الانزيمات

النظريات الحديثة في طبيعة عمل الانزيم

لسر صوار الله محمد رضوان

طبيعة عمل الانزيم

اتسعت الدراسات لمعرفة طبيعة عمل الانزيم وتأثيره كعامل مساعد، وساعد على تقدم هذه الأبحاث اكتشاف Büchner طريقة عزل الانزيمات بعيداً عن خلاياها الحية

ولقد ظهرت نظريات عديدة في تفسير عمل الانزيم، أبسطها النظرية القائلة بأن الانزيم يهيء بيئة مناسبة للتفاعل الكيميائي الحادث، ذلك لأن محلول الانزيم غروي، فتتسع بذلك الأسطح المعرضة للتفاعل المطلوب. الا أن هذه النظرية قد سقطت أخيراً لأن الابحاث الحديثة اثبت أن هناك اتحاداً فعلياً بين المادة المؤثر فيها وبين الانزيم، ثم يتحلل هذا المزيج الى المادة المطلوبة، ويبقى الانزيم ثابتاً دون أن يتغير، فيتحد بمقدار آخر من المادة وهكذا. وقد امكن اثبات هذا الاتحاد بالتجربة العلمية، فأخذ محلولان من مادة التفاعل ومن الانزيم ثم رشحا خلال مرشح خزفي وخلط المترشحان، فوجد أنهما لا يتفاعلان من خلال مسام الترشيح دلالة على امتزاجهما. وهناك رأيان في طبيعة هذا الاتحاد، رأي يقول أنهُ مركب كيميائي أي انهُ قائم على اتحاد الجزيئات، والثاني يقول انهُ مركب طبيعي أو غروي، والرأي السائد الآن في الدوائر العلمية هو انهُ نظام غروي يؤيد ذلك جميع البراهين العملية: والاثباتات النظرية، ورؤية المواد المتفاعلة بالالترامكروسكوب Ultramicroscope، وتأثير الحرارة في المخاليط المتفاعلة

ويؤيد هذا الرأي أيضاً كون التفاعلات التي تقع تحت تأثير الانزيمات هي تفاعلات عكسية، فالانزيم الواحد يستطيع ان يزيد في سرعة التفاعل في اي جهة، وكل اتجاه له شروط تفاعل خاصة، والامثلة على ذلك عديدة مثل تكوين «الاستر» الصناعي الدهون بواسطة «الليباز» الذي في البنكرياس، وكذا تكوين البروتين من الحوامض الأمينية المتحللة، الى غير ذلك

وقد خُصَّت الانزيمات المؤكسدة بضبط كبير من ابحاث العلماء ووضعت نظريات كثيرة لشرح عملها، أشهرها النظريتان التاليتان:

١ — لنظرية Bach : وتتلخص في ان عملية انتقال الأكسجين ، لا تحدث الاّ في حالة وجود مادتين ، الأولى صالحة لتأكسد السريع تعرف علميًّا باسم auto-oxidiser والأخرى أقل قابلية لتأكسد السريع ، وتعرف علميًّا باسم accebtor ، فتتفاعل المادة الاولى مع الاكسجين الجوي فيتكوّن بيروأكسيد ، وهو مركب يحتوي على الاكسجين في حالة فعالة جدًّا . ففي حالة انحلال هذا المركب ، تتأكسد المادة الثانية بسهولة تامة بكونة للاكسيد فاذا رمزنا للمادة الأولى بحرف س والثانية بحرف ص أمكن شرح التفاعل كما يلي :

$$س + ا_{٢} \rightarrow \overset{س}{\underset{ا}{\diagup\diagdown}}$$

$$س ا ا + ٢ ص \rightarrow ٢ ص ا + س$$

٢ — نظرية ويلاند Wieland : وتعتمد هذه النظرية على الاكسدة أيضاً ، ولكن في صورة اخرى وهي تنشيط أيونات الايدروجين لكي تتحد بالاكسجين . ولقد تمكن العالم ويلاند من استخدام هذه النظرية في شرح العملية الحيوية التي تحدث في الخلايا تبعاً للمعادلة الآتية :

