النواتج النهائية لهضم العناصر الغذائية

1. هضم البروتين:

لابد من تجزئة المركبات البروتينية الى عناصرها المكونة لها وهي الاحماض الامينية ,لكي يسهل مرورها عن طريق جدران الامعاء الدقيقة .كما معروف أن المصادر البروتينية في المملكتين النباتية والحيوانية تتكون من توليفات مختلفة من 22 حامض اميني فقط. وان البروتين الواحد لا يحتوي عل جميع الاحماض الامينية الاثنين والعشرين , ولا كمية اي حامض اميني تكون ثابتة في بروتين ولذلك هناك توليفات عديدة من الاحماض الامينية وغير محدودة العدد تقوم بتكوين البروتينات المختلفة .وقد يصل عدد البروتينات المتكونة الى عدة مئات .بالإضافة الى ذلك غالبا ما تكون البروتينات مرتبطة بعناصر غذائية اخرى مثل الكربوهيدرات والدهون والعناصر المعدنية وهذا يضيف اعدادا اخرى كثيرة من البروتينات .

تتعرض البروتينات الموجودة في الغذاء الى سلسلة من انزيمات التحلل بعد تناول الغذاء من قبل الطير ,وتعمل هذه الانزيمات بترتيب محدد والبروتينات الخام الطبيعية غالباً ما تظهر مقاومة لهذه الانزيمات .

1- لذلك يجب ان تمر بعملية الدنترة (denaturation) لغرض تكسير الروابط وتحويل البروتين الى الصيغة الابسط وتحدث هذه العملية في المعدة الغدية والقانصة ,تفيد البيئة الحامضية للمعدة الغدية والقانصة في كسر روابط البروتين وتعريض معظم الروابط الببتيدية الحساسة للببسين .

2. وتتجزأ البيتيدات المتعددة الناتجة من هضم الببسين في المعدة الغدية والقانصة الى ببتيدات اصغر حجماً في الامعاء الدقيقة بفعل انزيمات التربسين والكايموتربسين وانزيم الايلاستيز.
3. يؤدي فعل هذه الانزيمات الى اطلاق روابط ببتيدية طرفية متعددة التي بدورها تتعرض الى انزيمات الامينو بتيديزز والكابوكسي ببتيديزز وغيرها التي توجد في الغشاء المخاطي او بطانة الامعاء الدقيقة .

عملية هضم البروتينات:

بعد تناول الغذاء مباشرتا يحدث تحفيز العصب المعدي في النسيج المخاطي المعدي الذي بدوره يحفز على بدأ افراز عصارة المعدة في المعدة الغدية ,وهذه العصارة تحتوي على (حامض الهيدروكلوريك ,انزيمات محللة للبروتينات . الببسينوجين يفرز من الخلايا الببسينية للمعدة الغدية ويزيد قليلا تركيزه الذي يؤدي الى زيادة انتاج حامض الهيدروكلوريك . قبل دخول الغذاء المعدة الغدية والقانصة تكون درجة حموضة PH السوائل الموجودة فيهما بين 2-1.5 ولكن بفعل التعادل ترتفع درجة PH الى حوالي 5-3.5 , وعندما يمر الكيموس المهضوم جزئياً الى الامعاء الدقيقة فإن الانخفاض في الحموضة يؤدي الى انطلاق هرمون المعدين الذي يعمل بدوره على افراز حامض HCL. ويقوم حامض HCL في المعدة الغدية عند درجة حموضة اقل من 5 بتحفيز ذاتي الببسينوجين الى الببسين .

امتصاص النواتج النهائية للبروتين:

ان عملية امتصاص النواتج النهائية لهضم البروتين التي هي الاحماض الامينية تحصل في الامعاء الدقيقة .اذ ان تجويفها يحتوي على تركيبات دقيقة تشبه الاصابع تسمى الزغابات وكل زغابة تمتلك شبكة لمفاوية وشعيرات دموية . حيث تنتقل الاحماض الامينية بواسطة هذه الشعيرات الدموية الى الكبد عن طريق الوريد البابي الكبدي ومن هنا تنتقل الى جميع انحاء الجسم لغرض تمثيلها والاستفادة منها .

مسار البروتينات:

1- يستعمل البروتينات لبناء للأنسجة الجديدة لاسيما في الافراخ التي في طور النمو .

2- لتعويض الانسجة التالفة او لصناعة الهرمونات والانزيمات .

3- تحويل قسم من البروتينات الى احماض امينية اخرى يحتاجها الجسم عندما تكون الاحماض الامينية الممتصة فائضة عن الحاجة .

4- والباقي من البروتينات تتحول الى مواد طاقة قابلة للخزن مثل الدهون والكربوهيدرات .

ان الجسم لا يمكنه من الاحتفاظ بالأحماض الامينية كما هي وان الفائض عن حاجة الجسم يطرح الى خارج الجسم عن طريق الجهاز البولي على شكل حامض اليوريك.

