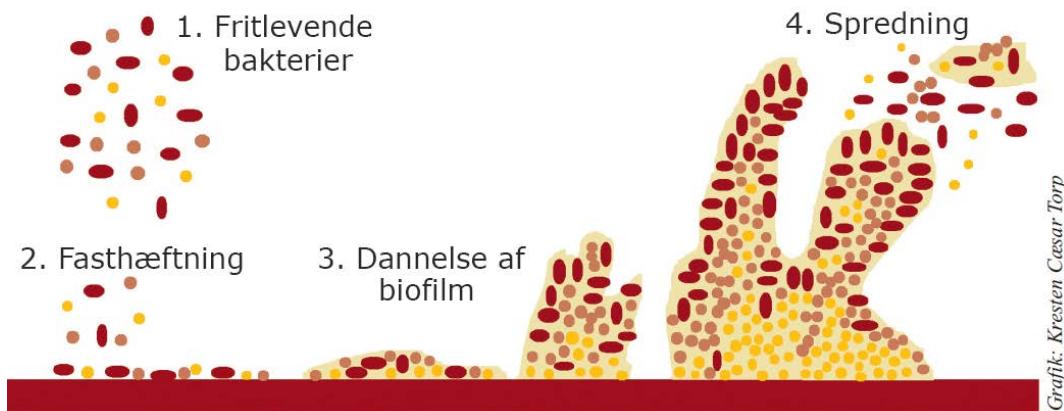


Opgave 1. Bakterievækst i biofilm

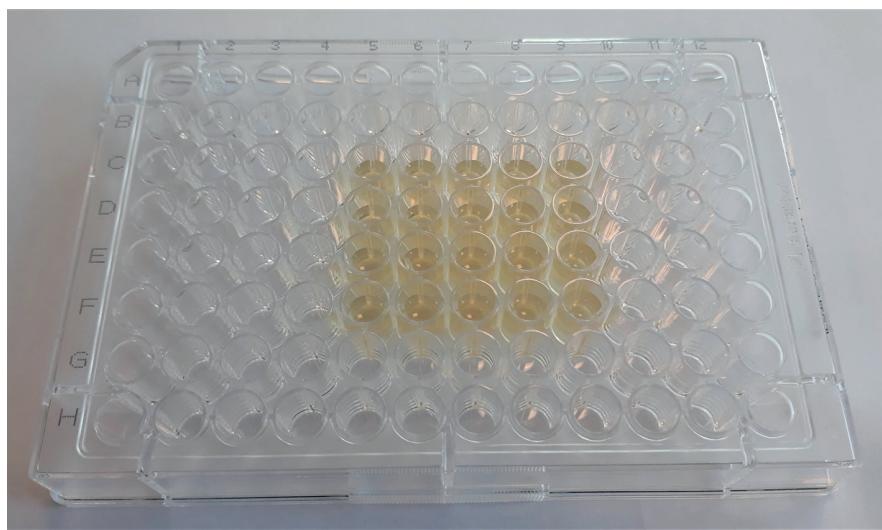
Mange bakterietyper danner i fællesskab et tyndt slimet lag på faste overflader, en såkaldt biofilm, se *figur 1*. På grund af bakteriernes stofskifteprocesser kan der være forskel på pH, koncentrationen af O₂ og næringsstoffer mellem biofilmens overflade og dens midte.



Figur 1.
Dannelse og spredning af en biofilm.

1. Giv forslag til, hvorfor det kan være en fordel for bakterier at leve i en biofilm. Inddrag *figur 1*.

En gruppe studerende har undersøgt væksten i en biofilm af bakterien *Staphylococcus aeruginosa*. I et eksperiment tilsatte de studerende bakteriekultur til brøndene i en mikrotiterplade, se *figur 2*.



Figur 2.
Forsøgsopstilling.

Foto: Kresten Cesar Torp

Hver anden time udvalgte de studerende en tilfældig brønd for at følge biofilmens dannelsel og udvikling. De skyllede brønden for at fjerne bakterier, som ikke sad fast i biofilmens på brøndens bund. Derefter blev de fastsiddende bakterier farvet med et farvestof. Mængden af bakterier i biofilmen blev bestemt ved hjælp af et spektrofotometer ved at måle den

