الأنزيمات

Enzymes

تتحقق الظواهر الفيزيولوجية في حياة النبات بواسطة عدد من التفاعلات الكيميائية في الاستقلاب الخلوي في عملية الاستقلاب بناء آلاف المركبات التي تدخل في تركيب الخلية وجسم النبات مثل البروتينات والأحماض النووية والدهون والسيللوز ومركبات أخرى هامة لتنظيم نمو النبات مثل الهرمونات والفيتامينات وغيرها ولا تستطيع هذه التفاعلات أن تجري إلا بوجود محرضات خاصة هي الأنزيمات.

يشمل الاستقلاب ثلاثة أنواع من التفاعلات:

1- **تفاعلات البناء:** يختص بإنتاج المركبات المعقدة من المواد البسيطة المكونة لها ويلزم وجود طاقة لإتمام هذه العمليات مثال: تفاعل أنزيم غلوتامين سينثيتاز:

حمض الغلوتاميك + أمونيوم + ATP ← غلوتامين سينثيتاز حمض الغلوتامين +ماء + ADP

2- **تفاعلات الهدم** : يضم تفاعلات هدم و تحطيم المركبات المعقدة إلى مركبات بسيطة و تحرير الطاقة المخزنة بها مثال : تفاعل انزيم المالتاز :

نشاء + ماء ← أميلاز مالتوز ← مالتاز غلوكوز

3- **تفاعلات التحويل (المماكبة)** : و فيها يتحول المركب إلى مماكب له دون أن يفقد شيئا من مكوناته : مثال تفاعل أنزيم الايزوميراز :

ريبولوز-5- فوسفات ← ريبوز -5- فوسفات

تعريف الأنزيمات: مواد عضوية ذات طبيعة بروتينية تنتجها الخلايا الحية وتقوم بتسريع التفاعلات الكيماوية التي تجري في الكائنات الحية وهي لا تؤثر على التفاعل النهائي بل تعمل على زيادة معدل التفاعلات وهي مهمة في الحفاظ على حياة الخلية.

معدل النشاط الأنزيمي: يعبر عن الفعالية الأنزيمية لنسيج ما أو لأنزيم ما بكمية المادة الناتجة (أي المادة المستهلكة) في واحدة الزمن أو وحدة الكتلة من النسيج الرطب.

الخصائص العامة للأنزيمات:

1-تنشيط وزيادة سرعة التفاعل.

2-لاتستهلك في التفاعل وتخرج بعد انتهاء التفاعل دون تغير في خصائصها.

3- تزيد سرعة التفاعل دون تغير في الاتزان الكيميائي في نهاية التفاعل ودون أي تغيير في طبيعتها، حيث قد تزيد نسبة التسريع إلى المليون.

4- لا يغير عمل الأنزيمات من طبيعة الناتج أو النواتج النهائية.

5- تعمل على خفض الطاقة التنشيطية، دون تغير في كمية الطاقة الحرة الناتجة من المواد المتفاعلة أو المضاف اليها الأنزيم.

6- تؤثر كميات قليلة من الأنزيم على كميات كبيرة من المواد أو مادة التفاعل.

7- تمتاز بتخصصيه على (مادة أو مجموعه معينه) مثال أنزيم مركب DNA أو (DNA Polymerase).

8- قابلية انعكاس التفاعلات الانزيمية.

توزيع الإنزيمات داخل الخلية:

إن معظم الإنزيمات إن لم تكن جميعاً موجودة في البروتوبلازم، وقليل جداً ان وجدت في الفجوة أو في جدران الخلية وعلى ذلك يظهر أن معظم بروتين السيتوبلازم عبارة عن بروتين إنزيمي.

كثير من الإنزيمات مرتبطة بالأجسام الموجودة في البروتوبلازم فأنزيمات التمثيل الضوئي موجودة في البلاستيدات الخضراء وأنزيم الفوسفوريليز المسؤول عن التنفس يوجد في الميتاكوندريا والأنزيمات المسؤولة عن تكوين الأحماض النووية والبروتين النووي موجودة في النواة وهكذا.

