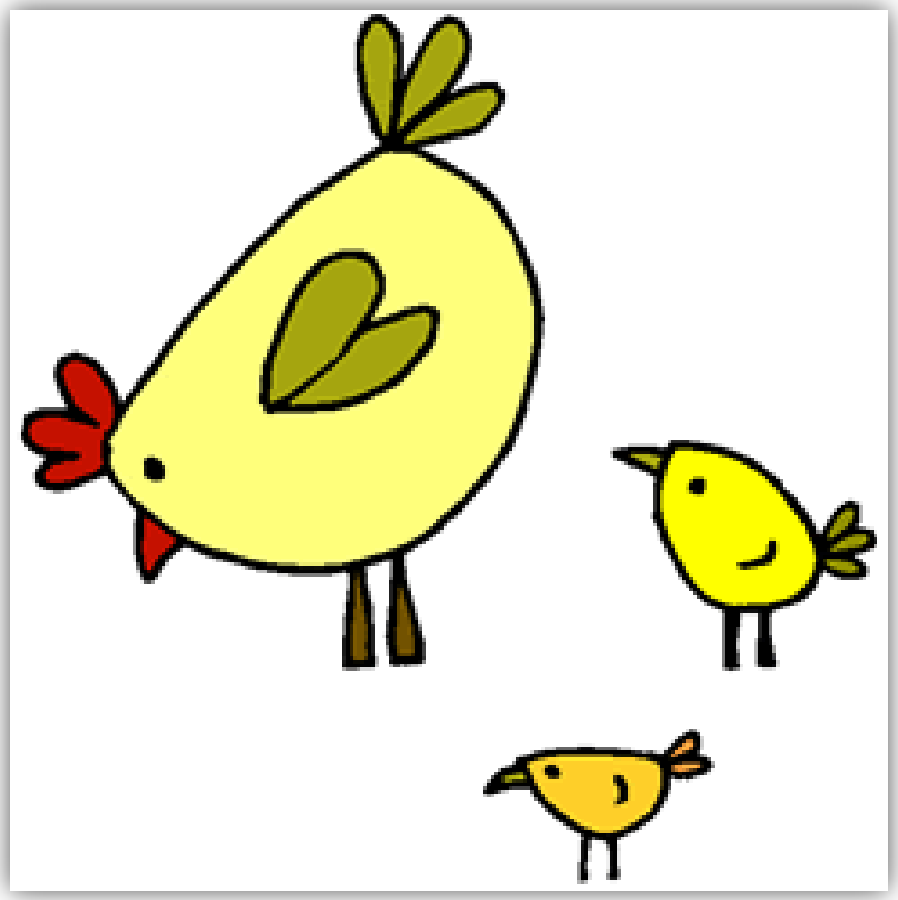
الهضم والامتصاص والتمثيل الغذائي



جامعة حماة

كلية الطب البيطري

المحاضرة الثانية

الدكتور حسن طرشه

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

مقدمة:

- لاقيمة للعلف بالنسبة لأي حيوان إلا بعد أن يتناوله، حيث تتم في جهازه الهضمي العمليات التالية: الهضم (Digestion) و الإمتصاص (Absorption) و التمثيل أو الإستقلاب (Metabolism)، ويحوله إلى طاقة ومكونات مختلفة يستفيد منها للحفاظ على حياته ونموه وتكاثره وإنتاجه.
- يتم تفكيك العلف، بعد أن يتناوله الطائر، إلى مكوناته الغذائية في القناة الهضمية.
- بعد أن يتم هضمه، تمتص المكونات الغذائية من الامعاء لتصل إلى الدم.
- مخلفات الهضم والإمتصاص تطرح من فتحة المجمع في نهاية القناة الهضمية.
- الكبد يفرز العصارة الصفراوية التي تتجمع في الحوصلة الصفراوية، بالإضافة لوظائف أخرى أهمها استقلاب المكونات الغذائية وتخليص الجسم من السموم.
- غدة البنكرياس تفرز الكثير من الأنظيمات الهامة في عمليات الهضم وكذلك بعض الهرمونات، خصوصاً الإنسولين (Insulin) و الغلوكاغون (Glucagon) المسؤولان عن استقلاب الكربوهيدرات.

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

العلف في الجهاز الهضمي:

- يحدد الطائر كمية العلف التي يتناولها في المرة الواحدة (اللقمة)، عن طريق المنقار، حيث يبتلع كل الكمية الملتقطة دفعة واحدة.
- إذا كانت الحوصلة فارغة، فإن الدفعات الأولى من العلف تصل مباشرة إلى المعدة الغدية ومن ثم إلى القانصة، أما الدفعات التالية فإنها تختزن بالحوصلة.
- عند الإنتهاء من تناول العلف، ينتقل هذا الأخير من الحوصلة إلى المعدة الغدية ثم إلى القانصة.
- في هذه المراحل يتحول العلف الجاف إلى عجينة ناعمة تعبر بسهولة إلى الأمعاء.
- في الإثنى عشر يُدفع العلف للخلف ليصل إلى كافة الأمعاء الدقيقة حيث يهضم، وأثناء ذلك يمتص جزء كبير منه، وقسم صغير سائل يذهب الى الأعورين.
- يتابع ما تبقى من العلف غير المهضوم والممتص طريقه ليصل إلى الأمعاء الغليظة ومن ثم إلى المجمع.
- في المجمع تختلط مخلفات العلف (البراز) مع البول، ليخرجا معاً من فتحة المجمع بشكل زرق (Droppings)، أي مزيج من البراز والبول المغطى بطبقة حوارية بيضاء من حمض البول (Uric Acid).

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

العلف في الجهاز الهضمي:

- القناة الهضمية في الدجاج ذات كفاءة عالية جداً نتيجة قصر طولها، و قصر فترة بقاء العلف فيها، وهذه الفترة تتراوح في المتوسط بين ٣ – ٤ ساعات، وتختلف وفقاً لنوع العلف المتناول.

What is going in here??

ماذا يحدث هنا ؟؟

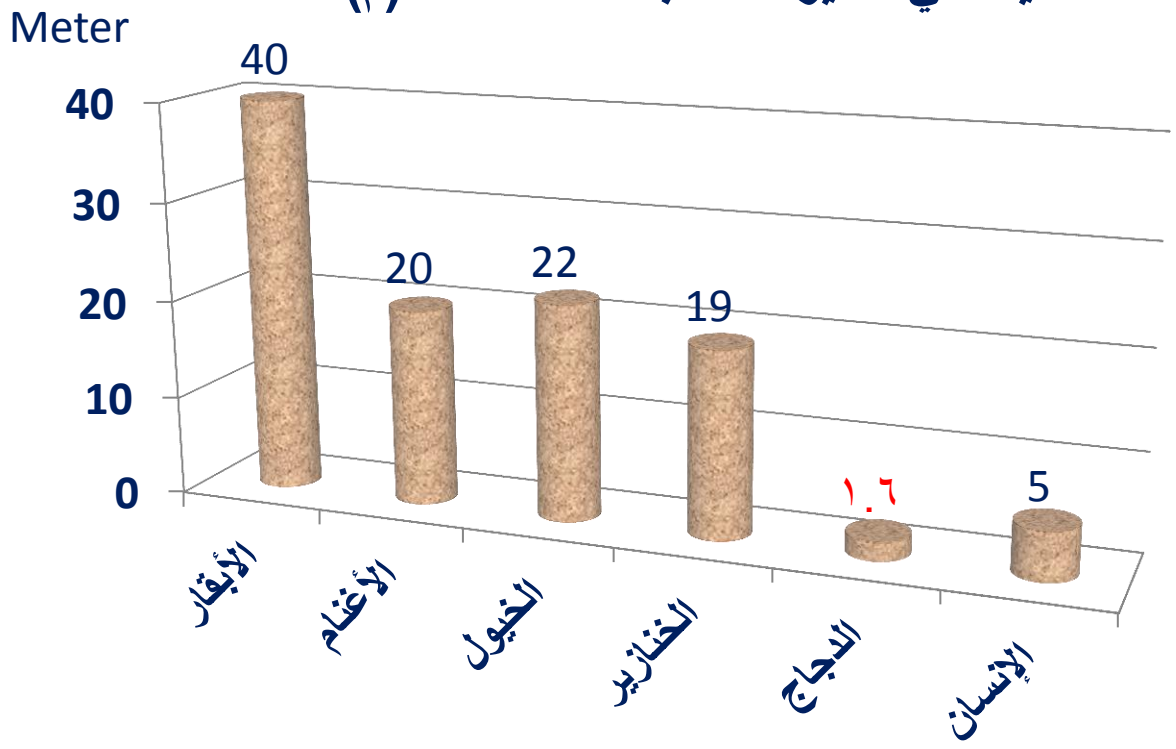
Digestion + Absorption + Metabolism

هضم + إمتصاص + إستقلاب

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

العلف في الجهاز الهضمي:

طول الأمعاء الدقيقة في الحيوانات البالغة المختلفة (م)



الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الهضم (Digestion):

- الهضم تعريفاً هو عملية تتم في الجهاز الهضمي هدفها تفكيك المكونات الغذائية الموجودة في العلف، فيزيائياً وكيميائياً إلى أجزاء صغيرة يسهل امتصاصها واستقلابها.
- يُفرَز اللعاب في الفم ويختلط بالعلف، ويحتوي اللعاب على أنظيم البتيالين* (Ptyalin) المسؤول عن تفكيك وتحلل النشاء الموجود في العلف.
- تُفرِز المعدة الغدية حمض كلور الماء (Hcl) الذي يهبط مباشرة إلى القانصة.
- تفرزالدجاجة التي تزن ١.٨ كغ من حمض كلور الماء ما يعادل ٣٥٠ سم٣ / يوم.
- كما تفرز أيضاً البيبسين (Pepsin) وهو أحد الأنظيمات المحللة للبروتينات.
- لا يبقى العلف في المعدة الغدية فترة طويلة، إذ يعبر إلى القانصة ممزوجاً بالبيبسين.
- في القانصة ذات العضلات القوية يتم تفتيت وطحن العلف الممزوج بالببسين.
- تساعد الحصى الموجودة في القانصة في عملية تفتيت وطحن العلف.
- تتغيرحموضة الوسط في القناة الهضمية من جزء إلى آخر، وفقاً للعمليات التي تحدث في كل جزء.

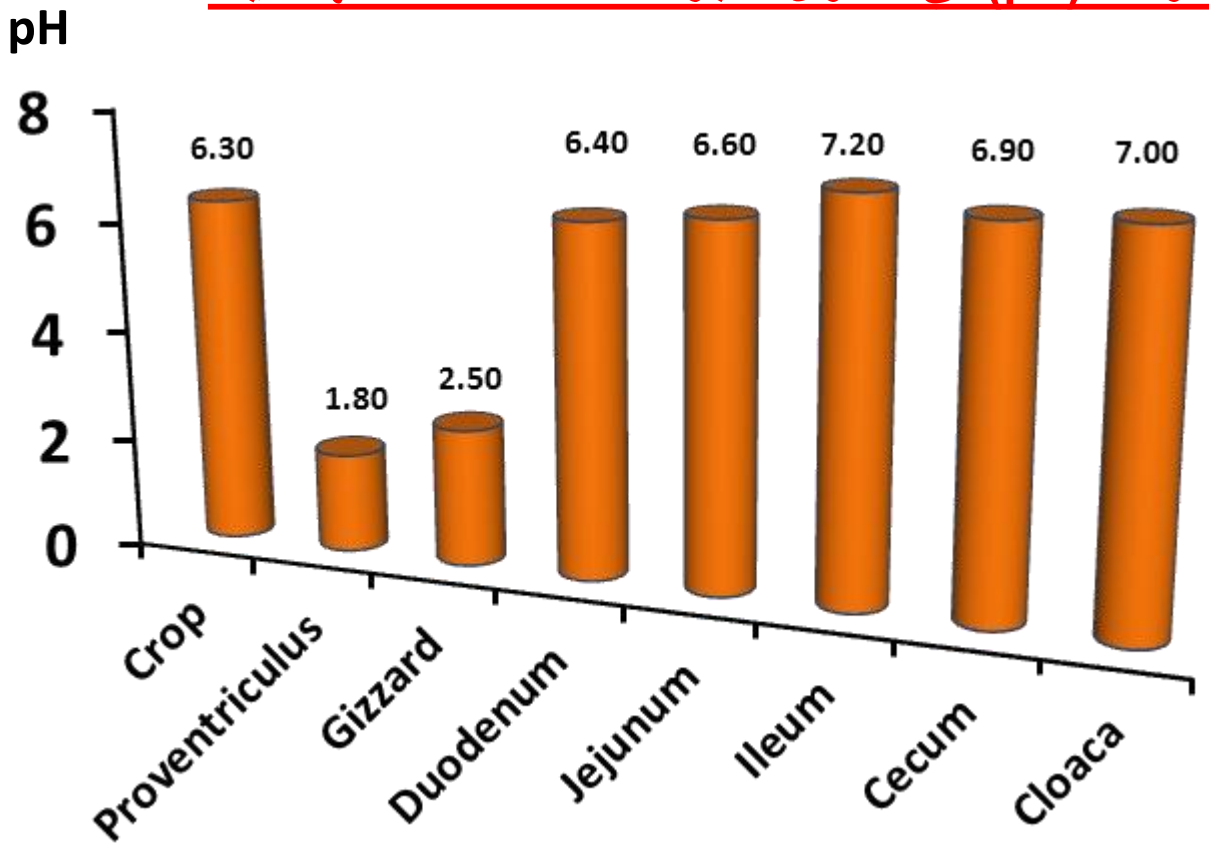
---

* الأنظيم المحلل للنشاء عندما يفرز مع اللعاب يدعى بتيالين، وعندما يفرز من البنكرياس يدعى أميلاز (Amylase).

