



## Biologia delle spugne

Da oltre 500 milioni di anni, le spugne popolano i mari del pianeta, arricchendoli con una varietà illimitata di forme e colori. Questi antichissimi animali pluricellulari vivono attaccati al substrato e posseggono un'organizzazione del corpo molto semplice, priva di tessuti, organi e apparati, ma altamente specializzata nel filtrare l'acqua del mare. E proprio dall'acqua le spugne ricavano tutto ciò di cui hanno bisogno per vivere: l'ossigeno per respirare e minuscole particelle di cibo per alimentarsi.

Ogni spugna funziona come un potente ed efficientissimo filtro biologico in grado di depurare fino a un litro d'acqua all'ora per ogni centimetro cubo di volume corporeo. Ciò implica che un esemplare di medie dimensioni, con un volume corporeo di un litro, può filtrare nei periodi di massima attività fino a 1000 litri d'acqua in un'ora!

La considerevole quantità d'acqua attraversa il corpo delle spugne fluendo all'interno di una vera e propria rete idrica in miniatura, un labirinto di migliaia e migliaia di camere e canali. L'acqua penetra all'interno di questo complesso sistema acquifero da innumerevoli piccoli pori, gli **ostii**, e fuoriesce da altri pori di maggiori dimensioni, gli **oscoli**. La superficie di una spugna appare, quindi, completamente bucherellata da un'infinità di pori più o meno grandi. Non a caso spugna è sinonimo di porifero, il termine scientifico di origine latina che significa "portatore di pori".

Esistono tre differenti organizzazioni del sistema acquifero di un porifero. Il tipo più primitivo, chiamato *Ascon*, consiste di un'unica cavità interna, lo **spongocele**. La semplice struttura a sacco è priva di canali acquiferi, per cui l'acqua giunge direttamente dagli ostii allo spongocele e da qui fuoriesce attraverso un solo osculo posto

in posizione apicale. Nel tipo denominato *Sycon*, la parete dello spongocele si ripiega più volte incrementando in tal modo la superficie filtrante. L'acqua fluisce dagli ostii in una serie di canali inalanti, penetra nello spongocele e fuoriesce dall'oscuro apicale. Più complessa è la struttura di tipo *Leucon* contraddistinta dalla comparsa di numerose camere specializzate per la filtrazione e da un articolato sistema di canali inalanti che conducono l'acqua in entrata dagli ostii alle camere e canali esalanti che convogliano l'acqua in uscita dalle camere agli osculi. Tale struttura è tipica della maggior parte delle specie viventi di spugne e consente un notevole ampliamento della superficie filtrante a parità di volume corporeo.

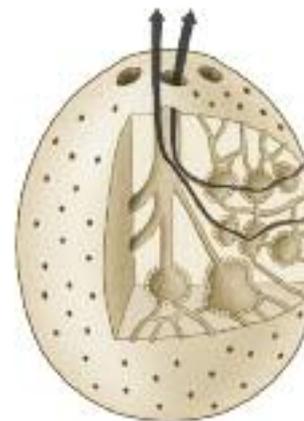
Il corpo delle spugne è estremamente semplice, costituito soltanto da poche tipologie cellulari. La superficie esterna è rivestita da numerose cellule appiattite e affiancate, i **pinacociti**, che hanno la funzione di proteggere la spugna da traumi esterni. Le pareti interne del sistema acquifero sono, invece, tappezzate da moltitudini di cellule flagellate, i **coanociti**, che producono una corrente d'acqua continua, grazie all'incessante movimento del loro lungo flagello, e trattengono le particelle di cibo presenti nell'acqua con prolungamenti simili a sottilissimi peli, i **microvilli**. Tra la superficie esterna e le pareti interne, esiste uno strato intermedio, il **mesoilo**, che contiene le strutture di sostegno della spugna e in cui si trovano gli **archeociti**, cellule indifferenziate implicate nella digestione delle particelle alimentari, nella riproduzione e nella rigenerazione di porzioni di spugna danneggiate. Nel mesoilo sono presenti anche cellule che accumulano sostanze di riserva, cellule che provvedono all'escrezione dei prodotti di rifiuto, cellule riproduttive e cellule che elaborano gli elementi che costituiscono lo scheletro della spugna.