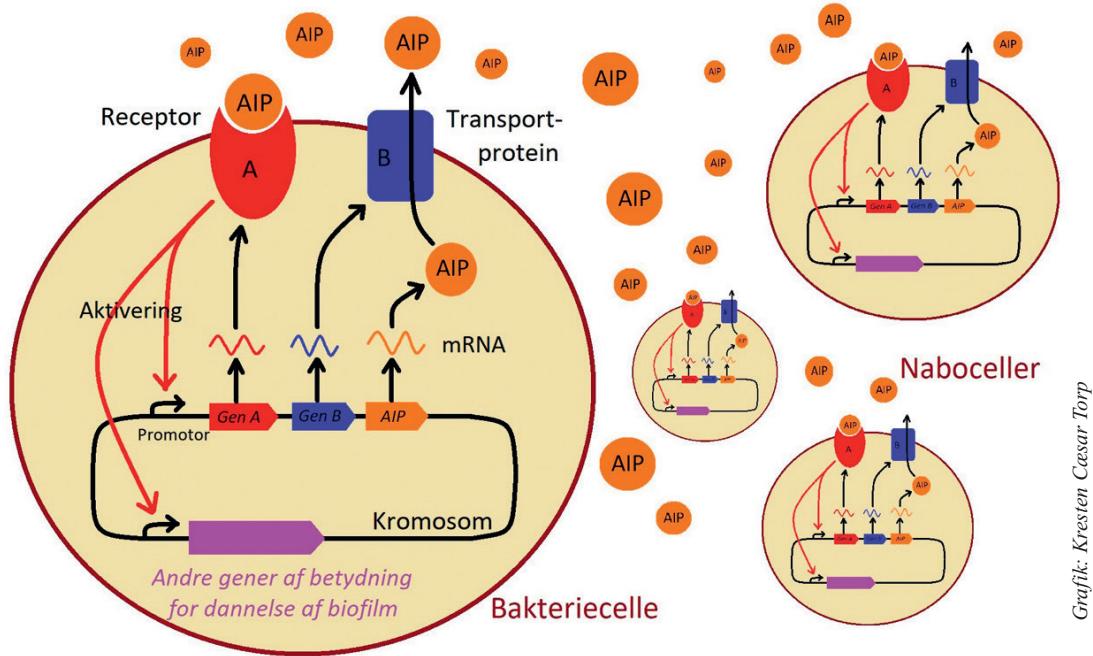
optiske densitet ved 550 nm (OD_{550}) gennem brøndens bund. Resultater fra forsøget kan findes i vedlagte Excel-dokument.

2. Afbild biofilmens OD_{550} som funktion af tiden.

De studerende havde en hypotese om, at antallet af bakterier i biofilmen vokser eksponentielt i første del af eksperimentet.

3. Vurder, om resultaterne bekræfter hypotesen om, at bakterierne i biofilmen vokser eksponentielt i første del af eksperimentet.

Bakterier kan koordinere indbyrdes, at de kun producerer de proteiner, der har betydning for dannelse og vækst af biofilm, når der er tilstrækkeligt mange bakterier tilstede. Denne koordinering kaldes quorum sensing. Bakterien *Staphylococcus aureus* anvender signalproteinet AIP til quorum sensing. *Figur 3* viser den genregulerende rolle AIP har i cellen selv og i naboceller.



Grafik: Kresten Cesar Torp

Figur 3.
Dannelse af quorum-sensing-proteinet AIP i *Staphylococcus aureus*. Røde pile viser aktivering.

4. Forklar ud fra *figur 3*, hvilken betydning det har for quorum sensing, at de tre gener *A*, *B* og *AIP* deler samme promotor.

Ved infektioner kan dannelse af biofilm i sår gøre det svært at bekæmpe infektionen med desinfektionsmidler eller antibiotika. Forskere arbejder med at udvikle medicin, der kan forhindre bakterier i at danne og udvikle biofilm.

5. Giv forslag til, hvordan man kan hindre dannelse eller udvikling af biofilm. Inddrag *figur 3*.

Opgave 2. Fede hunde

Tendens til fedme hos hunde varierer fra race til race, og forskere mener derfor, at det kan være genetisk bestemt. De hunderacer, der har størst tendens til at udvikle fedme, er labrador retriever og flat-coated retriever, se *figur 1*. Disse hunderacer er også kendt blandt hundetrænere for at være meget motiveret af føde i forbindelse med træning til fx førerhunde for blinde.