تركيب الأنزيمات:

هناك نوعين:

1-انزيمات بسيطة: وهو الأنزيم الأصلي Apoenzyme وهو مؤلف من أحماض أمينية فقط مثل الببسين الذي يحلل البروتين.

2-انزيمات مركبه: تتركب من جزأين هما:

أ-جزء بروتيني

ب – جزء غير بروتيني وهو إما:

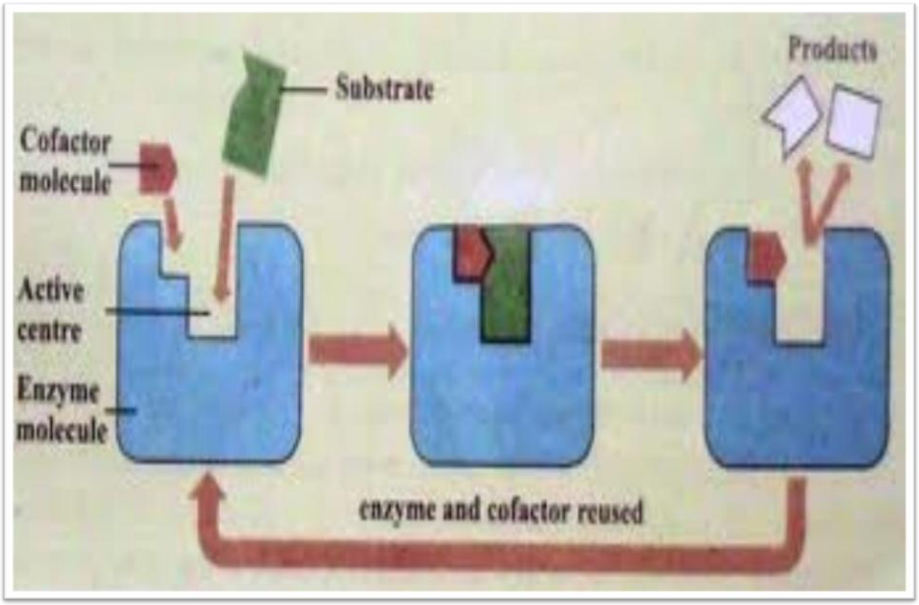
1- لا عضوي: عوامل مساعده co-factors: حيث أن بعض الأنزيمات تتطلب معدنا لإظهار فعاليتها، وهو يسمى عامل منشط، وإذا فصل المعدن عن الأنزيم فإن الفعالية الأنزيمية تختفي وإعادة المعدن تعيد الفعالية ومن أهم العناصر معدنيه أيون $Zn.Mg^{++}.k^{+}.Ca^{++}$.

2- عضوي: قرين (مرافق) الأنزيم (coenzyme): وهو جزء غير بروتيني عباره عن مادة عضوية معينة مطلوبة لفعالية بعض الأنزيمات وهي أحيانا جزء متمم للأنزيم ولا تتفكك عن الأنزيم الأصلي، إلا بعض المواد العضوية تنفصل بسهولة عن الأنزيم الأصلي ويمكن أن تلعب دور مجموعة إضافية لعدد من الأنزيمات الأصلية، يلعب المرافق الانزيمي دور المانح أو الآخذ للذرات التي تقتطع من جزيئات مواد التفاعل.

أمثلة عن المرافقات الأنزيمية:

- (FAD)(FMN) (CO-A) (NADP) (NAD+)

- تكون عادة فيتامينات أو مشتقات منها وتعمل كنواقل: NAD^{+} وFAD^{+} تنقل الهيدروجين والالكترون في تفاعلات الارجاع.



تقسيم الأنزيمات:

1. أنزيمات الاكسدة والإرجاع Oxidoreductases: يقصد بالأكسدة اضافة اكسجين او إزالة هيدروجين او الكترون، أما الإرجاع فهي عملية عكسية.(الديهيدروجيناز – الأوكسيداز)

2. الإنزيمات الناقلة (نقل المجاميع الفعالة) Transferases: تنقل المجاميع الفعالة مثل نقل مجاميع نيتروجينيه او مجاميع حاويه للكبريت.

3. الإنزيمات المميهة (الإنزيمات التي تحلل تحليلاً مائياً) Hydrolases: تقوم بتكسير المادة الاساسية بإضافة جزيء ماء مثل تكسير المالتوز الى مكوناته وحدتين من الجلكوز.