Organizzazione di tipo *Ascon* (modificato da Bergquist, 1978)



Organizzazione di tipo *Sycon* (modificato da Bergquist, 1978)



Organizzazione di tipo *Leucon* (modificato da Bergquist, 1978)

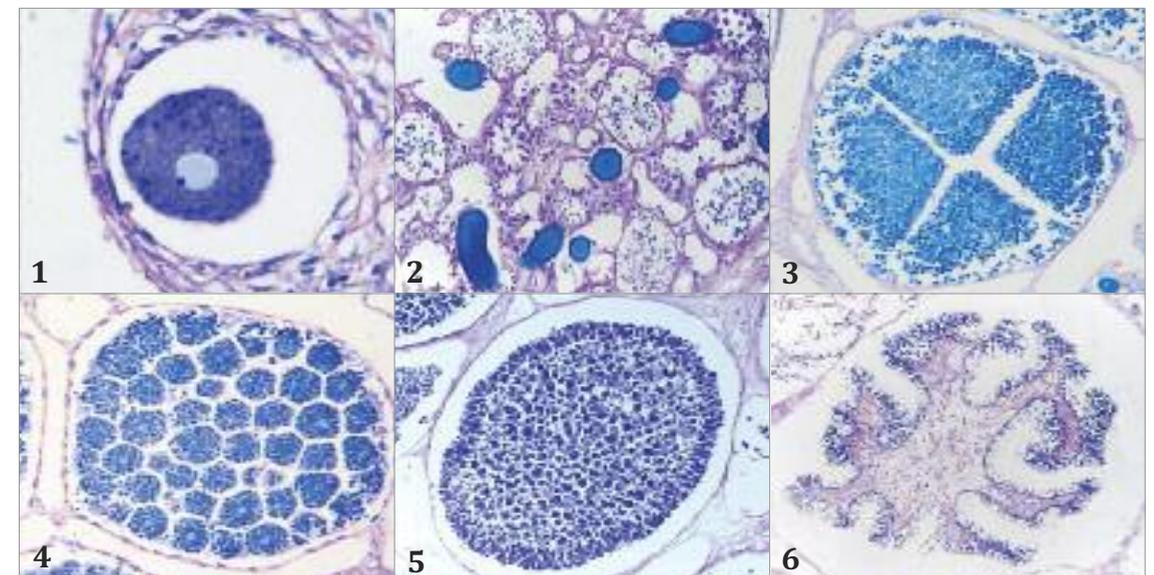
Il corpo delle spugne è sostenuto dal **collagene**, la principale proteina strutturale del regno animale, che può trovarsi sotto forma di fibrille disperse nella matrice intercellulare o come **spongina**, quest'ultima arrangiata in fibre o filamenti. La maggior parte delle spugne possiede anche uno scheletro minerale costituito da microscopici "ossicini" di natura calcarea o silicea, le **spicole**. Esistono moltissime morfologie spicolari: spicole lisce o spinose, dritte o curve, con le estremità smussate o a punta, spicole a forma di bastoncino, spillo o stuzzicadenti, a forma di stella, sfera, chela, e tante altre ancora (illustrazione a pag. 9).

Le spugne sono **organismi modulari**, ovvero costituiti da numerose unità funzionali. Diversamente da quanto accade negli organismi coloniali, come nei briozoi e nelle ascidie, le unità funzionali non possono essere distinte l'una dall'altra.

Le spugne si riproducono per via sessuale o, più raramente, asexuale. La prima modalità implica l'elaborazione di gameti femminili, gli **ovociti**, e gameti maschili, gli **spermi**, racchiusi in gran numero all'interno delle cisti spermatiche. I gameti derivano dal differenziamento di coanociti o archeociti, e possono essere prodotti da individui separati nelle specie gonocoriche (a sessi separati) o dallo stesso individuo nelle specie ermafrodite. Molte spugne sono vivipare con fecondazione interna, altre ovipare con rilascio di gameti maschili e femminili direttamente nel mezzo acquoso e fecondazione esterna.

