

The Coral Microbiome in Sickness, in Health and in a Changing World

Il Microbioma Corallino in Malattia, in Salute e in un Mondo in Cambiamento



Tesi di laurea di:
Matteo Giangiacomi
Sessione di luglio
2023/2024

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI SCIENZE BIOLOGICHE
RELATRICE: PROF. CINZIA CORINALDESI



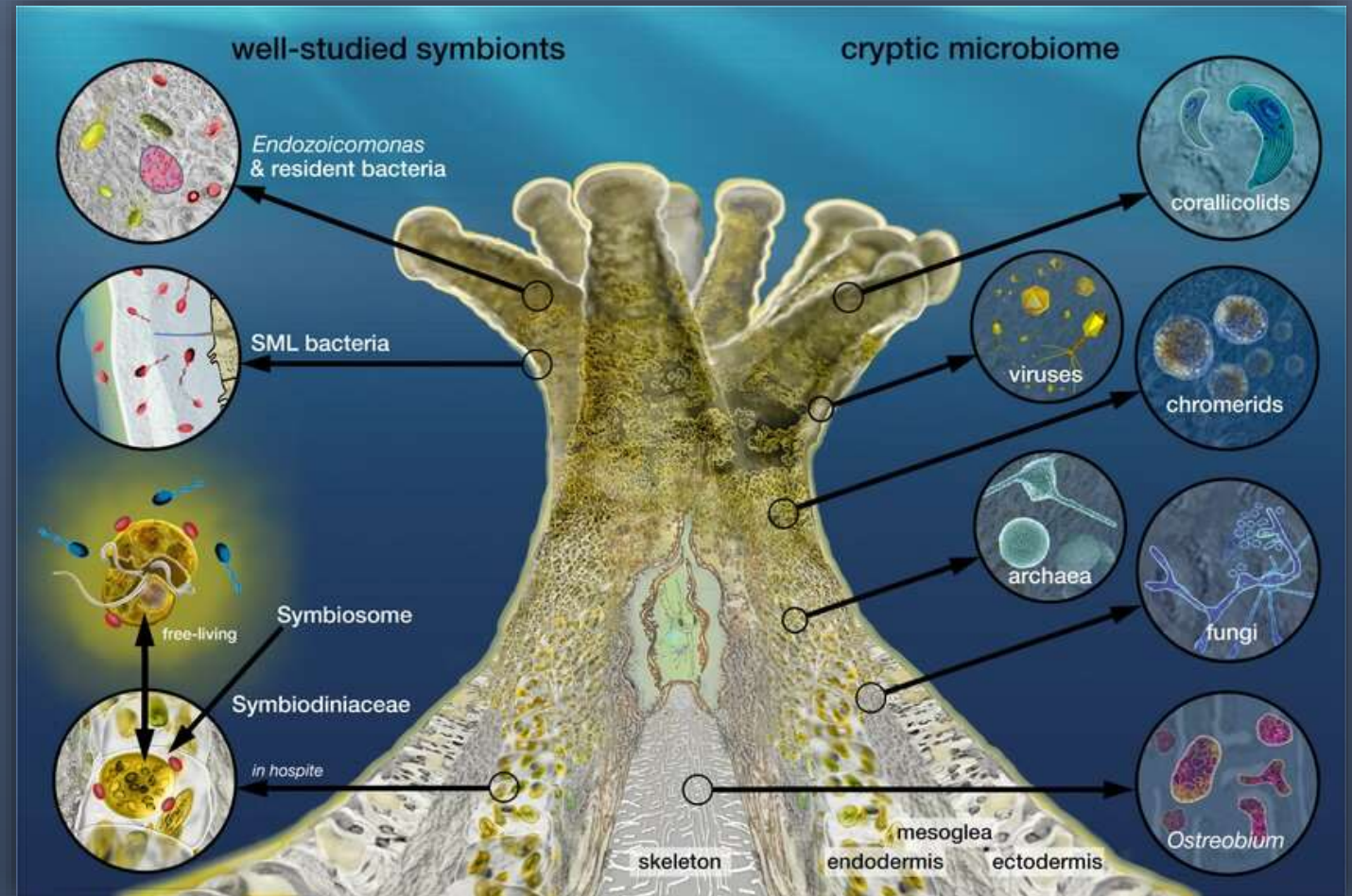
INTRODUZIONE

Le barriere coralline ospitano il 30% delle specie marine e forniscono servizi essenziali per l'ecosistema. Tuttavia sono minacciate da fenomeni locali e globali come pesca eccessiva, inquinamento, urbanizzazione e cambiamenti climatici. Dal 1950, metà delle barriere sono scomparse e fino al 90% potrebbe sparire con un aumento di temperatura di 1,5°C. I coralli vivono in simbiosi con numerosi microorganismi (batteri, funghi, virus, alghe) formando un grande “metaorganismo”. Tra questi abbiamo le *Symbiodiniaceae*, alghe fotosintetiche endosimbionti, che vivono nel tessuto corallino e che, in condizioni di stress, vengono espulse causando lo sbiancamento del corallo. La comprensione della relazione tra coralli e microbioma è essenziale per aumentarne la resilienza e sviluppare strategie di conservazione.



