

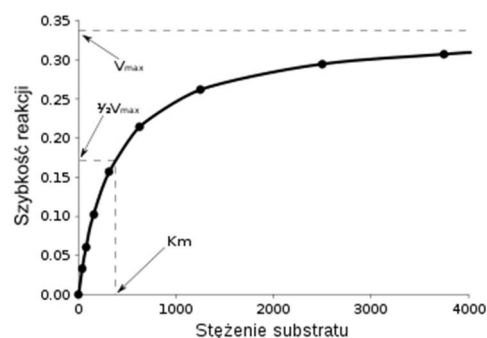
Temat: Czynniki wpływające na aktywność enzymów cz.2 (12.05.2020)

Każdy enzym działa najskuteczniej w określonych warunkach tzw. **optymalnych**. Warunkami tymi mogą być temperatura, odczyn środowiska, stężenie substratów, obecności niektórych jonów, występowanie inhibitorów czyli substancji chemicznych, które mogą hamować działanie enzymu .

Temperatura najefektywniejszej pracy enzymów wynosi od 20⁰ C do 45⁰ C. Powyżej tej temperatury może dojść do denaturacji białka czyli zmiany kształtu białka w wyniku zniszczenia przez temperaturą jego struktury drugo i trzeciorzędowej (wyjątek stanowią bakterie termofilne znoszące temperaturę 80-90⁰C a także sinice gorących źródeł parku Yellowstone do 100⁰C) Temperatura optymalna dla enzymów organizmu człowieka to temperatura jego ciała, wynosi 36,6⁰C. Szybkość działania enzymu wzrasta wraz ze wzrostem temperatury ale do pewnego stopnia. Zgodnie z regułą Van't Hoffa Wzrost temperatury o 10⁰ C powoduje 2-3 krotny wzrost szybkości reakcji. Zwykle zamrażanie nie powoduje inaktywacji enzymów. Niska tempera obniża zazwyczaj działalność enzymów.

Enzymy są bardzo czułe na zmiany **odczyn środowiska** i działają tylko w ściśle określonym pH, np. enzym żołądka w pH kwaśnym =.2, natomiast enzymy trzustki działają w odczynie zasadowym pH=8 . Optimum działania większości enzymów to odczyn obojętny. Skrajne wartości pH działają na białka enzymatyczne denaturująco.

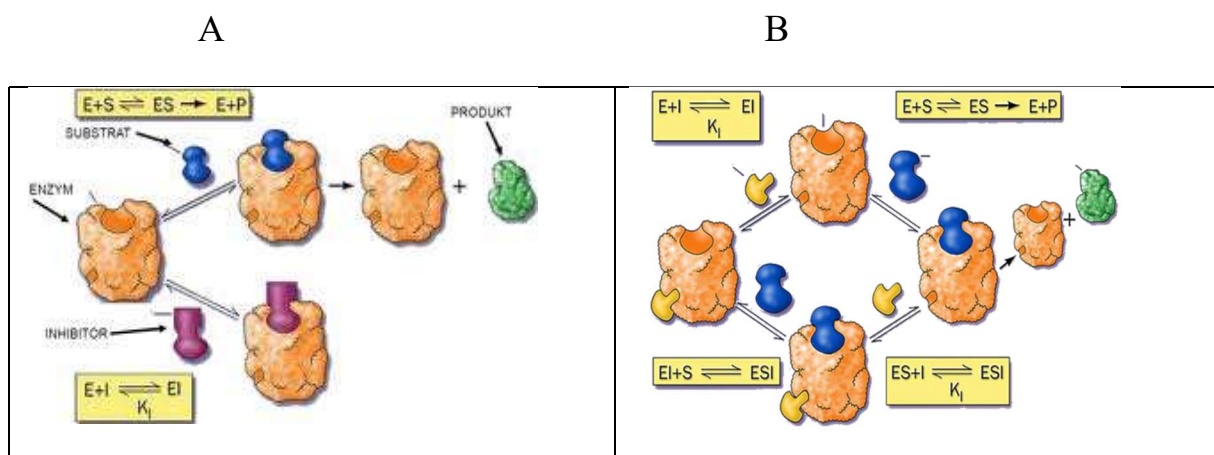
Na aktywność enzymów wpływa **stężenie substratu**. Wzrost stężenia substratu przyspiesza reakcję, która osiąga maksimum, gdy wszystkie cząsteczki enzymu są połączone z substratem. Dalszy wzrost stężenia substratu nie przyspiesza już reakcji enzymatycznej. Stała Michaelisa K_m to takie stężenie substratu, przy którym prędkość reakcji osiąga połowę szybkości maksymalnej.



Ryc. Zależność szybkości reakcji enzymatycznej od stężenia substratu (krzywa Michaelisa) (źródło: Wikipedia)

Inhibitorami enzymów mogą być różne czynniki chemiczne. Proces ten ma ogromne znaczenie jako mechanizm kontroli biochemicznych w komórkach. Działanie wielu leków jest oparte na inhibicji enzymów bakteryjnych np. sulfonamidy podobne pod względem budowy do substancji odżywczej bakterii