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الهضم (Digestion):

درجة الحموضة (pH) فى محتوى الأجزاء المختلفة للقناة الهضمية:



(Herpol and Van Grembergen, 1967)

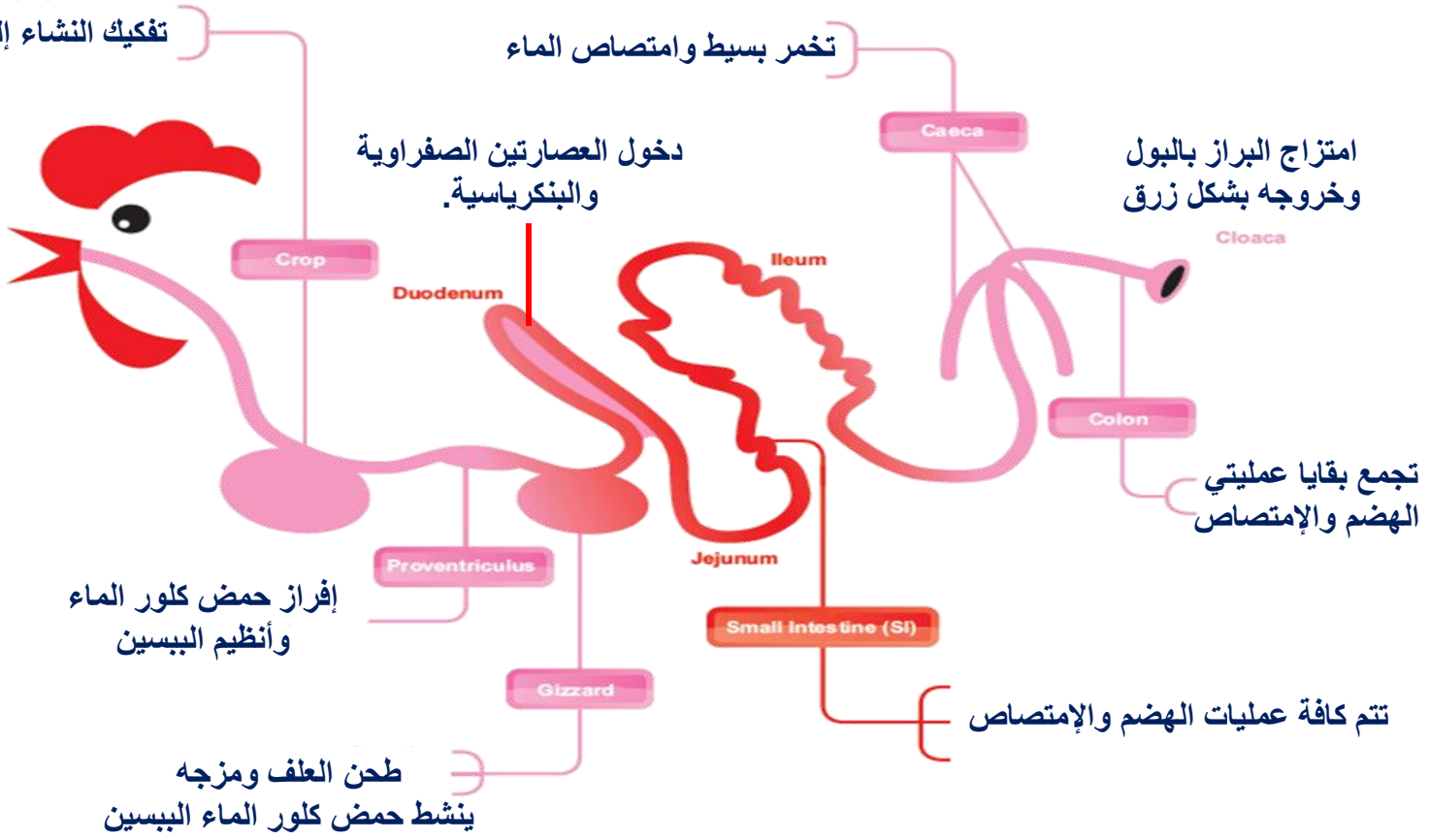
الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الهضم (Digestion):

- يصل العلف المهضوم جزئياً إلى الإثنى عشر حيث يصبح الوسط أقل حموضة ويبقى كذلك تقريباً حتى نهاية القناة الهضمية (٦ – ٧ pH).
- عند وصول العلف إلى نهاية الإثنى عشر تصب في الأمعاء العصارتين الصفراوية والبنكرياسية.
- تحتوي العصارة الصفراوية على الاملاح والصبغات الصفراوية (Bile Pigments and Salts)، المسؤولة عن استحلاب الدهون والزيوت ليصبح تحللها أسهل بواسطة أنظيم الـ ليباز (Lipase)، كما أنها تحتوي على بعض المركبات التي تساعد في تسريع نشاط هذا الأنظيم.
- كما تحتوي العصارة الصفراوية أيضاً على القليل من أنظيم الـ أميلاز (Amylase) المحلل للنشاء.
- معظم مكونات العلف الغذائية يتم هضمها وامتصاصها في الأمعاء الدقيقة، ومايتبقى عن عمليات الهضم، يتم طرحه إلى خارج الجسم عن طريق فتحة المجمع.

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الهضم (Digestion):



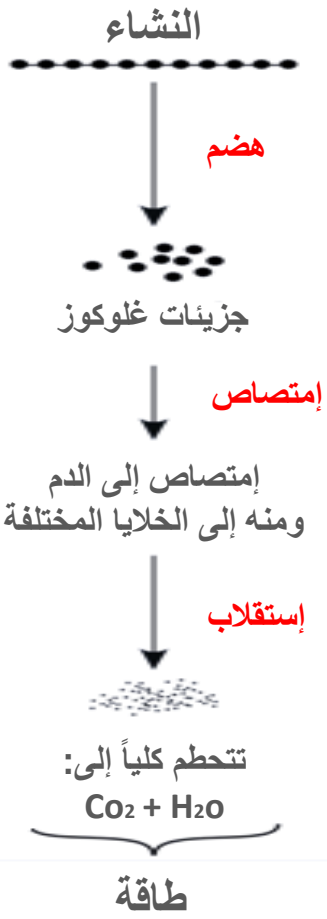
الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

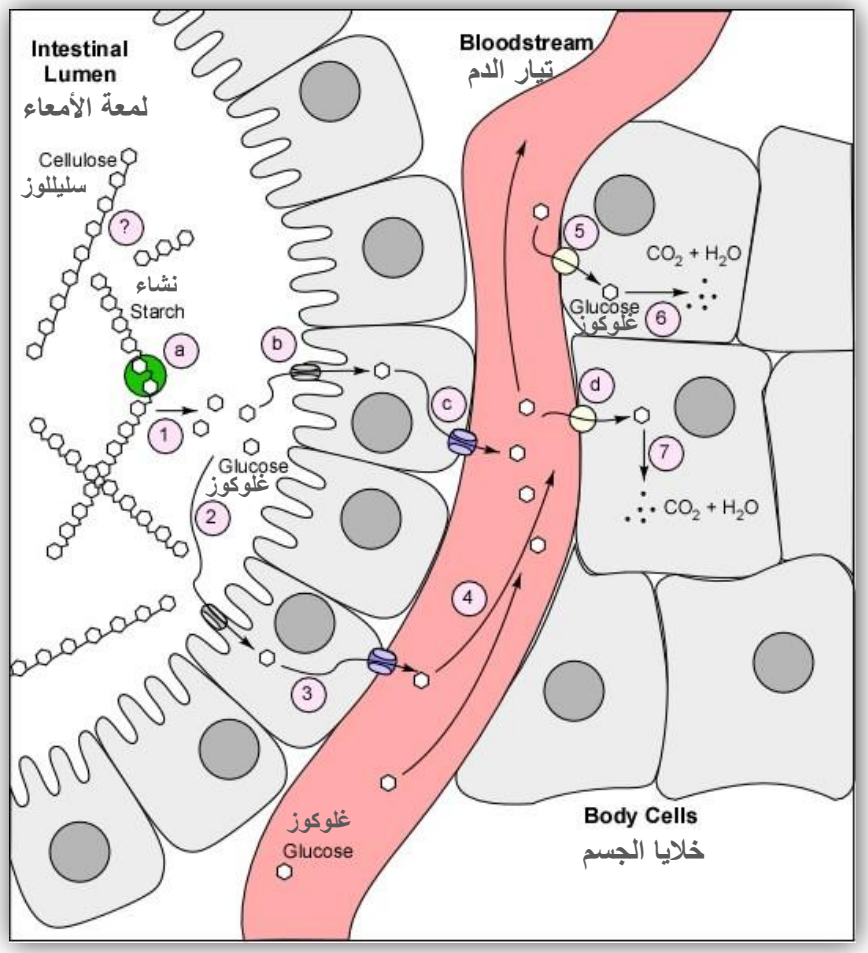
الكربوهيدرات (Carbohydrate):

- تبدأ عملية هضم الكربوهيدرات، كما ذُكِرَ سابقاً، منذ لحظة امتزاج العلف باللعاب بالفم بواسطة أنظيم البتيالين والذي هو نفسه أنظيم الأميلاز المحلل للنشاء.
- ينشط البتيالين في الحوصلة مع بعض الأنظيمات الموجودة أصلاً في العلف، بالإضافة إلى تأثير البكتريا النافعة الموجودة في الحوصلة مثل العصيات اللبنية والمكورات السبحية بالإضافة لبعض الخمائر.
- حوالي ٢٥% من النشاء في الحوصلة يتحلل إلى سكر في حوالي الساعتين حيث يتم أمتصاص الجزء الاكبر منه، وجزء منه تستهلكة البكتريا النافعة وتحوله إلى كحول إيثيلي و حمض اللبن اللذان يمتصهما الطائر ويستخدمهما مثل الغلوكوز كمصادر للطاقة.
- تفرز البنكرياس أنظيم الأميلاز.
- يحلل الأميلاز الجزء الأكبر من النشاء، في الإثنى عشر والصائم، إلى جزيئات من الغلوكوز التي تمتص من الأمعاء.
- تفرزالأمعاء الأنظيم المحلل لسكر القصب الـ سكريز (Saccharase) الذي يحلله إلى غلوكوز و فركتوز وكذلك أنظيم الـ مالتيز (Maltase) الذي يحلل سكر المالتوز إلى جزيئين من الغلوكوز.

