

دكتور عبد الحميد محمد عبد الحميد

# تَغْذِيَّةُ الْحَيَوَانَ الْفَسِيُولُوجِيَّةُ



المكتبة الأكاديمية  
شركة مساهمة مصرية





# The Animal's Physiological Nutrition

## هذا الكتاب

ترتبط علوم التغذية ووظائف الأعضاء (الفسيولوجي) ارتباطا وثيقا، فكل غذاء يُمثل (يبلع ويهضم ويمتص في تيار الدم إلى جميع أنسجة الجسم فيؤثر في وظائف أعضائها)، ولقد تطورت واستحدثت من تحتها علوم فرعية، كالتدخلات الغذائية، والتغذية العلاجية، بل واستحدثت أغذية، كالأغذية الحيوية، والأغذية الهندسة (المعدلة) وراثيا، والتغذية المحاكاة (المفصلة حسب الطلب) وذلك من دراسة ومعرفة البروتينيوم (كالجينيوم أي الخريطة الوراثية أو الجينية للكائن)، وفي ظل تنامي الزيادة السكانية ومن ثم أيضا تنامي الطلب على البروتين الحيواني، ولمواجهة هذا الطلب فقد تم اتباع نظم الإنتاج المكثف في كل من الإنتاج الحيواني والداجني والسمكي، مما استلزم معه الاعتماد الكبير على العلائق الصناعية (لعدم كفاية المراعي والغذاء الطبيعي) لما لها من خاصية كفاءة التحويل الغذائي واقتصادية الإنتاج، مما أدى لدخول العلائق غير التقليدية في التغذية التطبيقية للحيوانات المختلفة، خاصة في ظل اشتعال الحرب على الدول النفطية لزيادة أسعار بترولها، فتوجهت كثير من الدول غزيرة الإنتاج النباتي إلى توجيه معظم إنتاجها النباتي إلى إنتاج الوقود الحيوي لتحل محل استيرادها للبترول، فشخت وفرة الأغذية والأعلاف، واشتعلت أسعارها، وتهدد الأمن الغذائي في الدول الفقيرة، أدى ذلك كله إلى ضرورة فهم أسس التغذية الفسيولوجية (وهو الاسم المستخدم في الدول الناطقة بالألمانية، فلا فصل بين التغذية والفسيولوجي)، لذا كان هذا الكتاب، الذي أرجو الله أن يكون إضافة للمكتبة العربية.

والله ولي التوفيق،،،

الناشر

ISBN : 977- 281- 406- 4

**ACADEMIC BOOKSHOP**  
EGYPTIAN JOINT-STOCK CO. CAIRO 2002



116140



**تغذية الحيوان الفسيولوجية**





# تغذية الحيوان الفسيولوجية

## Animal Physiological Nutrition

دكتور

عبد الحميد محمد عبد الحميد

أستاذ تغذية الحيوان بقسم إنتاج الحيوان  
كلية الزراعة - جامعة المنصورة



الناشر  
المكتبة الأكاديمية  
شركة مساهمة مصرية

٢٠٠٩

## حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠٠٩م - ١٤٣٠هـ

حقوق الطبع والنشر © جميع الحقوق محفوظة للناشر:

### المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ٩,٩٧٣,٨٠٠ جنيه مصرية

١٢١ شارع التحرير - الدقي - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون: ٣٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس: ٣٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

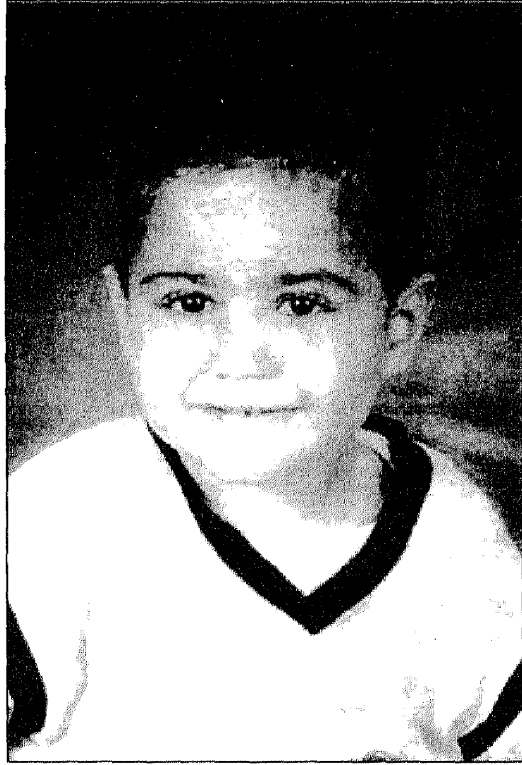
لا يجوز استنساخ أى جزء من هذا الكتاب بأى طريقة  
كانت إلا بعد الحصول على تصريح كتابى من الناشر .



# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿لَمَّا وَمِنَ النَّاسِ مَن يُعْجِبُكَ قَوْلُهُ فِي الْحَيَاةِ الدُّنْيَا وَيَشْهَدُ اللَّهُ عَلَى مَا فِي قُلُوبِهِ  
وَهُوَ أَلَدُ الْخِصَامِ، وَإِذَا تَوَلَّى سَعَى فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ  
وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ الْفُسَادَ، وَإِذَا قِيلَ لَهُ اتَّقِ اللَّهَ أَخَذَتْهُ الْعِزَّةُ بِالْإِثْمِ فَحَسْبِهِ جَهَنَّمُ  
وَلِبئْسَ الْمِهَادُ﴾ صدق الله العظيم (البقرة: ٢٠٤ - ٢٠٦).

من كلام النبوة الأولى: "إذا لم تستح فاصنع ما شئت"



إهداء إلى قرة عيني  
فأعز الولد ولد الولد  
(نور الدين وائل إبراهيم الغنيمي)

## مُتَكَمِّمَات

لقد نوه ديننا الحنيف عن تغذية الحيوان، فقال المولى سبحانه وتعالى:  
 ﴿الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا  
 بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّى، كُلُوا وَارْعَوْا أَنْعَامَكُمْ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّأُولِي النُّهَى﴾  
 صدق الله العظيم (طه: ٥٣-٥٤)

﴿إِنَّا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا، ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا، فَأَنبَتْنَا فِيهَا حَبًّا، وَعَنبًا وَقَضْبًا، وزَيْتُونًا  
 وَنَخْلًا، وَحَدائقَ غُلْبًا، وَفَاكِهَةً وَأَبًّا، مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ﴾ صدق الله العظيم  
 (عبس: ٢٥-٣٢)

وقال الرسول الأمين ﷺ "ما من مسلم غرس غرساً فأكل منه إنسان أو دابة إلا كان له  
 صدقة"

إن من أوجب واجبات علم تغذية الحيوان هي أن يوضح العلاقة بين استهلاك  
 الحيوان للعناصر الغذائية وبين مظاهر حياته (أو إنتاجاته). وتدل أبحاث تغذية الحيوان  
 على العلاقة القوية بين العلوم الحيوية وارتباطها ببعضها، وعلى الأخص علم وظائف  
 الأعضاء Physiology، وعلم الكيمياء الحيوية Biochemistry. وعليه فإن القيم الغذائية  
 تعد انعكاساً وترجمة للمعرفة بالعلاقة الفسيولوجية الغذائية، مما يجعل من تربية الحيوان  
 عملية اقتصادية مقننة، وعلى الأخص لو أدركنا أن التغذية تكلف حوالي ٥٠ - ٦٠% من  
 جملة تكاليف الإنتاج، ومن هنا تلعب تغذية الحيوان دوراً محدداً مهماً في اقتصاديات هذا  
 الفرع من الإنتاج. وأبعد من ذلك فإن علم تغذية الحيوان يعد محصلة لكثير من العلوم  
 الأساسية والطبيعية التطبيقية، من كيمياء بفروعها المختلفة، وتربية الحيوان ورعايته  
 وكذلك الإحصاء.

وبالنظر في تاريخ تغذية الحيوان وتطورها فقد بدأ بالعالم الكيميائي A. Lavoisier  
 (1794 - 1743) كأول من أرشد إلى طريق الأبحاث التجريبية للتمثيل الغذائي. وفي  
 النصف الأول من القرن التاسع عشر تبعه اكتشاف العناصر الغذائية الأساسية. ثم تعرف  
 العالم J.V. Liebig (1873 - 1803) على الأهمية النوعية لعناصر غذائية معينة في  
 التمثيل الغذائي، ثم قسم هذه العناصر الغذائية إلى البروتينات (بانيات الأعضاء)  
 والكربوهيدرات والدهون (مكونات الدفء).

الألمان من أوائل من بحثوا في تغذية حيوانات المزرعة العلمية على يد تار Thae  
 (سنة ١٨١٠) الذي نشر جداول بمعادل الدريس، ثم فولف Walff (سنة ١٨٦٤) الذي  
 تناول العناصر المهضومة ثم تناولها كذلك ليمنان Lehman (سنة ١٨٩٦). لقد

تعرف A. Thaer (1752 – 1828) بالفعل على الأهمية الاقتصادية لتقييم العلف، وقد وضع مفتاحاً لتقييم مواد العلف المستعملة، وأسماه بقيمة الدريس Hay worth، وقد راعى فيه فقط الوزن المقارن للعلف والحيوان، دون مراعاة للمحتوى من العناصر الغذائية. وفى هذا التقييم يتساوى فى الأثر ٩٠ كيلوجرام دريس برسيم جيد مع ٢٠٠ كيلوجرام بطاطس أو ٤٦٠ كيلوجرام بنجر.

ثم توالى نتائج البحوث ووضع أساس مضبوط للتقييم الغذائى على أساس تحليل العناصر الغذائية، فقد حدد E.V. Wolff (1818 - 1894) خلاف العناصر الحاوية على نيتروجين والخالية من النيتروجين، حدد كذلك الألياف غير الذائبة فى الأحماض والقلويات التى ارتأها غير قابلة للهضم، ومن نسبة الألياف إلى العناصر الأخرى حدد درجة الاستفادة Utility grade.

طوّر W. Henneberg (1825-1890) ما سمي بتحليل فند Weender analysis للأعلاف، والذى يستخدم حتى اليوم فى معظم دول العالم كأساس لتقييم الأعلاف. كما أجرى تجارب هضم لأول مرة من خلال تقدير كمى للعناصر الغذائية فى كل من العلف والروث. وفى السنوات التى تلت ذلك أجرى العلماء (Zuntz 1847 – 1920, O.Kellner 1851-1911 and Rubner 1854 – 1932) أول تجارب تمثيل غذائى شامل وطوروا نظاماً لتقييم العلف حرارياً مازال حتى اليوم له أهمية كبرى فى الناحية العملية، وهو القيمة النشوية (S.V.) Starch value.

وفى غضون المائة سنة التالية اكتشفت الأحماض الأمينية والفيتامينات والمعادن وفى العقود التالية تم إيضاح مكافئ البروتين. وفى العصر الحالى اتجه البحث إلى مجال الهرمونات والإنزيمات، وكذلك هناك اتجاه لإيجاد قيم محددة قابلة للقياس توضح حالة التغذية وقيمة العلف سميت بعد ذلك بالوظائف الإنتاجية Productive functions، والتى استخدمت لحساب الجوانب الاقتصادية.

ولقد رأينا أنه لا يوجد ربط فى كتب التغذية العربية بين الطرق المختلفة المستخدمة فى تغذية حيوانات العالم، فتنبع بعض الكتب النظام الأمريكى، وتنبع كتب أخرى النظام الأوروبى، لذلك قمنا بمقارنة النظم الدولية المختلفة المستخدمة فى تغذية الحيوان لتتبع أفضلها، كما راعينا ألا نغفل الأسس العلمية لتغذية الحيوان بجانب التغذية التطبيقية لمختلف أنواع الحيوانات والأسماك والتى غفلتها كثير من الكتب.

