

٢ - *Penecillium camemberti* ، بنسيليوم كامبرتاى ، وهو الذى ينمو على سطح الجبن الكامبير ويستخدم فى انتاجها وإكسابها الطعم المميز .

٣ - أنواع من البنيسيليوم تستخدم فى تحضير الانزيمات البكتينية التى تستخدم فى الترويق الانزيمى لعصير الفواكه .

٤ - أنواع من البنيسيليرم تستخدم حديثا فى تحضير مستحضرات البنسلين التى تعالج بها الكثير من الأمراض .

٥ - أنواع من الاسبرجيلس تستخدم فى بعض البلاد لتحضير بعض المشروبات الكحولية . ففي اليابان يستخدم العفن أسبرجيلس أوريذى *Asporgillus oryzae* ، لتحضير الشراب المسمى بالساكى Saki من الأرز .

٦ - بعض أنواع ميوكرا تستخدم فى تحضير الكحول من الحبوب . وفى الصين يستخدم العفن *Mucor rouxii* فى تحضير شراب كحولى من الأرز .

الباب الثالث

الانزيمات

يمكن تعريف الانزيمات بأنها مواد عضوية مساعدة حساسة للحرارة تفرزها الخلايا الحية، ولها القدرة على احداث تأثيراتها مستقلة عن هذه الخلايا، وهى أما أن تفرز خارج الخلية *Exoenzymes* أو داخلها *Endoenzymes* ، وهى توجد فى الخلايا على حالة غروية. وقد أمكن فصل الكثير من الانزيمات على حالتها بلورية والاستدلال على تركيبها الكيماوى . وجميع الانزيمات التى فصلت ثبت أنها بروتينات والكثير منها بروتينات متصلة . وهى فى الانسان ترتبط بكثير من العمليات الحيوية كالهضم والنشيل الخ.....

والنظرية السائدة هي أن الانزيمات تحدث تأثيراتها باتحادها مع المواد المؤثر عليها Substrates لتكون مركبا وسطيا غير ثابت ينحل بدوره فيعطى النواتج النهائية وينفرد الانزيم ثانية .

التسمية والتقسيم:

تقسم الانزيمات عادة تبعا لنوع التغيير الكيمائي الذي تحدثه ، وأكثر الانزيمات انتشارا هي التي تحدث الانحلال المائي والاكسدة . وعادة ينتهي اسم الانزيم بالمقطع آز ase ، أما المقطع الأول من الاسم فيعبر عن المادة المؤثر عليها فيطلق اسم الملتاز Maltase مثلا على الانزيم الذي يحلل سكر المالتوز ، والتيروسيناز على الانزيم الذي يحلل التيروسين . وللأسف لم يتبع نظام التسمية هذا الا بعد أن تمت تسمية بعض الانزيمات الشائعة .

نوعية الانزيم:

وعلى الرغم من أن التسمية الحديثة للانزيمات كان الغرض منها التديل على علاقة الانزيم بالمادة المؤثر عليها والتي اشتق اسمه منها ، فانها تؤدي في نفس الوقت إلى التعبير عن نوعية الانزيم بصفة عامة ، إذ لوحظ أن الانزيمات المحللة للدهون ليس لها تأثير على الكربوايدرات أو البروتينات وأن الانزيمات الخاصة بالاخيرة لا تؤثر على الأولى . الا أنه قد تبين أن نوعية الانزيم تعتمد في أغلب الاحيان على نوع الرابطة الكيميائية الموجودة وليس على نوع كل مركب من المركبات . فمثلا إنزيم التربسين Trypsine يستطيع هضم أنواع متعددة من البروتين ، متباينة في التركيب وفي حجم الجزيء ، بينما نجد أن إنزيم الإمالسين Emulsin الذي يحدث انحلالا مائيا لكثير البيتا جلو كوسيدات B-Glucosides لا يحدث تأثيرا على مشابهاها الالفاجلو كوسيدات A-Glucosides وهناك اتجاه نحو تمييز نوعية الانزيم على وجهين : نوعية مطلقة و هي التي فيها يؤثر الانزيم على نوع واحد من الرباط Absolute Specificity

الكيميائي ونوعية نسبية Relative Specificity ويقصد بها أن الانزيم رغم تأثيره التفضيلي على مادة خاصة أو رباط كيميائي خاص فإنه يؤثر أيضا بنسبة أقل على مواد أخرى أو رباطات كيميائية ذات قرابه نسبية . ويظهر أن معظم الإنزيمات تتبع هذا القسم فقد اتجه الرأى إلى تقسيم الإنزيمات المحللة لاسترات الاحماض الدهنية إلى استراتات Esterases وليبازات Lipases ، فمجموعة الاستراتات تظهر ميلا أو تفضيلا للأفراد السفلى من سلسلة الاحماض الاليفاتية مع تناقص تأثيرها تدريجيا كلما اتجهت نحو الافراد العليا ، ومجموعة الليبازات تظهر تفضيلا للأفراد العليا مع تناقص تأثيرها كلما اتجهت نحو الافراد السفلى .

