

P XXIII/4 Metall-Reduktion durch *Geobacter sulfurreducens*

Caccavo, F. et al. (1994, AEM 60/10, 3752-3759) isolierten aus Sedimenten ein neues, obligat anaerobes, nicht-fermentierendes, gram-negatives, Wasserstoff- und Acetat-oxidierendes, dissimilativ Metalle-reduzierendes Bakterium, das sie *Geobacter sulfurreducens*, Stamm PCA nannten. Wir wollen die physiologischen Fähigkeiten des Organismus' untersuchen.

Erklärungen

In den Figuren 1 bis 5 und in Tabelle 1 sind die Ergebnisse einiger Experimente mit Stamm PCA dargestellt. Das Wachstum wurde verfolgt, indem entweder die Zellzahl pro ml bestimmt oder die optische Dichte bei 540 nm gemessen wurde.

Die Bezeichnungen in den Figuren sind folgendermassen zu verstehen:
 In Figur 1A z.B. wird das Wachstum von Stamm PCA in Medium untersucht, das Acetat als Elektronendonator enthält und als Elektroenenakzeptor Fe(III+) komplexiert mit Pyrophosphat (A) bzw. Ferri-Eisenoxid (B). Dabei bedeutet "cells+acetate", dass die Kurve die Zellzahlveränderung beim Wachstum mit Acetat darstellt; "Fe(II)+acetate" gibt den Verlauf der Eisen(II)-Bildung in Gegenwart von Acetat als Elektronendonator an. In Figur 1B stellt die Kurve, die mit "acetate" bezeichnet ist, die Acetatkonzentration im Verlaufe der Zeit in einer Batchkultur dar, "Fe(II)" diejenige von Ferro-Eisen(II+) und "cells" die Zunahme der Zellzahl.

Ferric-PP_i (Fe(III+)-Pyrophosphat), Fe(III+)-Citrat und Co(III+)-EDTA sind komplexiert vorliegende oxidierte Formen der betreffenden Metalle (Pyrophosphat, Citrat und EDTA sind Komplexbildner). "Ferric oxide" ist Fe₂O₃ und "Casamino acids" (CA) ist ein Aminosäurehydrolysat.

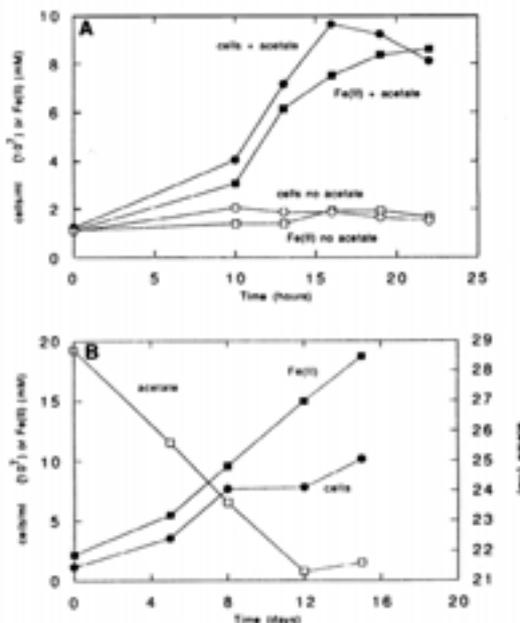


Fig. 1 Wachstum von Stamm PCA in Medium, das Acetat als Elektronendonator enthält und als Elektronenakzeptor A) Fe(III+)-Pyrophosphat und B) Ferri-Eisen-Oxid

Zur Erinnerung:

Fumarat FUM	⁻ OOCCHCHCOO ⁻	C ₄ H ₂ O ₄ ²⁻	-12e ⁻	**
Succinat SUC	⁻ OOCCH ₂ CH ₂ COO ⁻	C ₄ H ₄ O ₄ ²⁻	-14e ⁻	
Malat MAL	⁻ OOCCH ₂ CHOHCOO ⁻	C ₄ H ₄ O ₅ ²⁻	-12e ⁻	
Acetat ACT	CH ₃ COO ⁻	C ₂ H ₃ O ₂ ⁻	-8e ⁻	
Bicarbonat BIC	HCO ₃ ⁻		0e ⁻	
Dihydrogensulfid	H ₂ S		-8e ⁻	
Elementarer Schwefel	S ⁰		+2e ⁻ (S ⁰ /H ₂ S)	
			-6e ⁻ (S ⁰ /SO ₄ ²⁻)	

Komplexierungsmittel:
 EDTA Ethylendiamintetraessigsäure, PP_i Pyrophosphat, CIT Citrat

** Maximal mögliche Abgabe von Elektronen bei vollständiger Oxidation des Moleküls zur höchstoxidierten stabilen Konfiguration, d.h. zu CO₂ für C in organischen molekülen, zu SO₄-S für schwefelhaltige Moleküle etc. „-“, bedeutet Elektronenabgabe (Oxidation); „+“ bedeutet Elektronenaufnahme (Reduktion)

Aufgaben

Überlegen Sie sich Lösungen zu den folgenden Fragen:

1 Elektronenquellen (Tabelle 1)

Welche Elektronendonoren kann das Bakterium mit Sicherheit für Wachstum verwerten, welche nicht ?

