

الانزيمات



الاستئمان الشائع

تصنيف وتسمية الأنزيمات

التحفيز وطاقة التنشيط

تعريفات لطاقة التنشيط

طاقة التنشيط

التحفيز طاقة التنشيط

تعريف الأنزيمات

وظيفة الأنزيم

خصائص الأنزيمات

وظائف الأنزيمات

الصفات العامة للأنزيمات

العوامل المساعدة التي يحتاجها الأنزيم لفعاليته





تعريف الأنزيمات

الأنزيمات محفزات بيكيميائية (كيميائية حيوية) ذات تركيب بروتيني عالي الوزن الجزيئي، وكغيره من البروتينات يتتألف الأنزيم من عدد كبير من الأحماض الأمينية يوجد فيما بينها روابط بيتيدية و تكون هذه الأحماض الأمينية سلسلة أو أكثر من سلاسل عديدة البيتيد .





وظيفة الإنزيم

تعمل الإنزيمات كمواد عضوية محفزة أي مسرعة (Catalyst) لتفاعل كيميائية معينة ، محولة مجموعة محددة من المواد المتفاعلة (Substrates) إلى نواتج محددة عند درجة حرارة الجسم .

تزيد الإنزيمات من معدل سرعة التفاعل الكيميائي الذي تحفذه إلى حوالي 1410.

إذا قامت الإنزيمات بتسريع تفاعل ما فإنها لا تتأثر بهذا التفاعل ولا يتغير تركيبها أثناء التحفيز لذلك تسمى الإنزيمات بالعوامل المحفزة .



خصائص الأنزيمات

- الأنزيمات مواد بروتينية يمكن أن يحدث لها تخثر ، لذلك هي تتطلب درجة حرارة مثالية و pH مثالية لتقوم بوظيفتها .
- أي عامل يستطيع تحطيم تركيب البروتين الطبيعي للأنزيم مثل (التخين الشديد ، معاملة الأنزيم بأحماض أو قواعد قوية) سوف يفقد الأنزيم تركيبه الثانوي والثلاثي والرابعى (إن وجد) مما يؤدي إلى تحطيم تركيبه و تعطيل صفاته الطبيعية وبذلك يفقد الأنزيم فعاليته المحفزة.



ماذا يحدث للأنزيم أثناء التفاعل الذي يحفزه؟

- لا تستهلك أنسنة التفاعل الذي تحفزه .
- كميات قليلة من الأنزيم تكفي لتحفيز التفاعلات
- عدد كبير من المواد المتفاعلة.



خصوصية الأنزيمات

تجاه المادة الأساسية

• الأنزيمات مواد متخصصة ، فتقريباً معظم الأنزيمات تقوم بتحفيز تفاعل مادة معينة يرتبط معها الأنزيم بصورة خاصة ولا يرتبط مع غيرها من المواد ، أي أن الأنزيم الذي يحفز تفاعل ما قد لا يحفز تفاعل آخر بمواد متفاعلية مختلفة .





وظائف الإنزيمات ما هي المادة الأساسية؟

المادة الأساسية أو المادة الهدف (Substrate) هو المصطلح الذي يستخدم للتعبير عن المادة الخاصة التي يعمل عليها الإنزيم ، يرتبط معها ويسرع تفاعلاً عنها.

توجد الأحماض الأمينية في سلسل الإنزيمات متعددة الببتيد وفق تتابع معين خاص بكل إنزيم مما يؤدي في النهاية إلى تركيب فراغي محدد يمكن الإنزيم من القدرة على الارتباط بمادة معينة وتسريع حدوث تفاعلاً عنها . الدالة فيه .



الصفات العامة لأنزيمات

تركيب الأنزيمات

1. تكون الأنزيمات من سلسلة واحدة أو من عدة سلاسل متعددة **البيبتيد**.

العوامل المساعدة

2. تحتوي بعض الأنزيمات على مواد كيميائية إضافية مرتبطة فيها يحتاجها الأنزيم لفعاليته وتسمي هذه المواد **العوامل المساعدة** (Co-Factors).

العوامل المساعدة للأنزيمات

Co-Factors

العوامل المساعدة (Co-Factors) هي مواد غير بروتينية تكون مرتبطة ببعض الأنزيمات و تكون مطلوبة لنشاط هذه الأنزيمات.

العوامل المساعدة:

- 1- معادن
- 2- جزيئات عضوية (مشتقات من الفيتامينات) وتسمى بالكوازيم (Coenzymes)

الصفات العامة للأنزيمات

العوامل المساعدة (Co-Factors) التي يحتاجها الأنزيم
لفعاليته :

العوامل المساعدة

على شكل جزيئات

عضوية

تسمى بمساعدات الأنزيم

العضوية

Co-Enzymes

على شكل معادن معدقة

مثل:

(1) Mg (المغسيوم)

(2) Mn (المنجنيز)

(3) Zn (الزنك)

(4) Fe (الحديد)



العوامل المساعدة التي يحتاجها الإنزيم لفعاليته

بعض الإنزيمات تحتاج إلى كلا النوعين

مساعدات الإنزيم العضوية

(Coenzymes)

الأيونات المعدنية

أحياناً ترتبط العوامل المساعدة مع الجزء البروتيني من الإنزيم بقوة وفي مثل هذه الحالة يطلق على العوامل المساعدة بالمجموعة المترابطة.

