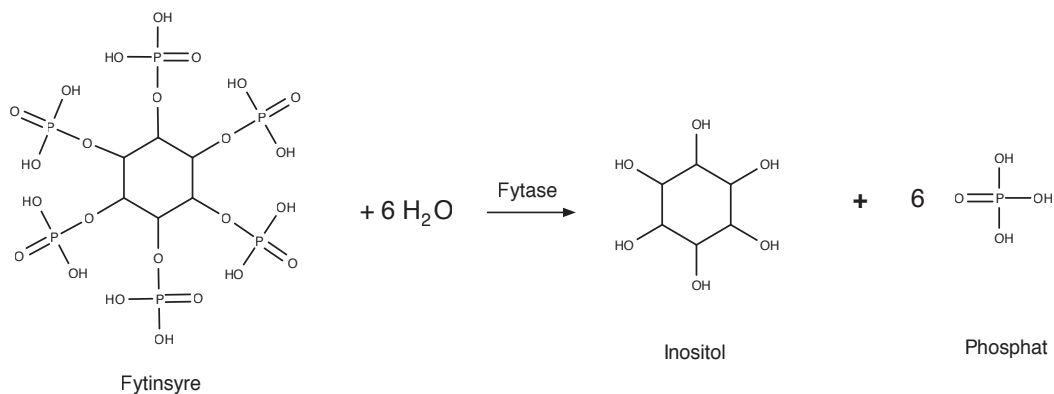


Opgave 1. *Fytinsyre og frøspiring*

Phosphor oplagres i frø og er nødvendig under frøspiring. Størstedelen af det oplagrede phosphor findes på organisk form heraf 75% som fytinsyre. Derudover findes ca. 5% phosphor på uorganisk form.

1. Angiv et eksempel på et phosphorholdigt organisk molekyle i frø udover fytinsyre.

Under frøspiring nedbrydes fytinsyre til inositol og phosphat, se *figur 1*.



Grafik: Anne-Mette Vire

Figur 1.

Enzymatisk nedbrydning af fytinsyre til inositol og phosphat.

2. Angiv, hvilken enzymgruppe fytase tilhører. Inddrag *figur 1* og begrund dit svar.
3. Forklar, hvorfor det er nødvendigt at fytinsyre nedbrydes under frøspiring.

En gymnasieklasse lavede et eksperiment med kikærter rodvækst under spiring. Formålet med eksperimentet var at undersøge temperaturens indflydelse på rodvækst. Længden af roden blev målt efter 4 døgn, se *figur 2*. Resultaterne fra rodvækst ved forskellige temperaturer er vist i vedlagte Excel-dokument.



Figur 2.
Spirende kikærter.

4. Afbild den gennemsnitlige rodlængde som funktion af temperatur ud fra resultaterne, vist i vedlagte Excel-dokument.

Sammenhængen mellem temperatur og vækst kan beskrives ved en tilnærmelsesvis eksponentiel funktion indenfor et begrænset temperaturinterval.

5. Diskuter, med inddragelse af matematiske og biologiske overvejelser, hvilken længde roden kan forventes at få ved 45°C .

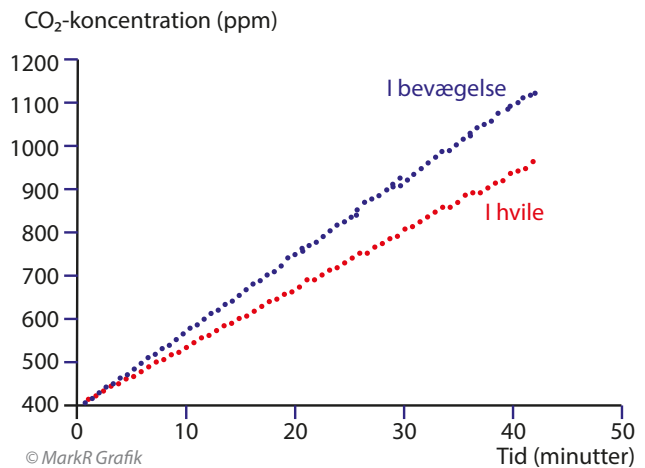
Opgave 2. Eksperimenter med melbillelarver

En gruppe gymnasieelever udførte et eksperiment, hvor de målte CO_2 -produktionen hos melbillelarver. Melbillelarverne blev anbragt i et lukket kammer, hvor CO_2 -koncentrationen løbende blev målt i 45 minutter, se *figur 1*. Målingerne blev foretaget på melbillelarver, der henholdsvis var i bevægelse og i hvile. Resultaterne fremgår af *figur 2*.



