Anim.Res.Dept.

فسلجة الهضم في الدواجن *Physiology of Digestion in Poultry*

موضوع **فسلجة الهضم** بشكل مختصر ممكن ان يعرف على انه العلم الذي يختص بدراسة جميع العمليات الفسلجية المتعلقة باستلام المواد الغذائية من قبل الجهاز الهضمي للحيوان مروراً بهضمها وامتصاصها وطرح غير الممتص منها خارج الجسم.

لذلك يقصد **بالهضم** نشاط القناة الهضمية وغددها لتحضير الغذاء لغرض الامتصاص وكذلك طرح المواد الباقية غير الممتصة. و**الهضم** عبارة عن تحلل مائي Hydrolysis تفصم فيه اواصر كيميائية باضافة الماء وبمعدل جزيئة واحدة لكل اصرة ، ويتم التحلل باستخدام الانزيمات الهضمية Digestive Enzymes التي تفرزها الغدد الهضمية الواقعة في جدران القناة الهضمية D. tract او غدد خارجية مثل البنكرياس والكبد والغدد اللعابية. وتكون معظم المواد الغذائية التي يتناولها الحيوان بحالة غير ذائبة Insoluble لذلك يجب تغييرها في القناة الهضمية الى مواد ذائبة بسيطة لغرض امتصاصها absorption عبر الدم او اللمف ثم نقلها الى خلايا الجسم للاستفادة منها في تحرير الطاقة اللازمة للافعال الحيوية.

هنالك العديد من العوامل المتعلقة بالهضم التي تشمل :-

1) **عوامل ميكانيكية** – مثل **المضغ** Mastication و**البلع** Swallowing و**التقيؤ** Vomiting **وحركة المعدة والامعاء والابراز** Defecation .
2) **عوامل افرازية** – مثل افرازات الغدد الهضمية ومنها **الغدد اللعابية** Salivary glands و**البنكرياس** Pancrease .
3) **عوامل كيميائية** – مثل **الانزيمات** المتكونة في الجهاز الهضمي او الموجودة في الغذاء نفسه اضافة الى **حامض HCl** المتكون في الغدد المعدية Gastric glands .
4) **عوامل مايكروبية** – مثل **البكتريا** و**البروتوزوا** التي توجد عادة في الامعاء الغليضة للحيوان غير المجتر non-ruminant وفي كرش الحيوانات المجترة ruminant .

ولاجل ان يعيش الحيوان بحالة صحية جيدة ومنتجة يجب ان يحتوي غذاؤه مزيجاً من العناصر الغذائية المهمة مثل :-

1. البروتينات Proteins .
2. الكاربوهدرات Carbohydrates.

64

3. الدهون Lipids.
4. الفيتامينات Vitamins.
5. الاملاح والعناصر النادره Minerals and trace elements .
6. الماء Water .

ولايحتاج كل من الماء الأملاح والفيتامينات الى هضم وذلك بسبب تركيبها المتكون من ايونات او جزيئات صغيرة بامكانها عبور الغشاء المخاطي mucous membrane المبطن للقناة الهضمية بسهولة لتصل الى الدم وسوائل الجسم الاخرى حيث تنتقل بعد ذلك الى خلايا وانسجة الجسم المختلفة.

اما البقية مثل البروتينات والكاربوهيدرات والدهون فانها تتركب من جزيئات كبيرة الحجم لايمكن امتصاصها ولا يمكن الاستفادة منها حتى لو امتص بعض منها اذ يكون لها ردود فعل ضارة عند وصولها الدم مثل تكوينها للحساسية allergy لكل من العناصر الغذائية المذكورة سابقاً فوائد مهمة للجسم عند نقصها قد تسبب الاصابة بالامراض.

ولغرض فهم العمليات الفسلجية الخاصة بالهضم لابد من دراسة وفهم تركيب وتشريح الجهاز الهضمي بين مختلف الحيوانات خاصة بين المجترة وغير المجترة الا ان القواسم المشتركة المتعلقة بالوظائف الفسلجية ومعظم العمليات الهضمية والتراكيب الدقيقة لجدران الجهاز الهضمي كبيرة وكثيرة لذلك سوف نركز على تركيب وتشريح الجهاز الهضمي في الطيور باعتباره نموذجاً لذلك.

يتألف الجهاز الهضمي في الطيور وبقية الحيوانات الراقية من قسمين رئيسيين هما :-

اولاً – القناة الهضمية alimentary tract (Gut) التي تتالف من :-

1) الفم والبلعوم mouth & pharynx
2) المرئ esophagus
3) الحوصلة Crop
4) المعدة الحقيقية Proventriculus
5) القانصة Gizzard
6) الامعاء الدقيقة Small intestine
7) الامعاء الغليضة Large intestine
8) المذرق (المجمع) Cloaca

ثانياً – الاعضاء الملحقة accessory organs :-

وتشمل الاعضاء التي لها علاقة مباشرة بالجهاز الهضمي مثل :-

65

1) الكبد Liver
2) البنكرياس Pancrease

الفـــم والبلعـــوم

يختلف الارتباط بين البلعوم وتجاويف الفم والانف في الطيور عن الثديات حيث

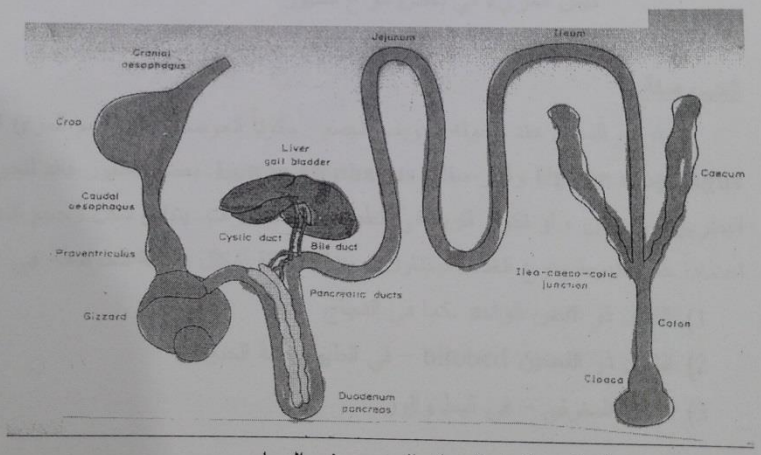
1- لا تمتلك الطيور **الحنك اللين Soft Palate** في اعلى باطن الفم ويستعاض عنها **بالحنك الصلب hard palate** لذلك لا ينقسم البلعوم الى جزئ فمي وانفي كذلك