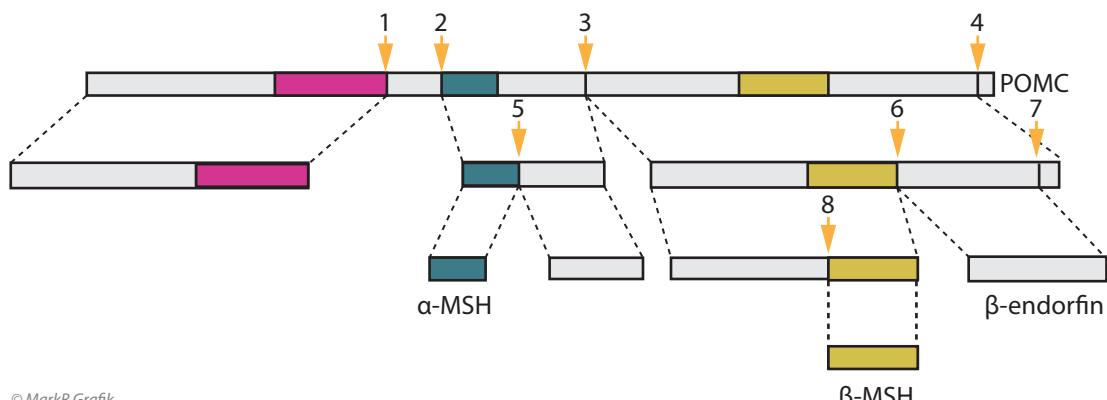


Foto: Dorte Gedde

Figur 1.
Flat-coated retriever.

En gruppe forskere screenede en række hunderacer og fandt, at en deletion på 14 basepar i POMC-genet øger tendensen til fedme hos labrador retrievere. Det ikke-muterede POMC-gen koder for et pro-peptid, POMC, der består af 265 aminosyrer. Efter proteinsyntesen spaltes pro-peptidet enzymatisk til kortere peptider, se *figur 2*. De dannede peptider kan aktivere forskellige receptorer. Peptidet β -MSH aktiverer receptorer i hjernen og har indflydelse på appetitreguleringen.

Den fundne deletion på 14 basepar resulterer i, at der ikke dannes β -MSH og β -endorfin efter spaltningen af pro-peptidet, mens resten af de mindre peptider, vist i *figur 2*, dannes korrekt.

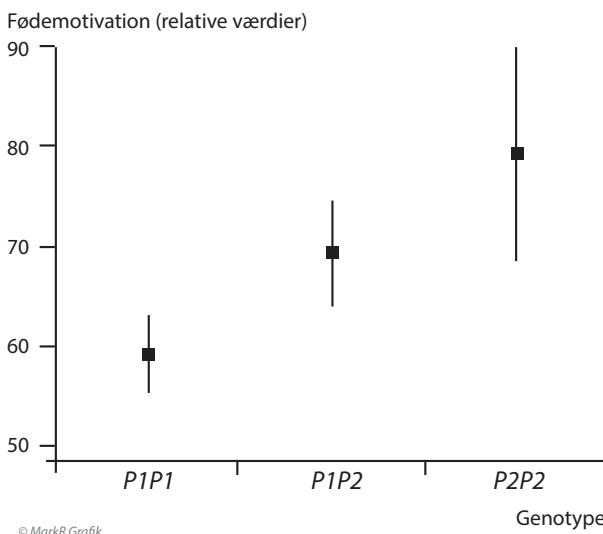


© MarkR Grafik

Figur 2.
Pro-peptidet POMC. De nummererede pile angiver de steder, hvor enzymer spalter POMC til mindre peptider.

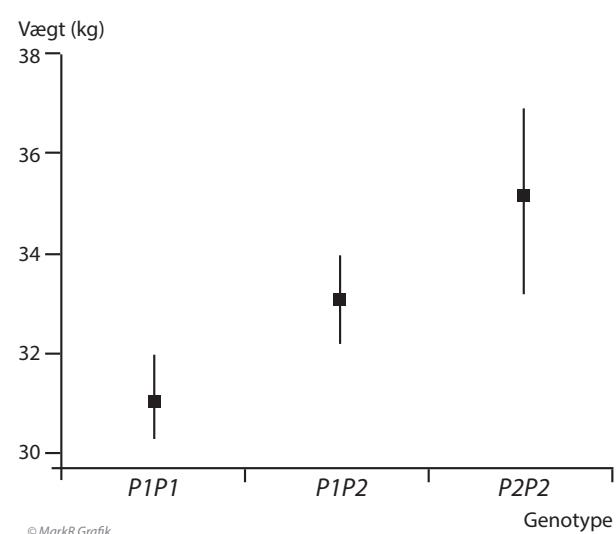
1. Angiv hvilken enzymgruppe enzymer, der spalter pro-peptidet POMC i mindre peptider, tilhører. Begrund dit svar.
2. Forklar, hvordan en deletion på 14 basepar kan resultere i, at der ikke dannes β -MSH og β -endorfin efter spaltningen af pro-peptidet POMC. Inddrag *figur 2*.

