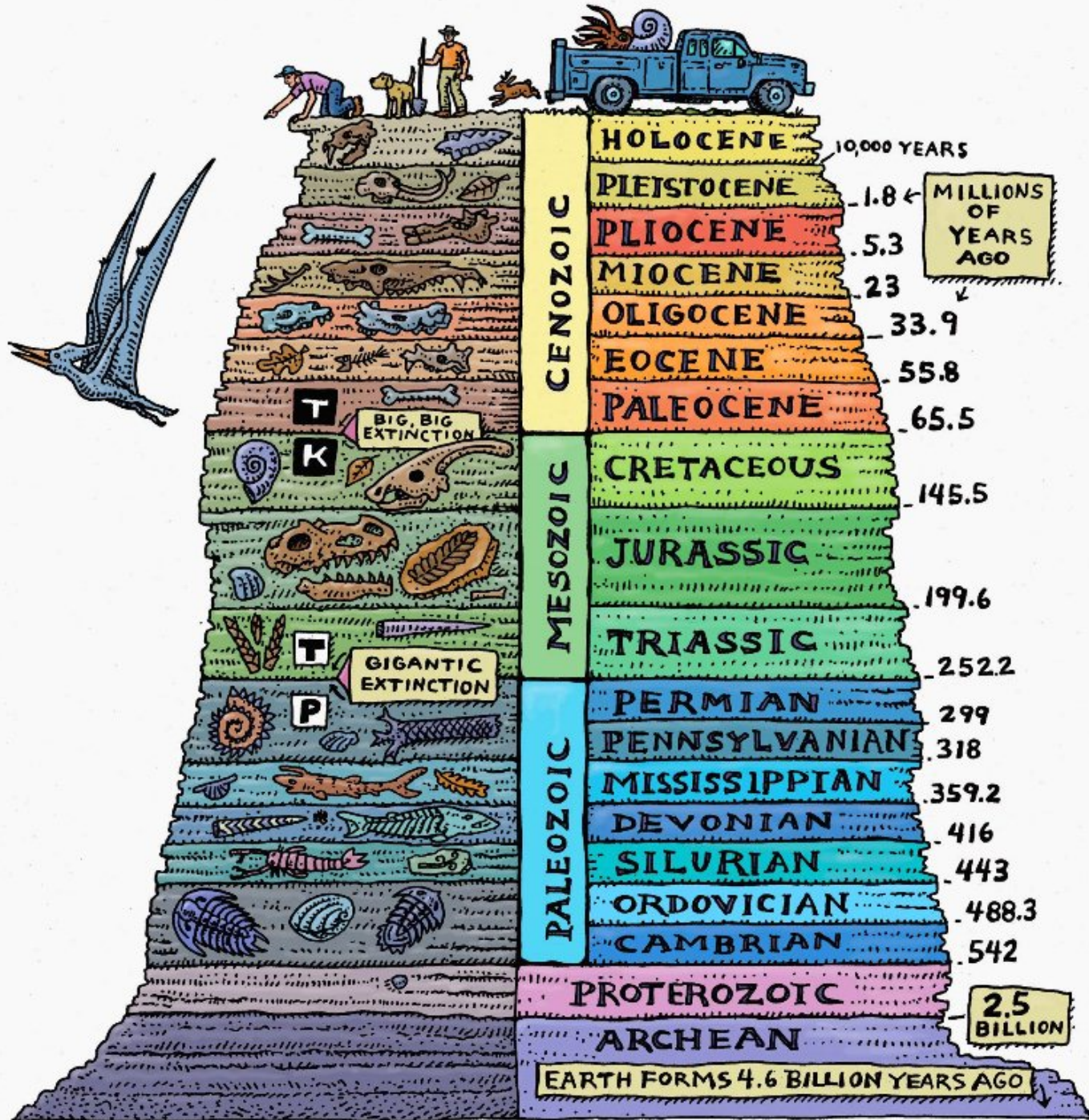


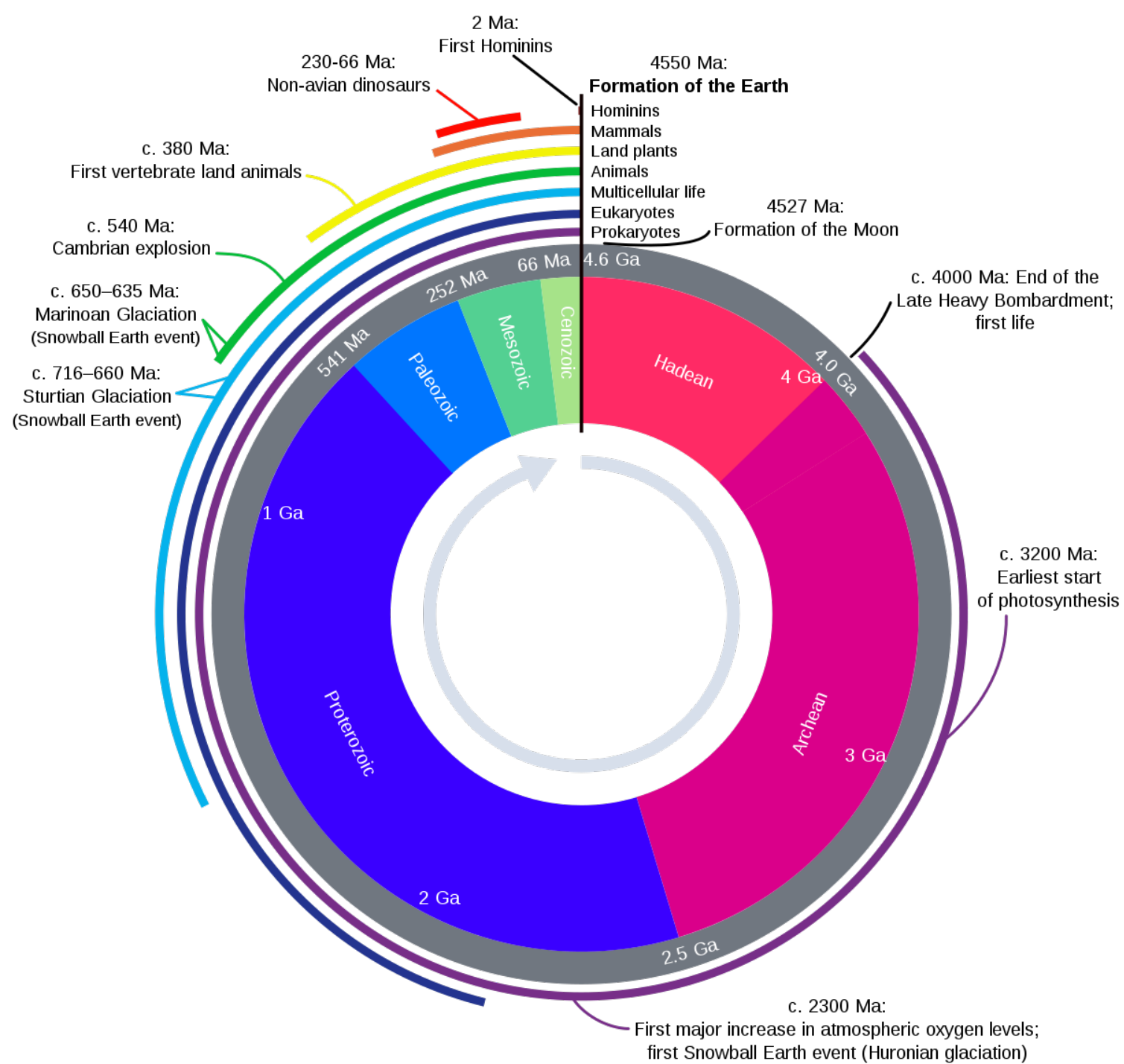
Лекция 10. Микроорганизмы и история Земли



