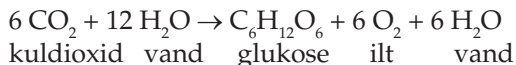


Forsøg med fotosyntese



Figur 1. Vandpest.
Foto: N Sloth/Biopix.

Af reaktionsskemaet for fotosyntese kan man se, at man i princippet både kan måle på hvor meget CO_2 der bruges, eller hvor meget $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ eller O_2 der produceres.



I praksis er det lettest at måle på CO_2 og/eller O_2 med en CO_2 - eller en O_2 -elektrode i et lukket system.

Anbring et stykke vandpest i en kolbe der passer til elektroden, sørg for at kolben er helt fyldt med vand. Belys kolben og opsaml resultaterne fra elektroden.

Beregn hvor mange gram glukose CO_2 -forbruget eller O_2 -produktionen svarer til og dermed glukoseproduktionen pr. valgt tidsenhed.

Ovenstående metode er kvantitativ, man kan også foretage en semikvantitativ undersøgelse idet man kan tælle O_2 -bobler fra vandpesten i stedet for at bruge en elektrode. Man kan fx tælle bobler i 10 min. og beregne antal bobler pr. min.

Endelig kan man lave et kvalitativt forsøg idet man udnytter at CO_2 i vand virker forsurende – pH falder.



Indikatorfarvestoffet bromthymolblåt (BTB) er gult i en sur opløsning og blå i en neutral-basisk opløsning. Anbring et stykke frisk vandpest i en kolbe fyldt helt op med 'danskvand' (vand tilsat CO_2), et par dråber BTB og en tætsluttende prop. Belys kolben.

Hvilken farve har vandet ved forsøgets start? Hvad forventer I at der sker med farven?

I disse forsøg med fotosyntese antages det at der ikke foregår respiration. Det gør der selvfølgelig, så resultaterne er i virkeligheden udtryk for nettoproduktionen NPP. Overvej hvordan man kan måle plantens respiration så man får et mål for den reelle fotosyntese: $\text{BPP} = \text{NPP} + \text{R}$.

Forsøg med respiration



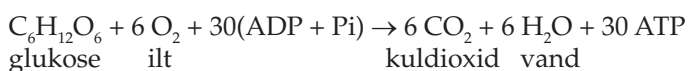
Figur 2a. Vandpest. Foto: N Sloth/Biopix.



Figur 2b. Markgræshoppe. Foto: N Sloth/Biopix.

Forsøg med respiration kan udføres både på planter og dyr. Det er lettest at håndtere planter og hvirvelløse dyr.

Af reaktionsskemaet kan man se, at man i princippet både kan måle på hvor meget $C_6H_{12}O_6$ eller O_2 der bruges, eller hvor meget CO_2 der produceres.



I praksis er det lettest at måle på O_2 og/eller CO_2 med en O_2 - eller en CO_2 -elektrode i et lukket system.

Respiration i planter

Anbring et stykke vandpest i en kolbe der passer til elektroden, sørg for at kolben er helt fyldt med vand. Pak kolben ind i stanniol eller sæt den i et helt mørkt skab og opsaml resultaterne fra elektroden.

Beregn hvor mange gram glukose O_2 -forbruget eller CO_2 -produktionen svarer til og dermed glukoseforbruget pr. valgt tidsenhed.

Respiration i dyr

Anbring et antal dyr, fx græshopper eller bænkebidere i en kolbe der passer til elektroden og opsaml resultaterne.

Beregn hvor mange gram glukose O_2 -forbruget eller CO_2 -produktionen svarer til og dermed glukoseforbruget pr. valgt tidsenhed. I kan beregne forbruget pr. dyr eller pr. gram dyr.

Pattedyr og fugle er ensvarme, øvrige dyr er vekselvarme, dvs. deres aktivitetsniveau og dermed respiration stiger med omgivelsernes temperatur - indtil en vis grænse. Lav evt. respirationsforsøg ved forskellige temperaturer.

Forsøg med varmetab



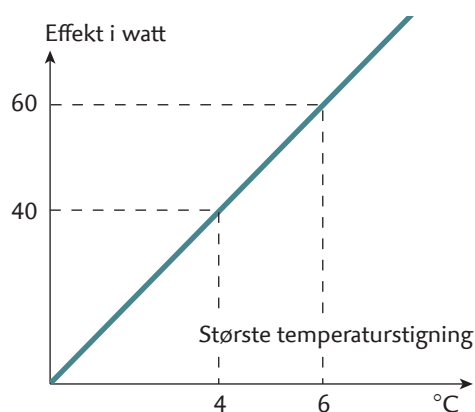
Figur 3. Forsøgsopstilling med henholdsvis elpære og person i flamingo-kasse. Kassen skal lukkes tæt.

