

## Biochimica: la fotosintesi, energia dalla luce • Capitolo B4

### VERIFICA LE TUE CONOSCENZE

1 C	6 B	11 B
2 A	7 A	12 D
3 B	8 C	13 D
4 B	9 A	14 C
5 C	10 C	

### VERIFICA LE TUE ABILITÀ

15 a. ossidazione; b. NADPH; c. tilacoidi

16 a. pigmento; b. clorofilla a; c. 700 nm

17 a. fissazione; b. fosforilazione; c. amido

18 visibile, carotenoidi, ficobiline, anello, magnesio, assorbono, maggiore, rosso, minore, carotenoidi, verde, giallo, ficobiline, giallo-verde

19 A

**Motivazione:** in seguito all'assorbimento di fotoni, la clorofilla passa a uno stato eccitato e cede un elettrone all'accettore primario.

20 D

**Motivazione:** la RuBisCO può agire da ossigenasi legando e consumando l'ossigeno e liberando CO<sub>2</sub>.

21 B

**Motivazione:** il centro di reazione del fotosistema I contiene una molecola di clorofilla a che assorbe a 700 nm, mentre il centro di reazione

del fotosistema II contiene una molecola di clorofilla a che assorbe a 680 nm: il fotosistema II richiede fotoni con un'energia maggiore rispetto al fotosistema I.

22 B

**Motivazione:** il fotosistema II ossida le molecole di H<sub>2</sub>O che liberano 2 elettroni e atomi di ossigeno che si combinano per formare molecole di O<sub>2</sub>.

23 A

**Motivazione:** le piante C<sub>4</sub> contengono la PEP carbossilasi, che è in grado di fissare il C anche a basse concentrazioni di CO<sub>2</sub>, quindi anche nei giorni caldi quando gli stomi sono chiusi la fissazione può avvenire.

24 D

**Motivazione:** una piccola parte del G3P è trasformata in saccarosio che per idrolisi si scinde in glucosio e fruttosio, base di partenza per la sintesi di aminoacidi, lipidi e acidi nucleici.

### TEST YOURSELF

25 B	27 D	29 A
26 C	28 D	

### VERSO L'UNIVERSITÀ

30 A	31 C	32 B	33 D
------	------	------	------

### VERSO L'ESAME

#### DEFINISCI

34 **Spettro elettromagnetico:** l'insieme di tutte le possibili frequenze delle radiazioni elettromagnetiche.

**Spettro d'azione:** è il grafico che rappresenta la velocità della fotosintesi in un organismo in funzione delle diverse lunghezze d'onda a cui è esposto.

**Carotenoidi:** pigmenti accessori che nella fotosintesi consentono di assorbire lunghezze d'onda differenti rispetto alla clorofilla e che captano lunghezze d'onda corrispondenti al blu e blu-verde.

**NADP:** nicotinammide adenina dinucleotide fosfato, è un coenzima che durante le reazioni della fase luminosa della fotosintesi viene ridotto a NADPH, poi utilizzato (insieme all'ATP) durante

le reazioni indipendenti dalla luce per sintetizzare zuccheri a partire da  $\text{CO}_2$ .

**Clorofilla P<sub>700</sub>:** clorofilla *a* che assorbe a 700 nm e fa parte del fotosistema I.

**Fotofosforilazione:** è la sintesi dell'ATP che avviene nei cloroplasti sfruttando l'energia luminosa.

**RuBisCO:** ribuloso bifosfato carbossilasi/ossigenasi è l'enzima responsabile della fissazione del carbonio nel ciclo di Calvin o del legame con l'ossigeno della fotorespirazione.

**Tilacoidi:** vescicole membranose appiattite presenti nei cloroplasti, che contengono i pigmenti fotosintetici e l'apparato necessario per le reazioni di fotosintesi.

## SPIEGA

**35 Concetto centrale:** l'energia ricavata da un fotone assorbito nel sistema antenna di un fotosistema passa da una molecola di pigmento all'altra, fino ad arrivare alla clorofilla nel centro di reazione. La molecola di clorofilla *a* assorbe energia e cede un elettrone, passando a uno stato eccitato; la clorofilla ossidata può così ridurre una molecola chiamata accettore primario.

## RIFLETTI

**36 Concetto centrale:** il colore delle foglie è dovuto alla presenza di clorofilla nei cloroplasti, che appare verde e copre i colori degli altri pigmenti presenti. Quando le foglie smettono di svolgere le funzioni di fotosintesi, alla fine dell'estate, non producono più clorofilla; ecco che appaiono quindi i colori degli altri pigmenti, in particolare dei carotenoidi, responsabili delle tinte gialle tipiche delle foglie autunnali. Le foglie delle piante «sempreverdi» mantengono anche durante i mesi invernali le loro funzioni fotosintetiche, e restano quindi verdi.

## DESCRIVI

**37 Concetto centrale:** la  $\text{CO}_2$  è stata marcata con atomi di carbonio-14 radioattivo, in modo da poter visualizzare il percorso del carbonio lungo il processo: le reazioni di fissazione del carbonio sono avvenute in un'alga verde (*Chlorella*). Marcando radioattivamente il carbonio, gli scienziati sono riusciti a distinguere tutti i prodotti del processo, tra cui monosaccaridi e amminoacidi. Si scoprì anche che le reazioni erano cicliche.