نشاط الإنزيمات

للإنزيمات القدرة على إحداث تغييرات كبيرة باستخدام كميات ضئيلة جدا منها ، فهي مثلا تهضم من المواد الغذائية مقدار وزنها من ٥٠٠.٠٠٠ إلى ٤ مليون مرة ، ويضعف تأثير الإنزيم كلما تجمعت نواتج الانحلال وهو ما يفسر أثرها في حدوث التفاعلات العكسية .

هناك بعض إنزيمات تفرز في صورة غير فعالة يطلق على كل منها اسم الزيموجين Zymogen ، ولكل زيموجين مركب خاص أو أيون خاص يؤدي وجوده إلى تحول الزيموجين إلى إنزيم فعال ، فمثلا الببسينوجين Pepsinogen وهو الصورة غير الفعالة للإنزيم الببسين ، ينشط ببطء تحت تأثير أيونات الأيدروجين لحمض الكلورودريك ، ولكن نشاطه يزيد بفعل إنزيم الببسين نفسه وهو تنشيط ذاتي Autocatalytic وكذلك التريبسينوجين Trypsinogen ولو أنه ينشط ذاتيا بواسطة التريبسين إلا أن هناك سيلا آخر لتنشيطه وذلك بتأثير إنزيم الأنتروكيناز Entrokinase الذى تفرزه أغشية الأمعاء .

مرافقات الإنزيم Co-enzymes هناك بعض تحضيرات إنزيمية يمكن فصلها بطريقة الانتشار الغشائي Dialysis إلى جزئين ، أحدهما يمر خلال

الغشاء ، ومن صفاته أنه لا يتأثر بالحرارة ، والثاني لا يمر خلال الغشاء وهذا يتميز بأن الحرارة تؤثر فيه . وكل جزء منهما يكون غير فعال في حالته المنفردة فاذا مزج الإثنين استردت المادة نشاطها الانزيمي . ويطلق على الجزء القابل للانتشار إذا كان مركبا عضويا اسم مرافق الانزيم Coenzyme ، ومرافقات الانزيم ذات أهمية حيوية خاصة في عمليات التأكسد الانزيمية ، وهي تعمل ، حاملات للايدروجين ، وتمتاز بقدرتها على أن تختزل وتتأكسد على التوالي بالاتحاد بالايديروجين أو بفقده . وأهمها مرافقا الانزيم Co-enzyme 1, Co-enzyme II. وهي تحتوى على سكر الريبوز متحداً مع الأدينين Adenine وأמיד حمض النيكوتينيك ، الفيتامين المانع للبلاجرا . وهناك علاوة على المرافقات السابق ذكرها عدد آخر من المرافقات مثل الجلوتاثيون ونوكليوتيدات الفلافين التي تحتوى على الريبوفلافين متحدا مع البروتين وحمض الفوسفوريك، وهي تسمى أحيانا بالانزيمات الصفراء . وكذلك يعمل حمض الاسكوربيك مع الجلوتاثيون مرافقا للانزيم.

الحرارة ونشاط الانزيمات : في حدود معينة تزيد سرعة التأثير الانزيمي كثيرا بزيادة الحرارة حتى تصل إلى الدرجة المثلى ، وبعد ذلك تقل سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة حتى تصل إلى درجة الحرارة التي يقف عندها نشاطه تماما إذ يصبح الانزيم غير فعال . وتتأثر درجة الحرارة المثلى بعوامل مختلفة مثل درجة تركيز الانزيم والمادة المؤثر عليها ومثل درجة التركيز الايدروجيني بوجه خاص ، ولذلك كان لا بد عندايجاد درجة الحرارة المثلى لأي انزيم من تحديد رقم pH ودرجة تركيز الانزيم والمادة المؤثر عليها . وتقع الدرجة المثلى لمعظم الانزيمات عادة بين ٤٠° و ٥٠° م ، ولو أن عددا منها تقع درجة حرارته المثلى قريبة من ٦٠° م . وأنسب درجة حرارة لنشاط انزيمات الهضم والتمثيل في الانسان هي درجة حرارة الجسم .