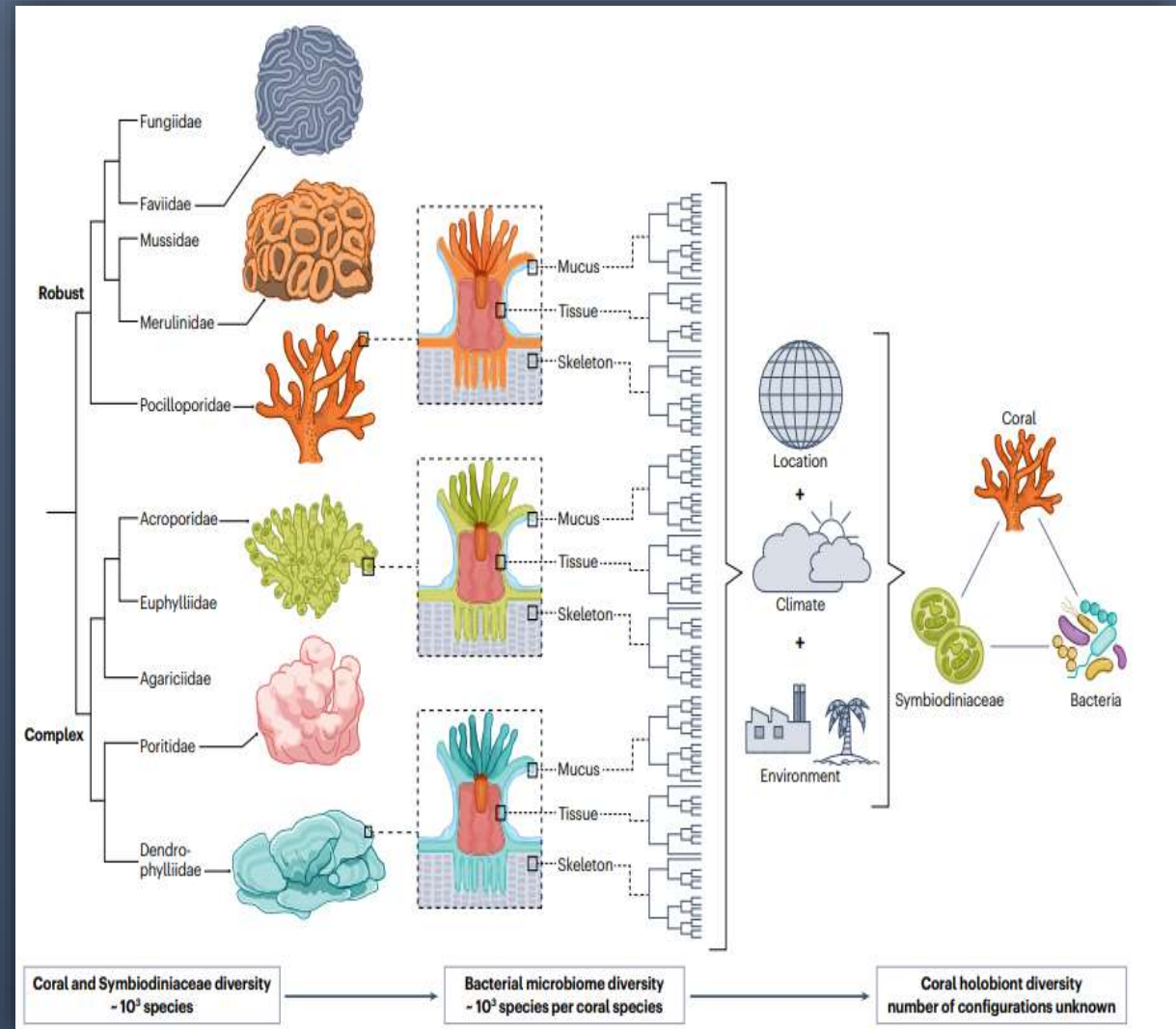
OBIETTIVI:

- 1) Presentare funzioni e ruolo del microbioma batterico.
- 2) Evidenziare la risposta del microbioma al cambiamento globale.
- 3) Discutere delle specifiche lacune di conoscenza.
- 4) Fornire prospettive per interventi futuri mirati al microbioma.



