

P XX/1 Stoffwechseltypen 1**Problemstellung**

Rhodobacter sphaeroides, ein anoxygenes, phototrophes Nicht-Schwefelbakterium, erreicht eine höhere molare Wachstumsausbeute, wenn dem bikarbonatgepufferten Medium für phototrophes Wachstum Malat zugesetzt wird, verglichen mit dem phototrophen Wachstum in Medium, das HCO_3^- und H_2 enthält.

Durch die Problemlösung zu erwerbende Kenntnisse

- Wie leben PNSB?
- Wie unterscheiden sich Assimilation und Dissimilation?
- Wie lassen sich Assimilation und Dissimilation durch stöchiometrische Gleichungen beschreiben?
- Wie ist Wachstumsausbeute definiert?
- Nach welchen „Regeln“ werden Organismen bestimmten Stoffwechselklassen zugeordnet?
- Wie bestimmt man formale Oxidationszahlen in organischen Molekülen?
- Woher und wie erhalten photoorganoheterotroph wachsende PNSB die nötigen Elektronen?

Erklärungen

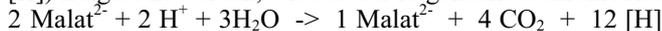
Die molare Wachstumsausbeute ist das Verhältnis von gebildeter Biomasse zur Menge Substrat in Mol, die während des Wachstums assimiliert **und** dissimiliert worden ist.

$$Y_s = \text{molare Wachstumsausbeute} = \frac{\text{Biomassebildung}}{\text{Substratverbrauch (assimiliert + dissimiliert)}} = \left[\frac{\text{Mol oder Gramm Biomasse}}{\text{Mol Substrat}} \right]$$

Malat ($\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_5^{2-}$) wird zu Oxalacetat (OAA: $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_5^{2-}$) oxidiert, welches teilweise via Phosphoenolpyruvat (PEP: $\text{C}_3\text{H}_2\text{O}_3\text{-PO}_4^{3-}$) und via Pyruvat (PYR: $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_3^-$) zu Acetyl-CoA (AcCoA: $\text{C}_2\text{H}_3\text{O-S-CoA}$) decarboxyliert werden muss, damit Reaktionen des oxidativen Tricarbonsäurezyklus (TCA, Krebszyklus, Zitronensäurezyklus) funktionieren können. Aus den molekularen Bausteinen, die aus dem TCA hervorgehen, werden die Moleküle für den Aufbau der Biomasse gebildet.

Biomasse wird vereinfacht mit $\langle \text{C}_4\text{H}_7\text{O}_3 \rangle_n$ dargestellt.

Malat ist auch die Elektronenquelle für den photosynthetischen Elektronentransport. Formal kann ein C4-Molekül Malat im TCA-gekoppelten Stoffwechsel durch *Rhodobacter sphaeroides* vollständig zu 4 Molekülen HCO_3^- oxidiert werden. Dabei können maximal 12 Elektronen (hier geschrieben als an Wasserstoff gebundene Reduktionsequivalente [H]) freigesetzt werden, wie aus der folgenden stöchiometrischen Summgleichung hervorgeht:

**Problemlösung**

Überlegen Sie sich Lösungen zu den folgenden Fragen:

1a Wachstumsausbeute

Wievielfach ist die molare Wachstumsausbeute mit Malat höher als diejenige mit Wasserstoff?

Erklären Sie die verschiedenen molaren Wachstumsausbeuten anhand der stöchiometrischen Gleichungen für die photosynthetische Biomassebildung.

1b Stoffwechselklassen 1

Welcher „Stoffwechselklasse“ würde das anaerobe Wachstum von *Rhodobacter sphaeroides* mit H_2 und HCO_3^- im Licht zugeteilt?

1c Stoffwechselklassen 2

Welcher „Stoffwechselklasse“ würde das anaerobe Wachstum von *Rhodobacter sphaeroides* mit Malat im Licht entsprechen?

1d Dekarboxylierungen

Bei welchen Stoffwechselschritten wird die C4-Verbindung Malat dekarboxyliert?

Bezeichnen Sie im wahrscheinlichsten Stoffwechselweg die Enzyme, die C-Atome als CO_2 freisetzen.

1e Elektronenfreisetzung

Auf welcher Stufe und durch welche Enzyme werden Elektronen aus Malat freigesetzt?

Bezeichnen Sie im wahrscheinlichsten Stoffwechselweg die Schritte, bei denen Reduktionsequivalente freigesetzt werden.

1f Malat als Elektronenquelle für die Photosynthese

Wie können die im TCA freigesetzten Elektronen in den photosynthetischen Elektronenfluss eingeschleust werden? Überlegen Sie sich die Voraussetzungen für den Elektronenfluss von Elektronendonatoren ins Photosystem von *Rhodobacter sphaeroides*.

1g H₂ als Elektronenquelle für die Photosynthese

Wie können die aus H₂ freigesetzten Elektronen in den photosynthetischen Elektronenfluss eingeschleust werden? Überlegen Sie sich die Voraussetzungen für den Elektronenfluss von Elektronendonatoren aus H₂ ins Photosystem von *Rhodobacter sphaeroides*.

1h Enzyme

Wie sind die folgenden 5 Enzyme am Stoffwechsel von *Rhodobacter sphaeroides* beteiligt?

1. Malatdehydrogenase
2. PEP-Carboxykinase
3. PYR-Kinase
4. PYR-Dehydrogenase
5. Citrat-Synthase

Zeichnen Sie ein Stoffwechselschema, das die Lösungen zu den Überlegungen 1d und 1e enthält und tragen Sie ein, wo die Enzyme 1-5 wirken.