

## الهضم عند الحيوانات الزراعية

تعد المواد الغذائية مواد معقدة التركيب وقليلة الذوبان بحيث يصعب امتصاصها في القناة الهضمية على حالتها الطبيعية. لذا يجب أن يسبق عملية امتصاص الغذاء عمليات تفكيك معظم المواد الغذائية إلى مواد بسيطة يمكن امتصاصها. ولا ينطبق هذا الوصف على الماء والأملاح المعدنية والسكريات الأحادية.

يسمى الجزء الممتص في قناة الهضم من المادة المأكولة بالغذاء المهضوم، وأما الجزء غير الممتص والذي لا يستفيد منه الحيوان يسمى بالغذاء غير المهضوم. لذا فإنه لا يمكن القول أن كل ما يتغذى عليه الحيوان يمكن أن يستفيد منه جسمه. بل ينتفع فقط من الجزء المهضوم. والجزء غير المهضوم هو عديم الفائدة.

**تعريف الهضم** هو مجمل التغيرات التي تحدث للمادة الغذائية أثناء مرورها في القناة الهضمية والتي تحولها من مادة معقدة التركيب إلى مادة بسيطة التركيب يمكن امتصاصها واستقلابها في الجسم.

### أنواع الهضم :

1. **الهضم الميكانيكي:** ويشمل عمليات سحق وطحن الغذاء وخلطه باللعاب عند المضغ والاجترار وبواسطة الحركات التمعجية لجدران القناة الهضمية. وتعد عملية المضغ هامة جداً لأنها تساهم في تعريض المواد الغذائية لفعل الأنزيمات، وفي حال كانت عمليات المضغ غير مكتملة فإن جزء كبير من المادة الغذائية يُطرح دون هضم وهذا يؤدي لخسارة كبيرة. يمكن تفعيل وتسهيل عملية الهضم الميكانيكي بواسطة طحن المادة الغذائية كالحبوب. تحتاج عملية الهضم الميكانيكي إلى طاقة والتي يمكن أن توفر على الحيوان جزءاً منها بجرش الحبوب قبل إعطائها للحيوان.

2. **الهضم الكيميائي:** يشمل الهضم الكيماوي جميع العمليات الكيماوية التي تتعرض لها المادة الغذائية في القناة الهضمية وتشمل تأثيرات حمض كلور الماء وعصارة الصفراء وتأثيرات الأنزيمات الهاضمة التي تُفرز من الغدد اللعابية وجدار المعدة والأمعاء والبنكرياس والكبد.

3. الهضم الجرثومي أو الميكروبي: حيث يتم هضم المواد الغذائية بفعل الأحياء الدقيقة التي تعيش في الجهاز الهضمي، وهذا النوع من الهضم متطور بشكل كبير عند المجترات وذلك في إحدى حجرات المعدة وهي الكرش ولزمن أقل في الشبكية والورقية. وعادة يكون تتابع هذه الأنواع من الهضم متتابع في الحيوانات ذات المعدة البسيطة كما ذكر أعلاه ، لكن في الحيوانات المجتررة فإن عملية الهضم الميكروبي تسبق عملية الهضم الكيميائي ثم يُعاد تعريض الأجزاء التي لم تهضم مرة ثانية لفعل الميكروبات الدقيقة في الأعور والأمعاء الغليظة.

### تتميز القناة الهضمية في حيوانات المزرعة بمايلي:

1. مقسمة إلى حجرات وأقسام حيث تتوفر الظروف المثلى من درجة الحرارة و (PH) للعمليات الكيماوية والحيوية التي تحدث للمواد الغذائية.
2. يمكن تخزين بعض الغذاء في القناة الهضمية وبذلك لا يحتاج الحيوان للاستمرار في التهام غذائه طوال اليوم.
3. توجد في أجزائها المختلفة أنسجة إفرازية تفرز أنزيمات هاضمة ومواد كيميائية أخرى.
4. توجد في جدرانها زوائد عديدة (زُغابات) تعمل على زيادة السطح المخصص لامتصاص النواتج النهائية للهضم.
5. يتم تخزين الأجزاء غير المهضومة الصلبة لعدة دفعات ثم يتم إخراجها دفعة واحدة. تختلف القناة الهضمية للأنواع المختلفة من الحيوانات بصورة كبيرة مما أدى إلى تقسيم الحيوانات عموماً إلى:

❖ حيوانات بسيطة المعدة ( وحيدة المعدة ):

❖ حيوانات ثنائية المعدة والطيور

❖ حيوانات ثلاثية ورباعية المعدة مثل المجترات .

### أولاً: الهضم عند الحيوانات ذات المعدة البسيطة:

تتكون قناة الهضم عند الحيوانات ذات المعدة البسيطة من الفم ، البلعوم ، المري ، المعدة ، الإثني عشر، الأمعاء الدقيقة ، الأمعاء الغليظة ، المستقيم ، ويلحق بقناة الهضم مجموعة من الغدد وهي الغدد اللعابية والبنكرياس والكبد.

## الهضم في الفم (Digestion in the mouth)

يتم طحن الغذاء بواسطة الأسنان وترطبيه جيداً باللعاب (Saliva) ومن ثم مضغه لتسهيل عملية البلع. وتتجلى أهمية المضغ في الأمور التالية:

1. تسهيل بلع الطعام بعد مزجه باللعاب.
  2. حماية المعدة من التسحج الناجم عن بلع قطع ذات حواف حادة من الطعام .
  3. تساعد في تعريض الأغذية لفعل الأنزيمات .
  4. تحرير بعض الأغذية من المحافظ السللوزية المحيطة بها.
- يتكون اللعاب من الماء (99%) و أنزيمات(1%) معظمها أميلاز ومالتاز ، وهو سائل قلوي خفيف يحتوي على كثير من الشوارد مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والفسفور والكلور
- ❖ يقوم الأميلاز بتحويل النشاء إلى (دكسترين + مالتوز).الدكسترين هو مركبات وسطية للتحلل المائي للنشاء والذي يتحول إلى غلوكوز.
  - ❖ يقوم المالتاز بتحويل المالتوز إلى (غلوكوز + غلوكوز).
- لا يؤثر اللعاب في المواد الدهنية أو الزيوت ولكنه يفيد في جعلها مادة مستحلبة صالحة لعمل الإنزيمات يُفرز اللعاب من ثلاثة أزواج من الغدد وهي :

❖ الغدتين النكفيتين .

❖ غدتي تحت اللسان .

❖ غدتي تحت الفك السفلي.

الحيوانات آكلة اللحوم لا تفرز أميلاز لأن تنغذى على اللحوم.

### وظائف اللعاب:

1. له دور هام في البلع.
2. له دور في الهضم الكيميائي.
3. يقوم اللعاب بالحفاظ على رطوبة الفم.
4. يساعد اللعاب على التذوق.
5. كما يمتلك تأثير مضاد للجراثيم لاحتوائه على الليزوزومات (جسيمات حالة). في الفم لا يحدث هضم للبروتينات ولا للشحوم.

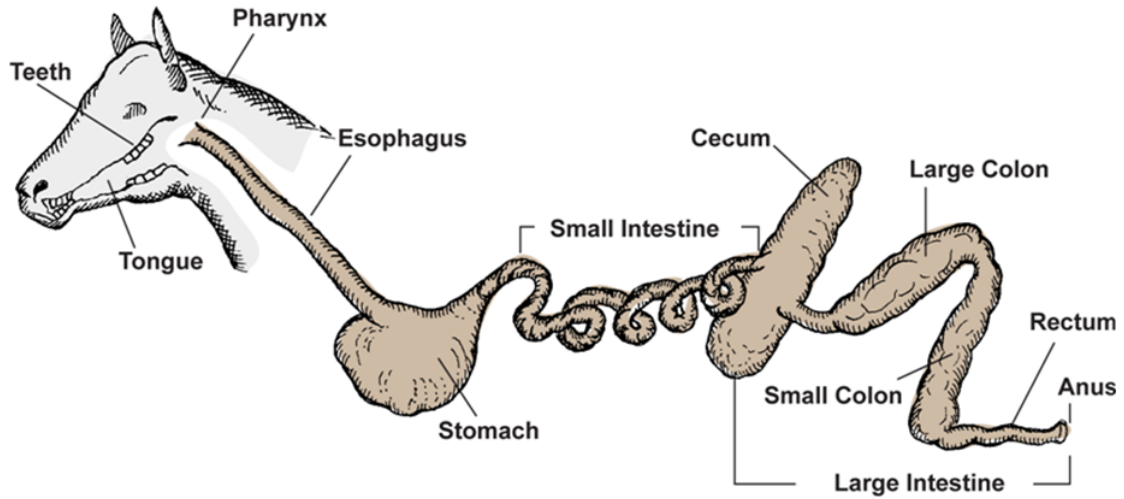
بعد المضغ يتم البلع وينتقل الغذاء عبر المريء الذي تفرز ظهارته المخاطية المخاط الذي يسهل انزلاق الغذاء ويحافظ على تماسكه كما يقوم بتعديل الباءهء من خلال البيكربونات

والبروتينات السكرية الموجودة فيه ، ويفرز المخاط من مختلف الأجزاء الأخرى في الأنبوب الهضمي.