Genotypen med hensyn til normalallelen, $P1$, og mutantallelen, $P2$, blev bestemt hos en gruppe labrador retrievere. Sammenhæng mellem genotype og henholdsvis vægt og fødemotivation i forbindelse med træning hos hundene er vist i *figur 3* og *figur 4*.



Figur 3.

Sammenhæng mellem genotype og fødemotivation. For hver gentype er angivet middelværdi og spredning.



Figur 4.

Sammenhæng mellem genotype og vægt. For hver gentype er angivet middelværdi og spredning.

3. Analysér resultaterne, vist i *figur 3* og *figur 4*.

En gruppe forskere ønsker at undersøge forekomsten af genotypen $P2P2$ i hundekenneler, der uddanner førerhunde.

Forskernes H_0 -hypotese er, at andelen af hunde med genotypen $P2P2$ blandt hunde fra hundekenneler, der uddanner førerhunde, ikke er større end andelen af hunde med genotypen $P2P2$ blandt labrador retrievere, som ikke er fra hundekenneler.

De udtag en stikprøve på 81 labrador retrievere fra hundekenneler, der uddanner førerhunde. Undersøgelsen viste at 10 af de 81 labrador retrievere havde genotypen $P2P2$.

En tidligere undersøgelse, blandt labrador retrievere, som ikke var fra hundekenneler, viste at andelen af hunde med genotypen $P2P2$ i den gruppe er 1,44%.

4. Undersøg, vha. et binomial test, om forskernes H_0 -hypotese kan forkastes på et 5% signifikansniveau.
5. Giv en mulig forklaring på forekomsten af genotypen $P2P2$ i hundekenneler der uddanner førerhunde.

Opgave 3. Keglesnegle og conotoksiner

Stor keglesnegl, *Conus maximus*, er et rovdyr, der lever i tropiske vande. Nedenstående film viser, hvordan sneglen jager sit bytte. Stor keglesnegls gift indeholder flere forskellige conotoksiner med virkning på nerveceller.



Film: https://aktuelnaturvidenskab.dk/fileadmin/Aktuel_Naturvidenskab/video/Conus_catus_short.wmv

1. Forklar, med udgangspunkt i dine observationer i filmen, hvorfor det er vigtigt, at giften hos stor keglesnegl er hurtigvirkende.

Nogle af conotoksinerne i giften forhindrer overførsel af nervesignaler til muskelceller.

2. Giv forslag til, hvordan et stof kan forhindre overførsel af nervesignaler til muskelceller.

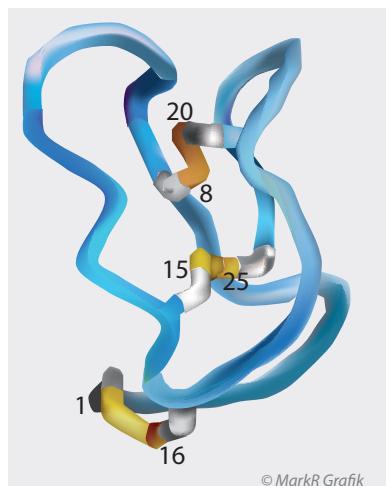
Conotoksiner er peptider, der består af 10-25 aminosyrer. Primærstrukturen og tertiarstrukturen af conotoksinet ω -MVIIA ses i henholdsvis *figur 1* og *figur 2*.

aminosyre nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
aminosyre	C	K	G	K	G	A	K	C	S	R	L	M	Y

aminosyre nr.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
aminosyre	D	C	C	T	G	S	C	R	S	G	K	C

Figur 1.

Primærstrukturen af ω -MVIIA. Aminosyrerne er benævnt med et-bogstavsforkortelser.



Figur 2.
Tertiærstruktur af ω -MVIIA.
Tallene henviser til cysteins
placering i primærstrukturen, se
figur 1.

3. Forklar primærstrukturens betydning for ω -MVIIA's tertiære struktur. Inddrag *figur 1* og *figur 2* i din besvarelse.

Figur 2 viser én ud af 16 mulige tertiærstrukturer, der kan dannes ud fra primærstrukturen, vist i *figur 1*. Det er kun den viste tertiærstruktur, der er biologisk aktiv.

4. Forklar, hvorfor det kun er én ud af 16 mulige tertiærstrukturer, der er biologisk aktiv.

Giften fra en enkelt keglesnegl kan indeholde helt op til 200 forskellige biologisk aktive conotoksiner, og hver af de ca. 700 arter af keglesnegle har hver sin blanding af virksomme conotoksiner.