2- لايوجد ما يشبه **القوس اللساني الحنكي** glossopalatine arch الذي يمثل في بعض الثـــديات mammals تضيقاً يشكل حداً مميزاً بين التجويف الفمي والبلعوم. بهذا يؤلف التجويـــف الفمـــي والبلعوم سوية في الطيور ما يعرف **بالحلقوم** oropharynx . ويتميز الفم في الطيور

3- بعدم امتلاكه للاسنان والشفاه

وتنتشر **الغدد اللعابية** داخل الفم والبلعوم salivary glands التي تتصف بانها تراكيب انبوبيـــة بسيطة او متفرعة ضعيفة التطور في الطيور آكلة الغذاء الرطب ومتطورة في الطيور آكلة الغذاء الجاف. وتفرز الغدد اللعابية مادة **اللعاب** saliva التي تساعد على ترطيب الغذاء لتسهيل حركته ويوجد اللسان داخل الفم الذي يكون على شكل الرمح arrow

وتنتشر **البراعم الذوقية** داخل التجويف الفمي taste buds .



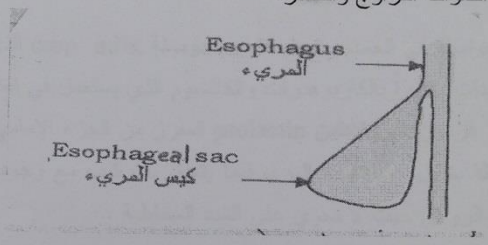
التركيب العام للجهاز الهضمي في الدجاج

66

المـــــرئ

يمتاز بطوله في الطيور (15–20 سم في الدجاج) ويتكون من جدار رقيق له القــدرة علــى التمدد والانتفاخ وهو بذلك اكبر من مثيله في الحيوانات الثديية mammals. ويقع معظم الجزء الموجود في الرقبة على الجهة اليمنى لها على عكس الثديات عدا الجزء الواقع في الجزء الامامي للرقبة حيث يقع على الخط الوسطي للرقبة ملتصقاً تقريباً بكل من القصبة الهوائية والبلعوم.

في بعض انواع الطيور يتوسع المرئ الواقع في الرقبة مكوناً الحوصلة بينما في انواع اخرى من الطيور يكون عبارة عن انبوب مسدود الطرف diverticulum تسمى **بالكيس المريئي** esophageal sac التي تصدر اصوات التزاوج والتكاثر.



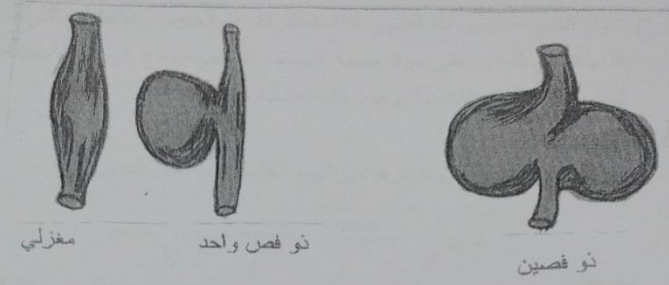
كيس المريء في بعض انواع الطيور

الحــوصلة

يتوسع المرئ عند دخوله تجويف الجسم مكوناً الحوصلة التي تقسم المرئ الى جــزء علــوي **Upper esophagus** وآخر سفلي **Lower esophagus**. بعض الطيور فاقد للحوصلة مثــل طــائر البطريق والنورس ، او تكون اثرية في الطيور آكلة الحشرات. يتباين شكل وحجم الحوصلة بدرجة كبيرة اعتماداً على طبيعة ونوع الغذاء المتناول . هنالك ثلاثة اشكال رئيسة للحوصلة هي :-

1) الشكل ذو الفص الواحد .كما في الدجاج
2) الشكل ذو الفصين bilobed – في الطيور آكلة الحبوب.
3) الشكل المغزلي – في البط والوز .

67



بعض اشكال الحوصلة

تنتج الحوصلة في الحمام واليمام **حليب الحوصلة** crop milk الذي يماثل حليب الثدييات الغني بالـــدهن والبروتينات وفقيراً بالكاربوهدرات والكالسيوم الذي يستعمل في تغذية الصـــغار خاصـــة بعـــد الفقـــس. ويسيطر هرمون **البرولاكتين** prolactin المفرز من الجزء الامامي للغدة النخامية على انتاج الحليب.

الحوصلة بشكل عام تشابه المرى فيما يتعلق بالتركيب مع وجود بعض الاستثناءات خاصة في الدجاج الداجن والرومي حيث لا تحوي على الغدد المخاطية .

المعدة

تتالف معدة الطيور من جزئين :-

1) **المعدة الحقيقية** ***Proventriculus*** او يسمى الجزء الغدي ***glandular part*** وهو الجزء الامامي .
2) **القانصة** Gizzard او يسمى الجزء العضلي Muscular part . وتربط الجزئين **المنطقة الوسطية** Intermediate zone التي تميز في بعض الطيور مثل الدجاج عن طريق تضيقها وتسمى **البرزخ** Isthmus . ومن القانصة يمتد **الجزء البوابي** pyloric part الذي يربطها بالاثني عشري ، الذي توجد فيه ايضاً **خلايا صمية** Endocrine cells .

تعد القانصة الجانب الذي يجري فيه التحلل البروتيني وتعتبر في بعض انواع الطيور العنصر الذي تجري فيه عمليات الهضم الميكانيكي mechanical digestion .