إن تغذية الحيوان هى أحد العوامل البيئية المهمة المؤثرة على الصفات الاقتصادية أو الإنتاجية للحيوان الزراعى، والتى تعتبر محصلة نهائية لتفاعل كل العوامل البيئية مع العوامل الوراثية المؤثرة على هذه الصفات، فإما أن تخفى أو تظهر القيمة الحقيقية للكفاءة الإنتاجية لهذه الصفة فى الحيوان. فمهما امتلكت الحيوانات من تراكيب وراثية ممتازة تؤهلها للإنتاج العالى، فإنها تعجز عن إعطاء هذا الإنتاج إن لم تتمكن من الحصول على حاجتها من الغذاء المناسب كما ونوعاً لإظهار فعل هذه التراكيب الوراثية، كما أن كثرة

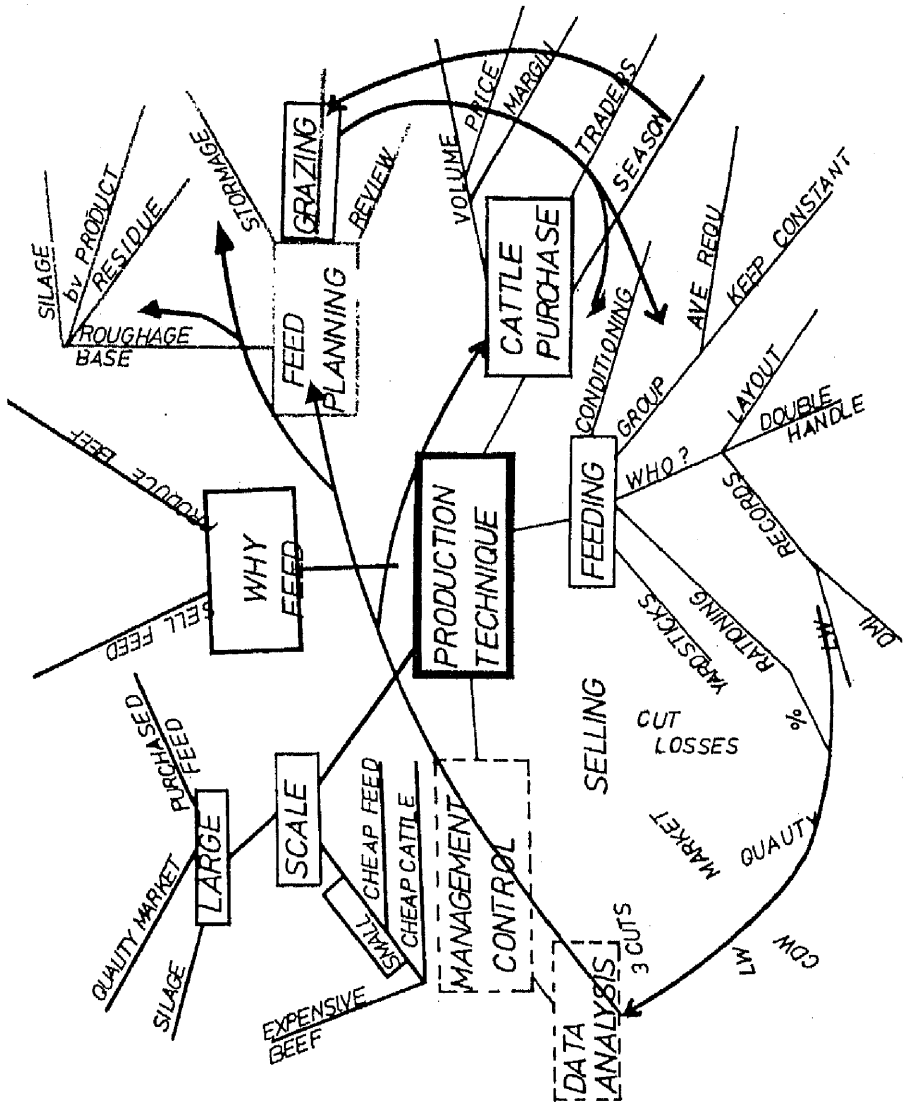
الغذاء مع عدم وجود هذه العوامل المسؤولة عن الإنتاج العالى لا فائدة منها فى زيادة الإنتاج، علاوة على أنها غير اقتصادية . وتغذية الحيوان هو علم وفن يهتم بنوع وكمية العناصر الغذائية الضرورية اللازمة لاستمرار الحيوانات المختلفة على قيد الحياة، وكذا لنموها وإنتاجاتها المختلفة، كما يهتم علم تغذية الحيوان بدراسة مواد العلف بأنواعها وتركيبها ومواصفاتها وأسعارها كذا تراكيب أفضل العلائق من مواد العلف المختلفة، كما يهتم بكل ما له صلة بمواد العلف وعلاقتها ببيولوجية الحيوانات وفسيولوجية أعضائها .

المستهدف تنمية الثروة الحيوانية ليصل نصيب الفرد المصرى من البروتين الحيوانى عام ٢٠١٧م إلى ٢٨ جم يوميا بدلا من ٢٢ جم حاليا . ومن فضل الله - سبحانه وتعالى - أن تتغذى الحيوانات على ما لا يصلح لتغذية الإنسان، وعليه يعتبر الحيوان وسيلة اقتصادية مهمة لاستهلاك الحشائش ومخلفات المزارع والمصانع وغيرها مما لا يصلح أن يكون غذاء للإنسان، محولا هذه المواد إلى صور إنتاج عديدة من لبن ولحم وصوف وفراء، وكذلك لإنتاج العمل وإنتاجات جانبية قيمة، سواء سماد أو مخلفات مذابح من قرون وحوافر ومحتويات كرش ومساحيق جثث ولحم ودم، وما ينتج عنها كذلك من أحماض أمينية وبلازما وخلافه، مما يدخل فى صناعة العقاقير وأدوات التجميل والصناعات المختلفة سواء نسيج أو ورق أو غراء ..... إلخ .

فيهتم علم تغذية الحيوان بدراسة مختلف أنواع الأعلاف الحيوانية وتركيبها الغذائية (وغير الغذائية)، وتقييمها الغذائى، واحتياجات الحيوانات الغذائية المختلفة باختلاف مراحل العمر والإنتاج، وميتابوليزم المغذيات المختلفة، بهدف الوفاء باحتياجات الحيوانات الغذائية المثلى لأفضل إنتاج اقتصادى دون الإسراف أو النقص .

هذا وقد عرف تحضير العلف المحبيب Pellets والتغذية عليه منذ عام ٢٣٩٠ ق.م . كما توضحه صورة على مقبرة ميرروكا Mereruka فى صقارة فى عهد المملكة القديمة (الأسرة السادسة) فى عهد الملك تيت Teti .





التغذية كاهم عامل بينى يؤثر فى الإنتاج الحيوانى

# **الفصل الأول**

## **أعلاف الحيوانات وإضافاتها العلفية**

**Animal Feeding Stuffs**

**And Feed Additives**



## الفصل الأول

### أعلاف الحيوانات وإضافاتها العلفية Animal Feeding Stuffs and Feed Additives

#### مواد العلف Feedingstuffs

تعرف مواد العلف بأنها عبارة عن المواد الغذائية التي تستعمل مباشرة أو بعد تحضيرها وتجهيزها، بحيث تصبح صالحة وملائمة لغذاء الحيوان، وذلك سواء في صورة منفردة أو مخلوطة بمواد علف أخرى، ويسمى الجزء من مواد العلف اللازم للمحافظة على حياة الحيوان وبناء جسمه بالعليقة (الاحتياجات) الحافظة، وما زاد عن ذلك يحول في جسم الحيوان إلى إنتاج ويسمى الجزء من الغذاء الذي يستخدم لهذا الغرض بالعليقة (أو الاحتياجات) الإنتاجية.

#### تقسيم مواد العلف:

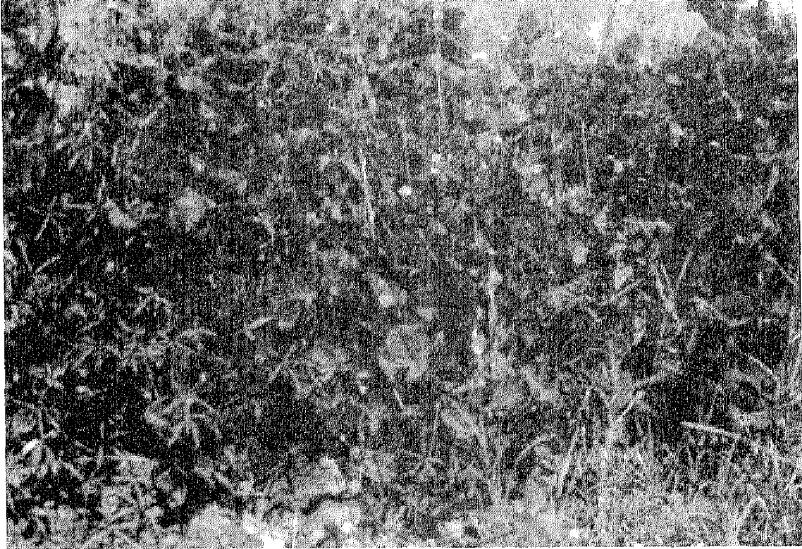
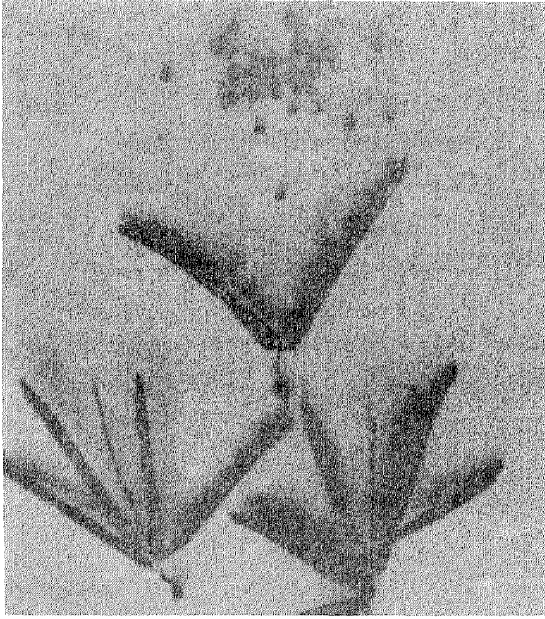
تقسم مواد العلف بعدة طرق أهمها ما يلي:

أولاً: طبقاً لمصدرها، فتقسم إلى:

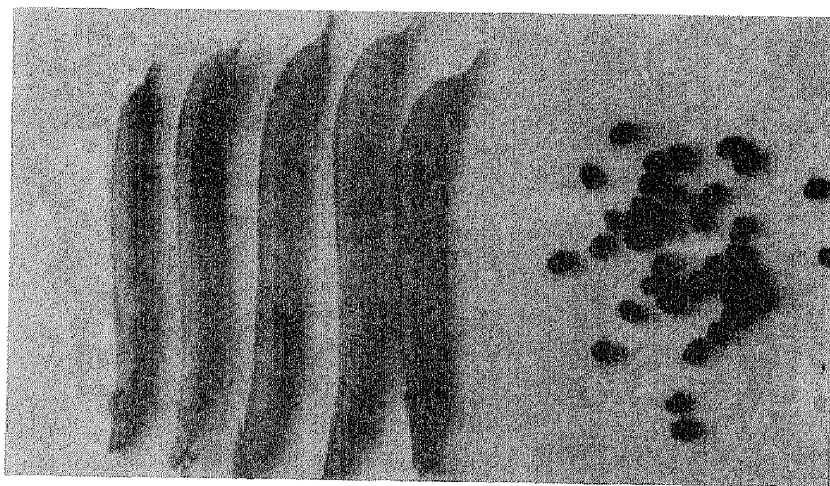
- ١- أعلاف خضراء.
- ٢- أعلاف خضراء محفوظة.
- ٣- قش وعصافه.
- ٤- جذور ودرنات ومخلفاتها.
- ٥- حبوب نجابية.
- ٦- حبوب بقولية.
- ٧- مخلفات الحبوب من مخلفات المطاحن ومصانع النشا.
- ٨- مخلفات مصانع الزيوت والدهون.
- ٩- أعلاف من كائنات حية دقيقة وطحالب.
- ١٠- أعلاف من أصل حيواني.
- ١١- أعلاف معدنية.

ثانياً: طبقاً لتركيبها ومحتواها المائي، فتقسم إلى:

- أ) أعلاف خشنة Roughages كالدريس والقش، ومحتواها من الألياف الخام أعلى من ٢٠%.
- ب) أعلاف عسيرية Moist، وهي أعلاف خضراء وأعلاف متخمرة وجذور ودرنات، ومحتواها من الماء ٦٠ - ٩٠%.
- ج) أعلاف مركزة Concentrates، وهي تحتوى على أقل من ١٥% ماء و ٢٠% ألياف خام.



نباتات وثمار الفليبيسارا كمرعى أخضر



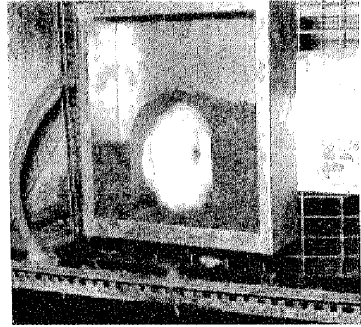
نباتات وثمار الكليثوريا كمرعى أخضر



بنجر العلف



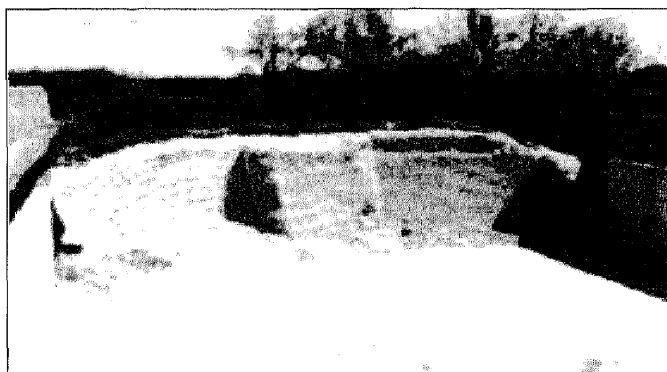
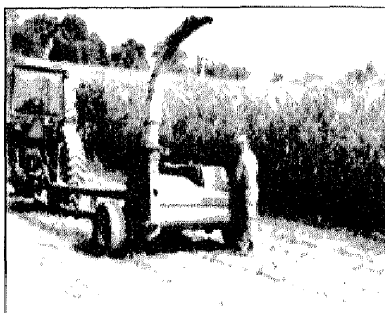
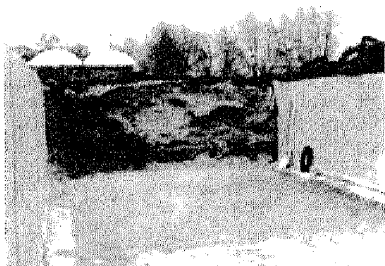
أعلاف خشنة (قش أرز)



أعلاف مركزة



قصب سكر



سـيلاج أنـذرة





سيلاج أفرة

ثالثاً: طبقاً لأهم مكوناتها، فتقسم إلى:

- (أ) أعلاف غنية بالطاقة، وهى أعلاف مركزة، تركيز الطاقة فيها أعلى من ٥٠٠ وحدة نشا لكل وحدة وزن، أو تقدر بكمية المواد الغذائية المهضومة الكلية TDN لكل كجم.
- (ب) أعلاف غنية بالبروتين، وتحتوى على أكثر من ٣٠% بروتين خام.
- (ج) مركزات بروتين، وتحتوى على أكثر من ٤٤% بروتين خام.
- (د) أعلاف معدنية غنية بالمكونات غير العضوية.