### الهضم في المعدة:

يصل الغذاء الذي تم مضغه وخلطه باللعاب إلى المعدة بواسطة عملية البلع حيث يتعرض لعملية الهضم الميكانيكي الناتجة عن الحركات التمعية لجدار المعدة ويسمى الغذاء الممزوج بعصارة المعدة الكيموس. يتم إفراغ محتويات المعدة في العفج وتمر المحتويات الصغيرة فقط حيث أنه في بداية الموجة التقلصية لجدار المعدة تنضيق فتحة البواب وتسمح بمرور الأجزاء الصغيرة فقط وهذا يسمح للأجزاء الخشنة البقاء لفترة أطول حتى يتم تجزئتها.

في المعدة تواصل العصارات المعدية العمليات الهضمية ويزود حمض كلور الماء PH ملائم لعمل الانزيمات التي تقوم بهضم البروتين، ويسمى الغذاء المهضوم جزئياً في هذه المرحلة بالكيموس.



شكل ( 1 ) جهاز الهضم عند الخيل

### تتكون العصارات المعدية من :

1. الماء والشوارد (95%) وأهمها شوارد الكلور والهيدروجين و الصوديوم والبوتاسيوم.
2. الأنزيمات وأهمها مولد الببسين الذي يتحول إلى ببسين بوجود حمض كلور الماء.
3. البروتينات البلازمية وأهمها الألبومين والغلوبيولينات المناعية.
4. العامل الداخلي الذي يغلف فيتامين (B12) ويحميه من تأثير الإنزيمات الهاضمة.

تقوم العصارة المعدية بعدة وظائف أهمها:

1. الوظيفة الدفاعية نتيجة وجود حمض كلور الماء الذي يقضي على الفيروسات والجراثيم.
2. تحرض العصارة المعدية البنكرياس (المُعنَّكَلَة) على إفراز عصاراته.
3. تحويل مولد الببسين إلى ببسين.
4. المساعدة على امتصاص الفيتامين (B12) لأنها تفرز مواد تغلفه وتحميه.

### مالذي يحمي جدار المعدة من تأثير الحموض المعدية؟؟؟

1. المخاط الذي يتكون من بروتينات سكرية تشكل طبقة كارهة للماء تؤمن الحماية لطبقة الخلايا الظهارية من تأثيرات الحمض والببسين الضارة.
  2. إفراز البيكربونات من جدار المعدة عندما يقل باءهء الوسط عن 3.
  3. تجدد الخلايا الظهارية النشط لتعويض الخلايا التالفة.
  4. البروستاغلاندينات التي تنشط تكون المخاط وإفراز البيكربونات كما تنشط إفراز حمض كلور الماء لذلك فإن الإكثار من تناول مضادات الالتهاب غير الستيروئيدية (تقلل من البروستاغلاندين) يؤدي إلى القرحة والتهاب المعدة عند الانسان.
- لا تفرز المعدة أنزيمات هاضمة للسكريات ولكن عمل الأميلاز اللعابي فيها يستمر عدة ساعات حيث يتم هضم 35% من السكريات والتي تتحول إلى سكريات بسيطة (غلوكوز ، غالاكتوز، فركتوز).
- لا يحدث هضم للدهون في المعدة على الرغم من وجود تراكيز بسيطة من أنزيم الليباز اللساني لكن يفقد فعاليته بسبب الوسط الحمضي، لكن يحدث تغيرات فيزيائية للدهون بسبب الحرارة حيث تنصهر وتتجزأ وتصبح أكثر جاهزية لعمل أنزيمات الأمعاء.
- يتم هضم البروتينات في المعدة بتأثير أنزيم الببسين الذي يطال تأثيره مختلف أنواع البروتينات بما فيها الكولاجين حيث يحولها إلى عديدات الببتيد يسهل امتصاصها في الأمعاء، كما يفرز جدار المعدة أنزيمات هاضمة للبروتينات وهي أنزيم الرينين (أنزيم المنفحة عند العجول) الذي يعمل على تخثر الحليب نتيجة تشكل مركب باراكازئينات الكالسيوم ويتوقف إفراز الرينين بحسب عمر الحيوان ونوعية الغذاء حيث يقل مع التقدم بالعمر ونقص التغذية على الحليب.
- ويفرز جدار المعدة أيضاً إنزيم الباراببسين الذي يشارك في هضم عديدات الببتيد.

## الهضم في الأمعاء الدقيقة:

تتألف الأمعاء الدقيقة من ثلاثة أجزاء العفج والصائم واللفائفي يصب في العفج إفرازات جدار العفج وإفرازات البنكرياس (المُعكَّلة) وإفرازات الكبد (الصفراء)

لا تحتوي إفرازات جدار العفج على إنزيمات لكنها ذات طبيعة قلووية تقوم بمعادلة حموضة الكيموس المعدي. ويتم إفراز المخاط الهام في حماية جدران العفج من التأثيرات الحامضية.

### تتكون عصارة البنكرياس (المُعكَّلة) من :

1. أميلاز البنكرياس . يحلل النشاء إلى ديكسترين ومالتوز.
2. مالتاز البنكرياس. يحلل المالتوز إلى جزيئي جلوكوز.
3. اللاكتاز. يحلل اللاكتوز إلى جالاكتوز وجلوكوز.
4. الليباز الذي يحتاج وسط قلوي للعمل حيث يفكك الليبيدات إلى حموض دسمة وجليسيرول.
5. التربسين: أيضا يعمل في وسط قلوي ويفكك الروابط الببتيدية بين الحموض الأمينية.
6. الكيموترپسين : أيضاً يقوم بتفكيك الروابط الببتيدية بين الحموض الأمينية.
7. أنزيمات محللة للحموض النووية مثل (Dnase) و (Rnase).

يستمر الهضم الميكانيكي بواسطة تقلصات العضلات الملساء الدائرية والطولانية حيث تؤمن مزج الكيموس مع العصارات الهاضمة كما تؤمن نقله عبر الأمعاء.

يصب في العفج أيضاً مفرزات الكبد التي تتكون من الأملاح الصفراوية وترجع أهميتها إلى:

1. أنها ذات طبيعة قلووية تعادل حموضة الكتلة الغذائية القادمة من المعدة.
2. كما تقوم الأملاح الصفراوية على تحويل الدهون إلى مستحلبات تكون أكثر تأثراً بفعل أنزيم الليباز.
3. وتساعد الأملاح الصفراوية على امتصاص الحموض الدهنية والفيتامينات الذائبة في الدهون.

### يتم هضم الشحوم كمايلي:

- ✓ يتم في البداية استحلاب الشحوم وهي عملية تجزئة الشحوم إلى كرات صغيرة تستطيع الأنزيمات التأثير فيها.
- ✓ ينتج وحيادات غليسيريد وأحماض دهنية.
- ✓ تتحد الأملاح الصفراوية مع الحموض الدهنية ووحيدات الغليسيريد وتقوم بإبعادها لإتاحة الفرصة أمام هضم شحوم أخرى.

يتم نقل الحموض الدهنية و وحيدات الغليسريد إلى أماكن الامتصاص.  
تُمتص نسبة كبيرة من أملاح الصفراء بسهولة بواسطة جدران الأمعاء وتصل للدم ثم الكبد  
ويعاد استخدامها مرة أخرى،

**ملاحظة :** تتكون الصفراء في الكبد وتتجمع في الحويصل الصفراوي (المرارة) وتلتقي قناة  
المرارة مع قناة البنكرياس وتشكلان قناة واحدة تسمى القناة الجامعة التي تصب في العفج. ولكن  
ليست كل الحيوانات تمتلك مرارة فهي غير موجودة عند الخيول والجمال والغزلان والفئران  
والإبل.