واستناداً على طبيعة الغذاء المتناول من قبل الطيور يمكن تمييز نوعين من المعدة :-

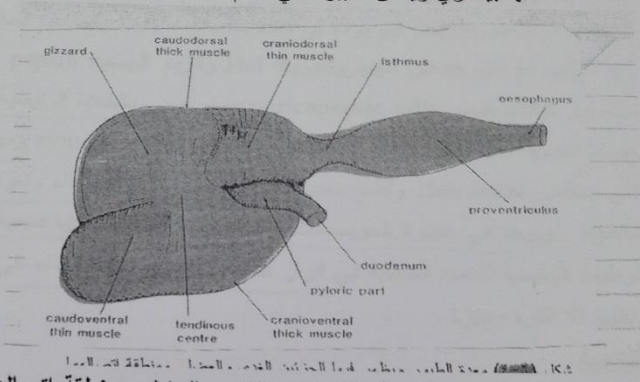
1) النوع الاول – تتميز به الطيور **آكلة الاسماك** Piscivores **وآكلة اللحـــوم** Carnivores التـــي تتغذى على غذاء هش وطري نسبياًولذلك فمعدتها تتكيف للخزن اكثر من الهضم الميكانيكي وبهذا يتصف جدارها بالرقة ويشبه الكيس.

68

2) النوع الثاني – تتميز به الطيور آكلة الحشرات ، والحبوب والاعشاب التي من بينهـا الطيـور الداجنة التي تتغذى على مواد صعبة الهضم لذلك فهي تحتاج الى معدة متكيفة للعمل الفيزيـاوي للهضم لذلك تتميز القانصة بوجود كتل عضلية متطورة.

المعدة الحقيقية :-

شكلها بيضوي ويمكن تمييزها في اليوم الخامس من عمر الجنين



معدة الطيور ويظهر فيها الجزئين الغدي والعضلي ومنطقة اتصالهما

يتالف **جدار المعدة الحقيقية** من الطبقات :-

1- **الغشاء المخاطي** mucous membrane .

2- **طبقة الغشاء تحت المخاطي** submucous .

3- **الطبقة او الغلالة العضلية** muscular tonic .

4- **الطبقة المصلية** Serosa .

يحدد الغشاء المخاطي بطبقة واحدة من **الخلايا العمودية** Columnar cells المفرزة للمخاط .وظيفة المخاط الاساسية عمله كبطانة حافظة لسطح الظهارة Epethelium .

وهناك نوعان من **الغدد الفارزة للمخاط** التي هي :

A) **الغدد السطحية** superficial .

B) **الغدد العميقة** Deep .

في بعض الأنواع التي منها الطيور الداجنة هناك مجموعة واضحة من **الحلمات** papillae الممتدة داخل تجويف المعدة الحقيقية وتكون في قمة او نهاية هذه الحلمات فتحات الغدد المعدية Gastric glands التي يمكن مشاهدتها بالعين المجردة وتنتشر الغدد على طول المعدة الحقيقية من الداخل باستثناء بعض

69

الانواع حيث ينعدم وجودها على القنوات الطولية كما في البوم owl او في المنطقة الكروية كما في النعام ostrich . تبطن القنوات الرئيسية للغدة المعدية ذات الفصيص الواحد او المتعددة الفصيصات بخلايا مخاطية عمودية طويلة جداً التي تفرغ مادة المخاط بعد تناول الغذاء . حيث تفرغ **الحويصلات الغدية** Glandular alveoli بداخل الوعاء المركزي لكل فصيص وتكون نوع واحد فقط من الخلايا التي لها تركيب فوقي ultrastructure مماثل الى **الخلايا الجدارية** parietal الفارزة للحامض **والخلايا الهضمية** الفارزة للانزيمات peptic الموجودة في معدة الثدييات . ولهذا وكما هو الحال في بقية الحيوانات الفقرية (عدا الثدييات) فان **حامض الهيدروكلوريك** Hcl **وانزيم الببسين** pepsin ينتجان في الطيور من نوع واحد من الخلايا تسمى **oxynticopeptic cells** او تسمى **بالخلايا الرئيسية** chief cells الحاويه على حبيبات كروية بعدد كبير التي هي حبيبات **مولدة الانزيمات zymogen ومولدة الببسين pepsinogen** التي يتناقص عددها بشكل واضح بعد نصف ساعة من تناول الغذاء وتعود الى حالتها الطبيعية بعد 6 ساعات . ويوجد في ظهارة الحويصلات الغدية للمعدة الحقيقية **خلايا صمية** endocrine cells . تكمن الوظيفة الرئيسية للمعدة الحقيقية في افراز العصير المعدي ودفع الغذاء الى القانصة لذلك لا يبقى الغذاء داخلها الا لفترة وجيزة .

القانصة

تشبه القانصة الكيس الكروي في الطيور التي تتناول غذاءاً طويلاً نسبياً (اكلة اللحوم والاسماك) بينما تكون سميكة ومحدبة الوجهين في الطيور التي تتناول غذاءاً صلباً (اكلة الحبوب ، الحشائش والحشرات) حيث تتكون جدرانها من **عضلة ملساء** مرتبة على هيئة اربع عضلات شبه مستقلة . و تكون العضلة الملساء غنية جداً **بالكلوبين العضلي** myoglobin اذ يفوق تركيزه في القانصة عدة مرات تركيزه في العضلات المخططة للقلب والساق . وترتب العضلات الاربعة بشكل غير متناظر حيث تشمل العضلتان السميكتان الظهرية الخلفية والبطنية الامامية الغامقة والعضلتان الرقيقتان البطنية الخلفية والظهرية الامامية الفاتحة اللون . هذا التنظيم والترتيب غير المتناظر ينتج حركة دورانية متسلسلة تؤدي الى سحق المواد الصلبة عند تقلص عضلات القانصة.

