

Diauxisk skift hos gær

Af: *Kresten Cæsar Torp, Aalborghus Gymnasium*

Et diauxisk skift vil sige, at celler der dyrkes i en cellekultur skifter vækstfase.

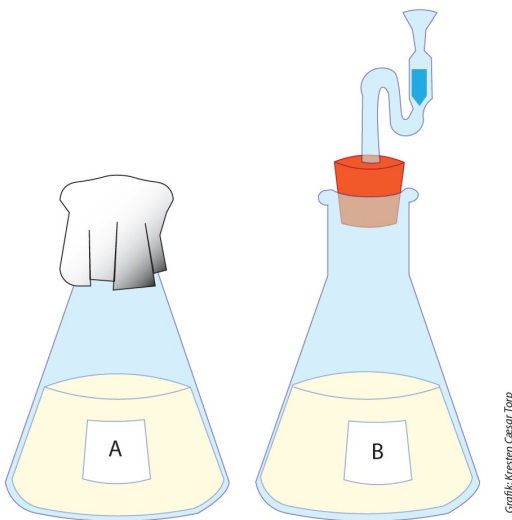
Skiftet kan fx skyldes, at der ikke er mere af en type næringsstof, og de skifter til et andet. Det vil ofte medføre et skift i væksthastighed. Det skal vi undersøge nærmere i første del af denne opgave.

For at kunne udnytte et nyt næringsstof må cellen danne en række nye proteiner, særligt enzymer. Dens stofskifte må omprogrammeres. Det medfører ofte en pause i tilvæksten. Man kan undersøge nærmere, hvilken genregulering der foregår ved dette skift. Det kan gøres ved at undersøge ændring i cellernes genekspression. Det skal vi se på i sidste del af denne opgave.

Indhold

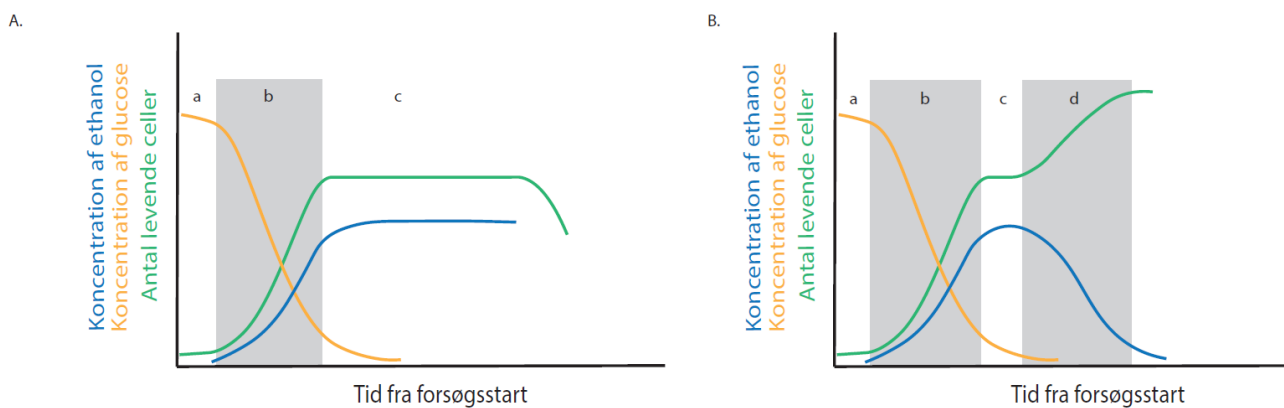
Diauxisk skift hos gær	1
Diauxisk skift ved vækst i en gærkultur	2
Opgaver	2
Gærs stofskifte under diauxisk skift	4
Opgaver	4
Omprogrammering af cellen ved diauxisk skift	5
Opgaver	5
Genregulering ved diauxisk skift	5
Opgaver	6

Diauxisk skift ved vækst i en gærkultur



Figur 1. Kolber med gærkultur. Kolberne er tilsat glucose, gærekstrakt, er bidrager med de øvrige næringsstoffer, gær har behov for, og podes med gærceller. Herefter inkuberes de begge ved 30 ° C i et vandbad, mens de omrystes. Kolbe A tildækkes, men sikres lufttilførsel. Kolbe B lukkes til med et gærrør, så der ikke kan komme luft ned i kolben, men CO₂ kan slippe ud.

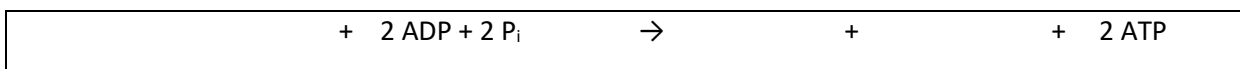
Når en gærkultur vokser fx i en kolbe som vist i figur 1, omsætter den sukker, fx glucose. Man kan følge gæringen ved at måle koncentrationen af gærceller, glucose og ethanol. Figur 2 viser resultaterne, når væksten sker uden ilttilførsel (anaerobt, A) og med ilttilførsel (aerobt, B).