تستمر عمليات الهضم في الأجزاء الأخرى من الأمعاء الدقيقة وتستمر عمليات المزج مع  
الإنزيمات ويقوم جدار الصائم واللفائفي بإفراز بعض المواد أهمها:

1. الماء والشوارد التي تعادل حموضة الوسط.
2. الإنزيمات:
3. إنزيم الإنتيروكيناز الذي يحول مولد التربسين إلى تربسين.
4. إنزيم أمينوببتيداز. يحول عديدات الببتيد إلى حموض أمينية.
5. أنزيم دي ببتيداز وتراي ببتيداز اللذان يفككان ثنائيات و ثلاثيات الببتيد على الترتيب.
6. إنزيم المالتاز.
7. إنزيم السكراز الذي يفكك سكر القصب إلى جلوكوز وفركتوز.
8. اللاكتاز.
9. الليباز المعوي.

تستمر الفعالية الانزيمية حتى مرور الغذاء إلى الصائم واللفائفي وهي من المقاطع الأخرى  
للأمعاء الدقيقة حيث تكون معظم العناصر الغذائية العضوية قد امتصت في الوقت الذي تصل  
فيه المواد المهضومة إلى الأور.

## الهضم في الأمعاء الغليظة:

إفرازات الأمعاء الغليظة:

1. يحدث الإفراز القولوني بمعدلات منخفضة ولا يؤدي دوراً مهماً في عمليات هضم الطعام.
2. لا تحتوي المفرزات القولونية على إنزيمات.
3. تحتوي المفرزات القولونية على قليل من الماء وبعض الشوارد.

4. يعد المخاط المكون الأساسي للمفرزات. حيث قوم المخاط بحماية جدار القولون من تأثير الجراثيم المتكاثرة في البراز، وعند حدوث أذيات لمخاطية القولون تُفرز كميات كبيرة من الماء والشوارد بدل المخاط وتؤدي للإسهال الذي يعد آلية دفاعية تعمل على تمديد العوامل المرضية وإطراحها خارج الجسم.

إن كمية الأغذية الواصلة إلى الأمعاء الغليظة قليلة حيث يصل الأغذية التي لم تؤثر فيها الإنزيمات وتشمل السللوز والهيميسللوز واللجنين وغيرها. وتقتصر عمليات الهضم بسبب وجود بقايا أنزيمات مع بقايا الأغذية. كما يحدث هضم بواسطة الإنزيمات التي تفرزها الأحياء الدقيقة المتعايشة خاصة في منطقة الأعور عند الخيول والخنزير حيث تقوم بهضم البروتينات وينتج عنها أحماض عضوية ومركبات كبريئة الرائحة كالأندول والسكاتول. تتميز الخيول والخنزير بضخامة الأمعاء الغليظة خاصة الأعور حيث تعيش فيها الأحياء الدقيقة التي تهضم الألياف النباتية وينتج عنها حموض دهنية (ليس سكريات بسيطة). كما تهضم الأحياء السابقة بعض البروتينات المتبقية ويتحقق من نشاط الأحياء الدقيقة فائدة جزئية للحيوان كما ينتج عن نشاط الميكروفلورا مجموعة واسعة من مجموعة فيتامينات (B) تتجمع الفضلات الغذائية في المستقيم وتخرج دفعة واحدة عن طريق فتحة الشرج.

### امتصاص المواد الغذائية:

لا يحدث امتصاص هام في الفم أو المريء. يحدث امتصاص بسيط في المعدة ويقتصر على الماء والشوارد وبعض الأدوية والكحول. ولأن الامتصاص بسيط في المعدة فيمكن للطبيب إجراء غسل للمعدة في حالات التسمم قبل عبورها للأمعاء أو امتصاص جزء منها في المعدة. يحدث الامتصاص بشكل أساسي في الأمعاء الدقيقة حيث تحتوي جدرانها على وحدات وظيفية متخصصة بالامتصاص هي الزغابات والتي تزيد سطح الامتصاص (600 ضعف) ويتم في الأمعاء الدقيقة امتصاص الماء والشوارد والسكريات البسيطة والحموض الدهنية ووحدات الغليسريد و الحموض الأمينية والفيتامينات. بعض المواد كالماء والشوارد يمتص بواسطة الانتشار البسيط أما المواد الأخرى فتحتاج إلى نواقل عبر الأغشية الخلوية للزغابات.



## بعض الملاحظات الخاصة في الهضم:

1. يزداد امتصاص الكالسيوم في الأمعاء بمجموعة من العوامل أهمها وجود المشتق الفعال للفيتامين (د) وهرمون الدريقات (جار الدرق) و هرمون الكالسيبتونين. كما يزيد من امتصاصه وجود بعض الحموض العضوية كحمض اللين.
2. يزداد امتصاص الحديد في الوسط الحمضي و وجود فيتامين (C) وبعض العوامل تنقص الامتصاص كارتفاع الباءههه
3. من الفعاليات المهمة الاخرى التي تحدث في القناة الهضمية تخليق العناصر الغذائية , حيث أن المجاميع الميكروبية المختلفة الموجودة في الأعور والأمعاء الغليظة تكون قادرة على تخليق عدد من الفيتامينات الذاتية في الماء وعدد من المركبات العضوية الاخرى التي توجد في الانسجة الميكروبية مثل الحوامض الامينية والبروتينات والكربوهيدرات المختلفة وبعض الليبيدات.
4. فيتامين A يمتص بصورة أكبر في القناة الهضمية من الكاروتين .إن الموقع الرئيسي لامتصاص الكاروتين هو الأمعاء الدقيقة كما تلعب أملاح الصفراء دوراً مهماً في هذه العملية . وان امتصاص V,D,E,K تتأثر ايضاً بوجود الصفراء .
5. أن امتصاص V.B12 يعتمد على وجود العامل الحيوي الذي يفرز من قبل المعدة .

## ثانياً الهضم عند الحيوانات المجتررة:

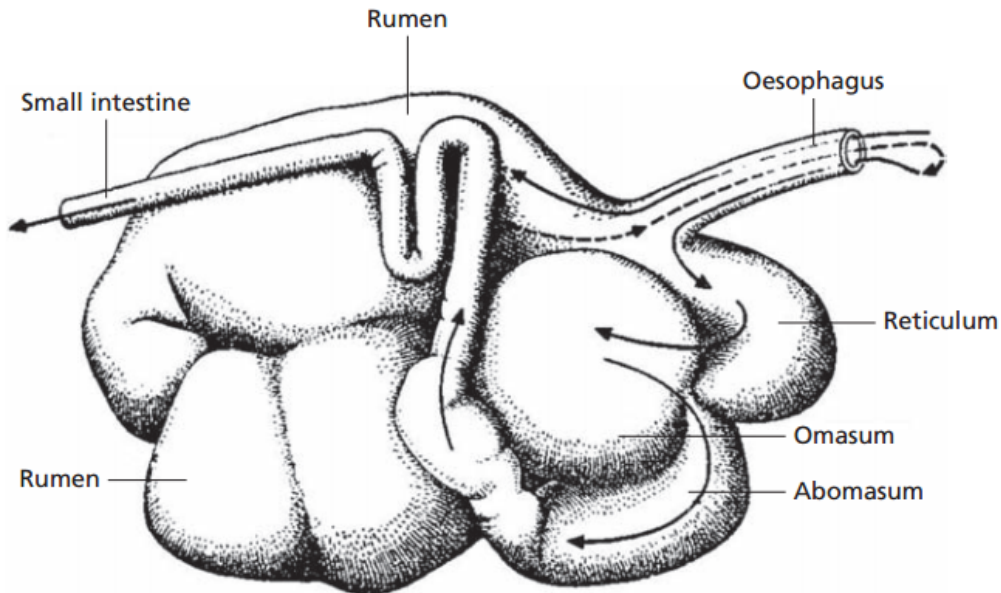
يتكون الجهاز الهضمي عند الحيوانات المجتررة من الفم والبلعوم والمريء والكرش والشبكية والورقية والمنفحة والعفج والصائم واللفافي والأعور والقولون والمستقيم وفتحة الشرج إضافة للأعضاء الملحقة. وتتميز المجترات بأن الأمعاء الغليظة غير متطورة كما هي عند الحيوانات ذات المعدة البسيطة حيث أن الأعور والقولون أقل نمو بشكل واضح. كما أن التجويف الفموي عند المجترات يختلف عن الحيوانات ذات المعدة البسيطة حيث لا يوجد عند المجترات قواطع على الجزء الأمامي من الفك العلوي وهذا تم تعويضه عند الأبقار بتكيف اللسان على التقاط كميات كبيرة من الأعشاب أما الأغنام فقد تطورت شفاه لديها بشكل جيد لتمكنها من التقاط الأعشاب وهذا يجعل المجترات الصغيرة ذات أثر سلبي في الرعي مقارنة بالأبقار لكن الأغنام تستطيع الاستفادة من معظم أجزاء النبات القريبة من الأرض عكس الأبقار التي لا تستطيع التهامها.

