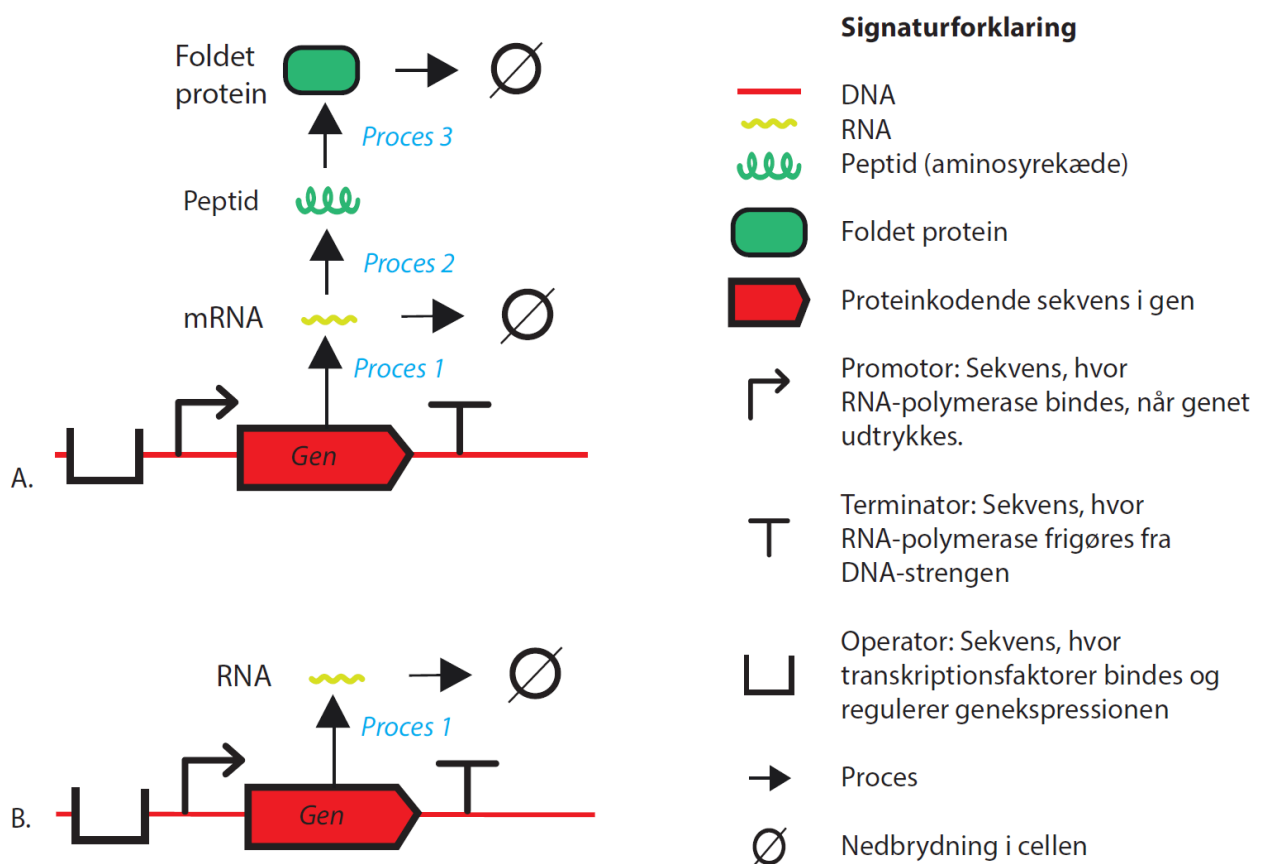


Hvad er genekspression?

Af: *Kresten Cæsar Torp, Aalborghus Gymnasium*

Et gen består af en kode for et protein, den proteinkodende sekvens. Det indeholder desuden kontrolelementer, som styrer hvornår genet udtrykkes. *Figur 1* viser hvordan gener udtrykkes i form af protein. Det kaldes også genets ekspression. Som figur 1B viser, udtrykkes nogle gener kun som RNA. Dette RNA anvendes fx til ribosomer, tRNA og kan have forskellige funktioner i reguleringen af andre gener.