4. أنزيمات التماثل في التركيب او الانزيمات المناظرة isomerases (التماكب): تعمل على إعادة ترتيب ذرات جزيئة ما لتعطي مركب قريب من المركب الأصلي.

5- أنزيمات الكربكسلة: إضافة أو نزع ثاني أكسيد الكربون (كربوكسيداز).

6- أنزيمات الفسفرة : تسهل إدخال زمرة الفوسفات أو نزعها (فوسفوريلاز)

آلية عمل الأنزيمات:

1- في أي تفاعل أنزيمي يرتبط الأنزيم E ذو الجزيئات الاكبر من مادة الهدف (S) ليكونا معاً معقد الانزيم و المادة الهدف و يتم هذا الارتباط في موقع معين في تركيب الأنزيم يسمى الموقع النشط (الفعال) الذي يضم 3-12 حمض أميني حسب الشكل التالي:

2- الخطوة التي تلي ارتباط الأنزيم بالمادة الهدف هي تحول الهدف (S) إلى ناتج (P)

3- الخطوة الأخيرة فهي تفكك ناتج التفاعل (P) عن الأنزيم (E)

هذا ويمكن تلخيص خطوات التفاعل الأنزيمي كما يلي:

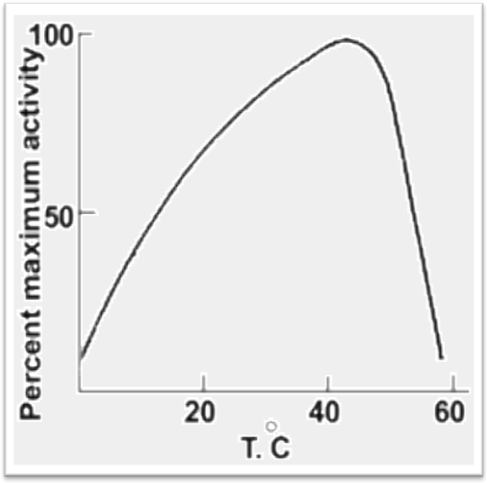
وضعت نظريتين لعمل الأنزيمات:

1- **نظرية القفل والمفتاح:** كما هو معروف الأنزيمات ذات تخصصية نوعية عالية تجاه مواد تفاعلها وعليه لكل أنزيم شكل خاص ومحدد يناسب شكل مادة التفاعل. بعد تكوين معقد (انزيم – مادة التفاعل) ينشط هذا الأخير تجاه تكوين الناتج (النواتج) التفاعل التي تميل نحو التحرر عن الموقع الفعال للأنزيم لإتاحة المجال لجزيئات جديدة لاستمرار التفاعل.

2- **نظرية التوافق المحرض:** تبين وجود أنزيمات تغير شكل المواقع الفعالة فيها بحسب شكل مادة التفاعل، وعلى هذا عندما ترتبط مادة التفاعل والأنزيم، فإنها تحرض على تغيير شكل الأنزيم بحيث تتطابق مع شكل مادة التفاعل.

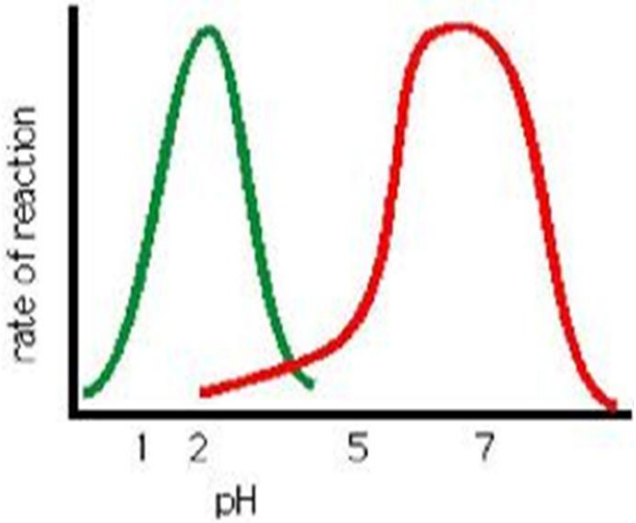
العوامل المؤثرة على سرعة التفاعلات الأنزيمية:

1- درجة الحرارة :



الانزيمات حساسة لدرجة الحرارة فعند درجة الصفر يقف عمل الانزيم تماما ويمكن أن يستعيد نشاطه مرة اخرى تدريجيا برفع درجة الحرارة. ويصل نشاط الانزيم إلى ذروته عند درجة الحرارة تتراوح بين 37-40 مْ (درجة حرارة الجسم) بمعدل (2-2.3) مرة لكل زيادة قدرها 10مْ فالحرارة تنشط حركة الجزيئات وتجعل فرص اصطدامها بالمواقع الفعالة للأنزيمات أكثر احتمالا، تسمى الحرارة المنشطة لتفاعل أنزيمي ما إلى حدوده العليا بالحرارة المثلى وبعدها ينخفض نشاطها برفع درجة الحرارة. كما ينخفض نشاط الانزيم بالتسخين حيث يفقد فاعليته تماما عند درجة الغليان وذلك لتغير طبيعة الانزيم وهي حالة غير قابلة للعكس.

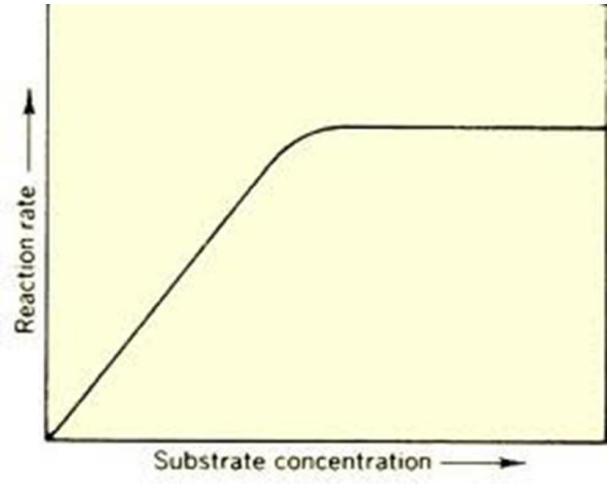
2- تأثير مستوى حموضة الوسط PH:



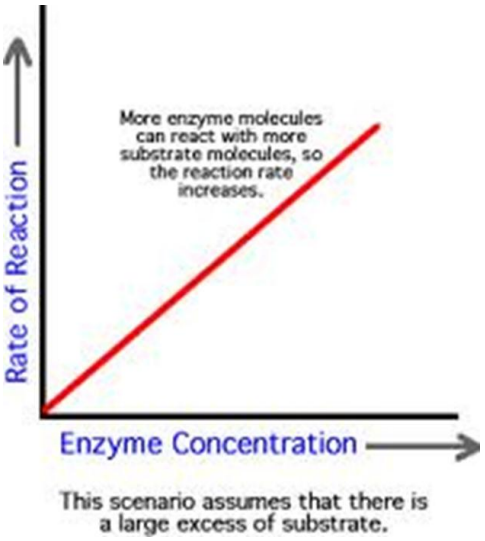
لكل انزيم درجة حموضة PH مناسبة يكون نشاطه عندها أكبر ما يمكن ويقل نشاطه إذا تغير درجة PH ارتفاعا أو انخفاضا وذلك لما يطرأ على الانزيم من تغير وذلك لتغيير شحنة الأحماض الامينية المكونة لسلسلة البروتين والتي تشارك في ربط المواد المتفاعلة بمركز نشاط الانزيم.

3- تأثير تركيز مادة التفاعل على سرعة التفاعل:

تزيد سرعة التفاعل طرديا بزيادة تركيز المواد المتفاعلة حتى تصل إلى سرعة معينة لا تزيد بعدها سرعة التفاعل مهما زاد تركيز المواد المتفاعلة وتسمى هذه السرعة بالسرعة القصوى نظرا لانشغال كل المراكز الفعالة للجزيئات الأنزيمية.