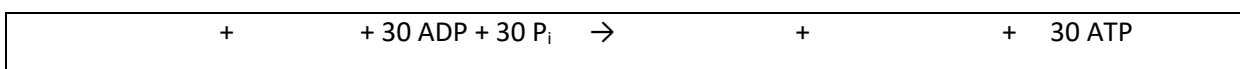
Figur 2. Vækst i en gærkultur. A. Anaerobt. B. Aerobt.

Opgaver

- Når gær omsætter glucose anaerobt, som i figur 2A, sker det ved alkoholgæring. Opskriv nettoreaktionen for alkoholgæring:



- Forklar forløbet af vækstkurven i figur 2A, for gærceller, der dyrkes anaerobt. Inddrag kurverne for glucosekoncentration og ethanolkoncentration.
- Når gærceller omsætter glucose aerobt, kan det ske ved aerob respiration. Opskriv nettoreaktionen for aerob respiration:



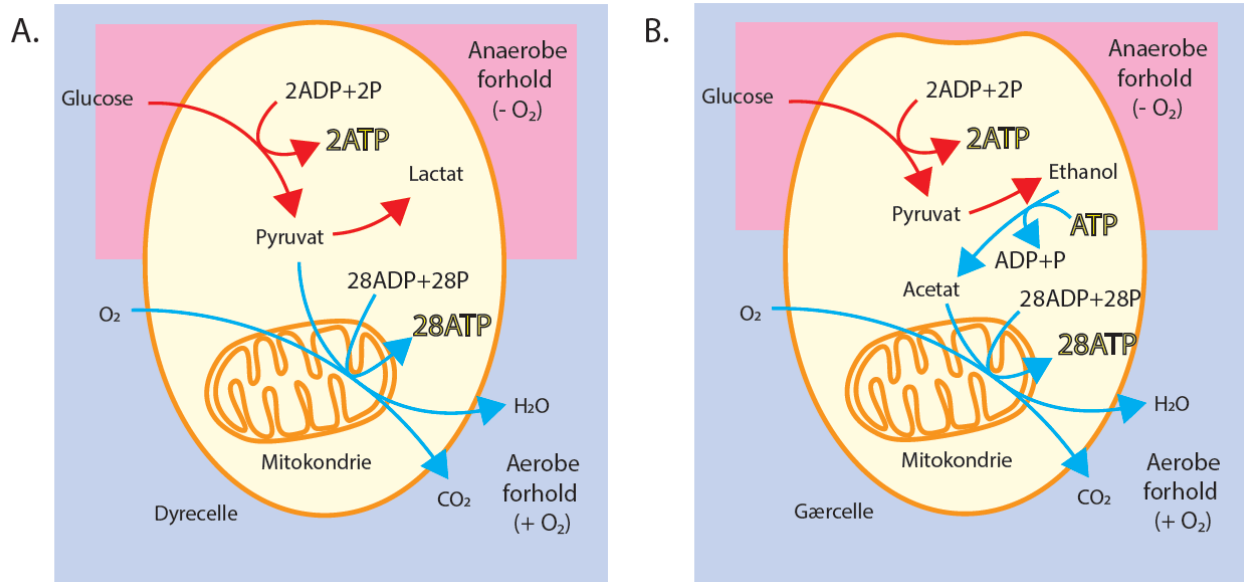
Som figur 2B viser, forløber væksten under aerobe forhold dog lidt anderledes, end man ville forvente for aerob respiration. Væksten sker i to vækstfaser, hvorimellem der optræder en kort pause i væksten. I første fase udnytter gær glucose som substrat, i anden fase udnytter gær ethanol, og omdanner det vha. O_2 til CO_2 og H_2O .

- Identificer de to vækstfaser i figur 2B, og hvornår det diauxiske skift sker.
- Forklar, hvordan man kan se i figur 2B, at gær udnytter glucose i første vækstfase og ethanol i anden vækstfase.
- Vurder, hvor gærs væksthastighed er højst: I første fase ved glucoseudnyttelse eller i anden fase ved ethanoludnyttelse.

Gærs stofskifte under diauxisk skift

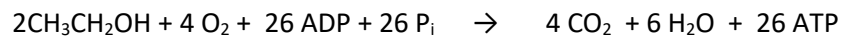
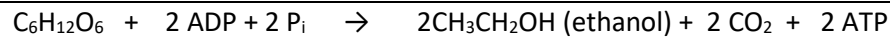
Gær kan udnytte den kemiske energi der er i sukermolekyler til at danne ATP. ATP kan udnyttes som energikilde til cellens energikrævende processer.