Grafik: *Kresten Cæsar Torp*

Figur 1. Genekspression. A. Et gen, der oversættes til protein. B. Et gen, der oversættes til RNA.

Opgave

1. Angiv hvad processerne 1 og 2 kaldes. Begrund dit svar.
2. Giv en uddybende forklaring til hvad der sker under de tre processer, proces 1, 2 og 3, vist i figur 1. Inddrag navnene på proces 1 og 2.
3. Forklar, hvorfor mængden af mRNA fra et gen er et udtryk for genets ekspression.
4. Nævn nogle eksempler på hvilke roller proteiner kan have i cellen og kroppen.
5. Forklar, hvorfor er det vigtigt for proteinets funktion, at det dannes ud fra en bestemt DNA-sekvens.
6. Forklar, hvorfor det er vigtigt for cellen at kunne regulere, hvornår gener udtrykkes, og hvor meget de udtrykkes.
7. Giv eksempler på bestemte proteiner, som det er vigtigt at kunne regulere produktionen af.

Hvordan reguleres genekspression?

Gener opdeles grundlæggende i:

- Konstitutive gener, også kaldet husholdningsgener: Gener som altid er aktive.
- Inducible gener: Gener som kan reguleres.

Det er promotoren der afgør, om genet er konstitutivt eller inducibelt:

- Konstitutive promotorer er altid aktive. Dvs. at der kan bindes RNA-polymerase til dem, og genet transkriberes til RNA.
- Inducible promotorer kan tændes, slukkes eller transkriptionen fra dem kan reguleres op og ned. Det sker vha. transkriptionsfaktorer, som er proteiner, der bindes til regulatorsekvenser. I prokaryote celler (bakterier) kaldes regulatorsekvenserne også operatorer.

Transkriptionsfaktorer der aktiverer genet kaldes aktivatorer, mens transkriptionsfaktorer der deaktiverer genet kaldes repressorer.

Opgave:

- Tegn et diagram der viser hvad der sker med et inducibelt gen, når der er en aktivator tilstede, og når der er en repressor tilstede. Brug glyffer fra signaturforklaringen til figur 1 til at tegne med. Start med at tegne genet, ligesom i figur 1.

Med aktivator tilstede:	Med repressor tilstede:

Hos eukaryoter er genreguleringen mere kompleks end hos prokaryoter. Ud over regulatorsekvenser omkring promotoren, forekommer der regulatorsekvenser, som kan sidde 1000 baser fra genet.

Regulatorsekvenserne kan være både:

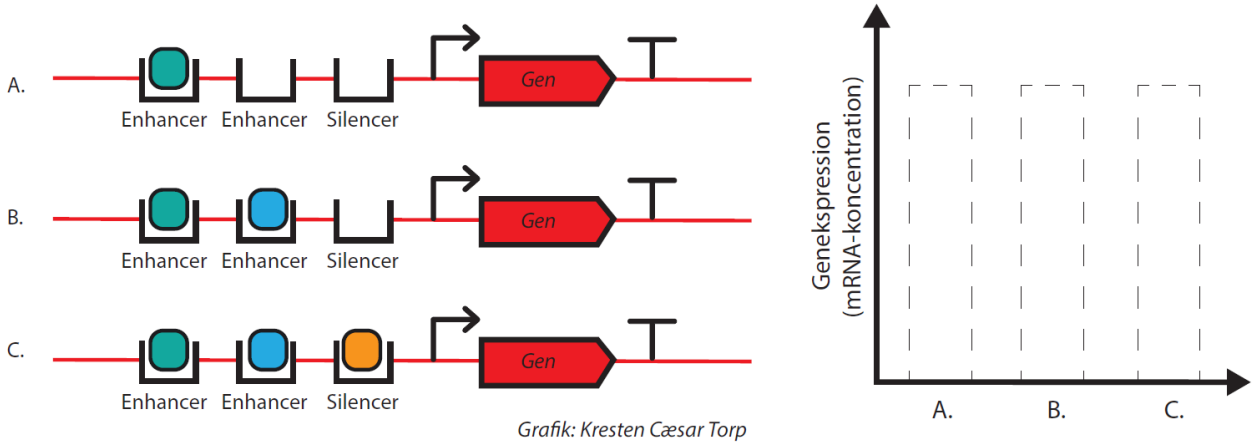
- Enhancere, som øger transkriptionen
- Silencere, som deaktiverer transkriptionen.