ويتالف **جدار القانصة** من اربع طبقات هي :

1- **الغشاء المخاطي**
2- **الطبقة تحت المخاطية**
3- **الغشاء او الغلالة العضلية**
4- **الطبقة المصلية**

70

وتغطى خبايا السطح الداخلي للقانصة بظهارة عمودية Columnar epithelium التي تفرز فيها الغدد الانبوبية ومن خلال الخبايا (كل 5-8 غدد انبوبية في الدواجن تفرز بداخل خبية واحدة) . وتغطي الغدد والخبايا بالدرجة الرئيسة بالخلايا الرئيسة الفارزة للبروتين . ظهارة القانصة تحوي ايضاً على خلايا صمية . يغطي طبقة ظهارة القانصة غشاء صلب يعرف **بالبشرة** cuticle او يسمى **koilin layer** الذي يمثل معقد كربوهيدراتي – بروتيني وليس كيراتيني كما كان يعتقد سابقاً . يميل لون البشرة الى البني او الاخضر او الاصفر ولها العديد من الطيات الطويلة المتوازية .

الامعاء الدقيقة :- تقسم الى ثلاثة اقسام :

1) **الاثني عشري Duodenum**
2) **الصائم Jejunum**
3) **اللفائفي Ileum**

لقد اشار البعض الى عدم وجود منطقة محددة بعد الاثني عشري والبعض الاخر قد قسمها الى لفائفي علوي وسفلي التي تقابل الصائم واللفائفي في الثدييات .

الاختلاف في طول الامعاء الدقيقة هو السبب الرئيس في تباين طول الجهاز الهضمي .

ويحوي الغشاء المخاطي للامعاء على **خبايا لايبركن** crypts of Lieberkuhn المتباينة التطور حيث تكون متطورة هي وكذلك **الزغابات** villi في الطيور اكلة اللحوم . وتتالف المنطقة الظهارية للامعاء من خلايا عمودية بسيطة مع العديد من **الخلايا الكاسية** Goblet cells. ولاتوجد غدد برنر Brunners glands في الطيور ولكن في بعض انواع الطيور توجد غدد انبوبية تشبه غدد برنر .

الاثني عشري

تكون في معظم الطيور على شكل حرف U (عروة ضيقة) واقعة على السطح الايمن للقانصة . وقد تمتد عروة الاثني عشري الى سلسلة من الطيات الثانوية في بعض انواع الطيور وفي انواع اخرى تكون ملتفة twisted وفي حالات اخرى تكون عبارة عن اكثر من عروة واحدة . وكما ذكرت سابقاً **فقدان الاثني** عشري الى **غدد duodenal (Brunners) gland** لذلك فان الافرازات المخاطية تتم من قبل **الخلايا الكاسية Goblet cells .**

الصائم واللفائفي

يرتب الصائم واللفائفي في معظم الطيور على شكل عدد من العروات ذات شكل U ولكن عدد قليل من الطيور التي منها الدجاج والديك الرومي (عدا الوز والبط) ترتب على شكل اشبه بالحلقة الملتفة .

71

ويمكن تمييز الصائم من اللفائفي بواسطة الرتج المحي vitelline diverticulum التي هي عبارة عن الزائدة العمياء المتبقية من كيس المح وقناة المح .

الامعاء الغليظة

وتتالف من: 1) **زوج من الاعورين** Caeca . **2) المستقيم او القولون** Colon

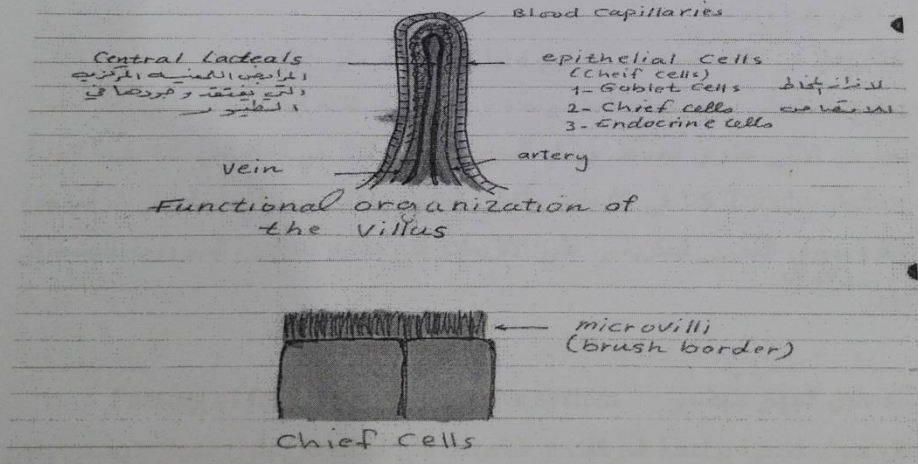
الاعورين

في معظم الطيور ينشأ الاعور الايمن والايسر من منطقة اتصال اللفائفي بالمستقيم ويتباين شكل وحجم الاعورين بدرجة كبيرة ، وظيفتها منع مرور المواد بين الاعورين والامعاء . ويبلغ طولها 10–20 سم في الدواجن . ويحدث فيها تحلل مايكروبي جزئي للمواد السليلوزية وصناعة بعض الفيتامينات مثل vit.B .

المستقيم

تتالف **الظهارة المعوية** للمستقيم من : 1) **الخلايا الرئيسة** Chief cells 2) **الخلايا الكاسية** Goblet cells 3) **الخلايا الصمية** endocrine cells

وظيفة الخلايا الرئيسة **الامتصاص** absorption حيث مساحتها السطحية تزداد بوجود البروزات التي تخرج وتمتد من سطحها الحر مكونة ما يعرف **بالزغابات الدقيقة** microvilli التي يطلق عليها ايضاً اسم **حافة الفرشاة** brush border . وتوجد الخلايا الكاسية على طول الامعاء وتصبح اكثر عدداً كلما تقدمنا نحو المذرق Cloaca .



