جامعة حماه
كلية الهندسة الزراعية
قسم الإنتاج الحيواني

تغذية الحيوان والدواجن

السنة الرابعة

إعداد : د. نزار سليمان

العام الدراسي ٢٠١٨ ـ ٢٠١٩

تمهيد

يهتم علم تغذية الحيوان بدراسة مواد العلف كماً ونوعاً كما يهتم بدراسة هضم هذه المواد واستقلابها عند الحيوانات المختلفة وآلية تحولها إلى طاقة تستخدم في الحفاظ على حياة الحيوان أو تستخدم في إنتاجه إن كان لحم أو حليب أو بيض أو صوف ... كما يهتم بدراسة كميات المركبات الغذائية الموجودة في كل مادة غذائية ومعدلات هضمها وكفاءة تحويلها إلى منتجات بروتينية.ويولي علم التغذية تركيزاً على المواد الغذائية التي لا يمكن للإنسان استخدامها أو هضمها لكن تستطيع الحيوانات هضمها وتحويلها إلى منتجات بروتينية ذات قيمة غذائية عالية للإنسان.

إن الصورة النهائية للكائن الحي من حيث شكله المورفولوجي وإنتاجه ما هي إلا محصلة لتفاعل مجموعتين من العوامل : المجموعة الأولى هي العوامل الوراثية التي ورثها عن آبائه من جهة والعوامل البيئية المحيطة من جهة أخرى، وتعد التغذية هي أهم العوامل البيئية تأثيراً على نمو وإنتاج الحيوان.

ويتأثر الجَهَاز الهضمي قبل غيره من أجهزة الجسم بنوع التغذية، ويليه الأجهزة الأخرى التي من وظيفتها استخدام وتمثيل هذه المواد الغذائية، وفي النهاية يشمل هذا التأثير جميع أعضاء الجسم. وقد اتضح أن تأثير نوع التغذية لا يقتصر فقط على فيزيولوجيا الأعضاء المختلفة بل يتعداها ويظهر أثره واضحاً في تغيير مورفولوجيا الأعضاء. كما أظهرت تجارب عديدة قدرة الأغذية على تنمية وظائف الجَهَاز الهضمي وإحداث تغيرات تركيبية واضحة في أجزائه المختلفة عند الحيوانات الزراعية. فقد تبين في أبحاث أُجريت على الحملان بعد مرحلة الفطام أن الحملان التي حصلت على أعلاف مالئة خضراء فقط وصل طول قناتها الهضمية عند مرحلة البلوغ إلى ٤٤ ـ ٥١ ضعف من طول الجسم وحجم المعدة بلغ ٨٠٠ مل / ١كغ وزن حي ، بينما لم يتجاوز طول القناة الهضمية عند الحملان التي تغذت على أعلاف مركزة فقط خلال نفس المرحلة ٣٣ ـ٣٨ ضعف من طول الجسم وبلغ حجم المعدة ٢٧٠مل /١ كغ وزن حي.

كما يؤثر نمط التغذية على وظيفة الدورة الدموية والتنفس وفي نسبة أبعاد الجسم الخارجية فقد ثبت عند الثيران أن عمق الصدر ومحيط البطن وطول وعرض الجسم قد زادت أبعادها عند الحيوانات التي حصلت على الأعلاف المالئة مقارنة بالتي حصلت على الأعلاف المركزة.

وللتغذية دور حاسم في سير عمليات التبادل الغذائي والتمثيل الحيوي في جسم الحيوان وكذلك في صحته ونوعية المنتجات التي ينتجها. فنقص المواد الغذائية يسبب كثيراً من أمراض الاستقلاب وأمراض العظام والذي يؤثر سلبا على إنتاجية الحيوان. كما أن تغذية الحيوانات على أعلاف منخفضة القيمة الغذائية يؤدي إلى ضعف نموها وتأخر نضجها الجنسي والذي يؤدي بالنتيجة إلى انخفاض العائد الاقتصادي من تربيتها.والتغذية المتوازنة هي أهم عامل في إظهار خصائصها الوراثية الإنتاجية.

إن المواد الغذائية التي يستهلكها الحيوان من البيئة المحيطة تتعرض لتحولات فيزيائية وكيميائية متمثلة بعملية الهضم حيث يُمتص قسمٌ منها ويُمَثّل داخل الجسم والباقي يُطرح مع الروث والبول وهواء الزفير.

تُستخدم المواد الغذائية في الجسم كمصدر للطاقة للحفاظ على حرارة ثابتة للجسم والقيام بوظائفه الحيوية والعضلية وبناء أنسجة الجسم وأعضائه المختلفة وتكوين الحليب وإنماء الجنين ، كما يتم ترسيب الفائض من المواد الغذائية على شكل مدخرات يمكن لأجهزة الجسم استخدامها في حال نقص الوارد الغذائي.

كلما كان العلف مناسباً بشكل أكبر لاحتياجات الحيوان كلما كان ذو قيمة غذائية أكبر للحيوان، وعلينا أن ندرك أن القيمة الغذائية للأعلاف هي تعبير عن كفاءة هذه الأعلاف في تلبية

الاحتياجات الفيزيولوجية متعددة الجوانب للحيوان. وبما أن احتياجات الحيوانات الزراعية من المواد الغذائية تختلف حسب النوع والسلالة والعُمُر والجنس والوجهة الإنتاجية للحيوان فإن القيمة الغذائية للأعلاف لا يمكن أن تكون واحدة لكل أنواع الحيوانات الزراعية أو دائمة للحيوان نفسه.

تشكل تكاليف تغذية الحيوان عادة أكثر من ٦٥% من التكاليف الجارية اليومية، فالتغذية الصحيحة هي الأساس في زيادة الإنتاج البروتيني الحيواني وعليها تتوقف قدرة الحيوان في إظهار الحد الأقصى من قدراته الوراثية، كما يتوقف عليها مدى ما يحققه المربي من ربح أو خسارة في استثمار ثرواته الحيوانية.

مكونات العلف الأساسية:

للحكم على القيمة الغذائية للأعلاف وفهم أسباب اختلافها لابد من معرفة التركيب الكيميائي للأعلاف والمنتجات الحيوانية والعمليات الأساسية التي تجري عليها من خلال عمليات هضم واستقلاب المواد الغذائية داخل جسم الحيوان.

وتشكل الألياف النباتية المنشأ النسبة العظمى من الأعلاف الأساسية التي تُستخدم في تغذية الحيوانات الزراعية وتُستخدم أحياناً بعض المواد العلفية حيوانية المنشأ.

يتكون العلف من الماء والمادة الجافة.

تتكون المادة الجافة من قسمين:

أولاً ـ المادة الجافة العضوية : وتتكون من الكربوهيدرات (المستخلص الخالي من الآزوت +الألياف الخام) والشحوم والبروتينات (بروتينات حقيقية + بروتينات غير حقيقية).والمواد النشطة بيولوجياً (الفيتامينات +الأنزيمات).

ثانياً ـ المادة الجافة اللاعضوية (الرماد) : تتكون من العناصر المعدنية.

ومن المؤكد أن جميع العناصر الكيميائية الموجودة في النبات موجودة في الحيوان لكن بنسب متفاوتة. فيشكل الكربون والهدروجين والأوكسجين المادة الأساسية في بناء المادة الحية سواءً النباتية أو الحيوانية.يوضح الجدول١ التركيب الكيميائي لبعض الأعلاف وبعض الحيوانات:

جدول (١) التركيب الكيميائي للأعلاف النباتية المنشأ وجسم الحيوان %

البيان		الأعلاف			الحيوانات		
		برسيم أخضر	حبوب الذرة الصفراء	دريس المروج الخضراء	الثور	الخنزير	الدجاج
الماء		77.8	13	14.3	54	58	56
المادة الجافة		22.2	87	85.7	46	42	44
البروتين		16.6	10.1	11.3	32.6	35.7	47.7
الدهن		4	4.5	2.9	55.2	55.2	40.9
الكربوهيدرات	الألياف	22.6	2.2	30.7	0	0	0
	المستخلص الخالي من الآزوت	47.9	81.6	47.9	2.2	2.5	1.6
الرماد		8.9	1.6	7.2	10	6.6	9.8
نسبة البروتين والدهن والكربوهيدرات والرماد هي نسبة مئوية من المادة الجافة							
المصدر: الياسين ورفاقه ٢٠٠٤							

ويُظهر الجدول (٢) النسبة النسبة المئوية للمركبات الغذائية لبعض المواد العلفية بشكل أبسط من الجدول السابق كنسب مئوية من إجمالي الكمية.

جدول (٢) النسبة المئوية للمركبات الغذائية لبعض المواد العلفية %					
	الماء	الكربوهيدرات	الدهن	البروتين	الرماد
مراعي خضراء	82	11	1	3.5	2.5
مراعي مجففة	13	66	3	10	8
حبوب	13	72	2	11.5	1.5
الحليب	87.5	4.5	3.5	3.5	1
مجفف الدم	13	— -	2.4	79.5	5.1
المصدر: العشري ورفاقه ٢٠٠٧					

وبالرغم من إدراك الإنسان منذ زمن بعيد لأهمية الغذاء لاستمرار الحياة والتكاثر إلا أن اكتشاف أهمية العناصر الداخلة في تركيب الغذاء في العمليات الحيوية لم يتم إلا في القرن العشرين.

تُعد معرفة التركيب الكيميائي للعلف الخطوة الأولى لتقدير قيمته الغذائية،لكنها ليست كافية عند التعمق في الدراسات العلمية ، والشائع في تغذية الحيوان ما يُسمى التحليل التقريبي لمواد العلف (Proximate Analysis) والذي يُكتفى فيه بتقدير أهم المكونات الأساسية للمادة العلفية وهي الرطوبة الكلية والمادة الجافة والكربوهيدرات (المستخلص الخالي من الأزوت والألياف) والدهون والبروتينات والرماد.

وفي الوقت الحالي يُستخدم المخطط التفصيلي لتحليل الأعلاف النباتية والحيوانية المنشأ مع ملاحظة حذف خطوة تحديد الألياف عند دراسة الأعلاف حيوانية المنشأ.

أولاً ـ الماء(Water)

يحتل الماء أهمية كبرى في حياة المتعضيات الحية ويؤدي نفاده إلى تلف الخلايا وذلك بالرغم من أن بعض الكائنات الحية تستطيع أن تتحمل انخفاض نسبة الماء في طور من أطوار حياتها كالنباتات في طور البذرة والحيوانات في طور الكيسة.

يدخل الماء جسم الكائن الحي عن طريق تناوله المباشر من الوسط الخارجي أو تناول الإذية الحاوية عليه ، كما تُنتِج التفاعلات الكيميائية الحيوية في الخلايا كمية من الماء يُعرف بالماء الاستقلابي (Metabolic Water). وتَعبُر أغلب المواد الغذائية إلى داخل الخلية وهي منحلة في الماء بفضل استقطاب جزيئاته، كما تجري جميع التفاعلات الكيميائية المتعلقة بحياة الخلية ضمن وسط مائي.

يشكل الماء الداخل في تركيب الخلايا نسبة تتراوح ٥٠ -٩٠% من كتلة الخلية وترتبط هذه النسبة بنوع المتعضية هل هي بحرية أم برية مثلاً حيث تصل نسبة الماء في قنديل البحر ٩٩% في حين لا تتعدى نسبته ٦٠% في النباتات الخشبية. وتتفاوت نسبة الماء من نسيج لآخر، فتصل إلى ٨٠% في النسيج الدموي بينما تبلغ ٢٧% فقط في النسيج العظمي.

يوجد الماء ضمن الخلية بحالتين :

الماء الحر (Free Water): هو الماء المتوفر دائماً من أجل حادثة الاستقلاب الخَلَويّ ويشكل الوسط الملائم لمختلف التفاعلات الكيميائية الحيوية إذ يُعدُّ المذيب الأفضل للعديد من المركبات ضمن الخلية كما يسمح بتشرد المواد المذابة فيه.هذا الجزء يُفقَد من المادة خلال تجفيفها على درجة حرارة ٦٥ ْم حتى ثبات الوزن ويشكل حوالي ٨٥% من الماء الكليّ.

الماء المرتبط(Bound Water): يُقصَد به الماء الذي يسهم في تشكيل الروابط الهيدروجينية في الجزيئات الكِبَريَّة إذ ترتبط جزيئاته مع جزيئات البروتين بروابط جذبية

ضعيفة مُشَكَّلةً الروابط الهيدروجينية بين جزيئات المواد ويسهم الماء بذلك في البنية الهندسية المعقدة لمكونات الخلية كبناء الجزيئات المعقدة للحَمْض النووي الريبي المنزوع الأوكسجين والبروتينات.الماء المرتبط يُفقَد من المادة الجافة أولياً عند تجفيفها على درجة حرارة ١٠٥ ° م لمدة تزيد عن ثلاث ساعات وحتى ثبات الوزن ويشكل حوالي ١٥% من الماء الكلي.

الرطوبة الكلية % = (الماء المرتبط% + الماء الحر%)/ ١٠٠

ملاحظة: النسبة المئوية للماء المرتبط تحسب من كامل العينة التي خضعت للتجفيف على درجة حرارة ٦٥ درجة وليس لوزن العينة التي خضعت لحرارة ١٠٥ على افتراض أنها يجب أن تكون نفسها.وفي حال أردنا حساب كمية الماء الكلية يمكن إخضاع العينة للتجفيف على حرارة ١٠٥ حتى ثبات الوزن دون الحاجة لتجفيفها على درجة حرارة ٦٥درجة.

يوضح الجدول (٣) كمية الماء في أنواع مختلفة من العلف

جدول (٣) نسبة الماء في أنواع العلف	
المادة	ماء %
الحبوب والبذور	8 - 12%
الأكساب	10 -14%
السيلاج	45 - 60 %
الأعلاف الخضراء	85%
الدرنات و مخلفات تصنيع البيرة	90%
المصدر : العشري ورفاقه ٢٠٠٧	

يوجد علاقة عكسية بين المدة التي يمكن فيها حفظ المادة العلفية وبين نسبة الماء الموجود فيها حيث أن ارتفاع نسبة الماء في المادة العلفية يسرع من فسادها.

ويمكن إجمال **الوظائف المتعددة للماء** في الخلايا كما يأتي:

١. يعدّ الماء ناقلاً جيداً للحرارة مما يساعد على توزيع الحرارة الناتجة عن التفاعلات الكيميائية ويمنع ارتفاعها الموضعي.
٢. يُسهم في عملية التنظيم الحراري (Thermo-regulation) ويخمد وطأة الفروق الحرارية ما بين الوسط المحيط والوسط الداخلي لخلايا المتعضية وذلك بسبب سعته الحرارية (Heat Capacity) العالية مقارنةً بالسوائل الأخرى.
٣. يعمل على إيصال المواد الغذائية المنحلة فيه إلى جميع الخلايا ، وينقل نواتج الاستقلاب عن طريق جَهَاز الإطراح.
٤. يشكل الوسط التي تجري فيه عمليات الاستقلاب.
٥. يعد الماء مذيباً جيداً للعديد من الأيونات والمركبات الموجودة في الخلايا مؤدياً لخلق الضغوط الحلولية داخل الخلايا وخارجها. كما يعد مذيباً لكثير من المواد العضوية القطبية أو المحبة للماء .أما المواد غير القابلة للذوبان في الماء فتطفو على سطحه لعدم قدرتها على تكوين روابط هيدروجينية معها وتعرف هذه المواد بالمواد غير المستقطبة.
٦. يعد الماء مصدراً لإمداد الخلية بالأوكسجين والهيدروجين الهامين في بناء المواد العضوية كما يحدث في عملية التركيب الضوئي حيث تشطر طاقة الشمس جزيء الماء إلى هيدروجين وأوكسجين يُضافان لاحقاً إلى غاز الكربون لتشكيل المركبات العضوية مثل السكاكر.

مصادر الماء:

يعد الماء من أهم المواد الغذائية التي يجب أن تصل إلى الجسم (من البيئة الخارجية) ويتم تغطية احتياجات الحيوان من الماء من عدة مصادر:

١- ماء الشرب: يغطي الجزء الأكبر من احتياجات الحيوان للماء حيث أن التبدلات الفيزيولوجية والإمراضية في مستوى الماء تولد استجابات تصحيحية فورية، حيث يجري استكشاف أي تغير في قيمة الضغط التناضحي (الأوسموزي) لبلازما الدم بواسطة مستقلات وطائية (أي في الهيبوتلاموس) تُعرف بالمستقبلات التناضحية، وتُرسل المستقبلات إشاراتها الكهربائية إلى مركز العطش في الوطاء حيث يحرض ذلك الشعور بالعطش الذي يدفع الحيوان إلى السعي لشرب الماء، وفي الوقت نفسه تعمل هذه المراكز على تحفيز الفص الخلفي للغدة النخامية (Pituitary Gland) التي تتوضع تحت الوطاء مباشرة وتحثه على تحرير الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH,AntiDiuretic Hormone) (هرمون مضاد للإبالة) ويعمل هذا الهرمون بمجرد وصوله إلى الكلية على إضعاف إفراغ البول وهذا يعني الاحتفاظ بماء الجسم وعدم هدره من خلال طرحه في البول (يصبح البول داكن اللون وأكثر تركيزاً).وبالمقابل فإنه عندما يجري تناول كمية زائدة من الماء فإن الضغط التناضحي للسائل خارج الخَلَويّ سوف يهبط ، وهذا يوقف تحرير الهرمون المضاد لإدرار البول وبالتالي تُطرح كميات كبيرة من الماء مع البول(يصبح البول فاتح اللون وأقل تركيزاً).

٢- الماء الداخل في تركيب العلف: يغطي الماء الذي يدخل في تركيب العلف جزءً من حاجة الحيوان. ويتوقف هذا على نوع العلف ، فالأعلاف الخضراء الغضة تغطي جزءً كبيراً من الحاجة للماء حيث تبلغ نسبة الرطوبة فيها ٩٠%، وتقل أهمية المصدر العلفي للماء عند استخدام العلف المركز.

٣- الماء الناتج عن عملية الاستقلاب: يسمى ماء التمثيل الحيوي ويَنتج من أكسدة المواد العضوية في الجسم.وعموماً يُقَدَّر الماء التمثيلي الناتج في الجسم بحوالي ١٠% من كمية ماء الشرب التي يحتاجها الحيوان. وقد ترتفع هذه النسبة كثيراً في المناطق الجافة ، وهي تغطي جميع احتياجات الحيوانات خلال فترة بياتها الشتوي. ينتج عن أكسدة البروتينات ماء بنسبة ٤٢% وينتج عن أكسدة السكريات ماء بنسبة ٦٠% وينتج عن أكسدة الدهون ١٠٠% من وزنها ماء.

ويجب الأخذ بعين الاعتبار مسألة هامة وهي أن نسبة الماء المتبقي في الجسم من أكسدة الكربوهيدرات في الظروف الحارة والجافة أكثر من نسبة الماء المتبقي من أكسدة الدهون ذلك لأن الحيوان يفقد كمية كبيرة من الماء للتخلص من الحرارة الزائدة نتيجةً للأكسدة وذلك عن طريق الجَهَاز التنفسي والتعرق. وكذلك الحال بالنسبة للبروتينات حيث يطرح جسم الحيوان كميات كبيرة من الماء للتخلص من اليوريا وهذا ما يُقلل من أهمية هذين المصدرين، لذلك يُنصح في المناطق الحارة تجنب الإكثار من الدهون والبروتينات في علف الحيوانات.

العوامل المؤثرة في احتياجات الحيوان من الماء:

١- نوع وكمية الإنتاج: تحتاج الأبقار الحلوب كميات أكبر من الماء مقارنة بأبقار اللحم.وتحتاج الأبقار ذات الإدرار العالي كميات أكبر مقارنة بالأبقار ذات الإدرار المنخفض.

٢- كمية المادة الجافة في العلف: كلما ارتفعت نسبة رطوبة العلف كلما قلت كمية ماء الشرب التي يحتاجها الحيوان. وكلما ازدادت كمية المادة الجافة المتناولة كلما زادت حاجة الحيوان للماء وذلك لأن الماء هو الوسط التي تتم فيه عمليات الهضم والاستقلاب ولذلك تُستخدم المادة الجافة كأساس لتقدير احتياجات الحيوان للماء.

٣- التركيب الكيميائي للغذاء: تحتاج البروتينات والأملاح وخاصة كلوريد الصوديوم إلى كميات كبيرة من الماء لهضمها واستقلابها وطرح نواتج استقلابها. لذلك فالتغذية على أعلاف غنية بهذه المواد يرافقها زيادة في احتياج الحيوان للماء.

