

## المحاضرة الرابعة

العمليات الحياتية ( الهدم والتكوين الحياتي وأغراضه ) للاحماض الامينية

والبروتينات

### Metabolism of amino acids and proteins

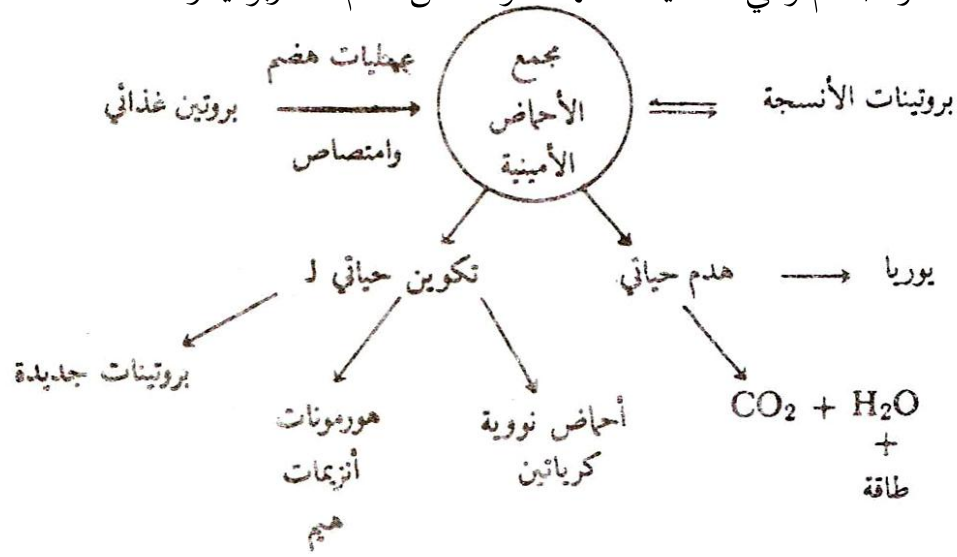
تعد الاحماض الامينية والنيومليوتيدات الوحدات البنائية لجزيئات البروتينات والاحماض النووية على التوالي . تلك الجزيئات المميزة والخاصة لكل نوع من الكائنات الحية . وقد تستخدم الاحماض الامينية تحت ظروف معينة مثل الصيام أو داء السكر ، للاكسدة والحصول على الطاقة . وتحصل النباتات والكائنات الحية الدقيقة على النتروجين اللازم للتكوين الحياتي للاحماض الامينية والنيوكليوتيدات ، بشكل ايون النترات أو بشكل  $NH_4$  غير ان الحيوانات الراقية بالرغم من استطاعتها استخدام الامونيا (  $NH_4$  ) مصدراً نتروجينياً لتكوين المركبات النتروجينية ، الا انها تعتمد بصورة اساسية على البروتينات التي تناولها كغذاء لهذا الغرض .

### هضم وامتصاص البروتينات Digestion and Absorption of Protein

عند وصول الطعام الى المعدة ، يتحفز إفراز هورمون كاسترين Gastrin والذي بدوره يحفز افراز حامض الهيدروكلوريك (  $HCl$  ) وانزيم البيبسينوجين من قبل خلايا متخصصة في جدار المعدة . وتكون درجة حامضية العصارة الهضمية بين 1.5 – 2.5 ، حيث تعمل هذه الدرجة من الحامضية على قتل البكتريا وازالة الالتواءات الخاصة لجزيئات البروتين ، فتتعرض بذلك لأواصر البيبتيد الداخلية الى الانزيمات المحللة البيبسينوجين هو المصدر الاولي غير الفعال للبيسين . وبفعل عملية التحفيز الذاتي Autocatalysis بوساطة البيسين نفسه ، أو بوساطة ايونات الهيدروجين ، تتحلل بعض الاواصر البيبتيدية للبيبسينوجين ويتحول بهذا الى البيسين pepsin ، الشكل الفعال للانزيم ، ويحلل البيسين سلاسل متعدد البيبتيد الطويل الى خليط من البيبتيدات القصيرة السلسلة . ويعمل هذا الانزيم على تحلل الاواصر البيبتيدية للاحماض الامينية تايروسين ، فينايل الانين وتريبتوفان ، الموجودة في سلاسل البروتين . وعند مرور