كحول + اكسجين ← اسيتلدهيد + ماء

$$ك_{٢} يد_{٥} ايد + ا \rightarrow ك يد_{٣} ك يد ا + يد_{٢} ا$$

وتبعاً لهذه النظرية تتكوّن الاحماض من الالدهيد بواسطة انفصال ذرتين من ايدروجين الاسيتلدهيد كما في المعادلة :

$$ك يد_{٣} ك يد ايد_{٢} ا + ا \rightarrow ك يد_{٣} ك ا ايد + يد_{٢} ا$$

* * *

قد وجد ان حيوية الانزيمات تتأثر تأثراً كبيراً بوجود اجسام أخرى في محاليلها ، وتختلف درجة تأثير اي انزيم عن غيره ، فلقد تزداد سرعة انزيم لوجود مقدار من حامض ما ، وفي نفس الوقت قد يجد هذا المقدار من نشاط انزيم آخر ، مثال ذلك تحلول $\frac{س}{٢٠٠}$ من الحامض الكبريتيك يوقف عمل انزيم الاميلاز الذي في اندوسبرم البذور ، وفي الوقت نفسه يزيد في نشاط انزيم البروتياز ، وهناك من المحاليل ما يوقف حيوية الخلايا ، وبالتالي عمل الانزيمات ، مثل محلول الفورمالدهيد ، والحامض السيانيك ، والفلوريدات المذابة . بينما توجد محاليل أخرى توقف نمو الخلايا ولكنها لا تؤثر في حيوية الانزيمات مثل التولوين والزيلين ، وتعرف المواد التي تنشط الانزيمات باسم Activators والمواد التي تحد من هذا النشاط Inhibitors

وقد لوحظ اخيراً ان انزيمات الانسجة الحيوانية لا تؤدي عملها الا اذا وجد معها مواد خاصة توجد في الغدد او البروتوبلازم الذي يفرزها، مثال ذلك انزيم التربسين يشترط لنشاطه وجود املاح الصفراء وهذه الاملاح — وما يشبهها — تسمى مساعدة الانزيم Co-enzymes ويمكن فصلها عن الانزيم بواسطة عملية الفصل الغشائي Dialysis خلال ورق البرشمنت (البارشمنت)، ومن أحسن الامثلة لمساعد الانزيم في انضاج النباتات، هو مساعد انزيم الزمار في خلايا الخميرة، فاذا رشحت عصارة الخميرة خلال المرشح الهلامي (الجيلاتيني)، رأيت ان الانزيمات الزمرية التي تبقى لا يمكنها القيام بعملية التخمير، وبتحليل هذا المترشح الذي يحتوي على مساعد الانزيم، وجد انهُ يحتوي على فوسفات ذائبة ومادة اخرى لم تعرف ماهيتها للآن

من جهة ثانية وجدت ظاهرة أخرى تعرف بظاهرة تضاد الانزيم Anti-enzyme وتوجد في الديدان المعوية التي تعيش في قنوات الحيوان الهضمية لتمنع تأثير انزيمات المعدة والامعاء في تلك الديدان. وهي توجد ايضاً في الغشاء المخاطي المبطن لجدران الامعاء نفسها لتمنع الهضم الذاتي للامعاء بواسطة الانزيمات الدائمة الاحتكاك بها

ونختم هذا البحث بذكر أهم الفوائد الفسيولوجية الأنزيمات، فللانزيمات تأثير هام في جميع الظواهر الحيوية، ونحن قد علمنا ان الانزيمات لا توجد تفاعلاً جديداً لم يكن موجوداً من قبل، اذ انها تساعد على التفاعلات الكيمية في اي اتجاه، فهي ولا شك تحدد سرعة التفاعل بعد أن يحدد البروتوبلازم اتجاهه. ومن المستحيل أن يتم التفاعل بين المركبات العضوية غير المتأينة في محتويات الخلية بغير هذه الأنزيمات وبمثل هذه السرعة الهائلة التي تتم بها التغيرات، حتى يتمكن الكائن الحي من أن ينمو ويقوم بوظائفه الحيوية الضرورية

