الوحدة 3: الإنزيمات

1- مفهوم الإنزيم

الإنزيم عبارة عن وسيط حيوي ذو طبيعة بروتينية، يعمل (يسرع) التفاعل الحيوي... ينتمي بتأثيره النوعي إلى نوع التفاعل وحادة التفاعل، يعمل في شروط محددة من درجة الحرارة والحموضة (PH و T°)... وهو يتأثر بالتفاعل... أي لكل إنزيم وظيفة معينة إما تحليل أو تركيب

2- بنية الإنزيم:

يتميز الإنزيم ببنية فراغية مستقرة، تتركب من عدد ونوع وترتيب محدد من الحماض الأمينية محددة وراثيا، تحتوي جزءا على شكل أخدود/جيب أو شق يسمى الموقع الفعال، ويتركب من عدد محدود من الحماض الأمينية.

2-1- الموقع الفعال:

جزء من الإنزيم يكون على شكل شق أو جيب في بنية الإنزيم، يتكون من عدد أحماض أمينية محددة، يتميز بالتكامل البنيوي مع مادة التفاعل (الركيزة) ويتكون من موقعين: موقع التثبيت (الارتباط/البنوي) يثبت مادة التفاعل وموقع التحفيز.

ب- فن التفاعل:

3- التفاعل الإنزيمي:

العناصر الموجودة خلال التفاعل الإنزيمي: الإنزيم E، الركيزة S، معقد إنزيم-ركيزة ES والناتج P

3-1- آلية التفاعل الإنزيمي:

يرتبط الإنزيم بمادة التفاعل وذلك لوجود تكامل بنيوي بينهما (الركيزة والإنزيم) ليتشكل الموقع مادة التفاعل-إنزيم الضروري لحدوث تفاعل (قفل/مفتاح)، بواسطة روابط إتقالية ترتبط الوظائف الكيميائية لمادة التفاعل بالوظائف الكيميائية للسلاسل الجانبية للحماض الأمينية المشكلة لموقع التثبيت في الموقع الفعال تتحول الركيزة إلى ناتج تحت موقع التحفير في الموقع الفعال.

لا يشترط أن تكون
الحصائص الحسنية
المشكلة الموضوع
الفعّال متتالية
في السلسلة البيضية
لأن السلسلة تلتف
لحيث تدفن الحصائص
الحسية الخبيثة

- يتحرر الناتج عن الإنزيم.

- يحدث التفاعل وفق المعادلة التالية: $E+S \rightarrow ES \rightarrow E+P$

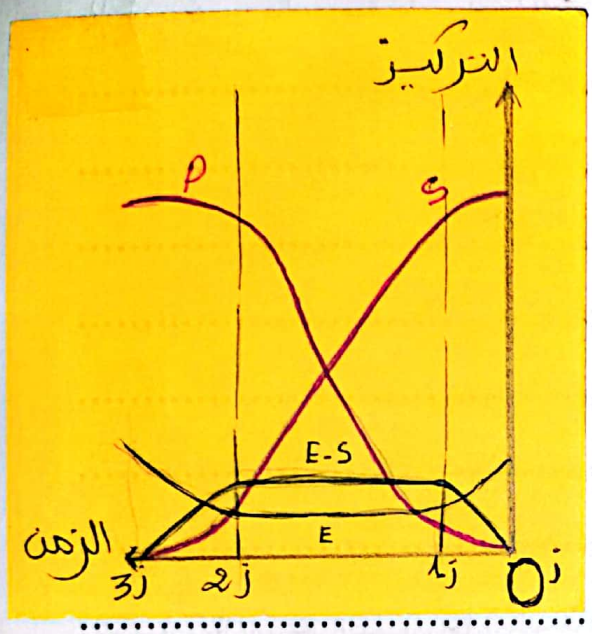
3- ب- مراحل التفاعل الإنزيمي:

يمكن تقسيم مراحل التفاعل الـ3 من مرحلة:

مرحلة 1: من ز0 الى ز1: تتميز بالاستمرار تشكل المعقد ES وذلك لوجود مواقع فعالة شاغرة للإنزيم E غير مرتبطة ووجود كمية كافية من مادة التفاعل S. تتميز بتحويل S الى P.

مرحلة من ز1 الى ز2: تبلغ سرعة التفاعل الإنزيمي أقصاها فتثبت وذلك لتشبع جميع المواقع الفعالة للإنزيمات الإنزيم بمادة التفاعل S، كما يستمر تحويل مادة التفاعل S الى ناتج P بسرعة ثابتة.

مرحلة من ز2 الى ز3: تتناقص سرعة التفاعل تدريجيا مع تناقص مادة التفاعل وتحولها الى ناتج P حتى تنعدم تماما وتصل قيمة الناتج الى قيمة أعظمية.