محتويات المعدة الى الامعاء الدقيقة ، فإن الدرجة الحامضية الواطئة تحفز افراز هورمون سيكريتين Secretin الى الدم ، وهذا بدوره يحفز البنكرياس لافراز البيكاربونات الى الامعاء الدقيقة ، ليعادل حامض الهيدروكلوريك المعدي ، وبذلك ترتفع درجة الحامضية من 1.5-2.5 الى حوالي 7.0 ، كما يفرز البنكرياس الانزيمات المحللة للبروتين التالية ، وذلك بشكل غير فعال ( زايوجين Zymogen ) : التريسينوجين Trypsinogen ، كيموتريسينوجين Chymotrypsinogen وبروكاربوكسي بيتيديس . وبعد دخول كل من هذه الانزيمات غير الفعالي الى الامعاء ، تتحول الى الشكل الفعال : تريسين Trypsin ، كيموتريسين Chymotrypsin ، وكاربوكسي بيتيديس carboxypeptidase على التوالي حيث يعمل انزيم التريسين على تحليل الاواصر البيبتيدية لكل من الاليسين والارجينين ، ويعمل انزيم كيموتريسين على تحليل الاواصر البيبتيدية التي تشترك فيها التايروسين ، الفينيل الانين والتريتوفان . ويكمل بعد ذلك تحليل البيبتيدات الصغيرة الناتجة بفعل انزيم كاربوكسي بيتيديس ، حيث يحفز تحليل الاحماض البيبتيدية للاحماض الامينية من النهاية الكاربوكسيلية لسلسلة متعدد البيبتيد بصورة متعاقبة ، ويفرز البنكرياس ايضا ، الى الامعاء الدقيقة ، الانزيم امينو بيتيديس aminopeptidase الذي يحفز تحليل الاواصر البيبتيدية للاحماض الامينية من النهاية الامينية لسلسلة البيبتيد . ويفرز الغشاء المخاطي للامعاء انزيمات اخرى محللة للبروتين ايضا هي ليوسين امينوبيبتيديس Leucine aminopeptidase بيتيديس dipeptidase وهذه تعمل على تحليل البيبتيدات المتبقية الى احماض امينية طليقة بفعل العمل التخصصي لهذه الانزيمات . تتم عملية تحليل البروتين proteolysis الى خليط من الاحماض الامينية المختلفة بكفاءة عالية . وتقوم الامعاء الدقيقة بامتصاص هذه الاحماض الامينية بصورة غالبية بواسطة النقل الفعال ، ثم تنتقل الاحماض الامينية عن طريق الدم الى الكبد الذي يعتبر العضو الرئيس لتمثيل الاحماض الامينية . ان بروتينات الانسجة تكون دائما في حالة توازن فعال dynamic equilibrium فهي تتحلل وتتجدد باستمرار ، كما ان الاحماض الامينية الناتجة من هذه البروتينات تكون دائما في حالة توازن مع تلك الاحماض الامينية الممتصة من

الغذاء البروتيني ( انظر شكل 1-13 ) . وفي هدم البروتينات تتولد طاقة مقدارها 4 سعة / غم وهي الكمية نفسها المتولدة من هدم الكربوهيدرات .



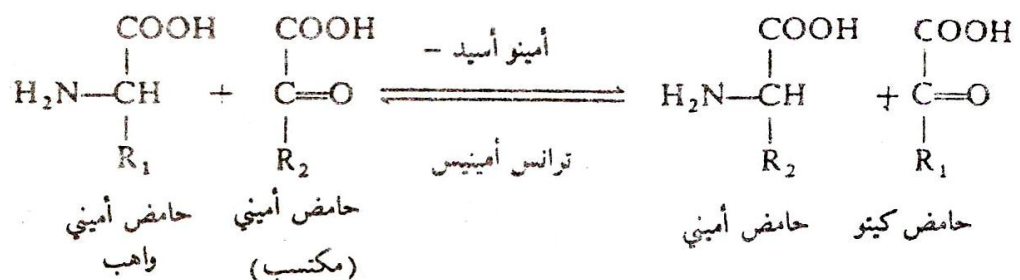
شكل (1-13) العلاقات الأيضية بين البروتينات المتناولة غذائياً وبين بروتينات الأنسجة

