# الانزيمات

# Enzymes

**المحاضرة الثالثة**

**د. سوسن صابر خليفة السلماني**

**قسم الانتاج الحيواني**

**كلية الزراعة**

## الانزيمات Enzymes

تعرّف الانزيمات بانها بروتينات ذات أوزان جزيئية كبيرة تعمل على المادة الاساس Substrates ( الجزيئات المتفاعلة ) وتحولها الى نواتج Products وذلك كمحفزات Catalyze ( عوامل مساعدة ) لزيادة سرعة التفاعلات الكيميائية وتخرج من التفاعل دون ان تتغير وتزداد سرعة التفاعل بوجود الانزيمات بمقدار $10^{6}$ - $10^{12}$ مرة مقارنةً بعدم وجودها . تعمل الانزيمات داخل الخلايا الحية وخارجها وتوجد في الدموع واللعاب وبياض البيض وتتكون من ارتباط عدد من الاحماض الامينية يتراوح بين 61 – 2500 حامض أميني .

ان الانزيمات غالباً ما تكون أكبر حجماً من المادة الاساس العاملة عليها ويحدث التفاعل الانزيمي بخطوتين رئيسيتين هما :

**1-** تفاعل الانزيم مع المادة الاساس لإنتاج مركب وسطي هو معقد الانزيم - المادة الاساس .

**2-** تفكك المركب الوسطي المعقد السابق وتكوين نواتج التفاعل والانزيم .

تعمل الانزيمات على خفض طاقة التنشيط للتفاعلات التي تشارك فيها ، وتعرف طاقة التنشيط على انها أقل طاقة لازمة لبدء التفاعل ووحدة قياسها هي كيلو جول / مول وعلى هذا الاساس تزداد سرعة التفاعلات الانزيمية .

## أنواع الانظمة الانزيمية :

هنالك نوعان رئيسيان من الانظمة الانزيمية في الجسم هي :

**أولاً :** أنزيمات القناة الهضمية Digestive enzymes التي تعمل على تجزئة الطعام المتناول واعداده للامتصاص وتشمل :

1. انزيم الاميليز : يحلل النشويات .
2. انزيم السيليوليز : يحلل الالياف .
3. انزيم اللاكتيز : يحلل سكر الحليب ومنتجاته ( اللاكتوز ) .
4. انزيم اللايبيز : يحلل الدهون .
5. انزيم المالتيز : يحلل سكريات البذور ( المالتوز) .
6. انزيم البروتييز : يحلل البروتينات .
7. انزيم السكريز : يحلل سكر المائدة ( السكروز ) .

**ثانياً :** انزيمات العمليات الايضية Metabolic enzyme تعمل على الادارة والسيطرة على جميع اجهزة الجسم مثل الجهاز التنفسي والجهاز العصبي وتشمل بقية الانزيمات غير انزيمات القناة الهضمية .

تتفاعل الانزيمات مع المادة الاساس بعد التداخل بين المواقع الفعالة للأنزيم والمادة الاساس عادةً وتحتاج بعض الانزيمات الى أجزاء اخرى غير بروتينية الاصل لإتمام هذا التفاعل وتسمى هذه الاجزاء غير البروتينية عوامل مساعدة Cofactors والتي قد تكون أيونات مثل أيون المغنيسيوم $Mg^{+2}$ او ايون الزنك $Zn^{+2}$ أو قد تكون مركبات عضوية معقدة تسمى مرافقات انزيمية Coenzymes .

ان الجزء البروتيني للأنزيم يسمى Apoenzyme والانزيم الذي يعاني من نقص في العامل المساعد الضروري لعمل الانزيم والتفاعل مع المادة الاساس أو وجود زيادة في طول السلسلة الببتيدية للانزيم بسبب ارتباط أحماض أمينية اضافية يسمى عندها بالانزيم الخام ( غير الفعال ) Proenzyme أو Zymogen وبفصل هذه الاحماض الامينية الاضافية وارتباطه مع العامل المساعد المناسب يسمى عندها الانزيم الفعال Holoenzyme ( هو الصيغة الفعالة للانزيم والمكونة من ازالة الاحماض الامينية الزائدة المرتبطة مع السلسلة الببتيدية للانزيم من النهاية الطرفية للسلسلة الببتيدية وارتباط الانزيم مع المرافق الانزيمي أو العامل المساعد ) ويسمى أيضاً معقد الانزيم - العامل المساعد .