ويضعف نشاط الانزيمات عادة فوق درجة ٥٠م حتى يقف نهائيا بالنسبة لمعظم الانزيمات في المحاليل عند قيمة pH المثلى وفي غياب المادة المؤثر عليها تكون درجة حرارة تسيطها اذا ما سخنت لمدة ٥ دقائق هي بين ٧٠° - ٨٠° م. وكلما زادت درجة الحرارة كلما زادت سرعة الاتلاف للانزيم. والانزيمات في حالتها الجافة أكثر مقاومة للحرارة منها في المحاليل. وقد وجد أن البعض منها أمكنه، وهو في الحالة الجافة، تحمل درجة حرارة بين ١٠٠° و ١٢٠° م لمدة طويلة. ودرجات الحرارة المنخفضة تحد من نشاط الانزيم، إلا أن وقوف نشاط الانزيمات تماما يستلزم خفض درجة الحرارة إلى حد كبير. وهناك بعض الانزيمات مثل تلك التي توجد في الخضر يمكنها أن تحدث تغيرات غير مرغوبة في الرائحة والنكهة عند تجميد هذه الخضر، ولذلك يجرى سلق هذه الخضر قبل تجميدها.

مجال الحموضة : يتحدد نشاط الانزيمات بمجال حموضة خاص. وتقرب درجة الحموضة المثلى لها من نقطة التعادل، وانزيم الببسين يكاد يكون الانزيم الوحيد الذي يشذ عن هذه القاعدة العامة فهو أكثر نشاطا في البيئة الحمضية «بين pH ١,٥ و ٢,٥ تقريبا»
جدول - ١٥ - أرقام pH المثلى لبعض الانزيمات الهامة :

رقم pH	نوع الانزيم	رقم pH	نوع الانزيم
٧,٢ - ٥	بابين	٢,٥ - ١,٥	الببسين (المعدة)
٦,٥	فوسفاتاز ، البندور ،	٢,٥ - ٢,٥	انفرتاز Asp. Niger
٦,٦	ملتا ، الخيرة ،	٤,٢ - ٢,٧	الببسن (المولت)
٧ - ٦	اميلاز ، اللعاب ، البنكرياس ،	٥	بيروكسيداز (الجنذور)
٧	اليلاز ، امعاء الثدييات ،	٣,٨	انيولاز
٧,٢ - ٦	بروتياز (البكتيريا)	٤	دكستونياز

تابع جدول - ١٥ -

رقم pH	نوع الانزيم	رقم pH	نوع الانزيم
٦,٥	فوسفاتاز (البدور)	٤١٥-٤	ببسين (الخميرة)
٨ - ٦,٥	تيروسيناز (البطاطس)	٥ - ٤	انفرتاز (البطاطس)
٨,٥ - ٦,٧	انزيمات بروتيلينية (الخميرة)	٤١٣	بكتاز (الفواكه)
٩,٥ - ٦,٣	كاتلاز (الكبد)	٤١٤-٤١١	جلوكوسيداز
٧	كاتلاز (الخضار)	٥ - ٤١٦	انفررتاز (الخميرة)
٧	بكتاز (الفاكهة)	٦٥٥-٤١٥	زيماز (الخميرة)
٧	لكتاز (الخميرة)	٤١٨	كربوكسيلاز (الخميرة)
٧,٩ - ٧,٢	يورياز (فول الصويا)	٥ - ٤١٧	ليياز (بذرة الخروع)
١٠ - ٧	أكسيدات وبيروكسيدات	٦	ليياز (معدة الانسان)
٩ - ٧,٢	ليياز (البكتريا)	٥١٩	بروتياز Asp. Orizza
٨,٢	ليياز (الكبد)	٥١٥-٥١٤	فيتاز (النبات)
١٠ - ٨	ترسين (البنكرياس)	٥١٨	انزيمات بروتيلينية (المولت)
٩	ديهيدروجيناز اللكتيك	٥١٥	فوسفاتاز (اسبرجيلس)
٩	ديهيدورجيناز السكتيك	٥١٦	فوسفاتاز (المولت)
٩,٢ - ٩	فوسفاتاز (انسجة الثدييات)	٦١١	ملتاز (امعاء الانسان)
		٧٠٢-٦	بروتياز (البكتريا)

