinpatici	723
Il tronco cerebrale trasmette l'informazione tra l'encefalo e il midollo spinale	723
Le porzioni più profonde del prosencefalo controllano azioni fisiologiche, istinti ed emozioni	723
Le diverse regioni del telencefalo interagiscono per produrre consapevolezza e per controllare il comportamento	723
Ogni emisfero cerebrale comprende quattro lobi	725
Concetto 34.5 Le complesse abilità dell'uomo si basano su specifiche aree cerebrali	726
Le capacità linguistiche sono localizzate nell'emisfero cerebrale sinistro	726
Alcune forme di apprendimento e di memoria possono essere localizzate in specifiche aree cerebrali	727
Esistono due tipi diversi di sonno	727
Non siamo ancora in grado di rispondere alla domanda "Che cosa è la coscienza?"	728
Sintesi	730
35 I sistemi sensoriali	731
Concetto 35.1 I sistemi sensoriali convertono gli stimoli in potenziali d'azione	732
La trasduzione sensoriale coinvolge cambiamenti dei potenziali di membrana	732
Recettori sensoriali differenti individuano tipi diversi di stimoli	732

La sensazione percepita dipende dai neuroni che ricevono i potenziali d'azione dalle cellule sensoriali	732
Molti recettori si adattano alla stimolazione ripetuta	733
Concetto 35.2 I chemorecettori rispondono a specifiche molecole o ioni	734
L'olfatto consente di percepire gli odori	734
Alcuni chemorecettori possono individuare feromoni	735
Il gusto è il senso che permette di percepire i sapori	735
Concetto 35.3 I meccanorecettori reagiscono a forze fisiche	737
Molte cellule differenti rispondono al tatto e alla pressione	737
Meccanorecettori si trovano nei muscoli, nei tendini e nei legamenti	737
Le cellule capellute sono meccanorecettori dei sistemi acustico e vestibolare	738
Il sistema acustico ricorre a cellule capellute per percepire le onde sonore	739
La flessione della membrana basilare viene percepita come tono	740
Diversi tipi di lesioni possono provocare perdita dell'udito	741
Il sistema vestibolare utilizza le cellule capellute per individuare la forza di gravità e il movimento	741
Concetto 35.4 I fotorecettori catturano la luce	742
Le rodopsine sono responsabili della fotosensibilità	742
I bastoncelli rispondono alla luce	743
UN CASO DA VICINO	743
Gli animali dispongono di un'ampia varietà di sistemi visivi	744
L'informazione visiva viene elaborata dalla retina e dall'encefalo	744
La visione a colori è dovuta ai coni	746
Sintesi	748
36 I sistemi muscoloscheletrici	749
Concetto 36.1 La contrazione muscolare si basa sull'interazione ciclica tra proteine	750
Lo scorrimento dei filamenti induce la contrazione del muscolo scheletrico	751
Le interazioni tra actina e miosina inducono lo scorrimento dei filamenti	752
Le interazioni tra actina e miosina sono controllate da ioni calcio	752
Il muscolo cardiaco è simile al muscolo scheletrico, ma differisce da questo per alcuni aspetti	754
UN CASO DA VICINO	756
La muscolatura liscia provoca contrazioni lente di molti organi interni	757
Concetto 36.2 Le caratteristiche delle cellule muscolari determinano la prestazione muscolare	758
Singole fibre muscolari scheletriche possono generare contrazioni graduate	758
I vari tipi di fibre muscolari determinano la resistenza e la forza	759
La quantità di ATP nel muscolo limita le prestazioni	760
Concetto 36.3 I muscoli premono contro elementi scheletrici per generare forze e causare movimento	761

Lo scheletro idrostatico è costituito da una cavità muscolare colma di fluido	761
L'esoscheletro è costituito di rigide strutture esterne	761
L'endoscheletro dei vertebrati è formato da cartilagine e tessuto osseo	762
Le ossa si sviluppano da tessuti connettivi	763
Le ossa che presentano articolazioni in comune possono agire come una leva	763
Sintesi	766
37 Gli scambi gassosi negli animali	767
Concetto 37.1 La legge della diffusione di Fick controlla gli scambi dei gas respiratori	768
La diffusione è indotta da differenze di concentrazione	768
La legge di Fick si applica a tutti i sistemi di scambio gassoso	768
L'aria è un mezzo respiratorio migliore dell'acqua	769
In molti ambienti la disponibilità di O ₂ è limitata	769
Il CO ₂ viene facilmente perso mediante diffusione	769
Concetto 37.2 I sistemi respiratori si sono evoluti per massimizzare i gradienti di pressione parziale	770
Gli organi respiratori sono caratterizzati da un'elevata superficie di scambio	770
I gradienti delle pressioni parziali possono essere ottimizzati in vario modo	771
Gli insetti possiedono vie aeree in ogni parte del corpo	771
Le branchie dei pesci sfruttano il flusso controcorrente per massimizzare gli scambi gassosi	772
La maggior parte dei vertebrati terrestri utilizza la ventilazione bidirezionale	772
Gli uccelli possiedono sacchi aeriferi che garantiscono un flusso unidirezionale continuo di aria fresca	773
Concetto 37.3 Nel polmone dei mammiferi la ventilazione è affidata a cambiamenti di pressione	774
A riposo viene ricambiata soltanto una piccola porzione del volume polmonare	776
METODO DI RICERCA	776
I polmoni sono ventilati da cambiamenti di pressione nella cavità toracica	777
Concetto 37.4 La respirazione è sotto il controllo a feedback negativo del sistema nervoso	778
La frequenza respiratoria è primariamente regolata dal CO ₂	778
Il CO ₂ influisce indirettamente sul midollo allungato attraverso cambiamenti del pH	778
UN CASO DA VICINO	779
Anche l'O ₂ viene monitorato	779
Concetto 37.5 I gas respiratori vengono trasportati dal sangue	780
L'emoglobina si combina reversibilmente con l'ossigeno	780
La mioglobina costituisce una riserva di O ₂	781
L'affinità dell'emoglobina per l'O ₂ è influenzata da vari fattori	782
Il CO ₂ è trasportato nel sangue prevalentemente sotto forma di ioni bicarbonato	782
Sintesi	784