Foto: Jørgen B. Hansen

Figur 1.
Forsøgsopstilling.



Figur 2.
Resultater af CO_2 -målinger.

1. Forklar resultaterne, vist i *figur 2*.

Gymnasieeleverne udførte endvidere et eksperiment, hvor de undersøgte tilvæksten hos melbillelarver under forskellige forhold.

Formålet med eksperimentet var at undersøge om tætheden af melbillelarver har indflydelse på melbillelarvernes tilvækst. I eksperimentet blev et antal larver af samme alder anbragt i petriskåle af ens størrelse, hvori der også blev anbragt føde, se *figur 3*. Larverne blev vejede ved eksperimentets start og efter eksperimentets afslutning. Hvert deleksperiment, A til H, blev udført 10 gange i hver sin petriskål. Forsøgsdesignet fremgår af *figur 4*. Efter eksperimentet blev den gennemsnitlige tilvækst pr larve beregnet for hver petriskål. Resultaterne fremgår af vedlagte Excel-dokument.



Foto: Jørgen Baumgaard Hansen

Figur 3.
Petriskåle med melbillelarver samt føde.

| Deleksperiment nr. | Tæthed (antal larver pr. petriskål) | Fødemængde ved forsøgsstart (mg pr. petriskål) | Gennemsnitlig tilvækst pr. larve (mg) |
|--------------------|---|--|--|
| A | 12 | 400 | Resultater for gennemsnitlig tilvækst findes i vedhæftede Excel- dokument. |
| B | 24 | 800 | |
| C | 36 | 1200 | |
| D | 48 | 1600 | |
| E | 60 | 2000 | |
| F | 72 | 2400 | |
| G | 84 | 2800 | |
| H | 96 | 3200 | |

Figur 4.

Forsøgsdesign. Hvert deleksperiment A til H blev gentaget 10 gange.

2. Vurder, om forsøgsdesignet, som det fremgår af *figur 3* og *figur 4*, kan opfylde formålet med eksperimentet.

Gymnasieeleverne opstillede den hypotese, at jo større tæthed af larver i petriskålen des lavere gennemsnitlig tilvækst hos larverne.

3. Giv forslag til en biologisk begrundelse for den opstillede hypotese.

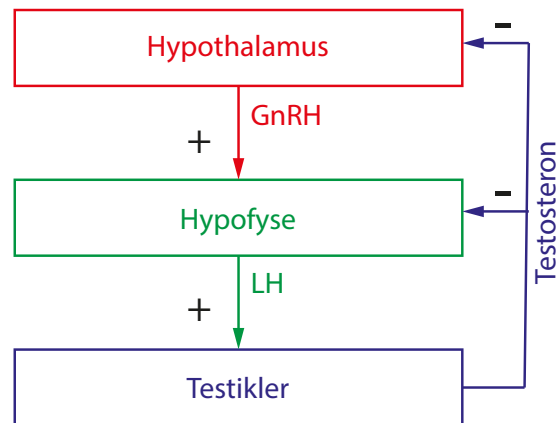
Resultaterne af deleksperimenterne fremgår af vedlagte Excel-dokument, se *figur 4*.

4. Afbild resultaterne som boxplot¹.
5. Skriv en konklusion på grundlag af eksperimentets resultater.

¹ Boxplot hedder kasse med hale i nogle udgaver af Excel.

Opgave 3. Testosteronproduktion

Testosteron produceres primært i testiklerne hos mænd. Testosteronproduktionen styres via negativ feed-back, se *figur 1*.