***

ومعلوم أن التفاعلات المختلفة التي تحدث داخل الخلايا كثيرة جداً وأغلبها يختلف عن الآخر، لهذا كان من الطبيعي أن يكون عدد الانزيمات الذي ينتظر وجوده في النبات أو الحيوان، كبيراً جداً، وفعلاً أثبتت التجارب ذلك، فوجد أن هناك ١٤ انزيماً مختلفاً في المعدة وحدها و١٦ أنزيماً على الأقل في الكبد، أي انها توجد في جميع اشكال البروتوبلازم الحي ولا يختلف هذا في أي كائن حي سواء كان ميكروسكوبياً مثل البكتيريا، أو ضخماً جداً كشجرة البلوط في المملكة النباتية، ومن الاميبا الى الحوت في المملكة الحيوانية. وتتعدد الأنزيمات وكثرتها، نشاهد في غالب الأحيان أنزيماً معيناً شائعاً في أنواع مختلفة من الاحياء، مثال ذلك أنزيم التربسين فقد عثر عليه في أنواع من الكائنات الدنيئة وفي النباتات آكلة الحشرات وفي بنكرياس الانسان وفي حيوانات أخرى عديدة

جدول

الانزيمات الهامة

القسم والنوع	اسم الانزيم	بيئة الانزيم	المواد الناتجة	مكان وجود الانزيم
اولا انزيمات هيدروليتية				
ا — مجلة الكربوايدرات	الافرتاز	سكر القصب	سكر جلوكوز وفراكتوز	الخمائر
	مالتاز	سكر المالتوز	سكر جلوكوز	شعير المولت
	انيولاز	الأنيولين	سكر فراكتوز	الخرشوف
	بكتيناز	بكتوز	سكر اراپنوز	الثمار
	دياستاز — أميلاز	النشا	سكر مالتوز	شعير المولت
	سليولاز	السليولوز	سكر مالتوز	البكتيريا والفطر
ب — مجلة البروتينات	پپسين	البروتين	بيتون + البيوموزس	شجرة الباباظ
	ترپسين	»	» »	نباتات كثيرة
	رنين	اللبن	پاراكازينات	معدة الحيوانات الرضيعة
ج — مجلة الاسترات	ليپاز	الدهون	جليسرين + احماض دهنية	الحبوب الزيتية
ثانياً انزيمات مؤكسدة	كتالاز	فوق اكسيد الايدروجين	ماء + اكسجين	كل النباتات
	پروكسيداز	»	اكسجين نشوء	»
	يوريز	يوريا	ثاني اكسيد كربون + نوشادر	»
ثالثاً انزيمات مجزئة	زيماز	سكر عنب	كحول + اول اكسيد كربون	خمائر
	لاكتاسيداز	حوامض دهنية	حامض لاكتيك	بكتريا

فهرس

بالاسماء العلمية التي وردت في هذا المقال ولم نعثر لها على مرادفات عربية حتى تسهل مراجعتها على القارىء

اللفظ العربي	الاصطلاح العلمي	اللفظ العربي	الاصطلاح العلمي
الانزيم	Enzyme	انزيم الاميلاز	Amylase
عامل مساعد	Catalyst	» اليورياز	Urease
سكروز	Sucrose	» الكتالاز	Catalase
جلوكوز	Glucose	» الزيماز	Zymase
مالتوز	Maltose	» بروكسيداز	Peroxidase
انزيمات هيدرولية	Hydrolases	» لاكتاسيداز	Lactacidase
انزيمات تحل الكربوايدات	Carbohydrases	» اوكسيداز	Oxidase
» » البروتين	Proteases	» الاميولوزين	Emulsin
» » الدهون	Lipases	» الدكسترياز	Dextrinase
انزيم الاقرتاز	Invertase	» الجلكتاز	Galactase
» مالتاز	Maltase	البيتون	Peptone
» انيولاز	Inulase	البيتيد	Peptides
» دياستاز	Diastase	دهن الاستيارين	Stearin
» سليولاز	Cellulase	الحمض الاستياريك	Stearic acid
» سيتاز	Cytase	جليسيريد	Glycerides
» بكتاز	Pectinase	جليسرول	Glycerol
» بيسين	Pepsin	استرات	Esters
» اريبسين	Erepsin	انزيمات مختزلة	Reductases
» تربسين	Trypsin	اسيتالدهيد	Acetaldehyde
» رنين	Rennin	سكر الليفيولوز	Levulose
» الزيماز	Zymase	سكر الفراكتوز	Fructose