رابعاً: طبقاً لعدد المكونات للعليقة، فتقسم إلى:

- (أ) مواد العلف الفردية Separate، وهى المنتجات أو المخلفات التى تتكون من أجزاء وأنواع مختلفة من النباتات والحيوانات كالدريس ومسحوق السمك.
- (ب) العلف المخلوط Mixed Feed ويتكون من اثنين أو أكثر من مواد العلف الفردية.

خامساً: طبقاً لغرض الاستعمال، فتقسم إلى:

- (أ) علف موحد Complete Feed Mixture، وهو مادة علف تقى بمفردها بجميع الاحتياجات الغذائية للحيوان.
- (ب) مكملات أعلاف Supplements، وهى التى تكمل المحتوى الغذائى لمادة علف أو عليقة ما أخرى.

سادساً: طبقاً لاقتصاديات المزارع والأسواق، فتقسم إلى:

- (أ) مواد علف من إنتاج المزرعة، وهى أعلاف أساسية.
- (ب) مواد علف تجارية للإتجار، وهى منخفضة المحتوى المائى وقابليتها للتخزين عالية.

وعموماً تقسم مواد العلف إلى مواد علف خضراء شتوية وصيفية ومعمرة، وكذلك مواد علف جافة خشنة ومركزة، كما تتضمن الإضافات الغذائية.

وفيما يلى عرض مبسط لهذه المواد:

أولاً: مواد العلف الخضراء Green Forages:

وهى مواد علف مرتفعة فى نسبة الماء ومنخفضة فى نسبة المادة الجافة (٣٠-٨٠%)، إلا أنها من أغنى المواد الغذائية بالكاروتين المولد لفيتامين ( أ )، وغالباً ما تسبب هذه الأعلاف انتفاخاً للحيوانات، خاصة عند التغذية عليها بعد العليقة الجافة، لذا تعطى تدريجياً ومع مواد مالئة جافة كالتبن مثلاً، وتتكون مواد العلف الخضراء من:

- (أ) أعلاف شتوية: ومنها البرسيم والجلبان وعلف الراى.
- (ب) أعلاف صيفية نجيلية: كحشيشة السودان والذرة السكرية الرفيعة (النجرو) والذرة الريانة والدخن والذنبية والأمشوط (النسيلة).
- (ج) أعلاف صيفية بقولية: مثل الكشرنجيج (لبلاب) ولوبيا العلف، كما يقدم فى الصيف أيضاً أنواع السيلاج.
- (د) أعلاف معمرة كالبرسيم الحجازى وعلف الكمفر.
- ثانياً: مواد العلف الجافة Dry Feeds:

تتميز هذه المواد بانخفاض نسبة الماء، وتقسم إلى:

- (أ) أعلاف خشنة مرتفعة فى نسبة الألياف ومنخفضة فى نسبة البروتين، ولها معدلات هضم منخفضة، لذا فهي تستخدم لملء الكرش أساساً لإحساس الحيوان بالشبع ولأهمية العلف الخشن للهضم الميكانيكى، وهناك أعلاف خشنة منخفضة القيمة الغذائية (كالقش والتبن)، وأعلاف مالئة أخرى ذات قيمة غذائية عالية كالدريس. ومن الأعلاف الخشنة: دريس البرسيم، والأعشاب البحرية المجففة، ومخلفات المحاصيل النجيلية والبقولية، ومخلفات جنى القطن، وكسر القصب وجمع الخضر (سيقان وأوراق وأغلفة نباتية)، وهى أتبان وأحطاب وقش وعروش وقشور ولب.
- (ب) أعلاف مركزة مرتفعة فى نسبة المواد الغذائية كالنشا والبروتين، وهى ذات معدلات هضم مرتفعة وأليافها قليلة، وقد تكون قليلة البروتين كالحبوب مثل الذرة والشعير، أو متوسطة البروتين (١٢ - ٢٥%) كالقول وبعض أنواع الكسب ومخلفات المطاحن، أو غنية بالبروتين (حوالى ٤٠%) مثل مساحيق اللحم والدم واللبن وبعض أنواع الكسب. والأعلاف المركزة إما نباتية كالحبوب (ذرة، شعير، ذنبية) والبدور (فول، قطن) ومخلفات معاصر الزيوت (أكساب) ومخلفات المطاحن والمضارب (نخالة قمح وشعير وذرة، دق الفول، سن العدس، رجيع الأرز وكسر الأرز) ومخلفات نباتية للمصانع (جلوتين الذرة، مخلفات نشا الذرة والأرز، مولا، نقل بييرة، جذيرات الشعير النابتة الجافة)، أو قد تكون الأعلاف المركزة حيوانية المنشأ كاللبن ومخلفات مصانع الألبان (لبن كامل، لبن فرز، لبن خض، شرش اللبن)، ومخلفات مجازر (مسحوق دم، مسحوق لحم، مسحوق أجسام حيوانات نافقة، مسحوق عظام، مسحوق ريش)، ومخلفات مصانع الأسماك (مساحيق سمك وجمبرى وسردين، ذئاب سمك، زيت سمك). ومن الأعلاف المركزة كذلك المواد المحضرة صناعياً كالبوريا والبيوريت.

ولقد بلغ إنتاج العالم عام ٢٠٠٤م حوالى ٨٦٢ مليون طن أعلاف مصنعة (طبقاً للمنسحب من الحبوب وأكساب البدور الزيتية)، وسيزيد الطلب مستقبلاً حتى تغطى المواد

الخام المتوفرة المطلوب منها عشرة سنوات مقبلة فقط. وسيزيد إنتاج وتصدير الصويا بشدة في البرازيل والأرجنتين وسيزيد إنتاج وتصدير الأذرة في الولايات المتحدة والأرجنتين ولحد ما في أوروبا الشرقية. وعلى المدى البعيد ينبغي على الدول الأفريقية أن تنمو لتوفير حبوب العلف وإنتاج اللحوم لسكان العالم الذي سيبلغ عام ٢٠٥٠م ما يزيد عن ٩ بليون نسمة، وهذا النمو المنشود يتوقف على عديد من العوامل تتضمن الرغبة السياسية، سياسة الحكومات، الاستثمارات في البنية التحتية، إضافة للتأثيرات البيئية.

ثالثاً: إضافات الأعلاف **Feed Additives**: وتشمل الآتى:

- (أ) أملاح معدنية وتشمل الكالسيوم، الفوسفور، الصوديوم، الكلور، البوتاسيوم، الحديد، النحاس، المنجنيز، الماغنسيوم، اليود، الكوبلت، الكبريت.
- (ب) فيتامينات ومنها أ، د، هـ، ك، ج، النياسين، حمض البانتوثنيك، الكولين، البيوتين، وفيตามินيات ب١، ب٢، ب٣، ب١٢، ب٦.
- (ج) مضادات حيوية، وأهمها أرومايسين، تراميسين، بنسلين، باستراسين، ستربتوميسين.
- (د) هرمونات، مثل سثلبسترون، ثيروكسين، تستسترون.
- (هـ) مضادات أكسدة، وأهمها بروبايل وأكتايل أودوبسايل جالات.

### الرعى والمراعى **Pasture and Forages**

يرتبط انتشار الحيوانات أساساً بانتشار المراعى، فالمرعى (طبيعياً كان أو صناعياً) هو البيئة الطبيعية لتربية الحيوانات، والمرعى الطبيعي هو الذى تتمو فيه الحشائش والأعشاب برياً من تلقاء نفسها، بينما المراعى الصناعية يزرعها الإنسان ويرعاها بالخدمة والتسميد، فهي محاصيل حقل أساساً.

ويجب أن يتوفر فى المرعى عدة اعتبارات، منها مايلي:

- ١- أن يكون المرعى صغير العمر، فكلما صغر عمر النباتات ازدادت طراوة واستساغة لقلة محتواها من الألياف، وزيادة البروتين والأملاح والفيتامينات
- ٢- أن يكون المرعى كثيفاً، فكلما زاد ما تعطيه وحدة المساحة من غذاء كلما وفرنا عناء الحيوانات فى البحث عن الغذاء، فالحيوانات تقضى ٥٠% تقريباً من وقتها فى المرعى الجيد، بينما تحتاج إلى ٦٢% من وقتها فى المراعى الرديئة وهذا بالتالى يؤثر على صافى الجهد المستفاد به الحيوان فى إنتاجاته ووظائفه.
- ٣- ألا يقل ارتفاع نباتات المراعى عن ١٥ سم، لكى تتناسب رعى الماشية، بينما الأغنام يمكنها أن ترعى على النباتات الأقصر طولاً، لذلك يجب رعيها بعد الماشية.

- ٤- أن يتوفر فى الوقت الذى تشتد فيه درجة حرارة الجو حتى يرطب جسم الحيوان، وإن كان ذلك لا يتوفر فى مصر إذ يوجد البرسيم المسقاوى على مدار ستة أشهر (من نوفمبر وحتى مايو)، بينما الواجب التوسع فى زراعة البرسيم الحجازى ولوبيسا العلف وغيرها خاصة فى مناطق الاستصلاح لتوفير المرعى الأخضر صيفا.
- ٥- أن تسكن الحيوانات بالقرب من المراعى حتى يتوفر جهد الحيوانات الذى يبذل فى السير إلى مكان المرعى.



### مراعى طبيعية للحيوانات

ويمكن رعى الحيوانات بطريقة من الطرق الآتية:

- ١- رعى طليق: أى تطلق الحيوانات فى المرعى دائماً كما تشاء، فتؤدى إلى عدم انتظام نمو النباتات وقلة الاستفادة منها.
- ٢- رعى دورى: وفيه تقسم المرعى إلى أجزاء تبعا لأعداد الحيوانات ونوعها وكثافة المرعى، ويستزرع جزء من المرعى، وتعطى نباتاته فرصة للنمو، بينما ترعى الحيوانات فى جزء آخر، وتقسم المراعى إلى أربعة أجزاء تتدرج النباتات فى العمر فى ثلاثة أجزاء منها لترعاها الحيوانات تباعا مع ترك الجزء الرابع من المرعى كاحتياطى لأى ظرف يطرأ على جزء من الثلاثة الأخرى من المرعى.

٣- رعى مقفل: وفيه ينظم المرعى فى مساحات محدودة يتم تحديدها بسلك كهربائى يمر به تيار ضعيف، فإذا ما اقترب منه الحيوان أحس بصدمة كهربائية فيعود فى الاتجاه المضاد ناحية الحيوانات الأخرى، وقد يسور المرعى بأسلاك شائكة أو خشب أو مواسير أو خلفه.

٤- رعى بالطوال: وفيه يربط الحيوان فى وتد فى المرعى، ويحدد له طول الرباط (الذى يوثقه بالوتد) حسب المساحة المخصصة له، وهى مساحة دائرية نصف قطرها هو طول هذا الرباط، وهى الطريقة المتبعة فى مصر.

### حمولة المرعى Carrying Capacity of Pasture

ويقصد بها عدد الحيوانات التى يمكن أن تتغذى على إنتاج وحدة المساحات من المرعى فى الموسم أو فى العام، حسب نوع المرعى إذا كان مرعى موسمياً أو مرعى مستديماً. وفيما يلى حمولة الفدان الواحد من المرعى بالرأس من الحيوانات المختلفة:

| المرعى       | أبقار | جاموس | عجول متوسطة | عجول صغيرة |
|--------------|-------|-------|-------------|------------|
| برسيم مسقاوى | ٣     | ٢,٥   | ٦           | ١٠         |
| برسيم حجازى  | ٦     | ٤     | ١٢          | ٢٠         |
| دراوة        | ٤     | ٣     | ٨           | ١٥         |

علماً بأن فدان البرسيم المسقاوى يعطى ٦ أطنان برسيم فى المتوسط كل حشة، ويعطى ٤ حشات فى الشتاء، وفدان البرسيم الحجازى يعطى ٦ أطنان برسيم فى المتوسط لكل حشة، ويعطى ١٠ حشات فى العام، وفدان الدراوة يعطى ١٢ طناً دراوة فى المتوسط لكل حشة، ويعطى ٢ حشة صيفاً.

والأراضى المنتجة للبرسيم فى مصر تعد مراعى صناعية، ومساحاتها متفاوتة من سنة لأخرى، ومرتبطة بالدورة الزراعية، إلا أنه قد توجد فى مصر كثير من الأراضى التى يمكن استزراعها كمراعى، وهى تمتد فى منطقة الواحات (خاصة الوادى الجديد ووادى النطرون) ومناطق الساحل الشمالى للدلتا (ويدخل فى نطاقها البحيرات الشمالية)، ومناطق شمال ترعة النوبارية، ومنطقة قناة السويس، والصالحية، وكذلك الأراضى الصحراوية فى الساحل الشمالى لشبه جزيرة سيناء والصحراء الغربية.

