غذاء وتغذية الاسماك

محاضرة 7

الهضم

د. عادل يعقوب الدبيكل

المرحلة الثانية الفصل الثاني

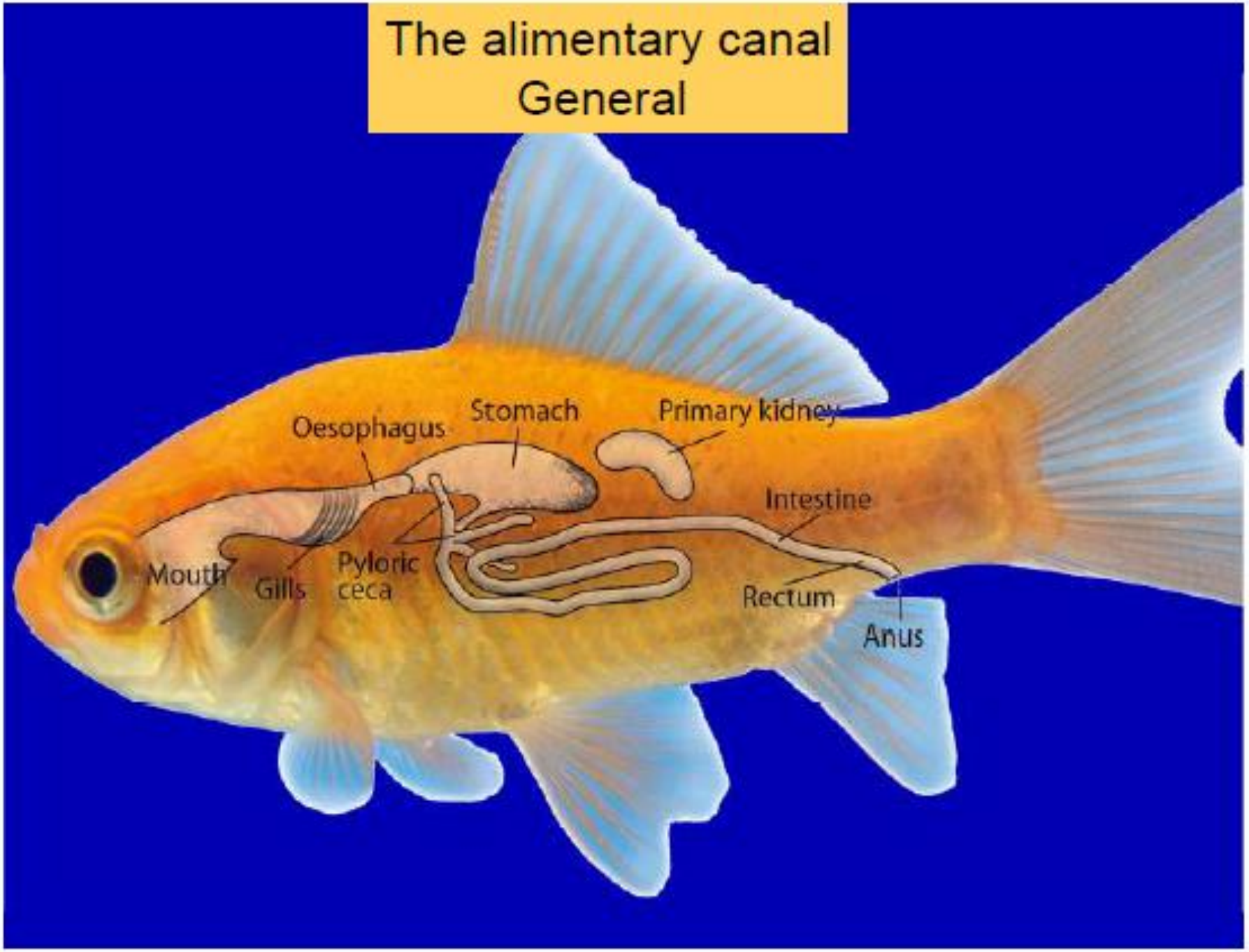
2020- 2021

الهضم: تهيئة الغذاءمن قبل الحيوان للامتصاص يتضمن العمليات التالية:

1) التخفيض الميكانيكي لحجم الجسيمات ؛
2) الاذابة الانزيمية للمواد العضوية ؛
3) الاذابة بالحموضة للمواد غير العضوية ؛
4) استحلاب الدهون

الامتصاص: عمليات مختلفة تسمح بمرور الأيونات والجزيئات عبر أغشية الأمعاء إلى الدم واللمف وما إلى ذلك ليتم ايضها بواسطة الحيوان

The alimentary canal
General



الهضم Digestion

الهضم هو العملية التي يتم فيها تفكيك الغذاء وتحويله من الشكل المعقد إلى ابسط شكل ممكن ومعظم ذلك يجري في القناة الهضمية, وهذه الأشكال الأبسط من المركبات تمتلك القدرة على التنافذ (الانتشار) Diffusion من خلال الطبقات المبطنة للأمعاء ليتم امتصاصها إلى داخل مجرى الدم.او من خلال النقل الفعال

او احتساء pinocytosis

Fish Digestion: anatomy

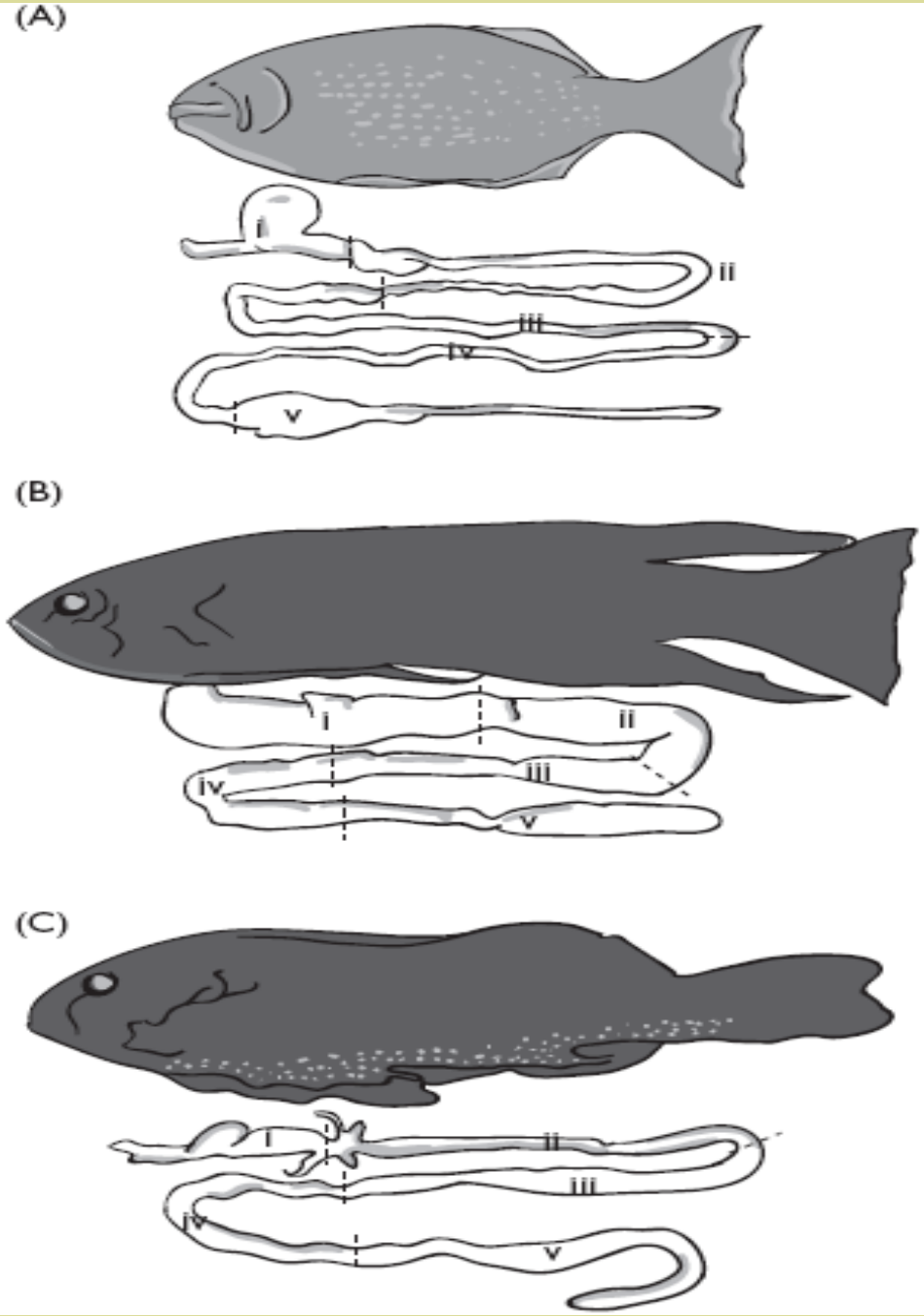
مجموعتان رئيسيتان: تحتوي معدة مثل السلمون، البلطي ، الهامور

