

## تعريف الإنزيم:

يعرف الإنزيم بأنه مادة كيميائية عضوية التركيب تتأثر بالحرارة، و تتكون في النباتات و الحيوانات و الكائنات الدقيقة، وتؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل الكيميائي فيها دون أن تستهلك في هذه العملية، و دون أن تصبح جزءاً من نواتجها .

أى أن الإنزيمات عوامل مساعدة حيوية من نوع خاص.



## تسمية الإنزيمات

• تسمى طبقاً لمادة الأساس التي تهاجم الإنزيم أو لنوع التفاعل الذي تحفزُه.

• الإنزيمات يمكن تجميعها تحت تسميات توضح مجموعة معينة من المركبات المهاجمة :

الكربوهيدريزات – البروتينيزات – الليبيزات.

• عادة يضاف مقطع « يز » إلى مادة الأساس المهاجمة :

سكروز ..... سكريز

يوريا ..... يوريز



## طبيعة الإنزيمات:

١. الإنزيمات فعالة بمقادير متناهية في الصغر.
٢. الإنزيمات لا تتأثر بالتفاعل الذي تحفزه.
٣. الإنزيمات لا تؤثر على توازن التفاعل على الرغم من أن الإنزيم يؤدي التفاعل بسرعة.
٤. الإنزيمات تظهر تخصص للتفاعلات التي تحفزها.



# أنواع الإنزيمات

٢- إنزيمات مرتبطة (معقدة)  
Conjugated Enzymes  
(Complex)

١- إنزيمات بسيطة التركيب  
Simple Enzymes

تتكون من شق بروتيني و شق آخر  
غير بروتيني (يسمى الإنزيم الكامل  
(Holoenzyme)

تتكون من شق بروتيني فقط  
مثال:  
إنزيمات التحلل المائي

الشق الغير بروتيني  
يسمى : العامل المساعد  
الإنزيمي ( Enzyme )  
(Cofactor

الشق البروتيني  
يسمى: جزيء الإنزيم  
الأساسي أو الإنزيم  
المجرد (Apo-  
enzyme)



## العوامل المساعدة (المرافقات الإنزيمية)

المرافقات الإنزيمية Coenzymes

تختلف المرافقات الإنزيمية عن المجموعات الملائقة في تكوينها و أهمية الإتصال بالجزء البروتيني بحيث يسهل فصل أحدهما عن الآخر لكونها ذات تركيب معقد للغاية

المجموعات الملائقة (الإضافية)  
Prosthetic Group

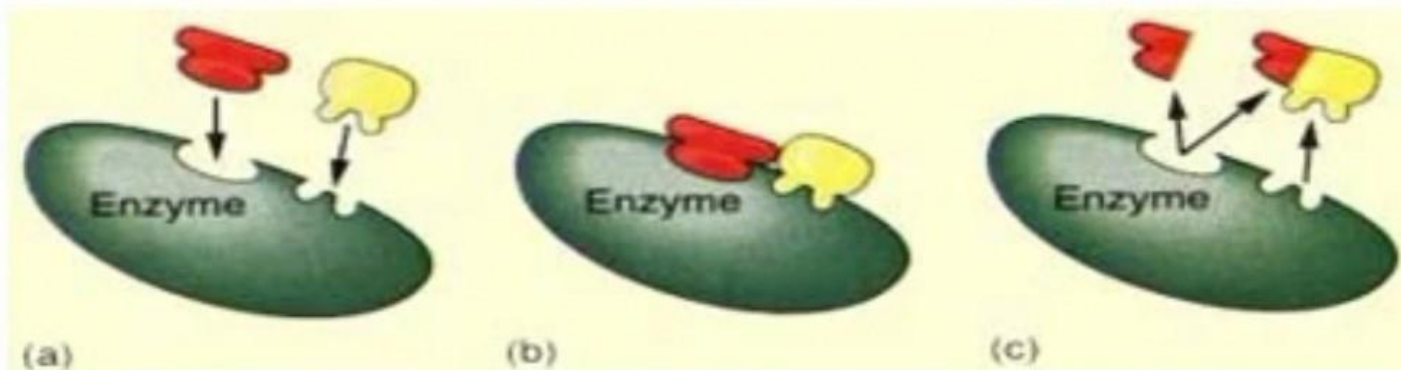
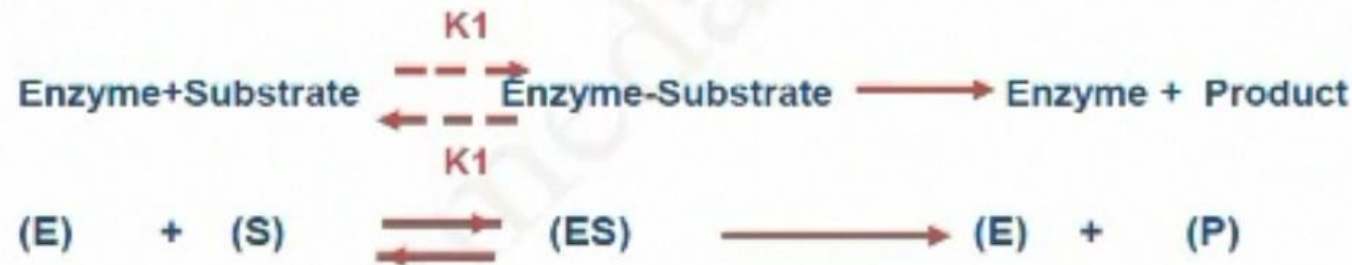
وتعتبر جزء من الإنزيم ذاته لأنها وثيقة الارتباط بالجزء البروتيني للإنزيم بحيث يصعب فصل أحدهما عن الآخر.