وللانزيمات المقدرة على احداث تغييرات كبيرة حتى مع استعمال كميات ضئيلة منها، فهي تهمضم من المواد الغذائية قدر وزنها من ٥٠٠,٠٠٠ إلى ٤ مليون مرة. ويضعف تأثير الانزيم كلما تجمعت نواتج الانحلال وهو ما يفسر حدوث التفاعلات العكسية بتأثير الانزيمات. وتنقسم الانزيمات بصفة عامة إلى مجموعتين كبيرتين هما:

١ - الانزيمات الايدروليبينية (المحللة مائيا) : تدخل معظم انزيمات الهضم والانزيمات المحللة المواد الغذائية تحت هذه المجموعة وتشمل الانزيمات الايدروليبينية المجموعات الانزيمية الآتية :

١ - الكاربوايدرازات Carbohydrases ، وتشمل الانزيمات التي تؤثر على المركبات الكربوايدراتية في كافة الكائنات الحية ، ومن أمثلتها . A. glucosidase

١ - المالتاز Maltase : يوجد في الأمعاء الدقيقة وفي الخميرة والعفن وفي المولت ، وهو يوجد في عادة في انزيم الاميلاز ، وهو يحول الالفاجلو كوسيدات أو الملتوز إلى جلوكوز .

٢ - البيتاجلو كوسيداز B. glucosidase : يوجد في العائلة الوردية ويحتوى الكثير من البذور على هذا الانزيم ، وهو يوجد بكثرة في اللوز كما أنه يوجد في الخميرة وفي الفطر والبكتريا ، وهو يؤثر على B. glucosides فين فصل منها الجلوكوز .

٣ - اللاكتاز Lactase : يؤثر على السكر اللكتوز ويعطى الجلاكتوز والجلوكوز ويوجد في الكبد والطحال وكذلك يوجد في اللوز والخميرة .

٤ - السكروز Saccharase : يوجد في النباتات وفي الاحياء الدقيقة وعلى الأخص في الخميرة وفي العصير المعوى ، وهو يحلل السكروز تحليلا مائيا إلى جلوكوز وفركتوز .

٥ - انزيمات الاميلاز أو الدايسزاز Amylases : توجد في جميع النباتات تقريبا وفي الحيوانات والاحياء الدقيقة ، وتوجد على الأخص في البذور النشوية خصوصا بعد الانبات ، كما توجد بكمية وفيرة في الفطريات

وتوجد أيضا في اللعاب . وفي البنكرياس في الحيوانات الراقية وفي النباتات يحول الاميلاز النشا المخزون إلى حالة يمكن انتقالها وتمثيلها وهي الملتوز ، والحيوانات تستخدم الاميلاز في عملية الهضم .

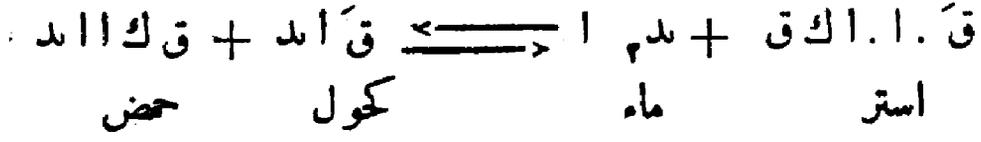
٦ - سيلولاز cellulase : تفرزه أنواع من البكتريا والعفن . ويمكن لبعض أنواع البكتريا المحبة للحرارة إفرازه .

٧ - انيولاز Inulase : انزيم يحلل الانيولين وبعض عديدة السكريات ، تفرزه بعض الفطريات مثل *P. glaucum*, *Aspergillus niger*.
٨ - البروتوبكتاز : هو الانزيم الذي يحدث التعفن في السكتان ويؤدي إلى انحلال البروتوبكتين إلى البكتين القابل للذوبان ، وبفرزه كثير من الفطريات والبكتريا ، وهو يوجد في الخضر والفواكه وهو العامل الأول في عملية التلين ، اللينة ، Softening التي تحدث للفاكهة أثناء النضج .

٩ - البكتناز : يفرزه الكثير من العفن والبكتريا ، وهو يؤثر على البكتين القابل للذوبان وعلى بكتات الكالسيوم وعلى حمض البكتيك ، ويكون من أثر ذلك نواتج انحلال منها حمض الجالاكتيورونيك galacturonic acid ومواد أخرى . وهو يستعمل صناعيا في ترويق عصير الفاكهة ، ويحضر صناعيا من العفن ، وهو يوجد كأحد الانزيمات البكتينية في الفواكه .