3- ج- أنواع التفاعلات الإنزيمية:

1- التحويل: يقوم الإنزيم بتحويل الركيزة الى ناتج وفق المعادلة التالية:

$$E+S \rightarrow ES \rightarrow E+P$$

2- التفكيك (الهدم/الحامة): يقوم الإنزيم بتفكيك مادة التفاعل الى ناتجين أو أكثر.

$$E+S \rightarrow ES \rightarrow E+P_1+P_2$$

3- التركيب (البناء): يقوم الإنزيم بتركيب مادتي تفاعل أو أكثر لتنتج ناتج واحد:

$$E+S_1+S_2 \rightarrow ES_1S_2 \rightarrow E+P$$

4- حركية التخمير: هي دراسة سرعة التفاعل وتغيراتها مع الشروط المحيطية

ـ الاستنتاج الخصائص المحددة للتخمير وطريقة عملها

ـ التجريب المدعم بالحاسوب EXAO: مميزاته

ـ قياس سريع ودقيق لتركيز المتفاعلات والنواتج

ـ متابعة لحظية لسير التفاعل على شاشة الحاسوب

ـ مشاهدة مباشرة لتأثير تغيرات شروط التفاعل

ـ حفظ النتائج التجريبية في ذاكرة الحاسوب

4-1- سرعة التفاعل التخمري: يعطى التغير عن سرعة التفاعل التخمري بطريقتين

ـ كمية مادة التفاعل S المتناقصة في وحدة الزمن: $v = -\frac{ds}{dt}$

ـ كمية مادة النواتج P المتشكلة في وحدة الزمن: $v = \frac{dP}{dt}$

حيث: ds تغيرات P: الناتج S: التفاعل t: الزمن

5- خصائص التخمير:

ـ ذو طبيعة بروتينية

ـ نوعي تجاه مادة التفاعل ونوع التفاعل

ـ يسرع التفاعل يعمل كوسيط لتحفيز التفاعل

ـ التأثر بتغير تركيز الوكيزة حيث

تصبح سرعة التفاعل ثابتة عند تراكيز

عالية من مادة التفاعل

6- العوامل المؤثرة على نشاط التخمير:

ـ يتأثر نشاط التخمير بالوسط الخاص به من تغير درجة حرارة T° وحموضة pH

ـ ينشط التخمير في مجال محدد من درجة الـ pH والحرارة ويفقد نشاطه خارج هذا المجال سواء بقيم أصغر أو قيما أكبر نوجد قيمة ضمن هذا المجال يكون نشاط التخمير فيها أعظمي تسمى الدرجة المثلى

6.1.2. تأثير درجة الحموضة (PH):

لكل إنزيم درجة PH يكون فيها نشاطه أعظميا تسمى هذه الدرجة بالدرجة المثلى لنشاط الإنزيم حيث تكون بنيته طبيعية وكذا حالته الكهربائية فيسمح بحدوث تكامل بنيوي بين السوبستا والإنزيم في الموقع الفعال.

يؤثر تغير درجة الحموضة في الوسط على الحالة الكهربائية للحمض الأميني الحر في السلاسل الببتيدية المشكلة للإنزيم وبالتالي خصائص الموجودة في الموقع الفعال.

حيث: في الوسط الحامضي تصبح شحنة الإنزيم موجبة.

في الوسط القاعدي تصبح شحنة الإنزيم سالبة.

في الوسط المعتدل $pH_i = pH$ يكون الإنزيم متعادل كهربائيا.

وهذا ما يؤثر على الروابط البنائية وبالخصوص الموجودة في الموقع الفعال حيث يفقد حالته الكهربائية وهذا يفقد بنيته الطبيعية يتغير حالته الأصلية فيزول هذا التباين الكهربائي في الموقع الفعال فلا يحدث تفاعل.

6.1.3. تأثير درجة الحرارة:

لكل إنزيم درجة حرارة مثلى لنشاطه تسمى درجة الحرارة المثلى.

يؤثر تغير درجة الحرارة على الإنزيم حيث:

في درجة حرارة عالية: تكسر الحرارة العالية الروابط اللاتساهمية بين الحموض الأمينية المشكلة للإنزيم أي روابط بنائية / هيدروجينية / كارهة الماء فيفقد بهذا بنيته وهو ظيفته أي يحدث له تمسخ.

في درجة حرارة منخفضة: تقلل حركية جزيئات الإنزيم بشكل كبير ويصبح الإنزيم غير نشط، الإنزيم دون تأثير في بنيته ويعود نشاطه بعودة درجة الحرارة المثلى (عكس)

في حال غياب أو تخريب بنيته الفراغية أو نقص توكيز جزيئاته، يتوقف التفاعل الذي يحفزه هذا الإنزيم ويحدث خلل في الظاهرة الحيوية المعنية.

ينتج التغير في بنية الإنزيم عن حدوث طفرة على مستوى الصبغية التي تشرف على تركيبه أو تغير عوامل الوسط من درجة حرارة و pH.