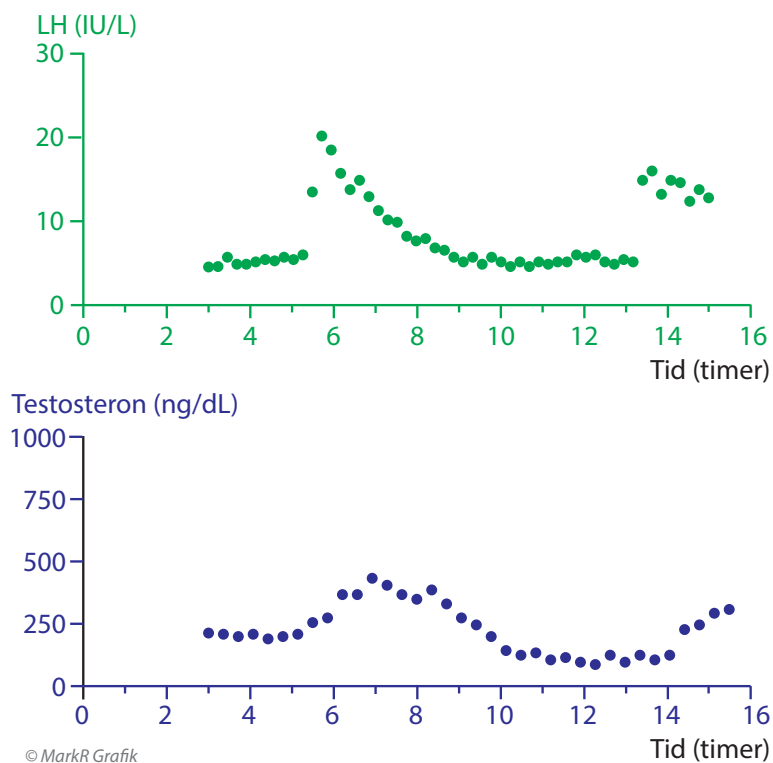


© MarkR Grafik

Figur 1.

Regulering af testosteronproduktion.

Hos voksne mænd udskilles gonadotropin-releasing-hormon, GnRH, og luteiniserende hormon, LH, ikke konstant, men med jævne mellemrum. *Figur 2* viser koncentrationen af LH og testosteron over 12 timer hos en normal mand.



Figur 2.

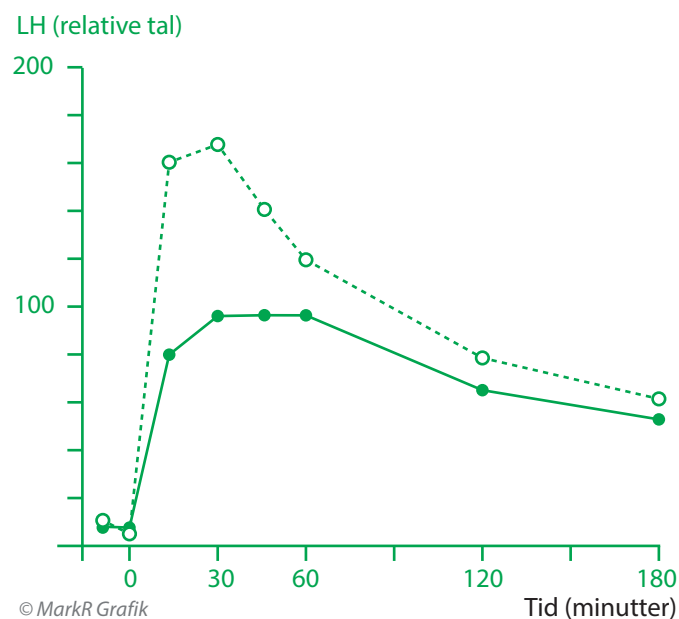
Koncentration af LH og testosteron i blodplasma hos en mand. (IU/L er en enhed for koncentration)

1. Forklar forløbet af kurverne, vist i *figur 2*. Inddrag *figur 1*.
2. Bestem, ud fra *figur 2*, halveringstiden for LH. Begrund dit svar.

