

de fuori dalla foglia a una velocità molto maggiore di quella con cui il  $\text{CO}_2$  diffonde verso l'interno. Ricordiamo che le molecole diffondono da zone a concentrazione maggiore verso zone a concentrazione minore e che la velocità di diffusione è proporzionale alla differenza di concentrazione. In una giornata estiva soleggiata, la differenza di concentrazione del vapor d'acqua tra gli spazi aeriferi interni e l'aria esterna può essere 100 volte maggiore della differenza di concentrazione del  $\text{CO}_2$ . Inoltre, dato che l'acqua è più leggera del  $\text{CO}_2$ , e perciò diffonde 1,6 volte più velocemente a parità di gradiente di concentrazione, si capisce bene perché, in una giornata estiva soleggiata, si possono perdere diverse centinaia di molecole d'acqua per ogni molecola di  $\text{CO}_2$  catturata per la fotosintesi.

La perdita di vapor d'acqua dalle foglie è detta **traspirazione**. La velocità di traspirazione delle piante è spesso abbastanza elevata. Una foglia di girasole, per esempio, può perdere per traspirazione tutto il suo contenuto d'acqua in appena 20 minuti. Per dare un termine di paragone, una persona che disperdesse acqua con questa velocità dovrebbe berne circa 2 litri al minuto per riuscire a sopravvivere. Le piante vascolari possono sostenere questi tassi di perdita d'acqua perché hanno accesso all'unica sorgente d'acqua sempre disponibile sulla terraferma: il suolo. L'acqua si sposta attraverso il corpo delle piante vascolari, prima in forma liquida e successivamente come vapor d'acqua, dal suolo fino all'atmosfera. Pertanto, la sfida di mantenere idratate le cellule fotosintetiche è affrontata in parte attraverso un continuo rifornimento di acqua dal suolo. Come vedremo più avanti, questo risultato è ottenuto anche limitando la velocità con cui l'acqua già presente nei tessuti delle foglie si disperde in atmosfera.

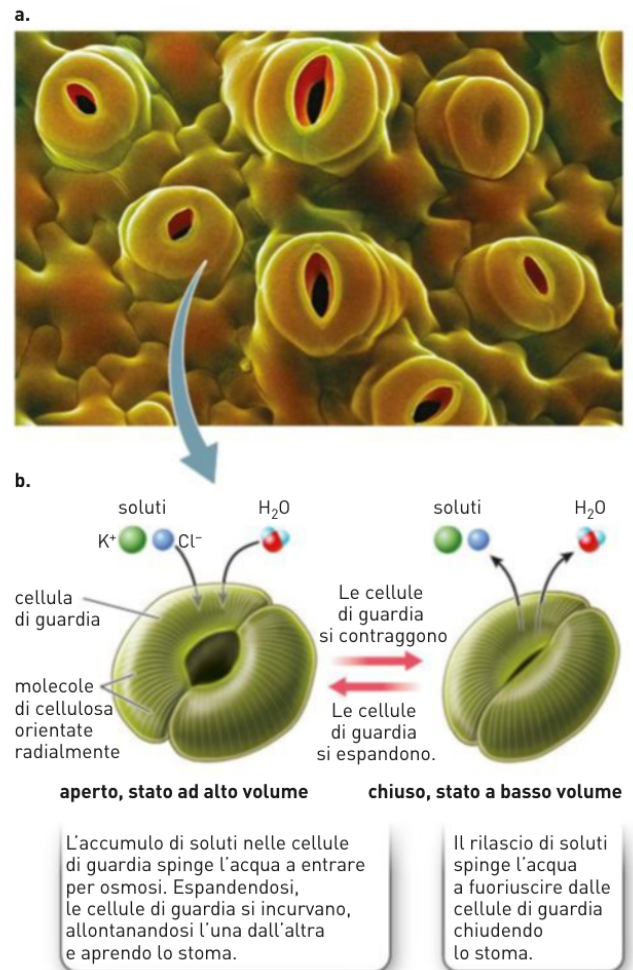
### La cuticola riduce la perdita di acqua dalle foglie ma inibisce l'assimilazione di $\text{CO}_2$

Le cellule epidermiche secernono sulla loro superficie esterna una **cuticola** cerosa che riduce la perdita di acqua. Senza una cuticola, l'umidità negli spazi aeriferi interni della foglia si ridurrebbe e le cellule fotosintetiche del mesofillo si disidraterebbero velocemente. Tuttavia, la cuticola previene non solo la diffusione del vapor d'acqua verso l'esterno ma anche la diffusione del  $\text{CO}_2$  verso l'interno della foglia.

Come accennato in precedenza, piccoli pori sull'epidermide permettono al  $\text{CO}_2$  di diffondere nella foglia (**FIGURA 37.6a**). Questi pori sono chiamati **stomi** (**stoma** al singolare). Gli stomi possono essere numerosi e molte piante ne possiedono centinaia per millimetro quadrato di epidermide. Date le piccole dimensioni di ogni stoma, meno dell'1-2% della superficie fogliare è di fatto occupato da questi pori.

L'epidermide con i suoi stomi rappresenta un compromesso tra la sfida di rifornirsi di cibo (assimilare  $\text{CO}_2$ ) e quella di prevenire la sete (limitare la perdita di acqua). Tuttavia, poiché sia la secchezza dell'aria sia l'umidità del suolo cambiano nel tempo, le foglie de-

**FIGURA 37.6** Gli stomi. (a) Immagine al microscopio elettronico a scansione (SEM) di stomi sulla superficie di una foglia; (b) cellule di guardia di uno stoma in posizione aperta e chiusa.



vono poter variare la quantità di acqua e di  $\text{CO}_2$  che passano attraverso l'epidermide in modo che la pianta possa equilibrare la velocità con cui disperde acqua in atmosfera e quella con cui la ottiene dal suolo. Le foglie possono farlo aprendo e chiudendo gli stomi.

### Gli stomi permettono di regolare la perdita d'acqua e l'acquisizione di carbonio da parte delle foglie

Gli stomi non sono semplicemente dei fori nell'epidermide fogliare: sono valvole idromeccaniche che possono aprirsi e chiudersi. Ciascuno stoma è costituito da due **cellule di guardia** che circondano un poro centrale. Le cellule di guardia possono ridursi o ingrossarsi, variando le dimensioni del poro situato nel mezzo. (**FIGURA 37.6b**). Esaminiamo in dettaglio come funziona il meccanismo di questa valvola.

Ricordiamo che la cellulosa conferisce resistenza alle pareti delle cellule vegetali. Nelle cellule di guardia le lunghe molecole di cellulosa sono orientate radialmente, cioè sono avvolte intorno alla cellula. Essendo vincolata da questa disposizione della cellu-