Nella fecondazione interna, molto più comune, lo spermio emesso in acqua da una spugna penetra attraverso gli ostii all'interno di un'altra spugna, e viene condotto ad un ovocita da una cellula coanocitaria trasformata all'occorrenza in cellula di trasporto. In seguito alla fecondazione, l'embrione va incontro ad una serie di divisioni cellulari fino alla formazione della larva. In alcune spugne, come in *Spongia officinalis*, la lenta maturazione degli embrioni si protrae per quasi un anno intero, iniziando in autunno con la fecondazione e terminando all'inizio dell'estate con il rilascio delle larve. Esistono differenti tipologie larvali a seconda della classe di spugne considerata, ma tutte

Esistono differenti tipologie larvali a seconda della classe di spugne considerata, ma tutte

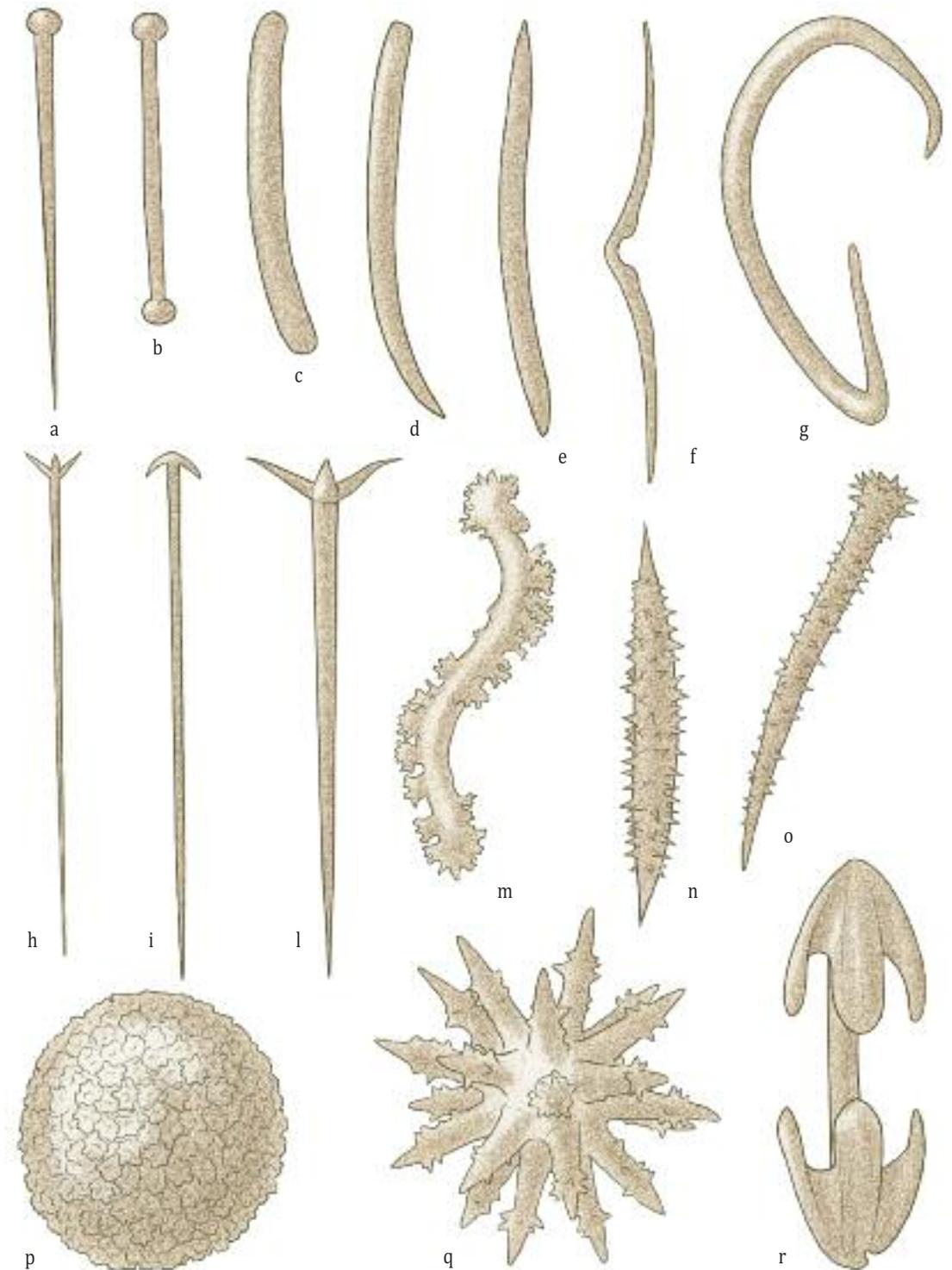


Cellule riproduttive e sviluppo embrionale in *Spongia officinalis*: 1. Ovocita; 2. Cisti spermatiche; 3. Embrione alle prime divisioni; 4. Embrione allo stadio di morula; 5. Stereoblastula; 6. Larva *parenchimella*. Immagini al microscopio ottico.



vengono emesse dagli osculi della “mamma” spugna nell’ambiente marino e restano nel plancton per poche ore o per uno/due giorni. In questa fase planctonica la minuscola larva, non più grande di mezzo millimetro, si nutre delle proprie riserve e nuota alla ricerca di un substrato adatto su cui fissarsi, sfidando gli innumerevoli predatori e l’immensità del mare. Infine, la riproduzione asessuale nelle spugne può essere di tre tipi: la **frammentazione**, la produzione di **gemme** o di **gemmule**. La frammentazione è un processo che consiste nella produzione di nuovi individui a partire da frammenti del corpo di un organismo adulto. Spesso avviene per **colamento** di porzioni di spugna che sfruttano la forza di gravità per colare lentamente dall’organismo genitore fino a staccarsi e a cadere sul