٢ - الاسترازات Esterases : يشمل الانزيمات التي تؤثر على المركبات العضوية المسماة بالاسترات والتي تتكون في الاصل من اتحاد كحول مع حمض عضوي وهي تشمل الدهون . وعند انحلال الاسترات انحلالا مائيا ينفرد الكحول والحمض العضوي ، وتشمل هذه المجموعة بعض

انزيمات الهضم كما تشمل بعض الانزيمات التي توجد في العضلات والدم .
وهي انزيمات تعمل على حدوث التفاعل العكسي الآتي :



ومن أمثلتها :

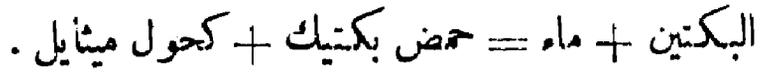
١ - استاراز الكبد واستاراز العضلات : يوجد في جسم الإنسان .
وفي أنسجة بعض الحيوانات .

٢ - كلوروفيللاز : يوجد في الأنسجة النباتية التي تحتوي على الكلوروفيل .

٣ - لياز المعدة : لهضم الدهون ، وكذلك لياز البكرياس .

ولياز في النبات : كما في بذرة الخروع .

٤ - البكتاز : ويحدث تأثيره على البكتين كالاتي :



٥ - فوسفاتاز : يوجد في جميع الخلايا الحية تقريبا خصوصا في

العظام وكريات الدم الحمراء والبيضاض وبلازما الدم والكبد

والكلى والخلايا المبطنه للأمعاء ، ويوجد كذلك في البول وردة

الأرز ، كما يفرزه الفطر والخيرة .

٦ - التاناز : يؤثر على التانينات ويوجد في كثير من أنواع الفطر

مثل *P. Glaucum* ، *Asper. niger* وفي الثمار . وهو يحلل الاسترات

تحليلا مائيا .

٣ - الاميدازات *Amidases* : تشمل الانزيمات التي تتولى انحلال

الأحماص الأمينية واليوريا .

ومن أمثلتها :

١ - الأرجيناز Arginase : هو انزيم يفرزه الجسم من الحيوانات الثديية ، وهو يوجد أيضا في الكلى والحالب Sploen ، أما في النبات فهو يوجد في بعض البذور ، وهو يحلل الحمض الأميني أرجينين إلى أورنتين ويوريا Ornithine .

٢ - الاسبارجيناز Asparginase : يوجد في البكتريا والخميرة والعفن كما يوجد في الشعير وغيرها من الحبوب وكذلك يوجد في الأمعاء والكبد . وهو يؤثر على الاسبارجين ويكون حمض اسبارتيك وأمونيا .

٣ - اسبارتاز Aspartase : يوجد منتشرا في النباتات وفي بعض أنواع البكتريا والخمائر ، وهو يحول حمض الاسبارتيك إلى أمونيا وحمض فيوماريك Fumaric .

٤ - يورباز Urease : يوجد في أنواع كثيرة من البكتريا والعفن وفي كثير من النباتات الراقية وخصوصا الفاصوليا وفول الصويا ، وكذلك يوجد في الانسان وفي بعض الحيوانات . وهو يؤثر على اليوريا ويكون كربونات أمونيوم Amm. carbonate ، وهذه قد تتحول بدورها إلى أملاح أمونيوم وحمض كربونيك . ويلعب الانزيم الذي يفرزه البكتريا دورا هاما في دورة الازوت .

٥ - أديناز Adinase : يؤثر على ادنين .

٦ - جواناز Guanase : يؤثر على جوانين .

وهذان الأخيران يوجدان في الكبد ويعطيان أمونيا وزانئين وهيبوزانئين .

٤ - الانزيمات البروتيو ليتية Protolytic Enzymes : في الانزيمات

التي تلعب الدور الرئيسي في هضم بروتين الغذاء وهي تؤدي إلى انحلال البروتينات كما يؤثر على نواتج انحلالها الوسطية مثل البروتوزوات والبيتونات وعديدة الببتيدات ، وتشتمل الانزيمات البروتيو ليتية على مجموعات مميزة من الانزيمات مثل .

١ - الببتيدازات Peptidases : تؤثر على الببتيدات المختلفة . وتشمل

هذه المجموعة انزيمات خاصة يقوم كل منها بنصيبه في تجزئة الببتيدات المختلفة من كربوكس ببتيدية أو أمينو ببتيدية أو ثنائية الببتيدات أو عديدة الببتيدات وتنتهي بها الأحماض الأمينية .