PABA. Te dwa związki rywalizują o centrum aktywne enzymu. Jeśli bakteria wykorzysta sulfonamid zamiast PABA, to on zahamuje działanie enzymu, pozbawiając bakterie możliwości prawidłowego rozwoju. Jest to przykład **inhibicji kompetycyjnej** w której inhibitor konkuruje z substratem o centrum aktywne enzymu, ponieważ ma strukturę cząsteczkową podobną do struktury substratu. Inhibicja kompetycyjna jest procesem odwracalnym. Jeśli wzrośnie stężenie substratu, wypiera on inhibitor z centrum aktywnego enzymu. W przypadku **inhibicji niekompetycyjnej**, inhibitor nie jest podobny do enzymu, łączy się z nim poza jego centrum aktywnym, powoduje to zmianę przestrzenną enzymu (nie jest on dostępny dla substratu). Ten typ inhibicji może być odwracalny ale nie w wyniku zwiększania stężenia substratu jak to miało miejsce w przypadku inhibicji kompetycyjnej. Jeżeli inhibitor połączy się z grupą funkcyjną enzymu i niszczy go to mówimy o inhibicji nieodwracalnej. Przykładem może być cyjanek, jego toksyczność polega na zahamowaniu oddychania komórkowego przez blokowanie oksydazy cytochromowej, prowadzi to do ciężkiego niedotlenienia i śmierci w wyniku zatrucia. Niektóre enzymy, zwane **allosterycznymi**, posiadają specjalne miejsce, zwane centrum allosterycznym (znajduje się ono w innym miejscu niż centrum aktywne). Związki, które działają na aktywność tego typu enzymów to **regulatory**. Regulatory mogą być inhibitorami albo aktywatorami (induktor allosteryczny). Inhibicja allosteryczna polega często na hamowaniu wcześniejszych reakcji przez powstały produkt na zasadzie **ujemnego sprzężenia zwrotnego**. W taki sposób komórki bronią się przed niepotrzebną produkcją związków np. glikoliza w której dochodzi do przekształcenia glukozy w pirogronian, składa się z wielu reakcji. W momencie dużego stężenia produktu końcowego, zostaje zahamowana działalność pierwszego enzymu co prowadzi do zatrzymania procesu glikolizy.



Ryc. A Inhibicja kompetycyjna, B Inhibicja niekompetycyjna (źródło: WWW.Szkolnictwo.pl)

Bardzo dużo enzymów jest syntetyzowanych w formie nieaktywnej w postaci prekursorów, są to tzw. **proenzymy** lub **zymogeny**. Aktywacja proenzymów

polega na nieodwracalnej hydrolizie wiązań peptydowych w enzymie. Proenzym ulega przemianie dopiero w określonym miejscu, w odpowiednich warunkach np. enzym pepsyna trawiący białka w żołądku, powstaje z prekursora zwanego pepsynogenem. Czynnikiem aktywującym pepsynogen jest kwas solny(jony wodorowe) obecny w żołądku.

KLASYFIKACJA ENZYMÓW

Do roku 1964 tworzenie nazw enzymów oraz ich klasyfikacja była dowolna. Każdy nowo odkryty enzym był nazywany przez swojego odkrywcę. Liczba nowych enzymów wzrastała wobec czego zasadą nazewnictwa enzymów stała się reguła dodawania do nazwy substratu na który działa enzym końcówki –aza np. sacharaza rozkłada sacharozę na fruktozę i glukozę. W celu usystematyzowania klasyfikacji enzymów Komisja Enzymowa Międzynarodowej Unii Biochemicznej wprowadziła podział **enzymów na 6 głównych klas.**

klasa	Nazwa	Typ reakcji
1	oksydoreduktazy	Reakcje typu redox, np. dehydrogenaza moczanowa.
2	transferazy	Przenoszenie grup funkcyjnych, transaminaza glutaminianowa
3	hydrolazy	Reakcje hydrolizy, np. amylaza ślinowa.
4	liazy	Reakcje rozpadu bez udziału wody np. dekarboksylacja aminokwasów.
5	izomerazy	Przenoszenie grup w obrębie cząsteczki, np. izomeraza fosfofruktozy.
6	ligazy	Reakcje syntezy, np. polimeraza DNA

Ryc. Klasyfikacja enzymów

Podsumowanie

1. Enzym to katalizator białkowy, który przyspiesza reakcję chemiczną poprzez obniżenie energii aktywacji.
2. Enzym zbudowany jest zawsze z części białkowej zwanej apoenzymem .Niektóre enzymy posiadają dodatkowo część niebiałkową, która połączona trwale z białkiem nosi nazwę grupy prostetycznej, jeśli połączona jest nietrwale nosi nazwę koenzymu.
3. Enzymy są specyficzne względem substratów, co oznacza że jeden enzym katalizuje jeden rodzaj reakcji.

4. Każda cząsteczka biokatalizatora może być jednak wykorzystywana wielokrotnie, przetwarzając kolejno wiele cząsteczek substratu (nie zużywa się w czasie pojedynczej przemiany).
5. Istotne jest to, że enzymy nie przesuwają stanu równowagi katalizowanej reakcji, tylko skracają czas potrzebny do osiągnięcia równowagi.
6. Wyróżniamy dwa modele działania enzymu: model zamka i klucza, w którym substrat idealnie przestrzennie pasuje do enzymu oraz model indukcyjnego dopasowania w którym, pod wpływem kontaktu z substratem, enzym dopasowuje się do niego.
7. Każdy enzym do działania wymaga optymalnego pH i optymalnej temperatury.
8. Inhibitorami enzymów mogą być różne czynniki chemiczne. W inhibicji kom petycyjnej inhibitor jest bardzo podobny do substratu, natomiast w inhibicji niekompetycyjnej substancja nie podobna do substratu łączy się z nim poza jego centrum aktywnym, powoduje to zmianę przestrzenną enzymu i hamowanie katalizy.
9. Niektóre enzymy nazywamy allosterycznymi, mają one specjalne miejsca wiążące inhibitor lub aktywator (tzw. regulatory).
10. W celu ujednoczenia nomenklatury enzymy podzielono na 6 głównych klas.