بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

محاضرة كيمياء حيوية 1

المستوى الثالث

(الأنزيمات)

ا.د/امانى محمد بسيونى

الأنزيمات Enzymes

التعريف:

هي عوامل مساعدة حيوية Biocatalysts ذات اصل بروتيني تخلق في جميع الكائنات الحية تقوم باتمام واسراع التفاعلات الكيميائية الحيوية .

العامل المساعد Catalyst :

هو المادة او العامل الذى يشترك فى التفاعل الكيميائى Chemical reaction ويزيد من سرعته دون ان يستهلك وايضا يعمل على خفض طاقة التنشيط التى يستهلكها التفاعل.

دور الانزيمات فى التفاعلات الكيميائية الحيوية:

- تقلل من طاقة التنشيط اللازمة للتفاعلات الحيوية.

- تسرع من الوصول الى حالة الاتزان الكيميائى.

مثل انزيم الكتاليز Catalase يخفض الطاقة اللازمة لتحليل فوق اكسيد الهيدروجين من 18 الى 6,4 كليو كالورى.

خصائص الانزيمات:

- تشترك فى التفاعلات الكيمائية الحيوية ويظل تركيبها الكيميائى بعد التفاعل ثابت.

- تتميز بصفة التخصص Specificity حيث ان لكل انزيم تفاعل كيميائى حيوى خاص به.

تركيب الانزيم:

- تختلف الانزيمات فى تركيبها الكيميائى كما يلى:

1- انزيمات ذات تركيب بروتينى فقط مثل الببسين Pepsin والتربسين Trypsin .

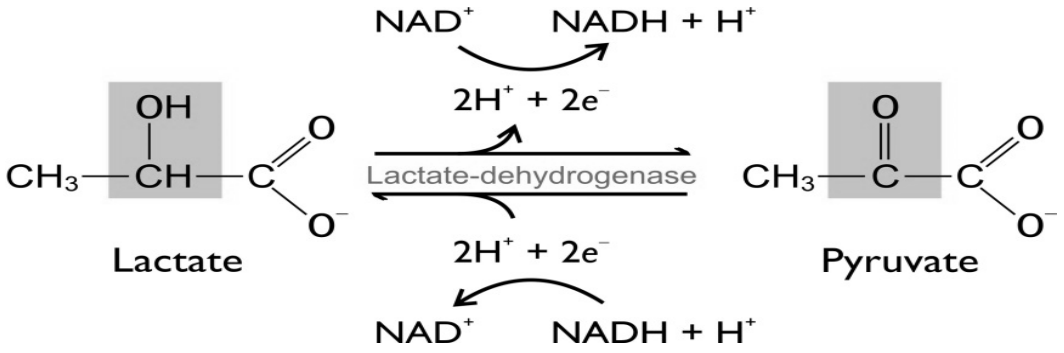
2- انزيمات ذات تركيب بروتينى يسمى Apoenzyme بالاضافة الى شق اخر غير بروتينى يسمى معاون الانزيم Coenzyme والاثنان معا يطلق عليهما الانزيم الكامل ولابد من وجود المعاون الانزيمى حتى تقوم الانزيمات بعملها.

المعاون الانزيمى Coenzyme:

المعاون الانزيمى اما ان يكون ايون معدنى مثل الزنك Zn والمنجنيز Mn او جزىء عضوى معقد مرتبط بالانزيم مثل الفيتامينات او يكون كجزء من مركز نشاط الانزيم. ويسمى بالمجموعة الفعالة Prosthetic Group ونسبة المعاون الانزيمى تبلغ تقريبا حوالى 1 % من الجزء البروتينى وعادة ما يكون المعاون الانزيمى ثابت للحرارة عكس الجزء البروتينى للانزيم الذى يتاثر بالحرارة كاى بروتين عادى.

مشابة الانزيم Isoenzyme:

وهى عبارة عن تواجد الانزيمات فى اشكال جزيئية متعددة ويطلق عليها اسم مشابهات الانزيم وعليه فهى تعرف بانها الصور العديدة للانزيمات التى توجد فى الكائنات الحية. مثل انزيم اللاكتات دى هيدروجينيز Lactate dehydrogenase (LDH) وهو الذى يقوم بنزع الهيدروجين من اللاكتات وتحويلها الى بيروفات. وهذا الانزيم يوجد فى خمس صور (مشابهات) لها نفس الوزن الجزيئى وجميعا تقوم بنفس الفعل الانزيمى ولكنها تختلف فقط فى سرعة التفاعل كما في المعادلات الاتية.