بدون معدة: الكارب الشائع

ملاحظة: كل الحيوانات المفترسة لها معدة وأسنان

طول القناة الهضمية النسبي (RGL) نسبة طول القناة الهضمية الى طول الجسم

RGLمرتفع = الأنواع التي تستهلك المخلفات والطحالب (نسبة عالية من المواد غير القابلة للهضم)


(A)
i
ii
iii
iv
v
(B)
i
ii
iii
iv
v
(C)
i
ii
iii
iv
v

الهضم والامتصاص

Digestion and Absorption

الهضم Digestion : هى عملية تحويل المواد الغذائية المعقدة غير القابلة للامتصاص الى مواد بسيطة يسهل امتصاصها .

- تقسم العمليات الهضمية الى أربعة أنواع :

عملية ميكانيكية Mechanical : المضغ والبلع والحركات الدودية للمعدة والأمعاء.
عملية افرازية Secretory : العصارات الهضمية المفرزة من الغدد الهضمية (لعاب – كبد – بنكرياس).
عملية كيميائية Chemical : ألأنزيمات والمواد الغير أنزيمية .
عملية ميكروبيولوجية Microbiological : هضم المواد عن طريق البكتيريا والأوليات الحيوانية.

لعوم : بعد تكوين اللقمة في الفم يتجه الطعام الى المرئ عبر البلعوم حيث يتم غلق الحنجرة فيمنع
ور الطعام الى القصبة الهوائية.

رئ : يندفع الطعام عبر المرئ من الاعلى الى الأسفل وذلك بالانقباضات التموجية لعضلات جدار
رئ.

يا : الهضم المعدي

م المعدة بطحن الطعام بفعل انقباض عضلاتها ، كما تقوم بإفراز العصارة المعدية من خلال خلايا
صصة موجودة في جدار المعدة .

ف يبدأ افراز العصارة المعدية ؟

عند وصول الطعام للمعدة يحدث مط وشد لخلايا جدار المعدة ← يتكون أشارات عصبية تذهب للمخ ← يرسل المخ أشارات لخلايا المعدة يحثها على افراز العصارة

تويات العصارة المعدية :

حامض الهيدروكلوريك HCL : يفرز من الخلايا الحمضية الموجودة في جدار المعدة ويعمل على :

تيت الطعام الى قطع صغيرة.

ل بعض أنواع البكتيريا الموجودة مع الطعام.

محتويات العصارة المعدية :

1- حامض الهيدروكلوريك HCL : يفرز من الخلايا الحمضية الموجودة في جدار المعدة ويعمل على :

- تفتيت الطعام الى قطع صغيرة.
- قتل بعض أنواع البكتيريا الموجودة مع الطعام.
- تهيئة الوسط الحامضي في المعدة لعمل الانزيمات.

2- انزيم الببسين Pepsin : يفرز من الخلايا الأساسية في صورة غير نشطة تسمى ببسينوجين **Pepsinogen** الذي يتحول في وجود حمض الهيدروكلوريك الى الصورة النشطة (الببسين) ويقوم الببسين بتحويل البروتينات الى قطع صغيرة من عديد الببتيدات.