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الكربوهيدرات (Carbohydrate):

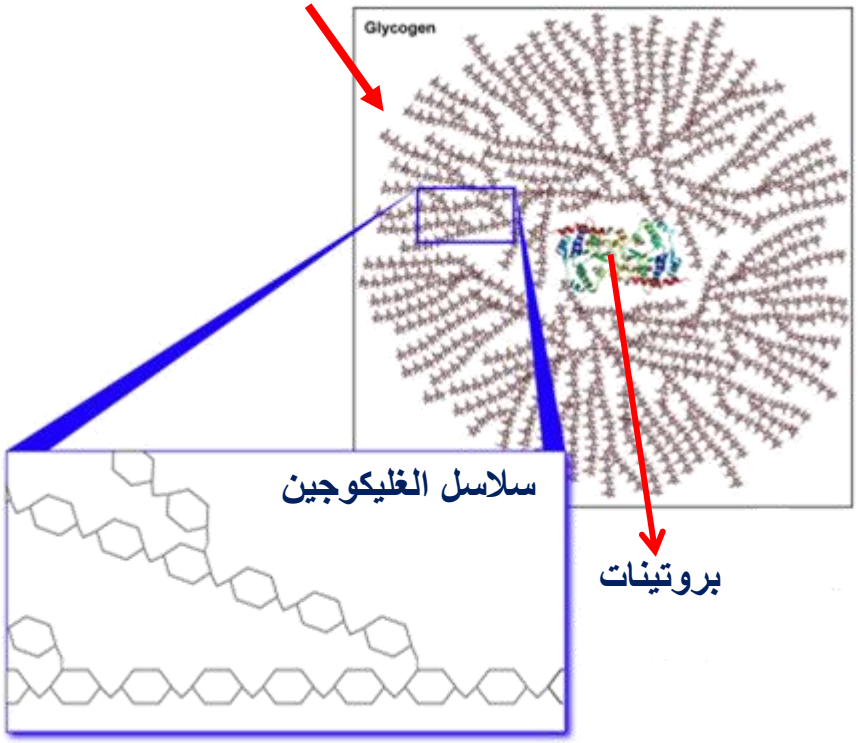




الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الكربوهيدرات (Carbohydrate):

- مستوى الغلوكوز في دم الدجاج أعلى بثلاث مرات مما هو عليه في الثدييات (234 ± 11.8 mg/dL) *
- ينقل الدم الغلوكوز الممتص إلى الكبد والخلايا المختلفة، حيث يستخدم بصورة رئيسية كمصدر للطاقة، والزيادة منه تخزن بالكبد والعضلات بشكل غليكوجين (Glycogen)، الذي يدعى، في بعض المراجع بالنشاء الحيواني !!
- كذلك يتحول بعض الغلوكوز الزائد إلى حموض دهنية تنتقل إلى الخلايا الدهنية لتخزينها و استخدامها، مثل الغليكوجين، كمصادر للطاقة عند الحاجة إليها.
- تركيب الغليكوجين يشبه تركيب النشاء، إلا أن سلاسل السكريات المعقدة(المتعددة) تتحد مع بعضها بواسطة البروتينات.

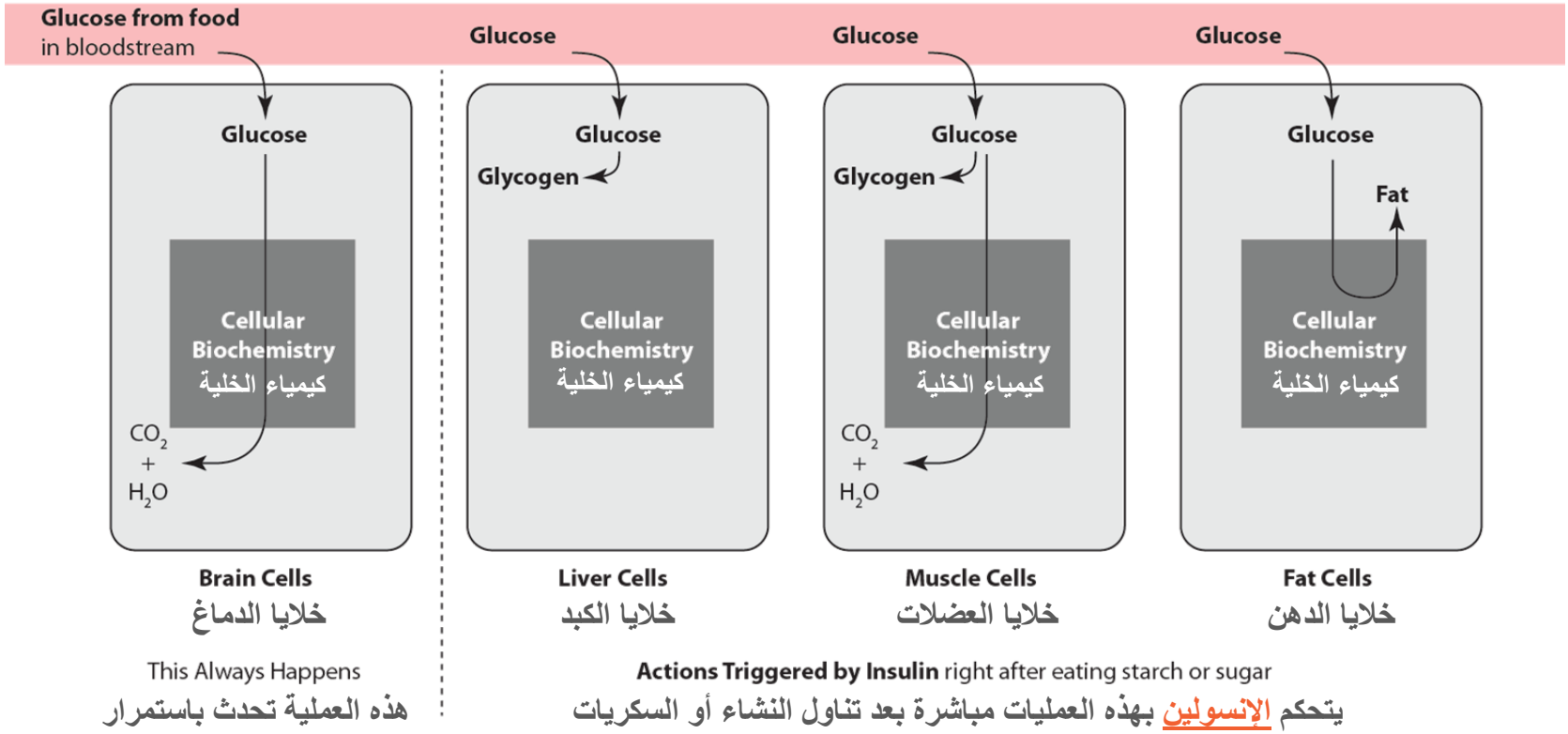


* (Scanes, 2008)

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الكربوهيدرات (Carbohydrate):

مستوى الغلوكوز في الدم عالي: الغلوكوز من النشاء الموجود في العلف وموجود في الدم



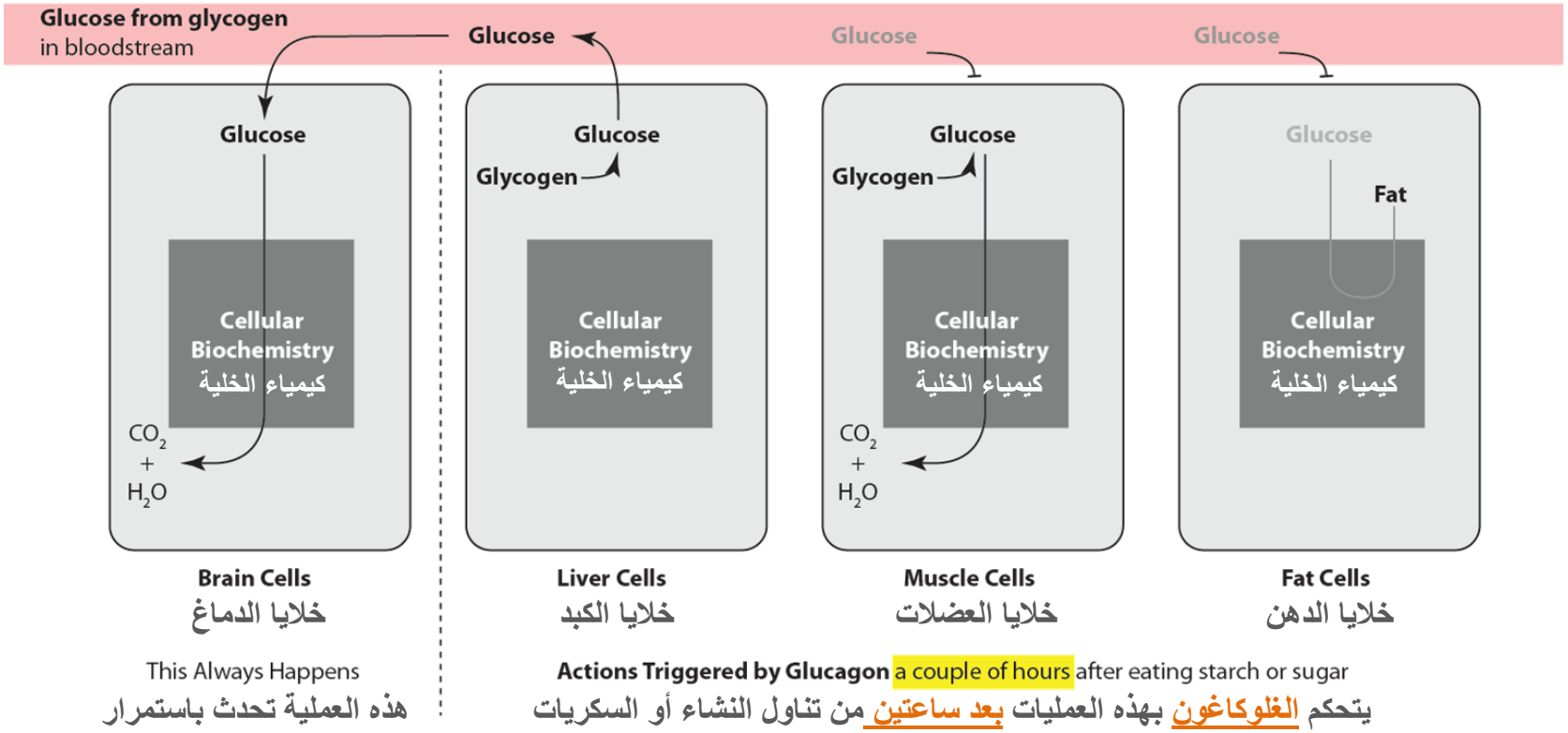
الإنسولين هرمون يتحكم بخفض مستوى الغلوكوز في الدم

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الكربوهيدرات (Carbohydrate):

مستوى الغلوكوز في الدم منخفض:

الغلوكوز الموجود في الدم من الغليكوجين



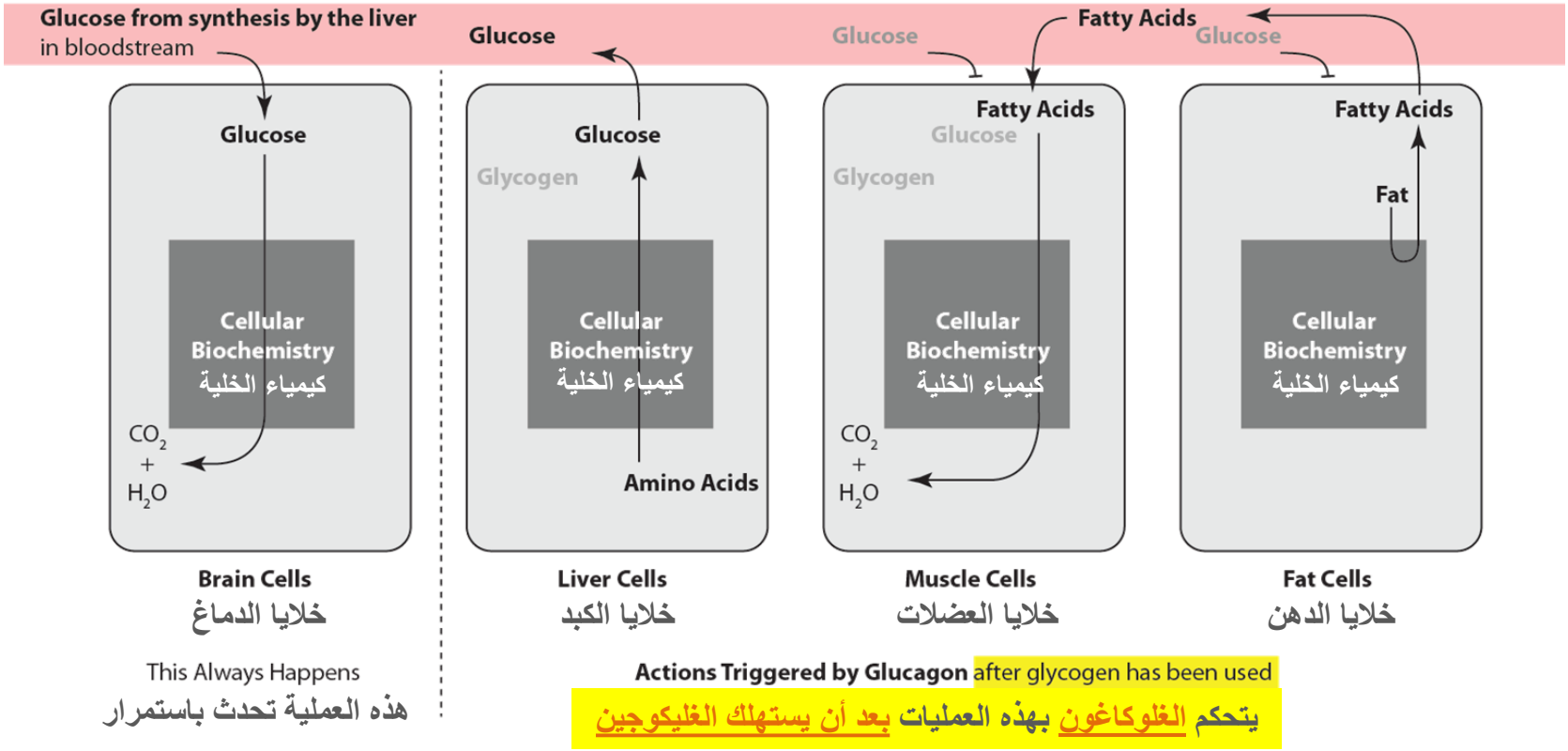
الغلوكاغون هرمون يتحكم برفع مستوى الغلوكوز في الدم