Gonadorelin-hydroklorid er et syntetisk stof, der har samme biologiske virkning som GnRH. Gonadorelin-hydroklorid kan derfor anvendes til at undersøge forsøgspersoners reaktion på udskillelsen af GnRH.

3. Forklar, hvordan et syntetisk stof kan have samme biologiske virkning som naturligt GnRH.

I et eksperiment indsprøjtede man stoffet gonadorelin-hydroklorid hos en utrænnet mand og hos en mand, der dagligt har udført langvarig hård fysisk træning. Resultatet af forsøget fremgår af *figur 3*.



Figur 3.

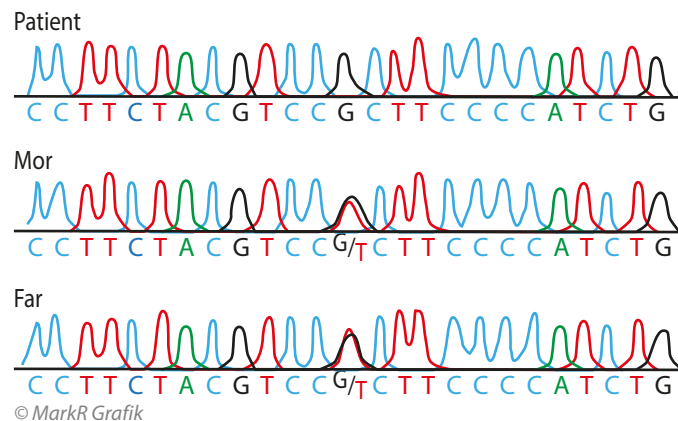
Koncentrationen af LH i blod hos en utrænnet mand (○) og hos en mand, der dagligt har udført langvarig hård fysisk træning (●), efter indsprøjtning af gonadorelin-hydroklorid til tiden 0.

4. Giv forslag til en fysiologisk ændring hos den mand, der dagligt har udført langvarig hård fysisk træning, som kan forklare resultaterne vist i *figur 3*.
5. Vurder effekten af daglig langvarig hård fysisk træning som en mulig årsag til nedsat sædkvalitet. Inddrag *figur 1* og *figur 3* i besvarelsen.

Opgave 4. Von Gierkes sygdom

Von Gierkes sygdom er en arvelig stofskiftesygdom, som skyldes en mutation i genet, *G6PC*, der koder for enzymet glucose-6-fosfatase. Genet, *G6PC*, er placeret på kromosom nummer 17.

Figur 1 viser udsnit af et kromatogram fra sekventering af *G6PC* fra tre personer; en patient med von Gierkes sygdom og patientens raske biologiske forældre.



Figur 1.

Udsnit af et kromatogram fra sekventering af *G6PC* fra tre personer; en patient med von Gierkes sygdom og patientens raske biologiske forældre.

1. Angiv, på baggrund af *figur 1*, genotyperne for patienten med von Gierkes sygdom og patientens raske biologiske forældre. Begrund dit svar.
2. Forklar, hvordan von Gierkes sygdom nedarves.

Von Gierkes sygdom forekommer i alle befolkningsgrupper, men ikke alle syge personer har samme mutation i *G6PC*. *Figur 2* viser fordelingen af forskellige mutationer i udvalgte befolkningsgrupper.