تمثل غالباً بفلزات عناصر ثقيلة مثل الحديد - النحاس - الماغنسيوم - الكوبالت  
\* يذات الحديد المرتبطة بإنزيم السيتوكروم



## آلية عمل الإنزيم

- الإنزيمات تعمل على تنشيط مادة التفاعل بالإنزيم أولاً مكونة مركب وسطي غير ثابت يسمى الكتلة النشطة التي تتحلل بعد ذلك إلى نواتج التفاعل و الإنزيم.
- و يكون هذا الأتحاد بين مادة لتفاعل و الإنزيم عن طريق مناطق نشطة على سطح



العوامل التي تؤثر على النشاط الإنزيمي

١- تركيز مادة التفاعل

٢- تركيز الإنزيم

٣- درجة الحرارة

٤- الرقم الهيدروجيني

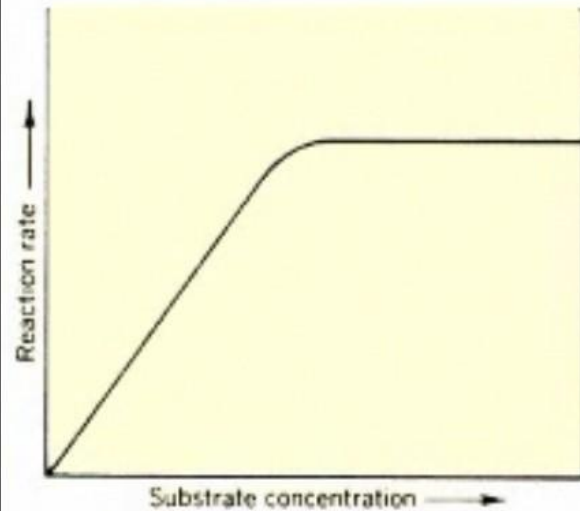
٥- المنشطات

٦- المثبطات



## ١- تركيز مادة التفاعل

- تزداد سرعة التفاعل الإنزيمي بزيادة تركيز مادة التفاعل ثم تصل إلى مرحلة ثبات و ذلك بسبب شغل جميع المراكز النشطة للإنزيم بجزئيات مادة التفاعل و بذلك يصبح أى زيادة فى تركيز مادة التفاعل غير مؤثر فى سرعة التفاعل.
- يمكن ان يحدث تأثير معطل للتركيزات العالية من مادة التفاعل على النشاط الإنزيمى و ذلك بسبب:



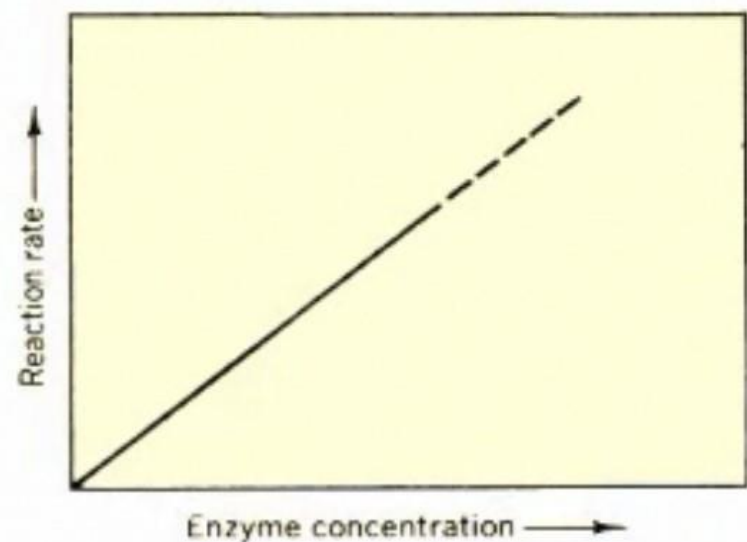
١. نتيجة لزيادة سرعة تراكم النواتج النهائية و بالتالى تقل فرصة التقاء مادة التفاعل مع الإنزيم.

٢. قلة تركيز الماء التى تؤدى إلى منع حدوث تفاعل الإنزيم بطاقته الكاملة.