٢ - البروتينازات Proteinases : تشمل هذه المجموعة الانزيمات

التي تؤثر على البروتينات وتحولها إلى مركبات بروتينية أبسط تركيباً مثل عديدة الببتيدات ومن أمثلتها :

١ - الببسين ، وهو يوجد بصفة عامة في العصير المعوي للحيوانات الثديية والطيور والزواحف والسمك وهو يؤثر على البروتين ، وتتكون نواتج انحلاله أساسياً من بروتوزوات وبيتونات وكميات قليلة من الأحماض الأمينية .

ب - الرنين Rennin ، هو الانزيم الذي يحبه اللبن ، وهو يوجد في المعدة الرابعة للعجول الصغيرة ، ويؤثر الرنين على كيزين اللبن ويحوله إلى باراكيزين Paracasein ، وعند تجبن اللبن يتحول الباراكيزين في وجود أيونات الكالسيوم إلى خثرة من باراكيزينات الكالسيوم .

ح - التربسين Trypsin ، وهو يوجد في العصير البنكرياسي بعد دخوله إلى الأمعاء الدقيقة ، ويؤدي انزيم الانتروكيناز الذي تفرزه

الامعاء إلى تنشيط التربسين ، وهو يساعد على انحلال رابطة الببتيد في البروتين وعلى الأخص البروتينات المنحلة جزئيا ، وينتج عن ذلك مركبات عديدة الببتيد وأحماض أمينية .

د - كيموتربسين Chymotrypsin ، وهو يوجد في البنكرياس والعصير البنكرياسي ، وفي الامعاء الدقيقة بعد أن يمتزج عصير البنكرياس بانزيم الايتروكيناز Entrokinase الذي ينشط التربسين ، وهذا يؤثر بدوره على الكيموتربسينوجين Chymotrypsinogen ، وهذا الانزيم يساعد على الانحلال المائي لعدد من البروتينات ولنواتج هضمها بالببسين وذلك بمساعدة الببسين ويعطى عديدة الببتيدات وأحماض أمينية .

هـ - الباباين Papein ، ويوجد هذا الانزيم في العصير اللبني للباباز ، كما توجد انزيمات مماثلة له في Sap. والعصير الحلوى ، لشجرة التين وفي الأناناس والقمح وبعض أنواع الفاصوليا . ويحل معظم البروتينات والكثير من البروتوزوات والببتونات انحلالا مائيا ويعطى مركبات عديدة الببتيدات . وهناك انزيمات أخرى نباتية مثل الفيسين وهو يوجد في العصير اللبني في شجرة التين ، ومثل البروميلين وهو يوجد في الأناناس ، وهناك انزيمات مماثلة له في حبوب القمح المنبتة وفي فاصوليا اللبنا .

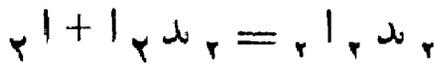
٣ - انزيمات تنفسية Respiratory Enzymes: وهي تشمل الانزيمات المؤكسدة Oxidising Enzymes ، وهذه الانزيمات ذات أهمية خاصة من الناحية الحيوية لعلاقتها بالتنفس الهوائي أو غير الهوائي للكائنات الحية ، فالتأكسد إما أن يستلزم الحصول على الاكسجين الخارجى وبنظره في الجسم عملية التنفس أو قد يحدث التأكسد دون حاجة إلى الاكسجين الخارجى كما يحدث في الأحياء الدقيقة وهو ما نعبر عنه عادة بالتخمير . وتتم عمليات التأكسد بطرق مختلفة فتحدث عن الاتحاد بالاكسجين أو عن سلب

الايدروجين أو عن فقد اليكترونات، وتشمل الانزيمات المؤكسدة المجموعات الانزيمية الرئيسية الآتية إلى جانب أنواع أخرى من الانزيمات .

١ - اكسيداتازات Oxidases ، وهذه الانزيمات تؤدي إلى تأكسد المواد بواسطة اكسجين الجو ، وتنقسم الاكسيداتازات عادة إلى :

١ - اكسيداتازات حديدية وهي التي تحتوي على الحديد الذي تعتمد عليه في خواصها ، وتشمل هذه المجموعة .

الكاتالاز Catalase - وهو يوجد في الكبد وفي كافة الكائنات الحية وفي الاحياء الدقيقة فيما عدا بعض أنواع منها . وعلى الرغم من أن هذا الانزيم ليس انزيمًا مؤكسداً إلا أنه يوضع تحت مجموعة الانزيمات المؤكسدة لأنه يشابهها في الناحية الكيماية ولأن تأثيره يرتبط عن قرب بعملية التأكسد الفسيولوجية . والتأثير الوحيد لهذا الانزيم هو تحليل H_2O_2 لتكوين الماء والاكسجين الغازي



ويعتبر هذا الانزيم من أقوى الانزيمات المعروفة تأثيراً ، فالجزء الواحد منه يستطيع أن يحلل ٥ مليون جزء من H_2O_2 في دقيقة واحدة في درجة الصفر المئوي .