Геохронологическая шкала

Эон	Эра	Период	млн лет назад	
Фанерозой	Кайнозой	Четвертичный	0	
		Неоген	2,58	
		Палеоген	23	
	Мезозой	Мел	66	
		Юра	145	
		Триас	201	
	Палеозой	Пермь	252	
		Карбон	299	
		Девон	359	
		Силур	419	
		Ордовик	444	
		Кембрий	485	
		Протерозой	Эдиакарий	541
			Неопротерозой	635
Криогений	720			
Тоний	1000			
Мезопротерозой	Стений		1200	
	Эктазий		1400	
	Калимий		1600	
Палеопротерозой	Статерий	1800		
	Орозирий	2050		
	Рясий	2300		
	Сидерий	2500		
	Архей	Неоархей	2800	
Мезоархей		3200		
Палеоархей		3600		
Эоархей		4000		
Катархей		4600		





СОБЫТИЯ ДОКЕМБРИЯ

Млн лет назад

АРХЕЙ	Прокариоты	4000
	Бактериальный фотосинтез	3200
		2500
ПРОТЕРОЗОЙ	Резкое повышение содержания O ₂ в атмосфере	2300
	Появление эукариот	2200
	Появление многоклеточных организмов	1600

Ancient biosphere

■ -4.0 - -2.5 billions of years лет

■ Temperature:
+70 - +100°C

■ Anaerobic conditions

■ Reduced medium



ЖИЗНЬ В АРХЕЕ

Источник энергии

Свет(?)

Неорганические молекулы – H_2 , H_2S , $Fe(II)$, SO_2 , NH_4^- , CO

Органические молекулы абиогенного происхождения

Окислитель

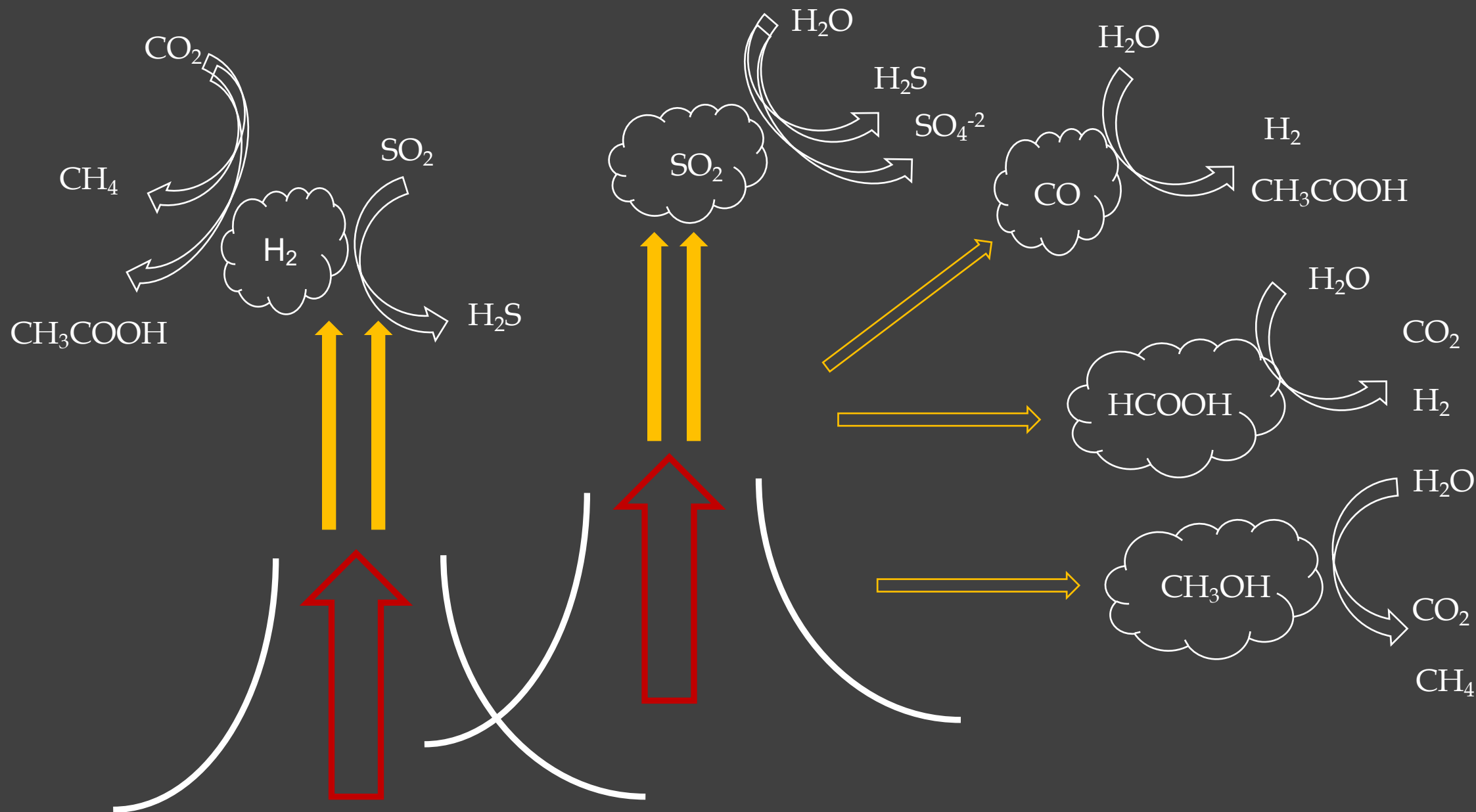
CO_2 , SO_2

а также окисленные соединения, возникающие при использовании неорганических субстратов вулканического происхождения – $Fe(III)$, SO_4^{-2}

