

P XX/2 Stoffwechselformen

Problemstellung

Das **Medium** für **photo-organo-heterotrophes** Wachstum von *Rhodospirillum rubrum* - ein **phototrophes Nicht-Schwefelbakterium** (PNSB) - kann Succinat als einzige **Kohlenstoff-** und **Elektronenquelle** enthalten. Welche Stoffwechselformen spielen bei der Verwertung von Succinat eine Rolle ?

Durch die Aufgabe zu erwerbende Kenntnisse

- Wozu ist eine formale "Modellformel" für Biomasse brauchbar ?
- Wie bestimmt man die durchschnittliche Oxidationszahl im C der Biomasse ?
- Nach welchen stöchiometrischen Grundsätzen überprüft man Assimilations- und Dissimilationsgleichungen ?
- Welche sind Enzyme, die an der Oxidation von Succinat in *Rhodospirillum rubrum* beteiligt sind ?
- Woher und wie erhalten photoorganoheterotroph wachsende *Rhodospirillum rubrum* die nötigen Elektronen ?
- Wie funktionieren anaplerotische Reaktionen ?
- Welche Enzyme sind am dissimilativen Stoffwechsel von Succinat beteiligt ?
- Welchen Stoffwechsel betreibt *Rhodospirillum rubrum* im Dunkeln ?

Erklärungen

Biomasse

Biomasse wird vereinfacht mit $\langle C_4H_7O_3 \rangle_n$ dargestellt. C hat darin die formale Oxidationsstufe -0.25 .

Metaboliten und Enzyme des Trikarbonsäurekreislaufes und einiger anaplerotischer Reaktionen

TCA steht für Tricarboxylic Acid Cycle (Trikarbonsäurezyklus, Zitronensäurezyklus, Krebs Zyklus)

Die **Zwischenprodukte** des vollständigen **Trikarbonsäurezyklus** in oxidativer Richtungsreihenfolge sind:

Citrat: $C_6H_5O_7^{3-}$ (= CIT)

[cis-Aconitat: $C_6H_3O_6^{3-}$ (=ACO)] an Enzym gebundenes, nicht freies Zwischenprodukt

Isocitrat: $C_6H_5O_7^{3-}$ (= ISO)

Oxalosuccinat: $C_6H_3O_7^{3-}$ (= OXS)

alpha-Ketoglutarat: $C_5H_4O_5^{3-}$ (= KET)

Succinyl-CoA: $C_4H_4O_3\sim SCoA$ (= SCA)

Succinat: $C_4H_4O_4^{2-}$ (SUC)

Fumarat: $C_4H_2O_4^{2-}$ (= FUM)

Malat: $C_4H_4O_5^{2-}$ (= MAL)

Oxalacetat: $C_4H_2O_5^{2-}$ (= OAA)

Enzyme des TCA:

Citrat-Synthase

Aconitase

Isocitrat-Dehydrogenase

alpha-Ketoglutarat-Dehydrogenase

Succinat-Thiokinase

Succinat-Dehydrogenase

Fumarase

Malat-Dehydrogenase

Zwischenprodukte und Enzyme der anaplerotischen Reaktionen:

Phosphoenolpyruvat: $C_3H_2O_3\sim PO_4^{3-}$ (= PEP)

Pyruvat: $C_3H_3O_3^-$ (= PYR)

Acetyl-CoA: $C_2H_3O\sim SCoA$ (= AcCoA)

Phosphoenolpyruvat-Carboxylase

Pyruvat-Kinase

Pyruvat-Dehydrogenase

Aufgaben

Überlegen Sie sich Lösungen zu den folgenden Fragen:

1a Photo-organo-heterotrophie

Wie heisst die **Summgleichung** für die **assimilative** Verwertung von Succinat ($C_4H_4O_4^{2-}$) durch phototroph wachsende *R.rubrum* ?

1b Photo-litho-autotrophie

Welche C- und Elektronen-Quellen könnte man **photo-litho-autotroph** wachsenden **Rhodospirillaceen** offerieren ?

1c Photo-organo-heterotrophie

R.rubrum verwertet **Succinat** über den **TCA-Kreislauf**. Wieviele Elektronen (e^-) können bei einem Umlauf des TCA-Kreislaufes für die Photosynthese maximal zur Verfügung gestellt werden, wenn Succinat als einziges Substrat für **photo-organotrophes** Wachstum zur Verfügung steht und vollständig oxidiert wird ?

1d Anaplerotische Reaktionen

Formulieren Sie die anaplerotischen Reaktionen, die zur Verwertung von Succinat über den TCA-Kreislauf nötig sind.

1e Reduktionsequivalente

Welche der aufgeführten Enzyme setzen beim **photo-organotrophen Katabolismus** von **Succinat** **Reduktionsequivalente** ($[H]$) frei ?

1. Malat-Dehydrogenase
2. Phosphoenolpyruvat-Carboxylase
3. Pyruvat-Kinase
4. Pyruvat-Dehydrogenase
5. Citrat-Synthase
6. Aconitase
7. Isocitrat-Dehydrogenase
8. alpha-Ketoglutarat-Dehydrogenase
9. Succinat-Thiokinase
10. Succinat-Dehydrogenase
11. Fumarase

1f CO₂-Freisetzung

Welche der aufgeführten Enzyme setzen beim **photo-organotrophen Katabolismus** von **Succinat** CO₂ frei ?

1. Malat-Dehydrogenase
2. Phosphoenolpyruvat-Carboxylase
3. Pyruvat-Kinase
4. Pyruvat-Dehydrogenase
5. Citrat-Synthase
6. Aconitase
7. Isocitrat-Dehydrogenase
8. alpha-Ketoglutarat-Dehydrogenase
9. Succinat-Thiokinase
10. Succinat-Dehydrogenase
11. Fumarase

1g Stoffwechsel im Dunkeln

Unter welchen Bedingungen könnte *R.rubrum* **Succinat** über den TCA-Kreislauf auch im Dunkeln metabolisieren ?

1h Anaerobe ATP-Bildung im Dunkeln durch Substratkettenphosphorylierung

R. rubrum kann Pyruvat im Dunkeln fermentativ verwerten, indem Pyruvat durch Pyruvat-Formiat-Lyase gespalten und das gebildete Formiat durch Formiat-Wasserstoff-Lyase weiter zu H₂ und CO₂ zerlegt wird. Gleichzeitig werden Acetat und ATP gebildet. Formulieren Sie die Prozesse.