### مصادر الأعلاف غير التقليدية:

نظراً لنقص الأعلاف الحيوانية من جهة ووفرة مخلفات المحاصيل الزراعية ونواتج التصنيع الزراعى من جهة أخرى، فقد اتجه البحث العلمى بجهود مكثفة لمحاولة تقييم تلك المخلفات من الناحية الغذائية، وقد أدت هذه البحوث إلى إدخال كثير من هذه

المخلفات ضمن مكونات العلائق، والتي يطلق عليها حديثاً الأعلاف غير التقليدية، والتي دخلت ضمنها سرسة الأرز المطحونة بنسب عالية، وأنشئ لها خصيصاً مصنعاً فى الزقازيق وآخر فى شربين، كما تستخدم أيضاً منذ فترة قش الأرز وحطب الذرة فى صورتيهما أو بعد معاملتهما بالكيماويات (حقن بغاز الأمونيا أو رش محللول الصودا الكاوية أو محللول أيدروكسيد الكالسيوم أو بمحللول اليوريا أو بالأحماض المختلفة أو بمحاليل قلووية من نواتج الصناعات المختلفة) فى تغذية المجترات، بل وتطرقـت هذه الاستخدامات لحد استعمال القوالح وأنبان المحاصيل المختلفة، وورق الموز، وعروش الخضراوات المختلفة، ومخلفات صناعة السكر، وكذلك مصاصة القصب، ومخلفات مصانع العصائر والمربات وتجهيز الخضراوات، ومخلفات المخابز والمطابخ والمطاعم والأسواق والنباتات المائية كورد النيل وعدس الماء والحشائش المختلفة والطحالب، بالإضافة إلى المخلفات الحيوانية من محتويات كرش (الفرث) وأرواث الماشية والدواجن والريش والبيض اللايح.

#### المنتجات الشبيهة بالمولاس:

أ) مستخلص الهيميسيليلوز Hemicellulose extract: وهو ناتج ثانوى فى تصنيع الكرتون، فناتج هضم لب الخشب بالبخار يكون له درجة حموضة ٣ - ٤، فيبخر ليزداد قوامه ولزوجته ويصير داكناً محتوياً على ٦٠ - ٦٥% مواد صلبة، وقد يعامل بالقلوى لرفع درجة حموضته إلى ٥ - ٦. وهو شبيه بمولاس القصب، إلا أن طعمه وقيمته الغذائية تختلف. ويمكن أن يحل محل ثلث إلى نصف كمية مولاس القصب أو مولاس البنجر فى عليقة ماشية اللحم، ويفضل خلطه مع العليقة الكالية.

ب) ذائبات ماء نقع الحبوب Corn steepwater solubles: عند تصنيع النشا والجلوكوز من الحبوب، فإن الحبوب تنتقع وتطرى فى محللول حمض الكبريتوز الضعيف، وتزال المواد الصلبة بالطرد المركزى أو التصفية، والمتبقى يتم تكثيفه بتبخير الماء، فتنتج مادة سميكة هى ذائبات ماء نقع الحبوب المحتوية ٢١% بروتين ذائب فى الماء ليحل محل نصف كمية مولاس القصب فى علائق ماشية اللحم، وإن كان غير مستطعم كمولاس القصب، لذلك لا يحل محله كلية فى التغذية السائلة.

ج) مولاس الحبوب Corn molasses: ناتج ثانوى لإنتاج النشا من الحبوب. يحتوى حتى ٦٥% سكر، ولا يحتوى بروتين، وهو أرخص من مولاس القصب، لذلك فإنه يحل محل مولاس القصب فى العلائق، وإن كان أقل استساغة من مولاس القصب.

د) ذائبات المولاس المكثفة Condensed molasses solubles: يحتوى مولاس القصب ومولاس البنجر أكثر من ٦٠% سكر، فيمكن تخمرهما لإنتاج عديد من المنتجات، كحمض السيترك والإيثانول، والمتبقى من هذه العملية يمكن تبخيره

ليصل إلى قوام المولاس، وليحل جزئياً محل المولاس في علائق الماشية. وهذا المنتج يحتوى ١٠ - ١١% بروتين خام، وحوالى ٥٥% مستخلص خالى الآزوت.

هـ) شرش الجبن المخمر المعامل بالأمونيا المكثف **Fermented ammoniated condensed whey (FACW)**: يحتوى شرش الجبن على سكر اللاكتوز، الذى يخمر إلى حمض لاكتيك، ثم يعادل بالأمونيا لإنتاج لاكتات أمونيوم، وبزال منه بعض الماء لإنتاج منتج به ٥٠% مواد صلبة، ليكون العنصر الأساسى فى السوائل المقدمة للمجترات، ويتوقف استخدامه على سعر المولاس من القصب ومن البنجر.

تستفيد المجترات من البروتينات المحمية **Bypass (protected) proteins** بوصولها إلى أماكن الامتصاص أو على مستوى الأنسجة. ويمكن الحصول على هذا البروتين بمعاملته بالتانينات أو بالألدهيدات أو بالتسخين (دون الدنترة).

تشكل مخلفات قصب السكر العالمى ٢٠٠ مليون طن زعازيع **Cane tops** (وزن طازج)، ٦٠ مليون طن مصاصة **Bagasse** (وزن جاف)، ٥ مليون طن رواسب ترشيح **Filter muds** (وزن جاف هوائى)، ١٦ مليون طن مولاس **Molasses** (٨٠% مادة جافة). وتستخرج القيمة الحرارية للمصاصة (CV) من المعادلة:

$$\text{net CV} = 18\,309 - 31.3\,S - 207.3\,W - 196.1\,A \text{ (KJ/Kg)}$$

حيث  $S = \%$  جوامد ذائبة،  $W = \%$  رطوبة،  $A = \%$  رماد

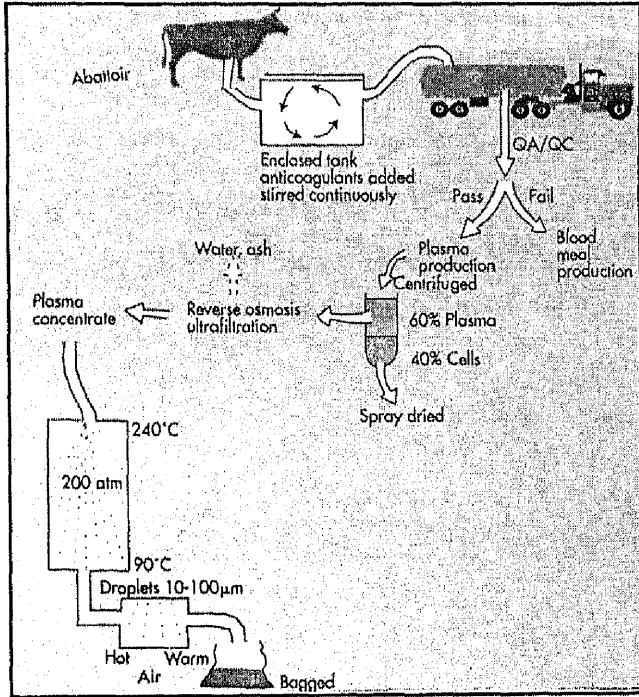
إذا كانت الرطوبة صفراً والجوامد الذائبة ٢%، والرماد ٣% فإن القيمة الحرارية الصافية للمصاصة الجافة هذه = ١٧٦٥٩ كيلو جول/كجم، ومتوسط تركيب المصاصة ٤٨% ألياف (ورماد)، ٥٠% رطوبة، ٢% جوامد ذائبة. وتتركب الألياف أساساً من السيليلوز (٢٧%)، والبننوزانات (٣٠%)، واللجنين (٢٠%)، والرماد (٣%).

مخلفات قصب السكر المستخدمة فى تغذية الحيوان هى كسب (رواسب) الترشيح، المصاصة (ناتج العصر)، المولاس، الأوراق (الزعازيع)، وقد تستخدم النباتات كاملة كمراعى خاصة فى مواسم الجفاف، كما حدث فى المكسيك وترينيداد وتاباجو، كما يستخدم سيلاج نباتات قصب السكر فى تغذية الحيوان فى الفلبين. وفى الصيف فى الفلبين يقدم لحيوانات اللبن عليقة من ٦٠% نباتات قصب سكر كاملة مقطعة + ٤٠% حشيشة النابير المقطعة، بمعدل ١٥ - ٢٠ كجم/حيوان مع ١٠ - ١٥ كجم حبوب منبئة للحيوان الحلاب. هذا ويستخدم عصير قصب السكر بدلاً من الحبوب فى تغذية الخنازير على مستوى تجارى فى جمهورية الدومينيكان، مع تزويد العليقة بالبروتين (أساساً من الصويا). كما قد يستخدم العصير كذلك فى تغذية الدواجن. وفى كولومبيا عندما انخفض سعر السكر استخدم عصير قصب السكر مع اليوريا ليحل محل معظم المركبات لحيوانات اللبن، وإن أدت إلى انخفاض اللبن من ١٤ إلى ١٢,٥ كجم/رأس، إلا أن الدهن ارتفع من ٣,٣ إلى ٣,٨٥% فى مجموعة فريزان نقى، لكن فى مجموعة أخرى من



الحيوانات الخليطة بالفريزيان (١٠٠ حيوان) زاد اللبن من ١٠ إلى ١٢ كجم، كما زاد الدهن من ٣,١ إلى ٣,٧٥%، وتحسنت حالة الحيوانات من حيث الخصوبة على الأخص.

ويتركب المولاس في المتوسط من ٢٠% رطوبة، ٣٥% سكروز، ٩% فركتوز، ٧% جلوكوز، ٣% سكريات أخرى مختزلة، ٤% كربوهيدرات أخرى، ٤,٥% مركبات نتروجينية، ٥% أحماض غير نتروجينية، ١٢% رماد، ٥% مواد أخرى. وتؤدي التغذية بحرية على المولاس إلى التسمم المصحوب بسبيلة اللعاب وسقوط الرأس لأسفل، والحك في السور أو في الطوايل، وتتاثر الرؤية وقد تعمى الحيوانات، وتهيج الحيوانات ويبدو عليها الجنون أو السكر، مما يشير إلى تلف المخ ونكزرة النخاع العظمى والقرنية والمخ، وقد ترجع النكزرة لنقص إمداد مخ الحيوان بالطاقة إما لنقص الثيامين، أو لارتباط الثيامين في الكرش، أو بفعل الثياميناز في الكرش، أو لنقص الجلوكوز. وقد يبدو أن السبب الأساسي لتسمم المولاس راجع لتحديد كمية المراعى (ونوعها) المأكولة مع المولاس، لذا لا تظهر التسمم مع احتواء العليقة على تبن الشعير أو القمح، أو المراعى الغنية بالبروتين كالبرسيم الحجازي وأوراق الكاسافا والبطاطا. وعليه فخير علاج للحيوانات



منتجات عرضية حيوانية (مسحوق دم ومركبات بلازما)

بمراقبة الجودة [QC] وتأمينها [QA] Quality Assurance  
يجرى إنتاج بروتين البلازما (كمكون علفى خالى المخاطر) فى نظام مغلق مضمون  
الأمن الحيوى Biosafety من المجرر (الجميع خطوات التصنيع) لإنتاج مسحوق الدم  
ومسحوق البلازما (المتضمنة ٥٠% ألبومين، ٣٠% ألفا-جلوبيولين، ١٥% بيتا-  
جلوبيولين، ٥% فبرين) ومسحوق العظام والدهون خالية البكتريا والفيروسات (لضمان  
جودة وأمان استخداماتها كعلف أو لاستخدامها كمكونات طبيعية ومجالات فى منتجات  
اللحوم، وكأسمدة، وفى مستحضرات التجميل وفى التشخيص للأمراض، وفى صناعاتى  
الورق وفى التكنولوجيا الحيوية). فالماشية تحتوى من وزنها ٣ - ٤% دهون، ٣ -  
٤% دم، ٨% محتويات كرش وأمعاء، مما يوضح أهمية استغلال هذه المخلفات غير  
المأكولة للإنسان.

وتستخدم فى قياس الأوزان أو الكيل لمواد العلف المختلفة عديد من المقاييس،  
سواء موازين أو مكاييل، كما تستخدم مقاييس أخرى فى قياس مساحات الأراضي  
المزروعة بمواد العلف الخضراء. وفيما يلى بعض المقاييس المصرية وما يعادلها من  
مقاييس فى النظام المترى الشائع الاستعمال عالمياً:

| الموازين والمكاييل والمقاييس المصرية | ما تساويه فى النظام المترى |
|--------------------------------------|----------------------------|
| أردب = ٩٦ قدحا = ٦ وية               | ١٩٨ لترا                   |
| حمل                                  | ٢٤٩,٦ كجم                  |
| ضريبة = ٨ أردب                       | ١٥٨٤ لترا                  |
| فدان مصرى = ٢٤ قيراطاً               | ٤٢٠٠,٨٨٣ متراً مربعاً      |
| فدان مصرى = ٧٤٦٨,١٤٨ ذراعاً مربعاً   | ٤٢,٠٠٨٣ آر*                |
| قنطار                                | ٤٤,٩٢٨ كجم                 |
| قنطار إسكندراني                      | ١٣٩,٧٧٦ كجم                |

\* الأر = Are = ١٠٠ م<sup>٢</sup>

ومثالا لاستخدام تلك المقاييس فى تغذية الحيوان العملية هى المخصصات  
الحيوانية لوحدة المساحات الزراعية، فتجد أن فدان البرسيم خلال فصل الربيع يتحمل  
١,٥ جاموسة أو جملاً أو ١,٧ ثوراً أو ٢,٤ حصاناً أو بغلاً أو ٤ حمير. وبمعنى آخر  
نجد أن الاحتياجات اليومية من المساحات المزروعة بالبرسيم تقدر بحوالى خمسين قيراطاً  
للجاموسة، أو الجمل، أو ثلث قيراط للثور أو البقرة، أو ربع قيراط للحصان أو البغل،  
أو سبع قيراط للحمار، كما أنه مازالت تستخدم هذه المقاييس والمكاييل والموازين فى  
تجارة الحبوب والبدور والبقول والأتبان والقش، وتستخدم وحدات المساحات من قيراط  
وذراع مربع فى تجارة البرسيم وخلافه.