Источник углерода

CO_2

Life without the light and oxygen



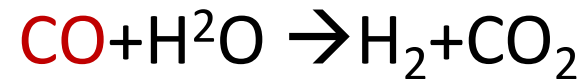
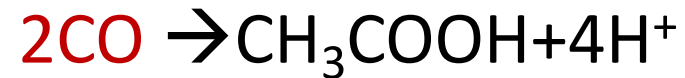
Литотрофный метаногенез и литотрофный ацетогенез



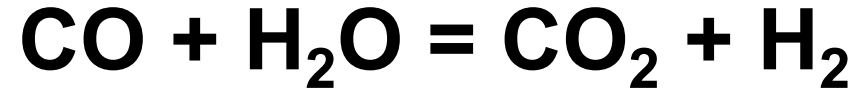
считаются наиболее вероятными энергетическими процессами в первичной биосфере

Процесс ассимиляции CO_2 у метаногенов и ацетогенов происходит по пути Вуда-Льюнгдаля; по нему же идет и синтез ацетата из CO_2 в энергетическом процессе

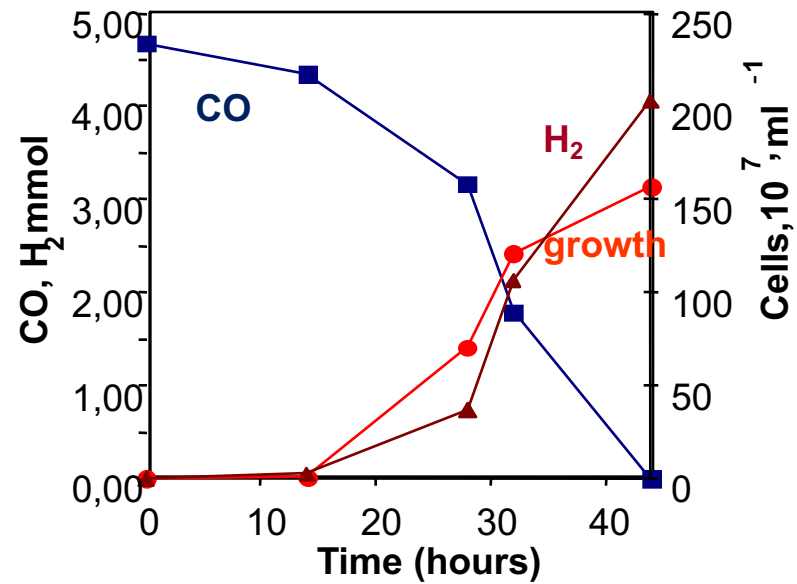
CO присутствует в вулканических газах, а также может образовываться абиогенно в результате реакции серпентинизации (также как формиат и метанол)