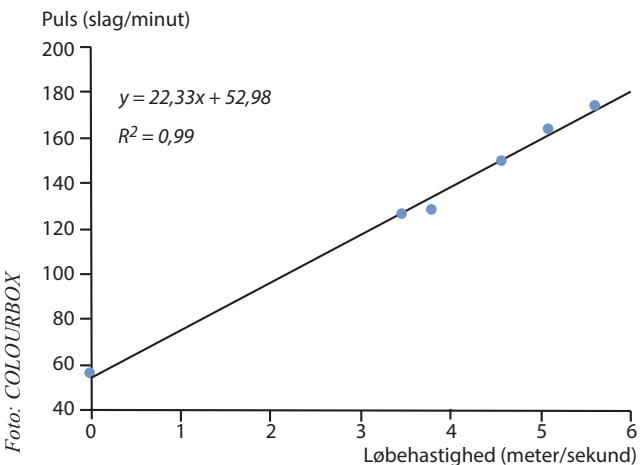
5. Diskuter, hvilke mekanismer der kan have medvirket til, at en gruppe nærtstående arter har hver sin blanding af virksomme conotoksiner.

Opgave 4. Regulering af puls

For at undersøge sammenhængen mellem arbejdsbelastning og puls løb en gymnasieelever med forskellig hastighed på et løbebånd se *figur 1*. Resultaterne er vist i *figur 2*.



Figur 1.
Kvinde på løbebånd



Figur 2.
Sammenhæng mellem løbehastighed og puls.

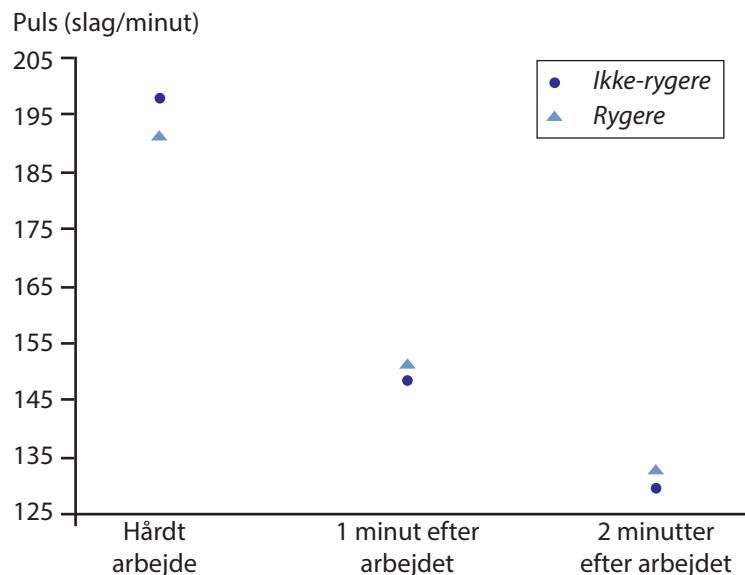
1. Forklar den biologiske baggrund for resultaterne. Inddrag *figur 2*.

En gruppe gymnasieelever opstillede den hypotese, at hvilepulsen er lavere hos trænede personer end hos utrænede personer. For at teste hypotesen hviledede eleverne i 5 minutter, hvorefter antal pulsslag på håndleddet blev talt i 30 sekunder og derefter omregnet til slag pr. minut. Eleverne skulle selv angive, om de var trænede eller utrænede.

Resultaterne af målingerne findes i vedlagte Excel-dokument.

2. Skriv en biologisk grundelse for gymnasielevernes hypotese.
3. Afbild resultaterne af gymnasielevernes målinger som boksplot.
4. Vurder, om resultaterne bekræfter hypotesen om, at hvilepulsen er lavere hos trænede personer end hos utrænede personer.

Ved tobaksrygning indåndes bl.a. carbon-monoxid, CO, som optages i blodet. CO binder sig over 200 gange mere effektivt til hæmoglobin end O₂. I et eksperiment blev pulsen bestemt under hårdt fysisk arbejde samt henholdsvis 1 minut og 2 minutter efter arbejdets ophør hos unge ikke-rygere og rygere. Resultaterne fremgår af *figur 3*.



Figur 3.

Middelværdi af pulsmålinger hos unge ikke-rygere og rygere under arbejde, 1 minut og 2 minutter efter arbejdets ophør.

5. Giv en mulig forklaring på, at ikke-rygernes puls falder hurtigere end rygernes det første minut efter arbejdets ophør.