## الهضم في الفم:

يتم فيه طحن وتقطيع الغذاء ويتم مزجه باللعاب الذي تفرزه مجموعة من الغدد اللعابية وأهمها الغدتين النكفيتين والغدتين تحت اللسانية والغدتين تحت الفك السفلي. يحتوي اللعاب على أنزيم الأميلاز الذي يؤثر في النشاء ويحوّله إلى سكر أحادي . يحتوي اللعاب أيضاً على أملاح البيكربونات والفوسفات المنظمة ، ويكون رقم الحموضة لللعاب عادة قلوي. تصل كمية اللعاب التي تُفرزها الأبقار في اليوم إلى (80) ليتر أما عند الأغنام والماعز فتبلغ (4 - 6 ليتر). تكمن أهمية اللعاب عند المجترات خاصة بأنه يحافظ على درجة حموضة الكرش قريبة من التعادل.

## الهضم في المعدة المركبة :

تتكون المعدة المركبة من أربع حجرات أو معدات وهي الكرش (Rumen) والشبكية (Reticulum) والورقية (Omasum) و المعدة الحقيقية (Obomasum). عند المجترات غير الحقيقية كالجمال فالورقية غير موجودة. تبلغ السعة الكلية للمعدة المركبة حوالي (70 - 80 %) من سعة القناة الهضمية في المجترات البالغة.



شكل (2) حركة المواد الغذائية في عملية تناول الغذاء ثم في الاجترار

يعد الكرش أكبر الحجرات في المعدة المركبة حيث تبلغ سعته (200 ليتر) ويشغل نصف الفراغ البطني إلى ويتوضع في الجانب الأيسر للجسم. يتميز الكرش والشبكية في المجترات حديثة الولادة (عجول ، حملان ، جديان) بأن حجمهما صغير ولا يزيد عن 30% من سعة المعدة المركبة، وينمو الكرش بعد الولادة بمعدل أسرع من الحجرات الأخرى حيث يصل لـ (50%) في عمر شهر ولـ (70%) في عمر شهرين. في الأبقار النامية النضج تصبح سعة الكرش (80 - 85 % ) من سعة المعدة المركبة. يحدث في جدار الكرش ثلاثة أشكال من التقلصات وهي :

**1- التقلص التجشوي:** ينتج عن التخمرات في الكرش كميات كبيرة من الغازات قد تصل لحجم (30 ليتر /ساعة ) حيث تتجمع في الكيس الظهري للكرش فوق المحتويات السائلة ونتيجة تقلص جدار الكرش تخرج هذه الغازات عن طريق المريء ثم الأنف إلى الوسط الخارجي. وإذا لم تخرج هذه الغازات لسبب مرضي فستتجمع ويحدث مرض النفاخ الذي قد يؤدي إلى النفوق في حال لم يعالج بسرعة.

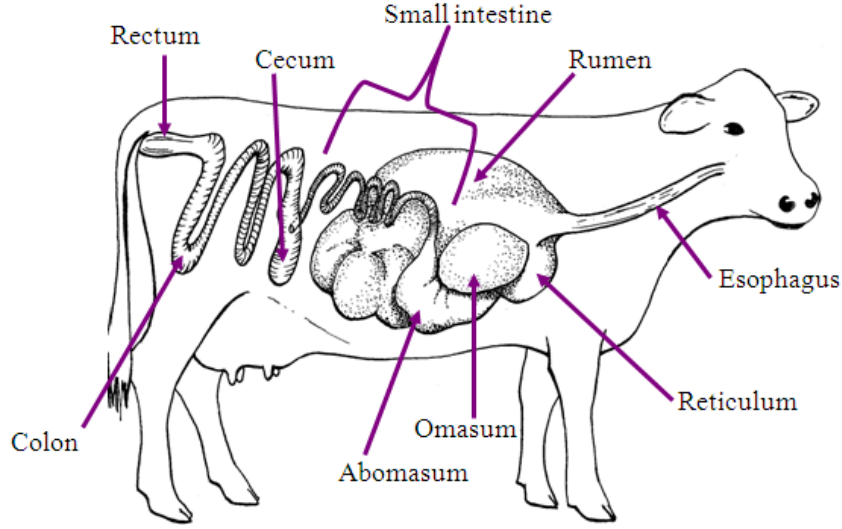
**2 - التقلص الخاطي:** وهي تقلصات متتابعة في جدار الكرش تؤدي إلى خلط المحتويات الغذائية مع الجراثيم ومع اللعاب ومع الماء.

**3 - التقلص الاجتراري :** يقوم الحيوان المجتر في فترات الراحة بعملية الاجترار (Rumination) وهي العملية التي يتم بواسطتها استرجاع كمية من المواد الغذائية وإعادة مضغها، وتحدث نتيجة تقلصات دورية لجدار الكرش بسبب وجود الأعلاف الخشنة ، وعند صعود هذه المواد إلى الفم يتم ابتلاع ما يُرافقها من ماء ثم مضغها بشكل جيد. أن الوقت الذي يستغرقه الحيوان في عملية الاجترار يعتمد على محتوى الغذاء من الألياف الخشنة ففي الأبقار الحلوب تبلغ حوالي 8 ساعات, وإن كل مضغة من الغذاء تعاد إلى الفم تطحن 40- 50 مرة. يعد الكرش مُحَمَّرٌ ضخم حيث يوجد في الغرام الواحد من محتوياته بلايين الكائنات الحية الدقيقة التابعة لمئات الأنواع الجرثومية (ميكروفلورا) ومئات الأنواع من الأوليات (بروتوزوا).

نواتج التخمر التي تتم في هذا الجزء إما يمتصها الحيوان أو تدخل في عمليات بناء البروتين الميكروبي حيث يصبح هذا البروتين بعد موت الجراثيم متاحاً لفعل الأنزيمات الهاضمة حيث يتحول إلى حموض أمينية يتم امتصاصها.

تتكون المعدة المركبة من أربع حجرات أو معدات وهي الكرش (Rumen) والشبكية (Reticulum) والورقية (Omasum) و المعدة الحقيقية (Obomasum).

Esophagus , Small intestine , Cecum , Rectum , Colon



شكل (3) مكونات جَهَاز الهضم عند الأبقار

يعمل الكرش على توفير بيئة ملائمة لنمو وتكاثر الأحياء المجهرية حيث تتوفر لها الرطوبة والحرارة المناسبة ومصادر العناصر الغذائية ويتم إزالة الغازات الناتجة عن التخمر وأهمها الميثان وثاني أكسيد الكربون بواسطة آلية فيزيولوجية هي التجشؤ.

ويحتوي الكرش على نوعيات متعددة ومتباينة من البكتيريا حيث تتراوح أعدادها بين 52- 80 بليون / مل . بالإضافة إلى ذلك يحتوي الكرش على أكثر من ثلاثين نوعاً من الأوالي (البروتوزوا) حيث تتراوح أعدادها بين 200- 500 الف/ مل وتمتلك الأحياء المجهرية

الموجودة في الكرش إلى المعدة الحقيقية والأمعاء حيث يتم هضمها وامتصاص نواتجها. ويكون تأثير هذه المجاميع من الأحياء المجهرية واضحاً على احتياجات الحيوان من العناصر الغذائية واستقلابه , حيث يتم هضم المواد العلفية الليلية بكفاءة أكبر في الكرش مما في الأمعاء الغليظة أو الأعور ويتم هضم السللوز من قبل الأحياء المجهرية بينما لا تمتلك الحيوانات الأنزيمات الضرورية لهضمه .

لا يفرز الكرش في الحيوانات المجترة أنزيمات ويتم في الكرش هضم (70%) من العلف المتناول بينما (30%) يتابع سيره في القناة الهضمية.

**الحجرة الثانية هي الشبكية** والتي تقع خلف الحجاب الحاجز في الجهة المقابلة للقلب . أن هذا الموضع يؤدي إلى بعض المشاكل المرضية في المجترات وأخطرها التهاب الشبكية والتامور الرضحي الذي ينتج عن وجود الأجسام المعدنية التي تخترق جدار الشبكة وتصل

لجدار التامور وقد تؤدي إلى نفوق الحيوان إذا لم يتم العلاج. وتتم الوقاية من هذه الحالات بتبليغ الأبقار مغناطيس مخصص لذلك حيث يستقر في الكرش ويجذب جميع الأجسام المعدنية المتناولة مع الغذاء. لا تفرز أي أنزيمات وتقتصر وظيفتها على امتصاص الماء ونواتج الهضم.