2- هضم الكربوهيدرات :

الكربوهيدرات هي عبارة عن مركبات كيميائية معقدة تتكون من النشويات ,السليلوزات ,البنتوسانات . تمر الكاربوهيدرات بعملية التحلل المائي خلال عملية الهضم وبذلك يحدث تجزئة للمركبات المعقدة الى جزيئات صغيرة تنتهي بتكوين جزيئات المالتوز ومن ثم الى جزيئات الكلوكوز في النهاية . تمص جزيئة الكلوكوز من خلال جدران الامعاء الدقيقة , وتعد جزيئة الكلوكوز الصيغة الرئيسية التي تدخل فيها السكريات البسيطة الى مجرى الدم . يعد الكلايكوجين (النشأ الحيواني) من السكريات المتعددة المهمة في عملية ايض الطيور الداجنة وهو دوره خزن الكربوهيدرات في جسم الطير ويوجد الكلايكوجين بكميات قليلة في خلايا الكبد والعضلات . وهو المكان التي تنظيم مستويات سكر الكلوكوز في الدم وكمصدر طاقة للعضلات .

والجدول التالي يبين هضم المواد الغذائية والإنزيمات المفرزة ونواتج الهضم

نوع المادة الغذائية	الإنزيم	مصدر إفراز الإنزيم	المواد الناتجة
1- الكربوهيدرات			
النشاء والكلايكوجين	الاميليز	اللعاب والبنكرياس	المالتوز والكلوكوز
المالتوز	مالتيز	الأمعاء الدقيقة	الكلوكوز
الاكتوز	لاكتيز	الأمعاء الدقيقة	الكلوكوز والكلاكتوز
السكروز	سكريز	الأمعاء الدقيقة	الكلوكوز والفركتوز
2- البروتينات	ببسين	المعدة	ببتيدات متعددة
	تربسين	البنكرياس	ببتيدات متعددة
	كيموتربسين	البنكرياس	ببتيدات متعددة
	كاربوكسي بتيايدز	البنكرياس	ببتيدات وأحماض امينية
	امينو بتيايدز	الأمعاء	الأحماض الامينية
3- الدهون	**اللايبيز**	البنكرياس	أحماض دهنية وكلسيرول

3- هضم الدهون:

يشمل هضم الدهون على تكوين الاحماض الدهنية والكليسرول عن طريق الانزيم الخاص بتجزئة الدهون . وتقوم عصارة الصفراء بعمل مستحلب للدهون ليسهل انزيم اللاييز الذي يفرز من البنكرياس وتحصل هذه العملية في الامعاء الدقيقة .

تدخل الدهون الى ثنى عشر على شكل مستحلب خشن مع قليل من التحلل المائي عليه وتكون هذه الدهون على شكل قطرات كبيرة الحجم بحدود 5000 انكستروم او اكثر وبوجد املاح الصفراء التي تفرز من المرارة وانزيم اللاييز الذي يفرز من البنكرياس .تتحلل الكليسريدات الثلاثية مائياً ويصغر حجمها ويصل الى حوالي 100-30 انكستروم. وبعدئذ يقوم اللاييز بفصل الحامضين الدهني الى الاحماض الدهنية الحرة والكليسريدات الاحادية .تقوم الزغابات التي تبطن جدار الامعاء الدقيقة بامتصاص كل من الكليسريدات الاحادية والاحماض الدهنية ,بينما تمر مادة الصفراء الى اسفل الامعاء الدقيقة لتمتصها جدران اللفائفي عائدة الى الكبد لا مكان استخدامها مرة اخرى .تتأثر قابلية هضم الدهن وقيمة الطاقة الموجودة فيه بكل من الاحماض الدهنية وموقع هذه الاحماض على جزيئة الكليسرول .خلال عملية التحلل المائي للدهون ينتج 90% احماض دهنية و10% كليسرول.

تمتص نواتج الهضم بعد عن طريق الجهاز اللمفاوي ومن ثم الى جهاز الدوران متجهة نحو الكبد. وما يقارب 50-78%من جزيئات الكليسريدات الثلاثية الموجودة في الغذاء تتحلل مائياً الى جزيئتي كليسريدات احادية وتمتص بهذا الشكل .

العوامل التي تؤثر في هضم وامتصاص الدهون:

1- طول سلسلة الحامض الدهني:

ويعد ذلك مهما بالنسبة للأحماض الدهنية المشبعة ,فكلما ازداد طول سلسلة الحامض الدهني كلما قلت قابلية هضم الدهن , ويعزى الى التأثيرات الفيزيائية للحجم الجزيئي للدهن ودرجة الانصهار.

2 – عدد الاواصر المزدوجة للحامض الدهني :

الاحماض الدهنية غير المشبعة تمتص بصورة جيدة ,الا انه يحدث تحسن بسيط في قابلية هضمها عندما يزاد عدد الاواصر المزدوجة حامض الاوليك (18:1) < حامض اللينوليك (18:2) < حامض اللينولينك (18:3) .