٤- **كمية الماء الفاقد من الجسم :** يفقد الحيوان كثير من الماء عن طريق التنفس والتعرق والتبول والتبرز فمثلاً نسبة الماء في روث الأبقار أكبر مقارنة بروث الأغنام والخيول والجمال.

٥- **درجة حرارة الجو:** تزداد احتياجات الحيوانات الزراعية للماء لنفس وحدة الوزن من العلف الجاف مع ارتفاع درجة حرارة الجو المحيط وذلك لزيادة معدل الفقد من الماء عن طريق التعرق والتنفس وهذا يكون واضح خلال فصل الصيف، فالأبقار تستهلك ٣ ليتر من الماء لكل ١ كغ مادة جافة عند درجة حرارة ٤ ْم ، ترتفع هذه الكمية إلى ٥.٢ ليتر عند درجة حرارة ٢٧ ْم وتتزايد لتصبح ٧.٣ ليتر عند درجة حرارة ٣٢ ْم وفي هذه الأجواء الحارة يصل استهلاك الأبقار عالية الإدرار إلى ١٣٠ ليتر.

احتياجات الحيوانات الزراعية المختلفة من الماء:

من الصعب تحديد كميات ثابتة لاحتياجات الحيوان من الماء وذلك لتعدد وتداخل العوامل المؤثرة عليها. لذلك يفضل تأمين الماء بشكل مستمر على مقربة من الحيوان ليتناول حاجته بالكمية التي يشاء، وإن تعذر ذلك يفضل تقديم الماء للحيوان ثلاث مرات في اليوم.وبشكل تقريبي فالأبقار تحتاج ٤-٧ ليتر / ١كغ مادة جافة أما الأغنام والماعز فتحتاج ٢-٣ ليتر/١كغ مادة جافة والدجاج ١ -١.٥ ليتر /١كغ مادة جافة والخنازير ٧-٨ ليتر /١كغ مادة جافة. ويجب التذكير بأن عدم شرب الحيوان لكميات كافية من الماء يسبب ظهور حالة مرضية هي التجفاف.وإذا فقد الحيوان ٢٠% من رطوبة جسمه قد تتوقف حياته.

جدول (٤) القيم التقريبية لاحتياجات الحيوان من الماء بشكل يومي	
نوع الحيوان	الكمية ل/يوم
فروج اللحم	0.08 -- 0.09
أمهات التسمين بعمر أكبر من ٢٠ أسبوع	0.25--0.30
الدجاج البياض بعمر أكبر من ٢٠ أسبوع	0.15--0.20
أرانب تسمين بعمر أقل من ١٨ أسبوع	0.20--0.30
أرانب أمهات بعمر أكثر من ٢٤ أسبوع	0.25--0.45
بط أمهات بعمر أكثر من ٢٠ أسبوع	0.30--0.45
الرومي أمهات بعمر أكثر من ٢٤ أسبوع	0.50--0.60
الأغنام	3
الأبقار الجافة	30
الخيول	32
أبقار اللحم	35
الأبقار الحلوب (٣٠ كغ /يوم)	75

أهمية تقدير كمية الماء في العلف:

١. معرفة القيمة الغذائية للأعلاف وذلك بمعرفة نسبة المادة الجافة في العليقة.
٢. معرفة مدى صلاحية المادة العلفية للتخزين إذ أن وجود كمية كبيرة من الماء يعرض العلاف للفساد السريع نتيجة نمو البكتريا والفطور عليها. فحبوب الذرة الصفراء الطازجة تتعرض للفساد ما لم يتم تجفيفها جيداً قبل مضي ٢٤ ساعة.

الأضرار الناتجة عن عدم توفر مياه الشرب للحيوان:

١. صرف طاقة الحيوان في بحثه عن مصادر أخرى وقد تكون غير صحية.
٢. تراجع في تناول العلف مما يؤثر على كمية ونوعية الإنتاج.
٣. يصبح البول أكثر كثافة مما يزيد خطر تشكل الحصى البولية.
٤. احتباس الفضلات الناتجة عن الإستقلاب وعدم طرحها مع البول مما يؤثر على صحة الحيوان . وأكثر المواد خطورة هي اليوريا.

****

ثانياً ـ الكربوهيدرات أو السكريات (Carbohydrates)

وتسمى أحياناً بمائيات الفحم و هي مركبات تحتوي على الكربون والأوكسيجن والهيدروجن ويوجد الهيدروجن والأوكسيجن بنفس نسبة وجودهما في الماء (١/٢) صيغتها الكيميائية العامة (CnH2nOn).

تعد الكربوهيدرات الجزء الأساسي المكون للخلية النباتية فقد تبلغ نسبتها في النباتات حوالي ٩٠% من مكون وتوجد في النباتات العلفية على شكل سكريات ونشاء وسللوز وصموغ وبكتين وتشكل السكريات المصدر الرئيس للطاقة في علائق الحيوان.

فالعصارة الخَلَويّة تحتوي على الكربوهيدرات على شكل سكريات أما في العضيات الخَلَويّة (البلاستيدات) تكون على شكل نشاء وفي الجدار الخَلَويّ للخلية تكون على شكل ألياف السللوز والهيميسللوز والبكتين.

ولكن في جسم الحيوان تتواجد السكريات بنسبة قليلة جداً على شكل سكر الغلوكوز(Glucose) والغُلَيكوجن(Glycogen) بكمية قد تصل لـ ٢% ، حيث أن جدار الخلية الحيوانية يتكون من البروتينات والليبيدات.

إن سكر الغلوكوز الواصل للجسم مع الأعلاف يتوزع وبشكل سريع بواسطة الدم حتى يصل للخلايا فإما يحترق مولداً الطاقة أو يدخل في تركيب مواد أخرى البروتينات والدهون السكرية.

وفي حال حصول الحيوان على كميات كبيرة من الكربوهيدرات تفوق احتياجاته يتم تخزينها في الكبد والعضلات على شكل نشاء حيواني أو يسمى بالغليكوجن الذي يترسب في الكبد والعضلات في كميات تصل إلى ١ ـ ٤% من وزن الحيوان.

ومن بين جميع المنتجات الحيوانية يمكن تمييز الحليب فقط بمحتواه العالي نسبياً من الكربوهيدرات حيث تتراوح نسبة سكر الحليب ٤ -٧% حسب الأنواع الحيوانية ويعد اللاكتوز السكر الوحيد ذو المنشأ الحيواني.

أقسام الكربوهيدرات:

السكريات الأحادية(Monosaccharides) هي سكريات بسيطة لا يمكن أن تتحلل مائياً إلى سكريات أبسط وبحسب عدد ذرات الكربون الداخلة في تركيبها يمكن أن تقسم إلى سكريات ثلاثية ورباعية (تتواجد فقط خلال عمليات الإستقلاب ولا توجد بشكل حر) سكريات خماسية وأهمها (الريبوز الذي يدخل في بنية الحَمْض النووي الريبي الرنا والريبوز منقوص الأوكسيجن الذي يدخل في تركيب الحَمْض النووي الريبي المتقوص الأوكسيجين الدنا) والسكريات السداسية مثل الجلوكوز (يتواجد في الفاكهة والدم) والفركتوز (في الفواكه والعسل) والجلاكتوز (غير موجود بشكل حر في الطبيعة بل ينتج عن التحلل المائي لسكر اللاكتوز).

السكريات الثنائية (Disaccharides) تتكون من ارتباط جزيئين من السكاكر البسيطة (أي تتحلل مائياً إلى جزيئتين من السكريات البسيطة) ومن أمثلتها

السكروز (جلوكوز+ فركتوز) الموجود في قصب السكر بنسبة (٢٠%) و في الشوندر السكري (بنسبة (١٥ـ ٢٠%).

اللاكتوز (جلوكوز+ جالاكتوز). لا يوجد في الطبيعة إلا في الحليب بنسبة (٤.٧%)، يتخمر هذا السكر بسرعة بفعل بعض الجراثيم مثل المكورات السبحية اللبنية (Streptcoccus Lactis) ويتحول إلى حمض اللاكتيك الذي يكسب الألبان الطعم الحامضي الخفيف.يساعد حمض اللبن في القضاء على أعداد لا بأس بها من جراثيم التعفن التي قد تتواجد في الأمعاء، ويساعد على امتصاص بعض الأملاح المعدنية كالكالسيوم والفوسفور، ويؤخذ هذا عند تصنيع أغذية الرضاعة للحيوانات الصغيرة إذ يضاف اللاكتوز وليس السكروز إلى بدائل الحليب.

المالتوز (جلوكوز + جلوكوز) الموجود في الشعير. ويُحصل عليه بواسطة خميرة المالتيز.

السللوبيوز (جلوكوز + جلوكوز) ينتج من التحلل المائي للسللوز.

السكريات الثلاثية (Trisaccharides) تتحلل مائياً إلى ثلاث جزيئات من السكريات الأحادية وأهمها الرافينوز الذي يتكون من (غلوكوز + فركتوز + غالاكتوز) و يتواجد في الشوندر و بذرة القطن.

السكريات المعقدة (Polysaccharides) : وتسمى بعديد السكريد وهي مركبات معقدة مكونة من اتحاد عدد كبير من السكاكر البسيطة ومن أمثلتها:

الغُليكوجين (Glycogen): وهو الصورة التي تُخزن فيها الكربوهيدرات في جسم الحيوان ويوجد في الكبد والعضلات وله دور كبير في تمثيل الطاقة. تحتوي جزيئة الغليكوجين ١٠٠٠٠ جزيئة غلوكوز. يتم تخزين الغليكوجين ضمن هيولى الخلية على شكل حبيبات تحتوي على ١٢ جزيئة غليكوجين.

السللوز(Cellulose): يشكل الجزء الرئيس في تركيب جُدُر الخلايا النباتية ويوجد بشكل نقي في بعض النباتات كألياف القطن (٩٠%).يتكون من عدة مئات إلى آلاف من جزيئات الغلوكوز.لا ينحل بالماء إطلاقاً. هذه الألياف لا تتأثر بالأنزيمات الموجودة في جَهَاز الهضم عند الإنسان وتبقى في الأمعاء دون تفكك، مما يزيد من كتلة الفضلات في الأمعاء كما ينشط حركة الأمعاء. تستطيع بعض الحيوانات كالمجترات والقوارض والخيول وبعض الحشرات هضم السللوز بفضل الكائنات الحية الدقيقة (الميكروفلورا والميكروفونا) الموجودة في الكرش عند الحيوانات المجترة وفي الأعور عند الخيول والقوارض. حيث تستطيع تلك الأحياء الدقيقة كسر الروابط التي تربط بين جزيئات الغلوكوز في السيللوز ومن ثم تمكن الحيوان من استخلاص الطاقة من السيللوز عكس الإنسان ونتيجة فعل البكتريا على السيللوز يتكون الكثير من الحموض العضوية مثل حمض الخل (Acetic Acid) وحمض البروبيونيك (Propionic Acid) وحمض الزبدة (Butyric Acid).

النشاء (Starch):وهو سكر ادخاري يدخل في تركيب جذور الكثير من النباتات وثمارها وبذورها.ويخزن مشكلاً غذاءً احتياطياً للنبات فالطاقة الناتجة عن استقلابه تستخدمها البذور عند إنتاشها وإنباتها قبل تكون الكلوروفيل الذي يقوم بالتركيب الضوئي ويزود النبات بالطاقة لاحقاً.يعد النشاء من المصادر السكرية سهلة الهضم عند الحيوانات ذات المعدة البسيطة.ويعد النشاء عديد جلوكوز.يتحلل بالحموض أو الأنزيمات إلى دكسترين ثم مالتوز ثم أخيراً غلوكوز

إضافة للأنواع الرئيسة السابقة للكربوهيدرات فإن بعض السكريات تتحد مع البروتينات والشحوم لتكون البروتينات السكرية (Glycoproteins) والشحميات السكرية (Glycolipids) والتي تدخل في بنية الغشاء الهَيولي والأمر الذي يحدد نوع الغشاء ويسهم في العديد من الوظائف الحيوية المتنوعة، ومثال على البروتينات السكرية حَمْض الهيالوروني الذي يربط بين الخلايا الظهارية بمساعدة بروتين الكولاجين ومن المعلوم أن كثير من الأحياء الدقيقة الممرضة تفرز إنزيم الهيلورنيداز والذي يفكك الحَمْض الهيالوريني من ثم تفكيك الروابط بين الخلايا مما يسهل عيور العوامل الممرضة إلى داخل الأنسجة.

هضم الكربوهيدرات ومصيرها في الجسم:

تتحول السكريات المتعددة والثلاثية والثنائية إلى سكريات أحادية (غلوكوز ، غالاكتوز، فركتوز) بتأثير الإنزيمات المفرزة من مختلف أجزاء الجَهَاز الهضمي وأهمها الأميلاز البنكرياسي بالدرجة الأولى والفموي في الدرجة الثانية حيث يتم هضم ٥% من الكربوهيدرت في الفم و٣٥% في المعدة (لا تفرز أميلاز لكن يستمر الهضم بفعل الأميلاز اللعابي) و٦٠% في الأمعاء. ويحدث الامتصاص الأعظمي للسكريات في الأمعاء الدقيقة وتسلك الدوران البابي إلى الكبد ليتم استقلابها في الكبد بشكل خاص. إن أي نقص في الأنزيمات الحالة للسكريات مثل نقص اللاكتاز يؤدي لحدوث الإسهال (نتيجة زيادة الضغط الأسموزي في الأمعاء) والنفخة (بسبب تخمر تلك السكريات غير المهضومة).

يعد مستوى الغلوكوز في الدم سمة تميز الأنواع الحيوانية حيث يختلف من نوع لآخر. يرتفع تركيز الغلوكوز بعد تناول الغذاء ولكنه يعود لمستواه الطبيعي تدريجياً نتيجة استخدامه كمصدر للطاقة إضافةً لتخزين الفائض على شكل غليكوجين في الكبد والعضلات. عند الحاجة لسكر الجلوكوز يقوم الجسم بتفكيك الغليكوجين. إن تخزين الغليكوجين في الجسم محدود فلا تزيد نسبته في الكبد عن ٠.٦% وفي العضلات عن ٠.٧% ولذلك يتم تخزين الفائض من الغلوكوز على شكل دهون في سلسلة من التفاعلات الحيوية.
تقوم الكليتين بإعادة امتصاص الغلوكوز وإعادته للدم وتمنع إطراحه مع البول.

أهمية الكربوهيدرات في التغذية:

تقسم الكربوهيدرات على أساس **الكيمياء التحليلية** إلى قسمين:
القسم الأول هو المستخلص الخالي من الآزوت (السكريات الذائبة): وتشمل هذه المجموعة النشاء والسكريات والحموض العضوية ومواد بكتينية ونتيجة هضمها النهائية غلوكوز.وهذه المركبات هامة جداً عند الحيوانات لأنها تشكل المصدر الأهم لطاقة الجسم والمصدر الأهم لطاقة الأحياء الدقيقة في كرش الحيوانات المجترة ، ولذلك يتم ضبط محتوى العليقة من السكريات والبروتينات كمايلي :
الأبقار الجافة الحامل :٠.٨كغ سكر لكل ١ كغ بروتين مهضوم
الأبقار الحلوب :١.١ كغ سكر لكل ١ كغ بروتين مهضوم.
الأبقار الجافة الحامل ١.٣ كغ نشاء لكل ١كغ سكر.
الأبقار الحلوب ١.٥ كغ نشاء لكل ١ كغ سكر.
إن زيادة كمية السكر والنشاء في العليقة يُضعف مستوى تحلل الألياف وذلك بسبب تفضيل الأحياء الدقيقة للكربوهيدرات سهلة الهضم.

القسم الثاني هو الألياف الخام:
تتكون الألياف الخام من جزأين هما الألياف ومواد الترصيع
تتكون الألياف من السيللوز والبنتوزات والهكسوزات والهيميسللوز
أما مواد الترصيع فهي اللجنين و الكوتين و السوبرين والبكتين
تتخشب الخلايا في أجزاء النبات المختلفة بصورة غير منتظمة حيث تتخشب السوق بصورة أسرع وأكبر مقارنة بالأوراق التي تكون فيها عملية التخشب ضعيفة وتعد الدرنات والجزور أقل أجزاء النبات تخشباً مثل الشوندر والجزر والبطاطا ولا تتجاوز نسبة الألياف الخام فيها ٢%. وأكثر الأعلاف النباتية احتواءً على الألياف هي أتبان المحاصيل النجيلية الشتوية كالقمح والشعير والشوفان حيث تصل نسبة الألياف إلى ٤٥% بينما تحتوي أتبان المحاصيل النجيلية الربيعية والدريس نسب أقل ٢٥% بينما تبلغ نسبة الألياف في الحبوب التي لا تحتوي على قشرة ١% كالقمح والذرة الصفراء و ١٢% في الحبوب التي تحتوي على قشرة كالشوفان والشعير.**يبين الجدول التالي تأثير عُمُر النبات على محتواه من الألياف الخام.**

جدول (٥) محتوى دريس البرسيم من الألياف الخام % مادة جافة			
مرحلة النمو	سللوز	لجنين	بنتوزات
التفرع	12.4%	5.6%	5.3%
بداية الإزهار	18.0%	7.5%	8.3%
تكون البذور	23.4%	10%	13%
المصدر : الياسين ورفاقه ٢٠٠٤			

تشكل البنتوزات نسبة كبيرة من المستخلص الخالي من الآزوت (٢٥ ـ ٣٠%) وينتج عن تحللها سكريات أحادية منها الأرابينوز.
يتكون السللوز من عدد كبير من جزيئات الغلوكوز ويتحلل إلى سيللوبيوز والذي بدوره يتحلل إلى جزيئتي غلوكوز.
يتكون الهيميسللوز من سكريات خماسية أهمها الزيلوز.
يتكون البكتين من حمض جلاكتويورونيك وهذا المركب يعمل كمادة لاصقة لجدر الخلايا النباتية.
يعد اللجنين مادة غير كربوهيدراتية بنظر الكثير من علماء التغذية لكنه يتواجد مرتبطاً مع الكربوهيدرات وهو لا يهضم مطلقاً ، ويستخدمه بعض الباحثين كدليل لحساب معامل الهضم.
كلما ازدادت كمية الألياف الخام في العلف كلما صَعُبت عملية استخراج المواد الغذائية من الخلية النباتية سواءً بالنسبة للحيوان أو للأحياء الدقيقة في جَهَاز الهضم. وبالتالي المحتوى العالي للألياف الخام في الأعلاف دليل على انخفاض القيمة الغذائية لها.
المستوى الملائم من الألياف الخام في العليقة هو كمايلي:
الأبقار ١٦ ـ ٢٨%.
الحيوانات النامية ١٤ ـ ٢٠ %
الدواجن ٣ ـ ٦%
كلما ارتفع الإنتاج يجب أن ينخفض محتوى المادة الجافة من الألياف.
إن نقص الألياف في عليقة المجترات يؤدي إلى خلل في النشاط الحيوي لميكروبات الكرش وتكوين حمض الخل والبروبيونيك ولهذا السبب يلاحظ عند الأبقار انخفاض مستوى دهن الحليب نتيجة تغذيتها على أعشاب غضة في بداية الربيع ولهذا يقدم لهذه الأبقار الدريس أو التبن قبل خروجها إلى المرعى لزيادة نسبة الألياف ورفع كفاءة الهضم.
تشكل المواد الكربوهيدراتية المصدر الرئيس للطاقة في جسم الحيوان حيث تحتوي علائق الحيوانات نسب عالية منها (٥٠%) في حين لا تتعدى نسبة المواد الدهنية التي تشكل مصدر آخر للطاقة (٥%). ولكن على الرغم من ذلك لا يوجد ما يؤكد حاجة الحيوان لأنواع خاصة من الكربوهيدرات.
ليس للحيوانات المجترة متطلبات غذائية كربوهيدراتية نوعية فهي تستوفي احتياجاتها باستهلاكها كميات كبيرة من الأعلاف الخضراء الخشنة مضافاً إليها بعض المواد المركزة ذات المصدر النباتي.
وقد وجد تجريبياً أن الصيصان تنمو بشكل طبيعي على علائق خالية من الكربوهيدرات بشرط تواجد كميات كافية من الجليسرول المتواجد في الغليسريدات الثلاثية بينما يكون العلف غير كافٍ في حال احتوائه على الحموض الدهنية أو الأمينية كمصدر للطاقة لأن تركيب الغلوكوز يحتاج إلى غليسيرول. وبالرغم من ذلك تبقى الكربوهيدرات المصدر الأرخص والأجدى للطاقة في تغذية الحيوان.