البيروكسيداز Peroxidase - وهو يكاد يوجد في جميع خلايا النبات ، وأعلى درجة تركيزه وجدت في العصير الخلوي لشجرة التين . وهناك شك فيما يتصل بوجود هذا الانزيم وتوزعه في أنسجة الحيوان وذلك لاحتواء هذه الأنسجة على مواد تستجيب لاختبار البيروكسيداز وعلى الأخص الهيموجلوبين والسيتوكروم ، ويوجد البيروكسيداز في اللبن ، وهو يساعد على تأكسد عدد كبير من الفينولات والامينات العطرية وذلك في وجود

فوق أكسيد الايدروجين ، فهو يؤثر على البيروجاللول Pyrogallol والجواياكول Guaiacol والكانيكول Catechol والايديروكوينيون Hydroquinone وغيرها . وتختلف نواتج تأثيره تبعا للمادة المؤثر عليها . وهذا الانزيم أقل حساسية للحرارة العالية من كثير من الانزيمات ويثبط نشاطه حمض الايدروسيانيك وكبريتور الايدروجين واكسيد النتريك وكذلك الثيوريا Thiourea ، وتستخدم هذه الأخيرة صناعيا في منع تلون الخضراوات والفاكهة بالتأكسد .

الثيردوبيروكسيداز - وهو يوجد في الكريات البيضاء leucocytes بتركيز ١٪ ، كما تشمل مادة سيتوكروم C وهي تعمل كرافق انزيم . اوكسيداز السيتوكروم - وهو يوجد في كافة صور الحياة . وهناك أدلة كثيرة على احتواء هذا الانزيم على الحديد ، ويعتقد أنه يساعد على تأكسد الفينولات والامينات الخ ... بطريقة غير مباشرة ، وذلك بأكسدة سيتوكروم C المختزل ، وهذا يؤكسد بدوره الفينولات أو الامينات كما هو واضح من المعادلة .



ويحتاج هذا الانزيم إلى الاكسجين الغازي لكي يحدث تأثيره ، وهو لا يكون بد ١ ، وهو يلعب دورا كبيرا في معظم عمليات التأكسد البيولوجية الهوائية .

ب - اوكسيدازات نحاسية ، وهي تشمل الكثير من الانزيمات المؤكسدة النباتية مثل التيروسيناز Tyrosinase وهو يوجد في النباتات وفي العفن ، وتعتبر البطاطس وأبصال الداليا وردة القمح غنية بهذا الانزيم . وهو يؤثر

على الفينول والكاتيكول والتيروسين ، ويحتاج في تأثيره إلى الاكسجين العازى ، وهو لا يكون بد pH ، وهو يؤكسد التيروسين إلى هالوكروم Hallochrome وهي صبغة حمراء تتأكسد ذاتيا بدورها لتكون الصبغة السوداء غير القابلة للذوبان المسماة بالميلانين Melanin . وتشتمل الاكسيدات النحاسية كذلك على اللكاز Laccase وهو يوجد في اللاتيكس Latex لشجرة الألك Lac وكذلك في عدد من النباتات والفطريات وفي البطاطس وبنجر السكر والتفاح والكرنب ، وهو يؤكسد الفينولات إلى أرثووبارا كيتونات ، ويحتاج إلى الاكسجين في تأثيره . وكذلك تشتمل الاكسيدات النحاسية على انزيم الارثوفينولاز ، وهو انزيم يوجد في البطاطا ، وهو يؤكسد الارثوفينولات كما يؤكسد الكاوتيكول وكريسول O-cresol .

ح - اكسيدات حمض الاسكوريك - ويوجد في عدة أصناف من القرع Squach وفي الخيار والموز والخس والفاصوليا والسبانخ . وهو يؤكسد حمض الاسكوريك 1-acorbic acid وذلك في وجود الاكسجين ، فيتحد بمجموعتين من الايدروكسيل ويكون Dehydroascorbic acid ، وفي هذا التفاعل لا يتكون بد pH ، ويمكن اختزال ديهيدرو حمض الاسكوريك ثانية بكبريتور الايدروجين .

