



Arbejdsspørgsmål til kapitel 3 – Proteiner

Antifryseproteiner

Livet i Arktis kan være temmelig koldt og barskt. Havvand fryser først ved $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ så de vandlevende dyr i Arktis svømmer rundt i meget koldt vand. På landjorden er det endnu koldere, og der er der fundet insekter der kan overleve temperaturer under $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, se figur 1.

a



b



Figur 1. a. Isbjørn der svømmer rundt i isvand. (evaurban/Shutterstock.com) b. Billearten fyrretræbuk, *Rhagium inquisitor*, kan overleve meget lave temperaturer pga. antifryseproteiner. (Ingrid Maasik/Shutterstock.com)

For at undgå at fryse til is har mange af de arktiske fisk og insekter forskellige antifryseproteiner.

1. Forklar hvordan proteiner er opbygget (stikord: aminosyrer, sidekæder, primærstruktur, sekundærstruktur, tertiærstruktur, intermolekylære bindinger)
2. Hvad kaldes den type binding der holder to aminosyrer sammen?
3. Hvad bestemmer rækkefølgen af aminosyrer i et bestemt protein?

Antifryseproteinerne virker ved at binde til små iskrystaller der dannes i fiskenes blod og forhindre krystallerne i at vokse. Vestatlantisk ålekvalbe, *Macrozoarces americanus*, se figur 2, indeholder antifryseproteinet AFP-type 3.



Figur 2. Vestatlantisk ålekvalbe.
(Maximilian cabinet/Shutterstock.com)



4. Åben linket: <https://www.uniprot.org/uniprotkb/P19614/entry> og undersøg proteinet.
 - a. Tryk på 'Structure'. Kan I genkende nogle sekundære strukturer? Hvilken type bindinger holder aminosyrerne sammen i disse sekundærstrukturer?
 - b. Aminosyrerne 9, 14, 18 og 44 er vigtige for proteinets binding til isen. Tryk på 'Sequence' og identificér de fire aminosyrer. Find deres strukturformler og giv forslag til hvordan de kan bindes til is.

Der forskes i at flytte gener der koder for antifryseproteiner over i bakterier for dermed at kunne masseproducere proteinerne. Proteinerne kan nemlig udnyttes til at gøre fx en flødeis mere cremet eller til at undgå overisning af vinger på fly og vindmøller.

5. Forklar hvordan bakterier kan gensplejse, så de producerer antifryseprotein.

Læs evt. mere om antifryseproteiner:

https://aktuelnaturvidenskab.dk/fileadmin/Aktuel_Naturvidenskab/nr-4/AN4-2019-antifryseprotein.pdf