****

ثالثاً ـ الشحميّات (الدُّسُم أو الليبيدات) (Lipids)

هي مركبات عضوية، متشابهة في الخواص الطبيعية ومختلفة في التركيب الكيميائي ، يدخل في تركيبها الكربون والأوكسجين والهيدروجين، لا تنحل في الماء لفقدان خاصية الإستقطاب في جزيئاتها، لكنها تذوب في المذيبات العضوية غير القطبية مثل الكحول والبنزين والأسيتون والإيثر، أو بالمذيبات ضعيفة القطبية كالميثانول وذلك بسبب طبيعتها الكارهة للماء.
تؤلف الشحميات نحو ٥% من المواد العضوية الداخلة في تركيب الخلية وتؤدي دوراً حيوياً مهمّاً ، إذ تدخل في بنية الأغشية الخَلَويّة الحيوانية والنباتية، وتشكل مصدراً مهمّاً من مصادر الطاقة ومُدّخراً غذائياً فائضاً، إضافةً لحماية الجسم من الإصابات والصدمات، كما تدخل في تركيب بعض الفيتامينات والهرمونات. تشكل الشحميات مع البروتينات مركبات يُطلق عليها الشحميات البروتينية(Lipoproteins)، وقد تكون الشحميات بشكل دهون احتياطية تتوضع عند الإنسان والحيوان ضمن الأنسجة الضامة تحت الجلد أو حول بعض الأعضاء مثل القلب والكلى.
تتألف الشحميات من ارتباط أحماض عضوية دسمة طويلة السلاسل برابطة أستيرية مع الكحولات أو مشتقاتها. مثل الغليسيرول والكوليسترول، وكيميائياً تتكون الشحوم من جزيئة غليسرول مرتبط برابط استيرية مع ثلاث حموض دسمة.
يتم استخدام الإيثر في الطرق المخبرية لاستخلاص الدهن الخام ويسمى مستخلص الإيثر (Ether Extract) (EE). ويشمل الدهن الخام أو مستخلص الإيثر مركبات عديدة ذات صلة بالدهون أو تستخلص معها، مثل الدهن الحقيقي والزيوت والشموع والكلوروفيل والمواد الملونة كالكاروتين والحموض العضوية والفوسفوليبيدات بالإضافة إلى مركبات أخرى غير الدهون ولكنها هامة جداً مثل الأرجسترول وهو أحد مولدات فيتامين د وغيرها من المركبات.
يختلف محتوى الأعلاف من الدهون باختلاف نوع العلف. فالبذور والحبوب تحتوي على كمية أكبر من الدهون بالمقارنة مع السوق والأوراق أو الجذور والدرنات،وتحتوي حبوب القمح والشعير على ١ ـ٢% دهن ، أما في حبوب الذرة الصفراء فقد تصل نسبة الدهن إلى ٥ ـ ٦% بينما تحتوي بذور المحاصيل الزيتية مثل بذور عباد الشمس والكتان والقطن والسمسم والصويا على نسبة عالية من الدهون تتراوح بين ٢٥ – ٤٠ %.
وتتراوح نسبة الدهن في جسم الحيوان بشكل كبير تبعاً لعدة عوامل كالنوع والعُمُر والجنس، فقد وُجد أن محتوى جسم عجل حديث الولادة من الدهن يبلغ ٣ – ٤% أما في جسم الثور البالغ فتبلغ ٤٠% وفي جسم الغنمة المكتنزة ٤٥%.

أقسام الليبيدات:

١. **ليبيدات معتدلة أو الغليسيريدات (Glycerides):** تتكون من اتحاد الحموض الدسمة مع الغليسرول وتشمل **الدهون والزيوت والشموع**.
٢. **ليبيدات مركبة:** وهي استرات الحموض الدهنية مع مجاميع أخرى إضافية وتشمل:
   - الفوسفوليبيدات (Phospholipids): وهي ليبيدات يدخل في تركيبها حَمْض الفوسفوريك وقاعدة آزوتية.
   - جليكوليبيدات (Glicolipids): ليبيدات يدخل في تركيبها السكريات والآزوت ولا يوجد فيها حَمْض الفوسفور.
   - البروتوليبيدات :وهي ليبيدات يدخل في تركيبها البروتينات.
٣. **ليبيدات مشتقة:** وتنتج من تحليل الأنواع السابقة وتشمل أيضاً الحموض الدسمة المفردة والستيرولات (النباتية أو الفطرية أو الحيوانية) والهيدروكربونات وبعض الفيتامينات الذوابة في الدهون وبعض الصبغات.

فيما يلي نبذة عن أهم أنواع الليبيدات التي تدخل في تغذية الحيوان:

أولاً ـ الدهون :

وهي غليسيريدات ثلاثية للحموض الدهنية المشبعة أو غير المشبعة. تكون الدهون صلبة في درجة حرارة الغرفة في حال كانت أغلبية الأحماض الدسمة الداخلة في تركيبها من الحموض الدسمة المشبعة. مثل الدهون الحيوانية التي يدخل في تركيبها الستياريك والبلماتيك والأوليك.

إن تشكيل الدهون في جسم الحيوان ابتداءً من المواد العضوية له خاصية مميزة جداً:

حيث يكون للدهن الحيواني خصائص فيزيائية وكيميائية مميزة للنوع الحيواني إذا كان مصدره الكربوهيدرات والبروتينات الداخلة في تكوين العليقة، أما إذا كان مصدر دهن جسم الحيوان دهون نباتية وزيت السمك يفقد الدهن الحيواني خصائصه المميزة ، وبالتالي فإن الخصائص النوعية للنتجات الحيوانية مثل درجة الصلابة والطعم والرائحة يحددها كمية وتركيب الدهون النباتية والحيوانية المتواجدة في العلف. قد تكون الغليسريدات أحادية أو ثنائية أو ثلاثية بحسب عدد الحموض الدسمة المرتبطة مع الغليسرول، توجد الغليسيريدات الثلاثية داخل هُيولى الخلايا الشحمية (Fat Cells) بشكل قطيرات كروية الشكل. وتتميز الغليسريدات الثلاثية بأنها لا تنحل بالماء لكنها تنحل في المذيبات العضوية تتحلل الغليسريدات الثلاثية في الجسم إلى أحماض دسمة حرة وغليسيرول أثناء الصيام الطويل وتُستخدم كمصدر للطاقة بديل عن السكاكر.

ثانياً ـ الزيوت النباتية:

وهي عبارة عن دهون في حالة سائلة في درجة حرارة الغرفة لأن معظم الأحماض الدسمة الداخلة في تركيبها غير مشبعة مثل.(زيت الذرة ، زيت بذرة القطن ، زيت فول الصويا ، زيت السمسم ، زيت عباد الشمس). تمتاز الزيوت النباتية بأنها أكثر ثباتاً تجاه عمليات الأكسدة ولا تتطلب إضافة مضادات الأكسدة بسبب غناها بفيتامين (ي) والكاروتينات.

إن المحتوى العالي من الحموض الدهنية اللينوليك واللينولينك يضع الزيوت النباتية ضمن المواد العلفية القيّمة لأن الحمضين السابقين من الأحماض الدسمة الأساسية.

ملاحظة هامة : إن امتصاص الحموض الدهنية المشبعة مثل البالميتك والستيارك عند الطيور يزداد بوجود الحموض الدهنية غير المشبعة ويفضل أن تكون النسبة ما بين الحموض المشبعة وغير المشبعة حوالي (٣) : (١).

أما في الحيوانات الزراعية فإنه من الأفضل مزج الدهون ذات المصدر الحيواني والنباتي بنسبة واحد / واحد.

ثالثاً ـ الأحماض الدهنية : وهي نوعان

الأحماض الدهنية المشبعة (Saturated Fatty Acids):أشهرها حَمْض الزبدة (Putyric Acid) وحَمْض جوز الهند (Caprytic Acid) وحَمْض النخيل (Palmatic Acid) وحمض السيتياريك (StearicAcid) وحمض الأراشيديك (Arashidic Acid).تتميز هذه الحوض بأنها لا تحتوي على رابطة مضاعفة بين ذرات الكربون وتتميز بارتفاع درجة انصهارها. وتعد الدهون الحيوانية المصدر غنية بالحموض الدسمة المشبعة مقارنة بالدهون نباتية المصدر.

الأحماض الدهنية غير المشبعة (Unsaturated Fatty Acids): من أشهرها حَمْض الزيت (Oleic Acid) وحَمْض بذر الكتان (Linoleic Acid) و حمض اللينولينك (Linolenic Acid) وحمض الأراشيدونيك (Arachedonic acid) ، حيث تتميز بوجود رابطة زوجية واحدة أو أكثر في السلسلة الكربونية ، وهي ذات درجات انصهار منخفضة حيث أنها سائلة في درجة الحرارة العادية.وتعد المواد الدسمة نباتية المصدر غنية بالحموض الدسمة غير المشبعة.

يعد حمض اللينوليك حمضاً أساسياً عند الحيوانات ذات المعدة البسيطة وغيابه يؤدي لظهور حالات مرضية غذائية (توقف النمو ، تكون قشور على الجلد ، نفوق) وعند إعطائه لهذا

الحمض تم شفاء الحالة، ولم يتم الشفاء عند إعطاء البلمتيك أو الإستياريك، حيث وجد أن هذا الحمض لا يستطيع الحيوان تركيبه، ومن هذه الحموض الأساسية أيضاً الأولييك و الأراشيدونيك و اللينولينك.

جدول (٦) نسبة الأحماض الدهنية في بعض الدهون النباتية والحيوانية

الحمض الدهني	دهن اللبن	دهن الخنزير	زيت فول الصويا	زيت الذرة
البلستيك	27%	32%	9%	7%
الإستياريك	13%	8%	4%	2%
الأولييك	35%	48%	17%	46%
لينولينيك	3%	11%	54%	45%

تحتوي بذور الكتان وبذور القطن وفول الصويا على نسبة عالية من الدهون تقدر ب (٢٠ ـ ٤٠%) مقارنة بالقمح والشعير والذرة (١ـ ٦%).

رابعاً ـ الشحميات الشمعية (Cerides): تنتج عن طريق أسترة الأحماض الدسمة الطويلة السلسلة بأغوال طويلة السلسلة وتنصهر معظم الشموع ما بين الدرجة (٣٠ ـ ٩٠)مْ.وتوجد الشموع في كلا المملكتين النباتية والحيوانية إذ تغطي الأوراق والثمار وتمنعا من التبلل بالماء ، كما تغطي عند الحيوانات السطح الخارجي للجلد والصوف والشعر. ومن الشموع الحيوانية شموع الحوت البيضاء وشمع عسل النحل ومن الشموع النباتية شمع كرنوبا الذي يتشكل على أوراق النخيل البرازيلي ، وليس للشموع أي أهمية غذائية عند الحيوانات.

خامساً ـ الكاروتينات: هي مواد ملونة وصبغات من أصل نباتي تستخلص مع الدهن في مستخلص الإيثر وهي لا تحتوي حموضاً دهنية أو غليسرول وصنفت مع الدهون لذوبانها في المذيبات العضوية . وترجع أهميتها في أن بعض أنواعها يتحول إلى فيتامين (A).

سادساً ـ الفوسفوليبيدات: وهي دهون تتكون من الحموض الدهنية و الجليسرول وحمض الفوسفوريك وقاعدة آزوتية وأهمها الليسيثين لاحتوائه على الكولين حيث يشكل الليسيثين حوال ٢٥% من مستخلص الإيثر للحبوب البقولية. وأفضل المصادر الحيوانية له بيض الدجاج.

سابعاً ـ الستيرولات : وهي إما نباتية أو فطرية أو حيوانية ومن أهم الستيرولات الحيوانية **الكوليسترول الذي يدخل في تكوين الستيروئيدات والتي** هي شحميات لا تحتوي على غليسرول، بل تحتوي على كوليسترول.يوجد الكوليسترول في تركيب الأغشية السيتوبلاسمية وأغشية العضيات الخلوية في الخلايا الحيوانية كما يوجد في المصورة الدموية على شكل شحوم بروتينية كما يوجد في النسيج العصبي. وتشتق من الكوليسترول جميع الهرمونات الستيروئيدية كالهرمونات الجنسية الذكرية والأنثوية وهرمونات قشرة الكظر كما يشتق منه فيتامين د. حيث تعمل الأشعة فوق البنفسجية على تحول المركب طليع فيتامين د٣ (7 -Dehydrocholestrol) إلى فيتامين د٣.

أهمية الدهون في التغذية:

١. الدهن مصدر هام من مصادر الطاقة.
٢. ضروري لبناء الأنسجة الدهنية الإحتياطية في الجسم.
٣. تعد الدهون مصدراً للحموض الدهنية الأساسية اللازمة لنموه.
٤. يعد مصدر جيد للفيتامينات الذوابة في الدهون مثل فيتامينات (A,D,E,K).
٥. الدهون ضرورية في امتصاص فيتامين أ والكاروتينات وعنصر الكالسيوم.
٦. تعمل الدهون كمواد وقائية وعازلة في جسم الحيوان وتقلل الفقد الحراري.

الاحتياطات الواجب مراعاتها عند استخدام الدهون في تغذية الحيوان :

١. لا تكون عملية إضافة الدهن إلى عليقة الحيوان اقتصادية إلا إذا قل ثمن الكيلوغرام الواحد منها عن (٢.٢٥ *ثمن كيلوغرام شعير).
٢. يجب أن يكون الدهن المستخدم غير متزنخ.
٣. يجب ضبط الدهن في علائق الدواجن بشكل دقيق لأن زيادتها تخفض من استهلاك العلف نتيجة ارتفاع قيمة الطاقة الحرارية لتلك الخلطات وبالتالي انخفاض معامل التحويل الغذائي.ويمكن إضافة الدهون حتى نسبة ٨% لحد أقصى.
٤. في حال إضافة الدهون إلى عليقة المجترات يجب زيادة الأعلاف الخشنة ففي حال نسبة الدهن ٤% من العلف يجب أن تكون الأعلاف الخشنة ٥٠%.

ملاحظة : قد يحدث تزنخ للدهون أو أكسدة.

التزنخ هو تحلل الدهن مائياً بفضل خميرة الليباز التي تفرزها بعض الجراثيم والفطور وينتج عنها مركبات كريهة الرائحة والطعم.

الأكسدة : هي عملية تحول الحموض الدهنية غير المشبعة إلى أجسام كيتونية وتنشط هذه العملية بوجود النحاس أو الحديد أو الأشعة فوق البنفسجية، وتصبح الدهون كريهة الرائحة والطعم، ويتم الوقاية من أكسدة الدهون بواسطة إضافة مضادات الأكسدة إلى الأعلاف وأهمها فيتامين (E)..

هضم واستقلاب الدهون:

تتحول الدهون إلى أحماض دهنية و وحيدات الغليسريد و كوليسترول حر. يتم هضم الدهون بمساعدة الأملاح الصفراوية التي تقوم بمايلي:

١. استحلاب الشحوم : وهي عملية تجزئة الشحوم إلى كرات صغيرة لتتمكن الأنزيمات الهضمية من التأثير فيها.
٢. اتحاد الأملاح الصفراوية مع الأحماض الدهنية و وحيدات الغليسريد المتشكلة نتيجة عملية الهضم لإبعادها وإتاحة الفرصة لهضم دهون أخرى.
٣. نقل الأحماض الدهنية و وحيدات الغليسريد إلى أماكن الامتصاص.

يساهم في عملية هضم الدهون جميع الأنزيمات البنكرياسية خاصة الليباز والليباز المعوية.

يُعاد بناء نواتج هضم الدهون في الأنسجة المخاطية في الأمعاء على شكل قطيرات صغيرة من الدهن المرتبط مع البروتين تسمى الكايلوميكرونات (Chilomicrons) والتي تتكون من ارتباط الغليسريدات الثلاثية ونسبة بسيطة من الفوسفوليبيدات والكوليسترول المؤستر بالحموض الدهنية مع طبقة رقيقة من البروتين على سطحها.

تمر الكايلوميكرونات عبر الجهاز اللمفاوي إلى الدم ثم إلى الأنسجة الدهنية لتخزن فيها أو تمر إلى الكبد فتتحول إلى حموض دهنية وغليسرول ليتم تخزينها. وتوجد دائما الحموض الدهنية والغليسرول في الدم مرتبطة مع ألبيومين الدم، وفي الكبد ينفصل الألبيومين عن الحموض الدهنية حيث يعود إلى الدم ، أما الحموض الدهنية فيتم استقلابها. ويُعَد الكبد العضو الأهم في استقلاب الدهون.

تُخَزَّن الدهون في الأنسجة الدهنية . وتؤثر نوعية دهن الغذاء على نوعية دهن الحليب بينما لا تؤثر على نوعية دهن البيض.

****

رابعاً ـ البروتينات (Proteins)

عبارة عن مواد يدخل في تركيبها الكربون والأوكسيجن والهيدروجن والآزوت ، وبعضها يحتوي على الكبريت. وتشكل المادة الأساسية في بناء المادة الحية وتبلغ حتى ١٥%. وتدخل في تركيب النسج الحية والأنزيمات والهرمونات.ومصطلح البروتين الخام يشمل جميع المواد التي يدخل الآزوت في تركيبها. تمتلك البروتينات مجموعة وظيفية أمينية وأخرى كربوكسيلية، وهي بذلك جزيئات ثنائية الأيونات حيث تسلك في الوسط القلوي سلوك الحمض وتعطي أيونات الهيدروجن وتصبح شحنتها سالبة،أما في الوسط الحمضي فتسلك سلوك الأسس وتكسب أيون الهيدروجن وتصبح شحنها موجبة.

تقسم البروتينات إلى بروتينات حقيقية وأخرى غير حقيقية.تحتوي فقط على عنصر الآزوت.

تتكون البروتينات الحقيقية من وحدات بنائية هي الحموض الأمينية حيث ترتبط الحموض الأمينية مع بعضها بروابط ببتيدية لتشكل عديدات الببتيد ثم ترتبط عديدات الببتيد مع بعضها لتشكل البروتينات.

يتكون الحمض الأميني (Amino Acid) من مجموعة أمينية (NH2) وأخرى كربوكسلية (COOH) بالإضافة إلى جذر متغاير يختلف من حمض أميني لآخر.

تتشكل الرابطة الببتيدية بين المجموعة الكربوكسيلية للحمض الأميني الأول مع المجموعة الأمينية للحمض الأميني الثاني وينتج جزيئة ماء وهكذا تطول وتتنوع السلسلة الببتيدية والذي يحدد تتابع الحموض الأمينية في السلسلة الببتيدية هو تتابع المورثات في جزيئات (DNA).وعلى الرغم من أنه لا يوجد إلا عشرين حمض أميني فإن عدد أنواع البروتينات الناتجة كبير جداً ويمكن فهم ذلك بتذكر حروف الأبجدية وعدد الكلمات الموجودة في اللغة الناشئة عنها. ليس بالضرورة وجود كل الحموض الأمينية في كل نوع من أنواع البروتينات.

إن أعضاء المملكة الحيوانية لا يمكنها بناء الأحماض الأمينية الأساسية من الكربون والأوكسيجن والهيدروجن والآزوت وهذا يعني أن الجسم يجب أن يحصل عليها من مصادر غذائية.

يوجد نوعان من الأحماض الأمينية:

١ ـ أحماض أمينية غير أساسية يمكن للحيوان بناؤها في الجسم.

٢ ـ أحماض أمينية أساسية:لا يمكن للحيوان بناؤها ويجب توافرها في أغذيته.ونظراً لأن ميكروبات الكرش يمكنها تمثل الأحماض الأمينية بدءاً من العناصر المكونة لها ـ لذلك فيمكن توظيف ذلك في إضافة بعض المركبات الآزوتية غير البروتينية إلى علائق الحيوانات المجترة.

جدول (٧) الأحماض الأمينية الأكثر تواجداً في الطبيعة

أحماض أمينية أساسية	أحماض أمينية غير أساسية
الفينيل ألانين	الجليسين
الفالين	الألنين
التربتوفان	السيبرين
الثيريونين	السستين
الايزولوسين	الستاين
الميثيونين	التيروزين
الهستيدين	الأسبارتك
الأرجينين	الجلوتاميك
الليسين	البرولين
الليوسين	الهيدروكسي برولين

أنواع البروتينات:

البروتينات الحقيقية والمركبات الآزوتية غير البروتينية

البروتينات الحقيقيةتتكون من الحموض الأمينية ومنها:

- البروتينات الليفية (Fibrous Proteins): هي بروتينات حيوانية لا تذوب بالماء ومثال عليها ألياف الكولاجين.
- البروتينات الكروية (Globular Proteins): ومنها مجموعة الألبيومين والغلوبيولين و البروتامين.
- البروتينات المركبة (Conjugated Proteins):يدخل في تركيبها مواد غير آزوتية مثل البروتينات السكرية (المخاط والهيبارين) والبروتينات الدهنية (غشاء الخلية) والبروتينات الفوسفورية (الكازئين) والبروتينات الصبغية (الهيموغلوبين) والبروتينات النووية (موجودة في النواة).