Гидрогеногенез на СО и формиате



Рост на 100% СО



Термофильные бактерии
Гипертермофильные археи



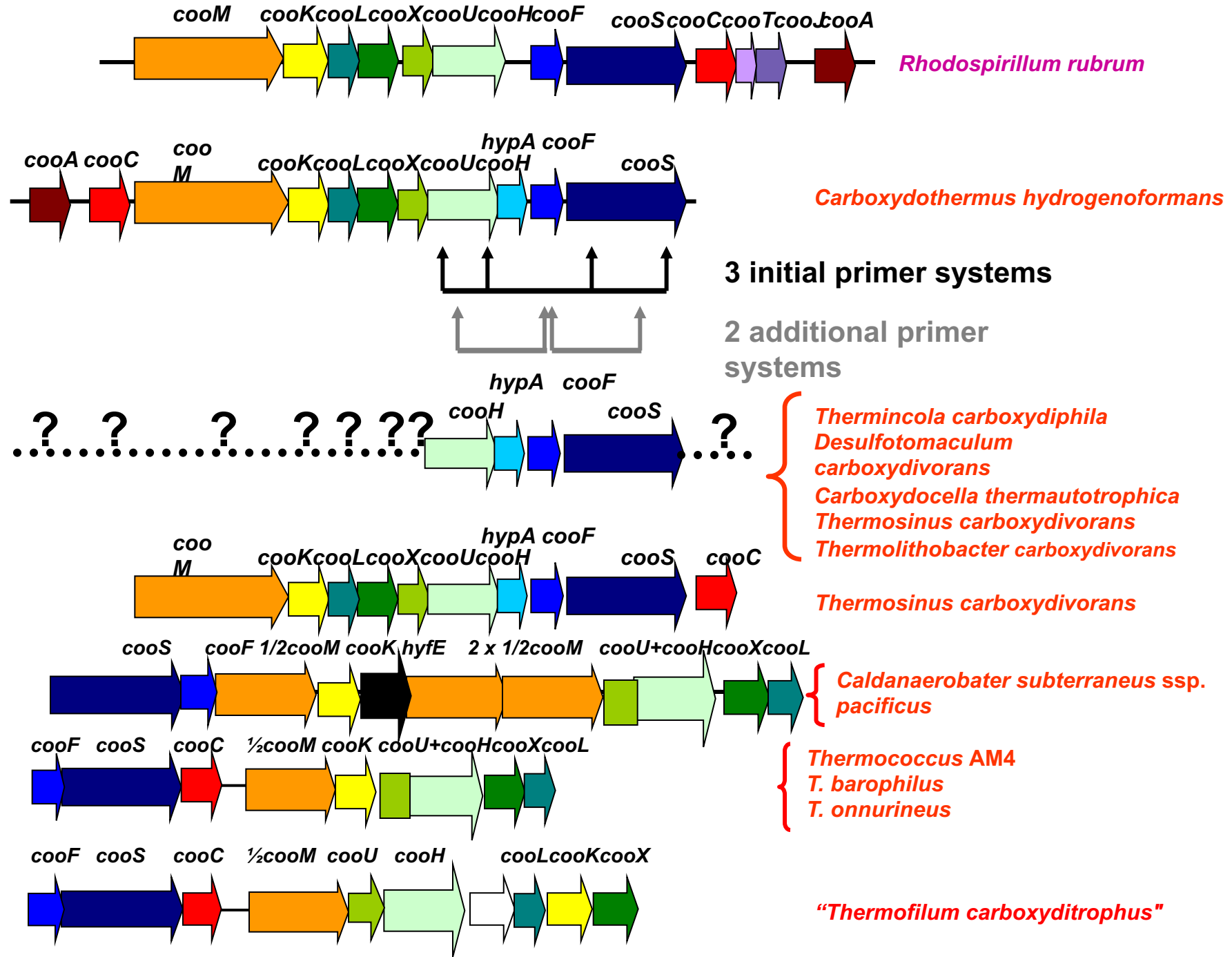
Татьяна Соколова



Татьяна
Кочеткова



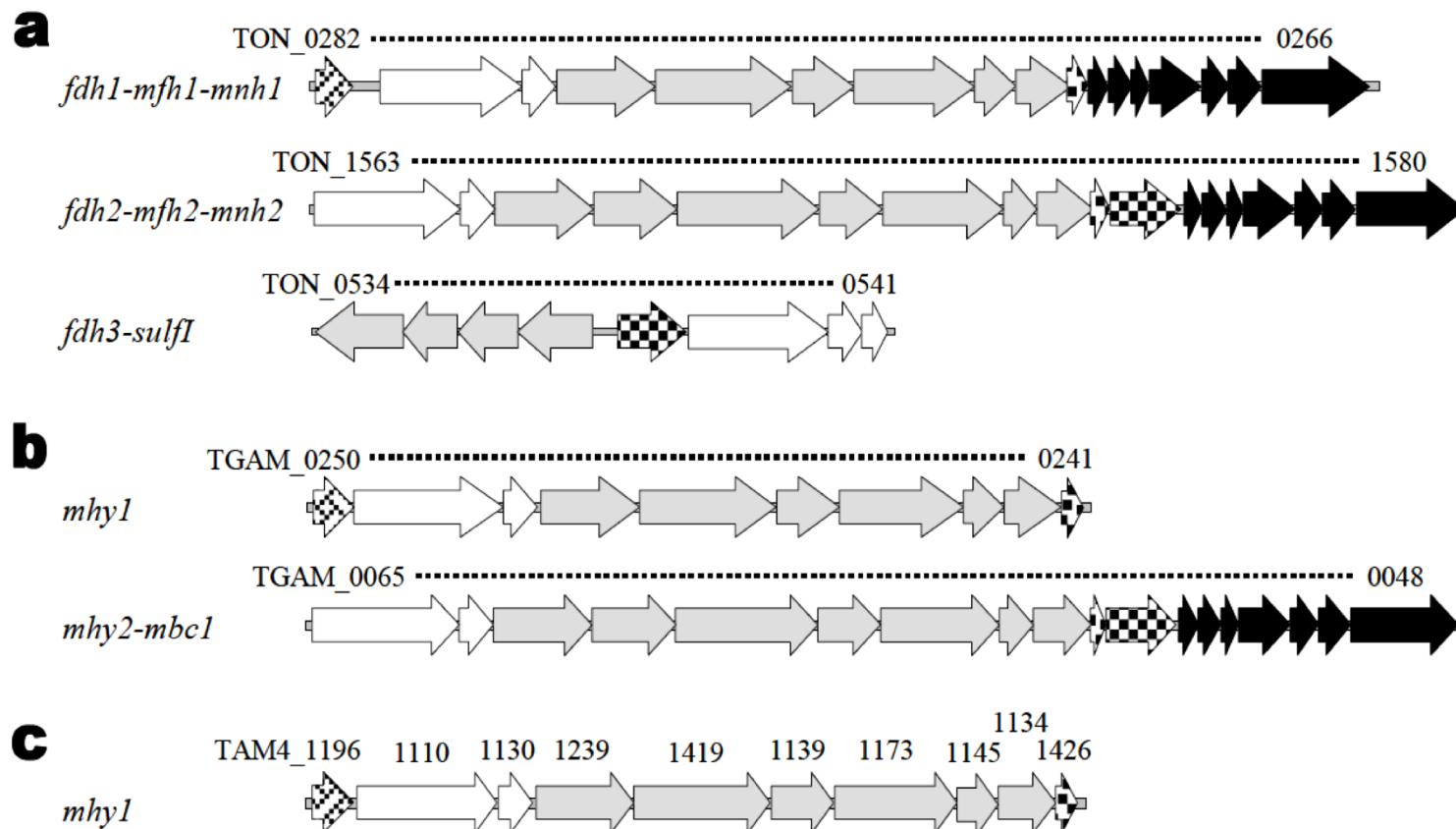
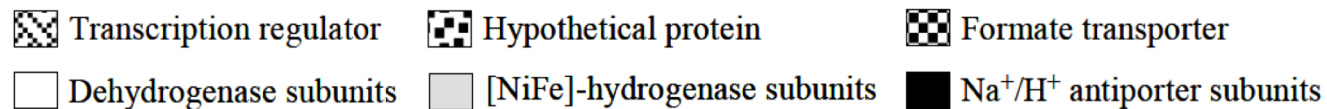
Александр
Лебединский