3- انزيم الرينين Renin : يفرز في صورة غير نشطة **Prorenin** الذي يتحول في وجود وسط حامضي الى الصورة النشطة **Renin** ، يقوم انزيم الرينين بتحويل بروتين الحليب **Caseinogen** الى بروتين **Casein** الذي يتحول في وجود أيونات الكالسيوم الى صورة صلبة تساعد على بقائه لمدة اطول في المعدة ومن ثمة يتسنى لإنزيم الببسين هضمه (عملية مهمة للأطفال) .

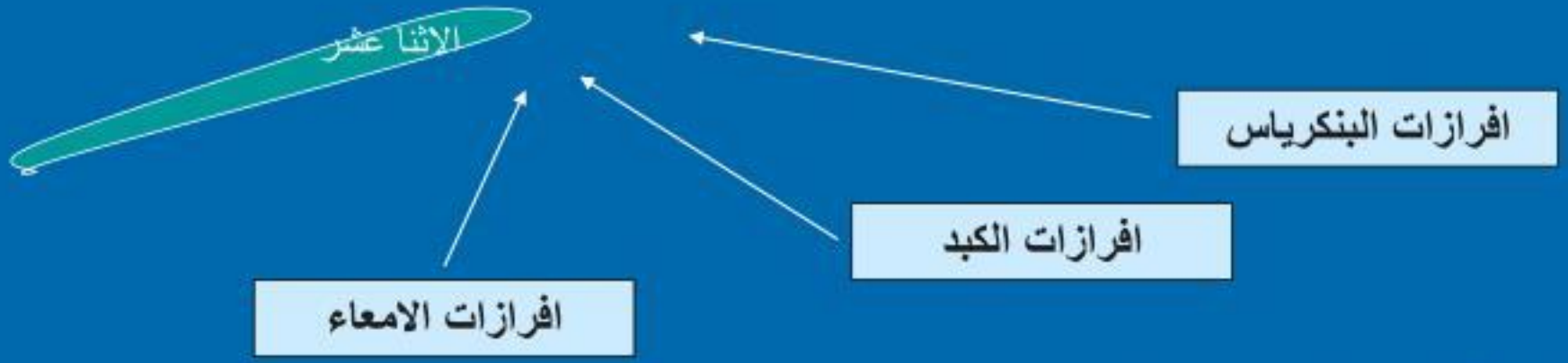
غير موجود بالاسماك

4- انزيم الليبيز Lipase : يعمل على هضم الدهون ولكن كميته قليلة في المعدة .

5- كما تفرز المعدة مواد مخاطية وأيونات تحمي جدارها من التآكل بفعل الوسط الحامضي وعملية الطحن .

ثالثا : الهضم المعوي

بعد الهضم الجزئي في الفم والمعدة يتم تفريغ الطعام الى **الامعاء** حيث تهضم جميع المواد الغذائية الى مكوناتها الأولية ، ويصب في الافرازات التالية :



1- افرازات البنكرياس :

يفرز البنكرياس أيون البيكربونات -HCO3 التي لها دور في تهيئة الوسط القاعدي للأنزيمات . كما يفرز البنكرياس أنزيمات وهى :

أنزيم التربسين Trypsin

يفرز على شكل أنزيم خامل Trypsiogen الذي يتحول في وجود انزيم Entrokinase الى الصورة النشطة وهى Trypsin . وظيفة التربسين هضم البروتينات الكبيرة وتحويلها الى عديد الببتيد.

أنزيم الكيموتربسين
Chemotrypsin

يفرز في صورة غير نشطة وهي الكيموتربسيوجين الذي يتحول الى صورة نشطة (الكيموتربسين) في وجود أنزيم انتروكينيز . يقوم أنزيم الكيموتربسين بهضم البروتينات الكبيرة وتحويلها الى عديد الببتيد .