البروتينات غير الحقيقية مواد تحتوي على عنصر الآزوت ومنها:

الأمينات: توجد بكميات ضئيلة في النبات والحيوان.

الأميدات:منها اليوريا التي تنتج عن تمثيل المركبات الآزوتية في الثدييات.

النترات: توجد في بعض النباتات وهي غير سامة لكن قد تتحول إلى مواد سامة (نتريت) في كرش المجترات، وهذا قد يحصل نتيجة تغذيتها على أعلاف ناتجة من نباتات تم تسميدها بكميات كبيرة من الأسمدة الآزوتية.

القلويدات: توجد في بعض النباتات وتكمن أهميتها في أن بعضها سام للحيوان وأهمها النيكوتين الموجود في التبغ، والأتربين الموجود في نبات ست الحسن ، والمورفين الموجود في أوراق الأفيون.

الحموض العضوية: أهمها حمض الماليك وحمض الليمون (السيتريك)، تتركز هذه الحموض في أوراق الحشائش الرعوية وتشكل مصدراً هاماً للطاقة تستخدمه الأحياء الدقيقة في كرش المجترات.

الحموض النووية: وتشكل المادة الوراثية للكائنات الحية.

أهمية البروتينات:

للبروتينات أهمية غذائية كبيرة تتلخص في :

١. المصدر الأساسي لإمداد الحيوان بما يلزمه من الحموض الأمينية الأساسية.
٢. بناء أنسجة الحيوان في مراحل نموه المختلفة.
٣. تعويض الأنسجة التالفة والإفرازات المستهلكة.
٤. تعد المكون االرئيس للمنتجات الحيوانية كالحليب واللحم والبيض والصوف.
٥. تعد مصدر احتياطي أخير للطاقة في الجسم.

يعتمد نوع البروتينات على نوع الحموض الأمينية الداخلة في تركيبه ، والبروتينات ذات القيمة الغذائية العالية هي تلك البروتينات التي تحتوي على كافة الأحماض الأمينية الأساسية التي يحتاجها الحيوان.

لكن عند المجترات فليس مهم نوعية البروتين ولا الحموض الأمينية التي تكونه، بل المهم فقط هو توفر كمية كافية من عنصر الآزوت لأن الأحياء الدقيقة تقوم ببناء بروتيناتها الخاصة بدءاً من الآزوت ثم يلي ذلك هضم لتلك الأحياء و تحرير الأحماض الأمينية من البروتين الميكروبي (ليس من بروتين الغذاء).وبالتالي تتوقف نوعية البروتين عند المجترات على قابلية هذا البروتين للذوبان في الكرش وتحليله من قبل البروتياز الميكروبي. لقد استفاد خبراء تغذية

الحيوان من هذه الخاصية حيث طوروا تقنيات ومبادئ إضافة اليوريا إلى أعلاف المجترات كالتبن وتفل الشوندر وذلك لتحسين القيمة الغذائية لهذه الأعلاف.
الحيوانات أحادية المعدة والدواجن تستفيد فقط من الحموض الأمينية الحرة وأميداتها فقط وإن وجود بعض المركبات الآزوتية غير البروتينية قد يكون ساماً مثل النترات والنتريت والقلويدات.

استخدام اليوريا في تغذية المجترات:

تقوم الأحياء الدقيقة في كرش المجترات بإفراز أنزيم اليورياز الذي يحلمه اليوريا وينتج عن ذلك ثاني أوكسيد الكربون وغاز الأمونيا ، ثم تقوم البكتريا باستخدام غاز الأمونيا الناتج في بناء بروتيناتها الميكروبية. إن الأحياء الدقيقة تحتاج إلى مصدر جيد للطاقة كي تقوم ببناء بروتيناتها لذلك يعد وجود المواد الكربوهيدراتية سهلة الهضم من أهم العوامل المساعدة على رفع نشاط الأحياء الدقيقة.
تقوم بعد ذلك الأنزيمات الهاضمة في أمعاء الحيوانات المجترة بهضم الأحياء الدقيقة والحصول على أحماض أمينية مصدرها ميكروبي. ولهذا فإن اليوريا تعد مصدراً هاماً للبروتين بديل عن البروتين الحقيقي في أعلافها وبنفس النسبة تقريباً.
يشكل الآزوت نسبة ٤٢% من وزن اليوريا المستخدمة في التغذية وطالما يتم حساب الآزوت الخام بضرب نسبة الآزوت الموجودة بـ ٦.٢٥ فإن بروتين اليوريا يكافئ ٢٦٢.٥%أو أكثر بست مرات من محتوى الأكساب من البروتين والذي يقدر ب ٤٢%.

قواعد إضافة اليوريا إلى علائق المجترات:

يمكن أن تضاف اليوريا بدل ٣٥% من محتوى العلف من البروتين الخام.
عند الأبقار الحد الأقصى لإضافتها ١٥٠ غ /رأس/اليوم.والنامية ٥٠غ/رأس/يوم
عند عجول التسمين ٢٥ غرام لكل ١٠٠ كغ وزن حي في اليوم.

ملاحظة

- إن نسبة الآزوت في اليوريا ٤٢% أما في البروتينات فهو ١٦% أي أكبر ب ٢.٦ مرة.
- ١ غ من اليوريا تكافئ ٢.٦ غ من البروتين.
- ١غ من كبريتات الأمونيوم تكافئ ١.٢ غ من البروتين.
- ١غ من فوسفات اليوريا تكافئ ١ غ من البروتين.

ملاحظات عامة تخص الحموض الأمينية:

١. إن نقص حمض أميني واحد أو أكثر يؤدي إلى خللٍ في عملية التبادل الغذائي في الجسم وبالتالي إلى انخفاض إنتاجية الحيوان.
٢. يحتوي الحمض الأميني الميثيونين على مجموعة الميثايل ذات الأهمية الكبيرة في بناء الكرياتين والكولين وفيتامين (B12) والأدرينالين.
٣. يعد الحمض الأميني التربتوفان مصدراً للفيتامين نيكوتين أميد (حمض النيكوتينيك) الذي له دور هام في تخليق هيموغلوبين الدم حيث أن نقص التربتوفان يؤدي لفقر الدم.
٤. يعد الحمض الأميني التيروزين مصدراً هاماً لتكوين بعض الهرمونات في الجسم مثل التيروكسين التي تفرزه الغدة الدرقية و الأدرينالين الذي تفرزه غدة الكُظر.

٥. الحمض الأميني الفالين هام جداً عند الصيصان حيث وُجِدَ أن الصيصان تموت بعد١٨ يوم من تغذيتها على علائق خالية من الفالين.
٦. الحمض الأميني اللايسين: له دور هام في استقلاب الكالسيوم وتكوين هيموغلوبين الدم ونقصه يؤدي إلى فقر الدم واختلال في بنية العظام.
٧. في التغذية التقليدية للحيوانات الزراعية وُجِدَ أن بروتينات الأعلاف النباتية تؤمن احتياجات جسم الحيوانات النامية من جميع الحموض الأمينية الضرورية ماعدا اللايسين والميثيونين والتربتوفان التي تُعَدُّ من أكثر الحموض الأمينية ندرةً في تغذية الحيوان ولهذا تسمى بالحموض الأمينية الحرجة ، ذلك لأن معظم الحبوب النجيلية (شعير ،شوفان، قمح) فقيرة بهذه الحموض، وطالما هذه الحبوب تشكل نسبة كبيرة من الأعلاف الحيوانية فأن هذه الأعلاف غير متزنة من حيث نوعية البروتين لذلك يجب تدعيم هذه العلائق بمواد علفية أخرى غنية بهذه الحموض مثل فول الصويا والبقوليات والأعلاف ذات المصدر الحيواني.
٨. عند تحضير الخلطات العلفية للصيصان يتوجب الأخذ بعين الاعتبار احتياجات الصيصان من الحمض الأميني أرجينين بنسبة ٦% من البروتين وكذلك احتياجها من الحمض الأميني غلايسين ١% من المادة الجافة للعليقة.

الفعل المضاف للبروتينات: وهي عملية خفض الإستهلاك من الطاقة والبروتين لأجل إنتاج وحدة من الوزن الحي عند الصيصان باستخدام خلطة متوازنة الأحماض الأمينية الحيوانية والنباتية، ومطابقة لحاجة الطيور الفيزيولوجية. فمثلا ٤.٩ كغ من عليقة غير متوازنة الحموض الأمينية تُنْتِج ١كغ وزن حي ، بينما ٢.٥ كغ أو أقل من عليقة متوازنة ينتج ١كغ وزن حي. ونلاحظ أنه يمكن توفير ٢.٤ كغ في حال توازن الحموض الأمينية، حيث نحصل بذلك على الفعل المضاف للبروتينات.

هضم واستقلاب البروتينات:

يمكن إيجاز عملية هضم واستقلاب البروتين في عمليتين أساسيتين هما:
التحليل (Degradation) والاصطناع (Synthesis). حيث تتعرض البروتينات في القناة الهضمية لتأثير الأنزيمات الهاضمة للبروتينات مثل البروتياز والتي تحللها إلى حموض أمينية وأهم هذه الأنزيمات الببسين و التربسين والكيموتربسين ثم تُمْتَصّ لتصل إلى الدورة الدموية حيث يتم استقلابها. .يتم إعادة تصنيع بروتينات ابتداءً من الحموض الأمينية اعتماداً على التعليمات الوراثية الموجودة في الشيفرة الوراثية للخلايا ويتم صناعتها في عضيات خَلوية هي الجسيمات الريبية.
تشكل الحموض الأمينية الحرة ٩٨% من المواد الآزوتية الممتصة إلى الدم أما المتبقي وهو ٢% هي أما سلاسل قصيرة من الحموض الأمينية أو أمونيا أو نترات أو نتريت.
إن مصير الحموض الأمينية الممتصة هو أما استخدامها في بناء البروتينات أو الهرمونات أو في بناء حموض أمينية جديدة أو كمصدر للطاقة وذلك حسب حاجة الجسم ويمكن إيجاز التفاعلات التي تتعرض لها الحموض الأمينية بـ :
١ نزع مجموعة الأمين : حيث يَنْتُج اليوريا (حمض البولة) ومواد أخرى تُستخدم في بناء الدهون.

٢ انتقال مجموعة الأمين: وتتم بنقل مجموعة الأمين من حمض أميني لآخر لأجل بناء أحماض أمينية جديدة وتتوسط هذه العملية أنزيمات متخصصة مثل تراي أميناز وينتج حموض كيتونية والتي تتحول إلى أحماض أمينية بإضافة مجموعة الأمين وضمن تفاعلات استقلابية حيوية متعددة.

٣- نزع مجموعة الكربوكسيل: تتم بفعل أنزيمات خاصة حيث ينتج أمينات ذات أهمية حيوية في الجسم مثل الهستامين الذي ينتج من نزع المجموعة الكربوكسيلية للهستيدين، ويقوم الهستامين بتنشيط إفراز المعدة ويرفع ضغط الدم.

مصير اليوريا: يتم تركيب اليوريا في الجسم بدءاً من الأمونيا المتحررة نتيجة نزع مجموعة الأمين من الحموض الأمينة ويتم إطراحها عن طريق البول ويجب أن لا يتجاوز تركيزها في الدم ١٦ملغ /١٠٠مل، إن عملية تركيب اليوريا تحتاج إلى طاقة لذلك عند التغذية على كميات كبيرة من البروتين المهضوم تُخَفِّض الحيوانات بعضاً من إنتاجيتها.

ملاحظة: يختلف الهضم في معدة المجترات عن الهضم في المعدة البسيطة حيث تقوم الأحياء الدقيقة في كرش الحيوانات المجترة بتفكيك البروتينات وإعادة بناء بروتينات ميكروبية حيث يتم هضمها في الأمعاء الدقيقة (هضم كل الأحياء الدقيقة التي تصل الأمعاء) ولذلك لا يهم نوع البروتين الموجود في العليقة بل المهم هو وجود الآزوت الخام.

لكي تعطي العلائق المتوازنة بالحموض الأمينية التأثير الإيجابي الأعظمي لا بد من توفر شرط أساسي هو توفر المحتوى العالي من الطاقة المتاحة بالإضافة لتأمين كمية الأملاح المعدنية والفيتامينات.

التسمم بالأمونيا وبالنترات والنتريت:

في ظروف عدم اتزان علائق الحيوانات المجترة من حيث محتواها من الكربوهيدرات والدهون والألياف والعناصر المعدنية والفيتامينات فإن إضافة المواد الآزوتية غير البروتينية يمكن أن تسبب مشاكل صحية للحيوانات.

اليوريا تكون سامة فقط إذا تجاوزت نسبتها الحد المسموح أو إذا لم تُخلّط جيداً مع مكونات العلف. ويكون هناك خطورة بالتسمم باليوريا في حال كانت كمية العلف صغيرة مع تغذية عالية على اليوريا.

يلاحظ في حالات التسمم باليوريا عند المجترات التعب والإرهاق و ارتجاف عضلي وعدم تناسق الحركة و التعرق الشديد وفي الحالات المتقدمة يمكن أن يحصل إفراز لعاب غزير ويموت جنين الأبقار الحوامل بعد ٣٠ دقيقة من ظهور الأعراض. يتم العلاج السريع بتعديل الفائض من الأمونيا في الكرش عن طريق إعطاء الأبقار ٥ ليتر من اللبن الرائب أو مصل الحليب أو ٢ ليتر من محلول سكري تركيزه ٣٠% عسل اسود. ويمكن إعطاء محلول حَمض الخل بتركيز ٥% وإعطاء محاليل أملاح الكالسيوم والمغنزيوم ويمكن في الحالات الشديدة إعطاء كبريتات الأتروبين كمضاد تشنج.

يجب عدم تغذية الحيوانات الجافة على اليوريا لأن حموضة الكرش تكون مرتفعة ويكون تأثير اليورياز كبيراً.

الحيوانات التي تناولت دريس فصة تكون أكثر مقاومة للتسمم من الأبقار التي تناولت تبن حبوب ، ويجب بكل الأحوال تعويد الحيوانات بشكل تدريجي على تناول كميات قليلة من اليوريا وخلال فترة لا تقل عن ١٠ يوم.

إن الحيوانات بصورة عامة لا يمكنها أن تستخدم الروابط الآزوتية البسيطة كالنتريت والنترات والأمونيا بشكل مباشر لبناء وتمثيل البروتينات الخاصة بها، علماً أنها تُمتص بسهولة من الجَهاز الهضمي إلى الدم وإن ورودها بكميات كبيرة يسبب تسمماً خطيراً عند الحيوان والإنسان.

وعند وصول النتريت إلى الدم فإنه يغير أوكسي هيموغلوبين الدم إلى ميثيوهيموغلوبين الدم المتبدل وهذا الأخير غير قادر على مبادلة غاز ثاني أوكسيد الكربون مع أوكسيجين الهواء في الرئتين، وعند تراكم الميثيوهيموغلوبين ووصول نسبته إلى ٧٥% تنفق الحيوانات بالإختناق وأهم أعراضه هو الدم الأسود الذي يخرج من الأوعية الدموية المفتوحة.

وتلاحظ حالات التسمم بالنترات والنتريت عندما تضاف الأسمدة إلى الأراضي الزراعية بمعدل ٢٠٠كغ للهكتار وبدون ري كافٍ وهذا يؤدي لزيادة تركيز النترات والنتريت في النباتات حتى تصل إلى المستويات السمية (١.٥%) من وزن العليقة. كما أن وصول النترات والنتريت إلى مياه الشرب يؤدي إلى التسمم في حال وصلت الكمية إلى (١.٨) غرام لكل ليتر. يمكن خفض سمية النترات والنتريت بإعطاء الحيوانات مستحضرات فيتامين (A).

إن التنظيم الصحيح لتغذية الحيوانات الزراعية له أهمية كبيرة في حل مشكلة البروتين العلفي وتحسين اقتصاديات إنتاج المنتجات الحيوانية.

****

خامساً الفيتامينات(Vitamines)

تعرف الفيتامينات: بأنها مركبات عضوية ضرورية للنمو وحفظ الحياة وانتظام العمليات الفيزيولوجية والإستقلابية، ويجب تواجدها في الغذاء لأن معظمها لا يستطيع الجسم تكوينه، وتستطيع بعض الحيوانات المجترة والأرانب والخيول تأمين احتياجاتها من بعض الفيتامينات مثل (K,B) وذلك نتيجة وجود الأحياء الدقيقة في القناة الهضمية.

تقسم الفيتامينات حسب الوسط الذي تذوب فيه إلى قسمين:

فيتامينات ذوابة في الدهون.أديك (A.D.E.K).

فيتامينات ذوابة في الماء. وهي فيتامين (C) و مجموعة (B)

العوامل التي تؤثر في احتياجات الحيوانات من الفيتامينات

١. زيادة نسبة الرطوبة في العلائق تزيد من احتمال فساد الفيتامينات.
٢. الظروف الجوية : ارتفاع درجة الحرارة والأشعة فوق البنفسجية تخفض من فعالية كثير من الفيتامينات مثل حمض الأسكوربيك.
٣. تلوث العلف بالفطريات يؤدي إلى فساد بعض محتواها من الفيتامينات.
٤. وجود بعض المواد الكيميائية : وجود النترات والنتريت يتلف النياسين وفيتامين أ.
٥. تخزين مواد العلف : يؤدي إلى فقدان بعض من فعالية الفيتامينات وخاصة الكاروتينات والتي هي مولدات فيتامين أ.
٦. إضافة مضادات الأكسدة مثل فيتامين (E) يمنع تأكسد مولدات فيتامين أ.

٧. تأثير الصادات الحيوية : حيث أن وجودها بكميات كبيرة يؤثر سلباً على البكتريا المَعوية والذي يخفض من إنتاج فيتامين ك ومجموعة (ب).
٨. الإصابات المرضية والطفيليات المَعوية.فإصابة الدواجن بالكوكسيديا أو بالطفيليات المَعوية الأخرى يؤدي إلى تلف فيتامين (ك ، أ) بفعل السموم التي تفرزها هذه الطفيليات.