Figur 3a viser hvordan vores celler kan skifte mellem mælkesyregæring under anaerobe forhold og aerob respiration under aerobe forhold. Figur 3b viser hvordan gær tilsvarende skifter. Under aerobe forhold deler de dog deres respiration op, som vist på figur 3.



Figur 3. 3A: Dyrecellers udnyttelse af glucose under aerobe og anaerobe forhold. 3B: Gærs udnyttelse af glucose under anaerobe og aerobe forhold.

Gærcellers respiration af glucose kan deles op i to processer:



Omvejen omkring ethanol koster 1 ATP per ethanolmolekyle.

Opgaver

- Diskuter, hvilke fordele gær kan have ved at forgære glucose til ethanol, når det rent faktisk betyder, at de får 2 ATP mindre ud af hvert glucosemolekyle.
- Forklar hvor i figuren du kan se de to reaktioner vist i reaktionsskemaerne i boksen.

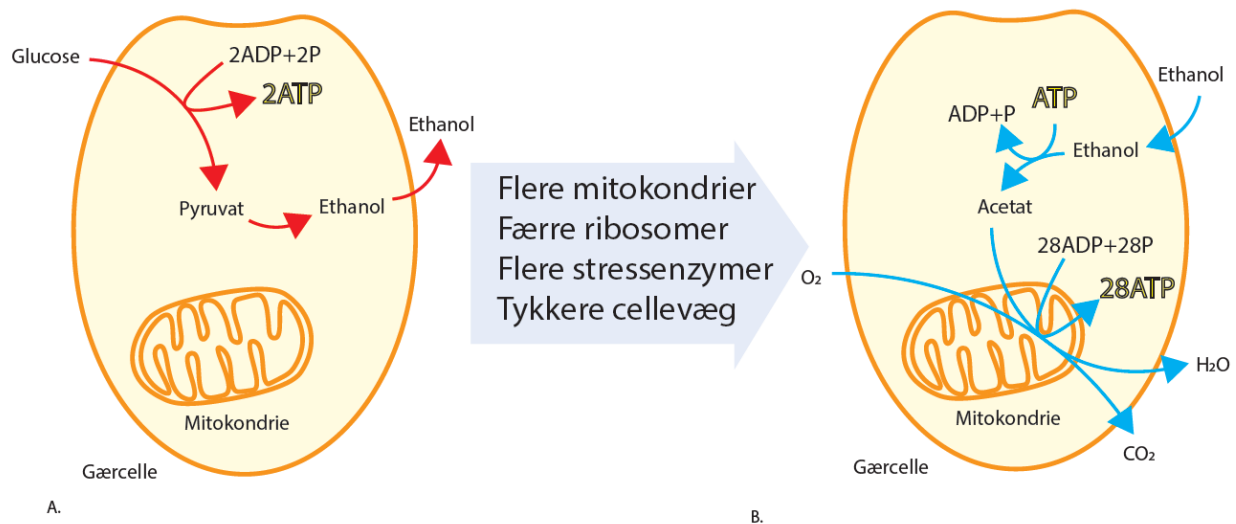
Omprogrammering af cellen ved diauxisk skift

Stofskifteprocesserne vist med røde og blå pile i figur 3, består af en række delprocesser, som hver for sig katalyseres af hvert sit enzym. De enzymer skal cellen producere, og det koster ATP. Derfor skal den nøje regulere produktionen af de forskellige enzymer.

Når gær skal omregulere deres stofskifteprocesser, som vist i figur 3B omprogrammerer de cellerne på flere områder:

- De deaktiverer generne for enzymer til glucoseudnyttelse (røde pile) og aktivere generne for enzymer til ethanoludnyttelse (blå pile).
- De justerer deres proteinsyntese ned.
- De skal danne stressenzymer, dvs. oprydningproteiner, som kan nedbryde denaturerede og skadede proteiner. Stressenzymer kaldes også Heat Shock Proteins, HSP. Stresstilstanden kan skyldes skader på cellens proteiner pga. høj ethanol-koncentration, varme eller oxidation. Når mitokondrierne begynder at udnytte ilt opstår der affaldsstoffer som virker oxiderende på cellens proteiner, som ødelægges.
- De går eventuelt i dvale, for at spare energi.

Figur 4 viser nogle af de ændringer der sker i gærcellerne.



Figur 4. Ændringer i cellen ved diauxisk skift.