substrato dove originano nuove spugne perfettamente funzionali. Le **gemme** sono protuberanze sferiche di qualche millimetro, che vengono elaborate da poche specie di spugne come quelle appartenenti al genere *Tethya*. Le gemme restano attaccate al corpo della spugna adulta attraverso una specie di sottilissimo cordone ombelicale finché si staccano e rotolano giù sviluppandosi autonomamente. Infine, le **gemmule** sono corpi di resistenza sferici, grandi qualche centinaio di micron, costituiti da archeociti contenuti in una capsula di collagene. In genere, le gemmule sono elaborate dalle spugne che vivono in ambienti d’acqua dolce, spesso effimeri e soggetti ad essiccamento o congelamento. Gli archeociti delle gemmule restano inattivi per tutto il periodo sfavorevole e si moltiplicano e differenziano soltanto con il miglioramento delle condizioni ambientali.

In alto, colamento in *Chondrilla nucula*, al centro, in *Oscarella lobularis* e, in basso, gemme di *Tethya aurantium*.



Forma di alcune spicole: a. Tilostilo; b. Tilota; c. Strongilo; d. Stilo; e. Oxea; f. Toxa; g. Sigma; h. Protriene; i. Anatriene; l. Ortotriene; m. Spiraster; n. Acanthoxea; o. Acanthostilo; p. Sterraster; q. Oxiaster; r. Isochela. (modificate da Bergquist, 1978 e da De Vos et al., 1991)



Sulla parete di un ambiente semioscuro una miriade di spugne diverse compete per lo spazio con altri organismi.

## Ecologia delle spugne

Nel Mar Mediterraneo sono state finora descritte oltre 600 specie appartenenti al *phylum* Porifera. Questa cifra non è definitiva, ma tende ad aumentare di anno in anno. La maggior parte rientra nella classe Demospongiae, mentre un piccolo gruppo di specie è distribuito nelle altre tre classi del phylum: Calcarea (79 specie), Hexactinellida (7 specie) e Homoscleromorpha (22 specie). Molte delle spugne mediterranee sono specie endemiche, cioè esclusive del *Mare Nostrum*.