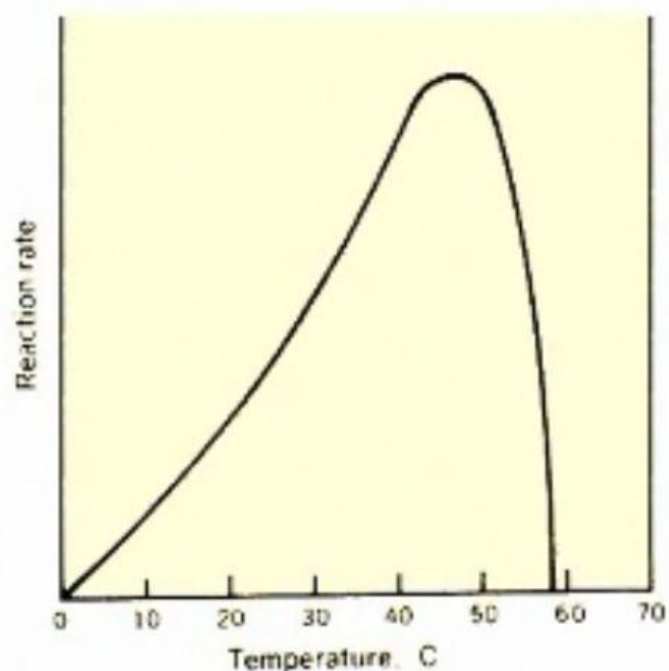
## ٢- تركيز الإنزيم



• يزداد معدل التفاعل الإنزيمي زيادة خطية بزيادة تركيز الإنزيم ، فبمضاعفة الإنزيم يتضاعف معدل التفاعل بشرط ثبات العوامل الأخرى.



## ٣- درجة الحرارة



• تتأثر سرعة سير التفاعل الإنزيمي بالحرارة و تتأثر أيضاً بطول الفترة التي يتعرض لها خليط التفاعل في هذه الدرجة .

• سرعة التفاعلات الإنزيمية تزداد بزيادة الحرارة حتى تصل إلى درجة الحرارة المثلى.

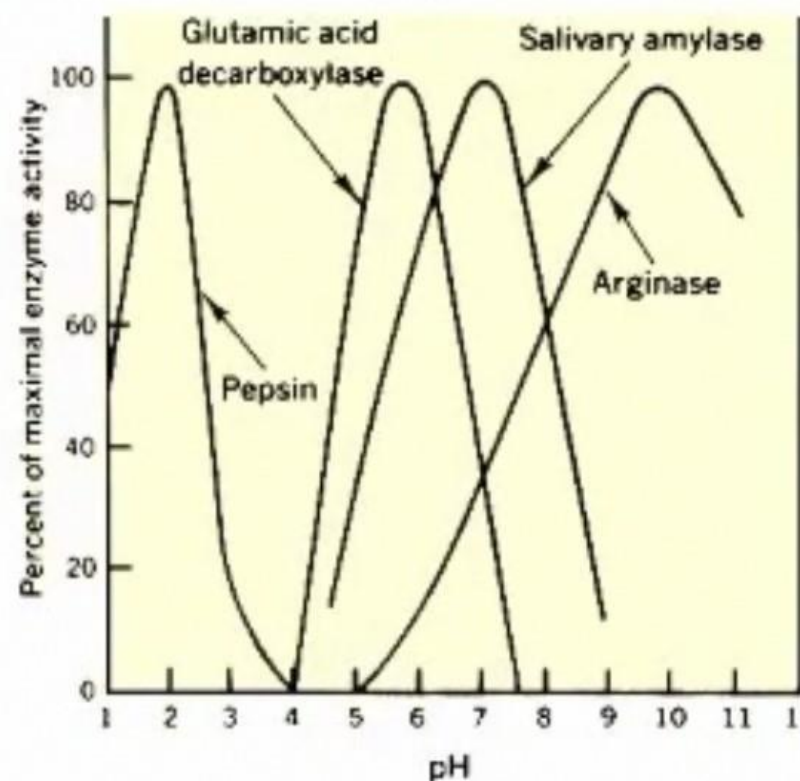
• لكل إنزيم ثلاثة درجات : درجة الحرارة الصغرى - درجة

الحرارة المثلى - درجة الحرارة العظمى ، وهي تختلف من

إنزيم لآخر



## ٤- الرقم الهيدروجيني



- يتأثر نشاط الإنزيم بدرجة كبيرة بتركيز أيون الهيدروجين في الوسط الذي يحدث فيه التفاعل.
- نشاط الإنزيم يكون في أحسن حالاته عند درجة مثلى من تركيز أيون الهيدروجين ثم يتدرج في القلة بسرعة بزيادة أو نقص تركيزه.
- يختلف الرقم الهيدروجيني الأمثل من إنزيم لآخر.