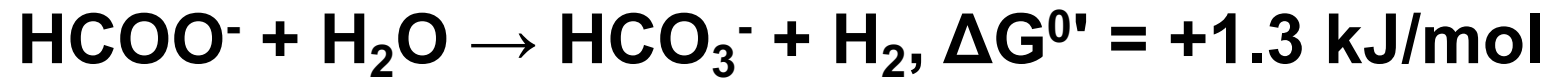
Гидрогеногенез на СО и формиате



Александр
Лебединский



Гидрогеногенез на СО и формиате

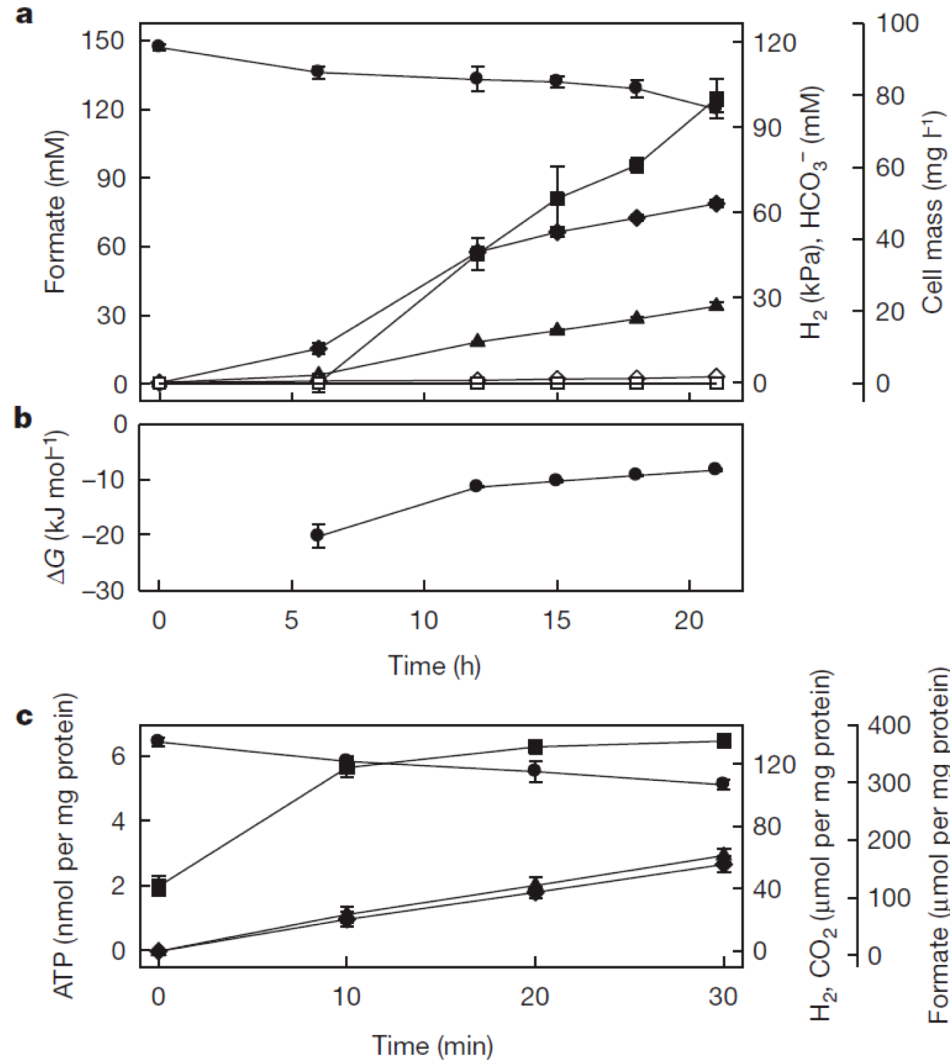


Считалось, что эта реакция не может поддерживать рост микроорганизмов.

Гидрогеногенез на СО и формиате



Дарья
Кожевникова



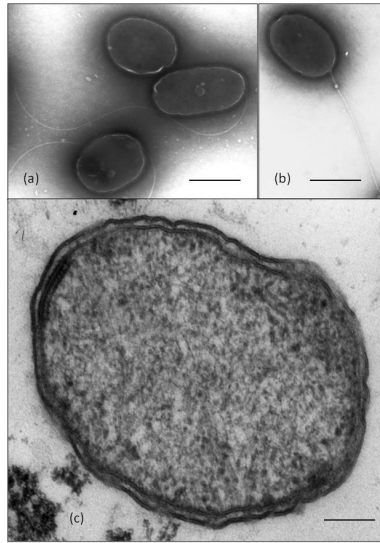
Рост *Thermococcus onnurineus*, *Thermococcus gammatolerans* и нового изолята *Thermococcus Ch5* на среде с формиатом с образованием водорода оказался возможным

ΔG' в процессе роста менялась от -20 до -8 кДж/моль

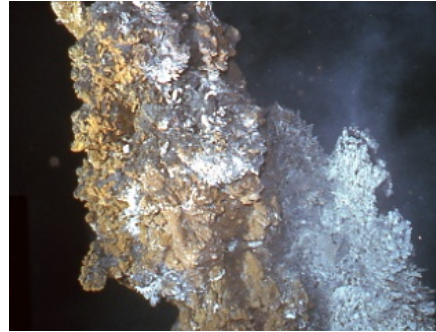
ДИСПРОПОРЦИОНИРОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ



Термофилы, диспропорционирующие соединения серы



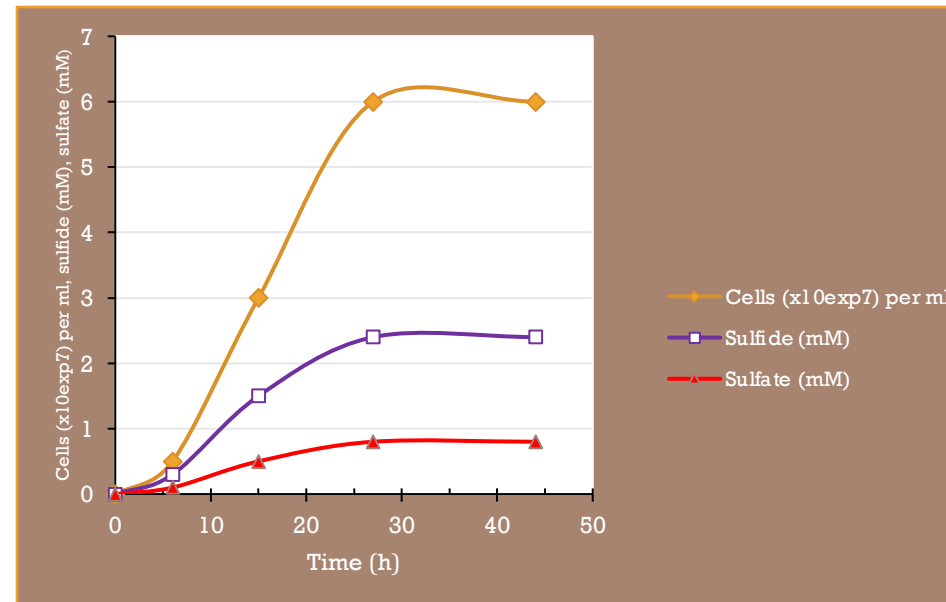
Thermosulfurimonas dismutans



Александр
Слободкин



Галина
Слободкина



Slobodkin et al., IJSEM, 2012, 62:2565-2571

Sulfate reduction: *Vulcanisaeta moutnovskia*



Isolated from the hot springs of Moutnovsky Volcano, Kamchatka

Maria Prokofeva



Nikolai Chernyh

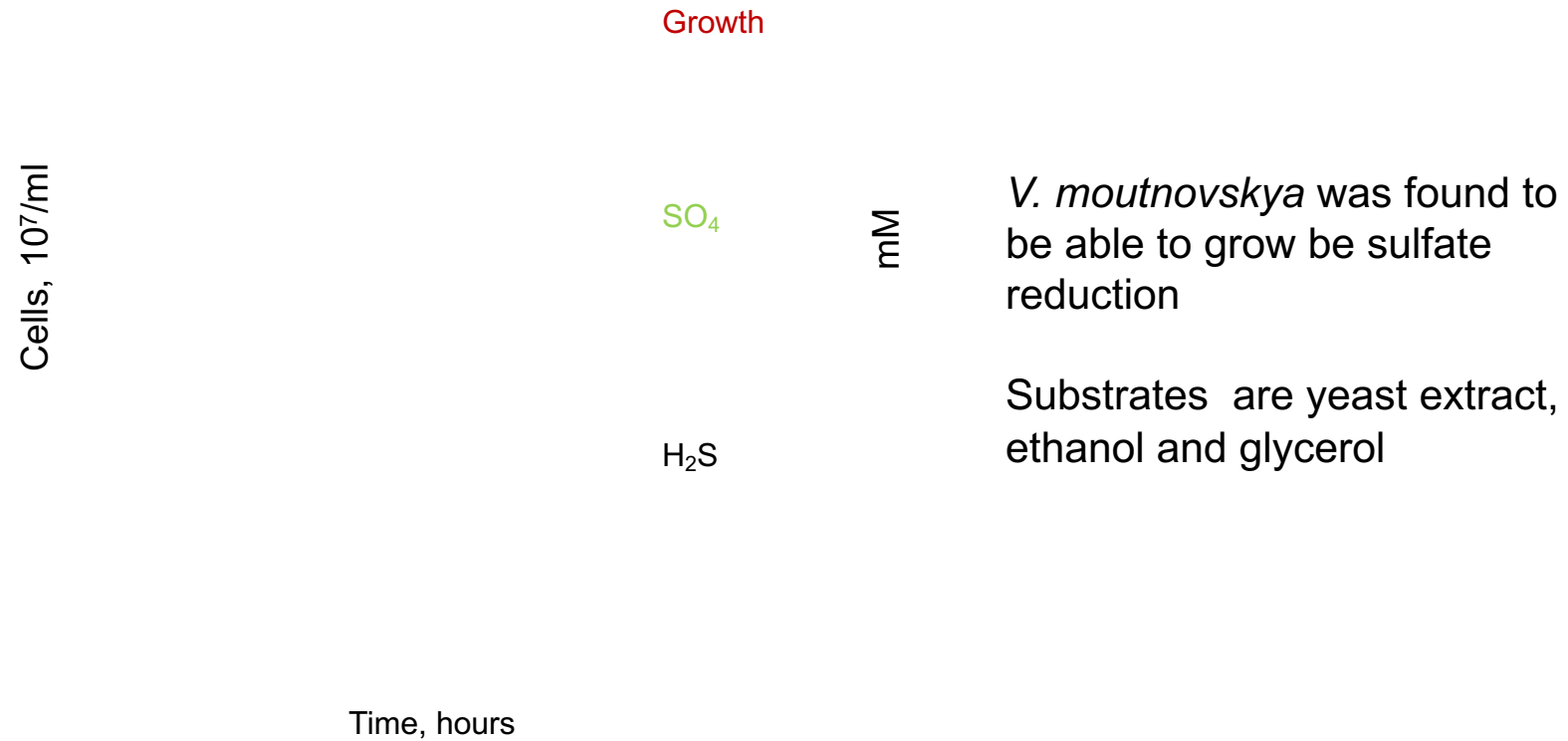


Grows in the temperature range from 59-102°C with the optimum at 83°C and in pH range 3.5-6.5 with the optimum at 5.2