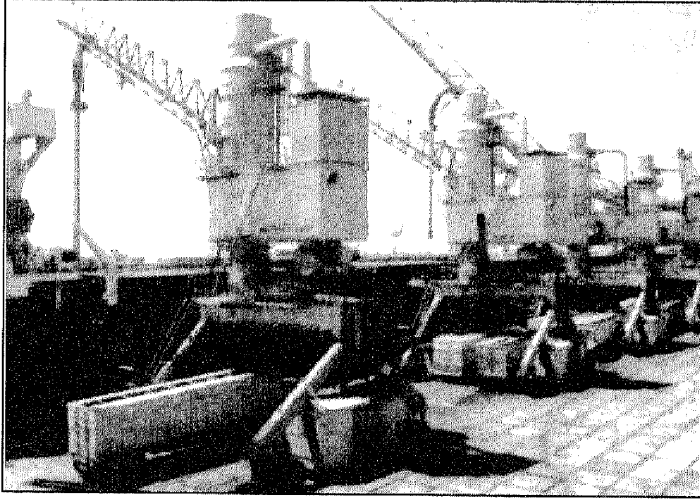
فتتباين مواد العلف الحيوانية ما بين جافة وخضراء، مالئة ومركزة، نشوية وبروتينية، نباتية وحيوانية، أساسية ومكاملة، تقليدية وغير تقليدية، حولية ومستديمة، صيفية وشتوية، نجيلية وبقولية، طازجة ومحفوظة، أولية وعرضية، خاصة وتجارية، زراعية وصناعية زراعية، منفردة وموحدة، عضوية ومعدنية، وحيدة الخلية وعديدة الخلايا.

وتتباين تراكيب هذه الأعلاف بتباين مصادرها المختلفة، وتحت كل منها عشرات الأنواع من المواد العلفية من حبوب وبنور، وحت وكسر ودش وجنين وجلوتين، وأكساب، وعروش وأتبان ودريس وأطاب، وسرسة ونخالة ورجيعة وجرمة، وبراسيم ومرعى وسيلاج، ومساحيق دم ولحم وعظم وسمك ولبن، ومخلفات التصنيع الزراعي ومصانع الأغذية والعصائر والأسواق والإسطبلات والمزارع، ومستحضرات الفيتامينات والأملاح المعدنية والإنزيمات والهرمونات والمضادات الحيوية والأحماض الأمينية والدهنية وغيرها كثيرا.

فمن بين الأعلاف الجافة الأتبان والدريس والحبوب ومنتجاتها، ومن بين الأعلاف الخضراء المراعى الطبيعية والصناعية من براسيم وسورجم وعلف الفيل والرأى، ومن الأعلاف المالئة المواد الخشنة كالسرسة والتبن والقش، والمواد المركزة تحتوى الأكساب ومساحيق اللبن واللحم والسمك، والأعلاف النشوية كالحبوب النجيلية كالذرة والأرز، ومن الأعلاف البروتينية كالبقوليات من حبوب الفول السوداني وفول الحقل وفول الصويا، وكذلك مساحيق اللحم والدم والسمك واللبن، ومن الأعلاف الحيوانية مساحيق الدم واللحم والسمك واللبن، والأعلاف النباتية كالأطاب والمراعى، والأعلاف الأساسية قد تكون مراعى أو دريس، والعلف المكمل قد يكون بروتينى أو مصدر للطاقة أو للمعادن أو الفيتامينات كمسحوق براسيم أو أصداق، والأعلاف التقليدية من حبوب وبقول ومرعى بينما غير التقليدية عبارة عن مخلفات كالسرسة والأطاب ومخلفات الحقول والمزارع والأسواق والتصنيع الزراعى، والأعلاف الحولية كالبرسيم المصرى والجلبان والرأى (شتوية) وحشيشة السودان والذرة الرفيعة والذنبية والأمشوط (صيفية)، بينما الأعلاف المستديمة كالبرسيم الحجازى وعلف الفيل، والأعلاف الطازجة كالمراعى الخضراء، بينما الأعلاف المحفوظة كالسيلاج والدريس، والأعلاف الأولية كالمراعى والحبوب والبنور، بينما الأعلاف العرضية (صناعية زراعية) فهى كل أشكال المخلفات، والأعلاف الخاصة (زراعية) من مراعى وحبوب تنتج فى نفس المزرعة، بينما الأعلاف التجارية فهى الأعلاف الجافة من أتبان ونخالة ومساحيق، والأعلاف المنفردة كالردة أو الكسب، بينما الأعلاف الموحدة فهى مخلوط من الأعلاف فى شكل متكامل، والأعلاف العضوية كالحبوب والأكساب ومساحيق الدم واللحم، بينما الأعلاف المعدنية كمسحوق العظام والأصداق والحجر الجبرى والأملاح المعدنية المختلفة، وحيدة الخلية كالخمائر وبعض الطحالب بينما الأعلاف متعددة الخلايا كالمراعى والحبوب وغيرها.

## حفظ مواد العلف Feed Preservation

يستخدم الهواء Pneumatic systems فى تفريغ الحبوب والأعلاف الصلبة من السفن بتكاليف منخفضة بدون ضوضاء أو إثارة للأتربة، علاوة على وجود هذه النظم بشكل متحرك كما يتضح من الصورة. يتم حفظ مواد العلف طبقاً لعدة أسس، وهى إما التجفيف، أو التخميض، أو التخزين على درجات حرارة منخفضة أو بالتبريد، أو التعقيم، أو إضافة مواد حافظة.



### ١- التجفيف Drying:

وهى أهم وسائل الحفظ، وذلك بسحب الماء فتصبح مادة العلف غير صالحة لحياة الكائنات الحية الدقيقة عليها. ويتم التجفيف فى الهواء أو باستخدام هواء ساخن، طبقاً لطبيعة مادة العلف المراد تجفيفها، والشكل النهائى المطلوب أن تكون فيه هذه المادة.

### ٢- التخميض Ensiling:

وذلك بزيادة تركيز أيون الأيدروجين وتوفير ظروف غير هوائية، فبذلك يتم إعاقة نمو مسببات التلف، والجنور والدرنات كالبطاطس يتم تبخيرها ثم تخزن فى حفر سيليحة Silos صلب، كما يمكن خلطها مع البنجر، أما الحبوب منخفضة الرطوبة (١٦ - ٢٠%) فتخزن بإحكام بعيداً عن الهواء فيكون الجو مشبعاً بغاز ثانى أكسيد الكربون مع ضالة تكوين الأحماض، أما الغلال مرتفعة الرطوبة (أعلى من ٢٥%) فيحدث لها تخمرات نتيجة إفراز حمض اللاكتيك، ويفضل جرش الحبوب قبل تخزينها، وأفضل نسبة رطوبة لهذا التخميض حوالى ٣٠%.

### ٣- التخزين على درجة حرارة منخفضة Cooling:

فيجرب التخزين البارد في حالة الجذور والدرنات، وهي تتم في الشتاء في المناطق الباردة في مخازن منخفضة عن سطح الأرض، ويصحبها فقد في القيمة الغذائية (تقدر للبطاطس والبنجر بحوالي ١٥% حسب درجة الحرارة).

### ٤- التعقيم Sterilization:

وهو متبع في الأعلاف المصنعة، وذلك بالتسخين في أواني مغلقة لمدد زمنية تتوقف على حجم هذه الأواني، وهي عموماً في حدود ٥٠ - ٦٠ دقيقة على درجة حرارة ١٢٣ م°، وبهذا تطول مدة صلاحية العلف للحفظ، إلا أنه يتم تثبيط فيتامين (ب) في وسط مائي على pH أعلى من ٥، وكذا فيتامين (ب) في وسط مائي قلوي.

### ٥- إضافة مواد حافظة Preservatives:

في حالة عدم تمام الجفاف للحبوب تضاف المواد الحافظة في صورة أحماض عضوية (لاكتيك، بروبيونيك، فورميك ٠.٠ إلخ) وأملحها بكميات بسيطة (٠,١ - ٠,٣%)، وترتفع التركيزات من هذه الأحماض بارتفاع نسبة الرطوبة.

### ٦- استخلاص الدهن Fat extraction:

كما في ربيع الأرز، فيستخلص الدهن بالمذيبات العضوية (لاستخدامه في صناعة الصابون وغيره من الصناعات) فيسهل حفظ الرجيع دون تلف، كما يستخلص الدهن من كسب القطن بالمذيبات العضوية، للاستفادة من الزيت للاستهلاك الأدمى، وسهولة حفظ الكسب دون تلف بعد استخلاص دهنه.

### تحضير الأعلاف Feed Preparation

قد تحتاج بعض مواد العلف تحضيراً وتجهيزاً لتصبح في صورة صالحة وملائمة وغير ضارة للحيوان، ويجري على مواد العلف واحد أو أكثر من العمليات الآتية:

### ١- التقطيع أو الطحن Cutting and Grinding:

تجزأ بعض مواد العلف الخضراء (كالذراوة) والخشنة (كالقش) والمرتفعة في نسبة الألياف، حتى يمكن تحسين ميكنة النقل، وتسهيل السيلجة أو الإسراع من تناول العلف وزيادة الاستفادة منه، وقد تطحن الأعلاف الخضراء بعد تجفيفها لتسهيل خلطها وتقليل الحيز اللازم لتخزينها، وتقطع الثمار الدرنية ليسهل للبقر تناولها. أما جرش الحبوب فيحسن من تناولها وهضمها وكذا من قابليتها للخلط. ويتم طحن مواد العلف الحيوانية المصدر بعد طبخها وتجفيفها، كما تطحن ألواح الكسب كذلك، ويتم الطحن بثلاث درجات بالرض (لفتح قشور البذور)، وبالردس (لفتح قشور البذور وخروج الجسم النشوي)، أو بالقضم (تحطيم الحبة لأجزائها المنفردة)، ويتم اختيار درجة الطحن بواسطة المناخل ذات السعات المعلومة لفتحاتها لتحديد ملائمة درجة الطحن للعلف وللحيوان وقابليتها للخلط.

## ٢- المعاملات الحرارية Heating:

لرفع معدلات الهضم، وموت أجنة الحبوب، وتثبيط المواد الضارة المتأثرة بالحرارة، تعامل بعض مواد العلف حرارياً، فتعرض الثمار الدرنية للبخار (كما فى البطاطس)، وتعامل الحبوب بالبخار مع الرّدى، والتسخين السريع دون إضافة ماء (كما فى الذرة والذرة العويجة)، ومعاملة حرارية على ١٥٠ °م فى أفران ذات أشعة تحت حمراء (IR)، ومعاملة بالضغط والاحتكاك Extruding مع (أو بدون) إضافة بخار ماء لعمل ندف، والمعاملة ببخار ماء مندفِع وإزالة المذيبات من مخلفات الزيوت، أما فى حالة الأعلاف الحيوانية المنشأ فيتم تسخينها على ١٣٠ °م لإبادة الميكروبات المرضية، وإن كان من الممكن إصابة الأعلاف الحيوانية بعد تحضيرها بالميكروبات مرة أخرى.

## ٣- التعقيم Sterilization:

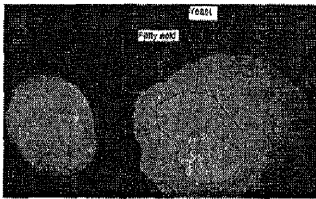
لإنتاج أعلاف خالية من الميكروبات يتم ذلك بالتسخين، أو بالمعاملة بالغازات أو بأشعة جاما.

## ٤- الخلط Mixing:

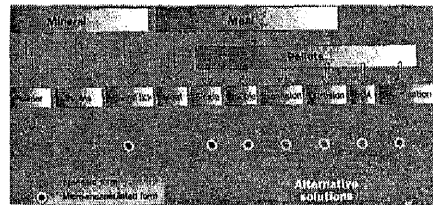
لإنتاج خلطات متجانسة وثابتة من مواد العلف أو إضافات غذائية يتم ذلك يدوياً، أو باستعمال خلطات، وهى الأفضل للخلط التام للأملاح والعناصر النادرة والمضادات الحيوية، وتتوقف درجة التجانس على كمية العليقة المستهلكة لكل وجبة، أو لكل يوم، وكذلك على تأثير المكونات الدقيقة، وتتوقف دقة الخلط على خصائص مكونات العليقة مثل حجم جزيئاتها، وكثافتها، وشدة التصاقها، فكلما كانت المكونات دقيقة وخصائصها متعادلة كلما كان مخلوط العلف متجانساً وثابتاً.