**الحجرة الثالثة هي الورقية** وهي مليئة بالطبقات الورقية المترابطة فوق بعضها البعض حيث تقوم بعصر وامتصاص كثير من نواتج الهضم و الماء.

### **في المعدة الرابعة أو الحقيقية يتم الهضم الكيميائي**

يوجد تركيب تشريحي هام في المعدة المركبة هو الميزاب المريئي الذي يتكون من طبقتين من العضلات القوية التي تبدأ من نهاية المريء وتنتهي عند فتحة الورقية حيث يوفر هذا الميزاب مرور الحليب من المريء إلى الورقية ثم المنفحة دون سقوطه في الكرش لكن مع وجود عامل هام في وضعية العجل وهو أن العجل واقف ورأسه ممدود للأمام ومرفوع قليلاً لأجل الرضاعة من غدة الضرع. ولهذا السبب يُنصح بأن توضع سطول الرضاعة ذوات الحلمات في مستوى أعلى من رأس الحيوان كي يرفع الحيوان رأسه ويمد عنقه ليكون فيوضع مماثل لوضع الرضاعة الطبيعية وهكذا سيمر الحليب إلى المنفحة دون السقوط في الكرش.

يعتمد المولود والعجل في مراحل عمره الأولى على المنفحة في هضم الحليب حيث تفرز أنزيم الرينين (أنزيم المنفحة) الذي يعمل على تخثر الحليب نتيجة تشكل مركب باراكازئينات الكالسيوم ويتوقف إفراز الرينين بعد الفطام والتحول للتغذية على الأعلاف.

ويفرز جدار المعدة أيضاً إنزيم البارابيسين الذي يشارك في هضم عديدات الببتيد.

وتتخفف أهمية المنفحة مع نمو العجل كما تختلف بالتالي سعتها النسبية بالمقارنة مع المعدات الأخرى وتصل إلى (7%) فقط في الأبقار الناضجة.

### **هضم الكربوهيدرات عند المجترات:**

في المعدات الثلاثة الأولى خاصة الكرش يتم هضم (95%) من الكربوهيدرات والنشاء و (55%) من الألياف لكن جزء غير كبير من الكربوهيدرات الذائبة يمر إلى الأجزاء الأخرى من الجهاز الهضمي .

- مادة اللجنين لا يتم هضمها مطلقاً.
- يتم هضم الألياف بواسطة أنزيم السلوليز الذي تفرزه الأحياء الدقيقة ، وفي نفس الوقت تهضم السكريات والنشويات (تخمر) وتستفيد من طاقتها، ونتج عن عملية التخمر كميات كبيرة من الغازات وهذا يعني خسارة كمية من طاقة السكريات والنشويات.

- تستخدم الأحياء الدقيقة الطاقة لبناء بعض الكربوهيدرات المعقدة مثل الأميلوبكتين ولأجل بناء البروتينات الجرثومية. وينتج عن هضم الكربوهيدرات والنشاء مجموعة من المركبات أهمها:

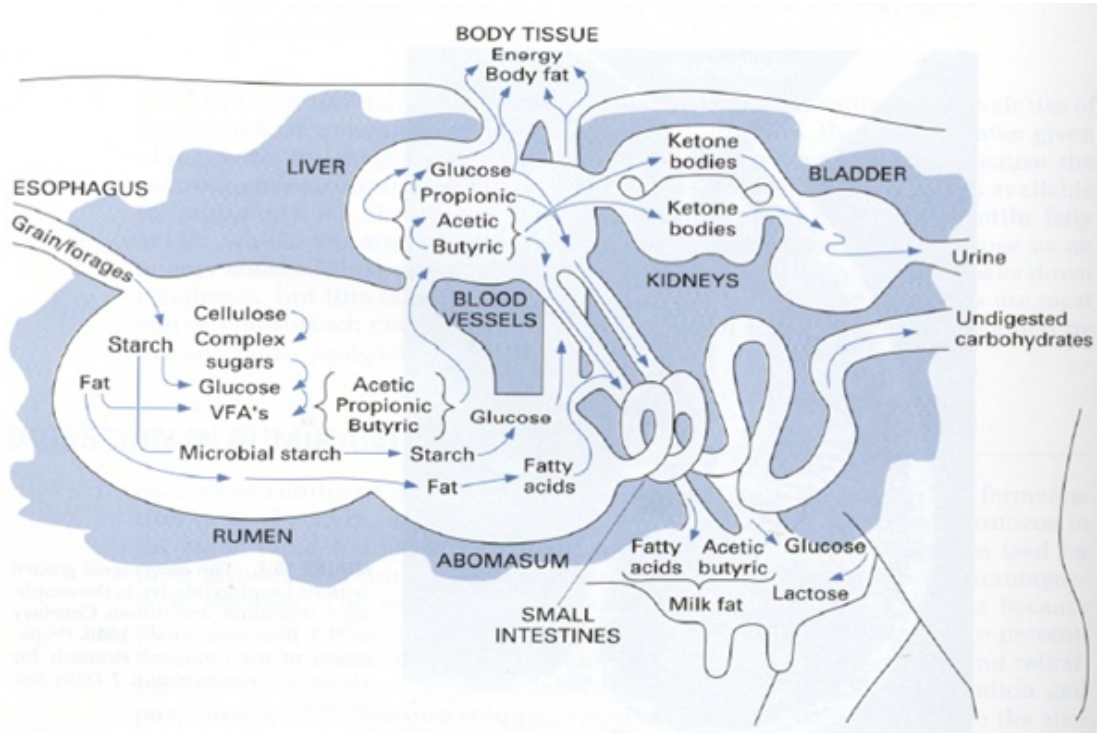
حمض الخل (Acetic Acid). بنسبة (70%)

حمض البروبيونيك (Propionic Acid). بنسبة (20%)

وحمض الزبدة (Butyric Acid). بنسبة (10%).

تمتص الحموض الناتجة مباشرة من الكرش أو من الأجزاء التالية في القناة الهضمية.

ومن أهم الغازات الناتجة ثاني أكسيد الكربون والميثان وبعض الحموض الدهنية الطيارة.



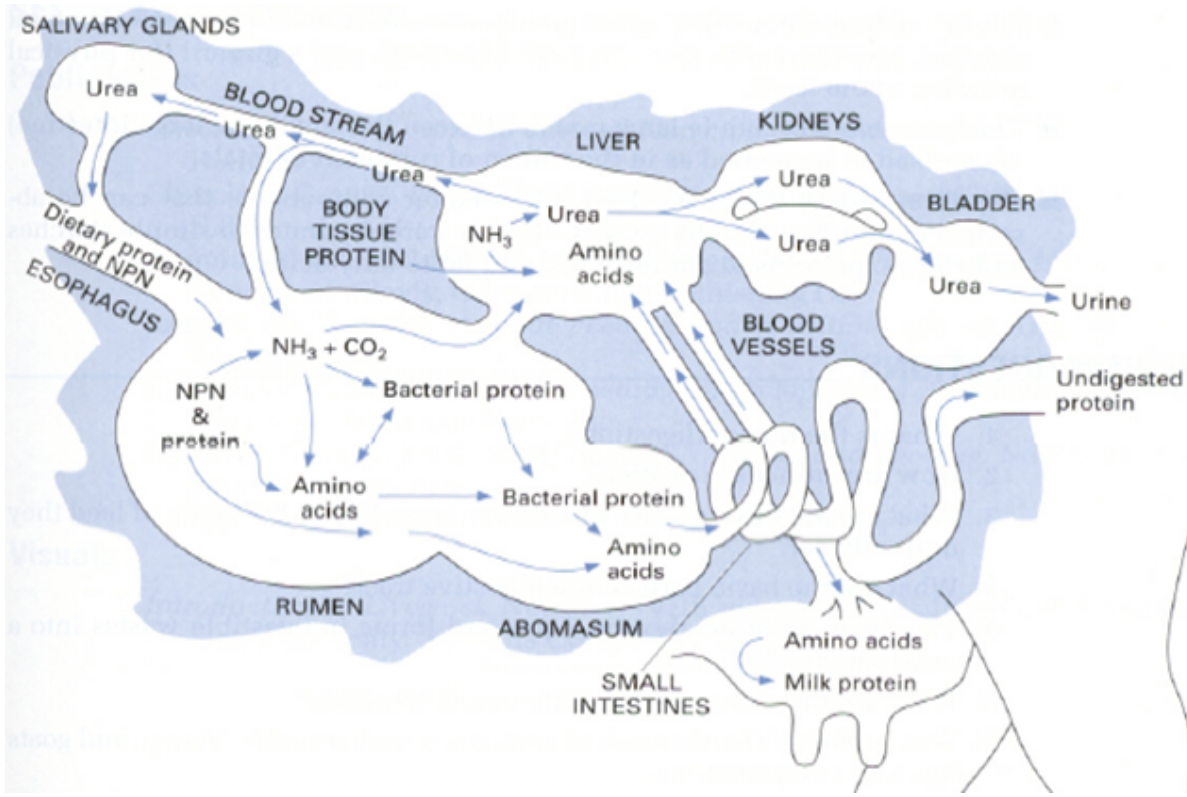
شكل (4) هضم الكربوهيدرات والألياف عند المجترات