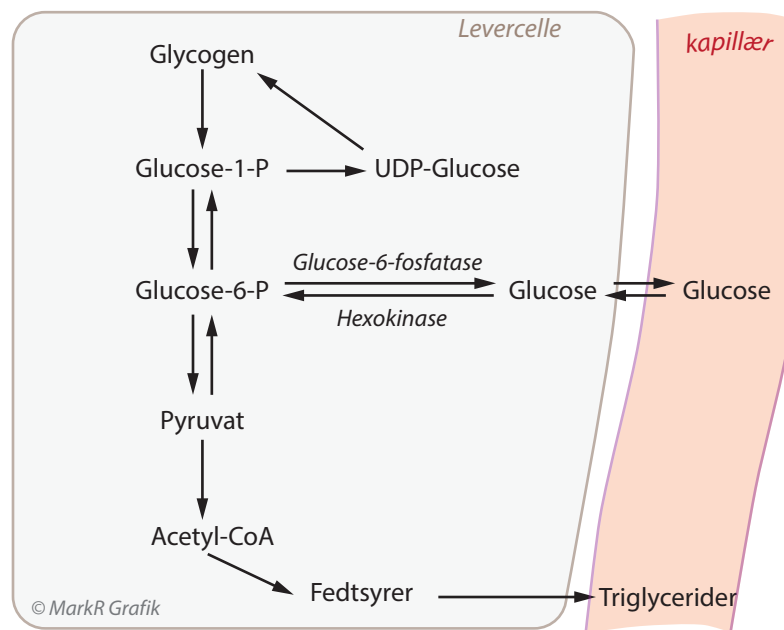
| Mutation | Europæere | Kinesere | Japanere | Koreanere | Latinamerikanere |
|----------|-----------|----------|----------|-----------|------------------|
| A | 33% | | | | |
| B | | 26% | | | |
| C | | 54% | 91% | 75% | |
| D | | | | | 54% |
| E | 18% | | | | |
| X | 49% | 20% | 9% | 25% | 46% |

Figur 2.

Fordelingen af forskellige mutationer i *G6PC* i udvalgte befolkningsgrupper. X dækker over en række andre mutationer.

3. Giv forslag til, hvorfor det ikke er den samme mutation i *G6PC*, som dominerer i alle befolkningsgrupper.

Figur 3 viser omsætning af kulhydrater i en levercelle hos en rask person.



Figur 3.
Omsætning af kulhydrater i en levercelle.

Hos raske personer syntetiseres glycogen i levercellerne. Enzymerne, der katalyserer syntesen af glycogen, aktiveres, når der er glucose tilstede. Når mængden af blodglucose falder, sker der derimod en nedbrydning af glycogen til glucose-6-fosfat, som omdannes til glucose og udskilles til blodet, se figur 3.

For at teste, om en patient har von Gierkes sygdom, undersøges blodets koncentration af glucose og triglycerider. Figur 4 viser resultatet af en sådan blodprøve hos en patient med von Gierkes sygdom og hos raske personer.

| | Patient med von Gierkes sygdom | Raske personer |
|------------------------|--------------------------------|----------------|
| Blodglucose (mmol/L) | 2,70 | 3,90-6,10 |
| Triglycerider (mmol/L) | 14,01 | 0,56-1,70 |

Figur 4.
Blodets indhold af glucose og triglycerider hos en patient med von Gierkes sygdom og gennemsnitsværdier hos raske personer.

4. Forklar resultaterne, vist i figur 4. Inddrag figur 3.

Patienter med von Gierkes sygdom har ofte nedsat vækst.

5. Forklar, hvorfor mangel på glucose-6-fosfatase kan forårsage nedsat vækst.

Kilder

Opgave 2.

Juan A. Morales-Ramos and M. Guadalupe Rojas: Effect of Larval Density on Food Utilization Efficiency of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). J. Econ. Entomol. 2015.

Opgave 3.

F. Hayes et al.: Hypogonadotropic Hypogonadism (HH) and Gonadotropin Therapy. Endotext. 2013.

A. C. Hackney et al.: Hypothalamic-pituitary-testicular axis function in endurance-trained males. Int. J. Sports Med. 1990.

Opgave 4.

Janice Y. Chou og Brian C. Mansfield. Mutations in the Glucose-6-Phosphatase- (G6PC) Gene that Cause Type Ia Glycogen Storage Disease. Human Mutation, vol. 29. 2008.

Dorum S og Gorukmez O. A Novel Mutation in a Newborn Baby Leading to Glycogen Storage Disease Type Ia. Balkan J Med Genet, vol. 21. 2018.