COMPOSIZIONE DEL MICROBIOMA

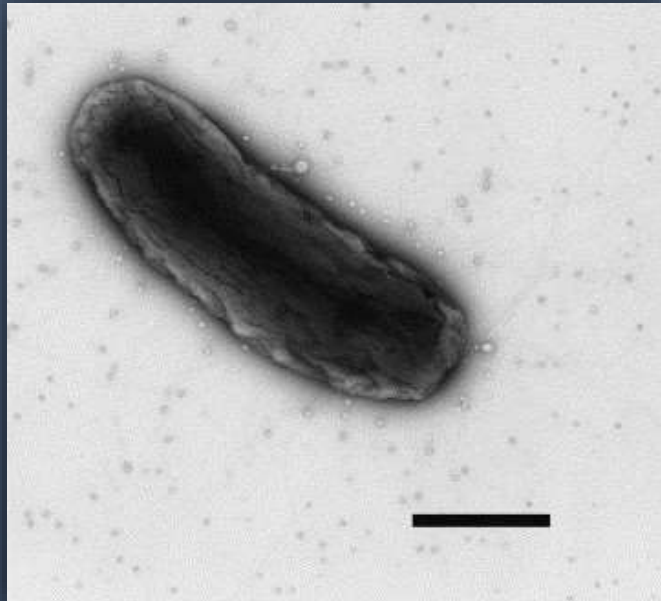
- Il microbioma corallino è flessibile e malleabile. (Ziegler, M et al)
- “Ipotesi probiotica dei coralli” (Reshef, L. et al)
- Le diverse specie batteriche sono acquisite o ereditate.
- Le tipiche famiglie di batteri associati a coralli includono *Endozoicomonadaceae*, *Rhodobacteraceae*, *Vibrionaceae* e *Alteromonadaceae*. (Mohamed, A.R. et al)



PRINCIPALI BATTERI

genere *Endozoicomonas*

- Si ritiene abbiano un ruolo nel ciclo dei nutrienti degli olobionti. (Buitrago-Lopez, C. et al)