Der kan typisk være omkring 10 regulatorsekvenser, som regulerer et gen, som kan være både enhancere og silencere. Jo flere enhancere der aktiveres jo større er transkriptionen, mens transkriptionen hæmmes, hvis silencere aktiveres. På den måde kan generne reguleres med en række forskellige signaler i form af transkriptionsfaktorer, og de kan geares op eller ned i aktivitet. Hos flercellede organismer kan reguleringen være forskellig i forskellige væv og organer. Det er vigtigt for at de får forskellig størrelse, form og funktion.

De enkelte transkriptionsfaktorer kan oftest regulere flere forskellige gener. Dermed kan cellen ved hjælp af nogle få transkriptionsfaktorer koordinere, hvilke gener der skal udtrykkes samtidig, og de kan også regulere hvor meget de enkelte gener udtrykkes.

Opgave

- Figuren viser en eukaryot gen, der reguleres af tre forskellige transkriptionsfaktorer. Skitser i søjlediagrammet, hvor høj en genekspression du forventer i de tre situationer.

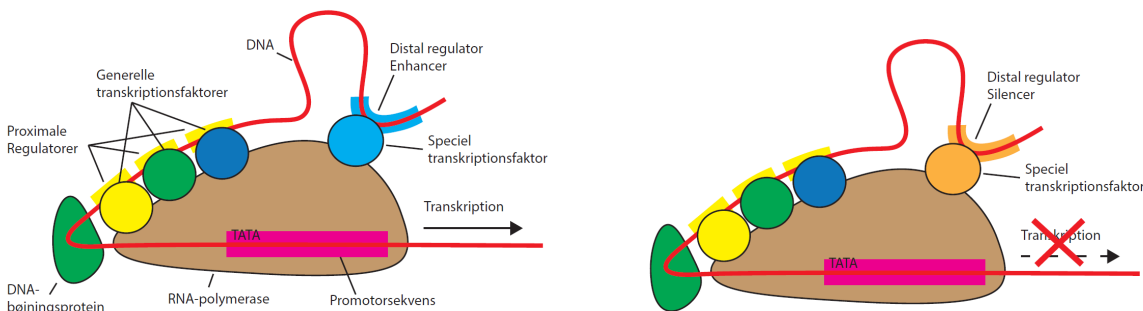


Grafik: Kresten Cæsar Torp

- Giv eksempler på forskellige proteiner, fx enzymer, hvor det vil være hensigtsmæssigt at de udtrykkes samtidig, aktiveret af de samme transkriptionsfaktorer.
- Giv eksempler på situationer, hvor en sådan koordinering kan være en fordel.

Lidt mere om transkriptionsfaktorer

Regulatorsekvenserne er rent fysisk afsnit på DNA-strengen. Nogle sidder tæt på genets promotorregion og kaldes *proximale regulatorsekvenser*. Andre sidder længere oppe ad strengen og kaldes *distale regulatorsekvenser*, som vist på nedenstående figur.



Grafik: Kresten Cæsar Torp

I de proximale regulatorsekvenser bindes de *generelle transkriptionsfaktorer*, hvilket vil sige proteiner, som er nødvendige for at aktivere RNA-polymerase. Når RNA-polymerase bindes til promotorsekvensen og de generelle transkriptionsfaktorer bindes til de proximale regulatorsekvenser, danner RNA-polymerase og transkriptionsfaktorerne et aktivt enzymkompleks.

Om det starter transkriptionen afhænger derefter af, hvilke transkriptionsfaktorer der bindes til de distale regulatorsekvenser. Disse transkriptionsfaktorer kaldes *specielle transkriptionsfaktorer*, og de bindes også til enzymkomplekset ved at der dannes en sløjfe på DNA.