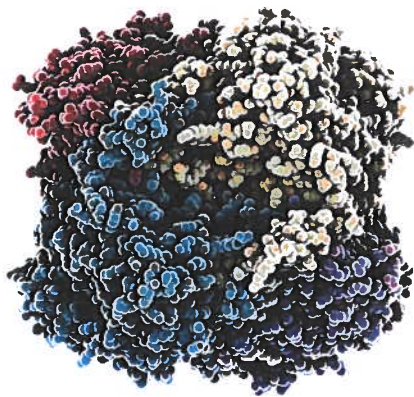


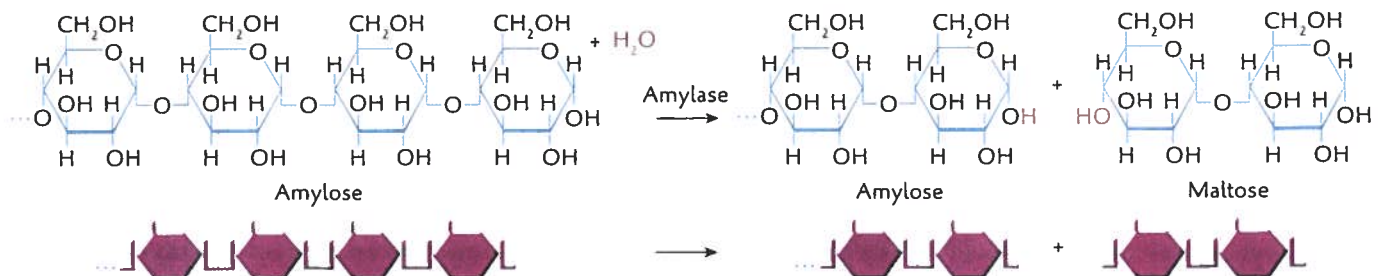
Figur 119. To molekyler bindes sammen af et enzym gennem to processer. Først bindes de to molekyler til enzymet, derefter bindes de sammen og frigøres igen fra enzymet.



Enzymer

Alle levende celler indeholder *enzymer*. Enzymer er nødvendige for de kemiske processer der foregår i kroppen. Når maden skal fordøjes, sker det vha. enzymer. Når glukosemolekyler skal bindes sammen til stivelse i kartofler, kan det også kun ske vha. enzymer. Et andet eksempel er enzymet katalase der skal bruges, når cellerne under særlige omstændigheder danner brintoverilte (hydrogenperoxid). Brintoverilte er meget reaktivt og dermed skadeligt for cellerne. I de fleste celler findes der katalase der kan nedbryde brintoverilten. Katalase er naturens mest effektive enzym, det kan uskadeliggøre 40 millioner brintoverilmolekyler i sekundet. Enzymer er opbygget af store proteinkæder der er foldet, så de får en be-

Figur 120. Bindingerne mellem glukosemolekylerne i stivelse nedbrydes ved hjælp af enzymet amylase. Samtidigt optages et molekyle H_2O .



Figur 118. Enzymer er store komplekse molekyler opbygget af proteiner. De indeholder også tit en metalion.

stemt rumlig struktur der er specifik for det pågældende enzym. Der er ofte knyttet en metalion til enzymet, se figur 118. Når enzymet er specifikt, betyder det at dets rumlige struktur passer lige præcis sammen med det eller de molekyler, som det skal virke på. Figur 119 viser hvordan et enzym først binder to stoffer, substrater, og derefter medvirker til at danne en binding imellem dem. Resultatet er et nyt molekyle, også kaldet produktet. Herefter frigøres produktet fra enzymet der så er klar til at omdanne et nyt substrat.

Enzymer kan altså binde molekyler sammen, som i eksemplet med stivelse. Desuden kan de ofte reagere begge veje, dvs. at de medvirker til at opbygge eller nedbryde bindinger.