## أيض الأحماض الأمينية Amino acids metabolism

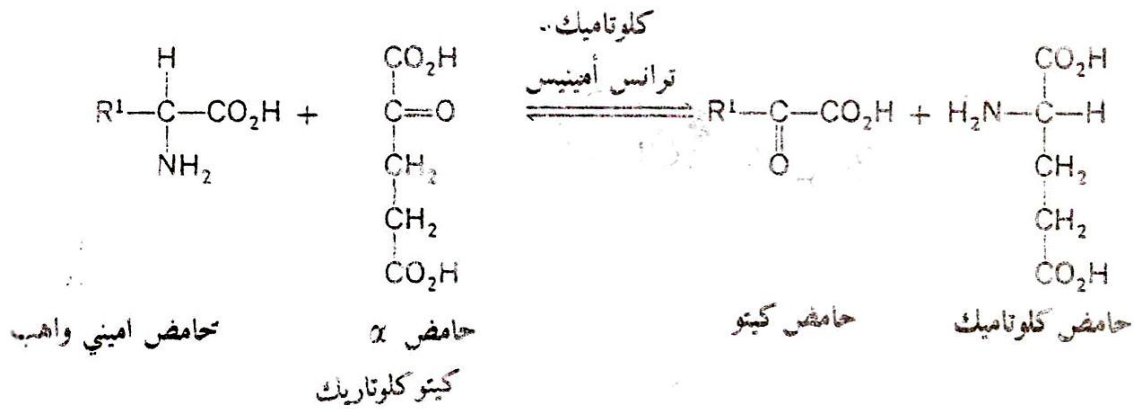
ان الموقع الرئيسي لهدم الأحماض الأمينية في الحيوانات الرقيقة هو الكبد . وفيما يلي التفاعلات الأيضية العامة لهدم الأحماض الأمينية :

### ١- انتقال المجموعات الأمينية : Transamination

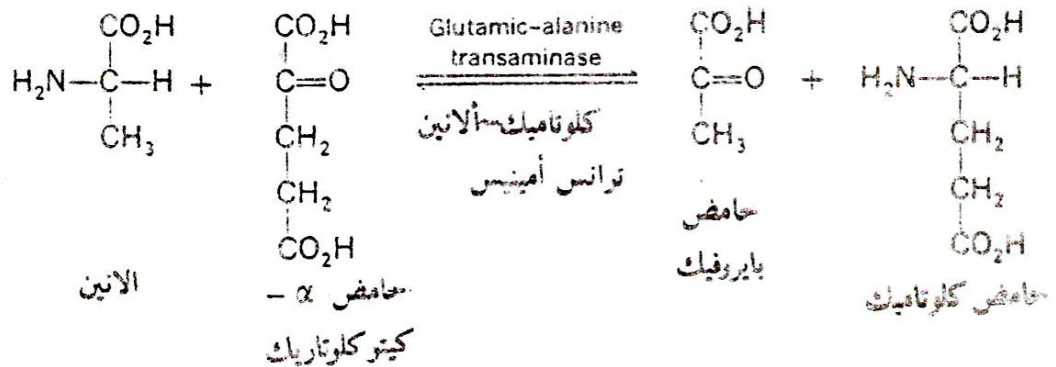
يعاد تفاعل انتقال مجموعة الأمين  $\alpha$  للحمض الأميني من أغلب التفاعلات انتشاراً لهدم الحامض الأميني في الكائنات الحية المختلفة . ويشمل هذا التفاعل بوجه عام انتقال مجموعة الأمين من الحامض الأميني إلى حامض كيتو محولاً الأخير إلى حامض أميني ومولداً من الحامض الأميني الأصلي حامض كيتو جديد . وتحفز مثل هذه التفاعلات بأنزيمات الترانس أمينيس transaminase enzymes أو أنزيمات أمينوترانسفيريس aminotransferases .



ومن أهم هذه الانزيمات هي كلوتاماتيك ترانس امينيس glutamatic transaminase والالانين ترانس امينيس alanine transaminase . ويكون الانزيم كلوتاماتيك ترانس امينيس متخصصاً لمادتي الاساس ، حامض كلوماتيك وحامض  $\alpha$  - كيتوكلوتاريك ، غير انه يتفاعل بسرعات مختلفة مع جميع الاحماض الامينية البروتينية الاخرى تقريبا .



وكذلك فإن انزيم الالانين ترانس امينيس يكون متخصصاً لمادتي الاساس الالانين وحامض بايروفيك ، غير انه يتفاعل ايضا مع أي حامض اميني تقريبا . وان هذا الانزيم موجود في العديد من الكائنات الحية المختلفة .



إن انزيمات ترانس امينيس تحتاج الى العامل المرافق بايريدوكسال فوسفات . وعملية انتقال مجموعة الامين تتوظف في جميع مجموعات الامين للعديد من الاحماض الامينية

بشكل حامض كلوتاميك ( كما في التفاعلين السابقين ) . ويتم هذا النوع من التفاعلات مبدئيا في السايٲوبلازم ، حيث ينفذ بعدها حامض الكلوتاميك الى الميتوكوندريا وتزاح منه مجموعة الامين بفعل انزيم اسبارتيك ترانس امينيس aspartic transaminase وبفعل انزيم كلوتاميك ديهيدروجينيس glutamic dhydrogenase .