38 Il sistema circolatorio	785
Concetto 38.1 Il sistema circolatorio può essere aperto o chiuso	786
Nel sistema circolatorio aperto circola il liquido extracellulare	786
Nel sistema circolatorio chiuso il sangue circola attraverso un sistema di vasi sanguigni	786
Concetto 38.2 Il sistema circolatorio può disporre di circuiti polmonari e sistemici distinti	787
La maggior parte dei pesci possiede un cuore con due camere e un singolo circuito sanguigno	787
I pesci polmonati hanno evoluto una circolazione parzialmente separata che rifornisce i polmoni	787
Gli anfibi e la maggior parte dei rettili dispongono di circuiti parzialmente separati	788
Nei coccodrilli, negli uccelli e nei mammiferi il circuito polmonare e quello sistemico sono completamente separati	789
Concetto 38.3 Il sangue viene pompato dal cuore che batte	790
Il sangue fluisce dal cuore destro ai polmoni, ritorna al cuore e viene pompato dalla sua porzione sinistra al resto del corpo	790
Il battito cardiaco ha le sue origini nel muscolo cardiaco	791
UN CASO DA VICINO	792
Un sistema di conduzione coordina la contrazione del muscolo cardiaco	793
Le proprietà elettriche del muscolo ventricolare sostengono la contrazione del cuore	793
L'ECG registra l'attività elettrica del cuore	794
Concetto 38.4 Il sangue consiste di cellule sospese nel plasma	795
I globuli rossi trasportano i gas respiratori	795
Le piastrine sono essenziali per la coagulazione del sangue	796
Concetto 38.5 Il sangue circola attraverso arterie, capillari e vene	797
Le arterie possiedono una parete muscolare elastica, che contribuisce alla propulsione e alla conduzione del sangue	797
I capillari possiedono una parete sottile e permeabile, che facilita lo scambio di materiali con il liquido interstiziale	798
Il flusso sanguigno nelle vene è facilitato dalla muscolatura scheletrica	800
I vasi linfatici restituiscono il liquido interstiziale al sangue	800
Concetto 38.6 La circolazione è regolata da meccanismi di autoregolazione, da nervi e da ormoni	801
La pressione sanguigna viene determinata dal battito cardiaco, dal volume di gittata sistolica e dalla resistenza periferica	801
L'autoregolazione adegua la pressione sanguigna e il flusso ematico locale ai fabbisogni locali	801
I nervi simpatici e parasimpatici influiscono sulla pressione arteriosa	802
Molti ormoni influiscono sulla pressione sanguigna	803
Sintesi	804

39 Nutrizione, digestione e assorbimento	805
Concetto 39.1 Il cibo fornisce energia e nutrienti	806
Il cibo fornisce energia	806
L'energia in eccesso viene immagazzinata sotto forma di glicogeno e di lipidi	806
Il cibo fornisce le unità costitutive di base essenziali	806
Il cibo fornisce minerali essenziali	807
Il cibo fornisce vitamine essenziali	808
Le carenze di nutrienti provocano malattie	809
Concetto 39.2 L'apparato digerente demolisce le macromolecole	810
Gli apparati digerenti semplici corrispondono a cavità con una sola apertura	810
I canali alimentari tubulari sono provvisti di un'apertura a ciascuna estremità	810
Gli eterotrofi possono essere specializzati per nutrirsi di diversi tipi di cibo	811
Concetto 39.3 L'apparato digerente dei vertebrati è un canale alimentare tubulare con ghiandole associate	813
Il canale alimentare dei vertebrati è formato da strati concentrici di tessuti	813
La digestione inizia nella bocca	814
Lo stomaco demolisce il cibo e inizia la digestione delle proteine	814
Le contrazioni muscolari mescolano il contenuto gastrico e lo spingono nell'intestino tenue	816
I ruminanti possiedono uno stomaco specializzato con quattro camere	816
L'intestino tenue continua la digestione e provvede a gran parte dell'assorbimento	816
I nutrienti assorbiti vengono trasferiti al fegato	819
L'intestino crasso assorbe acqua e ioni	819
Concetto 39.4 L'assunzione di cibo e il metabolismo sono soggetti a regolazione	819
I riflessi neurali controllano molte funzioni digestive	819
Gli ormoni regolano molte funzioni digestive	820
L'insulina e il glucagone regolano il livello di glucosio nel sangue	820
Il fegato dirige il traffico delle molecole che sostentano il metabolismo	821
Molti ormoni influiscono sull'assunzione del cibo	822
UN CASO DA VICINO	822
Sintesi	824
40 Il bilancio idrico-salino e l'escrezione dell'azoto	825
Concetto 40.1 I sistemi escretori mantengono l'omeostasi del liquido extracellulare	826
I sistemi escretori mantengono l'equilibrio osmotico	826
Gli animali possono essere osmoconformi o osmoregolatori	826
Gli animali possono essere ionoconformi o ionoregolatori	827

