

P XXIV/1/2 Säuregärung durch *Clostridium* sp.

Ein kürzlich aus anoxischen Seesedimenten isoliertes *Clostridium* sp. kann Ethanol so vergären, dass als Zwischenprodukt Acetat, als Endprodukte aber Butyrat und Caproat im stöchiometrischen Verhältnis 3:1 entstehen. Während *Clostridium thermoaceticum* (P XXIV/1/1) ausschliesslich Acetat produziert, tritt Acetat beim neu isolierten *Clostridium* sp. nur als Zwischenprodukt auf. Acetat konnte am Ende des Fermentationsexperimentes nicht mehr festgestellt werden, hingegen war während der ganzen Dauer des Experimentes Wasserstoffgas nachweisbar. Der biochemische Weg, der bei *Clostridium thermoaceticum* zur Acetatbildung führt, ist gut bekannt, beim neu isolierten *Clostridium* sp. sind wir hingegen noch auf Hypothesen angewiesen, die wir in dieser Übung formulieren wollen.

Wer mehr wissen möchte über Enzyme und deren Funktionen kann die Informationen auf dem www-Site: <http://www.expasy.ch/cgi-bin/search-biochem-index> finden.

Bitte beachten Sie, für welchen Organismus die Beschreibung des Enzyms jeweils zutrifft. Was für den aeroben Stoffwechsel in eukaryotischen Zellen und in Mitochondrien zutrifft, gilt nicht immer auch gleich für den anaeroben oder aeroben Stoffwechsel in Prokaryoten.

Erklärungen:

Ethanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Acetat CH_3COO^- (C2-Monocarbonsäureanion)

Butyrat $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ (C4-Monocarbonsäureanion)

Caproat $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ (C6-Monocarbonsäureanion)

Aufgaben

Überlegen Sie sich Lösungen zu den folgenden Fragen:

2a Hypothese zur Ethanolgärung

Formulieren Sie eine Hypothese für die Vergärung von Ethanol durch das neu isolierte *Clostridium* sp. unter den Annahmen, dass

- Ethanol in einer ersten Phase zu Acetat oxidiert wird (2b),
- Ethanol in einer zweiten Phase zu Butyrat kondensiert (2d),
- Ethanol via Butyryl~CoA auch zu Caproat kondensieren kann (2e),
- überschüssige Elektronen immer als Wasserstoffgas freigesetzt werden.

2b Acetatbildungsstöchiometrie

Schreiben Sie den Gesamtprozess für die Acetatbildung aus Ethanol stöchiometrisch ausgeglichen, unter der Annahme, dass Ethanolverbrauch und Acetatbildung im Verhältnis 1:1 stehen.

2c Acetatbildungsenzyme

Beschreiben Sie die enzymatischen Teilreaktionen, die bei der Acetatbildung aus Ethanol auftreten und benennen Sie die beteiligten Enzyme.

2d Butyratbildung

Schreiben Sie den Teilprozess für die Butyratbildung aus Ethanol stöchiometrisch ausgeglichen unter der Annahme (d) bei Frage 2a und benennen Sie die Enzyme der Teilreaktionen.

2e Caproatbildung

Schreiben Sie den Teilprozess für Caproatbildung aus Ethanol stöchiometrisch ausgeglichen unter Berücksichtigung, dass Butyrat und Caproat im stöchiometrischen Verhältnis 3:1 auftreten.

2f Energiegewinnung

Die Umwandlungen von Ethanol zu Acetat, bzw. zu Butyrat und Caproat müssen dem Organismus zur Fixierung von biochemisch verwertbarer Energie dienen. Welche Teilreaktionen könnten mit ATP-Bildung gekoppelt sein ?

2g Thermodynamik der Reaktionen

Welche der stöchiometrisch geschriebenen Teilreaktionen (2b, 2d, 2e) ist thermodynamisch exergon und unter welchen Bedingungen ?

2h Thermodynamik durch Substratentfernung

Wie niedrig muss die Konzentration an gelöstem H_2 bleiben, damit die Gesamtreaktion, bei welcher aus Ethanol Butyrat, Caproat und H_2 entstehen exergon verläuft ?