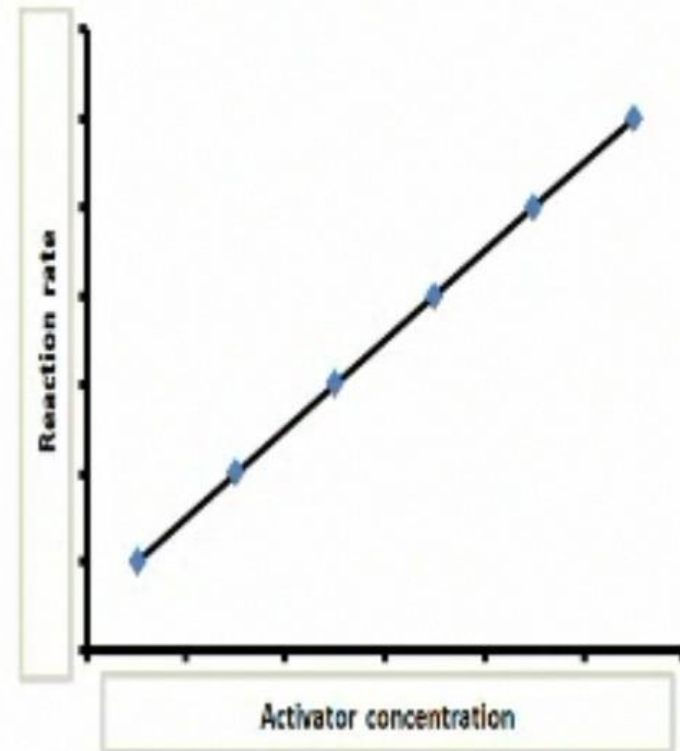
## ٥- المنشطات

• المنشطات مركبات كيميائية متخصصة تسرع من معدلات التفاعلات الإنزيمية.

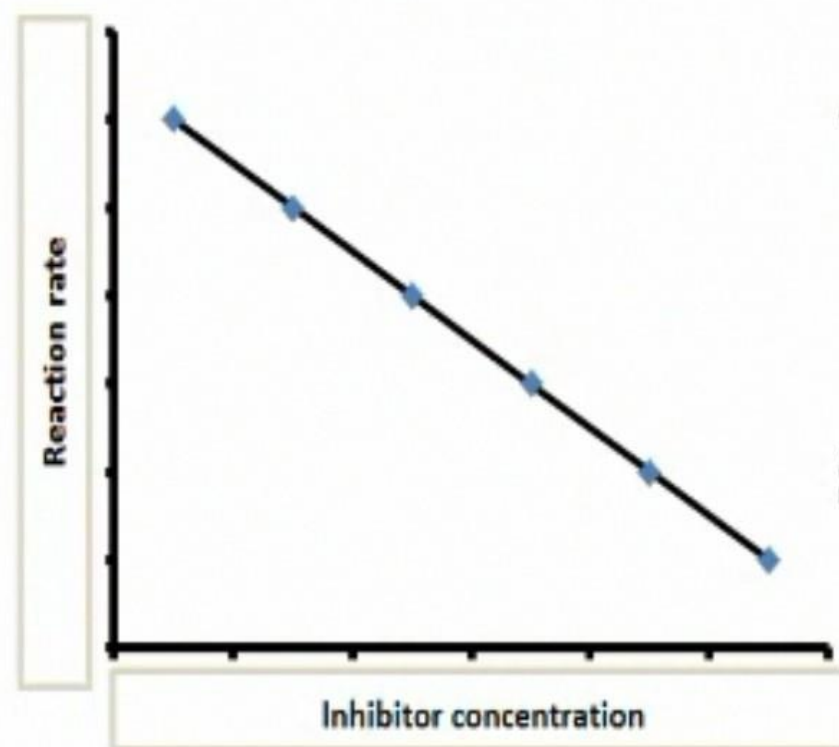
• بعض المنشطات تكون عامة في تأثيرها بمعنى أنها تزيد من نشاط جميع الإنزيمات أو معظمها ( التركيزات المنخفضة من أملاح القلويات و قلويات المعادن).

• و بعض المنشطات تكون خاصة بإنزيمات معينة (أيونات المنجنيز و الماغنسيوم).

• يكون تأثير المنشطات أما مباشر على الإنزيم وإما بإبعاد تأثير بعض المواد أو العوامل التي يؤدي وجودها إلى إبطال عمل الإنزيم.



## ٦- المثبطات



- هناك مركبات تؤدي وجودها إلى وقف أو تعطيل عمل الإنزيمات تسمى المثبطات.
- يعزى تأثيرها المثبط إلى أنها تتنافس مع مادة التفاعل في الأتحاد مع الإنزيم.



# تقسيم الإنزيمات

١- إنزيمات التحلل المائي  
Hydrolysing enzymes

٢- إنزيمات الأكسدة - الاختزال  
Oxidation - reduction  
enzymes

٣- إنزيمات الإضافة  
Adding enzymes

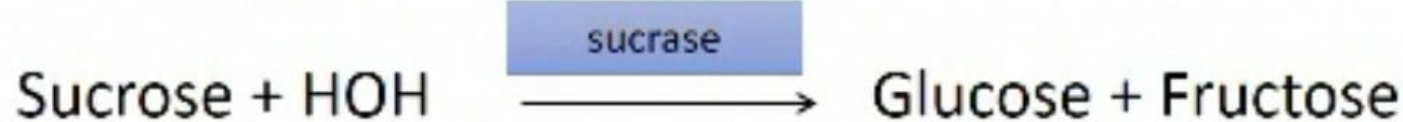
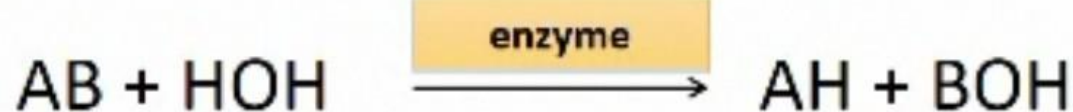
٤- إنزيمات النقل  
Transferring enzymes