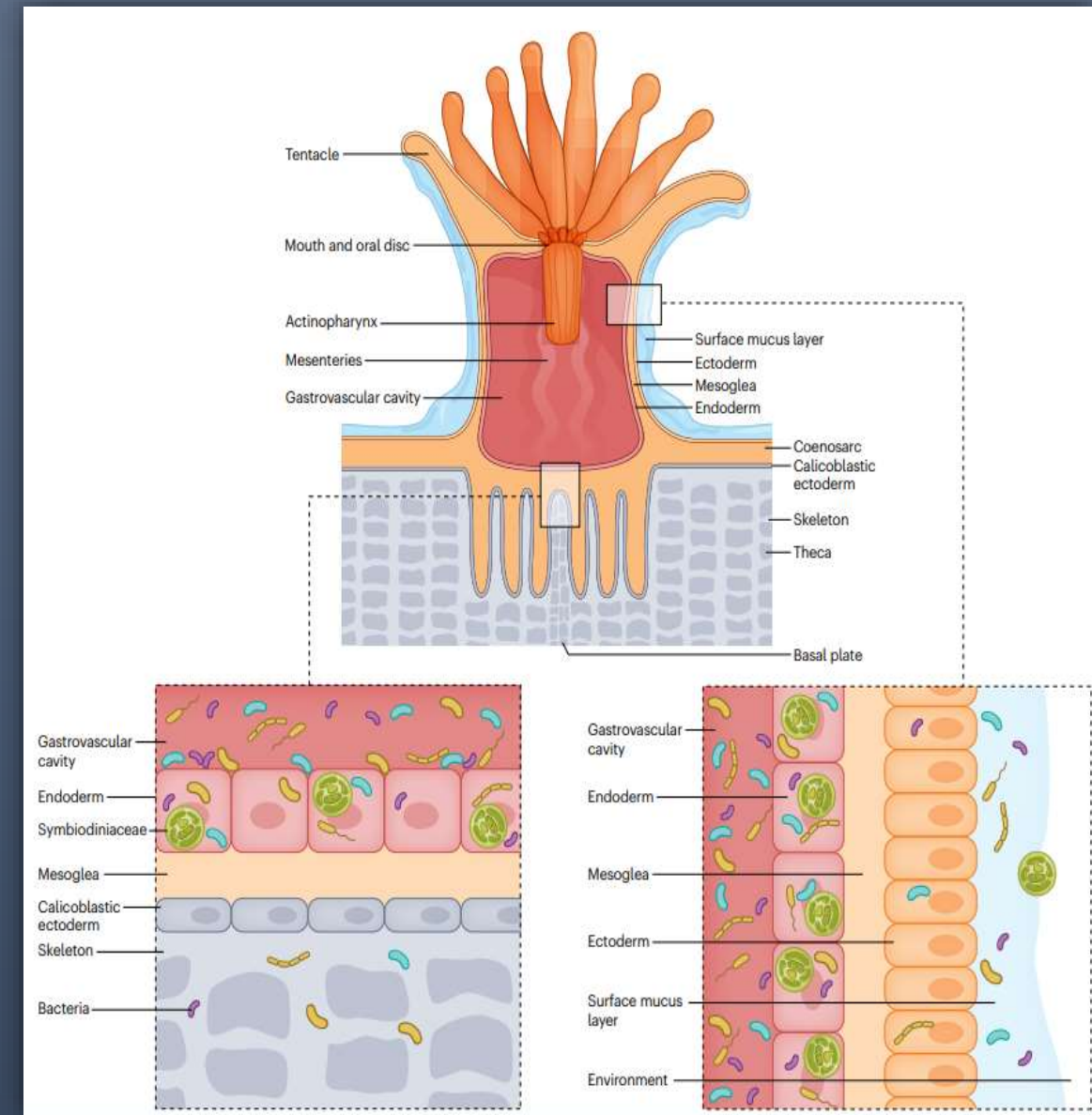
genere *Ruegeria*

- Uno dei pochi lignaggi che aumenta costantemente nei coralli sotto vari fattori di stress. (Rosado, P.M. et al)



SCOMPARTIMENTI CORALLINI

- La complessità del corallo è fondamentale per la diversità del microbioma.
- I coralli possiedono tre strati cellulari in cima ad uno scheletro calcareo creando così scompartimenti distinti. (Levy, S. et al)