الزيموجين Zymogen:

بعض الانزيمات تفرزها الخلايا الحية فى صورة غير نشطة (الصورة الغير فعالة للانزيم ويطلق عليها الزيموجين او Proenzyme . وتتحول هذه الصورة الى الصورة النشطة عن طريق الاحماض المعدنية مثل انزيم الليبيز يفرز فى صورة خاملة ويتم تنشيطة بواسطة حمض الهيدروكلوريك او عن طريق انزيمات اخرى مثل انزيم التربسينوجين الذى يتم تنشيطة بواسطة انزيم التربسين.

ميكانيكية عمل الانزيمات:

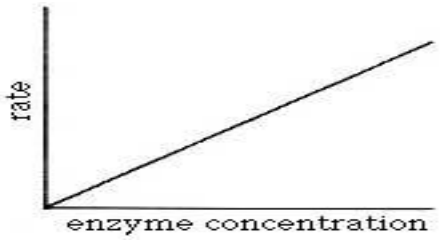
يوجد على سطح مركز النشاط الانزيمى ثلاثة اماكن محددة الاول A والثانى B وهما مخصصان لارتباط مادة التفاعل والثالث C يتوسط كلا من A , B وهو الذى يقوم بعمل التفاعل على المادة المتفاعلة. فعندما يرتبط الانزيم مع مادة التفاعل يتكون معقد الانزيم مع مادة التفاعل (ES) ثم يتم التفاعل وتتحول مادة التفاعل الى نواتج التفاعل (P) مكونة معقد مع الانزيم (EP) ثم تنفرد نواتج التفاعل (P) والانزيم يبقى حر ليشارك فى التفاعل التالى من جديد.

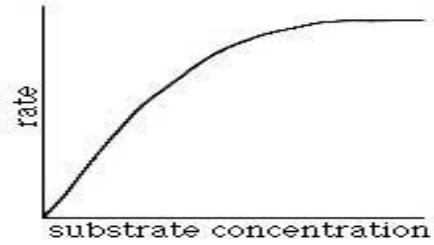
$$E + S \rightleftharpoons ES \rightleftharpoons EP \rightleftharpoons E + P$$

العوامل التى تؤثر على التفاعل الانزيمى:

1- تركيز الانزيم: تتناسب سرعة التفاعل الانزيمى تفاعل طردى مع تركيز الانزيم فكلما زاد تركيز الانزيم زادت سرعة التفاعل الانزيمى.

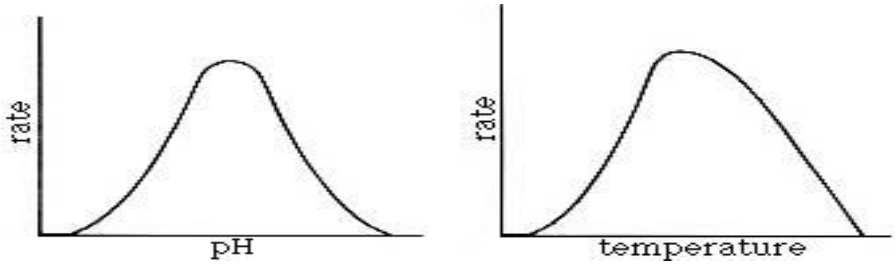
2- تركيز مادة التفاعل: تتناسب سرعة التفاعل الانزيمى تناسبا طرديا ما تركيز مادة التفاعل.





3- درجة الحرارة: ارتفاع درجة الحرارة يؤدى الى زيادة سرعة التفاعل الانزيمى (علاقة طردية) حتى تبلغ اقصى قيمة لها ويطلق عليها درجة الحرارة المثلى واذا ارتفعت درجة الحرارة عن ذلك تنخفض السرعة تدريجياً (علاقة عكسية) ولكل انزيم 3 درجات حرارة مثلى ودنيا وقصوى فاقل درجة حرارة ينشط عندها الانزيم تسمى درجة الحرارة الدنيا بينما اقصى درجة حرارة ينط عندها الانزيم تسمى درجة الحرارة القصوى.