Le spugne dominano gli ambienti bentonici e colonizzano in gran numero ogni tipo di substrato. Crescono sulle rocce verticali o orizzontali, in ambienti illuminati o oscuri, sopra e sotto le pietre, ricoprono alghe e conchiglie, avvolgono i rizomi delle piante marine, incrostanto con mille colori i relitti sommersi e persino i rifiuti gettati sul fondo del mare. La loro caratteristica **sessilità**, ovvero la caratteristica di vivere attaccati al substrato, non ostacola nemmeno le poche specie che crescono sugli instabili fondi molli delle lagune o degli ospitali ambienti profondi. Insomma, le spugne crescono dappertutto, favorite dall'abbondanza del loro alimento che è presente naturalmente nell'acqua del mare.

La dieta dei poriferi comprende minuscole particelle di materia organica, molti batteri, alghe unicellulari e, raramente, piccoli protozoi del plancton. Tutti questi microscopici alimenti vengono in continuazione trattenuti durante la filtrazione dell'acqua del mare.

La filtrazione non è, però, la sola modalità di alimentazione. Alcune specie tipiche di ambienti estremi come le grotte oscure e i fondali batiali, appartenenti alla famiglia Cladorhizidae, si sono trasformate da innocue filtratrici

a spugne carnivore che catturano le loro prede con filamenti armati di spicole dalla particolare forma ad uncino.

In molti casi, le spugne ricavano nutrimento anche dai microrganismi fotosintetici che ospitano all'interno del loro corpo e con cui instaurano uno stretto rapporto simbiotico simile a quello che si stabilisce tra le madrepori e le zooxantelle nei mari tropicali. I simbionti fotosintetici sono per lo più **cianobatteri**, che forniscono alla spugna i prodotti della fotosintesi e l'ossigeno. In cambio, essa offre protezione, l'anidride carbonica necessaria alla fotosintesi e i prodotti di rifiuto, che vengono completamente riutilizzati dai microrganismi. I cianobatteri, inoltre, sono responsabili delle differenti colorazioni assunte da molte spugne che vivono in ambienti illuminati e le proteggono da un eccessivo e dannoso irraggiamento solare. L'associazione tra spugna e simbiote è talvolta così stretta che gli esemplari adulti trasmettono negli embrioni un piccolo numero di microrganismi, affinché i nuovi giovani esemplari siano già dotati dei loro fidati piccoli collaboratori.

All'interno delle spugne non si trovano solo organismi fotosintetici. Spesso il mesoilo di alcune specie è letteralmente imbottito con innumerevoli **batteri eterotrofi** che, in questo caso, vengono mangiati dalla spugna e costituiscono una riserva alimentare alternativa.

L'alimento fornisce l'energia necessaria per vivere e per sviluppare una forma corporea che spesso risulta strettamente correlata alle caratteristiche dell'ambiente. A volte, la stessa specie può mostrare forma completamente diversa a seconda che si trovi in acque calme o mosse. Nei luoghi caratterizzati da rilevante



**Paraleucilla**

*Paraleucilla magna* (Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004)

Fino a 40 cm

Di forma tubolare o massiva, presenta numerose pieghe e digitazioni più o meno spesse con all'apice un osculo, elementi che le conferiscono una morfologia complessa ed estremamente variabile. Bianca o color crema, è molto friabile e si sgretola facilmente. Predilige gli ambienti inquinati caratterizzati da acque calme e torbide, come i porti e le lagune costiere, dove si sviluppa rapidamente ricoprendo ogni tipo di substrato. È una specie aliena di origine atlantica diffusa in molte aree portuali d'Italia tra cui Olbia, Napoli, Taranto e Brindisi. Mediterraneo. In Atlantico, coste sud orientali del Brasile.

**Leucosolenia**

*Leucosolenia variabilis* (Haekel, 1870)

5 cm

Spugna cespugliosa, con sottile porzione basale da cui si elevano numerosi tubi collegati fra loro e portanti all'apice un osculo. I tubi sono alti in media 2 cm. La superficie è leggermente ispida. Bianca, al tatto è soffice. Può essere confusa con altre specie del genere *Leucosolenia*. Vive in ambienti litorali tra le alghe o nei porti.

Mediterraneo, Artico, coste atlantiche europee, Sud Africa, Stretto di Magellano e Cile.