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الكربوهيدرات (Carbohydrate):

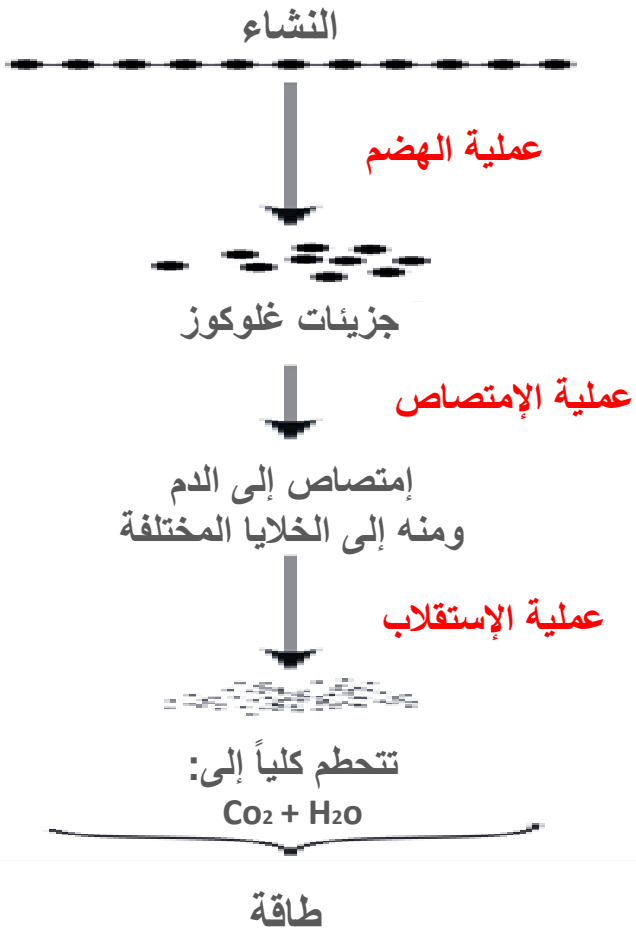
بعد استهلاك الغليكوجين:

الغلوكوز الموجود في الدم المصنع بالكبد



الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

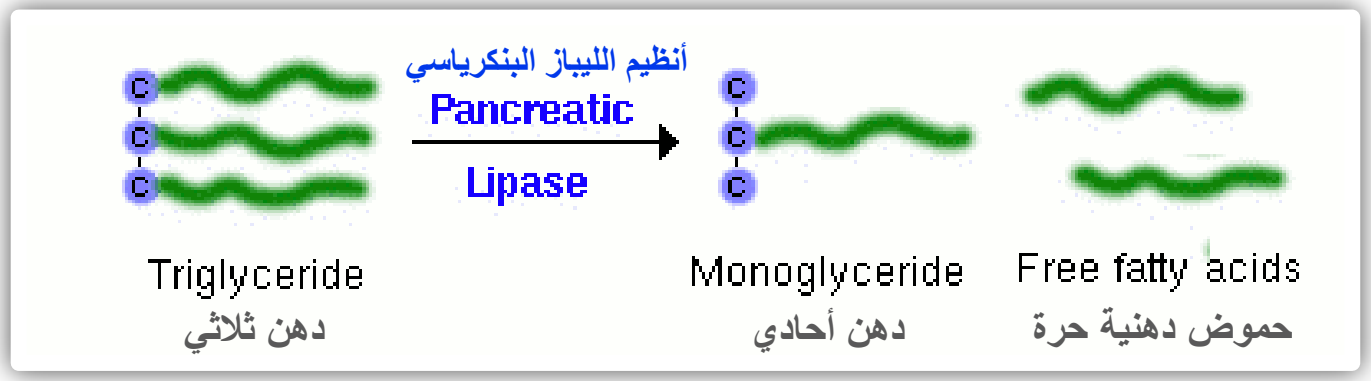
الكربوهيدرات (Carbohydrate):



الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الدهون (Fats):

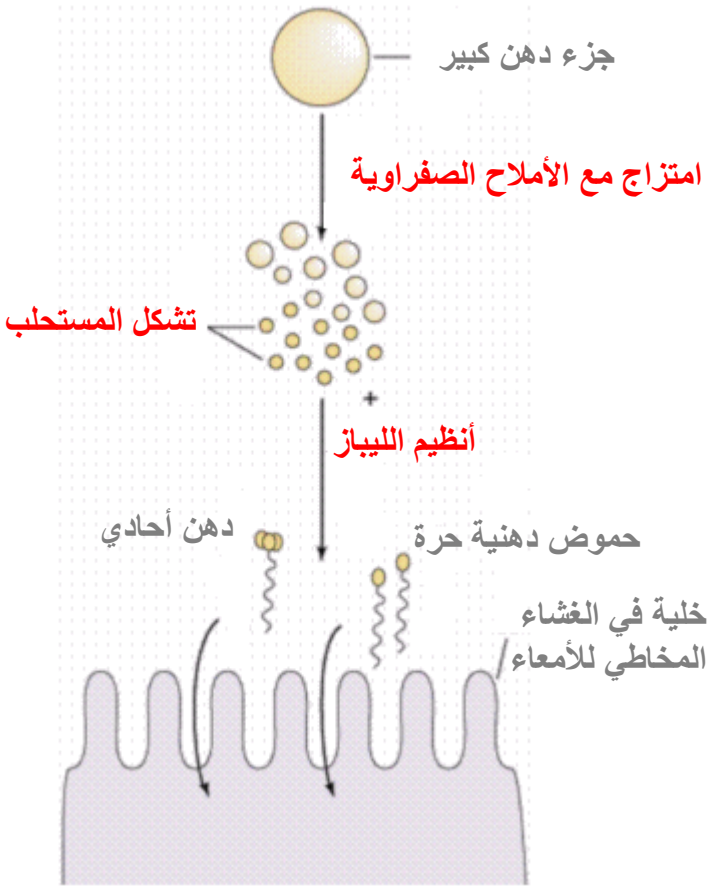
- كل ما يتناوله الطائر من الدهون والزيوت سواء كانت موجودة في المواد العلفية أم مضافة إلى الخلطة العلفية، يستخدم لتلبية إحتياجاته من الطاقة، وما يزيد عن ذلك يخزن في جسمه.
- لذلك تعتبر الدهون المخزون الإحتياطي الرئيسي للطاقة في جسم الحيوان .
- تفرز البنكرياس أنظيم الليباز المسؤول عن تحلل الدهون إلى دهون أحادية، وحموض دهنية حرة، بمساعدة الصبغات والأملاح الصفراوية.



الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الدهون (Fats):

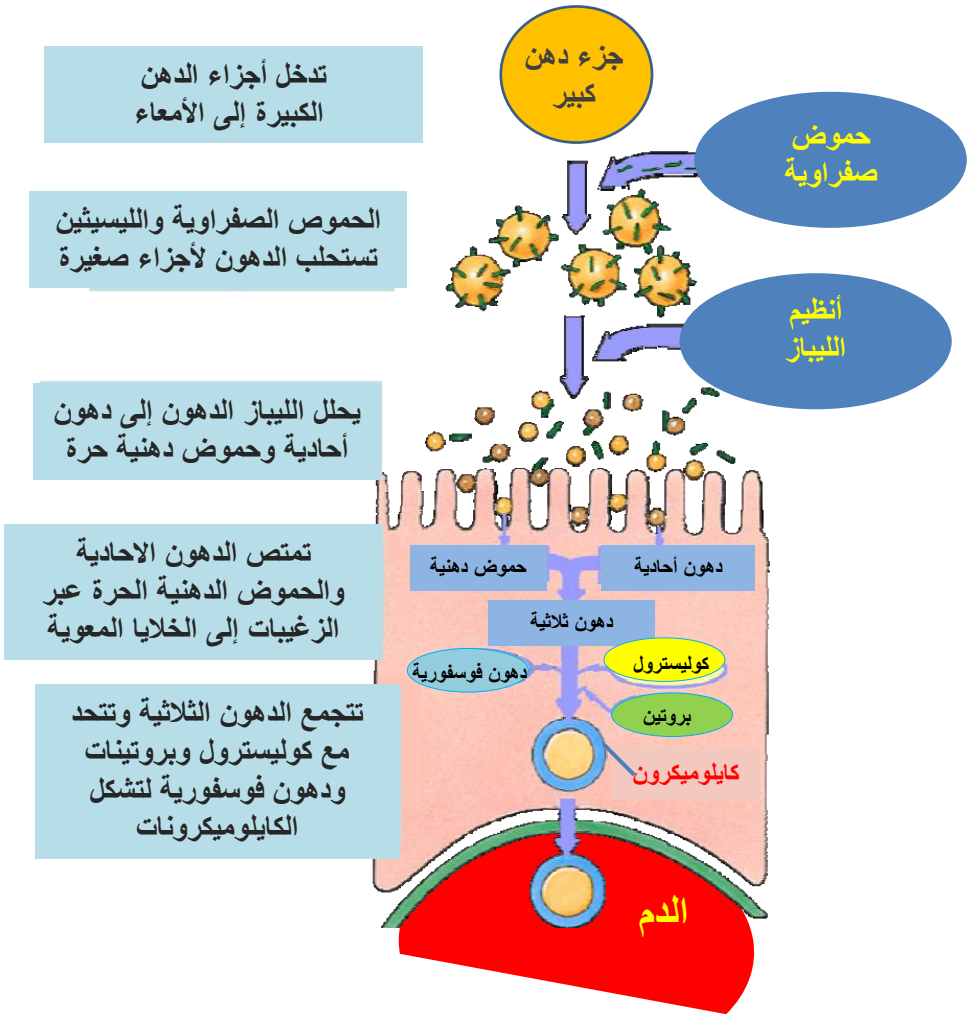
- تُمتص الدهون الأحادية والحموض الدهنية الحرة إلى الغشاء المخاطي عبر الزغيبات.
- يعاد تشكيل الدهون الثلاثية إبتداءاً من الدهون الأحادية والحموض الدهنية الحرة.
- تتم هذه العملية في الخلايا الظهارية للغشاء المخاطي للأمعاء . تتحد الحموض الثلاثية مع مركبات أخرى وتشكل مايسمى بالـ كايلوميكرونات (Chylomicrones).



الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

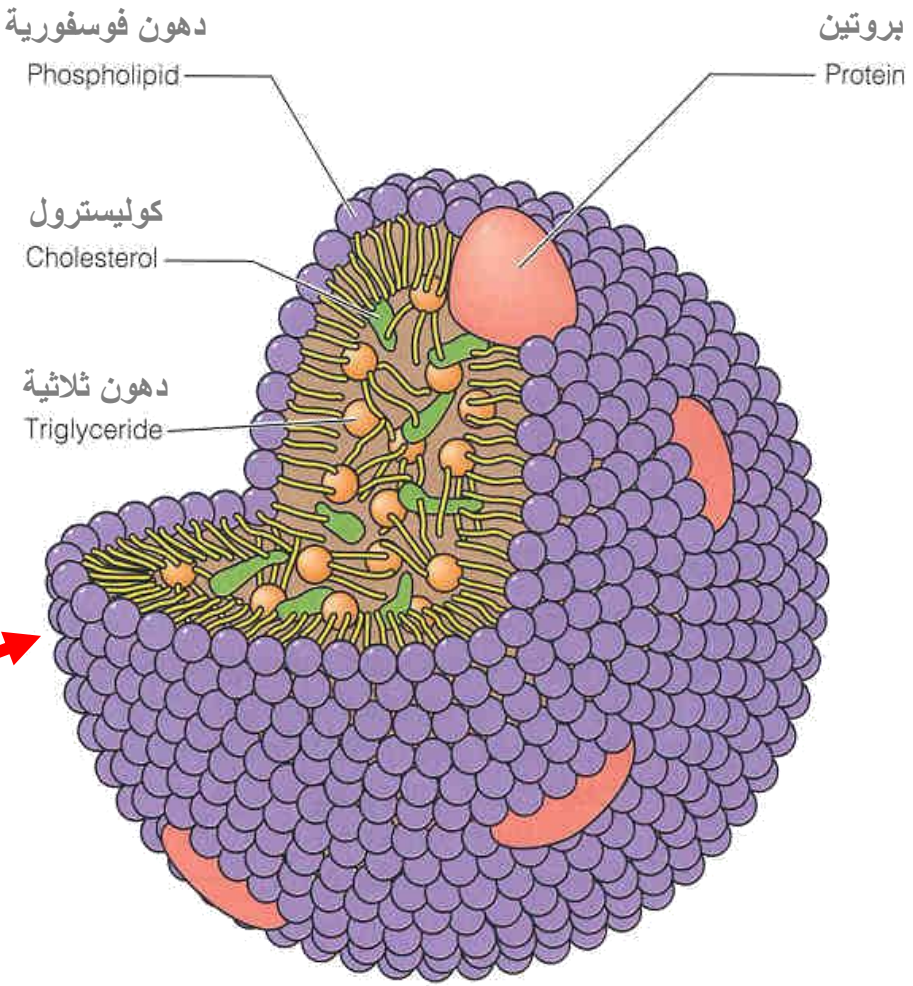
الدهون (Fats):

- يضم كل كايلوميكرون حوالي ٩٠ دهناً ثلاثياً مع كميات صغيرة مِنْ الكوليستيرول والدهون الفُسْفُورِيّة والفيتامينات الذَوَّابَةٌ بالدُّهْون والبروتينات.
- و هي تتشكل في خلايا الغشاء المخاطي للأمعاء وتحمل الدهن الغذائي من هذه الخلايا إلى بلازما الدم وأخيراً إلى الكبد والأنسجة.
- بقيّة جزيئات الكايلوميكرونات تُزال عن طريق الكبد.



الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الدهون (Fats):



Chylomicrone
الكايلوميكرون

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

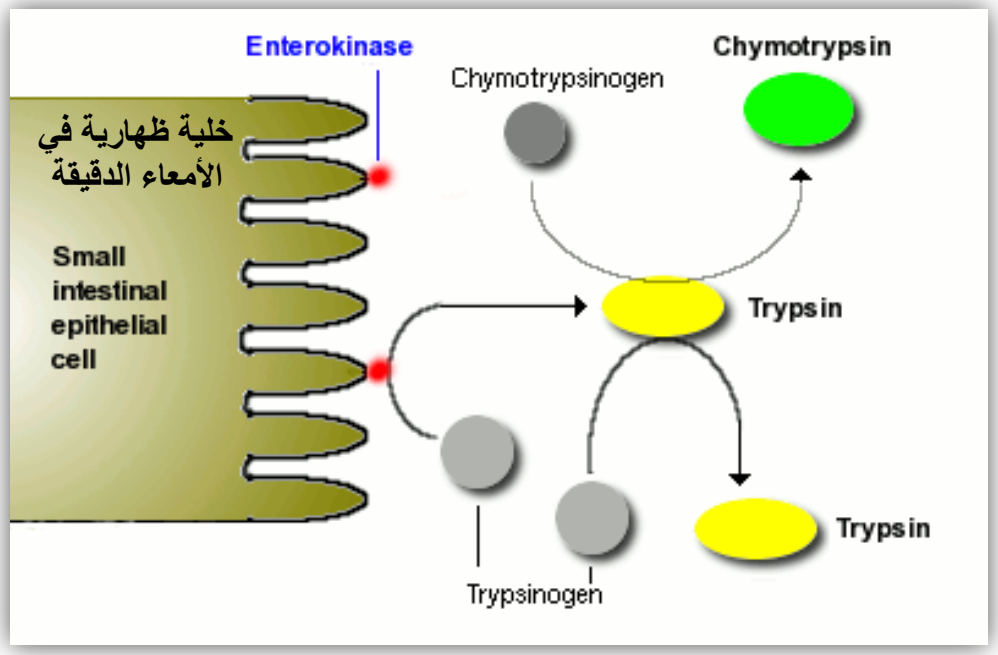
البروتينات (Proteins):

- يبدأ هضم البروتينات في المعدة الغدية التي تفرز البيبسين (Pepsin) غير النشط، والذي ينشط بوجود حمض كلور الماء (Hcl) الذي تفرزه أيضاً هذه المعدة.
- لكن معظم هضم البروتينات يتم بواسطة الأنظيمات الموجودة في العصارة البنكرياسية التي تفرزها البنكرياس وتصب في الإثنى عشر.
- تفرز البنكرياس كميات قليلة من أنظيمي الـ تربسين (Trypsin) والكايموتريبسين (Chymotrypsin) النشطة وعلى كميات أكبر من غير النشطة.
- التربسين غير النشط يتم تنشيطه بواسطة أنظيم آخر يدعى الـ أنتيروكيناز (Enterokinase) الذي تفرزه الزغيبات في الغشاء المخاطي للأمعاء.
- عندما ينشط التربسين فإنه بدوره ينشط الكيموتريبسين غير النشط.
- التربسين والكيموتربسين يحللان البروتينات إلى بيبتيدات (Peptides) كبيرة (تحتوي على سلاسل مؤلفة من عدد كبير من الحموض الأمينة) وبيبتيدات صغيرة (تحتوي على حمضين أمينين أو ثلاثة وأحياناً أربعة).

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

البروتينات (Proteins):

- الأنظيمات غير النشطة تدعى أيضاً مولدات الأنظيمات، فـ التريبسينوجين (Trypsinogene) هو مولد أنظيم التريبسين والـ كايموتريبسينوجين (Chymotrypsinogene) هو مولد أنظيم الكايموتريبسين وهكذا.

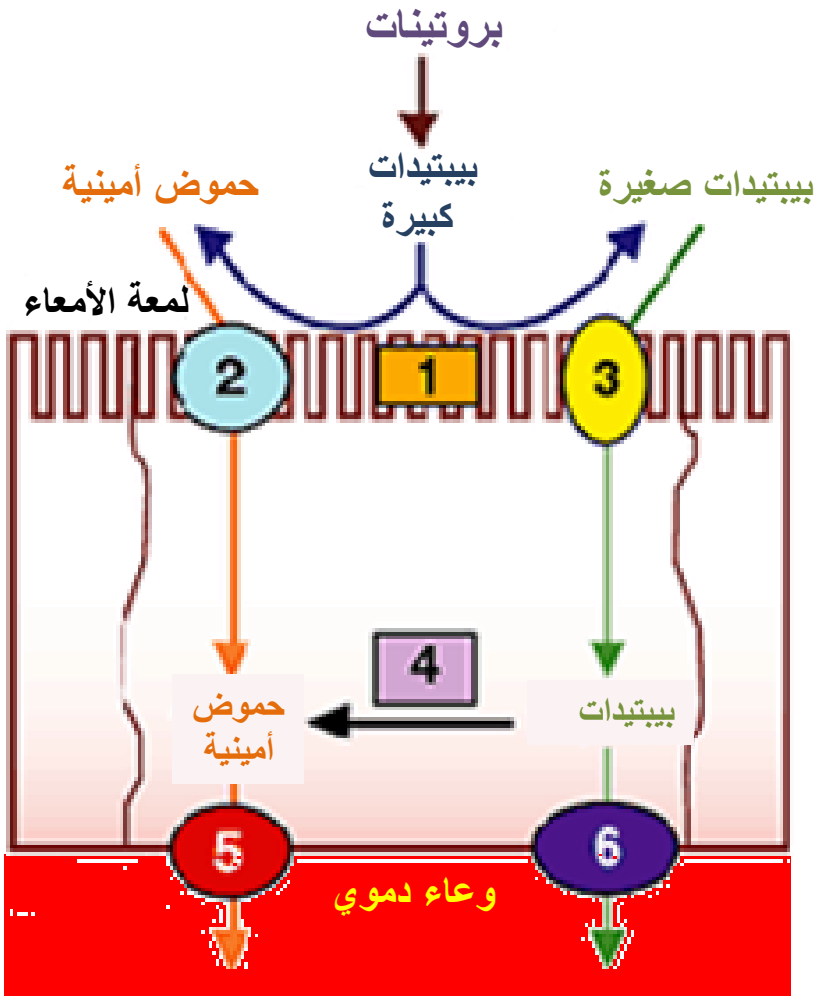


الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

البروتينات (Proteins):

- كما تفرز البنكرياس أنظيم آخر يساعد في تحلل البروتينات يدعى الـ كاربوكسي بيبتيداز (Carboxypeptidase).
- يحلل هذا الأنظيم بعض البيبتيدات إلى حموض أمينية (Amino Acids).
- تفرز الإثنى عشر كمية من المواد الآزوتية بشكل مخاط، فيصبح الوسط أكثر قلوية.
- معظم التأثير على البيبتيدات لتفكيكها إلى الحموض الأمينية التي تتركب منها تتم بواسطة أنظيمات البيبتيداز (Peptidases) التي تفرزها أيضاً البنكرياس وموجودة في الزغيبات وهيولى الخلايا الظهارية في الغشاء المخاطي للأمعاء .
- يختلط الآزوت ذو المصدر الداخلي مع البيبتيدات الثنائية والثلاثية والحموض الأمينية ليكوِّنَ مزيجاً متماثلاً يتم امتصاصه على طول امتداد الأمعاء الدقيقة.
- تنتقل البيبتيدات البسيطة والحموض الأمينية من الأمعاء إلى الأوعية الدموية ومنها إلى الكبد والخلايا المختلفة ليعاد تركيبها إلى بروتينات.

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي



البروتينات (Proteins):

١) تحتوي زغيبات الغشاء المخاطي للأمعاء أيضاً على أنظيمات الببتيداز.
٢) كذلك تحتوي على نواقل* للحموض الأمينية.
٣) وأيضاً على نواقل* للببتيدات الصغيرة.
٤) تتواجد أنظيمات الببتيداز أيضاً في هيولى الخلايا الظهارية للغشاء المخاطي.
٥) يتواجد في الغشاء المصلي للأمعاء نواقل* للحموض الأمينية.
٦) كذلك يتواجد فيه نواقل* للببتيدات الصغيرة (غالباً حمضان أمينيان أو ثلاثة).

---

* معظم النواقل تعتمد على شوارد الصوديوم (Na).

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

البروتينات (Proteins):

- تتشكل الحموض الأمينية في الكبد وخلايا الجسم المختلفة بوجود المجموعات الأمينية (NH2) و السلاسل الكربونية و الأنظيمات المتخصصة.
- تأتي المجموعات الأمينية من تفكك الحموض الأمينية نفسها، أما السلاسل الكربونية فإنها تنتج عن استقلاب الكربوهيدرات .
- في الدجاج هناك حمضان أمينيان فقط لا يمكن تشكيلهما أبداً ابتداءً من المجموعات الأمينية و السلاسل الكربونية، وهما اللايسين (Lysine) و الثريونين (Thrionine)، وذلك لعدم توفر الأنظيمات الخاصة بعملية التحول الأميني لهما، وهذا يوضح سبب كون هذين الحمضين "أساسيين تماماً" إذ لا يمكن مطلقاً تخليقهما في الجسم، لذا يجب توافرهما في الخلطة العلفية و بكميات تفي احتياجات الطائر.
- الطيور لا تستطيع تخزين الفائض عن حاجتها من الحموض الأمينية، لذا يجب عدم هدرها وحساب كمياتها بدقة وفقاً للاحتياجات منها للحفظاظ على الحياة وللنمو والإنتاج.