### هضم البروتينات عند المجترات:

يتم هضم نسبة كبيرة من البروتينات بواسطة إنزيمات الأحياء الدقيقة حيث تتحول إلى عديدات الببتيد ثم تتحلل عديدات الببتيد مائياً إلى حموض أمينية. تقوم أنزيمات أخرى تنتجها الأحياء الدقيقة بتحويل الحموض الأمينية إلى حموض عضوية وأمونيا وغاز ثاني أكسيد الكربون. كما أن معظم الآزوت غير البروتيني يتحول بواسطة البكتيريا إلى أمونيا ذائبة في محتويات الكرش. جزء من الأمونيا يتم امتصاصه إلى الدم ثم تتحول في الكبد إلى البولة التي تطرح مع البول.



يعود جزء من البولة إلى جدار الكرش ثم يصل محتوى الكرش أو عن طريق اللعاب لكن يطرح الجزء الأعظم منها خارج جسم الحيوان. تقوم الأحياء الدقيقة استقلاب جزء كبير من آزوت الأمونيا المنطلقة في خلاياها كما تستطيع استقلاب جزء كبير من الحموض الأمينية وعديدات الببتيد حيث تخلق بروتينات ميكروبية ذات حيوية جيدة . وبعد أن تصل هذه الجراثيم مع الكتلة الغذائية إلى المنفحة والأمعاء الدقيقة يتم هضمها بفعل الإنزيمات بطريقة مشابهة لما هو في الحيوانات ذات المعدة البسيطة. كما يتم في الأمعاء والمنفحة هضم البروتين غير المتفكك بواسطة الأحياء الدقيقة ويشكل نسبة قليلة من البروتين.



شكل (5) هضم البروتينات عند المجترات

تتكاثر الجراثيم ويزداد عددها , قسم منها يموت ويتحلل ويستعمل بروتينها كمصدر نيتروجيني للأحياء المجهرية الأخرى , فمثلاً البروتوزوا تلتهم البكتريا أو البروتوزوا الأخرى وتستفيد منها كمصدر بروتيني . وهكذا تستمر الدورة إلى أن تترك الكتلة الغذائية الكرش إلى المعدة والأمعاء حيث تهضم بروتين حقيقي .

تشكل البروتينات الميكروبية حوالي (50 - 90 %) من البروتينات التي تصل الأمعاء وهي البروتينات الأهم التي تفي باحتياجات الحيوان النوعية من البروتينات. وكمية البروتين غير

الجرثومي يكون أكثر كلما كان نوع البروتين المتناول أقل نوباناً وبذلك يقاوم عمل الأحياء المجهرية .

يسمى الجزء من البروتين الذي يخرج مع الروث بالبروتين غير المهضوم.

## وتتأثر قدرة المجترات على الاستفادة من المواد الآزوتية غير البروتينية

### بمجموعة من العوامل:

1. تركيب العليقة: أن زيادة نسبة المواد المألثة صعبة الهضم كالأتبان وقشرة بذرة القطن يؤثر سلباً في قدرة الميكروبات على الاستفادة من المواد الآزوتية بسبب عدم توفر الطاقة اللازمة للأحياء الدقيقة.
2. نوعية كربوهيدرات العليقة: تزداد قدرة الميكروبات على استخدام المواد الآزوتية مع زيادة نسبة المواد الكربوهيدراتية في العليقة مثل النشاء الذي يعد أفضل المصادر الكربوهيدراتية لكن السللوز يعد مصدراً رديئاً للطاقة.
3. نوعية البروتين في العليقة: إذا كان بروتين العليقة سريع التحلل إلى يوريا يقل معدل الاستفادة منه لأن بكتريا الكرش لا تستطيع تمثل الأمونيا بسرعة متناسبة مع سرعة إنتاجها حيث يتم خسارة جزء كبير منها على شكل يوريا.
4. تأثير الحموض الأمينية: تشير النتائج البحثية أن إضافة الميثيونين إلى العلائق التي تحتوي على مصدر بروتيني غير حقيقي تزيد من قدرة البكتريا على الاستفادة من الآزوت.
5. توفر العناصر المعدنية ضروري كي تستطيع الميكروبات تمثل المواد الآزوتية غير البروتينية.

## المجترات ونوعية البروتين:

يتم امتصاص الأحماض الأمينية في الأمعاء وهي من مصدرين :

✓ بروتينات الأحياء الدقيقة المتكونة في الكرش وهي الأهم وذات النسبة الأكبر.

✓ من البروتينات الغذائية التي لم تخضع للهضم الجرثومي وهي قليلة الأهمية.

وقد دلت التجارب أن الأحياء الدقيقة في الكرش قادرة على تكوين جميع الأحماض الأمينية الأساسية بدءاً من اليوريا لكن هذا لا يعني أن اليوريا تستطيع تأمين كافة احتياجات الحيوان من البروتين اللازم لها حيث أن نسبتها يجب أن لا تتجاوز ما يعادل 30% من البروتين الذي يجب أن تتضمنه العليقة وقد دلت التجارب أن (30%) فقط من الأحياء الدقيقة تمتلك القدرة على الاستفادة من الآزوت الحر.



لقد بينت التجارب أن حاجة المجترات لنوعيات خاصة من البروتين تتضح و تتزايد مع زيادة الانتاج.

يتشابه احتياج الحيوانات المجتررة الرضيعة من البروتينات مع الحيوانات ذات المعدة البسيطة. في الحيوانات صغيرة العمر المغذاة على الحليب والحيوانات الاكبر عمراً المغذاة على علائق مرتفعة بمحتوياتها من الحبوب قد تمر كميات كبيرة من السكريات والنشا إلى الامعاء . أن الجزء العلوي من الامعاء الدقيقة له قابلية كبيرة على امتصاص السكريات البسيطة . تنحصر المساوي الرئيسية للتخمرات بتجزئة معظم البروتينات واستخدام الأمونيا الناتجة في إعادة تخليقها بصورة بروتينات ميكروبية , وتعد هذه من العمليات غير الكفوءة عند استخدام المصادر البروتينية جيدة النوعية .

إضافة إلى ذلك فإن الكربوهيدرات مثل السكريات والنشويات تتجزء بسرعة وبصورة كلية نتيجة للتخمرات في الكرش حيث ينتج عنها الحموض الدهنية الطيارة وهي حمض الإسيك وحمض البروبيونك وحمض البيوتيريك . وبالرغم من استخدام هذه الحموض بسرعة من قبل أنسجة الحيوان غير أنها تستخدم بكفاءة أقل في تزويده بالطاقة مقارنة بالمصادر الأصلية للكربوهيدرات. إضافة إلى ذلك تؤدي التخمرات إلى تحول نسبة تصل إلى 8-10 % من الطاقة المستهلكة إلى ميثان وهو من الغازات التي لاتستطيع الحيوانات الاستفادة منها حيث تفقد عن طريق التجشؤ .

وتوضح هذه العوامل المختلفة انخفاض التحويل الغذائي في المجترات مقارنة بالحيوانات بسيطة المعدة , حيث يكون التحويل الغذائي (وحدات العلف المستهلك / وحدة من الانتاج ) للمجترات عادة ضعف التحويل الغذائي للحيوانات بسيطة المعدة, وفي بعض الأحيان يكون أكثر من ضعف التحويل .

وتكون النتيجة النهائية لتخمرات الكرش مقدره الحيوانات على العيش والانتاج باستخدام المواد العلفية الأقل تعقيداً او الأقل نوعية مقارنة بتلك المستخدمة في تغذية الحيوانات بسيطة المعدة ومن جانب آخر فإن الحيوانات المجتررة تستخدم المواد العلفية الجيدة النوعية بكفاءة أقل من الحيوانات بسيطة المعدة .