٢ - انزيمات مزيلة للايدروجين «ديهيدروجينازات Dehydrogenases» .
وتؤثر هذه الانزيمات على مركبات خاصة وتزيل الايدروجين وبذلك تؤدي إلى تأكسدها . ويمكن لبعض هذه الانزيمات نقل الايدروجين مباشرة الى اكسجين غازى وتعتبر غير هوائية ، وبعضها الآخر يعمل على نقل الايدروجين إلى صبغة الميلانين الزرقاء أو إلى مستقبل للايدروجين Acceptor وهذه المجموعة من الانزيمات يكون تأثيرها مطردا بحيث تحدث سلسلة من التفاعلات تؤدي إلى تكون الماء في النهاية .

ويمكن تقسيم هذه المجموعات إلى الأقسام الثلاثة الآتية :

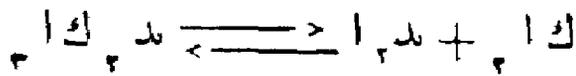
- ١ - انزيمات يحتاج نشاطها إلى Co-enzyme 2, Co-enzyme 1
- ٢ - انزيمات تحمل اليكترونات إلى السيتوكروم
- ٣ - الانزيمات الصفراء

ومن أمثلة القسم الأول - ديهيدروجيناز الكحول Alcohol Dehydrogenase ، وهو يوجد في الخميرة والبكتريا . ويحتمل وجود انزيم مماثل له في النباتات الراقية ، كما أن هناك مماثله في الحيوانات . وهناك Malic dehydrogenase وهو يؤثر على حمض المالك و ينتج حمض اوكسالليك ، و Lactic dehydrogenase وهو يؤثر على حمض اللاكتيك و ينتج حمض بيروفيك و Succinic dohydrogenase وهو يؤثر على حمض السكسفيك و يكون حمض الفيوماريك Fumaric ، يوجد هذا الانزيم في النبات والحيوانات والاحياء الدقيقة ويحدث عملية التأكسد بشرط وجود مستقبل للايدروجين ويدخل في نظام تفاعله وجود ديسيتوكروم Cytochrome C ، الذي يعمل في صورته المؤكسدة والمختزلة ، ومن المحتمل أن له اتصالا بعملية التنفس في الخلايا الحيوانية والنباتية .

٣ - فسفوريلازات Phosphorylases ، وتشبه هذه المجموعة من الانزيمات في تفاعلها الانزيمات الايدروليبية في أنها بدلا من أن تساعد على تفاعل المادة مع الماء تؤدي إلى تفاعل المادة مع مركب فوسفاتي ، ويطلق على هذه العملية أحيانا Phosphorolysis . ومن أهم انزيمات هذه المجموعة فسفوريلاز الألفا جلوكوسان وهو منتشر في الحيوانات والنباتات والاحياء الدقيقة ، ويعمل الفوسفوريلاز الحيواني على تكوين النشا في الحيوان كما يعمل على انحلاله .

٤ - انزيمات مزيلة للكربوكسيل Dicarboxylases وديكربوكسيلازات ،

وتشمل هذه المجموعة انهدراز السكر بونيك Carbonic anhydrase ، وهو انزيم تنفسى هام يساعد على تكوين وتحليل حمض الكربونيك .



وهو منتشر في جسم الحيوان ، إلا أنه يوجد بكثرة في كريات الدم الحمراء وهو بروتين محتو على الزنك .

هـ - امينازات ناقلة Transaminases ، وهى انزيمات تساعد على انتقال مجموعة الأمينو من بعض الأحماض الأمينية إلى الأحماض الألفا كيتونية . ويسود هذا التفاعل بين الأحماض الثنائية الكربوكسيل وتكون نتيجته ك_٢ ا_٢ بد_٢ ا_٢ احماض كيتونية وأحماض أمينية .

الباب الرابع

الأحياء الدقيقة

وما تحدثة من تغيرات

تحدث الأحياء الدقيقة بنموها وتكاثرها في المواد الغذائية عدة تغيرات في تركيبها الكيماى . وهى في نموها وتكاثرها تحلل الكثير من المواد العضوية بتأثير ما تفرزه من انزيمات متنوعة ، وهى تحلل هذه المركبات بغرض الحصول على الطاقة والغذاء اللازمين لبقائها ونموها . ولا شك أن الجزء الأكبر مما تحلله من هذه المركبات هو لسد حاجتها من الطاقة . وتحتوى المواد الغذائية نباتية كانت أو حيوانية على الكربوايدرات والبروتينات والدهون والمواد المعدنية والفيتامينات . والأحياء الدقيقة فى ميلها إلى المركبات العضوية الثلاثة الأولى تفضل الكربوايدرات