Concetto 40.2 I sistemi escretori eliminano i rifiuti azotati	828	Concetto 41.2 I comportamenti possono avere determinanti genetici	844
Gli animali espellono azoto in varie forme	828	Esperimenti di incrocio possono rivelare i determinanti genetici di un comportamento	844
La maggior parte delle specie produce più di un tipo di rifiuto azotato	829	Lo studio dei mutanti può rivelare i ruoli svolti da specifici geni	844
		Il <i>knockout</i> genico può rivelare i ruoli svolti da specifici geni	845
Concetto 40.3 I sistemi escretori producono urina mediante filtrazione, riassorbimento e secrezione	829	UN CASO DA VICINO	845
I metanefridi degli anellidi elaborano il liquido celomatico	829	Concetto 41.3 I processi di sviluppo modellano il comportamento	846
I tubuli malpighiani degli insetti dipendono dal trasporto attivo	829	Gli ormoni possono determinare il potenziale e il <i>timing</i> comportamentale	846
Il rene dei vertebrati è adattato per espellere l'acqua in eccesso	831	Alcuni comportamenti possono essere acquisiti soltanto in determinati periodi	846
Meccanismi per la conservazione dell'acqua si sono evoluti in numerosi gruppi di vertebrati	832	L'apprendimento del canto negli uccelli coinvolge i geni, l' <i>imprinting</i> e l'espressione temporale degli ormoni	847
	833	La collocazione nel tempo e l'espressione del canto degli uccelli si trovano sotto controllo ormonale	848
Concetto 40.4 Il rene dei mammiferi produce urina concentrata	833	Concetto 41.4 Il comportamento si basa su meccanismi fisiologici	849
Il rene dei mammiferi possiede una regione corticale e una regione midollare	834	I ritmi biologici coordinano il comportamento con cicli ambientali	849
La maggior parte del filtrato glomerulare è riassorbito dal tubulo contorto prossimale	835	Gli animali si devono orientare nel proprio ambiente	850
L'ansa di Henle genera un gradiente di concentrazione nella midollare renale	835	Gli animali utilizzano modalità multiple per comunicare	853
Il tubulo contorto distale aggiusta finemente la composizione dell'urina	835	Concetto 41.5 Il comportamento individuale è modellato dalla selezione naturale	855
L'urina viene concentrata nel dotto collettore	835	Gli animali devono compiere scelte	855
L'insufficienza renale viene trattata con la dialisi	836	I comportamenti hanno costi e benefici	855
	837	UN CASO DA VICINO	856
Concetto 40.5 Il rene è regolato in modo tale da mantenere costanti la pressione, il volume e la composizione del sangue	837	Concetto 41.6 Il comportamento sociale e i sistemi sociali sono modellati dalla selezione naturale	857
Il sistema renina-angiotensina-aldosterone aumenta la pressione sanguigna	837	I sistemi d'accoppiamento massimizzano la fitness di entrambi gli individui coinvolti	858
L'ormone antidiuretico riduce l'escrezione di acqua	837	La fitness può essere aumentata attraverso il successo riproduttivo di individui imparentati	859
Il cuore produce un ormone che contribuisce ad abbassare la pressione sanguigna	838	L'eusocialità è il risultato estremo della selezione di parentela	860
UN CASO DA VICINO	839	La vita in gruppo ha costi e benefici	861
Sintesi	840	Sintesi	862
41 Il comportamento animale	841	Fonti delle illustrazioni	864
Concetto 41.1 Il comportamento ha cause immediate e cause remote	842	Indice analitico	868
Gli etologi formulano quattro domande relative al comportamento	842	Contenuti multimediali	908
Le domande relative alle cause immediate inducono ad approcci meccanicistici	842	Appendice A - L'albero della vita	
Le domande relative alle cause remote conducono ad approcci ecologici/evolutivi	843	Appendice B - Introduzione alla statistica	
		Appendice C - Alcune unità di misura usate in Biologia	
		Glossario	