4-درجة الحموضة pH: يتاثر النشاط الانزيمى بدرجة حموضة pH الوسط كما فى درجة الحرارة. فلكل انزيم ثلاث درجات pH مثلى ودنيا وقصوى. فدرجة الـ pH المثلى هى امثل درجة pH ينشط عندها الانزيم وهى الدرجة المفضلة للانزيم والتى يكون عندها النشاط الانزيمى افضل ما يمكن .



تسمية الانزيمات:

توجد عدة طرق لتسمية الانزيمات هى

1- التسمية الشائعة:

هناك عدة انزيمات تسمى باسماء شائعة ليس لها علاقة بالتركيب الكيميائى للمادة المتفاعلة مثل الببسين - التربسين - الكيمو تربسين.

2- التسمية باسماء تدل على نوع التفاعل:

مثل الدهيدروجينيز Dehydrogenase وهو انزيم نزع ذرة الهيدروجين والديكربوكسيلاز Decarboxylase وهو انزيم نزع مجموعة الكربوكسيل.

3- التسمية باسم المادة المتفاعلة:

حيث تشتق التسمية من اسم مادة التفاعل مع اضافة المقطع ase فى نهاية الاسم مثل انزيم اليورياز Urease والسكاريز Sucarase.

4- التسمية النظامية:

وفيها تسمى الانزيمات باسماء تدل على اسماء المواد الداخلة فى التفاعل وكذلك نوع التفاعل مثل

Glutamate oxaloacetate transaminase (GOT)

Glutamate pyruvate transaminse (GPT)

5- التسمية العلمية الحديثة:

وهذه التسمية تعتمد على تقسيم الانزيمات بالطريقة الحديثة الى ستة مجموعات وهى تعتمد على اعطاء رقم كودى للانزيم Enzyme code (EC) ويتكون من اربعة ارقام لكل انزيم الرقم الاول يدل على نوع التفاعل والرقم الثانى يدل على تحت القسم الرقم الثالث يدل على تحت تحت القسم والرقم الرابع يدل على اسم الانزيم مثال على ذلك Hexokinase (EC 2.7.1.1) حيث ان رقم 2 يدل على ان الانزيم يتبع القسم الثانى من الانزيمات (الانزيمات الناقلة) ورقم 7 يدل على ان الانزيم يتبع تحت قسم الانزيمات الناقلة للفوسفات ورقم 1

يدل على ان الانزيم يتبع تحت تحت القسم الجلكوز مستقبل الفوسفات ورقم 1 الاخير يدل على ان الانزيم يقوم بنقل مجموعة الفوسفات من الـ ATP الى مجموعة الهيدروكسيل فى الجلوكوز.

تقسيم الانزيمات:

تقسم الانزيمات بعدة طرق وهى

1- التقسيم تبعا للافراز من الكائن الحى وفيها تقسم الانزيمات الى

- انزيمات تفرز داخل الخلية.

- انزيمات تفرز خارج الخلية.

2- التقسيم تبعا للتركيب الكيميائى حيث تقسم الانزيمات الى

- انزيمات تتكون من بروتين فقط مثل البيسين والتربسين.

- انزيمات تحتوى على ايونات مثل الماغنسيوم والزنك مثل انزيم Ascorbic acid oxidase.

3- التقسيم تبعا لنوع التفاعل:

وهو التقسيم المتبع حاليا حيث تقسم الانزيمات الى 6 مجموعات رئيسية ويتكون اسم الانزيم من اسم مادة التفاعل ثم ينتهى بالمقطع ase.

1- انزيمات الاكسدة والاختزال Oxidoreductases

جميع عمليات الاكسدة تتم بطريقتين كما يلى :

انزيمات نزع الهيدروجين Dehydrogenases : وفيها يتم نزع ذرتين هيدروجين من المادة المتفاعلة ونقلها الى مادة اخرى وتسمى بالانزيمات النازعة للهيدروجين وتحتاج هذه الانزيمات الى معونات انزيمية مثل NAD , NADB ومثال عليها انزيم Lactate dehydrogenase (LDH).