## ٥- التحبيب (الضغط) Pelleting:

ويتم ذلك بإمرار العلف المطحون خلال ماكينات الكبس لإخراج العلف المضغوط بأقطار من ٢ - ١٢ مم. وعند إضافة منشطات نمو للمكونات العلفية تنشأ مشكلة حساسية بعض هذه الإضافات (خمائر وبكتريا) لدرجة حرارة التحبيب، لذا يجب تغليف هذه الإضافات فى كبسولات دقيقة Micro-encapsulated، فالتحبيب فيه بدائل للحفاظ على المكونات والإضافات العلفية، كما توضحها الصور التالية:



صورة مكبرة لتغليف الخميرة فى كبسولات دقيقة



حلول بديلة

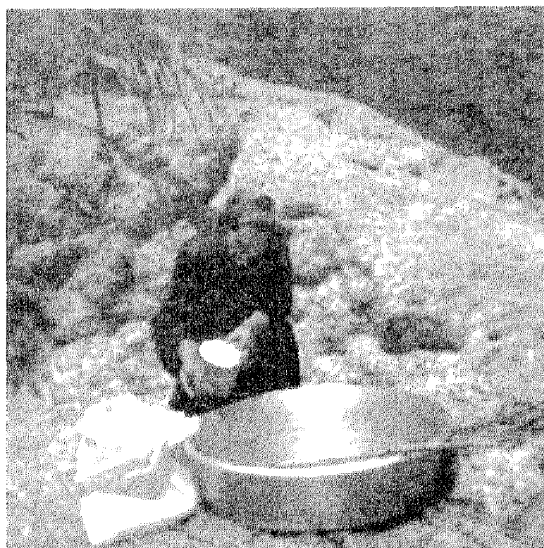


تقطيع قصب السكر



السائل المغذ المفيد (يوريا+مولاس)

تقطيع بنجر العلف



إذابة اليوريا



رش اليوريا على المخلفات النباتية

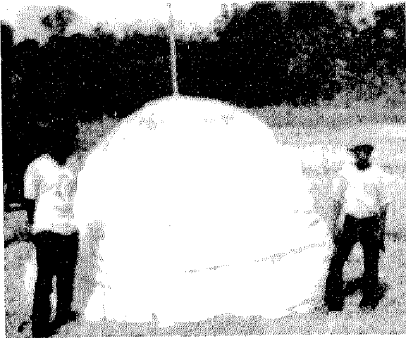


فرد المخلفات النباتية لرشها باليوريا





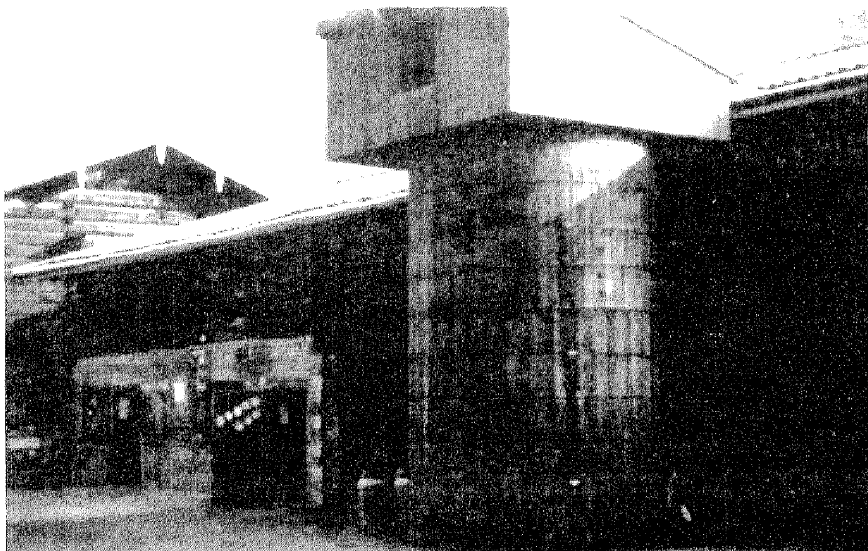
حرق قش الأرز يتبع في كل بلاد العالم لإعادة المعادن للتربة،  
رغم الحاجة إليه كمصدر علفي خشن يمكن إثراءه باليوريا أو الأمونيا



كومة قش معالجة باليوريا والجير



كومة قش محقونة باليوريا ومغطاه بمشمع



صومعة سيلاج

#### ٦- التكعيب Cubage:

وهو ضغط مواد العلف الخام المقطعة لإنتاج علف مضغوط بأقطار ١٦ - ٢٥ مم، وأطوال ١٥ - ٢٥ مم، أو بأقطار ٧٠ مم وأطوال ٢٠ - ٣٠ مم.

#### ٧- تحسين صفات المخلفات الزراعية Improving Quality of Agricultural Wastes:

وذلك لزيادة معدلات الهضم لبعض مواد العلف كما فى القش، إذ يعامل بالقلوى لتحرير روابط السليلوز باللجنين، وبذلك يتحسن هدم السليلوز ميكروبياً. ويتم ذلك بالصودا الكاوية الجافة بمعدل ٥ كجم/١٠٠ كجم قش، أو بغاز الأمونيا (أو محلول الأمونيا أو اليوريا) بمعدل ٣ كجم/١٠٠ كجم قش مغطى بالبلاستيك (سمك ٠,١ - ٠,٢ مم) ولمدة ٦٠ يوماً بعدها يتم تهويته والتغذية عليه.

#### مشاكل خلط العلف Problems of Mixing Feeds

نشأت فكرة مشاكل خلط العلف بزيادة عدد مكونات العلف، ونظراً لأهمية الإضافات الغذائية فإنه يجب توجيه العناية الكبرى لخلط مكونات العلف ومخلوط الإضافات الغذائية (أملاح، معادن، فيتامينات)، وهو من الإضافات ضئيلة الكمية Micro ingredients، والتي تضاف للعليقة بمعدل حوالى ٤٠٠ جم/طن علف، ولدقة الخلط وتجانسه وتجنب أى خطأ ينشأ عنه تسمم أو أعراض نقص (لتركيز الإضافات فى

كمية علف بسيطة دون باقى العليقة)، فإنه تخلط هذه الإضافات أولاً معاً على حدة مكونة مخلوطاً Premix. والبريمكس هو أى مكون Ingredient يضاف بمعدل أقل من ٤ر. كجم/طن، ويفضل إضافته عندما تصل الإضافة فى الخلط إلى نصف الكمية التى سيتم خلطها من المكونات المختلفة للعليقة (وبمعنى آخر لا يضاف البريمكس إلى الخلطة إلا بعد خلط نصف كمية المكونات، فيضاف البريمكس ثم يضاف النصف الآخر من المكونات الأخرى للعليقة حتى يتم التجانس). ويقدر الوقت الكافى للخلط الجيد بعدة دقائق (٧ - ١٥) بعد وضع آخر كمية من المكونات، وهذا يتوقف على نوع الخلط المستعمل فى عملية الخلط.

ويفضل فى البريمكس أن تكون مكوناته متشابهة الخواص الطبيعية، ويستعمل معها مادة حاملة (كالذرة الصفراء المطحونة) غير خشنة لضمان تجانس المكونات، وكذلك غير ناعمة جداً كى لا تسبب أتربة أو تعجناً. وإن كان البريمكس سيستعمل دون تخزين فتخلط المعادن والفيتامينات معاً فى بريمكس واحد، أما إن استدعت الظروف تخزينه أو شحنه فلا بد من فصل المعادن عن الفيتامينات. ويمكن تخزين البريمكس فى مكان جاف بارد لمدة تصل إلى شهرين دون فقد فى النشاط الحيوى لمكوناته.

وهناك ظاهرة شائعة الحدوث بعد الخلط، وهى فصل Separation بعض المكونات فى العليقة لأعلى المخلوط مما يؤدى لعدم تجانس المكونات Segregation، ويتغلب عليها بإضافة شحم أو زيت بنسبة ٢%، وإن كانت إضافة الشحوم تستلزم وجودها باستمرار فى حالة سائلة، سواء فى خزاناتها أو خطوط توصيلها إلى أوانى الخلط أو الطبخ، وهذا يستلزم وجود غرف بخار للعمل على سيولة الدهون، مع العناية بنقل المخلوط من مكان الخلط إلى الغذايات، وهذه الظاهرة غير موجودة فى حالة العلف المضغوط.

### استهلاك العلف وفقده ومواعيده Feed Consumption, Loss and Timing

نظراً لأهمية تقدير كمية ما يستهلكه الحيوان من علف، لمعرفة حالة الحيوان الصحية، واستجابته للتغذية، والوقوف على اقتصاديات تربية الحيوان، فقد تعددت طرق قياس نشاط استهلاك العلف Activity of feed intake ومنها ما يلى:

- ١- قياس كمية العلف المستهلك فى وحدة الزمن.
- ٢- مدة الأكل بوحدة الزمن.
- ٣- مدة الوقوف أمام الغذايات.
- ٤- نسبة عدد الحيوانات أمام الغذايات كنسبة مئوية من إجمالى عدد الحيوانات.
- ٥- نشاط المرور أمام الغذايات.
- ٦- معدل زيادة الوزن فى وحدة الزمن.

هذا وينخفض استهلاك العلف بسوء حالة الحيوان الصحية، وبارتفاع درجة الحرارة الجوية وخلافه، كذلك ضالة أماكن التغذية بالنسبة لكثافة الحيوانات، خاصة فى حالة عدم وجود حواجز بينها، كذلك ضيق المكان المتاح أمام المعالف، ولو ترك للحيوانات تآكل بشهيتها فهناك حيوانات أضعف من حيوانات أخرى فيقل استهلاكها، وينقص الأماكن على المداود تضطرب الحيوانات، ويقل استهلاكها نتيجة الطابع العدائى الذى اكتسبته، ونتيجة لقلّة أماكن التغذية تقل بذلك الأماكن المخصصة لرقاد الحيوانات وقت التغذية (وإن لم يتغير جملة زمن الراحة اليومية).

### فقد الغذاء Feed Loss:

هناك عوامل تؤدى إلى فقد الغذاء، وبالتالي عدم اقتصادية التغذية والإنتاج، لأن تكاليف التغذية تصل حوالى ٧٠% من جملة تكاليف الإنتاج المتغيرة، ومن هذه العوامل ما يلى:

- ١- شكل المعالف أو الغذائية وتصميمها.
- ٢- ملء الغذائية.
- ٣- برودة الجو.
- ٤- انتشار الأمراض والطفيليات.
- ٥- البعثرة للعلف.
- ٦- حجم جزيئات العليقة.

### مواعيد تقديم العليقة Feeding Times

عادة ما تقدم العلائق للحيوانات كالتالى:

- الماشية الحلابة: تعطى لها العليقة على ٤ مرات.
- الثور: يعطى العليقة على مرتين.
- الخيول والبغال: تعطى لها العليقة على ٣ مرات.

وإنه لمن الثابت علمياً أن زيادة عدد مرات التغذية Meals فى اليوم (بدلاً من تقديم العليقة الكلية اليومية على دفعة واحدة) يؤدى إلى نقص جليكوجين ودهون الكبد والعضلات، بالإضافة إلى انخفاض محتوى الكبد والبلازما من الكوليسترول وانخفاض نشاط إنزيمات الترانس أمينيز (جلوتاميك بيروفك، جلوتاميك أو كسال أسيتك)، مع زيادة مستوى آزوت اليوريا والأزوت غير البروتينى فى الدم، وزيادة مستوى هرمون الثيروكسين فى البلازما.

فتقدم الأعلاف فى صورتها الطبيعية للحيوانات أو بعد تحضيرها فى شكل يصلح لاستهلاكها أو تخزينها. لذا قد تجفف أو تعقم أو تبرد أو تسيلج أو تكبس، أو قد يجرى عليها الطحن أو الدش أو الكسر أو التقطيع أو الخلط أو الطبخ، وقد تضاف أكثر من مادة معاً وقد تعامل كيمياوياً بالقلويات أو الأحماض أو المؤكسدات أو الغازات، وقد تكمر أو تكعب، وقد يضاف إليها ما يثرىها غذائياً من مركبات آزوتية أو فيتامينية وغيرها من مكملات الأعلاف.

## التركيب الكيميائي لمواد العلف :Chemical Composition of Feed Stuff

تتركب مواد العلف من مكونات غذائية رئيسية هي:

### أولاً: الماء Water

يوجد الماء بنسبة تتراوح بين ١٠% (أو أقل كما في الحبوب) و ٩٠% (في بعض مواد العلف الخضراء)، إلا أن هذا القدر لا يكفي احتياجات الحيوان المائية والتي تزيد بزيادة محتوى العليقة من الملح والبروتين والألياف (المادة الجافة)، وكذلك بارتفاع درجة حرارة الجو وبزيادة معدل إنتاج اللبن، بالإضافة إلى تباين الاحتياجات المائية باختلاف السلالات والأعمار والأفراد، مما يستلزم توفر الماء باستمرار أمام الحيوان للمحافظة على نموه وإنتاجه وسلامة أعصابه وإتمام التفاعلات الطبيعية والكيميائية، كما يساعد على البلع وهضم المركبات الغذائية وانبعاثها على خير وجه إلى جميع أجزاء الجسم، وكذا المساعدة في التخلص من النواتج النهائية للغذاء عن طريق البول والبروث، وتوزيع حرارة الجسم عن طريق سريان الدم، كما يساعد الماء على سيولة الدم وحفظ أسموزيته، وهو الوسط اللازم للتفاعلات في خلايا الجسم. الشرب أثناء أو بعد التغذية مهم للإذابة والامتصاص. فقد وجد أن استهلاك ماء الشرب على درجة حرارة ٣٥° م كان ضعف الكمية اللازمة عند درجة حرارة ٢١° م، وتقدر الاحتياجات المائية عموماً للحيوانات بالنسبة للمادة الجافة التي يتناولها الحيوان كالتالي:

| نوع الحيوان | نسبة الماء إلى المادة الجافة المأكولة |
|-------------|---------------------------------------|
| الأغنام     | ٢ إلى ١                               |
| الخيول      | ٢ - ٣ إلى ١                           |
| بقر حلاب    | ٤ إلى ١                               |
| ثيران       | ١ - ٣ إلى ١                           |

وكما ضاقت النسبة الزلالية (الغذائية) - أي زاد محتوى المادة الغذائية من البروتين - كلما تطلب الحيوان مزيداً من الماء، ولا يقدم الماء مع العليقة خوفاً من سرعة مرور الغذاء في القناة الهضمية دون الاستفادة منه علاوة على تخفيف عسارات الهضم، والأفضل تقديم الماء للحيوانات قبل أو بعد الأكل بنصف ساعة على الأقل. وتحتاج ماشية اللبن للماء بكمية أكبر من احتياجات حيوانات العمل، وهذه الاحتياجات لحيوانات العمل أكبر من احتياجات حيوانات التسمين من الماء، والحيوانات النامية تستهلك ماء الشرب بكمية أكبر من الماشية، والحيوانات النحيلة تحتاج ماء أكثر من السمين، وعند التغذية على العلائق الجافة تحتاج الحيوانات ماء للشرب أكثر من التغذية على المواد الخضراء أو التغذية الطرية.