٥- إنزيمات الأزمرة  
Isomerizing enzymes



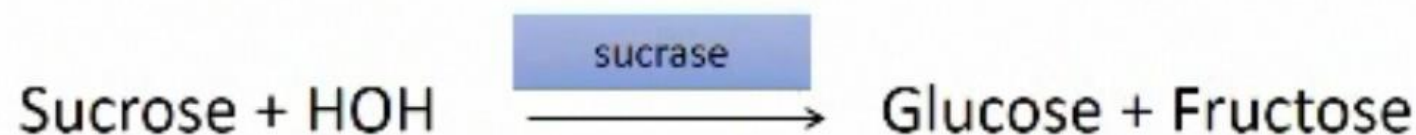
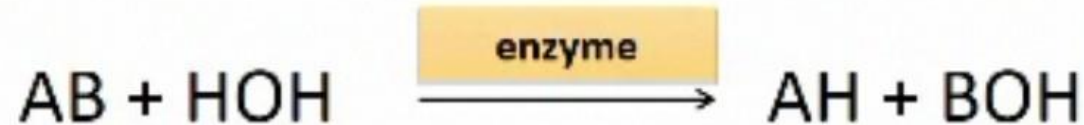
## ١- إنزيمات التحليل المائي

يشمل هذا القسم الانزيمات التي تساعد عمليات تحلل المواد المركبة تحللا مائيا إلى جزيئات بسيطة التركيب ،من البداية حتى النهاية بدون تدخل أي نوع اخر من الانزيمات.



## ١- إنزيمات التحليل المائي

يشمل هذا القسم الإنزيمات التي تساعد عمليات تحلل المواد المركبة تحللاً مائياً إلى جزيئات بسيطة التركيب، من البداية حتى النهاية بدون تدخل أي نوع آخر من الإنزيمات.

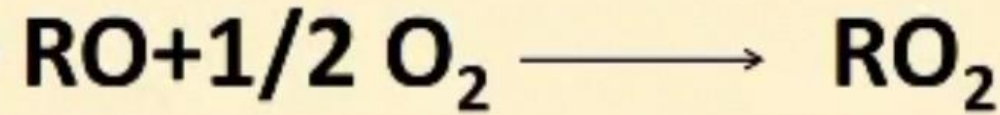




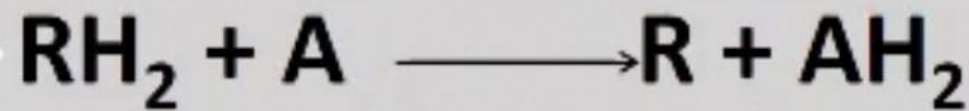
## ٢- إنزيمات الأكسدة – الإختزال Oxidation – reduction enzymes

- الأكسدة و الإختزال عمليتان متضادتان متلازمتان ، فإذا تأكسدت مادة إختزلت مادة أخرى في نفس الوقت.
- تعتبر عمليات الأكسدة هي المصدر الأول للحصول على الطاقة في الخلايا الحية.
- تتم عملية الأكسدة بطريقة أو أكثر من الطرق التالية:

١- إضافة  
أكسجين



٢- نزع  
هيدروجين

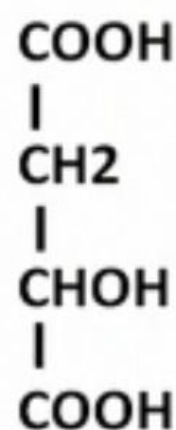


٣- فقد  
إلكترون أو  
أكثر

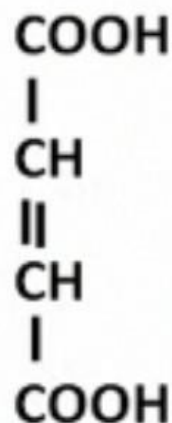


### ٣- إنزيمات الإضافة Adding enzymes

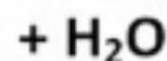
- تشمل الإنزيمات التي تساعد على الأنشقاق البسيط بدون تدخل متفاعلات أخرى.
- مثال إنزيم الفيوماريز الذي يساعد على تحول حامض المالك إلى حامض الفيوماريك.