يتم إنتاج كميات كبيرة من اللعاب عند المجترات حيث يحتوي على كميات كبيرة من بيكربونات الصوديوم التي تعد ضرورية للحفاظ على القيم الملائمة لباءه الكرش حيث تقوم هذه بدرء الحوامض المنتجة , وكذلك يعد اللعاب مهماً في الحفاظ على الرطوبة المثلى في الكرش .

يعد التجشؤ من الوظائف المهمة بالنسبة للمجترات , حيث تؤدي التخمرات الميكروبية في الكرش إلى إنتاج كميات كبيرة من الغازات ( ثاني أكسيد الكربون والميثان بصورة رئيسية ) و التي يجب التخلص منها , ويتم هذا عن طريق التقلصات التي تحدث في الأكياس العليا للكرش حيث تجبر الغازات على المرور إلى أسفل المرئ ويؤدي تمدد هذه الأكياس إلى هروب الغازات حيث يصل معظمها إلى القصبات الهوائية والرئتين وتطرد بعد ذلك عن طريق المنخرين .

ويعد النفخ من المشاكل الشائعة في المجترات , وهي من الحالات التي تحدث في معظم الأحيان نتيجة لتكوين الرغوة في الكرش خاصة بعد استهلاك بعض أنواع البقوليات . وعند وجود الرغوة في فتحة المرئ إلى الكرش يحدث خلل فيزيولوجي وتتوقف عمليات التجشؤ. وقد ينفق الحيوان إذا لم يتم العلاج السريع.

إن بروتين ( البكتريا أو البروتوزوا ) يعتبر من البروتينات ذات القيمة الحيوية العالية ويعتبر أفضل من معظم البروتينات النباتية ولكنه أقل نوعية من البروتينات الحيوانية . لذا فإن الأحياء المجهرية في الكرش تقوم بتحسين بروتين الأعلاف الخسنة منخفضة النوعية , وفي الوقت نفسه تقوم بتخفيض نوعية بروتين الأعلاف المركزة ذات النوعية الجيدة , لذا يلجأ في بعض الأحيان إلى حماية بروتين العلف الجيد النوعية من التحلل في الكرش إما بمعاملته كيميائياً ( بالفورمالين مثلاً ) أو بتغليفه ببعض المواد التي لا تتأثر بأحياء الكرش وتتأثر بأنزيمات الأمعاء.

عند إضافة اليوريا إلى عليقة تحتوي كمية منخفضة من البروتين الحقيقي فإن الاستفادة من اليوريا تكون أفضل مما لو أضيفت اليوريا إلى عليقة تحتوي كمية عالية من البروتين وذلك لأن الأحياء المجهرية في الكرش تفضل الحصول على نتروجينها من البروتين الحقيقي .

عند إحلال اليوريا محل جزء من احتياجات الحيوان للبروتين يجب إضافة أملاح معدنية إلى العليقة وذلك للتعويض عن تلك المستبعدة عند استبدال مصادر البروتين الحقيقي باليوريا . ويمكن سد احتياجات الحيوانات لهذه الأملاح عن طريق وضع مكعبات الأملاح المعدنية وجزء من حجر الكلس كما يجب إضافة الكبريت إلى علائق الحيوانات هذه وذلك لغرض تصنيع الأحماض الأمينية التي تحتوي على الكبريت مثل الميثيونين .

تقدم اليوريا للحيوانات بعدة طرق , إما تخلط مع مصدر للطاقة مثل النشا والأملاح المعدنية والفيتامينات وتصنع على شكل مكعبات كبيرة ويسمح للحيوانات بلحسها .

أو تمزج مع المولاس وأملاح معدنية وفيتامينات وتعمل على شكل سائل يوضع في وعاء يسمح للحيوان بتناوله . أو تكون على شكل إضافات بروتينية تخلط مع العلف المركز بحيث تشكل اليوريا في العليقة من 1-3 % .

## هضم الدهون

يتحلل جزء بسيط من دهن الأعلاف بواسطة ليباز الأحياء الدقيقة في الكرش. ويحدث للحموض الدهنية غير المشبعة أيضا في الكرش هدرجة بواسطة الميكروبات ولذلك يلاحظ أن الدهن المتراكم في جسم المجترات هو من النوع القاسي لأنه يحتوي على كميات كبيرة من حمض الستياريك الناتج عن هدرجة حمض اللينولييك واللينولينيك وتكون كمية الدهن التي تصل إلى العفج أكبر من كمية الدهن الموجود في العليقة لأن الميكروبات تقوم بتكوين حموض دهنية ذات سلاسل كربونية طويلة بعد تفكيك البروتينات في الكرش.

المكان الرئيسي لهضم الدهون هو الأمعاء ويتم بشكل مشابه لما هو في أمعاء الحيوانات ذات المعدة البسيطة وذلك بواسطة عصارة البنكرياس والعصارة الصفراوية وعصارة الأمعاء الدقيقة. إن لدهن الغذاء أثر كبير في الدهن المتكون في جسم الحيوان فكلما كان دهن الغذاء مشبعاً كلما كانت دهون الجسم مشبعة أكثر .

إن الحد المسموح لنسبة الدهن النباتي في علائق الأبقار والأغنام هو (3 - 5%) من المادة الجافة وعند استخدام الدهن الحيواني يمكن زيادة النسبة السابقة (2%). ويجب أن يكون نصف العليقة من الأعلاف الجيدة كالدريس والفصة. وإذا استعملت النسبة السابقة دون استخدام علف مالى جيد بحدود 50% من العليقة فسيؤدي ذلك إلى انخفاض واضح في هضم العلف نتيجة أن الجراثيم تفضل المصادر السهلة للطاقة وتتأثر سلباً في حال زيادة الدهون عن 5 - 7%.

## الإمتصاص في المعدة المركبة

في الكرش يتم امتصاص الجلوكوز. و جزء كبير من السكريات البسيطة. والأمونيا. واليوريا التي تصل من اللعاب أو من جدار الكرش و بعض الحموض الأمينية و بعض العناصر المعدنية. في الشبكية و الورقية يمتص جزء كبير من الماء والحموض الدهنية. الامتصاص في المنفحة : يتم امتصاص الحموض الدهنية و بعض فيتامينات (ب). وبعض العناصر المعدنية مثل الكالسيوم و المغنسيوم والفوسفور، وكمية قليلة من السكريات والحموض الأمينية.

**الامتصاص في الأمعاء الدقيقة :** يتم امتصاص معظم نواتج الهضم.

## بعض خصائص الهضم عند المجترات في المراحل الأولى من العمر:

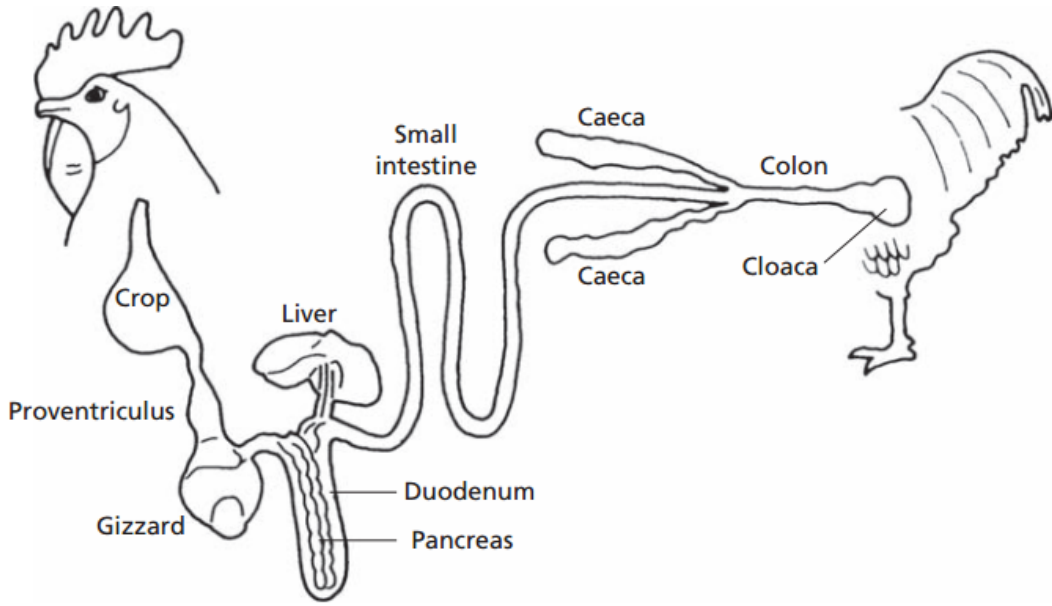
1. يمر الحليب إلى الورقية ثم الأنفحة عبر ميزاب المريء ويساعد في تشكل ميزاب المريء وضعية الرضاعة الطبيعية للعجل (الرأس مرتفع للأعلى قليلاً والرقبة ممدودة للأمام).
2. يحتوي لعاب العجول على أنزيم الليباز الذي يهضم دهن الحليب. ويقل إفراز هذا الإنزيم مع زيادة التغذية على الأعلاف ويختفي عند الفطام.
3. يعد الرنين أهم أنزيمات المعدة عند العجول الرضعية حيث يساهم مع البيسين بتخثر الحليب وخلال 3 - 4 ساعات تنفصل الخثرة عن المصل وينتقل المصل إلى العفج بينما تبقى الخثرة في المعدة عرضة لتأثير الانزيمات الهاضمة للبروتين.
4. لا تستطيع العجول هضم النشاء قبل بدء فعالية الأحياء الدقيقة
5. المواد الكربوهيدراتية الوحيدة التي تفسد منها العجول هي الجلوكوز واللاكتوز ومع نقص التغذية على الحليب تقل فعالية اللاكتاز في الأمعاء.
6. تستطيع الحيوانات حديثة الولادة الاستفادة من البروتينات المناعية دون هضمها.