- La compartimentazione si traduce in distinti microhabitat e diverse comunità. (Sweet, M.J. et al)
- La distribuzione batterica all'interno dei compartimenti può fornire indizi sulle loro funzioni.



MICROBIOMA

➤ Ciclo dell'azoto:

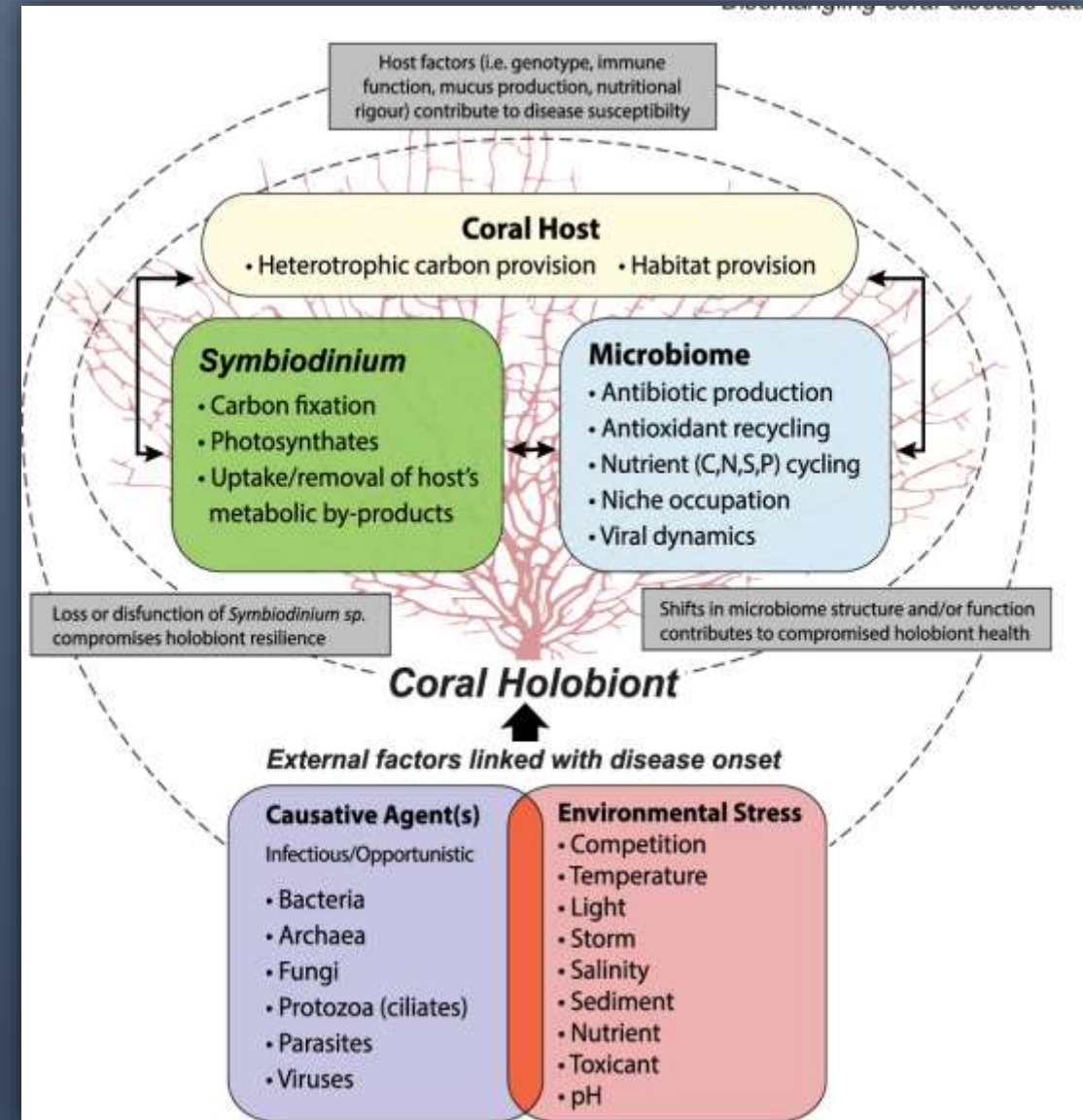
- Diazotrofi fissano l'azoto atmosferico.
- Denitrificazione e ossidazione anaerobica dell'ammonio (ANAMMOX).