**Sycon elegante**

*Sycon elegans* (Bowerbank, 1845)

1 cm

Piccola spugna dal corpo saccoforme con singolo osculo in cima, circondato da una doppia corona di spicole. La superficie è ispida, al tatto è soffice e fragile. Il colore varia dal bianco, al grigio, al giallo scuro. Può essere confusa con altre specie del genere *Sycon*. Vive in acque poco profonde, in grotta e nelle fessure del coralligeno.

Mediterraneo, Channel Islands, Portogallo, Isole Canarie, Coste atlantiche francesi, Sud Africa e Antille.



**Sycon rafano**

*Sycon raphanus* Schmidt, 1862

Fino a 8 cm

Spugna dal corpo ovoidale o cilindrico con singolo osculo in cima, circondato da una corona di spicole. Può essere attaccata al substrato per mezzo di un corto peduncolo. La superficie è ispida e setolosa, la consistenza soffice. Può essere confusa con altre specie del genere *Sycon*. Specie gregaria, forma gruppi di vari individui cresciuti vicini. Vive tra le alghe e nelle praterie di fanerogame marine, nei porti, ma anche a grandi profondità.

Mediterraneo e Mar Nero, Canale di Suez, Mar Rosso, Oceano Indiano, Australia, Filippine, Giappone, Tristan da Cunha, Cile.



**Sycon**

*Sycon* sp.

1 cm

Spugna dal corpo ovoidale con singolo osculo in cima, circondato da un corto collare di spicole. La superficie è leggermente ispida e mostra una caratteristica cesellatura. Vive in ambiente moderatamente illuminato.

Sardegna.



### Spugna scalare

*Scarispongia scalaris*  
(Schmidt, 1862)

30 cm

Spugna massiva, globosa o lobata, con la superficie molto delicata, ricoperta da conuli alti 2 mm e distanti fino a 5 mm. Gli osculi sono circondati da un piccolo collare. La consistenza è morbida, il colore varia dal grigio chiaro in condizioni di scarsa illuminazione al nero negli esemplari esposti alla luce. Vive in ambienti poco profondi, tra le alghe o nelle praterie di fanerogame marine, in grotta, nella biocenosi del coralligeno e del detritico costiero. Sulla superficie sono spesso presenti nudibranchi a caccia dei minuscoli entoprocti che si sviluppano sulla spugna. Si chiama così perché la disposizione delle fibre di spugna dello scheletro ricorda una scala a pioli.

Mediterraneo, Atlantico settentrionale fino alle coste di Islanda e Irlanda, Golfo di Guinea.





**Verongia**  
*Aplysina aerophoba* (Nardo, 1833)

30 cm  
Spugna massiva che forma spesse placche da cui si elevano molti camini affiancati, alti in genere 10 cm, dall'apice appiattito munito di osculo. Spesso presenta, sui camini, numerosi prolungamenti laterali sottili e ramificati che, staccandosi, originano nuovi esemplari. La consistenza è carnosa e leggermente viscosa, il colore è giallo vivo, ma al contatto con l'aria diventa rapidamente nero per l'ossidazione di un pigmento presente all'interno della spugna. Vive preferenzialmente su fondali poco profondi, ben illuminati, tra le alghe e altre spugne fotofile. Viene predata dal notaspideo *Tylodina perversa*. Può essere confusa con *A. cavernicola* che però predilige l'ambiente di grotta.

Mediterraneo, Atlantico settentrionale fino alle coste di Islanda e Irlanda, Golfo del Messico, Antille settentrionali, Golfo di Guinea.

**SPECIE PROTETTA** 



**Verongia cavernicola**  
*Aplysina cavernicola* (Vacelet, 1959)

Fino a 50 cm  
Spugna massiva con estesa porzione basale da cui si elevano molti camini cilindrici con all'apice un osculo. In genere, non sono presenti prolungamenti laterali. La consistenza è rigida e viscosa, il colore è giallo pallido, più chiaro di quello di *A. aerophoba*. A contatto con l'aria diventa rapidamente viola per l'ossidazione di un pigmento presente all'interno della spugna. Vive preferenzialmente in grotta, nella biocenosi del coralligeno e del detritico costiero.

Specie endemica del Mediterraneo.

**SPECIE PROTETTA** 