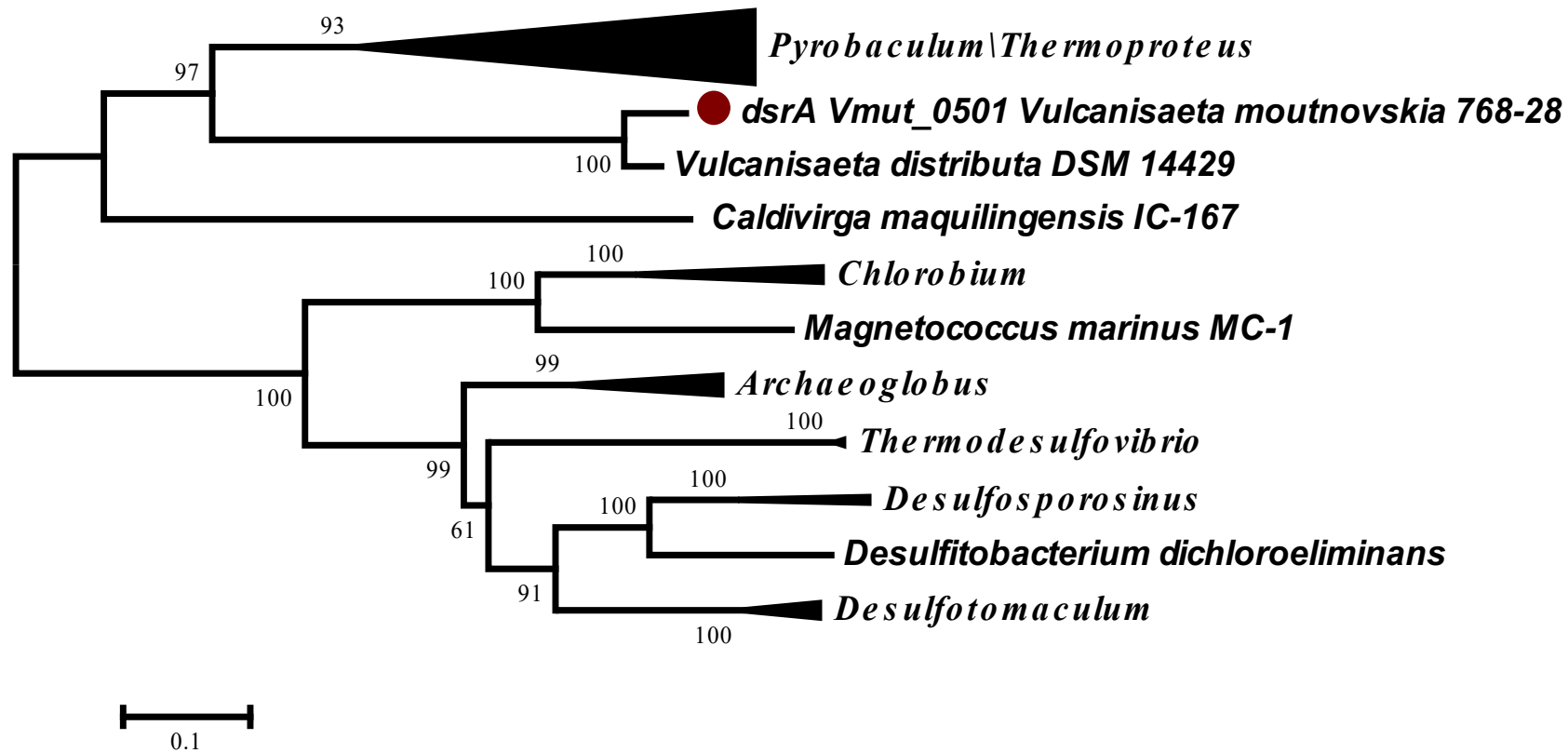
Evgeny Frolov



Sulfate reduction: *Vulcanisaeta moutnovskia*

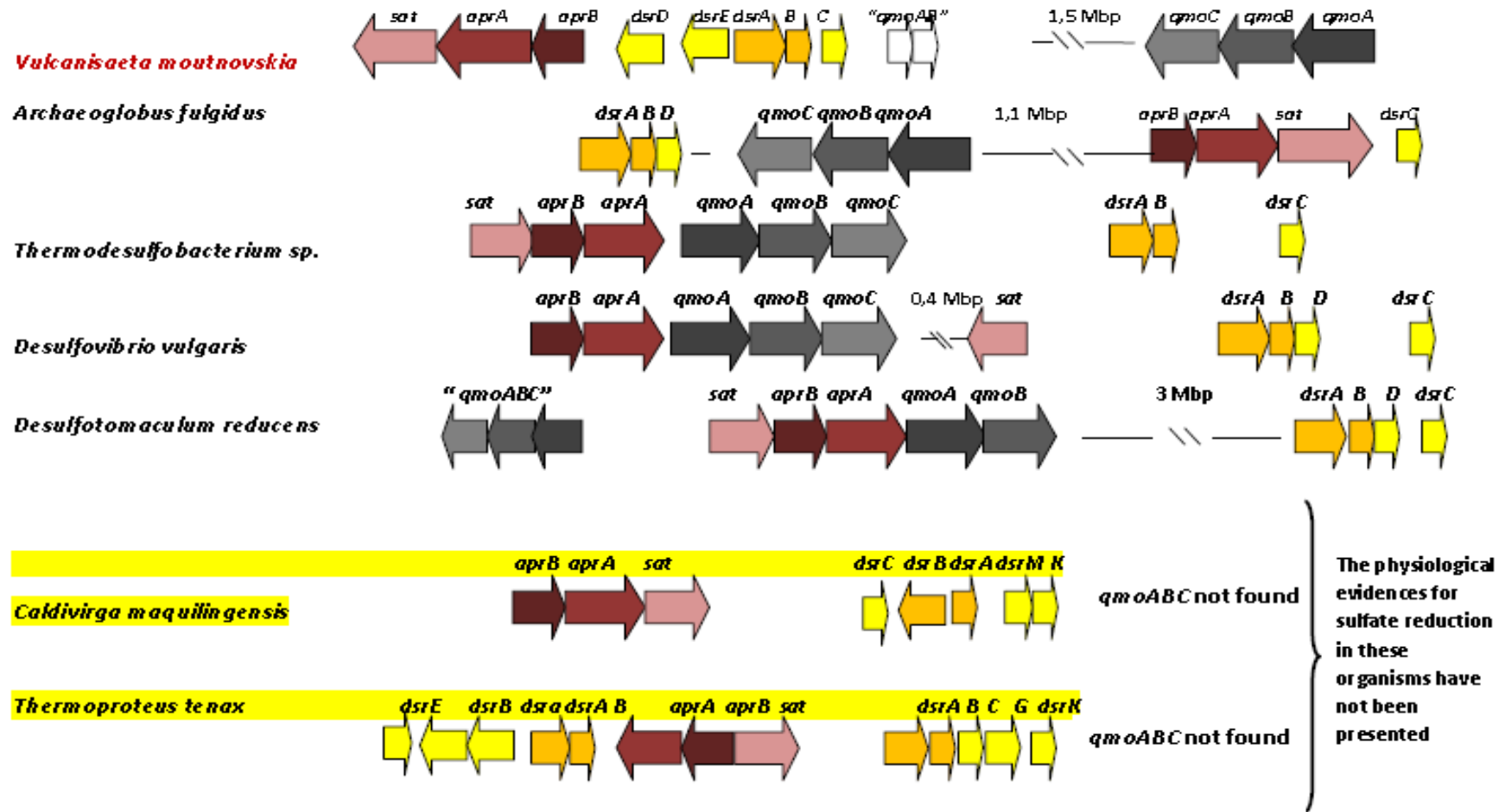


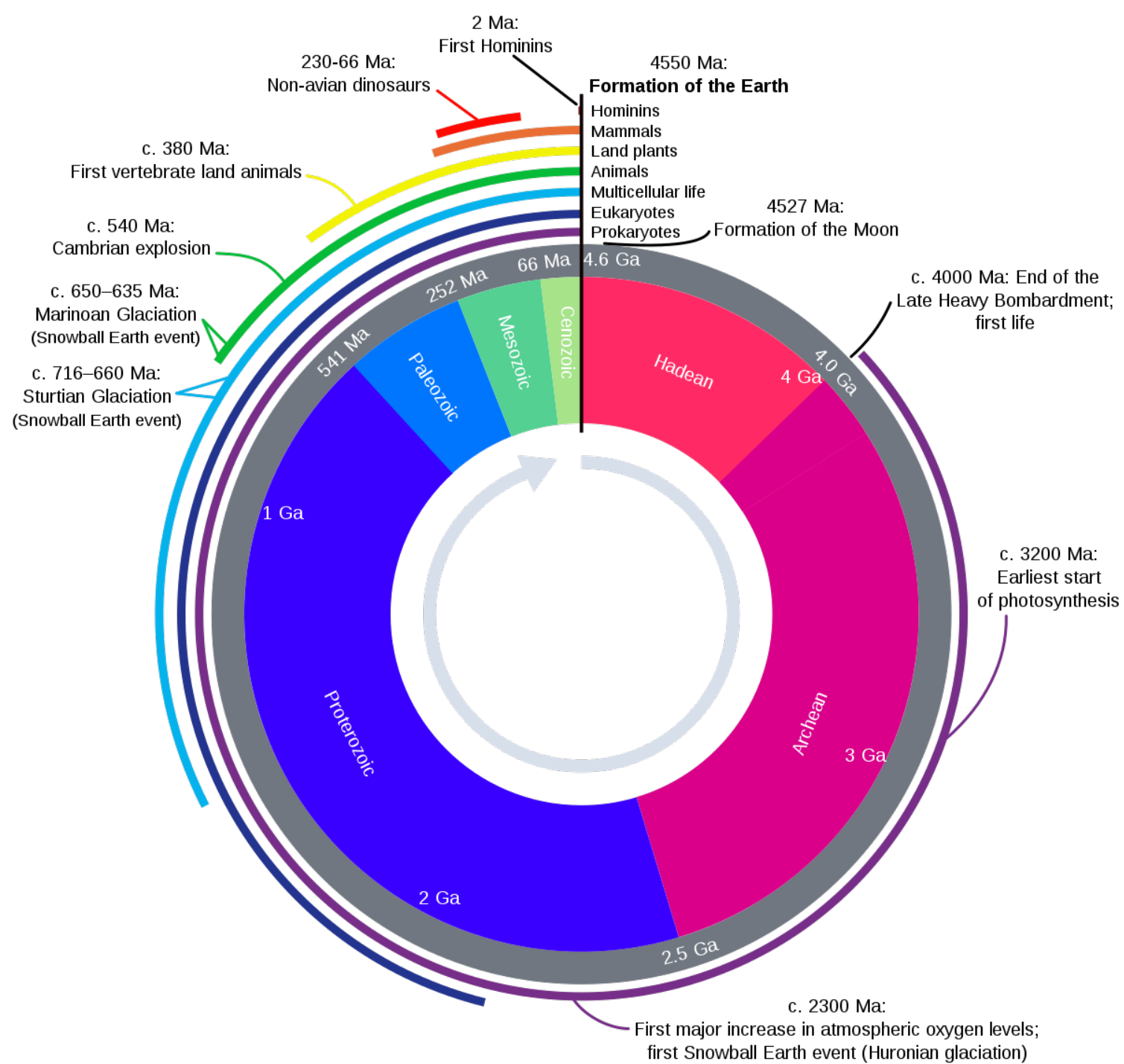
Sulfate reduction: *Vulcanisaeta moutnovskia*



