



**UNDERVISNINGS
MINISTERIET**
STYRELSEN FOR
UNDERVISNING OG KVALITET

Bioteknologi A

Studentereksamen

Gammel ordning

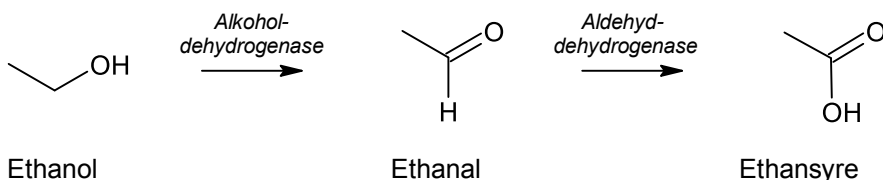
Af opgaverne 1 og 2 skal begge opgaver besvares.

Af opgaverne 3 og 4 skal en og kun en af opgaverne besvares.

Mandag den 20. maj 2019
kl. 9.00 - 14.00

Opgave 1 Omsætning af ethanol i kroppen

Ethanol er et meget udbredt nydelsesmiddel, men for stor indtagelse kan medføre alvorlige sygdomme og tidlig død. Når ethanol indtages, optages det hurtigt og fordeler sig ud i hele kroppen. Ethanol nedbrydes primært i leveren, hvor ethanol først omdannes til ethanal af enzymet *alkoholdehydrogenase*, og derefter omdannes ethanal til ethansyre af enzymet *aldehyddehydrogenase*, se figur 1.1.



Figur 1.1. Omsætning af ethanol i leveren.

1. Angiv enzymtype for enzymerne vist på figur 1.1. Begrund dit svar.

Ethanal er mere giftigt for kroppen end ethanol. Man mener, at ethanal er en væsentlig årsag til, at man kan få forgiftningssymptomer som for eksempel kvalme og opkast, hvis man drikker for meget ethanol.

Der findes forskellige allelle gener, der koder for *alkoholdehydrogenase*, se figur 1.2.

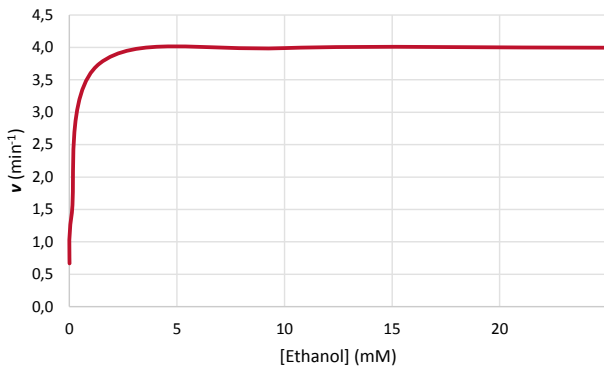
Genvariant	Aminosyre der er forskellig
ADH-1	Arg48
ADH-2	His48

Figur 1.2. Allelle gener der koder for *alkoholdehydrogenase* (ADH) samt aminosyre, der er forskellig i de to varianter af enzymet. Tallet ved en aminosyre angiver aminosyrens placering i enzymet.

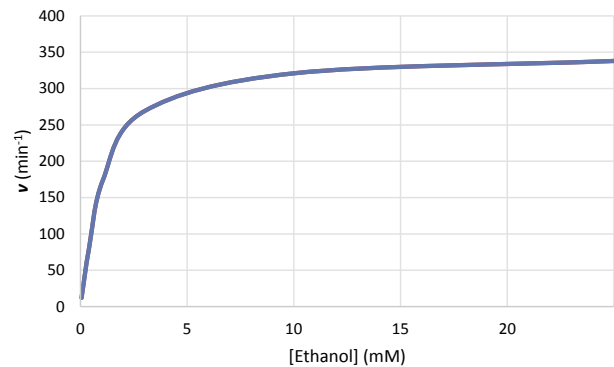
2. Opskriv de mulige RNA-tripletter for aminosyrerne, vist i figur 1.2, og forklar hvilken type mutation, der sker hvis ADH-1 ændres til ADH-2.

I den europæiske befolkning har omkring 90 % af befolkningen mindst én allel for genvarianten ADH-1, og i den asiatiske befolkning er det under 10 %, der har allellen. Til gengæld er allellen ADH-2 mest udbredt i den asiatiske befolkning. De to varianter af enzymet *alkoholdehydrogenase* omsætter ethanol til ethanal med forskellig hastighed. Reaktionshastigheden som funktion af ethanolkoncentrationen for ADH-1 og ADH-2 er vist i figur 1.3.

a) ADH-1



b) ADH-2



Figur 1.3. Reaktionshastighed (v) som funktion af ethanol-koncentrationen for to varianter af *alkoholdehydrogenase*. a) ADH-1 og b) ADH-2.

3. Analyser resultaterne, vist i figur 1.3.

Genet, der koder for enzymet *aldehyddehydrogenase*, findes også i flere varianter, bl.a. allelerne ALDH-1 og ALDH-2. Her er allellen ALDH-2 mest udbredt i den asiatiske befolkning. I et forsøg har man ladet personer med forskellige genotyper drikke 0,2 g ethanol pr. kg kropsvægt. Man har derefter målt ethanol-koncentrationen i blodet. Figur 1.4 viser resultaterne fra forsøget.

ADH-genotype	ALDH-genotype	Højeste ethanol-koncentration i blodet (μM)
ADH-2, ADH-2	ALDH-1, ALDH-1	1,0
ADH-2, ADH-2	ALDH-1, ALDH-2	24
ADH-2, ADH-2	ALDH-2, ALDH-2	75

Figur 1.4. ADH-genotype, ALDH-genotype og højeste ethanol-koncentration i blodet for personer i ovennævnte forsøg efter indtagelse af 0,2 g ethanol pr. kg kropsvægt.

Undersøgelser har vist, at der er stor forskel på, hvor meget ethanol forskellige personer kan indtage, før de får symptomer på ethanol-forgiftning.

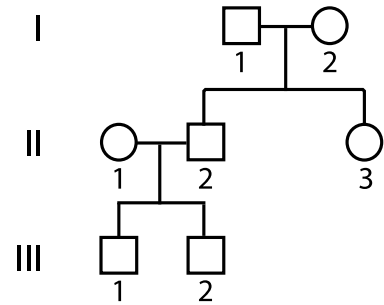
4. Giv forslag til, hvorfor asiater kan få kraftigere symptomer end europæere ved indtagelse af samme mængde ethanol. Inddrag figur 1.3 og 1.4.

I en familie har alle personer den samme ADH-genotype, men forskellige ALDH-genotyper. I en undersøgelse af udvalgte familiemedlemmer er ethanalkoncentrationen i deres blod blevet målt efter indtagelse af 0,2 g ethanol pr. kg kropsvægt. Resultaterne fra undersøgelsen og et stamtræ over familien er vist i *figur 1.5*.

a)

Person	I-1	III-1	III-2
Højeste ethanal-koncentration i blodet (μM)	71	2,3	27

b)



Figur 1.5. a) Ethanalkoncentrationen i blodet efter indtagelse af 0,2 g ethanol pr. kg kropsvægt for udvalgte familiemedlemmer. b) Stamtræ over familien.

5. Angiv ALDH-genotyper for person I-1, III-1 og III-2, og giv forslag til mulige ALDH-genotyper for personerne II-1 og II-2. Inddrag *figur 1.4* og *1.5*.