أنزيمات الببتيديز
Peptidase

عبارة عن 3 أنزيمات تهاجم السلاسل الببتيدية وتحولها الى أحماض أمينيه وتلك الانزيمات هي:

Peptidase

Aminopeptidase	Endopeptidase	Carboxypeptidase

NH2-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-C-**COOH**

بهذه الانزيمات أكتمل هضم البروتينات في الاثنا عشر وأصبحت جاهزة للامتصاص من قبل الأمعاء

أنزيم الاميليز Amylase

يفتت الكربوهيدرات الى سكريات أحادية .

أنزيم ليبيز Lipase

يفتت الدهون الى أحماض دهنية وجلسرين .

2- افرازات الكبد :

تقوم الكبد بإفراز عصارتها في كيس الحوصلة الصفراوية المسنولة عن افرز أملاح الصفراء **Bile Salts** التي تقوم بتحويل الدهن الى مستحلب دهني لكي يتسنى لإنزيمات اللايبيز هضمها بسهولة.

3- افرازات الأمعاء :

أنزيم **Amylase** : يحول الكربوهيدرات الى سكاكر ثنائية.
أنزيم **Lipase** : يحول الدهون الى أحماض أمينيه وجلسرين .
أنزيم **Disaccarase** : يحول السكاكر الثنائية الى أحادية.
أنزيم **Entrokinase** : ينشط الانزيمات الخاملة التي تفرز من البنكرياس .

البروتينات Proteins : سوف يتحلل البروتين مائيا Hydrolysed في عملية الهضم إلى أحماض أمينية حرة Free amino acids (الوحدات البنائية الأساسية للبروتينات) أو إلى سلاسل ببتيدية Peptides مختلفة الأطوال تحتوي على أعداد متباينة من وحدات الأحماض الأمينية, أما الكربوهيدرات Carbohydrates فتتحول بعملية الهضم إلى سكريات بسيطة Simple sugars(احادية أو ثنائية أو ثلاثية) , وتتحول الدهون Lipids إلى أحماض دهنية Fatty acids وكلسيرول Glycerol وتتم عمليات الهضم هذه بواسطة الإنزيمات الهضمية التي تفرز على امتداد معظم طول القناة الهضمية وذلك عند مرورالغذاء بها.

- في الأسماك التي ليس لها معدة, لا يوجد إفراز لحامض الهيدروكلوريك بالطبع, ولذلك فان درجة الأس الهيدروجيني pH للجزء الأمامي من القناة الهضمية ستكون متعادلة أو قليلة القاعدية وتتراوح ما بين (7.5 – 6). والتذبذب في الأس الهيدروجيني يكون ملحوظاً كثيراً في الجزء الأمامي للأمعاء والقناة البوابية, حيث يحدث هناك اختلاط السوائل الهضمية بالكتلة الغذائية في نفس المكان, وتنخفض هذه الظاهرة في الجزء الخلفي من الأمعاء. وان الاس الهيدروجيني للامعاء غالبا يرتبط مع افرازات العصارة الصفراوية Bile والتي تكون متعادلة او حامضية خفيفة.

- هضم وتحليل الكربوهيدرات
- أن هضم الكربوهيدرات يتأثر بالتنبيه من العصارة المعدية الحامضية, لكن العامل الأكثر أهمية في تحليل الكربوهيدرات هو الإنزيمات المحللة للكربوهيدرات, وهذه الإنزيمات الهاضمة لها أهمية خاصة في الأسماك, نظراً لان جميع أنواع الأسماك تقوم بهضم الكربوهيدرات بنفس الكفاءة نسبيا رغم أن الأسماك الحيوانية التغذية تهضم بعض الكربوهيدرات بكفاءة اقل من الأسماك نباتية التغذية أو مختلطة التغذية.

- يعتبر إنزيم الأميليز Amylase من الإنزيمات المسؤولة عن تحليل النشا إلى كلوكوز Glucose. وتوجد أيضاً إنزيمات أخرى محللة للكربوهيدرات بالإضافة إلى الأميليز مثل الكلوكوسيديزات Glycosidases , والمالتيز Maltase , والسكريز Sucrase واللاكتيز Lactase والسايكوبيز Cycopase, وانزيمات أخرى وجدت في الكثير من الأسماك سواء كانتْ حيوانية التغذية أو نباتية التغذية .
- ينخفض معامل هضم الكربوهيدرات بزيادة وزنها الجزئي, فنجد أن النشا اقلها في معامل الهضم وأعلى معامل هضم هو للسكريات البسيطة وهذا يمكن أن يفسر الاختلافات في كفاءة الاستفادة من الكربوهيدرات المختلفة في غذاء الأسماك .