72

وتولف الخلايا الصمية مع تلك الموجودة في المعدة والبنكرياس عضو او جهاز صمي منتشر مماثل للثدييات فهناك انواع مختلفة من الخلايا الصمية المعدية المعوية **gastro intestinal endocrine cells** التي منها الخلايا التي تفرز الهرمونات :-

vasoactive intestinal ، ***neurotensin*** ، ***secretin*** ، ***somatostatin*** ، ***Gastrin*** ، ***Enteroglucagon*** ، ***polypeptide*** ***Avian Pancreaticopolypeptide***. وعلى عكس الثدييات لا تحوي الطيور في الزغابات والطيات على **المرابض اللمفاوية المركزية** Central lymphatic lacteals ولكن يستعاض عنها بشبكة متطورة من الاوعية الدموية والشعرية .

المذرق Cloca

يمثل حجرة تفتح فيها نهايات الاجهزة الهضمية ، البولية والتناسلية والتي تفتح خارج الجسم . ويقسم المذرق من الداخل بواسطة طيات عضلية **الى ثلاثة اجزاء** هي :-

1- **الكوبروديوم** Coprodeum
2- **اليوروديوم** Urodeum
3- **البروكتوديوم** Proctodeum

الكبد والبنكرياس Liver & Pancreas

يتالف الكبد من فصين ايمن وايسر ويكون الفص الايمن اكبر من الفص الايسر في معظم الطيور ومنها الدجاج الداجن وتوجد **المراره** Gall bladder في الكبد وبعض الطيور تفتقر الى المرارة مثل الحمام والنعام. يتراوح لون الكبد من الاصفر الى الاحمر . وتجمع مادة الصفراء من كل فص في المراره التي تصب في الاثني عسري .

وتتالف البنكرياس من ثلاث فصوص ويتراوح لونها من الاصفر الى الاحمر وتقع في طيتي الاثني عشري وتفرغ البنكرياس محتوياتها بواسطة واحدة او اثنتين او ثلاثة قنوات تفتح بشكل عام بداخل الجزء البعيد من الاثني عشري الصاعد. ويمثل النسيج الافرازي الخارجي للبنكرياس غدة عنبية انبوبية Tubulo- Acinar gland كما في الثدييات. وتغطى العنبات بخلايا عمودية حاوية على الزايموجين Zymogen ويحيوي العصير البنكرياسي على الانزيمات التي تشابه الثدييات والضرورية للهضم في الامعاء الدقيقة. تركوكي

انتقال الغذاء داخل الجهاز الهضمي Passing of food through digestive system

تنتقل المواد الغذائية بواسطة الحركات او التقلصات التي تحدث على طول الجهاز الهضمي والتي تكون على ثلاثة انواع رئيسية وثلاثة فرعية:-

73

1. **الحركة المتحوية** Peristaltic movement:- تعمل على تحريك ودفع الغذاء
2. **الحركة الحلقية** Segmentary movement:- تعمل على مزج الغذاء
3. **الحركة عكس المتحوية** Anti peristaltic movement:- تعمل على تحريك ودفع الغذاء عكس اتجاهه الطبيعي واعادته.
4. **الحركة البندولية** Pendular movement:- تعمل على رج مكونات الامعاء
5. **الحركة الزغابية** Viliary movement:- تعمل على تحريك الزغابات التي تغطي الغشاء المخاطي للامعاء والتي تساعد على الامتصاص.
6. **الحركة التوترية** Tonic movement:- تعمل على تقلص الامعاء بصورة مستمرة ويؤدي ذلك الى تضييق تجويفها ويساعد على عصر مكوناتها.

سرعة مرور المادة الغذائية Rate of passing of digesta

يتأثر مرور المادة الغذائية خلال الجهاز الهضمي بعدة عوامل منها:

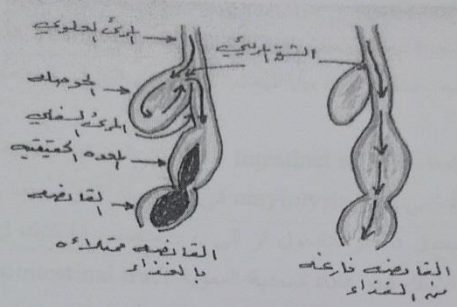
1. **درجة التماسك او المتانة** Consistency للمادة الغذائية.
2. **الصلابة** Hardness: العلف او الحبوب الصلبة تخفض من سرعة مرور المادة الغذائية.
3. **كمية الماء في الغذاء** (الرطوبة) ترفع من سرعة مرور الغذاء.
4. **كمية الغذاء المستهلكة** food consumption: التصويم يخفض من سرعة الغذاء والعكس بالعكس.
5. **العمر** Age: سرعة مرور الغذاء في الطيور صغيرة العمر يكون اسرع من الكبيرة العمر.
6. **الامراض** Disease: بعض الامراض يثبط من نشاط الجهاز الهضمي.
7. **محتوى المادة الغذائية** Diet content: الالياف تقلل من سرعة مرور الغذاء وكذلك الدهن لمستوى معين يخفض السرعة بينما ارتفاع البروتين في العليقة يزيد من سرعة مرورها.
8. **الظروف البيئية** Environmental conditions: مثلاً ارتفاع الحرارة البيئية يخفض من سرعة مرور الغذاء.
9. **الادوية والعقاقير** Drugs: مثلاً المضادات الحيوية تخفض من سرعة مرور الغذاء وهكذا.

حركة اجزاء الجهاز الهضمي Motility of digestive tract

يحدث العبور المنتظم للغذاء من الفم الى القانصة كنتيجة لسلسلة متداخلة من حركات تشمل المرئ العلوي والسفلي، الحوصلة، المعدة والقانصة. وتظهر السيطرة الرئيسية على حركة هذه المنطقة على انها واقعة في منطقة الحوصلة – المعدة – القانصة. لقد لوحظ عبور الغذاء مباشرة الى داخل القانصة بعد تقديمه للطير الجائع (بعد فترة من القطع الغذائي) بينما لوحظ دخوله الحوصلة وخزنه هناك عندما

74

تكون قانصة الطير حاوية على الغذاء. ان عملية تفريغ محتويات القانصة بداخل الاثني عشري يرافقها تفريغاً متقطعاً للغذاء من الحوصلة نحو المعدة وبهذا يستمر النشاط الهضمي.