هذه العوامل المساعدة تكون ثابتة عند التسخين بينما يتآثر الجزء

البروتيني المكون للإنزيم بالتسخين .



العوامل المساعدة للانزيمات

Co-factors

الهولو أنزيم (Holoenzyme) يتكون من الأنزيم و العوامل المساعدة، الكوفاكتر (Co-factor).

الأبو أنزيم (Apoenzyme) عبارة عن القسم البروتيني من الهولو أنزيم.

هولوأنزيم

يوجد عامل
مساعد مرتبط

أبوإنزيم + عوامل مساعدة

لا يوجد عامل
مساعد





العوامل المساعدة التي يحتاجها الإنزيم لفعاليته

بعض الكوفاكترز (Co-Factors)

العوامل المساعدة ترتبط بالإنزيم ارتباط ضعيف ترتبط مع الإنزيم عندما يبدأ الإنزيم بتحفيز تفاعله (الخاص به) و تنفصل عنه بعد إنتهاء الإنزيم من تحفيزه للتفاعل، في هذه الحالة لا يطلق على مثل هذه العوامل بالمجموعة المترابطة.



العوامل المساعدة للأنزيمات

Co-Factors

- في غياب الكوفاكتر المطلوب للإنزيم فإن الأبوأنزيم تكون وظيفته التحفيزية معطلة.
- **المجموعة المترابطة (البروستيتك جروب) :** عبارة عن كوفاكتر (Co-Factor) : كوانزيم (Coenzyme) أو معدن مرتبط بقوة مع الأنزيم ولا ينفصل عنه.

تسمية الإنزيمات

في السابق، كانت تسمى الإنزيمات:

1. استناداً إلى اسم المادة التي يعمل عليها الإنزيم والمسماة **المادة الأساسية (Substrate)**
مثال: يحفز إنزيم اليوبيز التحلل المائي لليوريا ويحفز إنزيم الأرجينيز التحلل المائي للأرجينين.
2. أو استناداً إلى طبيعة التفاعل الذي تحفذه.
مثال: يحفز إنزيم الديكربوكسيليز إزالة مجموعة الكربوكسيل من المادة الأساسية.

تسمية الأنزيمات

في بعض الحالات أعطي للأنزيمات أسماء لا تعود إلى طبيعة التفاعل الذي تحفزه: مثل البيسين والتربيسين التي تحفز التحلل المائي للبروتينات.

تصنيف الإنزيمات

سابقاً لم يكن هناك ترتيب نظامي للأنزيمات أما حالياً فهناك ترتيب نظامي علمي يسهل دراسة الإنزيمات و التفاعلات التي

تحفظها

في الوقت الحاضر يستعمل ترتيب نظامي خاص للأنزيمات .

وضعت الإنزيمات في مجموعات أي قسمت إلى ستة أصناف استناداً إلى نوع التفاعل الذي تحفظه ، كذلك وضعوا لكل إنزيم عدد تصنيفي مميز خاص بهذا الإنزيم فقط .

تصنيف الإنزيمات الحية

مثال على العدد التصنيفي المميز لأنزيم ما و ما يعني هذا التصنيف:

يدل الرقم الأول على النوع الرئيسي للتفاعل **E.C 1.2.1.7** بينما يدل الرقم الثاني على النوع الفرعي ، و يدل الرقم الثالث على النوع الفرعي - الفرعي ، و يدل الرقم الرابع على الإنزيم نفسه.

تصنيف الأنزيمات

فمثلاً إنزيم الليبيز رقمه (ES 3.1.1.3) فالرقم الأول وهو [3]

يدل على القسم الذي ينتمي له هذا الإنزيم (3) وهو أنزيمات التحلل المائي والرقم [1] يدل على تحت القسم (subclass) حيث يعمل هذا الإنزيم على تحليل روابط الإستر (3.1) والرقم الثالث [1] يدل على تحت - تحت القسم (sub-subclasses) أي أن الروابط الأستر التي يحللها هذا الإنزيم هي روابط أستر كربوكسيليه (3.1.1) والرقم الأخير [3] يدل على الرقم الممدد الخاص بالليبيز من ضمن أنزيمات التي تحلل الأستر الكربوكسيلي (3.1.1.3).