الاحياء المجهرية في القناة الهضمية Gastro – intestinal flora

لا يوجد إنزيم السيليوليز Celulase في معظم الأسماك التي تم فحصها بالرغم من أن هذه الأسماك كانت نباتية التغذية وتتغذى أساساً على الطحالب الطبيعية. والسيليلوز الموجود في علائق الأسماك لا يهضم وبالتالي فان له تأثير مخفض للنمو. ومع ذلك فان بعض التجارب الحقلية قد أوضحت حدوث هضم مهم للسليلوز من قبل هذه الأسماك وقد فسر ذلك بأنه يتم عن طريق وجود الأحياء البكتيرية Bacterial flora في الأمعاء وهي التي من المفترض أنها قامت بتكسير السليلوز. قد دعم بعض الباحثين هذه الفرضية من خلال دراسة وجود إنزيم السيليوليز في معدة 62 نوعاً من الأسماك , كان منها 16 نوعاً من اسماك مصبات الأنهار , حيث أن العديد من اسماك المياه العذبة قد أظهرت بعض نشاط إنزيم السيليوليز.

إن هضم المواد السليلوزية والمواد الغذائية الأخرى صعبة الهضم, يؤكد أهمية الأحياء البكتيرية المعوية التي تساعد في هضم هذه المواد الغذائية كجزء هام من عمليات هضم الغذاء الأخرى التي تتم في الأمعاء. والأحياء البكتيرية في القناة الهضمية للأسماك تظهر في صورة ابسط مما في الحيوانات ذات درجة الحرارة الثابتة لأجسامها, التي تقطن في قناتها الهضمية بشكل أساسي الأحياء الدقيقة اللاهوائية, فنجد أن البكتريا السائدة في معظم معي الأسماك كانت هوائية أو لاهوائية اختيارية.

الإنزيمات الهضمية

Enzyme	Site of Secretion	Site of Action	Substrate	Products
Pepsin	Stomach	Stomach	Protein	Peptides
Trypsin	Pancreas	Intestine	Protein/Peptides	Peptides
Chymotripsin	Pancreas	Intestine	Protein/Peptides	Peptides
Carboxypeptidase	Pancreas	Intestine	Protein/Peptides	AAs, Peptides
Aminopeptidase	Intestine	Intestine	Protein/Peptides	AAs, Peptides
Di-/tripeptidases	Intestine	Intestine	Protein/Peptides	AAs
Lipase	Pancreas	Intestine	Triglycerides	Fatty Acids, Monoacylglycerols
Esterase	Pancreas	Intestine	Esters	Alcohols, Fatty Acids
Amylase	Pancreas	Intestine	Starches	Disaccharides
Disaccharidases	Intestine	Intestine	Disaccharides	Monosaccharides
Chitinases	Pancreas/Gut Microflora	Intestine	Chitin	N-Acetyl-glucosamine
Cellulase	Gut Microflora	Intestine	Cellulose	Saccharides

Digestive enzymes: Substrates and actions

Macronutrient substrate	Chemical bond	Digestive enzyme	Site of production	Site of action
Carbohydrates	Glycosidic	**Carbohydrases**		
		Amylase	Pancreas	Intestine
		Cellulase	Gut bacteria	Intestine
		Chitinase	Gut bacteria	Intestine
Lipids (Fats)	Ester	**Lipase/Esterase**		
		Lipase	Pancreas	Intestine
		Esterase	Pancreas	Intestine
		Phospholipase	Pancreas	Intestine
Proteins	Peptide	**Proteases/Peptidases**		
		Pepsin(ogen)	Stomach	Stomach
		Trypsin(ogen)	Pancreas	Intestine
		Chymotrypsin(ogen)	Pancreas	Intestine
		Peptidases	Pancreas/Intestine	Intestine