ومعدل حركة المعدة الحقيقية للذكور اعلى من الاناث حيث يعزى ذلك الى تأثير الهرمون الجنسي الذكري (التستسترون Testosterone).ويعتمد عبور الطعام الى المعدة الحقيقية على نشاط القوة المحركة للحوصلة والمرئ السفلي والتي بدورها تنظم عن طريق نشاط القانصة.

الافراز والهضم Secretion and digestion

1. الفم Mouth:

لاتحدث في فم الطيور عملية مضغ للطعام Mastication كما هو يحدث في الثدييات. تمتلك الطيور اعداداً كبيرةً من الغدد اللعابية تفرز محتوياتها داخل التجويف الفمي والبلعومي من خلال العديد من الاقنية. وتتصف الغدد اللعابية بتطورها الجيد خاصة في الطيور التي تتناول الغذاء الجاف التي تفرز المخاط Mucous و في بعض انواع الطيور انزيم الاملیز Amylase بينما لايوجد هذا الانزيم في لعاب Saliva الانواع الاخرى مثل الدجاج والديك الرومي. ويتراوح حجم اللعاب المفرز من الدجاج 7-25 مل في اليوم.

وظيفة المخاط او اللعاب الرئيسية :-

1- **تزييت الطعام** lubricate food والسماح له بالتحرك نحو الاسفل باتجاه المريء .

2- **كمادة لاصقة** تغطي لسان بعض الطيور يستفاد منها في التقاط الحشرات .

3- **كمادة لزجة** تشبه في عملها السمنت حيث يستخدمها الطير لربط المواد التي يصنع منها العش .

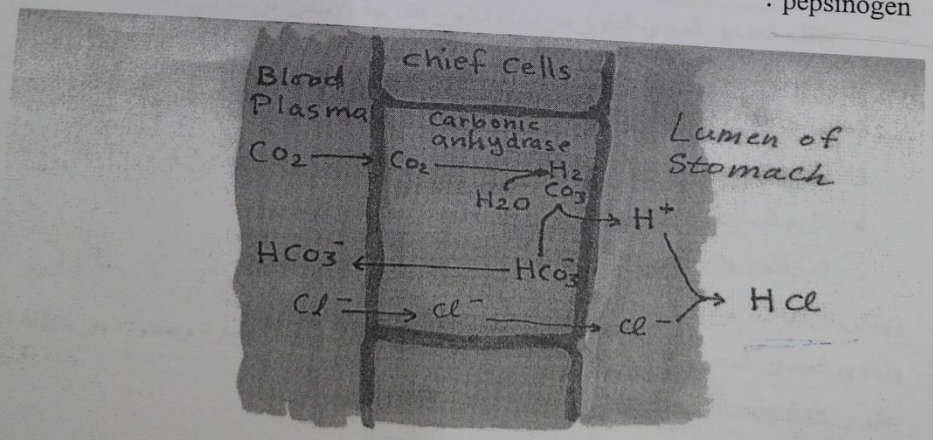
2. **المريء والحوصلة esophagus & crop** :

لا يعد المريء مهماً في الهضم الكيميائي حيث افرازه الرئيس عبارة عن مخاط الذي يعتبر مهماً في دعم وتجهيز الافراز المحدد للعاب . يحدث جزءً من الهضم الكاربوهيدراتي في الحوصلة وذلك بفعل نشاط الـ amylase و المتأتي من

1) افرازات اللعاب او 2) انحسار الامعاء Intestinal refflux او 3) من المصادر النباتية او البكتيرية . وقد لوحظ حصول تحلل جوهري واساسي للنشا amylolysis في الحوصلة الذي ربما يحصل له فيما بعد ما يلي :- a – امتصاص او تحول b- الى الكحول او الى c – حامض اللاكتيك lactic acid او اية حوامض اخرى . او يتحرك الى الاسفل نحو القناة المعدية المعوية gastrointestinal tract ويحصل d – تحلل الى سكر الـ sucrose بداخل الحوصلة . عند تغذية الطيور على غذاء باستمرار ومتوفر فلا تعتبر الحوصلة مهمة وضرورية للنمو الطبيعي للطيور فقد لوحظ عند استئصالها cropectomy لا تؤثر على معدلات نمو الدجاج المغذى بحرية ***ad libitum*** ولكنها تؤثر في حالة تحديد التغذية . هذا يدعم الراي والفرضية القائلة ان الحوصلة عبارة عن مخزن غذائي food storage وليست اساسية لعملية الهضم .

3- **المعدة stomach**

كما اشير سابقاً الى ان خلايا oxynticopeptic cells (التي قد تسمى بالخلايا الحامضية) والمسماة ايضاً بالخلايا الرئيسة chief cells في الطيور تفرزكل من حامض HCl وانزيم الـ pepsinogen .



عملية تكوين حامض HCl في الخلايا الرئيسة

76 76

وتتم عملية تكوين وافراز الحامض بان تاخذ الخلايا الرئيسة ايونات Cl^- من الدم وتفرزها بواسطة النقل النشط active transport الى داخل القنوات المعدية وبالمقابل تفرز الخلايا كمية مساوية من ايونات البيكاربونات HCO^{-3} في الدم ، وتتكون البيكاربونات HCO^{-3} هذه نتيجة تفاعل CO_2 مع الماء وبمساعدة انزيم الكاربونيك انهايدريز carbonic anhydrase الموجود في الخلايا الرئيسة (المخطط اعلاه) . ويطرح H^+ الى القناة المعدية نتيجة تحلل H_2CO_3 الى HCO^{-3} و H^+ .

اهم وظائف حامض HCl في المعدة :

لحامض HCl وظائف عديدة في المعدة اهمها ما يلي :

1- **تنشيط عملية تحول الببسنوجين** pepsinogen الى pepsin .

2- **مطهر للمعدة** .

3- **المساعدة على اذابة ايونات Fe و Cu** ومن ثم امتصاصهما .

4- **تحليل بعض السكريات الثنائية الى سكريات** بسيطة مثل السكروز الى كلوكوز وفركتوز.