➤ Ciclo del carbonio:

- Assorbimento di carbonio organico derivato dai fotosintati
- L'assorbimento di carbonio organico disciolto (DOC)

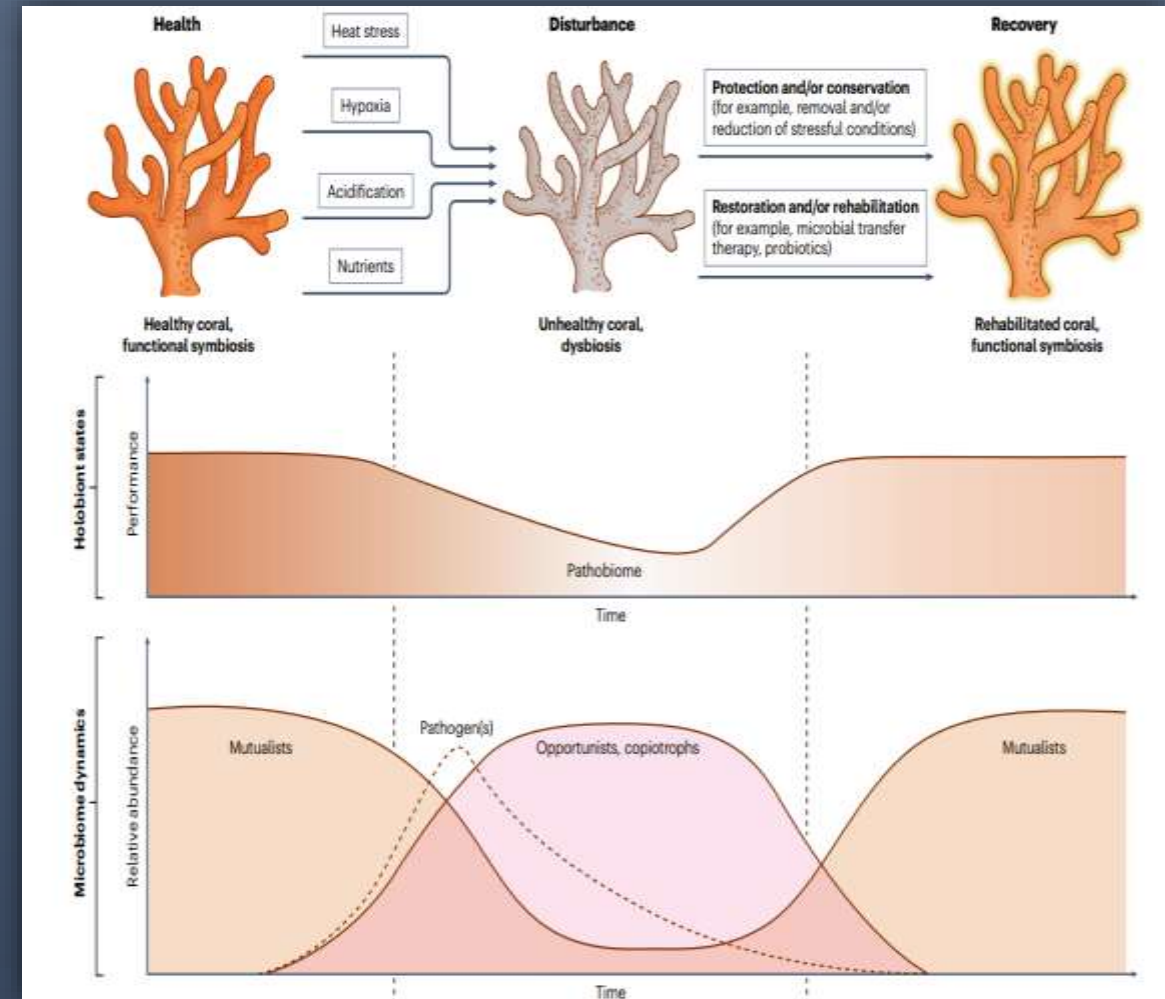
➤ Ciclo dello zolfo:

- Ciclo DMSP
- Batteri solfato-riduttori (SRB)



RUOLO NELLA SALUTE, MALATTIA E RESILIENZA ALLO STRESS

- Sono stati identificati solo pochi agenti patogeni tra cui *Vibrio Corallilyticus* e *Vibrio Shilonii* (Pollock, et al).
- Malattia della Banda Nera.
- Una vasta gamma di taxa batterici (*Pseudoalteromonas*, *Streptomyces*) produce antimicrobici. (Raina, Ushijima, et al)
- Molecole antimicrobiche isolate: l'acido tropoditietico e korormicina.
- I microbiomi dei coralli compromessi sono meno capaci di contrastare i patogeni: **disbiosi**.



VIRUS BATTERICI ASSOCIATI AI CORALLI

❖ **Regolazione delle Comunità Microbiche:**

- I batteriofagi possono modulare la densità delle popolazioni batteriche nei coralli
- Il controllo virale previene un'eccessiva crescita di batteri patogeni o opportunistici

❖ **Diversità Genetica e Funzionale:**

- Attraverso la transduzione, possono trasferire materiale genetico tra i batteri
- Questa diversità può migliorare la capacità adattativa del microbioma

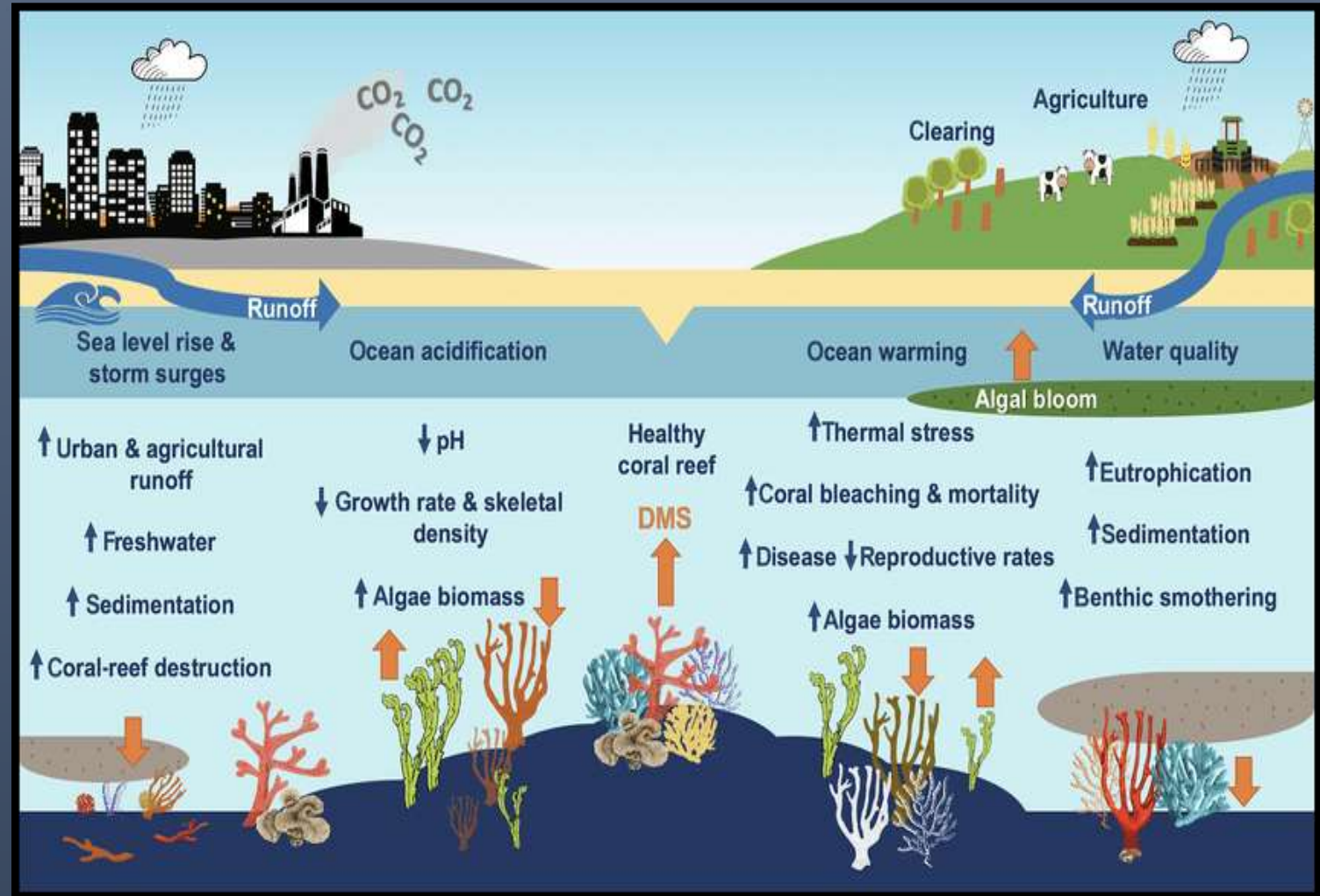
❖ **Impatto sulla Resilienza del Corallo:**