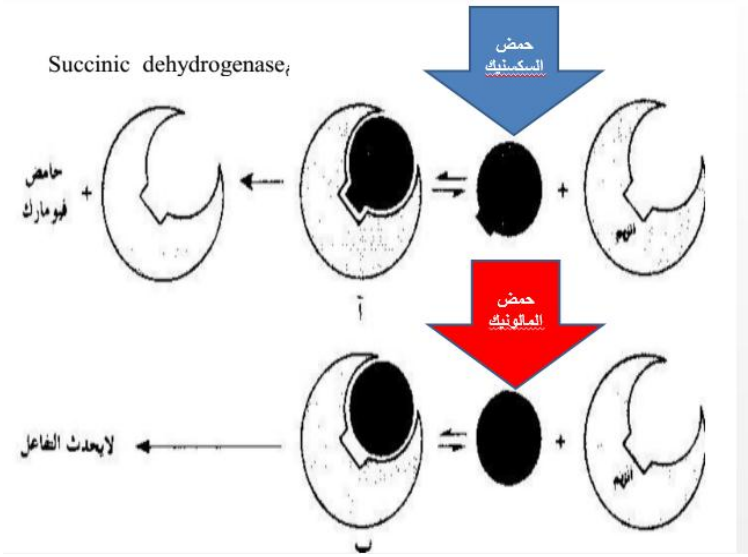
4- تأثير تركيز الانزيم على سرعة التفاعل:



هناك علاقة طردية بين سرعة التفاعل وزيادة تركيز الانزيم بوجود زيادة من المادة المتفاعلة فإن زيادة نسبة الانزيم يزيد من سرعة التفاعل، وذلك بشكل مطلق طالما وجدت مادة التفاعل.

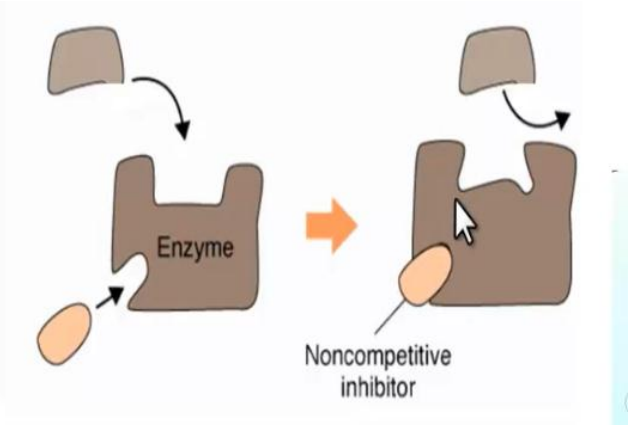
5- تأثير وجود مثبطات:

يقصد بالمثبطات مركبات يترتب على وجودها انخفاض في نشاط الانزيم وفي بعض الاحيان توقف نشاط الانزيم كلية. وتنقسم لنوعين:



أولا: التثبيط التنافسي: يطلق على الحالات التي تكون فيها المادة المثبطة مشابهة في تركيبها لمادة التفاعل حيث تتنافس معها على المراكز الفعالة للأنزيم ويرتبط المثبط مع الموقع الفعال بتوافق مشابه أو أقوى من مواد التفاعل ويمكن التغلب على المثبطات التنافسية بزيادة تركيز مادة التفاعل بحيث تحتل جميع المواقع الفعالة للأنزيم بواسطة

جزيئات مادة التفاعل.



ثانيا: التثبيط غير التنافسي: لا يحصل بالتنافس مع مادة التفاعل وإنما بالارتباط مع موقع آخر على البروتين ويسد منفذ مادة التفاعل إلى الموقع الفعال وبذلك يغير الخصائص التحريضية للأنزيم أو أنه يرتبط مع معقد الأنزيم – مادة التفاعل ويغير التحريض.

6- تراكم نواتج التفاعل :

إن تراكم نواتج التفاعل يقلل عادة من سرعة التفاعل الأنزيمي ويعزى بطء التفاعل عند تراكم نواتج التفاعل لأسباب عديدة منها أن زيادة كمية نواتج التفاعل تعمل على إسراع التفاعل العكسي وبذلك تقل سرعة التفاعل الأصلي وقد تسبب نواتج التفاعل تغيير درجة الـ PH لوسط التفاعل وبذلك يصبح غير مناسب لعمل الأنزيم.

{ نهاية الجلسة }