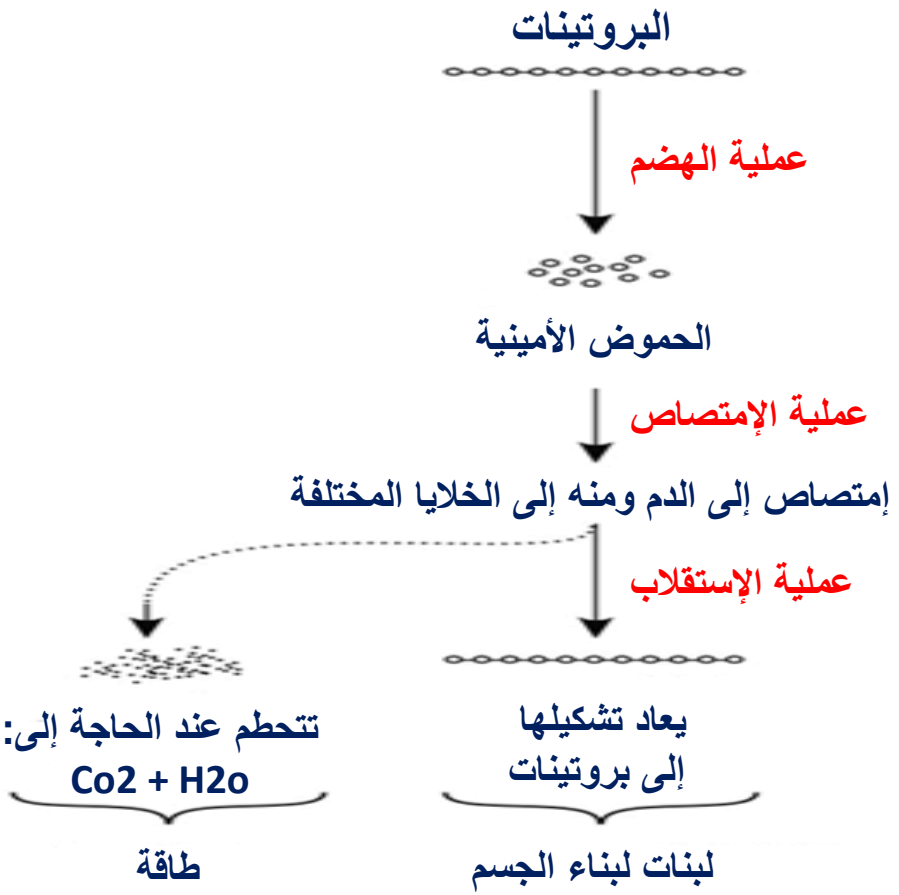
الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

البروتينات (Proteins):

- إذا منع العلف عن الدجاج أو كانت الخلطة العلفية فقيرة بالطاقة، أو مخزون جسمه من الغليكوجين قد استنفذ، فإن بعض الحموض الأمينية تبدأ بالتفكك حيث تتحول السلاسل الكربونية المكونة لهذه الحموض إلى غلوكوز لإمداد الطائر بالطاقة اللازمة له.
- تستخدم نواتج تفكك هذه الحموض أيضاً في تخليق الهرمونات.
- إذا زادت كمية الأحماض الأمينية في الخلطة العلفية عن احتياجات الطائر لتكوين البروتين، فإنها تتفكك ويكون الناتج الرئيسي حمض البول (Uric acid).
- يتشكل حمض البول في الكبد بوجود الأنظيم الكبدي (Xanthine oxidase)، ويزداد نشاط هذا الأنظيم طرداً مع زيادة كمية البروتين في العلف.
- في الأحوال العادية تطرح الدجاجة يومياً ما يعادل ٤ - ٥ غ من حمض البول.
- إذا ازداد تشكل هذه المادة بشكل غير طبيعي، نتيجة أستهلاك كمية كبيرة من البروتينات، فإنها تترسب في الكليتين و المفاصل و غشاء التامور والأنسجة الرخوة الأخرى، مثل الكبد والحالبين، وتسمى هذه الحالة المرضية بـ النقرس (Gout).

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

البروتينات (Proteins):



الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

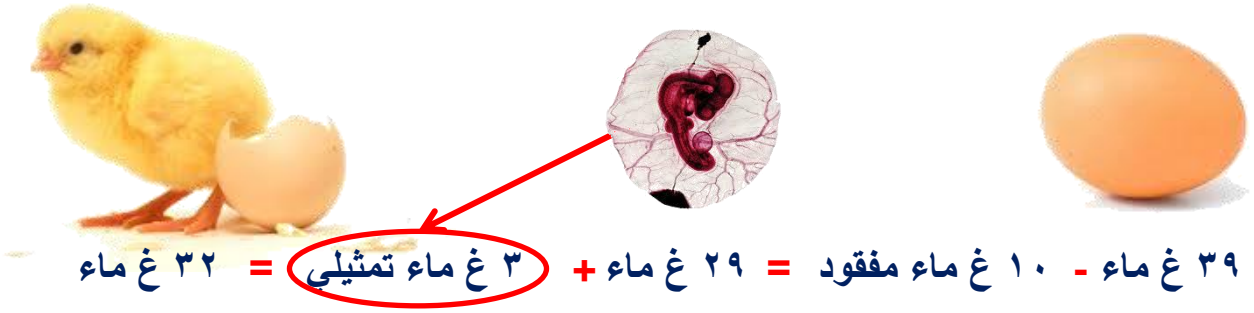
الماء (Water):

- ماء الشرب والماء الموجود في العلف يتم امتصاصهما من القناة الهضمية، حيث يحمل الماء المكونات الغذائية الناتجة عن الهضم إلى الدم والذي يشكل الماء الجزء الأكبر من مكوناته.
- كافة عمليات الهضم والإمتصاص والإستقلاب تحدث في وسط مائي.
- معظم العمليات الكيميائية الحيوية تتم إما باتحاد أو انفصال جزيء من الماء، مثل عملية تحلل النشاء إلى سكر و البروتين إلى حموض أمينية و الدهون إلى غليسيرول و حموض دهنية، و العمليتان الأخيرتان يمكن أن تسيران عكسياً.
- يستطيع الماء أثناء دورانه في الجسم، كونه المكون الأساسي للدم، طرح كميات كبيرة من الحرارة بنقلها من مكان إلى آخر، على سبيل المثال إلى الرئتين وطرحها عن طريق التنفس.
- الطيور لا تتعرق، لذلك معظم الماء يطرح عن طريق الزرق وعن طريق التنفس.

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الماء (Water):

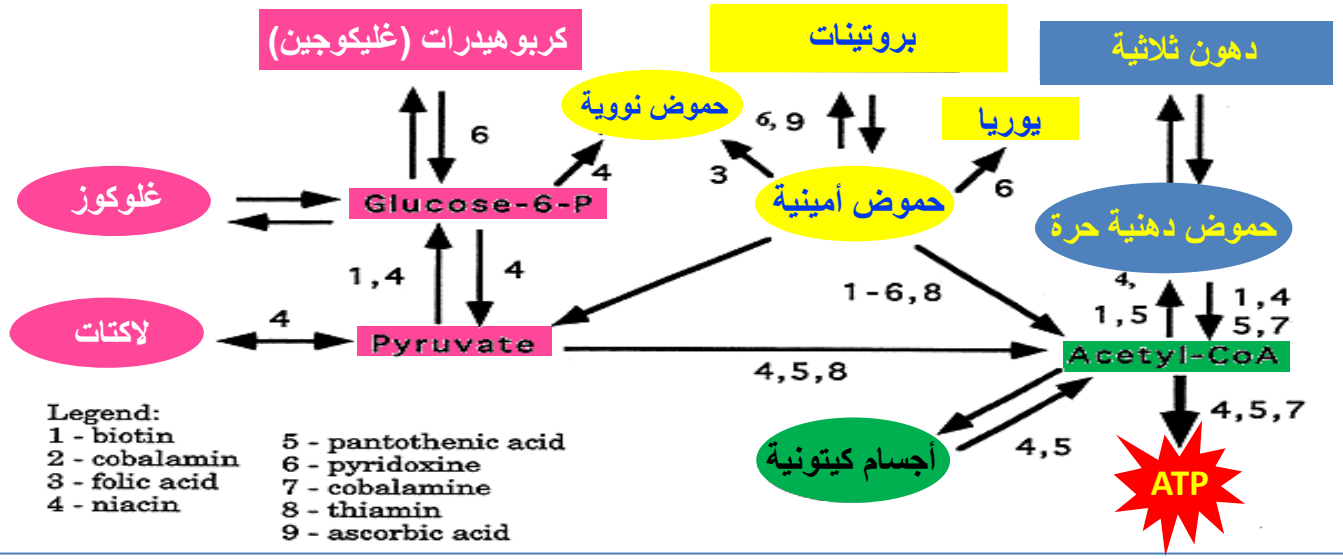
- أثناء أكسدة الكربوهيدرات و الدهون والبروتينات لإنتاج الطاقة فإن بعض الهيدروجين فيها يتأكسد ليتحول إلى ماء تمثيلي (Metabolic Water)، أي مصنع داخل الجسم.
- وجد أن أكسدة ١٠٠ غ من الكربوهيدرات تعطي ٦٠ غ ماء تمثيلي وكل ١٠٠غ من الدهون تعطي ١٠٠غ وكل ١٠٠ غ من البروتينات ينتج عنها ٤٢ غ.
- الماء التمثيلي له أهمية حيوية خاصة أثناء عملية تشكل الجنين داخل البيضة.
- البيضة التي تزن ٥٧ غ تحتوي على ٣٩ غ ماء، والصوص الناتج من هذه البيضة سيزن حوالي ٤٠ غ وسيحتوي على ٣٢ غ ماء.
- تفقد البيضة أثناء عملية التحضين و التفقيس حوالي ١٠ غ ماء، أي أن هناك نقص في احتياجات الماء يبلغ ٣ غ وهي الكمية من الماء التي ينتجها الجنين بشكل ماء تمثيلي.



الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الفيتامينات (Vitamins):

- تمتص الفيتامينات من القناة الهضمية كما هي إلى الخلايا المعوية حيث تتحد مع جزيئات بروتينية فتتحول إلى مركبات تستطيع عبور الأنسجة والخلايا المعوية المختلفة لتصل إلى مصورة الدم.
- تصل الفيتامينات إلى الخلايا المختلفة التي تحتاجها عن طريق الدورة الدموية.
- تلعب الفيتامينات دوراً هاماً في عمليات الإستقلاب المختلفة.



Noel Sturm, 2013

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الفيتامينات (Vitamins):

إسم الفيتامين	الوظائف الرئيسية
فيتامين آ (A) (Retinol)	يدعم النظر. يساعد في نمو الجلد والعظام. هام للتناسل. يدعم المناعة.
فيتامين د (D) (Calcifirol)	يساعد في ترسيب المعادن في العظام.
فيتامين هـ (E) (Tochopherol)	تنظيم تفاعلات الاكسدة. يحافظ على ثبات أغشية الخلايا المختلفة. مضاد للأكسدة.
فيتامين ك (K) (Phylloquinone)	يساعد في تشكليل البروتينات الخاصة بتجلط الدم. ينظم مستوى الكالسيوم في الدم.

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الفيتامينات (Vitamins):

إسم الفيتامين	الوظائف الرئيسية
فيتامين ب١ (Thiamine)	يساعد في استقلاب الطاقة. يدعم الوظائف العصبية.
فيتامين ب٢ (Riboflavin)	يساعد في استقلاب الطاقة. هام للنظر الطبيعي وصحة الجلد والريش.
أميد النيكوتين (Nicotinamide)	يساعد في استقلاب الطاقة. هام للجهازين الهضمي والعصبي.
فيتامين ب٦ (Pyridoxine)	يساعد في استقلاب الحموض الدهنية والامينية. يساعد في إنتاج خلايا الدم الحمراء.
حامض البانتوثنيك (Pantothenic Acid)	يساعد في استقلاب الطاقة.

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

الفيتامينات (Vitamins):

إسم الفيتامين	الوظائف الرئيسية
حامض الفوليك (Folic Acid)	يساعد في تخليق الحمض النووي الريبوزي (RNA). يساعد في تشكيل الخلايا الجديدة.
البيوتين (Biotin)	يساعد في استقلاب الطاقة والبروتينات. يساعد في تخليق الغليكوجين والدهون.
الكولين (Choline)	يساعد في تكوين الأغشية الخليوية. هام للجهاز العصبي.
فيتامين ب١٢ (Cyanocobalamin)	يساعد في تشكيل الخلايا الجديدة. يساعد في تفكيك الحموض الدهنية والأمينية. يساعد في الحفاظ على الخلايا العصبية.
فيتامين ج (C) (Ascorbic Acid)	يساعد في تشكيل الكولاجين. يساعد في استقلاب الحموض الأمينية. يساعد في امتصاص الحديد. يعمل كمضاد للاكسدة. يدعم المناعة.

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

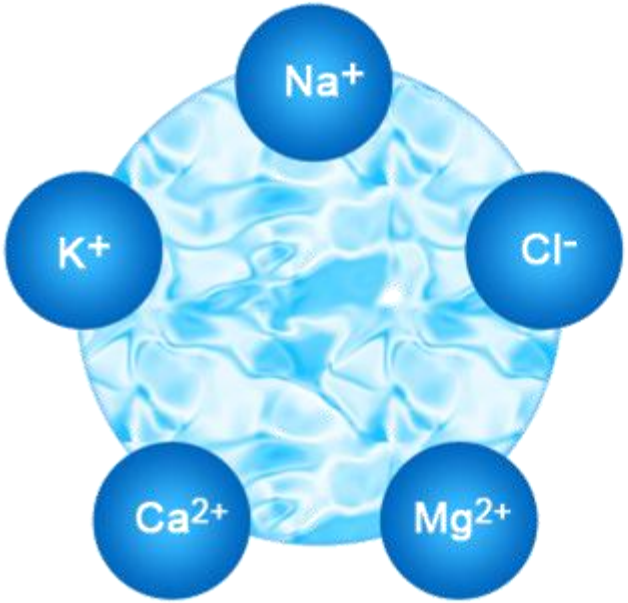
المعادن الكبرى (Major Minerals):

إسم المعدن	الوظائف الرئيسية
الكالسيوم (Ca)	يدخل في تركيب العظام والمنقار. يساعد في تجلط الدم. يحافظ على توازن السوائل والكهارل (Electrolytes).
الفوسفور (P)	يدخل في تركيب العظام والخلايا المختلفة. يحافظ على التوازن الحامضي القلوي.
المغنزيوم (Mg)	يدخل في تركيب العظام ويساعد في ترسيب المعادن فيها. يساعد في بناء البروتينات وإنقباض العضلات. يساعد في نقل السيالات العصبية ويدعم المناعة. يحافظ على توازن السوائل والكهارل (Electrolytes).
الصوديوم (Na)	يحافظ على توازن السوائل والكهارل (Electrolytes). يساعد في نقل السيالات العصبية وانقباض العضلات.
الكلور (Cl)	يحافظ على توازن السوائل والكهارل (Electrolytes). يساعد في عمليات الهضم.