Opgaver

- Forklar hvordan de fire ændrede egenskaber på figuren kan være et udtryk for reprogrammering på de fire områder. Forbind og forklar

Skift i tilpasning
Skifter fra høj proteinsynteseaktivitet til lav
Skifter fra glucoseudnyttelse til ethanoludnyttelse
Skifter fra lavt oxidativt stress til højt oxidativt stress
Skifter fra hurtig vækst til en dvaletilstand, hvor cellen beskytter sig mod omgivelserne.

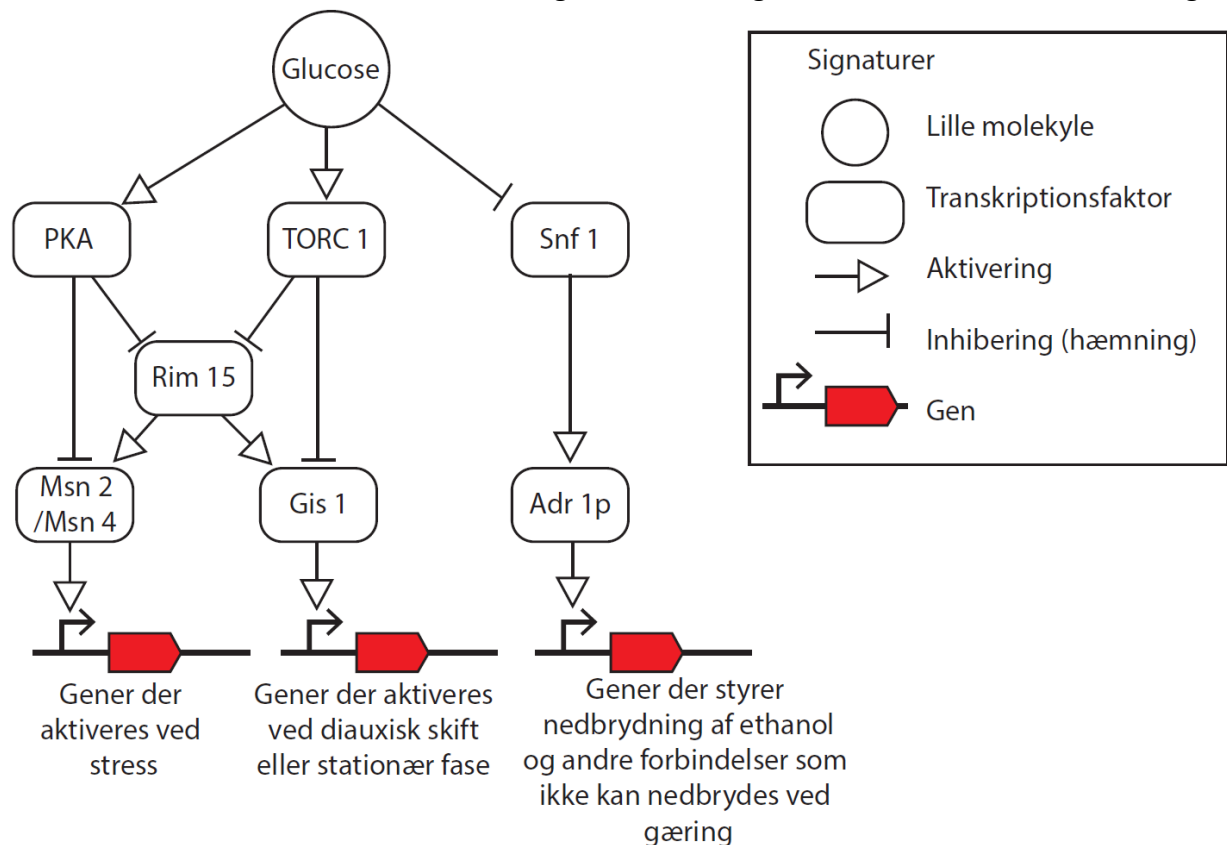
Ændringer i cellerne
Flere mitokondrier
Færre ribosomer
Tykkere cellevæg
Flere stressenzymer

Genregulering ved diauxisk skift

Omreguleringen af generne sker vha. transkriptionsfaktorer. Transkriptionsfaktorerne er proteiner, som kan regulere gener. Det sker ved at de bindes til reguleringssekvenser på DNA-strengen.

Lav evt. opgaven: **Hvad er genekspression?**

Figur 5 viser et udsnit af det genreguleringsnetværk der regulerer det diauxiske skift. Figuren viser, hvordan cellen anvender koncentrationen af glucose til at regulere, hvornår skiftet skal foretages.



Figur 5. Genregulering ved diauxisk skift.

Opgaver

- Forklar, hvorfor det kan være hensigtsmæssigt at anvende glucosekoncentrationen i cellen til at afgøre, hvornår det diauxiske skift skal foretages.
- Forklar ud fra figuren hvordan glucosekoncentrationen afgør, om cellen skifter vækstfase.