Malic acid

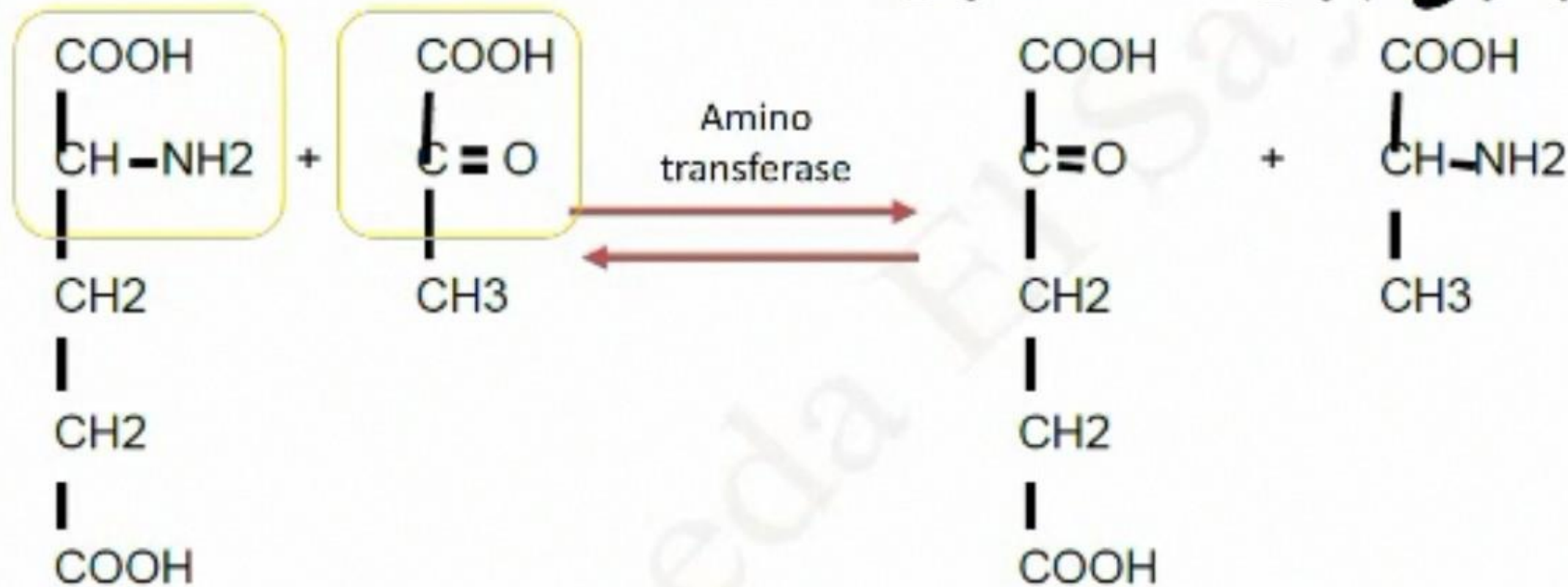


Fumaric acid



## ٤- إنزيمات النقل Transferring enzymes

• تشمل مجموعة الإنزيمات التي تعمل على نقل بعض المجموعات من جزيء مادة عضوية إلى جزيء مادة أخرى.



Glutamic acid

pyruvic acid

$\alpha$ -ketoglutaric acid

alanine



## ٥- إنزيمات الأزمرة Isomerizing enzymes

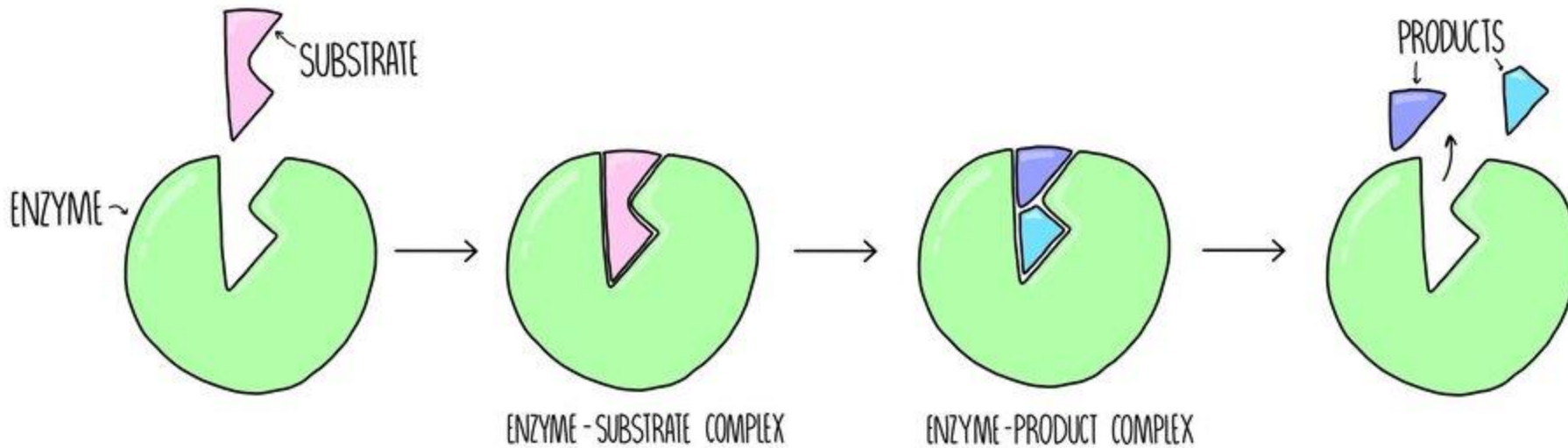
- إنزيمات خاصة بالتغير الداخلي في تركيب المادة . و هي هامة جداً في عملية التنفس.
- مثال : إنزيمات تحول فوسفات الجلوكوز إلى فوسفات الفركتوز بواسطة جلوكوز فوسفات أيزومريز.