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

المعادن الكبرى (Major Minerals):

إسم المعدن	الوظائف الرئيسية
البوتاسيوم (K)	يحافظ على توازن السوائل والكهارل (Electrolytes). يساعد في نقل السيالات العصبية وانقباض العضلات. يساعد في تماسك الخلايا.
الكبريت (S)	يساعد في تشكيل البروتينات وموجود في كل الخلايا. يساعد في الكثير من التفاعلات الأنظيمية.



Na^+ Sodium Ion
Cl^- Chloride Ion
Mg^{2+} Magnesium Ion
Ca^{2+} Calcium Ion
K^+ Potassium Ion

الكهارل الرئيسية الموجودة في الجسم

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

المعادن الصغرى (Minor Minerals):

إسم المعدن	الوظائف الرئيسية
الحديد (Fe)	مركب أساسي في هيموجلوبين الدم.
النحاس (Cu)	يساعد في امتصاص الحديد واستقلابه وتشكل الهيموجلوبين. يساعد في تشكل عدد من الأنظيمات.
المنغنيز (Mn)	يساعد في كثير من العمليات الحيوية في الخلايا المختلفة.
اليود (I)	مكون أساسي في هرمونات الغدة الدرقية.
الكوبالت (Co)	يدخل في تركيب فيتامين ب ١٢.

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

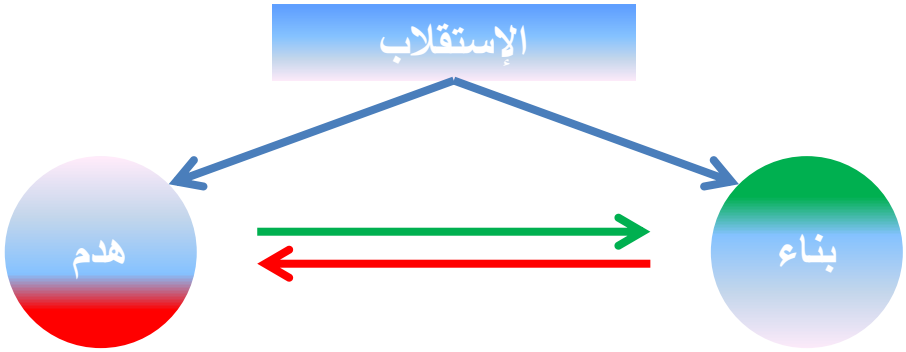
المعادن الصغرى (Minor Minerals):

إسم المعدن	الوظائف الرئيسية
الزنك (Zn)	يدخل في تركيب عدد كبير من الانظيمات. يساعد في تركيب المكونات الوراثية في الخلية. يساعد في أنتاج الحيوانات المنوية وفي النمو الطبيعي للأجنة.
السيلينيوم (Si)	مضاد للأكسدة. يعمل مع فيتامين هـ في حماية الجسم من الأكسدة.
الموليبيديوم (Mo)	يساعد في كثير من العمليات الحيوية في الخلايا المختلفة.
الفلور (F)	يساعد في تكوين العظام.

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

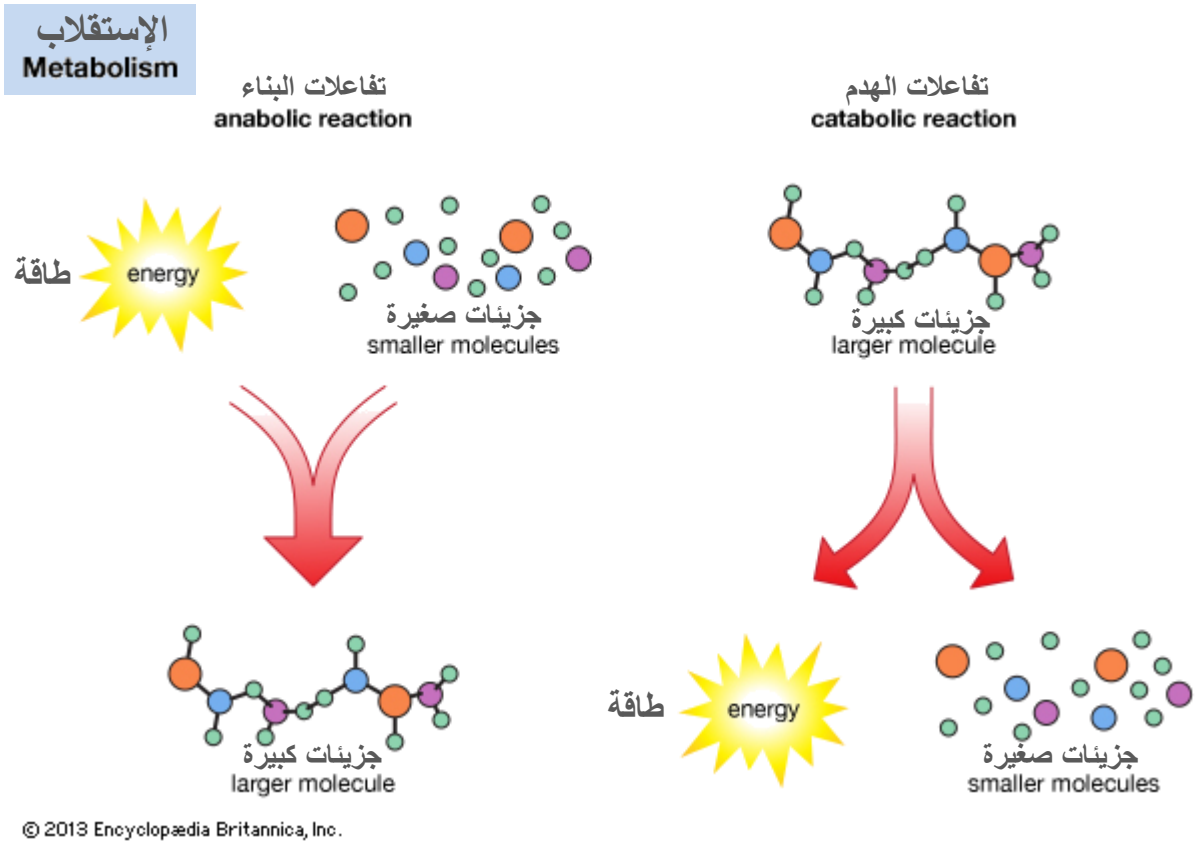
استقلاب الطاقة (Energy Metabolism):

- يُعرَّف الإستقلاب بأنه مجموعة التفاعلات الكيميائية الحيوية التي تحدث في جسم الكائن الحي للحفاظ على حياته ونموه وإنتاجه.
- يشمل الإستقلاب عمليتان أساسيتان هما البناء (Anabolism) والهدم (Catabolism).
- البناء هو عمليات كيميائية حيوية يتم من خلالها تخليق كل ما تحتاجه الخلية من مكونات لتقوم بوظائفها.
- الهدم هو عمليات كيميائية حيوية يتم خلالها تحطيم الجزيئات المختلفة للمكونات الموجودة في خلايا الجسم للحصول على مكونات أخرى وعلى الطاقة (Energy).



الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

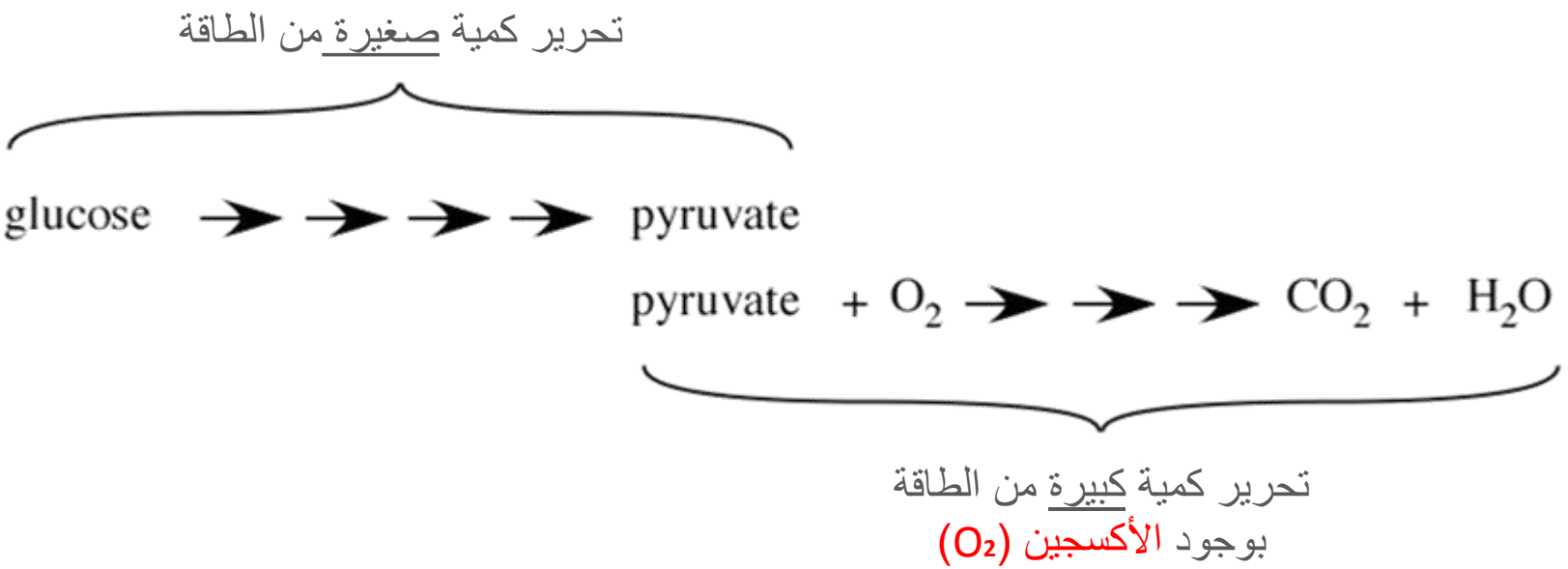
استقلاب الطاقة (Energy Metabolism):



الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

استقلاب الطاقة (Energy Metabolism):

- تعتبر البيروفات من نواتج استقلاب الغلوكوز.



الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

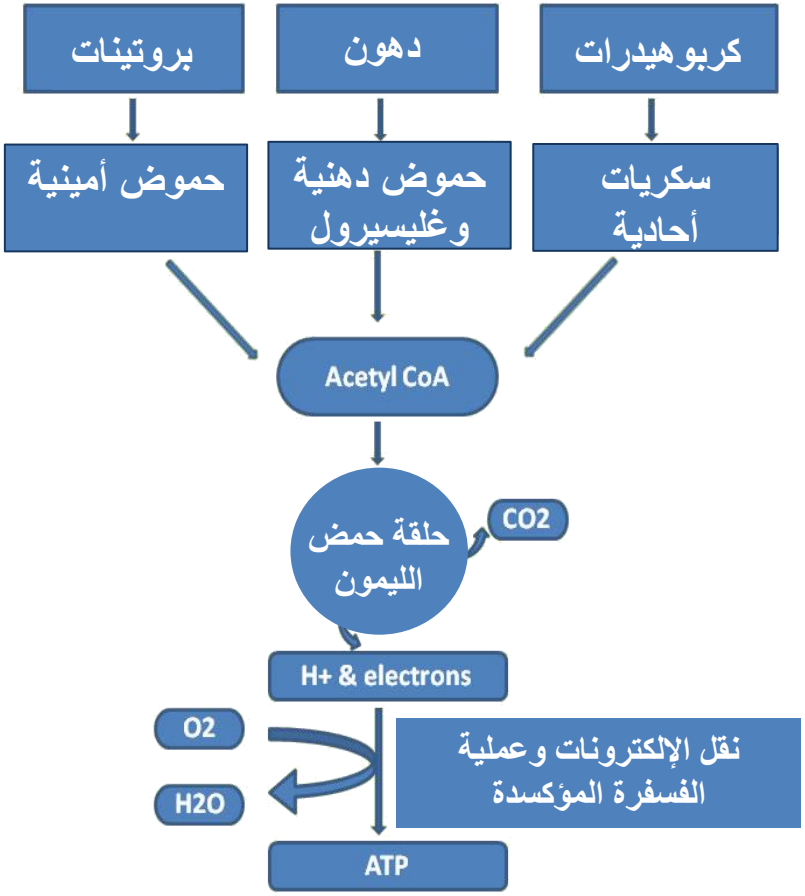
استقلاب الطاقة (Energy Metabolism):

- بعد عملية الهضم والإمتصاص ووصول المكونات الغذائية إلى الكبد والأنسجة المختلفة في الجسم، جزء كبير من هذه المكونات خصوصاً الكربوهيدرات والدهون تتفكك لتتحول إلى مكونات أخرى، وأثناء هذه العملية تنتج الطاقة.
- تُعرف الطاقة (Energy) في العلوم البيولوجية بأنها الطاقة المختزنة في الخلايا بشكل جزيئات (كربوهيدرات أو دهون أو بروتينات)، ونتيجة تأكسد هذه الجزيئات أثناء تنفس الخلايا تتحرر الطاقة.
- الطاقة المحررة تُحمل وتنقل بواسطة مركب هو الـ أدينوزين ثلاثي الفوسفات (Adenosine Triphosphate) واختصاراً يدعى (ATP).
- الأدينوزين ثلاثي الفوسفات يتألف من جزيء أدينوزين (قاعدة آزوتية) متحداً مع ثلاثة مجموعات من الفوسفات، وهو من أهم المركبات في الخلايا الحية، لأنه عملة الطاقة (التي تتبادلها الخلايا فيما بينها)، وهو مخزن الطاقة الرئيسي في الخلية الحية.
- عند تفكك الرابطة لأحد مجموعات الفوسفات الثلاثة يتحول إلى أدينوزين ثنائي الفوسفات محرراً الطاقة التي تستخدم للأغراض الحيوية المختلفة في الجسم.