ولا يقدم الماء لحيوان العمل أو الخيل المجهد (ذات درجة الحرارة المرتفعة) مباشرة عقب العمل، وكثرة الماء تسبب الخمول وتزيد من هدم البروتين فيزداد خروج المركبات الأزوتية في البول، ويزيد إفراز اللبن لحد ما زيادة محدودة بزيادة ماء الشرب، إلا أن نسب مركبات اللبن تقل. ويقدم الماء للحيوانات وحيدة المعدة بين الوجبات، وإذا قدم الماء قبل الغذاء فإن الحيوان يتناول أقل كمية من الماء ويأكل باعتدال دون شراهة، ويمضغ أفضل ويخلط الكتلة الغذائية باللعاب جيداً. وتحدد كمية ماء الشرب عند التغذية على مواد علف خضراء لعدم الحاجة لماء كثير، لذا يقدم ماء الشرب على مرتين يومياً. ويقدم الماء فاتراً في الشتاء لطيفاً في الصيف، إذ أن الماء البارد عند درجة حرارة ١٠°م يسبب برودة المعدة، ويضطرب الهضم ويحدث المغص والإسهال خاصة للخيول. ومما يسبب الأخطار الشديدة هو أن تشرب الحيوانات ماء البرك والبحيرات والآبار التي تحتوي عفونة أو بكتيريا ضارة أو طفيليات ضارة أخرى. وتبلغ الاحتياجات المائية للحيوانات شتاءً قدر النصف إلى ثلثي الاحتياجات الصيفية، ويلزم الحيوانات الكميات التالية صيفاً:

| نوع الحيوان    | الكمية باللتر                |
|----------------|------------------------------|
| الجمال         | ٥٣ - ٦٠ (كل ٣ أيام)          |
| البقر والجاموس | ٤٥ - ٥٥ (على دفعتين يومياً)  |
| البغل          | ٤٥ - ٥٥ (يوميًا)             |
| الحصان         | ٤٠ - ٥٣ (على ٣ دفعات يوميًا) |
| الحمار         | ٦ - ٣٨ (يوميًا)              |
| الغنم والماعز  | ٢ - ٤ لتر في اليوم)          |

#### ثانياً: الرماد (Minerals):

وهو الجزء من مادة العلف المتكون من الأملاح المعدنية اللازمة لبناء الهيكل العظمي للحيوان وإمداد الجسم بالمعادن الداخلة في تركيب الدم والهرمونات والإنزيمات وعصائر الجسم المختلفة، ونقص المادة المعدنية في العليقة يؤدي إلى أضرار في النمو، ويظهر أعراض مرضية مميزة، ومن أغنى المصادر للأملاح المعدنية في العليقة الحجر الجيري، والصدف، ومخلوط الأملاح المعدنية، ومخلفات الحيوان من مساحيق دم ولحم وعظام وأسماك.

## ثالثاً: المادة العضوية: Organic Matter:

وتحتوى على:

(أ) الكربوهيدرات Carbohydrates: وتنقسم إلى كربوهيدرات ذائبة سهلة الهضم عالية القيمة الغذائية كالسكريات والنشويات، وكربوهيدرات غير ذائبة معقدة التركيب الكيماوى عسرة الهضم ومنخفضة القيمة الغذائية كالألياف الخام، وتكون الكربوهيدرات حوالى ٧٥% من المادة الجافة النباتية، وأهم مركبات الكربوهيدرات فى تغذية الحيوان هى النشا، إذ تولد الطاقة الحرارية كما تخزن فى الجسم على صورة دهن، وتعتبر الحبوب ومخلفاتها (ذرة وشعير وأرز ورده ورجيع) من مواد العلف الغنية بالنشويات.

(ب) الدهون والزيوت: Oil & Fats: والدهون صلبة بينما الزيوت سائلة، وتتعرض للأكسدة والتزنخ، لذا يضاف إليها مضادات أكسدة Antioxidants، وتوجد الدهون بنسبة مرتفعة فى بذور النباتات الزيتية (كثان، سمسم، قطن، دوار شمس، فول صويا). والدهون أكثر العناصر الغذائية إنتاجاً للطاقة إذا قورنت بالعناصر الغذائية الأخرى وزنا بوزن، وهى تخزن كذلك فى صورة دهن فى الجسم. يؤدى ارتفاع نسبة الدهن فى العلائق إلى انخفاض معدلات هضم بعض العناصر الغذائية الأخرى، ويقلل من الاستفادة الكلية للعليقة، إذ يساعد على سرعة مرور الغذاء فى القناة الهضمية دون أن يستفيد منها الحيوان بهضمها وامتصاصها فتخفض معدلات هضمها.

(ج) المواد الأزوتية Nitrogenous Substances: وهى إما مواد بروتينية (بروتين حقيقى) تتركب من أحماض أمينية متعددة ومختلفة ومرتبطة بروابط ببتيدية، وهى مواد معقدة التركيب البنائى تستعمل فى بناء الأنسجة وفى حالة زيادتها عن الحاجة تستعمل فى توليد الطاقة فى الجسم، أو أنها مواد آزوتية غير بروتينية (بروتين غير حقيقى) مثل الأمونيا واليوريا والبيوريت والبيورينات والنترات والببتيدات والأميدات والأحماض الأمينية المنفردة.

هذا وتدخل العديد من المركبات الأخرى ضمن تركيب مواد العلف، منها الهرمونات والفيتامينات والمركبات غير الغذائية أو الضارة الموجودة ضمن التركيب الطبيعى لمواد العلف (حمض أوكساليك، حمض فيتيك، المونيوم، استروجينات نباتية ... إلخ).

## أهمية المركبات الغذائية

يهضم الحيوان المواد الغذائية التى يحصل عليها من العليقة اليومية، فتخرج المركبات غير المهضومة فى صورة روث، كما يفرز الحيوان البول بما يحتويه من نواتج التمثيل الغذائى للمركبات الممتصة والتى لا يستفاد منها الحيوان بل تسممه لو ظلت

بالجسم، لذا تقوم الكليتان بالتخلص منها . وتقوم المركبات المهضومة والممتصة بإمداد الحيوان بكل من:

١- البروتين: وهو من المركبات التى يستفيد منها الجسم فى إنتاجاته المختلفة وأهمها:

- (أ) تعويض ما يفقده الجسم من مركبات بروتينية نتيجة عمليات الهدم والبناء .
- (ب) بناء أنسجة بروتينية (لحم) فى جسم الحيوانات الصغيرة النامية .

(ج) تغطية احتياجات الحيوان لتكوين بروتين اللبن أو الصوف أو الفراء وغيرها .

(د) تغطية احتياجات الجنين فى رحم الأم حتى لا يستعمل أنسجة جسم الأم فى نموه .  
لذا لزم حساب الكمية الواجب توافرها فى العليقة لتغطية كافة الاحتياجات البروتينية، وذلك لحفظ حياة الحيوان وإنتاجه .

٢- الطاقة: وهى تدخل فى إنتاجات الحيوان المختلفة ومصادرها:

(أ) الأعلاف الكربوهيدراتية والمحتوية على الدهون مولدة الحرارة، لذلك تستعمل فى علائق حيوانات العمل لإنتاج الحرارة لتتحول إلى شغل يقوم به الحيوان .

(ب) الأعلاف الكربوهيدراتية والدهنية تغطى احتياجات الطاقة اللازمة لحفظ حياة الحيوان وإنتاجاته، وما زاد عن ذلك يخزن فى الجسم فى صورة دهن فى منطقة البطن والأمعاء وتحت الجلد، كما أن زيادة بروتين العليقة تخزن فى الجسم كذلك على صورة دهن (من الجزء الكربوهيدراتى للبروتين بعد خروج الجزء الأروتى فى البول) وإن كان ذلك غير اقتصادى .

(ج) تستعمل العلائق الكربوهيدراتية فى تكوين دهن اللبن وكذلك سكر اللاكتوز للبن .

وعليه فإن البروتين والكربوهيدرات مركبان غذائيان يلزم وجودهما فى العليقة، أما الدهن فيوجد عرضا فى مواد العلف، وإن كان من الممكن للكربوهيدرات والبروتين أن يحلا محل الدهن فى العمل لحد كبير . وتقاس القيمة الغذائية لأى مادة علف بمقدار ما تحتويه من النشا (الكربوهيدرات)، فبمعرفة مقدار الكربوهيدرات اللازم للحيوان يمكن حساب كمية مواد العلف اللازمة للحيوان سواء لحفظ حياته أو لإنتاجه، مع مراعاة احتواء مواد العلف على كمية البروتين المهضوم اللازم لحفظ حياة الحيوان وإنتاجه، وكذلك ضرورة احتواء العليقة على المواد المعدنية اللازمة للقيام بعمليات الهدم والبناء فى جسم الحيوان على خير وجه، ولتكوين هيكله العظمى وإمداد الأنسجة بالعناصر المعدنية اللازمة لوظائفها ولتعويض ما يفقده الجسم فى عمليات الهدم والبناء ولتخزن بالجسم لتعوض نقصها فى العليقة فى آن آخر . والزيادة من المعادن تخرج فى البول والروث، هذا وتغضى احتياجات الحيوان من الفيتامينات باستخدام الأعلاف الخضراء أو السيلاج أو الدريس، أما فى التغذية الجافة مع ضالة الدريس أو رداءته فتكمل الاحتياجات من الفيتامينات بإضافة زيت كبد الحوت كمصدر لفيتامين ( أ ) أو بإضافة المستحضرات



التخليقية (الصناعية) Synthetic المختلفة اللازمة لعمليات التمثيل الغذائي بجسم الحيوان وحفظ حياته ومقاومته للأمراض ونموه وإنتاجه .  
فالأعلاف هي مصدر المغذيات المختلفة اللازمة لبناء الجسم (بهيكله وعضلاته وأنسجته وسوائله) وأدائه ووظائف أعضائه المختلفة وتعويض ما يفقد منه والمحافظة عليه، بجانب المغذيات اللازمة لتكوين منتجات الحيوان (نمو، صوف، لبن، تناسل، ٠٠٠)، فتعد الأعلاف الحيوان جزء من الماء بجانب الطاقة والبروتين والأحماض العضوية (الدهنية والأمينية) والسكريات والمعادن والفيتامينات والتي تدخل في تكوين جسمه ومنتجاته .

### صفات العلف الجيد

تقدر خواص جودة العلف من خلال درجة التلوث بالأقذار والتراب ومخلفات الحشرات، درجة الإصابة بالقوارض والطيور والحشرات (كالخنافس والعثة والسوس) وإفرازاتها، العد الفطري والبكتري وسمومها . ولذلك يتطلب أمر الحكم على جودة العلف إلى فحص ميكروسكوبى وتحليل كيمائى وفحص ميكروبيولوجى . ولسلامة جودة العلف يلزم تجفيفه، أو تبريده، أو ضغط غاز ( $CO_2$  أو  $NH_3$ ) فى أبراج حفظه، أو سيلجته، أو حفظه كيميائى [أمونيا (يوريا) بمعدل ٢ - ٢,٥% على رطوبة ١٨ - ٢٠% و pH ٨ - ٩، حمض بروبيونيك، صودا كاوية بمعدل ٣,٥ - ٤% مع ٣٠٠ لتر ماء/طن حبوب وتخزن ٨ - ١٠ أيام فيعطى pH حوالى ١١ يمكن حفظها عدة شهور فى أكوام عمق حتى ١,٥ م وتعطى البقرة ٤ - ٦ كجم منها يوميا] . تزداد نسبة الحمض العضوى المضاد لحفظ الحبوب من ٠,٢، ٠,٤، إلى ٠,٨% حمض لاكتيك بزيادة رطوبة الحبوب من ٢٠، ٢٥ إلى ٣٠%، كما تزداد النسبة الحجمية لغاز ثانى أوكسيد الكربون من ٢,٥ - ٢٥ - ٨٠ إلى ٩٥% بزيادة رطوبة الحبوب من ١٥ - ٢٠ - ٢٥ إلى ٣٠% . كما تزداد نسبة حمض البروبيونيك (٠,٤٠ - ١,٣٠%) بزيادة رطوبة الحبوب (١٨ - ٣٠%) وإطالة فترة التخزين (١ - ١٢ شهر) .