## الهضم عند الطيور:

يختلف جهاز الهضم عند الطيور عن جهاز الهضم عند الحيوانات الزراعية الثديية بعدم وجود الشفاه والأسنان والتي يستعاض عنها بالمنقار بالإضافة لوجود الحوصلة ووجود المعدة العضلية، ووجود أعورين وعضو بولي تناسلي هضمي هو المجمع.

يتم ترطيب الغذاء في الحوصلة ثم يتم هضمه ميكانيكياً في المعدة العضلية ويساعد في ذلك الحصى التي يبتلعها الطائر مع العلف. بعد ذلك يمر الغذاء إلى العفج ثم الأمعاء الدقيقة ثم إلى الأعورين اللذين يهضم الألياف بواسطة البكتيريا ثم تمر الفضلات إلى الأمعاء الغليظة فالمجمع.

لا يشكل الهضم الجرثومي عند الطيور أهمية تذكر. تستغرق عمليات الهضم عند الطيور وقت قصير قياساً بالحيوانات الزراعية الأخرى. حيث تتراوح فترة مرور الغذاء في القناة الهضمية (4 - 8) ساعات وبشكل عام تعد معاملات هضم المواد العضوية عند الطيور أقل مما هي عليه لدى اللخبول والأبقار.



شكل ( 6 ) الجَهَاز الهضمي عند الدجاج

### هضم الكربوهيدرات عند الطيور:

تعد الكربوهيدرات المصدر الأساسي للطاقة وهي موجودة بكثرة في الحبوب النجيلية التي تعتبر المصدر الأساسي للطاقة في أعلاف الدواجن. تقوم الدواجن بهضم السكريات والنشويات بمعدل عالي لكن لا تستطيع الدواجن هضم الألياف بشكل فعال.

### هضم الدهون عند الطيور:

تمد الدهون الطائر بالطاقة كما تمدّه أيضاً بالحمض الدهني الأساسي اللينولييك والذي لا تستطيع الطيور تكوينه ، وإذا تناولت الطيور خلطة علفية خالية من الدهون فإن نسبة النفوق تزداد ووصلت في التجارب إلى (60%). وتهضم الدواجن الدهون غير المشبعة بشكل أكبر من الدهون المشبعة، وإن إضافة الزيوت النباتية إلى الدهون الحيوانية يحسن من فعالية هضم الأخيرة. وعند إضافة الدهون لعلائق الدواجن يجب إضافة مضادات الأكسدة لحمايتها من الفساد السريع.

## هضم البروتينات عند الطيور:

يتم هضم البروتينات وتتحول إلى أحماض أمينية بطريقة مشابهة لما هو لدى الحيوانات ذات المعدة البسيطة.

إذا زادت كمية البروتينات في العلف عن حاجة الطيور فإنها تتحطم متحوّلة إلى حمض البولة الذي يطرح عن طريق الكلى وتطرح الدجاجة وسطياً (4 - 5 غ) من حمض البولة يومياً وإذا ازدادت هذه الكمية تترسب البولة في الكليتين والمفاصل وغشاء التامور مسببة مرض النقرس حيث يحصل هذا المرض نتيجة استهلاك كميات كبيرة من البروتينات تفوق الاحتياجات كما ينشأ بسبب نقص فيتامين أ.

## القيمة الهضمية للمواد الغذائية

يتم هضم المركبات الغذائية عند الحيوانات بنسب مختلفة حسب نوع الغذاء وحسب نوع الحيوان ، لذلك فإن تحديد كمية الغذاء المهضوم هام جداً لأنه ببساطة هو الجزء الذي يستفيد منه الحيوان. فالجزء الذي يهضم ويمتص في قناة الهضم يسمى المادة المهضومة أما الجزء الذي يخرج مع الروث فيسمى المادة غير المهضومة . ويعبر عن نسبة المادة المهضومة من الغذاء بمصطلح معامل الهضم حيث أن :

$$\text{معامل الهضم} = \frac{\text{الكمية المستهلكة} - \text{الكمية الخارجة مع الروث}}{\text{الكمية المستهلكة}} * 100$$

$$\text{معامل الهضم} = \frac{\text{كمية الغذاء المهضوم}}{\text{كمية الغذاء المستهلك}} / 100$$

يمكن حساب معامل الهضم للغذاء بشكل إجمالي أو لكل مكون من مكوناته بشكل إفرادي حيث يلزم تحليل العلف وتحليل الروث الناتج ثم تطبيق القانون السابق لكل مكون من المكونات. يوجد عدة طرق مخبرية لتقدير معامل الهضم ستشرح بالتفصيل في القسم العملي.

## العوامل التي تؤثر على الهضم:

1. نوع الحيوان: يختلف الهضم عند المجترات عن الهضم عند الخيول وعن الهضم عند الطيور. وإن المجترات خاصة الأبقار تمتلك أعلى قدرة على الهضم يليها الأغنام ثم الخيول ثم الطيور.
2. سلالة الحيوان: يوجد بعض الفرضيات لذلك لكن التجارب العلمية لم تثبت حتى الآن.
3. عمر الحيوان: تقل القدرة على الهضم عند الحيوانات المسنة قياساً بالناضجة.

4. **كمية العليقة:** زيادة كمية العلف عن حد معين تخفض من معدل هضمها لأن فترة مكوئها في القناة الهضمية تقل مع زيادة الكمية .
5. **التركيب الكيميائي لمادة العلف:** ينخفض معدل هضم السللوز عند ارتباطه باللجنين. كما أن كل زيادة قدرها (1%) من الألياف في العليقة تؤدي إلى انخفاض معامل الهضم للمادة العضوية الأخرى بمعدل (1% ) عند الأبقار و (2% ) عند الخنازير.
6. **تركيب العليقة:** تؤثر النسبة بين البروتين المهضوم والمواد البروتينية غير المهضومة من جهة على معدل هضم المركبات الغذائية من جهة أخرى. وتسمى هذه العلاقة بالنسبة الغذائية ويعبر عنها بالقانون التالي:  
النسبة الغذائية = (طاقة البروتين المهضوم / طاقة الغذاء المهضوم – طاقة البروتين المهضوم)  
فإذا اتسعت النسبة في عليقة الحيوانات المجترة عن (8:1) أي إذا قلت نسبة البروتين يلاحظ انخفاض معدلات هضم الكربوهيدرات والبروتين ويرجع السبب في ذلك إلى نقص إفرازات العصارات الهاضمة ونقص عدد الأحياء الدقيقة التي تحتاج البروتين لبناء جدران خلاياها.  
كما يؤثر على هضم المادة الغذائية وجود الفيتامينات والعناصر المعدنية وخاصة (A,D,B) والبوتاسيوم والكالسيوم والفسفور والمغنزيوم والصوديوم .
7. **طريقة تحضير العلف :** مثل عمليات الطحن أو الجرش.
8. **إضافة الأنزيمات:** أظهرت التجارب أن إضافة الإنزيمات المحللة للبروتينات ومركب البيتاغلوكان إلى خلطات الدواجن والخنازير أعطت نتائج إيجابية على معامل الهضم.

\*\*\*\*\*