**العوامل المؤثرة على العمل الانزيمي :**

1. الحرارة Temperature : تعد الحرارة من العوامل المؤثرة في فعالية الانزيم عادةً وذلك من خلال تأثيرها في زيادة سرعة التفاعل ولغاية الوصول الى نقطة التغير في شكل وتركيب البروتين ( الانزيم ) وفقدان الفعالية بسبب حدوث عملية الدنترة للبروتين بفعل الحرارة العالية . حيث ان لكل انزيم درجة حرارة مثلى للفعالية ( العمل ) وهي درجة الحرارة التي يعطي فيها الانزيم أعلى فعالية للعمل ، مثلاً الحرارة المثلى لانزيمات الجسم هي 38 م$^{o}$ بعدها يبدأ الانزيم بفقدان فعاليته .
2. الاس الهيدروجيني ( PH ) : يعد الاس الهيدروجيني الامثل لعمل الانزيم معياراً مهماً لتحديد الظروف المثلى لعمل الانزيم وتنقيته وخزنه ، وتتأثر الانزيمات بتغير قيمة الاس الهيدروجيني للوسط . ان الاس الهيدروجيني الامثل لعمل الانزيم هو أعلى فعالية للانزيم تحت ظروف حامضية أو قاعدية أو معتدلة معينة . واغلب انزيمات الجسم تعمل بشكل أفضل في ظروف متعادلة ، حيث نلاحظ ارتفاع سرعة التفاعل الانزيمي وصولاً الى التعادل ( PH = 7 ) ثم تبدأ بالانخفاض بشكل متزايد مع زيادة الاس الهيدروجيني ، ويرجع سبب هذا الانخفاض الى تأثير الاس الهيدروجيني في تأين الموقع الفعال للانزيم والمادة الاساس وكذلك معقد الانزيم - المادة الاساس .
3. تركيز الانزيم : عند توفر المادة الاساس تزداد سرعة التفاعل بزيادة كمية الانزيم .
4. تركيز المادة الاساس : عند ثبات تركيز الانزيم تزداد سرعة التفاعل بزيادة المادة الاساس المرتبطة مع الانزيم وذلك لغاية مستوى معين يحصل تشبع للانزيم بالمادة الاساس مما يعني ان زيادة تركيز المادة الاساس اكثر من هذا المستوى لا يؤثر على سرعة التفاعل .
5. وجود المثبطات Inhibitors : هنالك الكثير من المثبطات الانزيمية المختلفة باختلاف الانزيمات والتي قد تكون عناصر معدنية أو مركبات مشحونة بشحنات مغايرة للمواقع الفعالة للانزيم أو المادة الاساس

وغيرها من المركبات التي تتنافس على الارتباط مع المواقع الفعالة وتمنع ارتباط الانزيم مع المادة الاساس وتقلل من سرعة التفاعل .

**6.** تركيز الاملاح Salt concentration : يوجد لكل انزيم تركيز مثالي للاملاح والزيادة في تركيز الاملاح او تغيرها واختلاف انواعها يؤثر سلباً على الفعالية الانزيمية وسرعة التفاعل من خلال تأثيرها على المواقع الفعالة وشحناتها .

## تصنيف الانزيمات

تصنف الانزيمات الى ستة مجاميع رئيسية هي :

**1.** انزيمات الاكسدة والاختزال Oxidoreductases هي الانزيمات المحفزة لتفاعلات الاكسدة والاختزال أي اضافة أو فقدان ذرة اوكسجين أو هيدروجين أو الكترون وتشمل انزيمات Peroxidases ، Hydroxylases ، Dehydrogenases ، Oxidases ، Oxygenases و Reductases .

**2.** الانزيمات الناقلة Transferases هي الانزيمات المحفزة للتفاعلات الناقلة للمجاميع الفعالة مثل مجموعة الامين ، مجموعة الكاربوكسيل ، مجموعة المثيل ، مجموعة الاسيل ومجموعة السلفا . وانزيمات هذه المجموعة تحتوي على المقطع trans مثل Rransaminases و Transcarboxylases .

**3.** انزيمات التحلل المائي Hydrolases هي الانزيمات المحفزة للتفاعلات التي تنشطر فيها أواصر المادة الاساس بإضافة جزيئة ماء مثل Esterases ، Phospohatases و Peptidases مثل تحلل جزيئة المالتوز الى جزيئتين من الكلوكوز .

**4.** الانزيمات المحللة Lyases هي الانزيمات المحفزة للتفاعلات المتخصصة لإضافة مجموعة مثل ( NH3 ، Co2 ، H2o ) الى اصرة مزدوجة أو لإزالة مجموعتين من ذرتين متجاورتين لتكوين اصرة مزدوجة مثل Deaminases ، Dehydratases ، Hydratases ، Decarboxylases synthases أي اشباع الاواصر المزدوجة أو عدم اشباع الاواصر المشبعة .

**5.** الانزيمات التناظرية Isomerases هي الانزيمات المحفزة للتفاعلات التي تؤدي الى التناظر ( التناظر هو التشابه في الصيغة التركيبية والاختلاف في الصيغة الهيكلية وتوزيع الاواصر المشبعة وغير المشبعة ) مثل Isomerases ( تحويل موقع مجموعة فعالة واحدة في ذرة الكربون غير المتناظرة من L الى D وبالعكس في المادة الاساس الحاوية على اكثر من ذرة كربون غير متناظرة ) أو Racemases ( تحويل موقع مجموعة فعالة واحدة في ذرة كربون واحدة غير متناظرة ) .

**6.** الانزيمات الرابطة Ligases هي الانزيمات المحفزة للتفاعلات الرابطة بين جزيئتين من المادة الاساس ويرافقها تحلل للـ ATP لتجهيز التفاعل بالطاقة الكافية ، ويضاف المقطع Synthetase لاسم العديد من هذه الانزيمات الرابطة وقسم منها تسمى بالـ Carboxylases .

**المصادر :**

**1-** تغذية الحيوان . ترجمة د. أحمد الحاج طه صالح ، د.عطاالله سعيد ود. محمد رمزي طاقة .

2- McDonald, P., Edwards, R. A. and Greenhalgh, J. F. D. 1981: Animal Nutrition. 3. Rd. ed. Longmann. NewYork.