

P XXIII/2 Schwefel-Atmung und Fumarat-Atmung

Aus anaeroben Anreicherungen mit Succinat als Kohlenstoff- und Elektronenquelle und mit elementarem Schwefel als Elektronenakzeptor, konnten aus marinen Sedimenten gram-negative, gekrümmte, bewegliche Stäbchenbakterien angereichert und als Reinkulturen isoliert werden. Wir untersuchen deren Stoffwechselflexibilität: Atmung mit Schwefel, Umstellen auf Fumarat-Atmung, Biomassebildung.

Erklärungen:

Fumarat	$^{-}\text{OOCCHCHCOO}^{-}$	$\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4^{2-}$	$12e^{-}$
Succinat	$^{-}\text{OOCCH}_2\text{CH}_2\text{COO}^{-}$	$\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4^{2-}$	$14e^{-}$
Malat	$^{-}\text{OOCCH}_2\text{CHOHCOO}^{-}$	$\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_5^{2-}$	$12e^{-}$
Acetat	$\text{CH}_3\text{COO}^{-}$	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^{-}$	$8e^{-}$
Bicarbonat	HCO_3^{-}		$0e^{-}$
Hydrogensulfid	HS^{-}		$8e^{-}$
Elementarer Schwefel	S^0		$2e^{-}$
Biomasse	$\langle \text{C}_4\text{H}_7\text{O}_3 \rangle$ formales Molekulargewicht 103 D, $17e^{-}$		

$$\text{Wachstumsausbeute } Y = \frac{\text{Menge Biomasse gebildet}}{\text{Menge Substrat verbraucht für Assimilation und Dissimilation}} = \frac{[\text{Mol oder Gramm}]}{[\text{Mol oder Gramm}]}$$

Aufgaben

Überlegen Sie sich Lösungen zu den folgenden Fragen:

1 Schwefelatmung

Die Organismen oxidieren Succinat vollständig und sie bilden Schwefelwasserstoff. Beim dissimilativen Verbrauch von 24.61 μMol Succinat wurden 172.43 μMol Hydrogensulfid gebildet. Durch welche Dissimilationsgleichung lassen sich diese Messwerte am besten beschreiben ?

eine nicht quantifizierte Menge Bicarbonat. Fumarat dient dabei einerseits als Elektronendonator, wobei es zu Bikarbonat und Acetat oxidiert wird, andererseits als Oxidationsmittel, das die freiwerdenden Elektronen aufnimmt und dabei zu Succinat reduziert wird. Welche Dissimilations-Stöchiometrie lässt sich für die Umwandlung des nicht assimilierten Anteils Fumarat zu Succinat, Acetat und Bicarbonat errechnen ?

2 Alternative Elektronenakzeptoren

Einer der Organismen kann neben Schwefel auch Nitrat und Eisen(III) als Elektronenakzeptoren verwenden, wobei Nitrat zu Ammonium und Ferri-Eisen(III) zu Ferro-Eisen(II) reduziert werden. Wieviele Mol Succinat können mit je einem Mol dieser beiden Elektronenakzeptoren vollständig oxidiert werden ?

3c Stoffwechselweg

Welcher dissimilative Stoffwechselweg lässt sich für Wachstum auf Fumarat aufgrund der Stöchiometrie postulieren ?

3a Wachstum auf Fumarat

In Abwesenheit von Schwefel können einige Organismen aus den Anreicherungen auf Fumarat wachsen. Dabei wird Fumarat einerseits assimiliert, andererseits wird es zu Succinat, Acetat und Bikarbonat dissimiliert. Pro Mol Fumarat, das verbraucht wurde, entstanden 6.5g Zellmasse (Trockengewicht) der Zusammensetzung $\langle \text{C}_4\text{H}_7\text{O}_3 \rangle$. Wieviel des Fumarats wurden assimiliert ?

4a Wachstum auf Malat

Einige Isolate waren in der Lage auf Malat zu wachsen. Pro Milliliter Kultur wurden aus 0.167 μMol Malat 0.13 μMol Succinat und eine nicht bestimmte Menge Biomasse gebildet. Wie lauten die stöchiometrisch ausgeglichenen Gleichungen für die Assimilation und die Dissimilation von Malat ?

4b Wachstumsausbeute mit Malat

Wie gross ist die Wachstumsausbeute Y, wenn aus 0.167 μMol Malat die in Aufgabe 4a errechnete Biomasse gebildet wird ?

3b Fumarat-Atmung

Aus dem Anteil Fumarat, der dissimilativ verbraucht wurde, entstanden 0.73 Mol Succinat, 0.1 Mol Acetat und

Ref.: AEM 59, 1993, 1452-1460, Finster, K. & F.Bak.