أهم وظائف ومصادر وأعراض نقص الفيتامينات الذوابة في الدهون			
Vit	أهم مصادره	أهم وظائفه	أهم أعراض نقصه
A	صفار البيض الحليب دهن الدجاج السمك والزبدة الجزر والذرة	ضروري للنمو ضروري للرؤية هام لوظائف الأنسجة الظهارية	انخفاض معدل النمو التهابات العيون والجفون يصبح الجهاز التنفسي أكثر عرضة للأمراض ولادة عجول عمياء
D	مصدر نباتي نتيجة تأثير أشعة الشمس على إيركوستيرول D2 مصدر حيواني نتيجة تأثير أشعة الشمس على ٧ ديهايدروكوليستيرول D3	تمثيل الكالسيوم والفوسفور	مرض الكساح في الحيوانات النامية مرض لين العظام في الحيوانات البالغة. انخفاض إنتاج البيض والحليب
E	نباتات خضراء بذور البيض والحليب واللحم	هام للوظائف الجنسية تكوين الأسكوربيك (C) مضاد للسمية مضاد أكسدة حيوي	انخفاض الكفاءة التناسلية وقد يسبب العقم مرض ضمور العضلات للعجول والحملان ظهور مرض تلين الدماغ في الصيصان (الصوص المجنون)
K	النباتات الخضراء فول الصويا صفار البيض يتم تركيبه في أمعاء بعض الحيوانات	دور هام في تجلط الدم تكوين بروتينات العظام	زيادة وقت تجلط الدم بعد الجروح وجود بقع نزفية زرقاء تحت الجلد في ذبائح الطيور

أهم وظائف ومصادر وأعراض نقص الفيتامينات الذوابة في الماء			
Vit	أهم مصادره	أهم وظائفه	أهم أعراض نقصه
B1	الفاصولياء والباذلاء الأوراق الخضراء صفار البيض والكبد	النمو منع التهاب الأعصاب استقلاب الكربوهيدرات هام لعمل القناة الهضمية	مرض البيريبيري عن الإنسان (تورم الأرجل وشلل جزئي) ضعف عام واختلال وظائف الجهاز العصبي هزال فقدان الشهية
	تقوم الأبقار بتركيب فيتامين ب١ أو يسمى بالثيامين بفضل الأحياء الدقيقة في الكرش		
B2	الأوراق الخضراء الأكساب المختلفة	يدخل في تركيب ١٢ أنزيم الإستقلاب النمو هام للجهاز العصبي	شلل الأرجل والأصابع الملتوية عند الدواجن اسهال انخفاض انتاج اضطرابات عصبية
	تقوم المجترات بتركيب فيتامين ب٢ (الريبوفلافين) بفضل الأحياء الدقيقة في الكرش ويتم تصنيعه جزئياً في أمعاء الدواجن		
K	جميع الأنسجة النباتية	تكون وتحلل الدهون	نقص النمو

	والحيوانية البذور البقولية النخالة الأعلاف الخضراء	الاستقلاب نمو الريش والتفقيس هام للأنسجة العصبية	سوء مظهر الريش والتهابات الجفون وجانبي الفم
	تقوم المجترات بتركيب البانتوثينيك بفضل الأحياء الدقيقة في الكرش		
البيرودوكسين B6	جميع النباتات جميع الحيوانات الحبوب والنخالة الكبد والبيض الحليب	استقلاب الحموض الدهنية استقلاب التربتوفان الجهاز العصبي إنتاج الأجسام المناعية تمثيل الحموض الأمينية	يندر وجود أعراض النقص قلة شهية وانخفاض معدل النمو اختلال حركي فقر دم انخفاض إنتاج البيض ونسبة الفقس
النياسين	الكبد والبيض واللحم بذور دوار الشمس النخالة	هام للنمو هام للجلد هام للجهاز العصبي	مرض البلاجرا عند الإنسان (احمرار اللسان وهذيان) مرض اللسان الأسود عند الدواجن انخفاض استهلاك العلف
البيوتين	الكبد والحليب كسبة دوار الشمس الحبوب والخضروات	تكوين دهن الجسم للنمو والفقس تفاعلات تثبيت الكربون	التهاب الجلد خاصة حول العيون والمنقار والقدم انخفاض وزن مرض انزلاق الوتر عند الدواجن
	تقوم المجترات بتركيب البيوتين بفضل الأحياء الدقيقة في الكرش		
الفوليك	معظم الأغذية أوراق النباتات الكبد والبيض الحليب ومنتجات الألبان	تمثيل الحموض الأمينية النمو بناء كريات الدم الحمراء إنتاج البيض ونمو الريش	بطء النمو انخفاض معدل نسبة الفقس فقر دم ضعف تكوين الريش
B12	الأغذية حيوانية المنشأ فقط	يدخل في تركيب الأنزيمات الإستقلاب بناء البروتين إنتاج الكريات الحمراء هام للخلايا العصبية هام للنمو والفقس تكوين جزيء الدنا	خلل في استقلاب الجسم انخفاض الكفاءة الغذائية نقص نمو وانخفاض الإنتاج فقر دم انخفاض نسبة الفقس وذروة النفوق في اليوم ١٧
	تقوم المجترات بتركيب ب١٢ بفضل الأحياء الدقيقة في الكرش ومصدره الحيوي في الطبيعة فقط من ذلك.		
الكولين	جميع الأغذية الحاوية على الدهن الكبد واللحوم الأوراق الخضراء الحبوب	تحريك الحموض الدهنية هام للنمو والإنتاج تركيب الأستيل كولين	مرض الكبد الدهني انخفاض النمو وانخفاض إنتاج البيض مرض انزلاق الوتر عند الدواجن حالات نزف في الكلى
	تتمكن مختلف أنواع الحيوانات من تركيب الكولين في جسمها لذلك احتمال منخفض أن يحدث نقص		
Vit C الأسكوربيك	الفواكه كالحمضيات الخضروات كالفليفلة لا يتواجد في النباتات الجفة	الأكسدة والإرجاع تكوين العظام والأسنان هام لجهاز المناعة يساعد على امتصاص الحديد	مرض الأسقربوط عند الإنسان ومن أعراضه تورم اللثة ونزفها وسقوط الأسنان والتهابات متعددة
	تتمكن مختلف أنواع الحيوانات من تركيب حمض الأسكوربيك في جسمها ماعدا الإنسان والقرودوالخنازير فهي لا يمكنها ذلك		

العناصر المعدنية
Mineral Elements

لو قارنا بين التركيب الكيمائي المعدني لكل من جسم الحيوان والنبات لوجدنا تطابقاً من حيث نوعية العناصر المكونة لهما، أما الاختلاف فهو في نسبة هذه العناصر وكميتها.فمثلاً الرماد الخام لجسم الحيوان مقارنة مع رماد الأعلاف فقير بالصوديوم والبوتاسيوم لكنه غني بالكالسيوم والفوسفور اللذان يشكلان أكثر من ٥٠% من مجموع العناصر المعدنية في جسم الحيوان مقابل ١٣% فقط من النباتات.

إن محتوى الأعلاف النباتية من العناصر المعدنية يتعلق بشكل أساسي بظروف التربة والمناخ وكذلك عمليات التسميد.

وبشكل عام فإن محتوى الأعلاف النباتية من الرماد الخام غير مرتفع قياساً بالأعلاف حيوانية المنشأ ، وتقع في حدود ٥%. أما الأعلاف المزروعة في الأراضي المالحة فقد تصل نسبة الرماد الخام فيها إلى ١٠ ١٢%.

تتواجد العناصر المعدنية في الأعلاف على شكل مركبات مختلفة . كما تتوزع العناصر المعدنية بين أجزاء النبات بشكل غير منتظم ، فالأوراق والسوق تحتوي على أكثر من ضعف ما تحتويه الجذور والحبوب ، كذلك فإن تركيز العناصر المعدنية في الأجزاء الخارجية للحبوب (القشرة) أكثر من الأجزاء الداخلية.والحبوب البقولية وكذلك أجزاء النبات تحتوي على كميات أكبر من الكالسيوم تصل إلى (٤ ـ ٦)ضعف مقارنة بالحبوب النجيلية.

وتعد الجذور بشكل عام غنية بالبوتاسيوم وبنفس الوقت فقيرة بالكالسيوم والفوسفور. والبذور الزيتية فقيرة بالكالسيوم وغنية بالفوسفور.

وتختلف العناصر المعدنية في المواد العلفية عن المواد العضوية في أنها ليست مصدراً للطاقة بالنسبة للحيوان بل بالعكس فإن الجسم يصرف جزء من الطاقة لتمثيلها والاستفادة منها.

كما تختلف العناصر المعدنية في الأعلاف عن المواد العضوية في أنها تُهضم وتمثل في الجهاز الهضمي ضمن نظام أكثر تعقيداً ، حيث أن عملية الامتصاص تترافق دائماً بعملية الإطراح عن طريق جهاز الهضم ولذلك فإن معاملات هضم العناصر المعدنية لا يمكن أن تكون قيم حقيقية صالحة للاستخدام في تغذية الحيوانات.

تدخل العناصر المعدنية في تركيب جميع أنسجة الحيوان وهي ضرورية جداً لنمو الصغار والمحافظة على الحالة الصحية للحيوانات البالغة وضمان التناسل الطبيعي لها.

يوجد في جسم الحيوان أربعون عنصراً معدنياً بشكل تقريبي ولكن حتى الآن لم تُكْتَشف الأهمية الغذائية والفيزيولوجية إلا لحوالي (١٥) منها.

تمثل العناصر المعدنية الجزء المتبقي من المادة الغذائية بعد حرقها وإزالة جميع المواد العضوية الموجودة فيها.بعض العناصر تعمل بالتضاد (antagonistic) مع عناصر أخرى ويعتقد أن المشاكل الاستقلابية المتعلقة بنقص أحد تلك العناصر أو أكثر يرجع إلى عدم التوازن فيما بينها. جدير بالذكر أن الإجراء الشائع لاستخدام المكعبات المعدنية والتنوع في المواد العلفية التي تتضمن في الغالب الأعلاف الجافة والخضراء يجنب الحيوانات الإصابة بالاضطرابات الغذائية (nutritional disorder) التي تنشأ من نقص العناصر.

وتقسم تلك العناصر حسب أهميتها إلى مجموعتين:

١ العناصر المعدنية الكبرى elements

وهي العناصر التي يتطلبها الجسم بكميات كبيرة وهي موجودة في جسم الحيوان بأكثر من (١٠٠) ملغ /كغ وزن حي . وهي :الكالسيوم (Ca) والفوسفور (P) والمغنيسيوم (Mg) والصوديوم (Na) والبوتاسيوم (K) والكلور (Cl) والكبريت(S).

٢ العناصر المعدنية الصغرى micro elements وتشمل العناصر التي يحتاجها بكميات صغيرة نسبياً وهي موجودة في جسم الحيوان بكميات تصل أقل من ١٠٠ملغ /كغ وزن حي وتضم الحديد (Fe) والنحاس (Cu) والمنغنيز (Mn) واليود (I) والكوبالت (Co)الزنك (Zn) والسلينيوم (Si) والموليبدينيوم (Mo) والفلور (F) والكروم(Cr)

٣ العناصر المعدنية السامة : وهي عناصر صغرى هامة ولكن وجودها بكميات كبيرة يؤدي إلى التسمم ويجب مراقبة محتوى العلف من هذه المواد. مثل السيلينيوم والموليبيدنيوم والفلور.

الوظائف العامة للعناصر المعدنية في الجسم (General functions of minerals)

١. تعد العناصر المعدنية المكون الرئيسي للهيكل العظمي والأسنان.
٢. تدخل في تركيب البروتينات والدهون وفي تركيب سوائل الجسم والأنسجة المختلفة.
٣. تدخل في تركيب بعض الإنزيمات والهرمونات والفيتامينات وهذه المركبات ضرورية لقيام الجسم بوظائفه الحيوية المختلفة.
٤. تعمل على تنظيم الضغط الأوسموزي لسوائل الجسم والحفاظ على التوازن الحامضي القاعدي والذي ينظم حركة العناصر المعدنية والغذائية بين أجزاء الجسم المختلفة.
٥. تشكل جزءاً من احتياجات الأحياء الدقيقة في الكرش وتساهم بالتالي في عمليات الهضم والاستفادة من عناصر الغذاء. وفيما يلي إيجازاً عن الدور الذي تلعبه العناصر المعدنية

أولاً -العناصر المعدنية الكبرى:

الكالسيوم (Calcium):

يعد الكالسيوم أهم العناصر المعدنية الكبرى حيث تبلغ نسبته في جسم الحيوان 1.3و 1.8% من وزن الجسم الحي، ويشكل حوالي 46%من مجموع العناصر المعدنية الموجودة في الجسم، نسبة الكالسيوم الموجود في الهيكل العظمي والأسنان تصل إلى حوالي 99%من كمية الكالسيوم الكلية في الجسم أما (1%) المتبقية يتم تدويرها في سوائل الجسم لاستخدامها في تخثر الدم وامتصاص العناصر الغذائية وتنظيم التوازن الحامضي القاعدي في الجسم وتنشيط الأعصاب والعضلات، ويتم تنظيم الكالسيوم المدور و السيطرة عليه من خلال هرمونات:

- **هرمون الغدة الدرقية** وهو هرمون الكالسيتونين (calcitonin) الذي يعمل على خفض تركيز الكالسيوم في الدم..
- **هرمون جار الدرق** وهو هرمون الباراثيروید (parathyroid) الذي يرفع ذلك التركيز.من خلال تنشيط ارتشاف كالسيوم العظام ويزيد من تكوين فيتامين (د) من مولداته الذي ينشط امتصاص الكالسيوم من القناة الهضمية.

وبذلك فإن مستوى الكالسيوم في البلازما سيبقى ضمن حدود (٨ ــ١٢ ملغ / ١٠٠مل)
و للكالسيوم دور كبير في تجلط الدم حيث يعمل على تحويل البروثيرومبين إلى الثيرومبين .
وإذا انخفضت نسبة الكالسيوم في الدم عن الحد الطبيعي يصاب بعدة أمراض عصبية وعظمية.

تبلغ احتياجات جميع أنواع الماشية من الكالسيوم 0.43- 0.64% ويعزى هذا المدى الواسع نسبياً في الاحتياجات إلى السلالة والجنس والعمر ومرحلة الإنتاج.
إن 30-50% . فقط من الكالسيوم المتناول يجري امتصاصه بصورة طبيعية و إن معظم الكالسيوم يمتص في الأمعاء الدقيقة وتعتمد الكمية الممتصة على الحاجة والتي تكون أكبر في حالة الحيوانات النامية و أبقار الحليب عالية الإنتاج التي غالباً ما تكون في حالة توازن سالب في الكالسيوم خلال الأشهر الأولى من الإنتاج.

الأمراض الناتجة عن نقص الكالسيوم:

١. **الكساح (Rachitis):** نقص الكالسيوم في الحيوانات الصغيرة يؤدي إلى إصابتها بالكساح ويحدث هذا المرض أيضاً نتيجة نقص عنصر الفوسفور أو فيتامين د.حيث يحدث خلل في عملية تعظم النسيج الغضروفي للهيكل العظمي حيث تتقوس وتنحني العظام. وتتضخم مفاصل الأطراف وتصاب الحيوانات بالعرج وتصبح حركتها محدودة .
٢. **لين العظام (osteomalacia):** يؤدي نقص الكالسيوم عند الحيوانات تامة النمو إلى الإصابة بتلين العظام نتيجة استخدام الجسم لكاسيوم العظام في عمليات الاستقلاب حيث تصبح العظام ضعيفة وسهلة الكسر.
٣. **الشلل الولادي أو الخذل الولادي (Parturient Paresis) عند الأبقار الحلوب:** يسمى هذا المرض قديماً بمرض حمى الحليب (milk fever) وهي تسمية خاطئة لعدم وجود ارتفاع في حرارة جسم الحيوان.وهو مرض يصيب الأبقار عالية الإنتاج بعد الولادة مباشرة أو أكثر (حتى ٧٢ ساعة) نتيجة عدم قدرة الجسم على تأمين المتطلبات الكبيرة من عنصر الكالسيوم والتي تحدث بشكل مفاجئ حيث أن الجسم طيلة فترة الجفاف يخضع لتأثير هرمون الكالسيتونين بينما بشكل مفاجئ يحتاج الجسم الكالسيوم وتكون استجابة الجسم بطيئة نتيجة انخفاض مستوى هرمون الباراثيروئيد (PTH)، وأهم أعراض المرض رقود البقرة وعدم قدرتها على الوقوف وانحناء الرأس إلى أحد الجانبين مع حدوث تقلصات عضلية حيث تنخفض نسبة الكالسيوم في البلازما لأقل من ٥ ملغ /١٠٠مل وفي الحالات المتقدمة يحدث إغماء وشلل جزئي وتنتهي الحالة بالنفوق إذا لم يُعالج الحيوان بالسرعة القصوى. يتم العلاج بحقن أملاح الكالسيوم بالوريد حيث تزول الأعراض بسرعة ، وينصح للوقاية من هذا المرض حقن جرعات من فيتامين د قبل الولادة.
٤. عند الدجاج تظهر أعراض نقص الكالسيوم على شكل الكساح أو لين العظام مع حدوث تشوه للبيض في الدجاج البياض.

مصادر الكالسيوم:

تعد الأعلاف الخضراء وخاصة البقولية من المصادر الهامة للكالسيوم أما الحبوب النجيلية والدرنات و الجذور فتعد من المصادر الفقيرة بالكالسيوم .وتعد المكونات العلفية ذات المنشأ الحيواني مثل الحليب ومسحوق اللحم والعظام ومسحوق السمك مصادر غنية بالكالسيوم. أما كربونات الكالسيوم أو حجر الكلس والفوسفات ثنائية الكالسيوم فهي تمثل أهم مصادر الكالسيوم الطبيعية المستخدمة في تغذية الحيوان وبخاصة بالنسبة للأول إلا أن المصدر الثاني يعد أكثر تيسراً من الناحية الحيوية (bioavailability).

وجود الكالسيوم في المصادر العلفية يكون متلازماً مع الفوسفور حيث تصل النسبة الطبيعية الملائمة للحيوان (٢) / (١) إلا أن مثل هذه النسبة تكون ذات أثر هامشي في المجترات إذ أنها تتحمل مدى أكبر يصل إلى (٦) / (١).
تؤثر زيادة الكالسيوم سلباً في امتصاص كثير من العناصر المعدنية الهامة (الحديد ، الزنك ، النحاس) لذلك يجب عدم المبالغة بإضافة كميات كبيرة من الكالسيوم إلى العلائق

الفوسفور:

يشكل الفوسفور حوالي 0.74 % من جسم الحيوان و إن معظم الفوسفور الموجود في الجسم يكون ملازماً للكالسيوم في العظام والأسنان حيث تشكل نسبته فيهما حوالي 80-85%من مجموع محتواه في الجسم، ويلعب الفوسفور الموجود في بقية أنحاء الجسم دوراً هاماً في عمليات التمثيل الغذائي للكربوهيدرات والدهون، وتبلغ نسبته الطبيعية في بلازما الدم (٣٥ ـ٤٠ ملغ /١٠٠ مل). يجب أن تحتوي عليقة الأبقار على(٠.٢٦ ـــ ٠.٤٠ %) وبالنسبة لماشية اللحم (٠.٢٥ ٠.١٩%) من المادة الجافة، أما بالنسبة إلى عليقة الأغنام يجب أن تحتوي (0.16-0.38%) من المادة الجافة للعليقة .
إن نسبة (٧٠ ــ ٨٠ %) فقط من الفوسفور الغذائي يُمتص في الموقع الرئيسي للامتصاص المتمثل بالأمعاء الدقيقة. وعلى العكس لما هو عند الكالسيوم فإن الفوسفور الممتص لا يرتبط بالحاجة منه لكنه يتأثر بمصدر الفوسفور والأس الهيدروجيني للأمعاء والعمر والإصابة بالطفيليات ووجود المعادن مثل الحديد والألمنيوم والمغنزيوم و مركب فيتات الفوسفور.
لا يتم تنظيم نسبة الفوسفور في الجسم بشكل دقيق كما هو الحال مع الكالسيوم بل تتوفر سيطرة جزئية على امتصاصه في الأمعاء عن طريق فيتامين D.وتدور كميات من الفوسفور خلال اللعاب الذي يعد المصدر الرئيسي للفوسفور في القناة الهضمية لذلك فإن الكمية الزائدة من الفوسفور لا تطرح مع إدرار البول مباشرة.
تتضمن أعراض نقص الفوسفور فقدان الشهية والرغبة غير الطبيعية لأكل المواد الكلسية . كما يؤدي نقص الفوسفور الى خفض كفاءة التحويل الغذائي وخلل في استقلاب الطاقة. تعد الحبوب النجيلية والكسب ومسحوق اللحم و العظام ومسحوق السمك من المصادر الغنية بالفوسفور أما الأتبان والدريس فهي مصادر فقيرة بالفوسفور، وتعد الفوسفات ثنائية الكالسيوم أهم المصادر الطبيعية للفوسفور المستخدمة مع الأعلاف الصلبة.
ويجب أن تؤخذ إمكانية استفادة الحيوان من الصورة التي يوجد فيها الفوسفور العضوي وهي فيتات الكالسيوم (calcium phytate) بعين الاعتبار، حيث ينتج هذا المركب من ارتباط الكالسيوم بحامض الفايتيك ، وقد وُجِد أن كفاءة استفادة الحيوانات ذات المعدة البسيطة والطيور من الفوسفور العضوي تبلغ (١٠ ـ ٣٠ %) أما المجترات فإنها أكثر كفاءة في الاستفادة من الفوسفور العضوي حيث قد تصل تلك الكفاءة إلى (٩٠%) ، ويرجع ذلك إلى وجود الأحياء الدقيقة في الكرش التي تمتلك فعالية أنزيم الفايتيز الذي يعمل على تحليل فيتات الكالسيوم ويجعل الفوسفور العضوي أكثر تيسراً للامتصاص. كما أن مكملات الفوسفور يجب أن تكون خالية من الفلور لأن الفلور يعيق الاستفادة من الفوسفور.
إن تمثيل الفوسفور مرتبط بتمثيل الكالسيوم أما نقصه فهو غير متلازم مع نقص الكالسيوم.

أعراض نقص الفوسفور:

الكساح ولين العظام وضعف العضلات وانخفاض الكفاءة التناسلية وبطء النمو وانخفاض في إنتاج الحليب.

يلاحظ نقص الفوسفور بكثرة في الأبقار التي تعتمد في تغذيتها على الأعلاف المالئة ولا تشكل الأعلاف المركزة إلا جزء بسيط من علائقها.

العلاقة بين الكالسيوم والفوسفور :

يوجد علاقة وطيدة بين نسبة الكالسيوم والفوسفور في الجسم لا بد من أخذها بعين الاعتبار عند تكوين العلائق باستخدام الإضافات المعدنية، حيث أن خلل النسبة يؤدي إلى اضطرابات فيزيولوجية .