TABLE 1. Electron donors used for Fe(III) reduction by PCA

Donor	Donor concn (mM)	Fe(II) produced after 5 days (mM)
None		2.1
Acetate	30	53
Hydrogen		13
Glucose	30	1
Lactate	30	2.7
Fumarate	10	0.0
Malate	10	1.5
Propionate	10	0.0
Formate	30	0.0
Butyrate	30	0.0
Isobutyrate	30	0.0
Isovalerate	30	0.0
Pyruvate	30	0.0
Succinate	30	0.0
Phenol	0.5	0.0
Benzoate	0.5	0.0
Ethanol	30	0.0
Butanol	30	0.0
Propanol	30	0.5
Methanol	4	0.75
Yeast extract	0.1 g/liter	2.6

2 Elektronenakzeptoren

Bezeichnen Sie die Figuren, aus denen hervorgeht, dass die unter a – f aufgeführten Elektronenakzeptoren für Dissimiliationsreaktionen verwertet werden können.

- a) Ferri-Eisen komplexiert mit Pyrophosphat
- b) Ferri-Eisen komplexiert mit Citrat
- c) Ferri-Eisen-Oxid
- d) Co(III+) komplexiert mit EDTA
- e) Fumarat
- f) S⁰

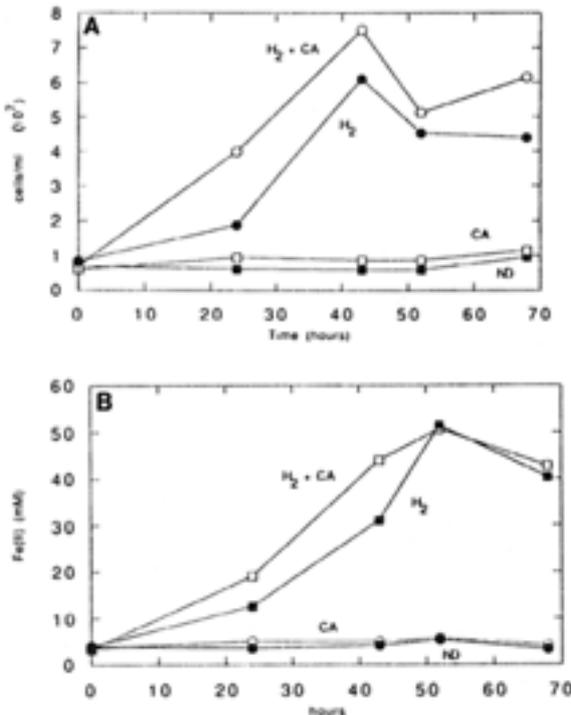


Fig. 2 Wachstum (A) und Ferro-Eisen (FeII+)- Bildung (B) durch Stamm PCA mit H₂. Stamm PCA wuchs mit Fe(III)-Citrat als Elektronenakzeptor und mit H₂, CA oder CA + H₂ als Elektronendonatoren. ND = "no donor"

3 Atmungsprozesse

Schreiben Sie, stöchiometrisch ausgeglichen, für die Atmungsprozesse, die in den Figuren 1 bis 5 dargestellt sind, je die daraus folgenden Dissimilationsgleichungen. Dazu treffen wir die Annahme, Acetat werde vollständig zu HCO₃⁻ oxidiert.

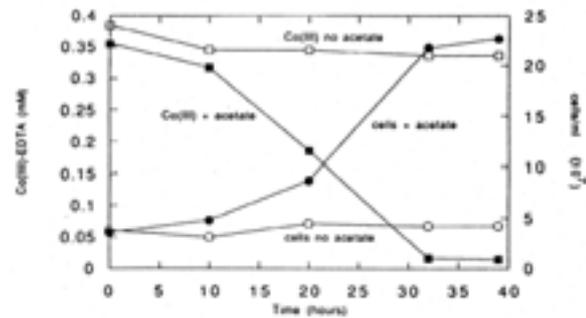


Fig. 3 Wachstum und Co(III+)-EDTA-Reduktion durch Stamm PCA mit Acetat als Elektronendonator. "cells+acetate" bedeutet Wachstum mit Acetat, "no acetate" bezeichnet die Kontrollexperimente.

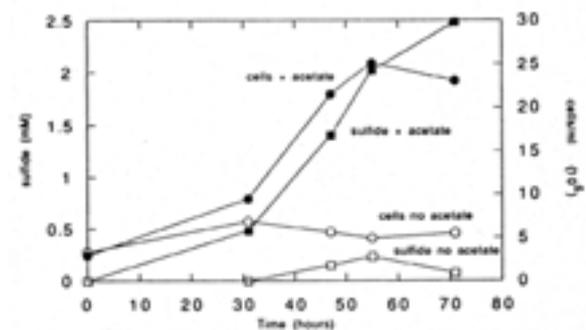


Fig. 4 Wachstum und H₂S-Bildung durch Stamm PCA mit Acetat als Elektronendonator und S⁰ als Elektronenakzeptor. "cells+acetate" bedeutet Wachstum (Zellzahl/ml) mit Acetat; "sulfide+acetate" bedeutet H₂S-Bildung in Gegenwart von Acetat, "no acetate" bezeichnet die Kontrollexperimente.

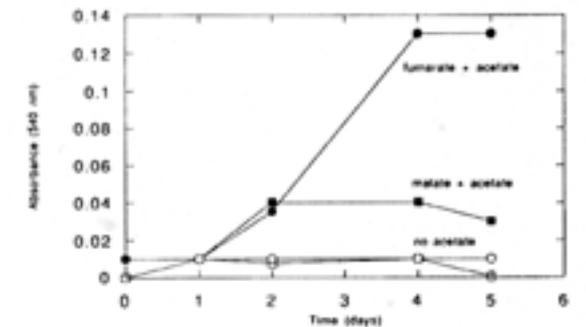


Fig. 5 Wachstum von Stamm PCA mit Acetat als Elektronendonator und Fumarat und Malat als Elektronenakzeptoren. "no acetate" bezeichnet die Kontrollexperimente