تصنيف الإنزيمات

تصنيف الإنزيمات إلى ستة أنواع رئيسية:

2. إنزيمات النقل oxidoreductases

1. إنزيمات الأكسدة و الإختزال Oxidoreductases

3. إنزيمات التميؤ Hydrolases

4. إنزيمات الفصل Lyases

5. إنزيمات التشكيل Isomerases

6. إنزيمات الارتباط Ligases

تصنيف الإنزيمات

تصنيف الإنزيمات إلى ستة أنواع رئيسية:

2. إنزيمات النقل Transferases

وتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل في التفاعلات الخاصة بنقل المجموعات من مركب إلى آخر . فهي تقوم بنقل مجموعة كيميائية من مادة هدف إلى أخرى ، و من أمثلتها الإنزيم الذي ينقل مجموعة الفوسفات من مركب أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) إلى جلوكوز: إنزيم الـ **Hexokinases** أو الذي ينقل الجلوكوز إلى الجليكوجين: إنزيم الـ **Glycogen Synthase** ، و منها إنزيمات :

Transmethylases و **Transaminases**

تصنيف الإنزيمات

1. إنزيمات الأكسدة و الإختزال **Oxidoreductases**

و تشمل جميع الإنزيمات التي تعمل في تفاعلات الأكسدة والإختزال ، و هي تقوم بنقل الإلكترونات من مادة الهدف إلى أخرى فتؤكسد الأولى و تختزل الثانية ، و منها إنزيمات :

Hydrases و Peroxidases و Oxidases
.Dehydrogenases

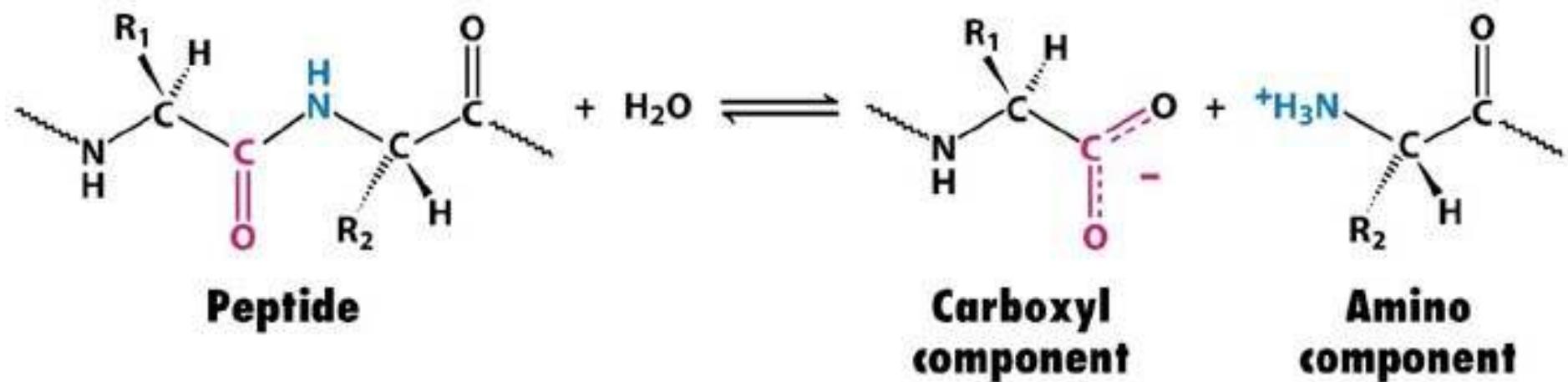
تصنيف الإنزيمات

3. إنزيمات التميؤ Hydrolases

و تشمل جميع الإنزيمات التي تعمل في تفاعلات التحلل المائي ، و هي تقوم بتحطيم بعض الروابط بإضافة الماء ، و منها الإنزيمات التي تعمل على تميؤ الروابط الجلايكوسيدية و الإستيرية و البيبيتيدية. أمثلة:

Sucrase, Proteases , Amylase
تكسر الروابط البيبيتيدية بإضافة الماء (Proteases)

عمل الأنزيمات البروتيزز (Proteases)



تصنيف الإنزيمات

4. إنزيمات الفصل Lyases

و تشمل جميع الإنزيمات التي تعمل على نزع مجموعة كيميائية من المادة الهدف دون إضافة الماء ، حيث يحل محل ذرات المجموعة المنزوعة رابطة مزدوجة مثل فصل مجموعة الأمين (NH_3) في صورة أمونيا (NH_2) و منها إنزيمات :

.Aldolases و Decarboxylases و Deaminases

تصنيف الأنزيمات

5. أنزيمات التشكيل Isomerases

تشمل جميع الأنزيمات التي تعمل على تحويل المادة الهدف إلى متشكل آخر ، و منها : أنزيمات

Cis- Transisomerasess

Intramolecular Transferases و

تصنيف الأنزيمات

6. أنزيمات الإرتباط Ligases

تشمل جميع الأنزيمات التي تعمل على إنشاء رابطة جديدة بين مركبين مختلفين ، و تعتمد في ذلك على الطاقة المخزنة في جزيء أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP.

و منها أنزيم RNA Ligase

ذي يشارك في عمليات بناء البروتين في الخلية .