5- **التاثير على البروتينات** وتسهيل عملية هضمها .

يتحول الببسنوجين غير الفعال بفعل HCl وانزيم الـــ pepsin الموجود في المعدة الى انزيم الـــ pepsin النشط .

$$\text{Pepsinogen} \xrightarrow[\text{Pepsin}]{\text{HCl}} \text{pepsin}$$

الموجود في المعدة

تركيب العصير المعدي – Components of gastric Juice

يتالف العصير المعدي المفرز من معدة الطيور بالدرجة الاساس من ما يلي :-

1- **الماء بالدرجة الاساس وكميات اقل من:**

2- **حامض HCl** .

3- **املاح محدده** .

4- **انزيم الـــ pepsin** .

5- **المخاطين mucin** .

ويتباين تركيبه بدرجة كبيرة وذلك تبعاً لمعدل الافراز وعوامل اخرى .

ويحوي العصير المعدي انزيم الـــ lipase الذي يحتمل وجوده نتيجة لانحسارة وصعوده من منطقة الاثني عشري reflux from duodenum .

77

ويتراوح معدل افراز العصير المعدي الاساس Basal gastric juice secretion حوالي 15.4 مل / ساعة الذي تقدر حموضته pH=2.6 ولكن بسبب وجود المادة المهضومة في المعدة تصبح الحموضة عادة اعلى من 2.6 . و معدل افراز HCl في الدجاج اعلى من الثدييات وذلك عائد الى سرعة انتقال المواد الغذائية داخل الجهاز الهضمي للدجاج . وبسبب انخفاض درجة الحموضة (pH) في المعدة فلا تحدث عملية تحليل للنشا amylolysis التي تعتبر وسطاً غير ملائم لنشاط انزيم الـ amylase .

وتحدث **عملية افراز العصير المعدي بثلاث اطوار** هي :-

1- **الطور الرأسي** Cephalic phase

2- **الطور المعدي** Gastric phase

3- **الطور المعوي** Intestinal phase

يستلزم الطور الراسي زيادة في افرازات ايونات H^+ وانزيم الـ pepsin الناتجة عن النظر sight ، الشم smell او توقع تناول الطعام expectation of food . ويخضع هذا الطور لسيطرة العصب المبهم vagus N. حيث يرفع العصب من افرازات الحامض وانزيم الـ pepsin. ويسيطر على الافراز المعدي العديد من الهرمونات منها هرمون الـ Gastrin الذي يلعب دوراً في الافراز في مرحلة الطور المعدي . ويشابه الهرمون المذكور من الناحية التركيبية هرمون الـ cholecystokinin (CCK) ولكنهما يختلفان في الوظيفة الافرازية . فاعطاء الـ Gastrin يرفع من افراز الحامض والـ pepsin وعلى خلاف الـ (CCK) فالـ Gastrin ليس له تاثير على تقلصات المراره Gall bladder او افرازات البنكرياس . وهناك هرمون ببتيدي اخر يدعى gastrin -releasing peptide يعمل ايضاً على افراز الحامض ولكن من غير المعروف فيما اذا كان يتم عمله من خلال افراز الـ gastrin .

ويسيطر على الطور المعوي للافراز المعدي مجموعة هرمونات تشمل هرمونات :-

CCK ، Secretin و avian pancreatic polypeptide (App) . لقد اكتشف هرمون App في الدجاج الذي يتحرر من البنكرياس بعد تناول الطير غذاءه استجابة الى الحوامض الامينية و HCl . ويظهر ان App لا يعمل خلال الطور الراسي للافراز المعدي . ويرفع الـ App افراز العصير المعدي و الـ pepsin وهذا التاثير يكون مستقلاً عن العصب المبهم . ولقد تم تنقية الـ CCK والـ secretin من الاثني عشري والصائم في الطيور . ويحفز الـ CCK افرازات العصير المعدي بينما ليس له تاثير في افراز الـ pepsin. ويحفز هرمون الـ secretin في الدجاج على افرازات كل من الحامض والـ pepsin بينما يكون عمل الهرمون في الثدييات مختلفاً أذ يثبط من افراز الحامض ويحفز افراز الـ pepsin.وكما هو الحال في الثدييات يشترك هستامين Histamine الطيور بتحرير الحامض المعدي .

Intestine

78

4- الامعاء Intestine :

البنكرياس والامعاء تنتجان الـ amylase وعلى الرغم من وجود هذا الانزيم في جميع اجـزاء الامعاء الدقيقة لكنه وجد بتراكيز عالية جداً في الصائم Jejunm اذ بلغ نشاطه في هذا الجزء 80% من النشاط العام له وقد يكون سبب التراكيز العالية لان البنكرياس تصب قنواتها في الجزء الامامي للصائم . درجة الحموضة (pH) المثلى لعمل الـ amylase المفرز من البنكرياس والامعاء هي 7.5 و 6.9 على التوالي . تجهز الانزيمات المفرزة في الامعاء الخطوة الاخيرة في عملية الهضم الى النشا ، sucrose ، fats والـ proteins .

انزيمات الامعاء

Enzymatic secreted by the Intestine

Enzyme	Substrate	Product of function
Maltase	Maltose	Glucose
Isomaltase	Dextrins	Glucose
Sucrase	Sucrose	Glucose , Fructose
Enterokinase	Trypsinogen	Trypsin
Lipase	Monoglycerides	Glycerol , fatty acids
Peptidases	Di-and tripeptides	Amino acids

ويظهر من الجدول وجود الانزيمات maltase ، sucrase ، والـ palatinase وغيرها مـع فقـدانها لانزيم trehalase . في حين ظل وجود انزيم الـ Lactase موضع جدل . ويصل نشـاط الانزيمـات المذكورة قمته في منطقة الصائم وتنخفض كلما ابتعدنا عن تلك المنطقة . ومن المتعارف عليه ان تلـك الانزيمات تقع في الخلايا الابثيلية epethelial cells للزغابات villi . لقد سجل نشاط الانزيمات الـ maltase ، sucrase و palatinase في الامعاء الكبيرة وذلك متاتي من الامعاء الدقيقة كـذلك سـجل نشاط لانزيم الـ lactase في الامعاء الكبيرة وذلك بسبب وجود البكتريا في الاعورين

5- القولون Colon :

لوحظ حصول افراز أيونات Cl^- في المستقيم rectum ، الاعورين و الـ coprodeum.