Crenarchaeal genes encoding sulfate reduction enzymes make a separate cluster, while those of *Archaeoglobus* are related to bacterial ones.

Sulfate reduction: *Vulcanisaeta moutnovskia*



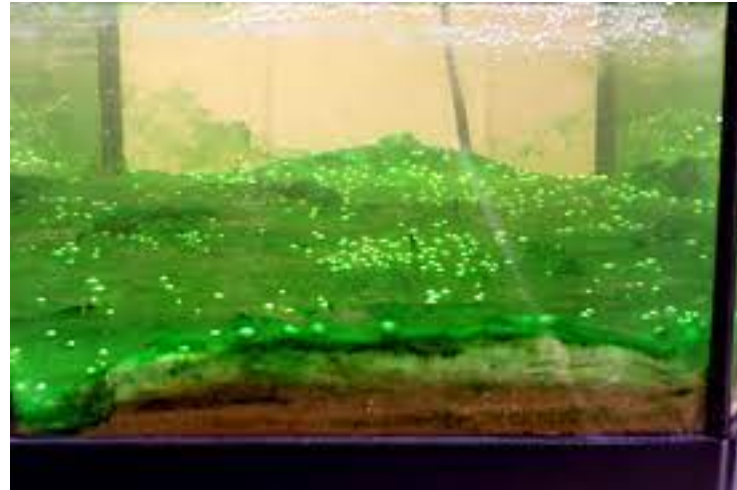


ПОЧЕМУ ПОЯВЛЕНИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ ДАТИРУЕТСЯ КАК 4 МЛРД ЛЕТ НАЗАД?

Единственные прямые доказательства – изотопный состав углерода в отложениях этого времени (графит на дне древнего океана)

Далеко не все ученые с этим согласны и считают достоверной датой начала истории жизни на Земле 2.3 млрд лет назад

ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫЕ МАТЫ И СТРОМАТОЛИТЫ



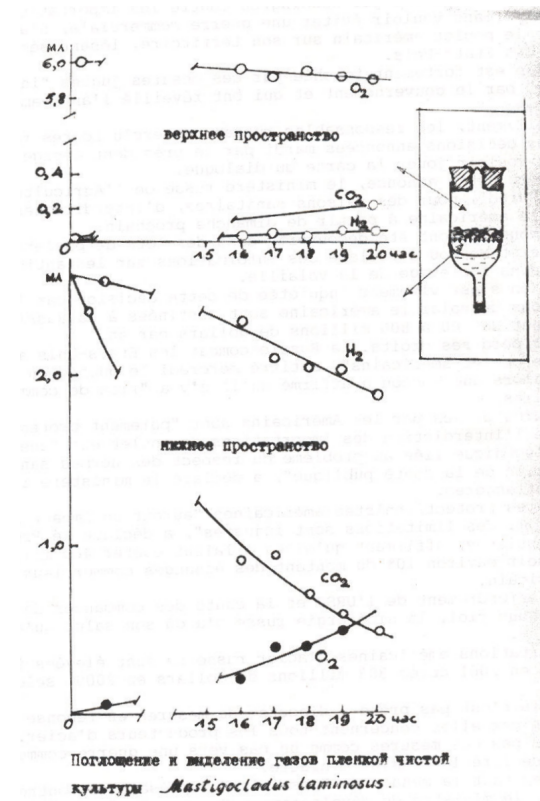
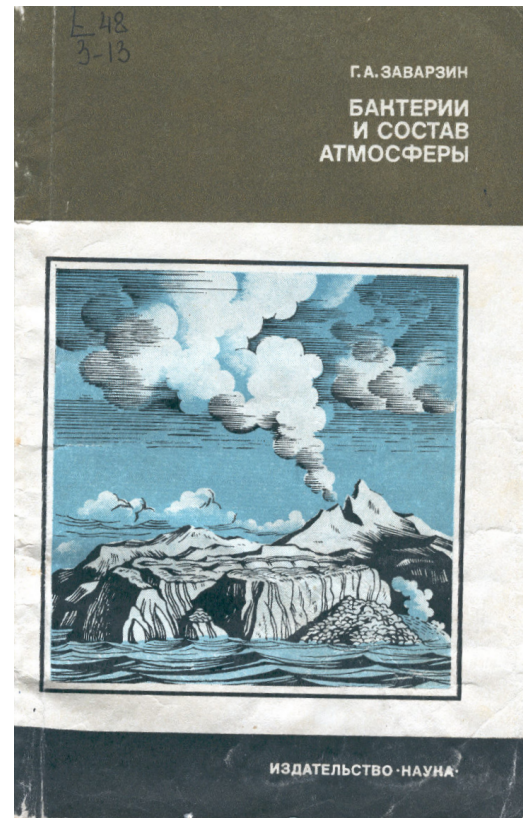
Цианобактериальные маты – сообщества цианобактерий и органотрофных прокариот, имеющие слоистую структуру, развивающиеся в горячих источниках и занимающие иногда десятки метров. Их удается вырастить в лабораторных условиях.

Фоссилизированные (окаменелые) цианобактериальные маты эпохи докембрия – строматолиты – находят в разных частях света





Академик Г.А. Заварзин (1933-2011) занимался микробным разнообразием и ролью микроорганизмов в биосферных процессах, как в современных, так и в древних



Постоянный опыт – термофильная цианобактерия, выделенная из цианобактериального мата Камчатки, превращает атмосферу докембрия в современную

ВОЗМОЖНОСТЬ ЖИЗНИ НА ДРУГИХ ПЛАНЕТАХ

При поисках форм жизни, аналогичных земным (самовоспроизводящийся комплекс белковых молекул) нужно руководствоваться следующими критериями:

- Наличие жидкой воды
- Температура от -10 до +120°C
- Наличие энергетического субстрата
- Наличие окислителя



АСТРОБИОЛОГИЯ