انزيمات الاكسيديز Oxidases : وتقوم هذه الانزيمات بنقل الهيدروجين من مادة التفاعل الى الاكسجين وتكوين ماء او فوق اكسيد الهيدروجين. مثل انزيم Ascorbic acid oxidase .

2- الانزيمات الناقلة Transferases:

حيث تقوم بنقل المجموعات من مركب الى مركب اخر مثل :

الانزيمات الناقلة لمجموعة الامين Transaminases وهى تقوم بنقل مجموعة الامين من الاحماض الامينية الى الاحماض الكيتونية. وهى من العمليات الهامة فى تمثيل البروتين.

الانزيمات الناقلة لمجموعة الفوسفات Transphosphatases وتعتبر من الانزيمات الهامة فى التمثيل الغذائى للكربوهيدرات مثل انزيمات Kinases والتى تقوم بنقل مجموعة فوسفات من الـ ATP الى جزىء السكر ويتحول الـ ATP الى ADP.

الانزيمات الناقلة لمجموعة الاسيتيل Transacetylases حيث تقوم بنقل مجموعة الاسيتيل او مجموعة الاسيل من جزىء الى جزىء اخر بمساعدة Coenzyme A.

3- انزيمات التحليل المائى Hydrolyaases:

وهى الانزيمات الى تعمل تحليل المركبات فى وجود الماء مثل

انزيمات التحليل المائى للكربوهيدرات Carbohydrates وهى تعمل على كسر الرابط الجليكوسيدية فى الكربوهيدرات ولذلك تسمى انزيمات Glycosidases.

- انزيمات التحليل المائى للبروتينات Proteinases وهى تعمل على كسر الرابطة الببتيتيدة فى البروتينات.

انزيمات التحليل المائى للاسترات Esterases وهى التى تحلل الاسترات ومن امثلتها انزيم Lipase الذى يحلل الدهون والزيوت الى احماض دهنية وجلسرول.

4- الانزيمات النازعة Lyases:

وهى الانزيمات التى تقوم بتفكيك المركبات بدون ماء مثل انزيم Decarboxylase.

5- انزيمات التشابه الضوئى Isomerase:

وهى الانزيمات التى تقوم بتحويل مشابه مركب عضوى الى مشابه اخرمثل :

- انزيمات Epimerases: وهى التى تحفز تحول مشابه السكر الخماسى زيلوز -5- فوسفات الى ريبوز -5- فوسفات.

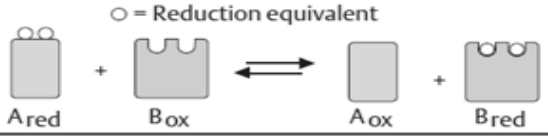
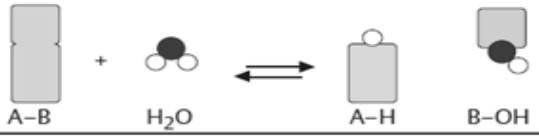
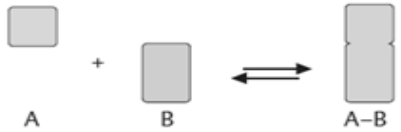
- انزيمات Racemases: وهى الانزيمات التى تحفز تحول المشابه اليسارى L المشابه اليمينى D .

- انزيمات التشابه الهندسى وهى تحفز تحول المشابه المخالف Trans الى المشابه المضاهى Cis.

6- انزيمات الربط Ligases:

هذه الانزيمات تحفز تفاعل ربط جزيئين معا باستخدام الطاقة الناتجة من الروابط الفوسفاتية الغنية بالطاقة والتى تستمد من ATP .

الجدول التالي يوضح أنواع الأنزيمات :

Class	Reaction type	Important subclasses
1 Oxidoreductases	○ = Reduction equivalent 	Dehydrogenases Oxidases, peroxidases Reductases Monooxygenases Dioxygenases
2 Transferases		C_1-Transferases Glycosyltransferases Aminotransferases Phosphotransferases
3 Hydrolases		Esterases Glycosidases Peptidases Amidases
4 Lyases ("synthases")		C-C-Lyases C-O-Lyases C-N-Lyases C-S-Lyases
5 Isomerases		Epimerases *cis trans* Isomerases Intramolecular transferases
6 Ligases ("synthetases")		C-C-Ligases C-O-Ligases C-N-Ligases C-S-Ligases