- I virus batterici giocano un ruolo importante nella risposta del corallo a stress esterni
- Possono favorire la presenza di batteri benefici.



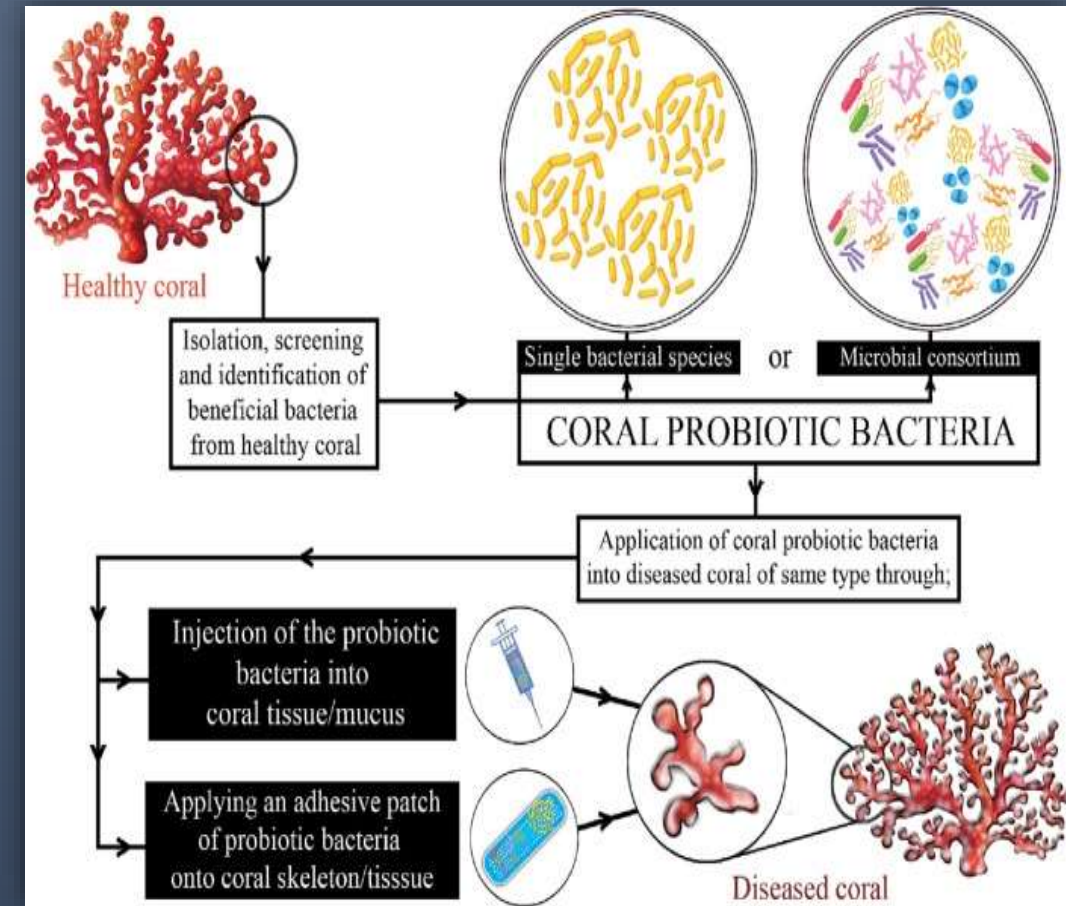
CLIMATICI

- **L'acidificazione degli oceani** .(Tan, C.T. et al)
- **Lo stress termico.** (Brown, B.E)
- **Variazioni improvvise nella salinità.** (Rothing,R et al)
- **La deossigenazione degli oceani.** (Huges,D.J. et al)
- **I cambiamenti climatici causano disbiosi nel microbioma** (Peixoto,R.S. et al)



BARRIERE CORALLINE

- Gli interventi mirati al microbioma prevengono processi disbiotici. (Peixoto, R.S. et al)
- **Terapia di trasferimento microbico** da colonie donatrici sane. (Kang, D.W.)
- Approccio personalizzabile degli interventi sul microbioma.
- **Ristrutturazione benefica del microbioma :**
 - alterazione delle interazioni
 - alterazione delle successioni microbiche



SFIDE E DIREZIONI PER LA RICERCA

1. Sviluppare nuove metodologie per gli approcci di sequenziamento. (Van Oppen, M.J. et al)
2. Caratterizzare le interazioni trascurate all'interno dell'olobionte.
3. Convalidare le ipotesi generate attraverso gli studi coltivando una maggiore diversità di batteri associati ai coralli. (Schultz, J. et al)
4. Validare come probiotici efficaci i presunti microrganismi benefici.
5. Necessità di un monitoraggio a lungo termine. (Apprill, A et al)



LACUNE DI CONOSCENZA

- Mancano studi dettagliati sulle specifiche funzioni dei diversi membri del microbioma.
- Le interazioni all'interno del microbioma sono ancora poco conosciute (sinergiche e antagoniste).
- È necessaria una maggiore comprensione dell'influenza dei cambiamenti climatici.
- Si necessita di sviluppare nuovi approcci metodologici per studiare il microbioma corallino.
- Serve una maggior comprensione di come il microbioma influenzi la resistenza alle malattie e allo stress.
- È cruciale capire come manipolare il microbioma per promuovere la conservazione dei coralli (“cocktail probiotico universale”). (Thatcher, C et al)



CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

Il microbioma corallino è fondamentale per la salute e la resilienza dei coralli, influenzando il metabolismo, la protezione dai patogeni e la risposta agli stress ambientali. È necessaria una ricerca integrata e multidisciplinare per comprendere meglio queste interazioni complesse. Le nuove conoscenze dovrebbero essere applicate alle strategie di conservazione per migliorare la resilienza dei coralli. La collaborazione tra scienziati e decisori politici è cruciale per proteggere le barriere coralline di fronte ai cambiamenti climatici così da prepararle al futuro.



RIASSUNTO

I coralli duri, motori e ingegneri degli ecosistemi di barriera, affrontano minacce senza precedenti causate dai cambiamenti ambientali antropogenici. I coralli sono olobionti che comprendono l'organismo cnidario ospite e una comunità diversificata di batteri, archea, virus e microrganismi eucariotici. Recenti ricerche dimostrano che il microbioma batterico ha un ruolo fondamentale nella biologia dei coralli. Una comunità batterica sana contribuisce al ciclo dei nutrienti e alla resilienza allo stress; tuttavia l'inquinamento, la pesca eccessiva e i cambiamenti climatici possono interrompere queste relazioni simbiotiche, portando a malattie, sbiancamento e alla morte dei coralli. Sebbene siano stati compiuti progressi nella caratterizzazione della diversità spaziale e temporale dei batteri, stiamo appena iniziando a comprendere il loro contributo funzionale. In questo studio vengono riassunte le interazioni ecologiche e metaboliche tra i batteri e gli altri membri dell'olobionte, evidenziati i fattori biotici e abiotici che influenzano la struttura delle comunità batteriche e discussi gli impatti dei cambiamenti climatici su queste comunità e sui loro ospiti corallini. Gli interventi sul microbioma possono aiutare a decifrare i meccanismi chiave alla base della salute dei coralli e promuovere la resilienza delle barriere. Infine, si esplora come gli sviluppi tecnologici recenti possano essere sfruttati per affrontare alcune delle sfide più urgenti nella microbiologia dei coralli, fornendo una roadmap per la ricerca futura in questo campo.