# طريقة عمل الانزيمات:

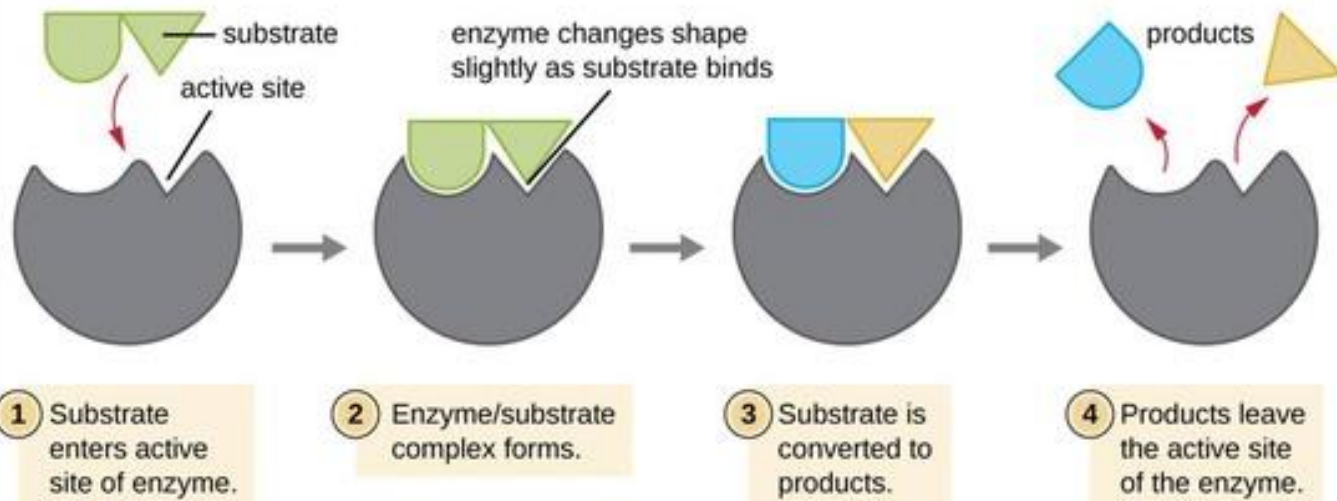
- طريقة القفل والمفتاح **lock and key model**: وفي هذه الحالة تكون المادة الاساس لها تركيب معين بحيث ترتبط من الموقع الفعال كما يرتبط المفتاح مع القفل , معنى هذا ان الانزيم لا يستطيع الارتباط بمادة اساس اخرى وهذا دليل على درجة كبيرة من التخصص في عمل الانزيم .

## LOCK AND KEY MODEL



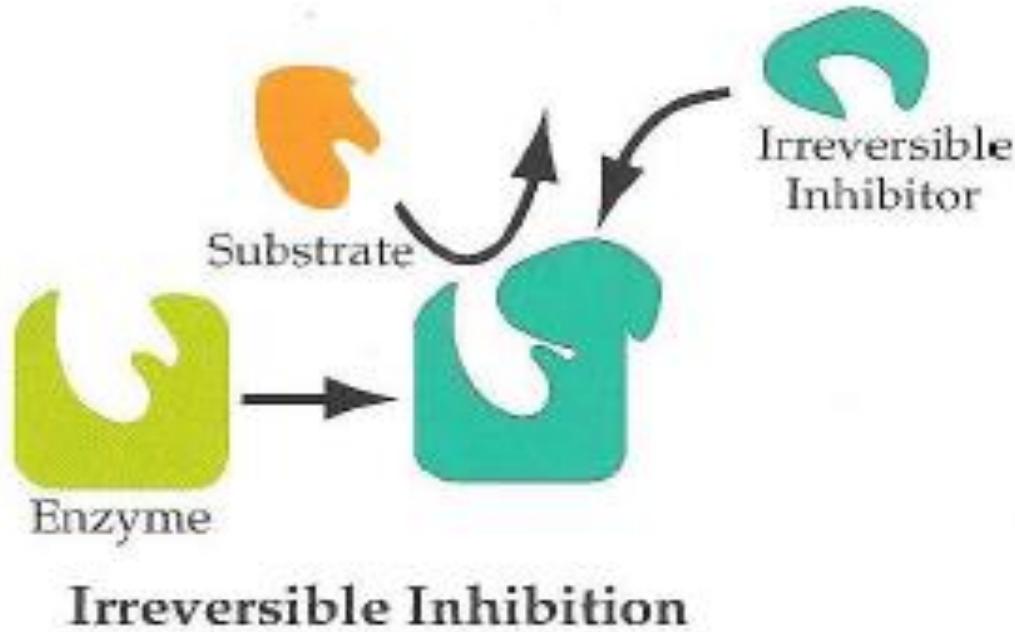
- طريقة الارتباط بالتحفيز **Induce-fit model**: وفي هذه الحالة يغير الإنزيم من شكله عند ارتباطه مع المادة الأساس ويصبح للموقع الفعال شكلا مكملا لشكل المادة الأساس فقط بعد ارتباطها.