تعد النسبة بين الكالسيوم و الفوسفور (١:٢) مثالية بالنسبة للحيوانات المجترة أما بالنسبة للطيور فهي تحتاج كميات كبيرة من الكالسيوم وتبلغ النسبة (١:٧).

3- الصوديوم Sodium

يحتوي جسم الحيوان على (٠.١٦ ـ ٠.٢ %) من الصوديوم، وتوجد 75%من تلك الكمية في سوائل الجسم والخلايا أما المتبقي منه (٢٥%)فهو موجود في الهيكل العظمي.

يعمل الصوديوم على تنظيم الضغط الأوسموزي. ويعد وجوده ضرورياً لهضم الكربوهيدرات والبروتينات، ويتخلص الجسم من الصوديوم الزائد عن طريق التبول و التعرق.

تعد بيكربونات الصوديوم عند الحيوانات المجترة الجزء الأساسي المكون للعاب فهو يعمل على ضبط مستوى حموضة الكيموس داخل الكرش وإبقائها في المستوى الحيوي (٥.٦ ـ ٧) ، (والكيموس هو المادة شبه السائلة التي يتحول إليها الطعام بعد هضمه في المعدة).

يقوم كلور الصوديوم بتنشيط أنزيم الأميلاز الذي يفكك النشاء، كما أنه مادة أساسية لتشكيل حَمض كلور الماء في الأمعاء

تعد معظم المواد العلفية ذات الأصل النباتي مصادر فقيرة بالصوديوم، أما المواد العلفية ذات الأصل الحيواني فتعد من المصادر الغنية به، ويعد ملح الطعام(sodium chloride)أهم المصادر الطبيعية للصوديوم المستخدمة في تغذية الحيوان حيث يضاف بنسبة ١% إلى العلائق أو يوضع حجر ملحي أمام الحيوان.

يتم طرح الفائض من الصوديوم عن طريق البول او العرق على صورة كلوريد الصوديوم.

أعراض نقص الصوديوم:

تبدأ أعراض نقص الصوديوم بعد فترة طويلة من التغذية على أعلاف فقيرة به (٢ ـ ٣)أسبوع، حيث تقوم الحيوانات بلعق الجدران وربما شرب البول ، ويلاحظ اختفاء بريق العينين ولمعان الشعر كما تظهر حالة الافتراس عند الطيور، ويحدث بالنتيجة نقص في النمو والإنتاج عند الحيوانات .

٤- الكلور (Chlorine):

يحتوي الجسم على حوالي (٠.١١%) كلور، ويلعب الكلور دوراً هاماً في تنظيم الضغط الأوسموزي، كما أنه يساهم بدور هام أيضا في عمليات الهضم في المعدة البسيطة في الحيوانات غير المجترة أو المعدة الرابعة في المجترات نظراً لاحتواء العصارة المعدية على الكلور بصورة حمض كلور الماء.

معظم المواد العلفية فقيرة بالكلور إلا أن مسحوق اللحم ومسحوق السمك يعتبران من المصادر الغنية به. ويضاف ملح الطعام إلى العلائق بسبب انخفاض نسبة الصوديوم والكلور في معظم المواد العلفية.

٥ ــ المغنيزيوم (Magnesium):

يحتوي جسم الحيوان على (٠.٠٤ ـ ٠.٠٥ %) من هذا العنصر، يوجد 75%منه في الهيكل العظمي والأسنان لذلك فهو يرتبط بصلة وثيقة مع الكالسيوم والفوسفور. يعد المغنزيوم العنصر الأكثر تواجداً في الجلد والعضلات بينما الكالسيوم هو الأكثر تواجداً في العظام. ويعد المغنيزيوم ضرورياً في هضم الكربوهيدرات والبروتينات وتنشيط الأنزيمات التي تشارك في تمثيل تلك المركبات، كما أنه يلعب دوراً هاماً في الوظائف العضلية العصبية. تبلغ احتياجات الأغنام من هذا العنصر 0.12 - 0.18% من المادة الجافة للعليقة. يتراوح مستوى المغنزيوم في الدم ٤ ـ ٧.١ ملغ /١٠٠ مل.

يتم امتصاص المغنيزيوم في كل أجزاء القناة الهضمية لكن معظم الامتصاص يحدث في الكرش والورقية. ويرتبط التسمم بالمغنيزيوم الى درجة كبيرة بالإسهال.

معظم المواد العلفية الغنية بالبروتين المستخدمة في تغذية الحيوان مثل الأكساب تعد مصادر جيدة للمغنزيوم، كما تعد نخالة الحنطة والخميرة المجففة من المصادر الغنية بهذا العنصر. وتعد الأعلاف البقولية أغنى من الأعلاف النجيلية بالمغنيزيوم، ومحتواه في الأعلاف الخضراء أعلى من محتواه في الحبوب باستثناء الأعلاف الغضة الربيعية. وتعتمد نسبة المغنيزيوم في النبات على نسبته في التربة. ويعد أوكسيد المغنيسيوم MgO من أهم المصادر الطبيعية للمغنيزيوم المستخدم في تغذية الحيوان.

أعراض نقص المغنزيوم:

نقص المغنيزيوم يؤدي إلى الأصابة بحالة تكزز المراعي (grass tetany) أو نقص المغنزيوم في الدم (hypomagnesemia) والتي تحدث عادة في الربيع نتيجة الانتقال من التغذية على الأعلاف المركزة إلى التغذية على أعشاب غضة فقيرة بالمغنزيوم خاصة في أراضي تم تسميدها بكميات كبيرة من الأسمدة البوتاسية والذي يُعيق امتصاص المغنزيوم من التربة ، والتي من أعراضها القشعريرة والتهيج العصبي وارتعاش عضلات الوجه وازدياد إفراز اللعاب من الفم وتكون الإناث أكثر حساسية للإصابة. تُعالج الحالة بإضافة المغنيزيوم إلى الغذاء أو بحقن مركبات المغنزيوم في الدم، لكن لا ينجح العلاج عادةً في الحالات المتقدمة.

6-البوتاسيوم (Potassium):

يشكل البوتاسيوم حوالي 0.19 %من جسم الحيوان ويلعب دوراً هاماً في تنظيم الضغط الأوسموزي لسوائل الجسم، كما أنه يساهم في عمليات تنبيه الأعصاب والعضلات وهو

ضروري لتأمين النشاط الطبيعي لعضلة القلب، ويشترك أيضا في عمليات تمثيل الكربوهيدرات، ويعد ضرورياً لنمو وتكاثر الأحياء الدقيقة في الكرش. يعمل البوتاسيوم بالتضاد مع الصوديوم. يوجد ٩٨%. من البوتاسيوم داخل الخلايا، يُمتص في الأمعاء الدقيقة بالانتشار ولا يخزن في الجسم ولذلك ينبغي توفيره بصورة يومية. تبلغ احتياجات الأغنام من هذا العنصر 0.50 – 0.80%من المادة الجافة للعليقة.

أعراض نقص البوتاسيوم :

تبدأ أعراض نقص البوتاسيوم بالظهور عندما تصل نسبته في العلف إلى ٠.١٥% من العليقة. نقص البوتاسيوم يؤدي إلى خفض استهلاك الغذاء وخفض إنتاج الحليب.

يوجد البوتاسيوم في جميع النباتات وخاصة النباتات الفتية والجذور والدرنات وتتراوح نسبته 1.5-3% من المادة الجافة. أما الحبوب فتحتوي على كميات قليلة منه.، ولا يحدث عادة في التغذية العملية نقص في هذا العنصر.

ملاحظة : إن استخدام جرعات كبيرة من الأسمدة البوتاسية في المراعي المزروعة بالمحاصيل يمكن أن يؤدي إلى زيادة تركيز عنصر البوتاسيوم في المحاصيل لأكثر من (٣%) من المادة الجافة وإلى خفض نسبة المغنزيوم فيها والذي يؤدي إلى ظهور مرض تكزز المراعي على الحيوانات التي تتغذى على هذه النباتات.

٧ ـ الكبريت (Sulphur):

يحتوي جسم الحيوان على 0.15 - 0.2 %من الكبريت. ويوجد بشكل أساسي في الريش والصوف والقرون والشعر والأظلاف. ويدخل الكبريت في تركيب بعض الأحماض الأمينية مثل الميثيونين والسيستين وفي بعض الفيتامينات مثل B_1 والهرمونات مثل الأنسولين. ويُختزل الكبريت الغذائي في المجترات إلى غاز ثاني كبريتيد الهيدروجين H_2S الذي يتمكن الحيوان من التخلص منه بعملية التجشؤ إلا أن تجمع كميات كبيرة من الغاز تعتبر سامة وتؤدي إلى الإصابة بحالة موت الأنسجة الدماغية الرمادية التي تتميز بتلف الدماغ . كما يمكن أن تظهر هذه الحالة نتيجة لتناول الأغذية ذات المحتوى المرتفع من الحديد. وبالرغم من أن التغذية بالثيامين thiamine يمكن أن تساعد في تقليل ظهور أعراض تلك الحالة إلا أن نقص هذا الفيتامين لا يبدو من مسبباتها ، إن تأثير الثيامين في التخفيف من وطأة حالة موت الأنسجة الدماغية قد يرجع إلى دوره المهم في تزويد الدماغ بالطاقة.

تعد الحبوب و النخالة والأكساب والمواد العلفية الغنية بالبروتين مصادر جيدة للكبريت. جدير بالذكر أن إضافة اليوريا أو الأمونيا إلى أعلاف المجترات يتطلب إضافة مصدراً للكبريت لمساعدة أحياء الكرش في تصنيع الأحماض الأمينية الكبريتية، ويتم عادة إضافة 2.5غرام من الكبريت/كغم مادة جافة من تلك الأعلاف. ويعد توفير الكبريت في العليقة أكثر أهمية في حالة الأغنام لتأمين نمو الصوف الذي يحتوي على نسبة كبيرة من الكبريت (٤%) وتُقدر احتياجات الأغنام من الكبريت بحوالي 0.14 - ٠.٢٦ % من المادة الجافة للعليقة.

أعراض نقص الكبريت :

يسبب نقص الكبريت في المجترات مشاكل في الهضم والاستقلاب لأن النقص يؤثر على بكتيريا الكرش ويؤدي إلى خفض عددها وتغيير في سلالاتها الموجودة كما أن ذلك يعيق فعاليتها

ويؤدي إلى هلاكها لاحقاً. يؤدي نقص الكبريت أيضاً إلى خفض امتصاص النحاس ويحول الكبريت إلى hydrogen sulfide في الكرش وقد ينتج عن ذلك تكون مركب الذي يعيق الاستفادة من الكبريت بواسطة أحياء الكرش.

ثانيا- العناصر المعدنية النادرة:

١ ـ الحديد(Ferrous):

إن معظم الحديد الموجود في الجسم مرتبط مع جزيئة الغلولبين في الهيموغلوبين، ويدخل في تركيب عدد كبير من الأنزيمات، معظم المواد العلفية غنية بالحديد، فالحبوب تحتوي على 40-30 ملغم لكل كغم، وتحتوي محاصيل العلف على 100-500 ملغم لكل كغم مادة جافة، والأعلاف الخضراء البقولية غنية بالحديد أيضا، فيما يعد الحليب من المصادر الفقيرة بالحديد. وتبلغ احتياجات الأغنام من الحديد حوالي 30-50 ملغم لكل كغم من المادة الجافة للعليقة.

يدخل الحديد في تركيب كثير من الأنزيمات والصبغيات الخلوية مثل السيتوكروم و الفلافوبروتينات و البيروكسيداز والكاتاليز.، إن الحديد ثنائي التكافؤ الذي يدخل في تركيب الأوكسي هيموغلوبين هو الذي يقوم بدور التبادل الغازي في الجسم فهو يضم ويعطي الأوكسيجين وثاني أوكسيد الكربون بسهولة.

أعراض نقص الحديد:

تتجدد كريات الدم الحمراء كل ٤ ـ ٦ أسبوع ، وعند هدم الهيموغلوبين يُعاد استخدام الحديد مرة أخرى في بناء كريات دم جديدة ، ولذلك فإن احتياجات الحيوان من الحديد ليست كبيرة فهو يحتاج فقط ١٠% من احتياجاته الكلية التي يأخذها من العلف.

يتم التحقق من كمية الحديد في الجسم بقياس كمية الهيموغلوبين في الدم حيث يجب أن تكون ١٠ ـ ١٨ غرام /١٠٠مل عند الثديات. وإذا نقصت عن الحد الأدنى يصاب الحيوان بفقر الدم أو الأنيما ، تعد الأنيما شائعة الحدوث عند الحيوانات الرضيعة نتيجة فقر الحليب بالحديد.

الخنازير الرضيعة يجب أن تأخذ ٦ـ٧ ملغ من الحديد في اليوم كمصدر إضافي مع الحليب.

إن وصول النتريت إلى الدم يحول الحديد من ثنائي التكافؤ إلى ثلاثي التكافؤ في خضاب الدم المتبدل (ميثهيموغلوبين) وبالتالي لا يستطيع أن يتخلى عن جزيئة ثاني أوكسيد الكربون وهذا يؤدي إلى التسمم والنفوق نتيجة الاختناق.

٢ ـ الزنك Zinc

يوجد في معظم الخلايا في الجسم ويتركز في الكبد والعظام و غدة البنكرياس والجلد والغدد التناسلية كما يوجد بكميات كبيرة نسبياً في الشعر والصوف ويدخل في تركيب العديد من الأنزيمات ويعمل على تنشيط الكثير منها، ويساعد أيضاً على تشكل العظام وربما يلعب دوراً في الوظائف المناعية في العجول حديثة الولادة. كما يؤثر على الخصوبة في الذكور. ويشترك في تمثيل فيتامين A من خلال تحريره من الكبد. وتبلغ احتياجات الأغنام من الزنك حوالي 33-20ملغم لكل كغم من المادة الجافة للعليقة.

أعراض نقص الزنك:

لا تلاحظ أعراض نقصه في المراعي عادةً . لكن تظهر أعراض نقصه خلال اقل من أسبوع في حال نقصه في علائق الماشية حيث يسبب انخفاض استهلاك العلف يتبعه انخفاض في النمو ، كما تظهر تقرحات على الرقبة والرأس والأرجل وحلمات الضرع ، كما يتساقط الشعر وتتصلب المفاصل .

يوجد الزنك في معظم المواد العلفية و تعد أجنة الحبوب من المصادر الغنية بهذا العنصر. يمكن إضافة الزنك إلى العلائق بنسبة ٤٠ ـ ١٠٠ ملغ / كغ علف.

٣ ـ النحاس (Cupper):

يعد النحاس ضرورياً لتكوين الهيموغلوبين، ويدخل النحاس في تركيب عدد كبير من الأنزيمات مثل السيتوكروم والكاتاليز ، ويدخل في تركيب الصبغات اللونية للشعر والصوف والفراء.، تبلغ نسبة النحاس في الدم ٥٠ ـ ١٥٠ ميكروغرام /١٠٠مل دم..

معظم مواد العلف تحتوي على كميات كافية من النحاس، وتتأثر نسبته فيها بنوع التربة.تعد الحبوب ومنتجاتها من المصادر الغنية بالنحاس إلا أن الحليب فقير به. زيادة الكمية المتناولة من النحاس تؤدي إلى تسمم الحيوان نظراً لتراكمه في الكبد، وتعد الأغنام أكثر الحيوانات حساسية لهذا العنصر.

أعراض نقص النحاس :

١. غياب لون الشعر والصوف
٢. تقرن الشعر والصوف.
٣. فقر دم..
٤. تشوه عظام المواليد و انحناء العمود الفقري.
٥. انعدام الشبق عند الأبقار.
٦. تنكس النسيج الظهاري الجنيني للخصية وبالتالي العقم.

وتبلغ احتياجات الأغنام من النحاس بحدود 7-11 ملغم لكل كغم من المادة الجافة للعليقة.

٤ ـ الكوبالت Cobalt:

يدخل الكوبالت في تركيب فيتامين الريبوفلافين B_{12} الذي تصنعه الأحياء الدقيقة في الكرش، وبذلك يعد ضرورياً للبكتريا من أجل بناء الفيتامين السابق. ويعد الكوبالت من العوامل المحفزة لنمو تلك الأحياء، كما أنه ينشط عملية تركيب الهيموغلوبين. وفي حالة نقصه فإن تركيز السكسينات سيرتفع بسبب توقف تحويلها إلى بروبيونات بواسطة أحياء الكرش مما يؤدي إلى خفض تخليق الغلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية.

يتواجد الكوبالت في معظم المواد العلفية، ويمكن الوقاية من نقصه في المجترات التي ترعى في مراعي ذات تربة فقيرة بالكوبالت وذلك بإضافة كبريتات الكوبالت. تبلغ احتياجات الأغنام من هذا العنصر حوالي0.1 – 0.2 ملغم لكل كغم من المادة الجافة للعليقة،

أعراض نقص الكوبالت :

تظهر أعراض نقص الكوبالت قبل ظهور أعراض نقص فيتامين B_{12} بوقت طويل لأن الفائض من الفيتامين يخزن في الكبد بكميات كبيرة بينما يتم تخزين الكوبالت بكميات محدودة.

يلاحظ على الحيوانات التي تعاني من نقص الكوبالت ضعف عام وانخفاض نمو وانخفاض الإنتاجية واختلال الوظائف التناسلية، وتلاحظ أعراض النقص عادة في المناطق ذات التربة الرملية الفقيرة أصلاً بالكوبالت.

ويتم الوقاية من ذلك بإضافة الأسمدة التي تحتوي على الكوبالت إلى تلك الأراضي.

ويمكن أيضاً بإضافة الكوبالت مع ملح الطعام بنسبة ٠.٣ ملغ /كغ ملح.

ويمكن تأمين احتياجات الأبقار من الكوبالت عن طريق إعطاء الأبقار حبة من أوكسيد الكوبالت قليل الإنحلال حيث تحتجز الحبة في الشبكية وتتحلل بشكل بطيء يكفي لتغذية البكتريا والفائض يُطرح مع الروث ويحسن من مخزون العنصر في الأراضي وبالتالي في النباتات.

يتميز الكوبالت عن النحاس بأنه لا يُحتجز مدة طويلة في الجسم وبأنه ذو معدل امتصاص منخفض وبالتالي نادراً ما تحدث تسممات بالكوبالت.

وتؤدي زيادة كمية الكوبالت في علائق المجترات إلى الاصابة بالتسمم، وتبلغ الجرعة السامة في الأبقار 100ملغم وفي الأغنام تبلغ تلك الجرعة 300 ملغم لكل ١٠٠ كغم من وزن الحيوان.

٥ ـ المنغنيز (Manganese): يوجد في جسم الحيوان بكميات ضئيلة جداً ويتركز في العظام والكبد والكليتين والبنكرياس والغدة النخامية. وهو هام جدا كمنشط لعدد كبير من الأنزيمات الضرورية لتمثيل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون بالإضافة إلى دوره كمنشط لإفراز الهرمونات الجنسية من الغدة النخامية، كما أنه منشط لإفراز الأنسولين ومثبط لإفراز الأدرينالين. ويجب أن تحتوي عليقة الأغنام على 20-40 ملغم من هذا العنصر لكل كغم من المادة الجافة للعليقة. يوجد في معظم مواد العلف وتعد الحبوب ومنتجاتها مصادر جيدة للمنغنيز، وتحتوي الأعلاف على كميات كافية لسد احتياجات الحيوان. وتعد المواد العلفية ذات الأصل الحيواني مصادر فقيرة بهذا العنصر.

أعراض نقص المنغنيز:

تعد ظهور أعراض نقص المنغنيز أمراً نادر الحدوث في ظروف التغذية الطبيعية.وتلاحظ الأعراض عند العجول على شكل ضعف النمو وتشوه الأطراف أما عند الأبقار انخفض معدل الإخصاب وزيادة حالات الإجهاض.

عند الدجاج البياض يسبب نقصه إنتاج بيض مشوه القشرة ، وانخفاض نسبة الفقس.

عند الصيصان يسبب مرض انزلاق الوتر وهو خلل في تكوين عظام وأوتار الطرف حيث يحدث قصر في عظم الساق.وقد وُجِد أن إضافة المنغنيز وحده لا تكفي للعلاج بل يجب إضافة فيتامين الكولين والبيوتين.

لم تلاحظ أعراض تسمم بالمنغنيز في حال كانت نسبته في العليقة ١٠٠ملغ/كغ مادة جافة

٦ ـ اليود (Iodine)

يوجد في الجسم بكميات ضئيلة جداً، يتركز 70-80% منه في الغدة الدرقية التي تفرز هرمون الثايروكسين الذي يدخل في تركيبه اليود ،ويلعب الهرمون دوراً هاماً في تمثيل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون.