3-وجود رابطة الاستر او ما اذا كان الدهن بهيئة كليسريدات ثلاثية او احماض دهنية حرة:

الاحماض الدهنية غير المشبعة تهضم جيدا كأنها احماض دهنية حرة .اما بالنسبة للأحماض الدهنية المشبعة فأنها يتم امتصاصها بصورة افضل عندما تكون بهيئة كليسريدات ثلاثية .

4- ترتيب موقع الاحماض الدهنية المشبعة على جزيئة الكليسرول:

يصبح الحامض الدهني الذي يقع في وسطه جزئية الكليسريدات الثلاثية عادة جزءاً من الكلسيريدات الاحادية وبذلك يمكن امتصاصه بسهوله بغض النظر عن ما هو الحامض الدهني .ان التوزيع العام للأحماض الدهنية على جزيئة الكليسريدات الثلاثية يعد صفة مميزة للدهون المختلفة.

5- النسبة بين الدهون غير المشبعة الى الدهون المشبعة :

ان وجود الدهون غير المشبعة يزيد من امتصاص الدهون المشبعة . يجب ان تكون النسبة بين الدهون غير المشبعة بمقدار 1.4-1.وعادة تستخدم نسبة من حامض اللينوليك بقدار 10% او اكثر كحد ادنى مطلوب لتحسين امتصاص الدهون المشبعة .

6- المنافسة بين الاحماض الدهنية المشبعة:

ان الحامض الدهني الستريك هو ليس فقط ضعيف الامتصاص بحد ذاته ولكنه يقلل من امتصاص حامض البالميتيك اذا تمت تغذية الاثنين معاً .لذلك يجب ان تكون النسبة بين حامض البالميتيك وحامض الستيريك بمقدار 1:1.5 او اكثر ان كان ذلك ممكنا .وهناك عوامل اخرى مثل عمر الطير, وتركيب العليقة والاحياء المجهرية الموجودة في القناة الهضمية ولكن هذه العوامل تؤدي دوراً قليلاً في قابلية الطيور في هضم الدهون.

تزنخ الدهون والزيوت :

هناك نوعان من التزنخ الذي تتعرض له الدهون:

1- **التزنخ بالتحلل المائي**: وهذا التزنخ ينتج بفعل الاحياء المجهرية على الدهون والزيوت مسبباً تحللاً مائياً بسيطاً للدهون محولاً اياها الى احماض دهنية , كليسريدات ثنائية ,كليسريدات احادية و كليسرول والحامض الدهني . والتحلل المائي هو عبارة عن فصل رابطة الاستر الموجودة بين الكليسرول والحامض الدهني. ويمكن معالجة ه ذا النوع من التزنخ بتقليل المحتوى الرطوبي

2- **التزنخ الاوكسيدي** : وينتج من تفاعل اواصر الدهون غير المشبعة مع الاوكسجين مؤدياً بذلك الى انتاج مركبات تدعى البيروكسيدات , وهي عملية فصل جزيئة هيدروجين من الحامض الدهني غير المشبع التي تؤدي الى تكوين جذور حره على موقع الرابطة المزدوجة . تقوم العناصر المعدنية النادرة بالمساعدة في تسريع هذا التفاعل بوجود الاوكسجين ومن هذه العناصر الحديد والنحاس .وهنا لابد من اضافه مواد مانعة للأكسدة مثل فيتامين E او الايثوكسي كوين. وان الجذور الحرة المتولدة ستلحق الضرر بأنسجة الجسم المختلفة .واذا تناولت افراخ الدجاج الدهن والزيت المتزنخ فأنه سيؤدي الى تلف نسيج الدماغ ويدعى بمرض جنون الدجاج.

4- هضم العناصر المعدنية:

لا تمر العناصر المعدنية بعملية الهضم ,ولكنها تمتص من خلال جدران الامعاء الدقيقة بنفس الصيغة التي تعطى بالعلف . وان قابلية ذوبانها دورا مهما في امتصاصها.

5- هضم الفيتامينات :

معظم الفيتامينات تكون على شكل مجموعات في داخل القناة الهضمية , وهذه المجموعات تمنع حدوث امتصاص الفيتامينات من خلال جدران الامعاء الدقيقة .لابد من حدوث نوع من الهضم عليها او على الاقل تغير ما لجعلها قادرة على المرور الى مجرى الدم . ولا يعد الغذاء المصدر الوحيد لجميع الفيتامينات . اذ ان فيتامينD مثلا يمكن تكوينه على سطح الجلد عن طريق التعرض لأشعة الشمس ويمكن تجهيزه ايضا عن طريق الغذاء.

6- هضم العقاقير والمضادات الحيوية :

تعطى العقاقير والمضادات الحيوية للطيور اما عن طريق الغذاء او ماء الشرب لغرض ايصالها الى القناة الهضمية . وان معظمها تستخدم لتثبيط نمو الاحياء المجهرية المرضية او لتنظيم نموها .تدخل العقاقير الى مجرى الدم بصيغتها الاصلية . تدخل العقاقير الى مجرى الدم بصيغتها الاصلية وعلى الرغم من ذلك هناك بعض الاختلافات بين المقادير المتناولة وتلك التي يتم امتصاصها.