Energiomsætningen i kroppen kaldes stofskifte.

Alle energiformer omsættes i sidste ende til varmeenergi, dvs. den kemiske energi vi forbruger i form af mad, kan måles som varmeafgivelse fra kroppen. Af praktiske grunde måler man varmeafgivelsen eller stofskiftet hos en person i hvile.

Princippet i forsøget er at man måler temperaturstigningen omkring forsøgspersonen og sammenligner den med temperaturstigninger fra varmekilder med kendt effekt, fx en gammeldags 40 watt og 60 watt-pære.

Hæng 40 watt-pæren op i den lukkede flamingokasse der også skal bruges til forsøgspersonen. Tænd pæren og iagttag temperaturstigningen. Når temperaturen ikke stiger mere, beregnes den temperaturstigning som har fundet sted. Gør efter udluftning det samme med 60 watt-pæren. Afbild temperaturstigningen som funktion af effekten (watt), se figur 4. Pærernes præcise effekt kan evt. måles med en effektmåler.



Figur 4. Temperaturen som funktion af effekten.

Standardhviletstanden kræver følgende:

Forsøgspersonen skal have fastet i 12 timer

Forsøgspersonen skal ligge ned mindst 1 time inden forsøgsstart

Forsøgspersonen må kun være let påklædt, og rumtemperaturen skal være behagelig

Forsøget foretages i en lukket flamingokasse - personen skal kunne ligge ned, og kassen skal være så stor at CO_2 -koncentrationen ikke bliver ubehagelig høj under forsøget, (CO_2 stimulerer åndedrætscentret i den forlængede rygmarv).

Beregn kassens rumfang.

Mål og vej forsøgspersonen.

Temperaturen måles ca. midt i kassen ved forsøgsstart og ved forsøgets afslutning fx efter 20 min.

Det er også nødvendigt at måle luftfugtigheden i kassen ved start og afslutning fordi vi også afgiver varmeenergi ved at fordampe vand.

Skriv resultaterne ind i skemaet figur 5. – I kan med fordel udføre forsøget på flere personer.

Temperaturforskellen bruges til at aflæse varmeeffekten i watt på figur 4.

Måleresultater	Navn:	Navn:
Kassens rumfang i m ³		
Vægt i kg		
Højde i cm		
Temperatur (start)		
Temperatur (slut)		
Temperaturforskel		
Relativ luftfugtighed i % (start)		
Relativ luftfugtighed i % (slut)		

Figur 5.

I tabellen figur 6 kan I aflæse hvor meget vanddamp luften indeholder ved forskellige temperaturer.

Temperatur °C	Maks. gram vanddamp/m ³ luft
20	17,3
21	18,4
22	19,4
23	20,6
24	21,8
25	23,1
26	24,4
27	25,8
28	27,2
29	28,8
30	30,4

Figur 6. Luftens maksimale indhold af vanddamp ved forskellige temperaturer.

Tegn en graf med maks. gram vanddamp / m³ luft som funktion af temperaturen.

Aflæs hvor meget vanddamp der kan være ved start- og sluttemperaturen. Beregn hvor meget der faktisk var (den procentdel som den relative luftfugtighed angiver), og beregn endelig hvor meget vanddamp der er i kassen ved start og slut. Husk at tage hensyn til kassens rumfang.

Herudfra kan I beregne hvor meget vanddamp forsøgspersonen har afgivet.

Det koster 2,4 kJ at fordampe 1 g vand. 1 J/sek. = 1 watt, i omregning til watt skal I altså dividere med det antal sekunder forsøgspersonen har ligget i kassen. I får nu det antal watt der er gået til fordampling af vand, det kaldes fordampningseffekten.

Forsøgspersonens hvileeffekt = varmeeffekt + fordampningseffekt

I har nu hvileeffekten i watt, men vi beregner normalt energiindtag og forbrug i kJ (kilojoule).

1 watt = 1 J/sek. Hvileeffekten eller hvilestofskiftet pr. døgn er derfor

$$\frac{\text{antal J/sek.}}{1000} \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \text{ sek.}$$

Diskuter forsøgsusikkerheder.

Hvorfor skal forsøgspersonen være letpåkædt og ikke have fx dynejakke på?

Efter T. Lenskjær og J. Aagren Nielsen: Krop & energi, Gyldendal 1996.