## RICERCA

**38 Concetto centrale:** il metabolismo acido delle crassulacee, o CAM, permette alle piante che vivono in ambienti desertici di ottimizzare l'attività fotosintetica. Il metabolismo CAM prevede la separazione temporale tra la fase luminosa e

la fase buia della fotosintesi: gli stomi delle foglie si aprono di notte per introdurre  $\text{CO}_2$ , che viene fissata in acidi organici poi conservati nei vacuoli; durante il giorno, gli acidi organici sono rilasciati dai vacuoli e trasportati nei cloroplasti, dove un enzima li trasforma in piruvato e  $\text{CO}_2$ , che può entrare nel ciclo di Calvin.

Nel 1804 il chimico de Saussure ha osservato che le piante succulente assumono  $\text{CO}_2$  al buio, senza riuscire però a spiegare il fenomeno.

Nel 1815 Heyne ha osservato che in queste piante i tessuti fotosintetici diventano più acidi di notte, e meno acidi durante il giorno.

Alla fine degli anni Novanta dell'Ottocento, Aurbert e Kraus hanno stabilito che esiste una correlazione tra il livello di acidificazione e la quantità di luce assimilata il giorno precedente.

Solo negli anni Quaranta del Novecento il processo metabolico è stato compreso in modo completo.

## RICERCA E IPOTIZZA

**39 Concetto centrale:** i cambiamenti climatici potrebbero modificare le condizioni ambientali di molte regioni del pianeta. Alcune aree rischiano di diventare più calde e aride; per sopravvivere, le piante dovrebbero sviluppare adattamenti per resistere alla carenza di acqua e all'eccessiva evaporazione e traspirazione. Le piante possono sviluppare anche adattamenti all'aumento di concentrazione di  $\text{CO}_2$  nell'atmosfera, per esempio diminuendo la quantità di stomi sulla superficie delle foglie.

## ANALIZZA E DEDUCI

**40 Concetto centrale:** il mais è una pianta  $\text{C}_4$ , in cui è presente un enzima chiamato PEP carbossilasi: esso lega il carbonio della  $\text{CO}_2$  a un accettore di carbonio, il PEP, formando un composto intermedio, l'ossalacetato. Per questo nell'esperimento descritto il primo prodotto visibile è l'ossalacetato, che si trasformerà poi in 3PG.

## RICERCA

**41 Concetto centrale:** Jason Priestley è stato un sacerdote, chimico e filosofo inglese, vissuto nel XVIII secolo. I suoi studi hanno riguardato in particolare i gas.

In una serie di esperimenti, Priestley ha studiato la sopravvivenza di un topo posto sotto una campana di vetro chiusa ermeticamente, osservando che l'animale sopravviveva più a lungo se nella campana si trovava anche una pianta.

## DEDUCI

**42 Concetto centrale:** in entrambi i casi, le piante non riusciranno a svolgere in modo efficace il processo di fotosintesi.

In carenza di ATP e P, le piante non potranno produrre attraverso la fotofosforilazione molecole di ATP, necessarie per fornire energia nel ciclo di Calvin (anche se una parte di energia può essere conservata nelle molecole di NADPH).  
In assenza di luce, le piante non potranno attivare il flusso di elettroni della fase luminosa della fotosintesi, e non potranno quindi produrre ATP e NADPH.

### RIFLETTI E COLLEGA

43

	Respirazione cellulare	Fase Luminosa
	$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow$ $\rightarrow$ ENERGIA + $6CO_2 + 6H_2O$	$6CO_2 + 12H_2O +$ ENERGIA $\rightarrow$ $\rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ $+ 6H_2O$
	interna	cloroplasti
	eterotrofi	
Fonte di energia		
	chimica	luminosa
	ossigeno	NADP <sup>+</sup>
	riduzione	O <sub>2</sub>

a. Respirazione: O<sub>2</sub> si riduce ad acqua, C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> si ossida a CO<sub>2</sub>.

Fotosintesi: acqua si ossida a O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> si riduce a C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>.

b. Nella respirazione cellulare l'accettore di elettroni è l'ossigeno, che riceve gli elettroni prodotti nella catena respiratoria; nella fotosintesi l'accettore è il NADP<sup>+</sup>, che si riduce a NADPH, che insieme all'ATP entrerà nel ciclo di Calvin.

c. In entrambi i processi avviene un accoppiamento tra il gradiente elettrochimico che è stato creato e la sintesi di ATP.

Differenze:

- nella respirazione cellulare il processo di chemiosmosi avviene a livello dei mitocondri, nella fotosintesi nei cloroplasti;
- la fonte di energia nella respirazione cellulare è rappresentata da molecole di nutrienti (energia chimica), mentre nella fotosintesi si utilizza l'energia della luce;
- nella respirazione cellulare l'accettore di elettroni è l'ossigeno, nella fotosintesi è il NADP<sup>+</sup>.

### ANALIZZA I DATI

44 **Concetto centrale:** quando una pianta è illuminata con luce a lunghezze d'onda di 680 nm e 700 nm, entrambi i fotosistemi I e II sono attivati, ottimizzando la produzione di ossigeno.