وتبلغ احتياجات الأغنام من اليود حوالي 0.10 – 0.80 ملغم لكل كغم من المادة الجافة للعليقة.

تعد الأعشاب البحرية ومسحوق السمك من المصادر الغنية باليود، وتعتمد نسبته في الأعلاف على نسبته في التربة، ويضاف في المناطق الفقيرة بصورة يوديد البوتاسيوم أو الصوديوم الى ملح الطعام.

أعراض نقص اليود:

نقص اليود يؤدي إلى خلل في وظائف الغدة الدرقية،ويحدث مرض التورم الدرقي المستوطن (الدراق) وكما يحدث خلل في الوظيفة التناسلية يتمثل بولادات مشوهة أو ضعيفة البنية.

وقد تحدث أعراض نقص اليود حتى ولو كانت نسبته طبيعية في العليقة ويحدث ذلك نتيجة خلل في تركيب التايروكسين بسبب ارتفاع في نسبة الكالسيوم في الماء أو وجود مواد في العلف مثل نباتات العائلة الصليبية كالكرنب والملفوف والسلق ، وبعض النباتات البقولية كالصويا والفول السوداني والحمص.

وتتم الوقاية من نقص اليوم بإضافة أملاح اليود إلى ملح الطعام الذي يضاف إلى العلائق.

٧ ـ السلينيوم (Selenium):

يوجد في الجسم بكميات ضئيلة جداً ويلعب دوراً مهماً في عمليات الاستقلاب المنتجة للطاقة في الخلايا العضلية، ويدخل هذا العنصر في تركيب الأنزيم المضاد للأكسدة (glutathione peroxidase) وتبلغ احتياجات الأغنام من هذا العنصر 0.1 – 0.2ملغم لكل كغم من المادة الجافة للعليقة، ويعتقد أن السلينيوم يصبح سامّاً حتى عند المستويات المنخفضة نسبياً وهي عشرة أضعاف الاحتياجات، وبالتالي لا يُنصح بإضافة السيلينيوم إلى العلائق . وتبلغ الجرعة السامة عند الخيول ٣ ملغ وعند الأبقار ١٠ ملغ وعند الأغنام ٢ ملغ / كغ وزن حي ..

وقد يحدث تسمم حاد بالسيلينيوم عند الأبقار والخيول نتيجة تناولها عشبة (Asragalus bisulcatus).

يوجد تداخل كبير بين وظائف السلينيوم وفيتامين (E) ، حيث وُجِدَ أن إضافة السيلينيوم يفيد في علاج بعض الأمراض التي يسببها نقص فيتامين (E).

أعراض نقص السيلينيوم :

يؤدي نقص السيلينيوم الى الإصابة بمرض العضلات البيضاء أو الحثل العضلي (muscular dystrophy) في الأغنام، كما أن نقصه يسبب مشاكل تناسلية مثل احتباس المشيمة (retained placenta) والتهاب الرحم (metritis) وانخفاض الخصوبة وولادة صغار ضعيفة.

٨ ـ المولبيدنيوم (molybdenum): يشترك المولبيدنيوم كعامل مساعد في بعض الأنظمة الأنزيمية (xanthin oxidase) ويسهم هذا العنصر في تمثيل الأنزيم البكتيري الديهادروجيناز. حيث يقوم بتحفيز الهضم الميكروبي للسليلوز، كما لوحظ حدوث بعض التحفيز لإنتاج الأحماض الدهنية الطيارة بواسطة الأحياء الدقيقة.

يوجد تضاد بين المولبيدينيوم والنحاس حيث يحدد المولبيدينيوم بوجود الكبريتات احتجاز النحاس في الأغنام والماشية، ولم تحدث تلك الحالة بالمولبيدينيوم والكبريتات كل على حدة. وتؤدي الزيادة في استهلاك المولبيدينيوم إلى التسمم الذي يتميز بحدوث حالات الإسهال التي أمكن معالجتها بإضافة النحاس عن طريق الفم أو بالحقن داخل الوريد. ويعتقد أن الكمية السامة هي ٣ ـ ١٠ ملغ / ١كغ علف.

أهمية الموازنة بين العناصر المعدنية في تغذية الحيوان :

يوجد تأثير متبادل ومعقد بين العناصر المعدنية المختلفة في عملية التمثيل الغذائي وبالتالي يجب ضبط الكميات الممزوجة من هذه العناصر عند تحضير الخلطات الغذائية.

فمثلاً حصول الحيوان على كميات كبيرة من الكالسيوم و الموليبيدينيوم بمكن أن يُعَطل الاستفادة من العناصر المعدنية الأخرى.

وقد يحدث خلل وظيفي محدد نتيجة نقص عدة عناصر مثل فقر الدم الذي قد يحدث نتيجة نقص الحديد أو النحاس أو الكوبالت.وبالتالي يجب تواجد هذه العناصر بنسب محددة فيما بينها.

ويتم تحديد كمية العناصر المعدنية بعد تغذية الحيوانات على أعلاف مكتملة الطاقة والبروتين والفيتامينات.حيث يرتبط تأمين احتياجات الحيوان من العناصر المعدنية بشكل كبير بعملية تكوين فيتامين (D) في الجسم والذي يضبط وينظم عملية تمثل العناصر المعدنية في الجسم.

الإجهاد التأكسدي (Oxidative stress):

يتسبب الإجهاد التأكسدي عن وجود مجاميع الأوكسجين الفعالة التي تشمل (hydroxyl and superoxide) و (hydrogen peroxide) التي توجَد كنواتج عرضية للتنفس الخلوي حيث تؤدي عند زيادتها إلى تلف DNA وتزنخ الدهون و أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة طويلة السلسلة، وتوقف التنشيط الضروري لبعض الأنزيمات بسبب أكسدة بعض العوامل المساعدة. **وتضم المركبات ذات القابلية المضادة للأكسدة:**

١. إنزيم (superoxide dismutase) الذي يعمل على تحويل الأيونات السالبة الفائقة إلى بيروكسيد الهيدروجين وربط الزنك مع الرصاص في السايتوبلازما وربط المنغنيز في المتوكوندريا.
٢. إنزيم (catalase) الذي يعمل على تحويل بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وأوكسجين ويتكون من أربعة أجزاء يحتوي كل منها على مجموعة حديد.
٣. إنزيم (glutathione peroxidase) الذي يعمل على تحويل بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء، ويحتاج هذا الأنزيم لوجود السلينيوم حيث ترتبط أربع ذرات منه مع جزيئتين من الأنزيم.

****

الهضم عند الحيوانات الزراعية (Digestion)

تعد المواد الغذائية مواداً 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 :

١. **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 نوفرعلى الحيوان جزءاً منها بجرش الحبوب قبل إعطائها للحيوان.
٢. **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.
٣. **الهضم الجرثومي أو الميكروبي:** حيث يتم هضم المواد الغذائية بفعل الأحياء الدقيقة التي تعيش في الجَهَاز 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 ذُكِرَ أعلاه ، لكن في الحيوانات المجترة 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:

١. مقسمة إلى حجرات وأقسام حيث تتوفر الظروف المثلى من درجة الحرارة و (PH) للعمليات الكيماوية والحيوية التي تحدث للمواد الغذائية.
٢. يمكن تخزين بعض الغذاء في القناة الهضمية وبذلك لا يحتاج الحيوان للاستمرار في التهام غذائه طوال اليوم.
٣. توجد في أجزائها المختلفة أنسجة إفرازية تفرز أنزيمات هاضمة ومواد كيميائية أخرى.
٤. توجد في جدرانها زوائد عديدة (زُغابات) تعمل على زيادة السطح المخصص لامتصاص النواتج النهائية للهضم.

٥. يتم تخزين الأجزاء غير المهضومة الصلبة لعدة دفعات ثم يتم إخراجها دفعة واحدة.

تختلف القناة الهضمية للانواع المختلفة من الحيوانات بصورة كبيرة مما ادى إلى تقسيم الحيوانات عموما 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 ، ويُلحق بقناة الهضم مجموعة من الغدد وهي الغدد اللعابية والبنكرياس والكبد.

الهضم في الفم (Digestion in the mouth)

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

١. تسهيل بلع الطعام بعد مزجه باللعاب.
٢. حماية المعدة من التسحج الناجم عن بلع قطع ذات حواف حادة من الطعام .
٣. تساعد في تعريض الأغذية لفعل الأنزيمات .
٤. تحرير بعض الأغذية من المحافظ السللوزية المحيطة بها.

يتكون اللعاب من الماء (٩٩%) و أنزيمات(١%) 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 تتغذى على اللحوم.

وظائف اللعاب:

١. له دور هام في البلع.
٢. له دورالهضم الكيميائي.
٣. يقوم اللعاب بالحفاظ على رطوبة الفم.
٤. يساعد اللعاب على التذوق.
٥. كما يمتلك تأثير مضاد للجراثيم لاحتوائه على الليزوزومات (جسيمات حالة).

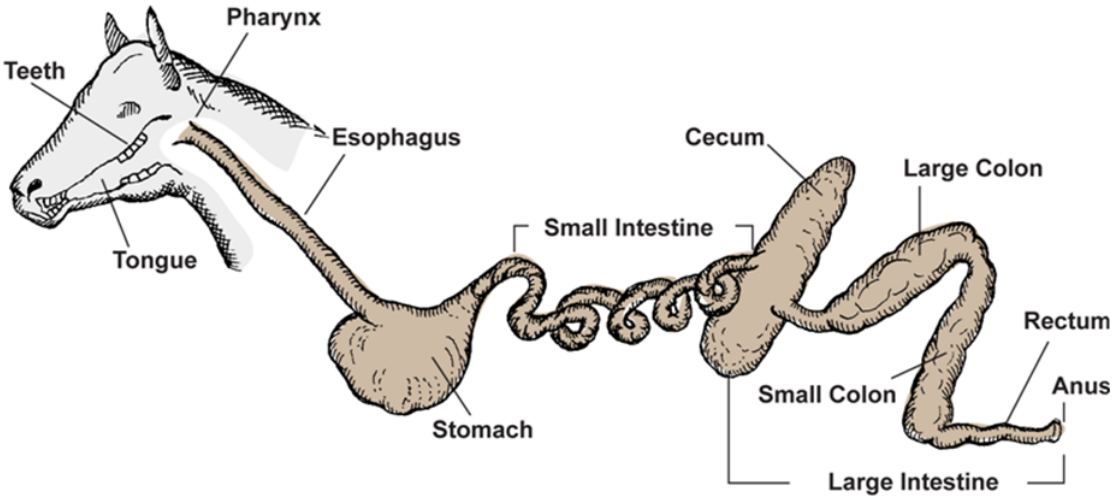
في الفم لا يحدث هضم للبروتينات ولا للشحوم.

بعد المضغ يتم البلع وينتقل الغذاء عبر المريء الذي تفرز ظهارته المخاطية المخاط الذي يسهل انزلاق الغذاء ويحافظ على تماسكه كما يقوم بتعديل الباءهاء 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 التمعجية 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 تتضيق 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 (١) جَهَازالهضم عند الخيل

تتكون العصارات المعدية من :

١. الماء والشوارد (٩٥%) وأهمها شوارد الكلوروالهيدروجن و الصوديوم والبوتاسيوم.
٢. الأنزيمات وأهمها مولد الببسين الذي يتحول إلى ببسين بوجود حمض كلور الماء.
٣. البروتينات البلازمية وأهمها الألبيومين والغلوبيولينات المناعية.
٤. العامل الداخلي الذي يغلف فيتامين (B12) ويحميه من تأثير الإنزيمات الهاضمة.

تقوم العصارة المعدية بعدة وظائف أهمها:

١. الوظيفة الدفاعية نتيجة وجود حمض كلور الماء الذي يقضي على الفيروسات والجراثيم.
٢. تحرض العصارة المعدية البنكرياس (المُعَثكَلة) على إفراز عصاراته.
٣. تحويل مولد الببسين إلى ببسين.
٤. المساعدة على امتصاص الفيتامين (B12) لأنها تفرز مواد تغلفه وتحميه.

مالذي يحمي جدارالمعدة من تأثير الحموض المعدية؟؟؟

١. المخاط الذي يتكون من بروتينات سكرية تشكل طبقة كارهة للماء تؤمن الحماية لطبقة الخلايا الظهارية من تأثيرات الحمض والببسين الضارة.
٢. إفراز البيكربونات من جدار المعدة عندما يقل باءهاء الوسط عن ٣.
٣. تجدد الخلايا الظهارية النشط لتعويض الخلايا التالفة.

٤. البروستاغلاندينات التي تنشط تكون المخاط وإفراز البيكربونات كما تثبط 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 ٣٥% من السكريات والتي تتحول إلى سكريات بسيطة (غلوكوز ، غالاكتوز، فركتوز).

لا يحدث هضم للدهون في المعدة على الرغم من وجود تراكيزبسيطة 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 البارابسين 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 (المُعَثْكَلَة) وإفرازات الكبد (الصفراء)

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

تتكون عصارة البنكرياس (المُعَثْكَلَة) من :

١. أميلازالبنكرياس .يحلل النشاء إلى ديكسترين ومالتوز.
٢. مالتاز البنكرياس. يحلل المالتوز إلى جزيئتي غلوكوز.
٣. اللاكتاز. يحلل اللاكتوز إلى جالاكتوز وجلوكوز.
٤. الليباز الذي يحتاج وسط قلوي للعمل حيث يفككك الليبيدات إلى حموض دسمة وغليسيرول.
٥. التربسين: أيضا يعمل في وسط قلوي ويفكك الروابط الببتيدية بين الحموض الأمينية.
٦. الكيموتربسين : أيضاً يقوم بتفكيك الروابط الببتيدية بين الحموض الأمينية.
٧. 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:

١. أنها ذات طبيعة قلوية تعادل حموضة الكتلة الغذائية القادمة من المعدة.
٢. كما تقوم الأملاح الصفراوية على تحويل الدهون إلى مستحلبات تكون أكثر تأثراً بفعل أنزيم الليباز.
٣. 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 وحيدات غليسريد وأحماض دهنية.
- ✓ تتحد الأملاح الصفراوية مع الحموض الدهنية ووحيدات الغليسريد 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 الأنزيمات ويقوم جدار الصائم واللفائفي بإفراز بعض المواد أهمها:

١. الماء والشوارد التي تعادل حموضة الوسط.
٢. الإنزيمات:
٣. إنزيم الإنتيروكيناز الذي يحول مولد التربسين إلى تربسين.
٤. إنزيم أمينوببتيداز. يحول عديدات الببتيد إلى حموض أمينية.
٥. أنزيم دي ببتيداز وتراي ببتيداز اللذان يفككان ثنائيات وثلاثيات الببتيد على الترتيب.
٦. إنزيم المالتاز.
٧. إنزيم السكراز الذي يفكك سكر القصب إلى جلوكوز وفركتوز.
٨. اللاكتاز.
٩. الليباز المعوي.

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

الهضم في الأمعاء الغليظة:

إفرازات الأمعاء الغليظة:

١. يحدث الإفراز القولوني بمعدلات منخفضة ولا يؤدي دوراً مهماً في عمليات هضم الطعام.
٢. لا تحتوي المفرزات القولونية على إنزيمات.
٣. تحتوي المفرزات القولونية على قليل من الماء وبعض الشوارد.
٤. 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 الممرضة وإطراحها خراج 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 والخنازير حيث تقوم بهضم البروتينات وينتج عنها أحماض عضوية ومركبات كريهة الرائحة كالأندول والسكاتول.
تتميز الخيول والخنازير 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 الشَرَج.

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 الزُغابات والتي تزيد سطح الامتصاص (٦٠٠ ضعف) ويتم في الأمعاء الدقيقة امتصاص الماء والشوارد والسكريات البسيطة والحموض الدهنية ووحيدات الغليسريد و الحموض الأمينية والفيتامينات.
بعض المواد كالماء والشوارد يمتص بواسطة الانتشار البسيط أما المواد الأخرى فتحتاج إلى نواقل عبر الأغشية الخلوية للزُغابات.

بعض الملاحظات في الهضم:

١. يزداد امتصاص الكالسيوم في الأمعاء بمجموعة من العوامل أهمها وجود المشتق الفعال للفيتامين (د)وهرمون الدريقات(جار الدرق) و هرمون الكالسيتونين. كما يزيد من امتصاصه وجود بعض الحموض العضوية كحمض اللبن.
٢. يزداد امتصاص الحديد في الوسط الحمضي و وجود فيتامين (C) وبعض العوامل تنقص الامتصاص كارتفاع الباءهاء
٣. 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 الذائبة في الماء وعدد من المركبات العضوية الاخرى التي توجد في الانسجة الميكروبية مثل الحوامض الامينية والبروتينات والكربوهيدرات المختلفة وبعض اللبيدات.
٤. 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 .
٥. أن امتصاص V.B12 يعتمد على وجود العامل الحيوي الذي يفرز من قبل المعدة .

ثانياً الهضم عند الحيوانات المجترة:

يتكون الجَهَاز الهضمي عند الحيوانات المجترة من الفم والبلعوم والمريء والكرش والشبكية والورقية والمنفحة والعفج والصائم واللفافي والأعور والقولون والمستقيم وفتحة الشَرَج 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 لايوجد عند المجترات قواطع على الجزء الأمامي من الفك العلوي وهذا تم تعويضه عند الأبقار بتكيف اللسان على التقاط كميات كبيرة من الأعشاب أمَا الأغنام فقد تطورت الشفاه لديها بشكل جيد لتمكنها من التقاط الأعشاب وهذا يجعل المجترات الصغيرة ذات أثر سلبي في الرعي مقارنة بالأبقار لكن الأغنام تستطيع الإستفادة 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 النكّفيتين والغدتين تحت اللسانية والغدتين تحت الفك السفلي.

يحتوي اللعاب على أنزيم الأميلاز الذي يؤثر في النشاء ويحوله إلى سكر أحادي .

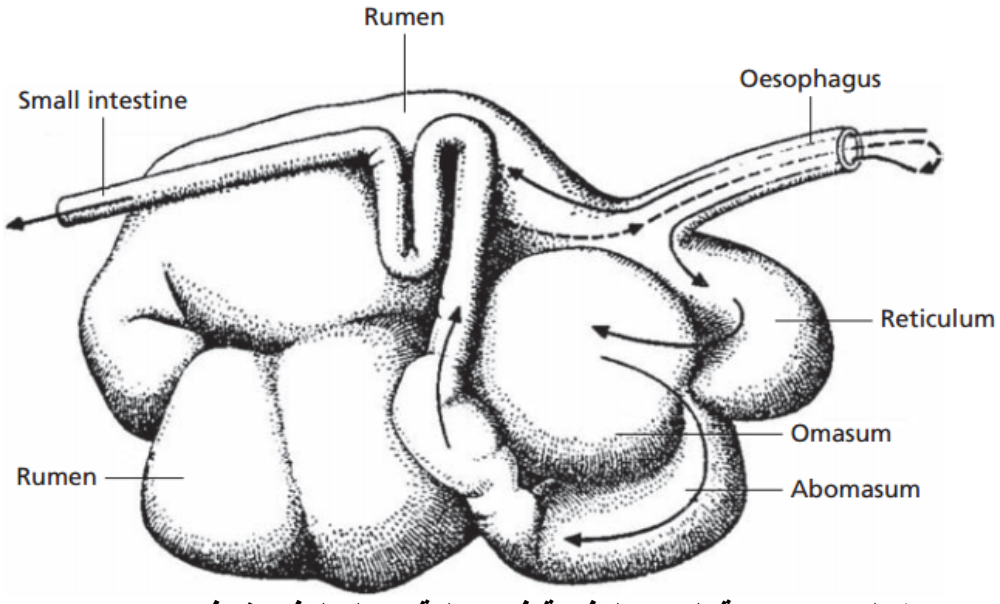
يحتوي اللعاب أيضاً على أملاح البيكربونات والفوسفات المنظمة ، ويكون رقم الحموضة للعاب عادة قلوي. تصل كمية اللعاب التي تُفرزها الأبقار في اليوم إلى (٨٠) ليتر أما عند الأغنام والماعز فتبلغ (٤ ـ ٦ ليتر). تكمن أهمية اللعاب عند المجترات خاصة بأنه يحافظ على درجة حموضة الكرش قريبة من التعادل.

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.