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

استقلاب الطاقة (Energy Metabolism):

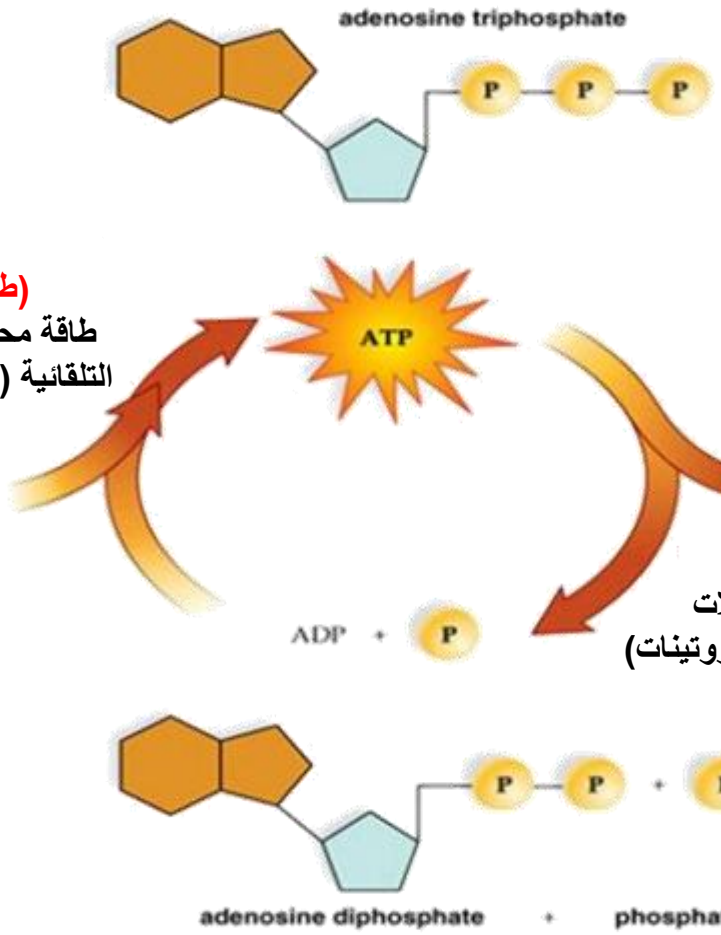
تحرير الطاقة من المكونات الغذائية الأساسية للعلف:



- يلعب أنظيم الـ أسيتيل التَّميم A (Acetyl – CoA) دوراً في نقل ذرات الكربون من خلال مجموعة الأسيتيل إلى حلقة حمض الليمون (Citric Acid Cycle)، وتدعى أيضاً بحلقة كيرب (Kerb Cycle).
- في عملية الفسفرة المؤكسِدة يتم إضافة مجموعة فوسفات إلى جزيء عضوي (بروتين)، وهي عملية مصاحبة لعملية التنفس التي تحدث في الخلية (في الميتوكوندريا)، وبالتالي يتشكل الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP).

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

استقلاب الطاقة (Energy Metabolism):

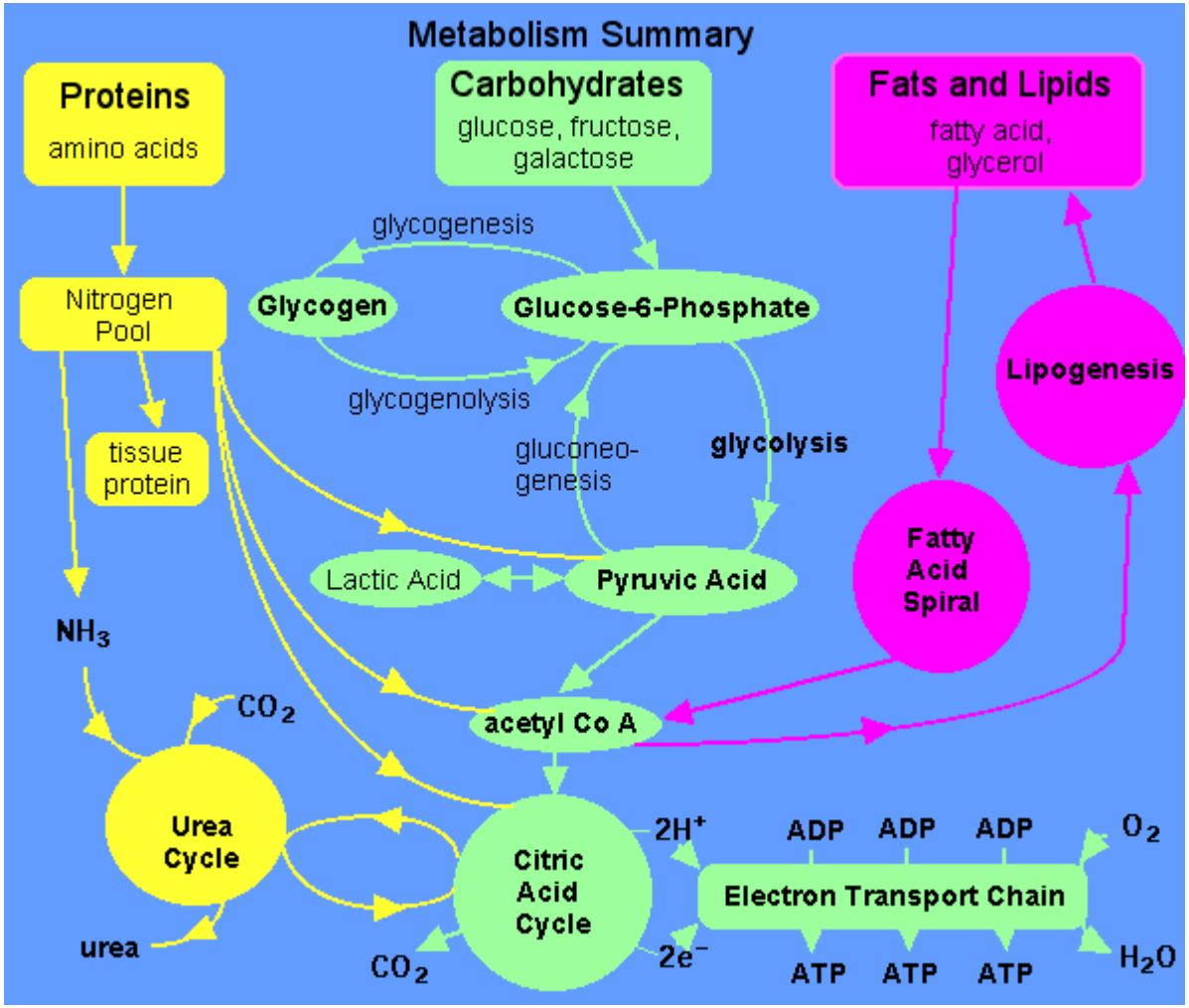


(طاقة خارجية)
طاقة محررة من التفاعلات
التلقائية (مثال: تنفس الخلية)

(طاقة داخلية)
طاقة محررة من التفاعلات
غيرالتلقائية (مثال: تخليق البروتينات)

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

استقلاب الطاقة (Energy Metabolism):



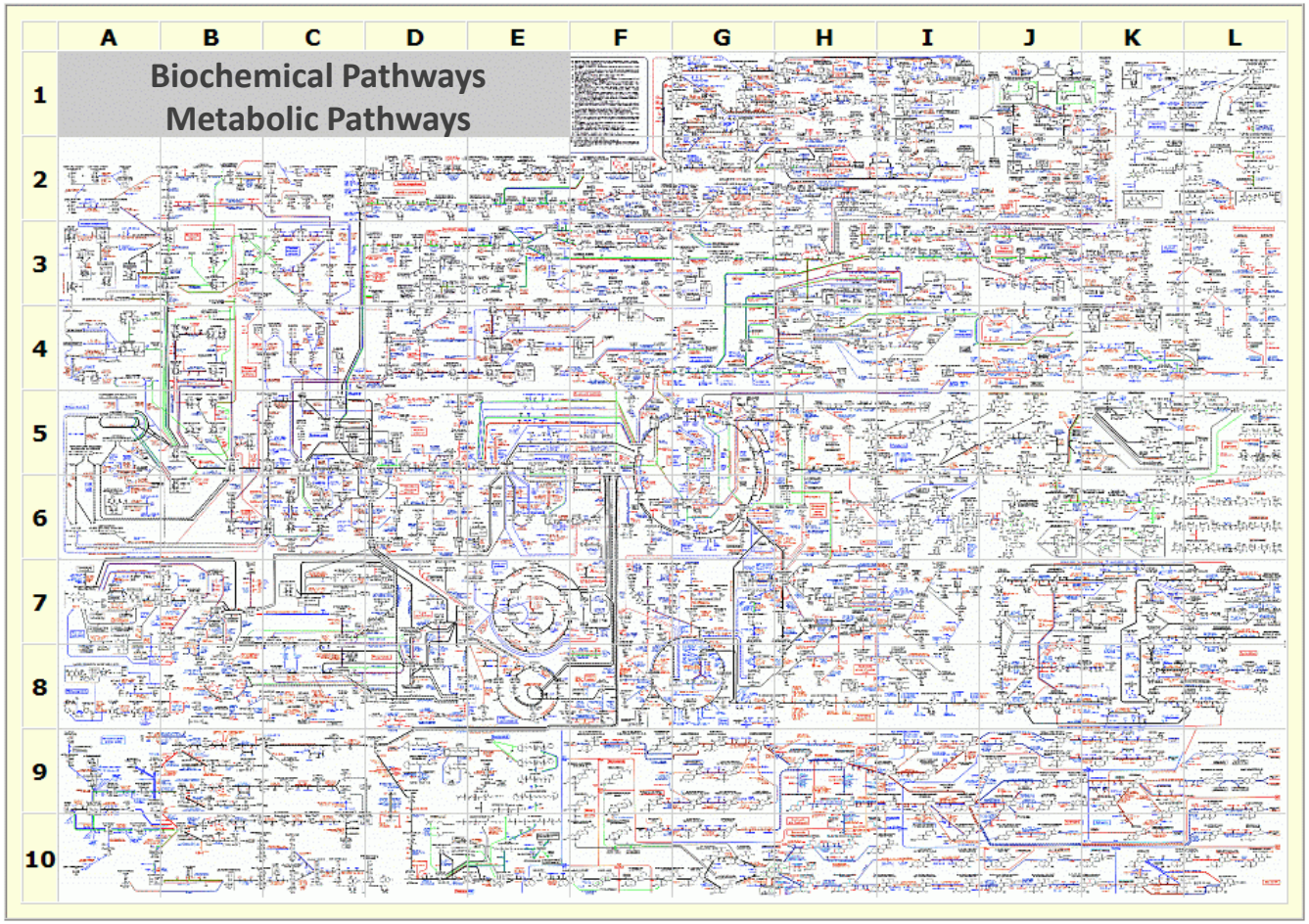
تحرير الطاقة من المكونات الغذائية الأساسية للعلف:

لمعرفة المزيد !!!!

الهضم والإمتصاص والتمثيل الغذائي

مسارات الاستقلاب (Metabolic Pathways):

للإستفاضة والإستفادة الرجوع إلى هذا المخطط الكامل لعملية الإستقلاب !!!!!!!:



شكراً للمتابعة