6- البنكرياس Pancreas :

كما هو معروف ان افرازات البنكرياس والصفراء Bile تصب فـي القنـاة المعديـة المعويـة Gastrointestinal tract بالقرب من الجزء الامامي للصائم . وتتراوح درجة حموضة الافرازات فـي البنكرياس بحوالي pH = 6.4 – 6.8 في الدجاج و pH= 7.4 – 7.8 في الـديك الرومـي . وتشـمل افرازات البنكرياس الماء ، ايونات البيكاربونات والانزيمات . ويظهر من الجـدول التـالي الانزيمـات

79

الهاضمة البنكرياسية في فروج اللحم . إضافة الى ذلك وجد ان بنكرياس الطيور تفرز ايضاً انزيمات الـ ribonuclease و deoxyribonuclease .

Pancreatic Digestive Enzyme

Enzyme	*Percentage of total*
Trypsinogen	***10***
Chymotrypsinogen (A,B,and C)	***20***
Trypsin inhibitor	***11.3***
Amylase	***28.9***
Procarboxypeptidase (A and B)	***29.8***

يعتبر انزيم الـ amylase المفرز من البنكرياس والامعاء الدقيقة ضرورياً لايونات الكلوريد Cl^- وان توصيف هذين الانزيمين يؤكد ان amylase البنكرياس يشابه ∝-amylase الثدييات في حين يشابه amylase الامعاء الـ glucoamylase المفرز من الثدييات . وتسيطر الميكانيكيات العصبية والهرمونية على افراز البنكرياس التي معدلات افرازها في الطيور اعلى من الثدييات . وايضاً للافراز طورين راسي Cephalic phase ومعوي Intestinal phase ويلاحظ ارتفاع افراز البنكرياس حال بدء الطيور المصومة بتناول الغذاء وممكن ان توقف هذه الاستجابة عن طريق اما بقطع العصب المبهم vagotomy او عن طريق مركب الـ atropine . وتطلق فعالية تشبه الـ secretin كاستجابة لوجود حامض HCl المخفف في الاثني عشري . وعند حقن الـ secretin بالوريد يؤدي ذلك الى زيادة مكونات الجزء السائل في افراز البنكرياس . ومع ذلك وعلى خلاف الثدييات يلاحظ ان هرمون Vascoactive intestinal peptide (VIP) يحفز وبفعالية كبيرة على افراز البنكرياس . ولقد وجد الـ VIP في الخلايا العصبية لكلا القناة المعدية المعوية والبنكرياس ويعتقد ان الـ VIP وليس الـ Secretin هو المنظم الاولي لافراز عصير البنكرياس وتتم هذه الاستجابة عن طريق العمل العصبي والهرموني . كذلك لا يحفز الـ VIP على افراز انزيمات البنكرياس . ويتحرر الـ CCK استجابة الى الدهون والحوامض الامينية .

80

وعند اضافة الـ CCK الى الحمام لوحظ ارتفاع افراز البنكرياس وفي الديك الرومي زيادة معدل الجريان flow rate وافراز البروتينات . ولقد تم عزل اثنين من الببتيدات المحررة للكاسترين Two gastrin-releasing peptides (GRP)التي تماثل هرمون الـ bombesin من حيث التركيب ووجد هذان الببتيدان في الخلايا الصمية ويحويان على 27 و 6 حوامض امينية . امتلاء المعدة الحقيقية بالـ peptone (المركب الناتج من تحل البروتينات) يحفز على افراز كل من العصير البنكرياسي والانزيمات ويظهر هذا التاثير انه يتم من خلال هرمون GRP – 27 وليس بـ GRP –6 الذي يكون غير فعال . وممكن ان يؤثر الطعام على معدل افراز انزيمات البنكرياس فزيادة محتوى الكاربوهيدرات والدهون في الغذاء يرفع من نشاط الـ amylase والـ Lipase في افرازات البنكرياس بينما زيادة محتوى البروتين في العليقة يرفع من نشاط chymotrypsin في الاثني عشري والصائم.

7- الصفراء Bile :

تنتج وتفرز مادة الصفراء في الكبد وهي اساسية لهضم الدهون ، التي تعمل على استحلاب emulsification الدهون لتكون اكثر يسراً على الهضم بواسطة انزيم الـ Lipase .ويبدأ ظهور الـ amylase في صفراء الدجاج بعمر 4–8 اسابيع وبذلك تشترك الصفراء ايضاً بعملية هضم الكاربوهيدرات . ويتراوح معدل افراز الصفراء 24.2 مايكرولتر / دقيقة في فروج اللحم المصوم . وتعد الـ chenodeoxycholyltaurine والـ cholyltaurine من اكثر الحوامض الصفراوية في الدجاج والديك الرومي بينما يكون الـ chenodeoxycholyltaurine والـ phocaecholyltaurine المتفوقة في البط ويتم افراز هذه الحوامض عن طريق النقل الفعال. وتمتص املاح الصفراء الـ glycocholate و الـ taurocholate بسرعة وسهولة خلال جدران الامعاء وترتفع سرعة الامتصاص بالقرب من النهاية البعيدة للامعاء الدقيقة وهذا يسمح باعادة دورانها recirculation في الدم كذلك يسمح باعادة استعمالها في عملية هضم الدهون . ولقد قدر ان حوالي 90 % من املاح الصفراء يتم اعادة امتصاصها في مناطق الصائم واللفائفي. ويرتفع معدل افراز الـ biliverdin مقارنة بالـ bilirubin في الدجاج (14.7 مقابل 0.9 مايكروغرام / كغم / دقيقة) .

Prof.Dr Dihya Alhassani
Ph.D. Avian physiology

81