## INDUCED FIT MODEL



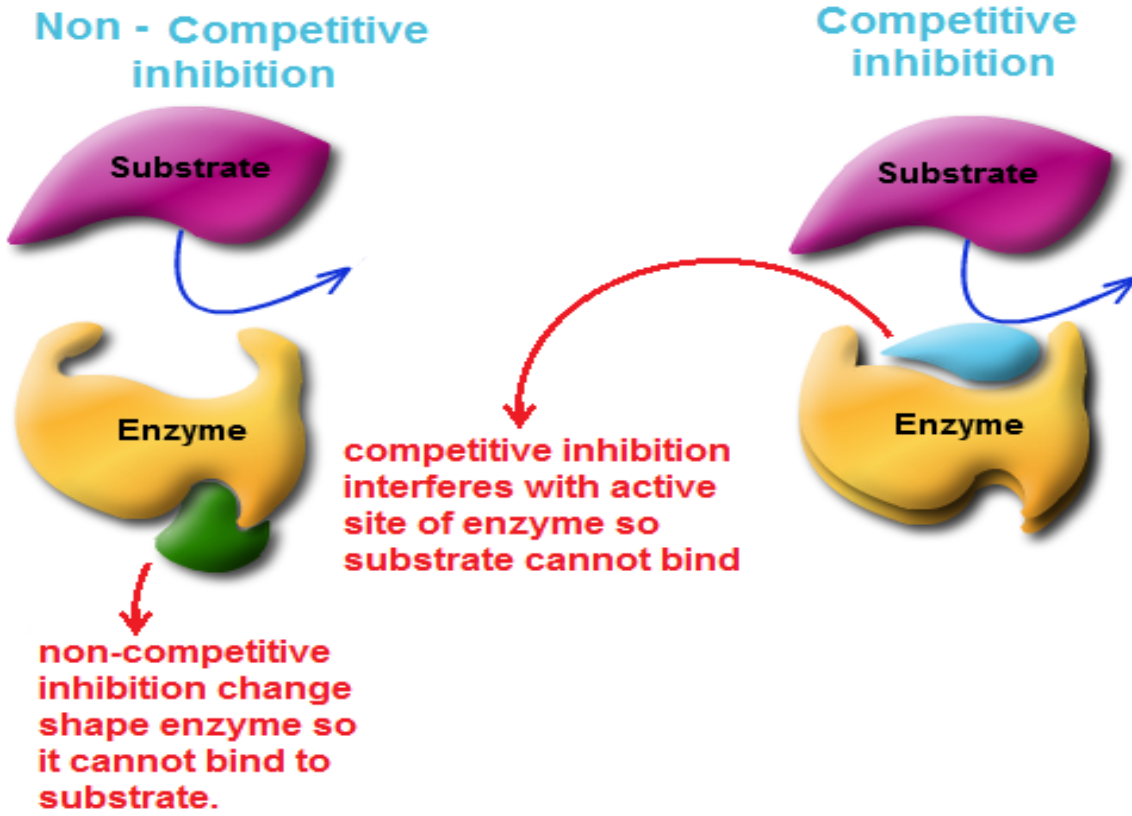
• **مثبطات الانزيمات Enzyme inhibitions:** هناك كثير من المواد التي تثبط الانزيمات وتقلل من السرعة الابتدائية للتفاعل المحفز بواسطة هذه الانزيمات وتعتمد طبيعة التثبيط على نوع الارتباط بين المثبط والانزيم .

• **التثبيط غير العكسي Irreversible inhibition:** في هذه الحالة يرتبط المثبط ارتباطا وثيقا يصعب انفصاله من المنطقة الفعالة بالانزيم مما يمنع ارتباط المادة الاساس ويفقد الانزيم فعاليته ومثال ذلك مركبات الفسفور العضوية التي ترتبط مع انزيم الكزولين استريز.



• **التثبيط العكسي reversible inhibition**: في هذه الحالة يرتبط المثبط ارتباطا يسهل انفصاله من الانزيم وهناك نوعين من التثبيط العكسي:

• **التثبيط التنافسي competitive inhibition**: وفي هذه الحالة يشابه المثبط التنافسي في تركيبه تركيب المادة الاساس ويرتبط بالموقع الفعال للانزيم مما يؤدي الى منع المادة الاساس من الارتباط بنفس الموقع. ويخفض المثبط التنافسي من سرعة التفاعل المحفز بواسطة الانزيم وذلك بالاقبال من نسبة جزيئات الانزيم التي ترتبط بها المادة الاساس لذلك عند زيادة كمية المادة الاساس يمكن ان يزال اثر ذلك المثبط.





- **التثبيط غير التنافسي noncompetitive inhibition**: وهو ارتباط المثبط الى موضع في الانزيم غير المنطقة النشطة , وهذا الارتباط يؤدي الى تغير في المنطقة الفعالة فلا يستطيع النزيم الارتباط بالمادة الاساس . وان زيادة المادة الاساس في هذه الحالة لا يؤدي الى ازالة التثبيط .