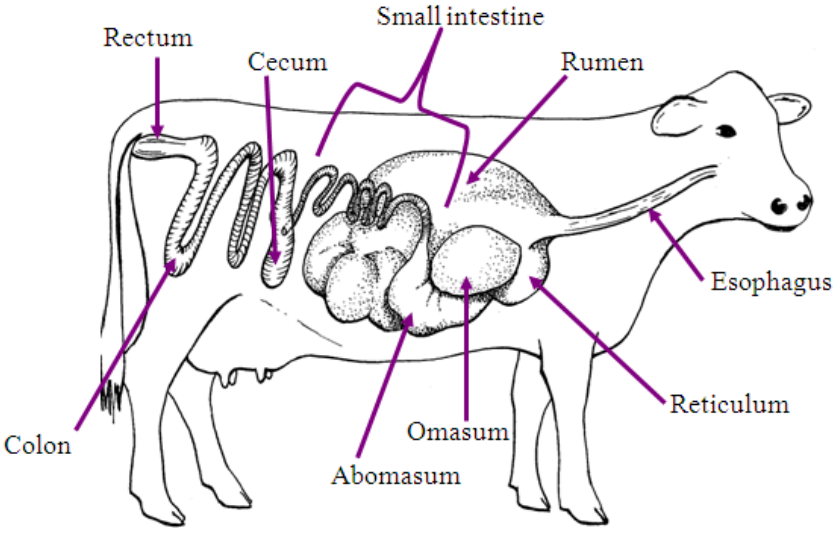
تبلغ السعة الكلية للمعدة المركبة حوالي (٧٠ ـ ٨٠ %) من سعة القناة الهضمية في المجترات البالغة.



شكل (٢) حركة المواد الغذائية في عملية تناول الغذاء ثم في الإجترار

يعد الكرش أكبر الحجرات في المعدة المركبة حيث تبلغ سعته (٢٠٠ 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 ٣٠% من سعة المعدة المركبة، وينمو الكرش بعد الولادة بمعدل أسرع من الحجرات الأخرى حيث يصل لـ (٥٠%) في عمر شهر ولـ (٧٠%) في عمر شهرين.
في الأبقار التامة النضج تصبح سعة الكرش (٨٠ ـ ٨٥ %) من سعة المعدة المركبة.
يحدث في جدار الكرش ثلاثة أشكال من التقلصات وهي :
١ـ التقلص التجشؤي: ينتج عن التخمرات في الكرش كميات كبيرة من الغازات قد تصل لحجم(٣٠ 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.
٢ ـ التقلص الخلطي: وهي تقلصات متتابعة في جدار الكرش تؤدي إلى خلط المحتويات الغذائية مع الجراثيم ومع اللعاب ومع الماء.
٣ ـ التقلص الاجتراي : 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 ترتد إلى الفم تطحن 40- 50 مرة .

يعد الكرش مُخَمِّر 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 حث يصبح هذا البروتين بعد موت الجراثيم متاحاً لفعل الأنزيمات الهاضمة حيث يتحول إلى حموض أمينية يتم امتصاصها.



شكل (٣) 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 أوكسيد الكربون بواسطة آلية فيزيولوجية هي التجشؤ.
ويحتوي الكرش على نوعيات متعددة ومتباينة من البكتريا حيث تتراوح أعدادها بين 52- 80 بليون / مل . بالاضافة إلى ذلك يحتوي الكرش على أكثر من ثلاثين نوعاً من الأوالي (البروتوزوا) حيث تتراوح اعدادها بين 200- 500 الف/ مل وتمر 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 الليفية بكفاءة أكبر في الكرش مما في الأمعاء الغليظة او الأعور ويتم هضم السللوز من قبل الأحياء المجهرية بينما لاتمتلك الحيوانات الأنزيمات الضرورية لهضمه .

لاااا يفرز الكرش في الحيوانات المجترة أنزيمات ويتم في الكرش هضم (٧٠%) من االعلف المتناول بينما (٣٠%) 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 بتبليع 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 المتراصة 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 تفرزأنزيم 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 البارابسين الذي يشارك في هضم عديدات الببتيد.
وتنخفض أهمية المنفحة مع نمو العجل كما تختلف بالتالي سعتها النسبية بالمقارنة مع المعدات الأخرى وتصل إلى (٧%) فقط في الأبقار الناضجة.

هضم الكربوهيدرات عند المجترات:

في المعدات الثلاثة الأولى خاصة الكرش يتم هضم (٩٥%) من الكربوهيدرات والنشاء و (٥٥%) من الألياف لكن جزء غير كبير من الكربوهيدرات الذائبة يمر إلى الأجزاء الأخرى من الجَهَاز الهضمي .

- مادة اللجنين لا يتم هضمها مطلقاً.
- يتم هضم الألياف بواسطة أنزيم السللوليز الذي تفرزه الأحياء الدقيقة ، وفي نفس الوقت تهضم السكريات والنشويات (تخمر) وتستفيد من طاقتها، وتنتج 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:

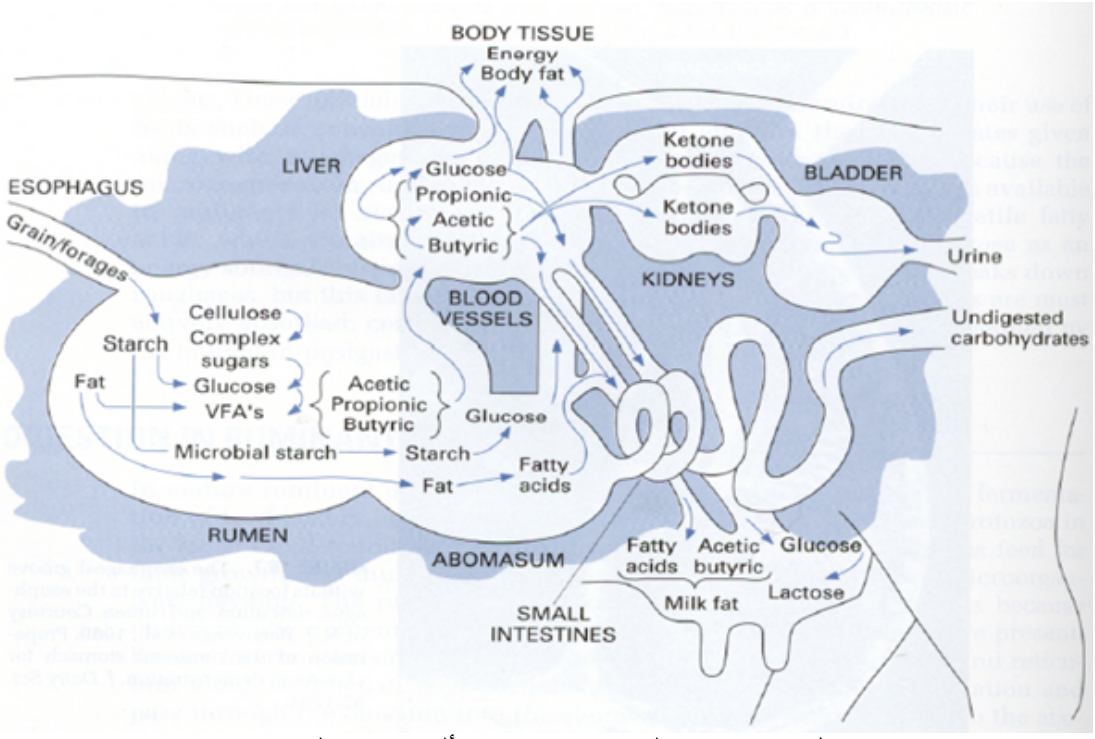
حمض الخل (Acetic Acid). بنسبة (٧٠%)

حمض البروبيونيك (Propionic Acid).بنسبة (٢٠%)

وحمض الزبدة (Butyric Acid).بنسبة (١٠%).

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

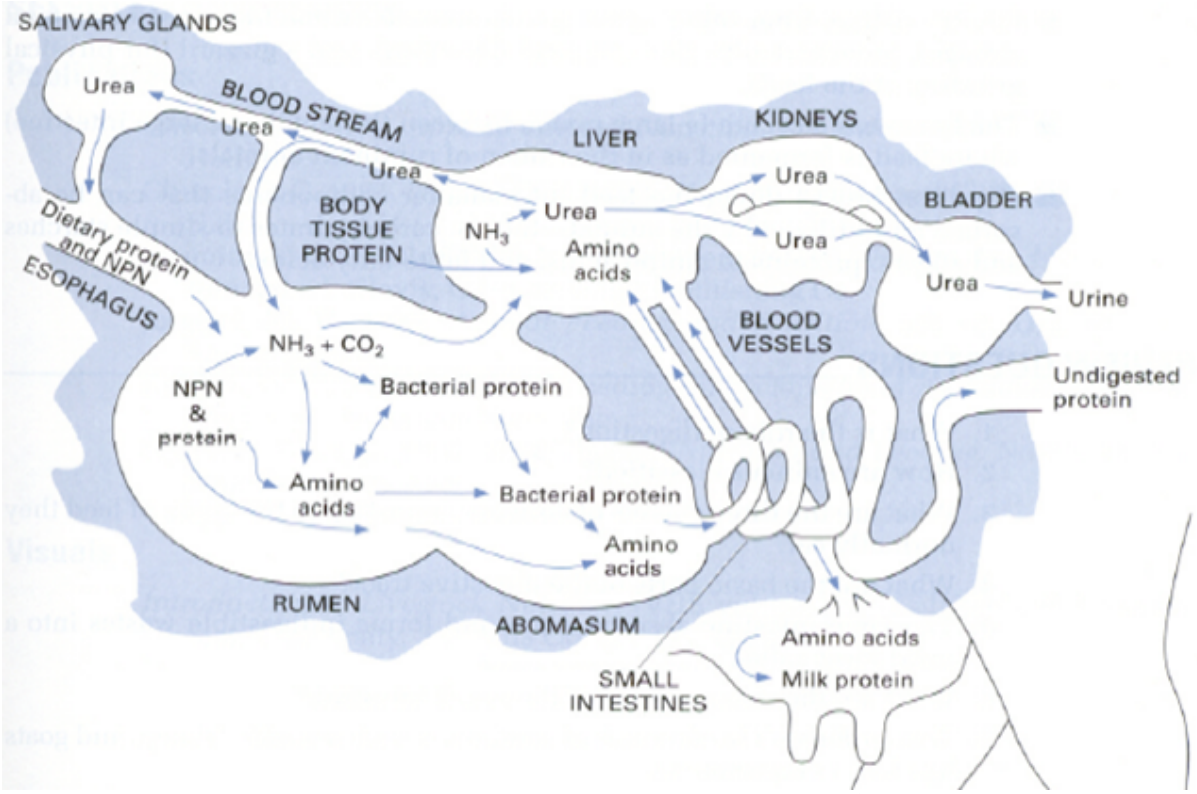
ومن أهم الغازات الناتجة ثاني أوكسيد الكربون والميثان وبعض الحموض الدهنية الطيارة.



شكل (٤) 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 البكتريا 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 (٥) هضم البروتينات عند المجترات

تتكاثر الجراثيم ويزداد عددها ، قسم منها يموت ويتحلل ويستعمل بروتينها كمصدر نتروجيني للاحياء المجهرية الاخرى ، فمثلاً البروتوزوا تلتهم البكتريا او البروتوزوا الاخرى وتستفيد منها كمصدر بروتيني . وهكذا تستمر الدورة إلى أن تترك الكتلة الغذائية الكرش إلى المعدة والامعاء حيث تهضم كبروتين حقيقي .
تشكل البروتينات الميكروبية حوالي (٥٠ ـ ٩٠ %) 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 ذوباناً وبذلك يقاوم عمل الأحياء المجهرية .

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

وتتأثر قدرة المجترات على الإستفادة من المواد الآزوتية غير البروتينية بمجموعة من العوامل:

١. تركيب العليقة: أن زيادة نسبة المواد المالئة صعبة الهضم كالأتبان وقشرة بذرة القطن يؤثر سلباً في قدرة الميكروبات على الاستفادة من المواد الآزوتية بسبب عدم توفر الطاقة اللازمة للأحياء الدقيقة.
٢. 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.
٣. 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.
٤. 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.
٥. 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 ٣٠% من البروتين الذي يجب أن تتضمنه العليقة وقد دلت التجارب أن (٣٠%) 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 المجترة 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 المساوئ 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 الإسيتك 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 مقدرة 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 المجترة تستخدم المواد العلفية الجيدة النوعية بكفاءة أقل من الحيوانات بسيطة المعدة .
يتم إنتاج كميات كبرة من اللعاب عند المجترات حيث يحتوي على كميات كبيرة من بيكربونات الصوديوم التي تعد ضرورية للحفاظ على القيم الملائمة لباءهاء 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 أوكسيد 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 النُفاخ 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 الخشنة 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 كيمياوياً (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 افضل 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 المثيونين .
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 بتركيب 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 (٣ ـ ٥%) من المادة الجافة وعند استخدام الدهن الحيواني يمكن زيادة النسبة السابقة (٢%). ويجب أن يكون نصف العليقة من الأعلاف الجيدة كالدريس والفصة.وإذا استعملت النسبة السابقة دون استخدام علف مالئ جيد بحدود ٥٠% من العليقة فسيؤدي ذلك إلى انخفاض واضح في هضم العلف نتيجة أن الجراثيم تفضل المصادر السهلة للطاقة وتتأثر سلباً في حال زيادة الدهون عن ٥ ـ ٧%.

الإمتصاص في المعدة المركبة

في الكرش تم امتصاص و الغلوكوز.**و** جزء كبير من السكريات البسيطة.**و**الأمونيا.واليوريا التي تصل من اللعاب أو من جدار الكرش و بعض الحموض الأمينية و بعض العناصرالمعدنية.

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:

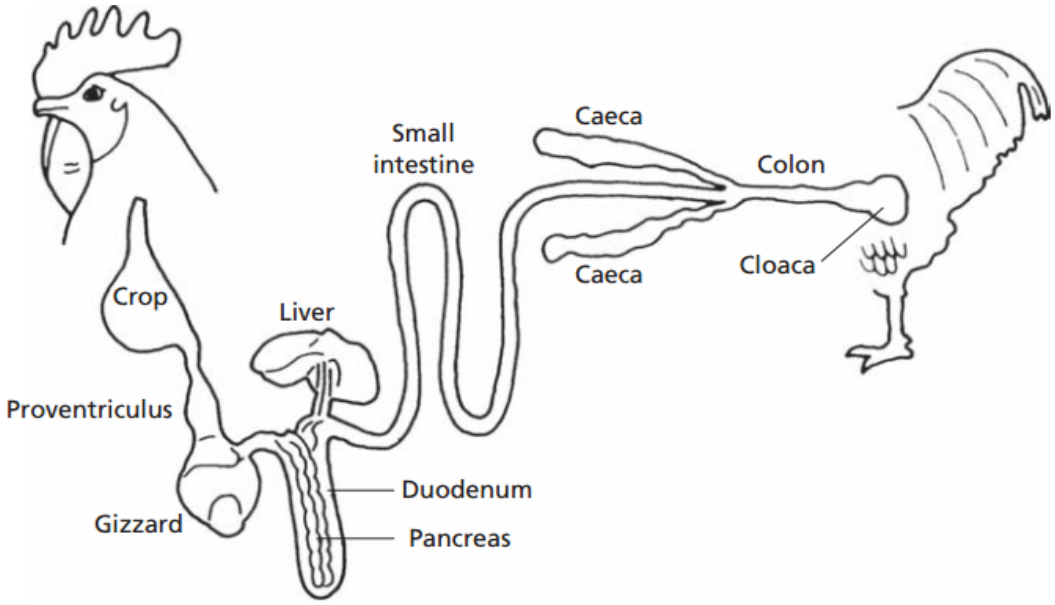
١. يمر الحليب إلى الورقية ثم الأنفحة عبر ميزاب المريء ويساعد في تشكل ميزاب المريء وضعية الرضاعة الطبيعية للعجل (الرأس مرتفع للأعلى قليلاً والرقبة ممدودة للأمام).
٢. يحتوي لعاب العجول على أنزيم الليباز الذي يهضم دهن الحليب.ويقل إفراز هذا الإنزيم مع زيادة التغذية على الأعلاف ويختفي عند الفطام.
٣. يعد الرينين أهم أنزيمات المعدة عند العجول الرضيعة حيث يساهم مع الببسين بتخثر الحليب وخلال ٣ ـ ٤ ساعات تنفصل الخثرة عن المصل وينتقل المصل إلى العفج بينما تبقى الخثرة في المعدة عرضة لتأثير الانزيمات الهاضمة للبروتين.
٤. لا تستطيع العجول هضم النشاء قبل بدء فعالية الأحياء الدقيقة
٥. المواد الكربوهيدراتية الوحيدة التي تسفيد منها العجول هي الغلوكوز واللاكتوز ومع نقص التغذية على الحليب تقل فعالية اللاكتاز في الأمعاء.
٦. تستطيع الحيوانات حديثة الولادة الاستفادة من البروتينات المناعية دون هضمها.

الهضم عند الطيور:

يختلف جَهَاز الهضم عند الطيور عن جَهَاز الهضم عند الحيوانات الزراعية الثديّة 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 يبتعلها الطائر مع العلف. بعد ذلك يمر الغذاء إلى العفج ثم الأمعاء الدقيقة ثم إلى الأعورين اللذين يهضما الألياف بواسطة البكتريا 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 (٤ ـ ٨) ساعات وبشكل عام تعد معاملات هضم المواد العضوية عند الطيور أقل مما هي عليه لدى اللخيول والأبقار.



شكل (٦) الجَهَاز الهضمي عند الدجاج

هضم الكربوهيدرات:

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:

تمد الدهون الطائر بالطاقة كما تمده 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 (٦٠%). 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 متحولة إلى حمض البولة الذي يطرح عن طريق الكلى وتطرح الدجاجة وسطياً (٤ ـ ٥ 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 :

معامل الهضم = (الكمية المستهلكة – الكمية الخارجة مع الروث)/ الكمية المستهلكة *١٠٠

معامل الهضم = (كمية الغذاء المهضوم / كمية الغذاء المستهلك)/١٠٠

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:

١. **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.
٢. **سلالة الحيوان:** يوجد بعض الفرضيات لذلك لكن التجارب العلمية لم تثبته حتى الآن.
٣. **عمر الحيوان:** تقل القدرة على الهضم عند الحيوانات المسنة قياساً بالناضجة.
٤. **كمية العليقة:** زيادة كمية العلف عن حد معين تخفض من معدل هضمها لأن فترة مكوثها في القناة الهضمية تقل مع زيادة الكمية .
٥. **التركيب الكيميائي لمادة العلف:** ينخفض معدل هضم السللوز عند ارتباطه باللجنين. كما أن كل زيادة قدرها (١%) من الألياف في العليقة تؤدي إلى انخفاض معامل الهضم للمادة العضوية الأخرى بمعدل (١%) عند الأبقار و (٢%) عند الخنازير.
٦. **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 (٨:١) 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 والفوسفور والمغنزيوم والصوديوم .

٧. **طريقة تحضير العلف :** مثل عمليات الطحن أو الجرش.
٨. **إضافة الأنزيمات:** أظهرت التجارب أن إضافة الإنزيمات المحللة للبنتوزات ومركب البيتاغلوكان إلى خلطات الدواجن والخنازير أعطت نتائج إيجابية على معامل الهضم.

****

المراجع العربية

١. الياسين ،فايز عبدو. البكور، يوسف . برصة ، جورج . ظلام، محمد سالم (٢٠٠٤) أساسيات تغذية الحيوان.القسم النظري. جامعة حلب . كلية الزراعة.
٢. نقولا ، ميشيل قيصر(٢٠٠٠) تغذية الحيوان . الجزء النظري . منشورات جامعة البعث . كلية الزراعة.
٣. العشري عبد المنعم ، محمد ابراهيم ، سيد عبد الرحمن (٢٠٠٧)تغذية الحيوان والدواجن. جامعة عين شمس . كلية الزراعة.

المراجع الأجنبية.

1. Champ M, Langkilde A-M, Brouns F, Kettlitz B and Le Bail Collet Y 2003 Advances in dietary fibre characterization. 1. Definition of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. *Nutrition Research Reviews* **16**: 71–82
2. Cottrill B and Rymer C 2001 *The Effect of Enhanced Supplementation of Trace Elements on the Health and Performance of Dairy Cows and on the Composition of Their Milk: A Report to the Milk Development Council*, project no. 99/T2/27, Cirencester, Milk Development Council
3. Debier, C and Larondelle, Y 2005 Vitamins A and E: metabolism, roles and transfer to offspring. *British Journal of Nutrition* **93**: 153–74.
4. Devlin T M (ed.) 2002 *Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations*, 5th edn, New York,Wiley-Liss.
5. Stevens C E and Hume I D 1995 *Comparative Physiology of the Vertebrate Digestive System*, 2nd edn, Cambridge, Cambridge University Press

نهاية قسم الدكتور نزار سليمان