Fordøjelsesenzymer

I fordøjelsessystemet skal madens indhold af organiske stoffer nedbrydes til deres grundenheder før vi kan optage dem i kroppen. Det sker vha. af forskellige enzymer:

- Stivelse nedbrydes til maltosemolekyler vha. enzymet amylase, se figur 120.

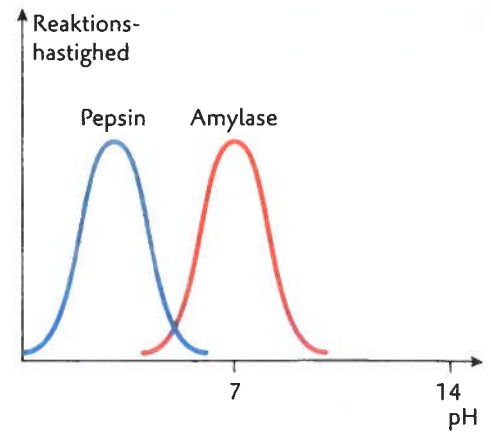
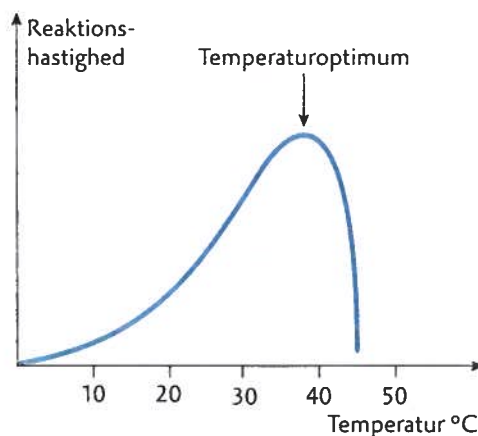
Reaktionshastighed

Enzymeres aktivitet måles i hvor mange substratmolekyler der omdannes pr. sekund. Dette kaldes reaktionshastigheden. Denne hastighed er afhængig af mængden af substrat og antallet af enzymer. Desuden er temperaturen og pH afgørende for hvor effektivt et enzym virker.

Figur 123 viser hvilken betydning temperaturen har for reaktionshastigheden. Ved lave temperaturer foregår reaktionerne meget langsomt hvorefter hastigheden stiger med temperaturen, indtil den når et maksimum. Dette er enzymets *temperaturoptimum*. Øges temperaturen yderligere, vil enzymet blive ustabil, og proteinstrukturen begynder at ændre sig. Ved meget høje temperaturer vil enzymstrukturen blive helt ødelagt. Enzymet er *denatureret*. Det kendes fx fra bagning hvor gæren ofte udrøres i lunkent vand eller mælk, så gærenzymerne hurtigt kan få brødet til at hæve. Er væsken blevet for varm når man tilsætter gær, vil brødet slet ikke hæve.

I menneskekroppen har enzymerne ofte et temperaturoptimum der ligger på ca. 37 °C, mens det i andre organismer

Figur 123. Enzymeres reaktionshastighed afhænger af temperaturen. Reaktionshastigheden angiver hvor mange molekyler det kan omdanne pr. tidsenhed, fx i sekundet.



Figur 124. Enzymeres reaktionshastighed afhænger af pH-værdien. Forskellige enzymer er tilpasset til at fungere ved forskellige pH-værdier.

der er tilpasset kolde eller varme omgivelser, kan være helt anderledes. Fx kan bakterier der lever i varme kilder, have et temperaturoptimum tæt på 80 °C.

Figur 124 viser nogle enzymeres reaktionshastigheder ved forskellige pH-værdier. Også her er der tale om en bestemt pH-værdi hvor reaktionshastigheden er maksimal, det kaldes *pH-optimum*.

Pepsin har fx et pH-optimum der ligger langt under amylases. Det er tilpasset den pH der er i mavesækken, mens amylase virker bedst ved neutral pH. Enzymer der skal virke i vaskepulver, skal både kunne fungere ved høj temperatur og ved vaskepulverets høje pH.