محتوى رطوبة الحبوب والعلف المكعب يرتبط بالرطوبة النسبية فى الهواء المحيط، وكذلك بدرجة جودة العلف:

| محتوى رطوبة العلف % | الرطوبة النسبية فى الجو % | حالة العلف                  |
|---------------------|---------------------------|-----------------------------|
| ١٠ - ١٤             | ٦٠ - ٧٥                   | آمن - لا يتطلب احتياطات حفظ |
| ١٤ - ١٥             | ٧٥ - ٨٠                   | أحذر                        |
| ١٥ - ١٦,٥           | ٨٠ - ٨٧                   | خطر                         |
| ١٦,٥ - ١٨           | ٨٧ - ١٠٠                  | تلّف                        |

العدد الطبيعي للكائنات الدقيقة فى الأعلاف .

| العلف    | وحدة بائية للمستعمرات/جم |        |
|----------|--------------------------|--------|
|          | بكتريا                   | عفن    |
| ذرة      | ٥ مليون                  | ٤٠ ألف |
| قمح/حنطة | ٦ مليون                  | ٤٠ ألف |
| شعير     | ٨ مليون                  | ٥٠ ألف |
| شوفان    | ١٥ مليون                 | ٧٠ ألف |

كما تجرى اختبارات لثبات المحبيات كجزء من جودة العلف المكعب .

ويشترط فى مواد العلف اللازمة للحيوانات الزراعية ما يلى:

#### أولاً: الحبوب ومنتجاتها:

وتشمل فول، دق وقشر الفول، شعير، ذرة رفيعة، ذرة مكاس، دش وقشر العدس، نخالة ناعمة وخشنة، رجيع أرز، جنين أرز، جلوتين ذرة، مخلفات صناعة النشا من الذرة والأرز . ويشترط فيها ألا يقل معدل النظافة بها عن ٩٠%، وألا تزيد نسبة الإصابة بالحشرات عن ١٠%، وأن تكون خالية من العفن والتكتل والشوائب والأتربة، مقبولة الرائحة، ذات لون طبيعى، غير متزنخة، خالية من الملح والجبس والحامض والقلوى، خالية من المواد الغريبة كالمسامير والمواد المعدنية، وأن تكون من محصول نفس العام .

#### ثانياً: مخلفات الحبوب الزيتية:

وتشمل كسب بذر قطن، كسب بذر كتان، كسب بذر سمسم، كسب فول سودانى، كسب دوار شمس، ويشترط فيها أن تمتاز بطعم ورائحة مقبولتين، لون مناسب، مع الخلو من العفن والحشرات والزغب والمواد الغريبة كالمسامير وقطع الحديد والأتربة والرمال .

#### ثالثاً: مواد العلف الخضراء:

كالبرسيم والذراوة، يجب أن تكون خالية من الجنور والماء والنباتات والحشائش الغريبة، وأن تكون طازجة غضة خضراء اللون، خالية من العفن والتخمر، وأن تكون قد بلغت طوراً من النمو مناسباً للتغذية عليها .

#### رابعاً: مواد العلف الخشنة:

كالأبتان، قش، دريس، ينبغى أن تكون ناتجة من محصول نفس العام ولا يزيد قطعها عن ٥ سم، وأن تكون خالية من العفن والأتربة والطين، وألا تتعدى فيها نسبة المواد الغريبة عن ٤%، ذات لون طبيعى وتامة الجفاف، مقبولة الرائحة، خالية من الحشرات .

**خامساً: مواد علف حيوانية:**

منها مساحيق دم ولحم وسمك وعظام وصدف، ويجب أن يتوفر فيها الجفاف والتعقيم، خالية من العفن والتزنخ والرمال والأتربة.  
وفيما يلي وصف لبعض مواد العلف:

**١- التبن:**

يستعمل بكثرة كمادة علف للخيل والماشية والأغنام، وأجود أنواعه ما كان لونه أبيض ضارباً للصفرة، ذا رائحة مقبولة نظيفاً، وأجزاء التبن متناسبة في الطول لا تزيد عن ٥ سم ولا تقل عن ٢ سم تقريباً.

**٢- السيلاج:**

يمكن تمييز السيلاج الجيد بلونه ورائحته وقوامه، ولتقدير جودة السيلاج تقدر محتوياته من أحماض التخمر وهي اللاكتيك والخليك والبيوتريك، أو بتقدير محتواه من الأمونيا، أو بتقدير قيمة الحموضة (أي لوغاريتم الأس السالب لتركيز أيون الهيدروجين أو ما يطلق عليه pH) والمادة الجافة للسيلاج، فإن الأمونيا حتى ٨% وضالة حامض الخليك تجعلان السيلاج جيداً وانعدام البيوتريك يجعله ممتازاً. وبعد السيلاج من أجود مواد العلف الخضراء المحفوظة لمواشى اللبن وغيرها.

**٣- الفول:**

أكثر الحبوب استعمالاً للبالغ والحمير والأغنام والجمال والماعز، ويمكن استعماله علفاً للخيل وهو غنى بالبروتين، وقليل الكربوهيدرات، لذا يخلط مع الذرة أو التبن أو النخالة لاتزانه، وأجود أنواعه ما كان جافاً خالياً من السوس والحصى، وأن يكون قد مضى عليه شهر على الأقل من حصاده، وقد يعطى مدشوشاً لكن يقدم للبالغ والحمير صحيحاً.

**٤- الذرة:**

غنية بالكربوهيدرات والدهون، فلا تفيد صغار الحيوانات ولا توافق حيوانات العمل، ويجب أن تكون من إنتاج نفس العام، وخالية من الحشرات والطفيليات.

**٥- الشعير:**

مادة علف لحيوانات العمل والخيول والأغنام والعجول رغم أنه عسر الهضم، كما يدخل أساساً في علائق الأرانب، ويفضل تقديمه مدشوشاً، وأجود أنواعه ما كان لونه أصفر ذهبياً أو أبيض سنجابياً، ذا رائحة مقبولة غليظ الحب صلباً، ويقدم للحيوانات مدشوشاً لمنع الأضرار الناجمة عن السفا.

**٦- الكسب:**

وهو فضلات البذور الزيتية بعد عصرها واستخراج زيتها، وهو جيد للماشية، وكسب بذور الكتان ينبغي أن يكون لونه ضارباً إلى الصفرة صلباً صعب الكسر وإن

سهل كسره كان مغشوشاً . ويعطى الكسب مكسرا قطعاً صغيرة أو مهروسا ويخلط مع الفول أو التبن وغيرها .

### غش مواد العلف تجارياً Commercial Trumpery of Feeds

تجرى عمليات غش لمواد العلف المختلفة بمواد أخرى مماثلة ومتوفرة بكثرة ولكنها رخيصة جداً بالنسبة للمادة المغشوشة، ويستعمل في الغش مواد مختلفة لا بد من معرفتها حتى يمكن استدراك الغش عند شراء الأعلاف، وفيما يلي بعض من مواد الغش:

١- قشور بذور القطن: وهي قشور خشبية ذات لون أخضر مسمرا، توجد في كثير من مواد العلف التي تتبعها، كما أنه يجب اختبار كسب القطن ذاته لمعرفة ما إذا كان يحتوى على كثير من هذه القشور .

٢- أغلفة الفول السوداني: تطحن في كثير من الأحيان وتستعمل كمادة للغش .

٣- قشور الأرز الصفراء: وهي أغلفة الحبة الخارجية فتتعم لدرجات مختلفة وتضاف إلى مواد العلف المغشوشة .

٤- قوالح الذرة: تغش بها مواد العلف بعد فرمها وسحقها .

٥- المواد المعدنية: وقد تسمى بالشوائب الأرضية أو الرمل، ووجودها علامة للقذارة وعدم العناية بنظافة مواد العلف، وقد تكون وسيلة للغش، وكثرتها تقلل من جودة العلف، وقد وجدت مساحيق الطباشير والجبس على حالة ناعمة في مساحيق الشعير، ووجد كذلك ملح الطعام كمادة غش في مساحيق الكسب .

٦- وهناك الكثير من مواد الغش الأخرى منها مساحيق كل من قشور البنندق، والأتبان، وبذور العنب، وأغلفة البين، وبذور الزيتون، والخشب، وأرخص مادة غش هي الماء، ويضاف خاصة لكسب البذور الزيتية وبالالات الدريس والقش .

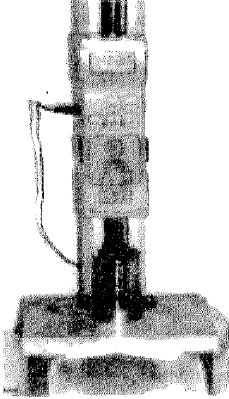
ويمكن تلافي الغش بالتمسك بالمواصفات القياسية لهذه الأعلاف عند التعاقد على شرائها وإجراء التحليل الطبيعي والكيمائى لها للتأكد من عدم غشها بمواد أخرى وكذلك مدى احتوائها على المكونات الغذائية المقررة، إذ أن مواد العلف تركيبها ثابت تقريباً، ولذا يكفي أن يقدر تقديراً واحداً مميّزاً لمادة العلف، ففي حالة مواد العلف الغنية بالبروتين يمكن تقدير البروتين الخام، وفي العينات الغنية بالدهن يقدر الدهن، وبهذه الطريقة للتقديرات الفردية فإنه يمكن الحكم تقريباً على قيمة هذه الأعلاف، أما إذا أريد تحليل هذه المواد بالضبط فإنه يجرى تقدير كل المكونات الرئيسية وهي:

١- الماء . ٢- البروتين الخام .

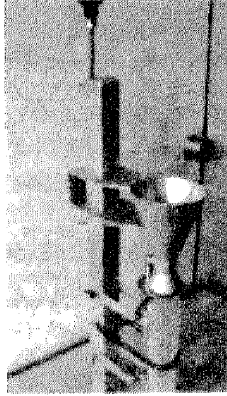
٣- الدهون الخام . ٤- الألياف الخام .

٥- الكربوهيدرات الذائبة . ٦- المواد المعدنية .

وخصائص تداول الأعلاف يجب أن تكون جيدة، ولا تكون كذلك إلا إذا كانت متجانسة سهلة الإنسياب والتدفق وخالية من التراب، لذا تم تطوير طريقة لتقييم خصائص تداول الأعلاف وإضافاتها تشمل اختبارات التدفق Flowability والتعجن Caking والكثافة Density والترييب Dustiness والفصل Segregation.



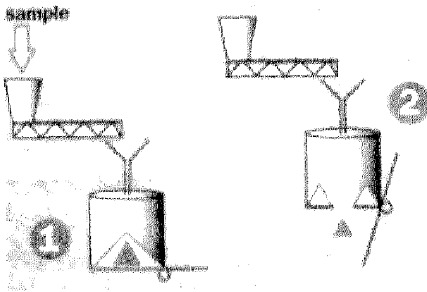
اختبار التعجن



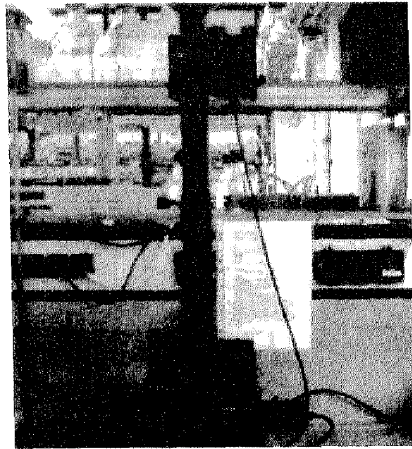
اختبار الكثافة



اختبار التدفق



اختبار الفصل



اختبار الترييب

وحيث إن القيمة الغذائية لأي مادة علف تتوقف على مقدار ما يهضم من هذه المكونات التي تم تقديرها معملياً، فلا بد بعد ذلك من تقدير الجزء المهضوم من هذه المركبات الغذائية، وذلك بتعيين النسبة الهضمية لكل من الحيوانات الزراعية، إما على الحيوان (في تجارب الهضم) أو من الجداول المستنبطة من قبل بناء تجارب عديدة على الحيوانات.

ولتقدير القدرة الإنتاجية لمادة علف يحسب لها ما يعرف بمعادل النشا (أي القدر من النشا الذي يكون في جسم الحيوان دهناً يعادل الدهن الذي تنتجه ١٠٠ وحدة من هذه المادة) (Starch Value (S.V.)، كما أن الفحص الميكروسكوبي لمادة علف يوضح ما إذا كانت هذه المادة مغشوشة بأجسام غريبة كقشور الحبوب ونشارة الخشب وخلافه.

أما مكملات الأعلاف أو الإضافات **Feed Supplements** فهي عبارة عن مجموعة مواد العلف أو الإضافات العلفية التي تعمل على اكتمال العليقة بإمدادها بما يعوزها من عناصر غذائية ومركبات ضرورية يتطلبها جسم الحيوان ويعجز عن تخليقها ولو بالكَم المطلوب لحفظ حياته والقيام بعملياته الحيوية المختلفة، ومنها كذلك ما يساعد الحيوان على مقاومة الأمراض.

والإضافات العلفية **Feed additives** هي كل ما يضاف للعليقة، سواء لإكمال نقص **Supplement**، أو لدفع نمو، أو للوقاية من مرض أو للعلاج، أو لتحسين طعم، أو للحفاظ ومنع الأكسدة.

وتتضمن مكملات الأعلاف مجموعة متباينة من المركبات التي منها:

- ١- مركبات البروتين المختلفة والمصادر الأزوتية غير البروتينية والأحماض الأمينية.
- ٢- العناصر المعدنية والأملاح المختلفة.
- ٣- الفيتامينات المختلفة.
- ٤- هرمونات (ومنشطات نمو).
- ٥- أحماض دهنية ومصادر دهنية ومضادات أكسدة.
- ٦- مواد مستحلبة للدهون.
- ٧- مضادات حيوية (ومشجعات للنمو).
- ٨- مكسبات طعم ورائحة ومواد ملونة.
- ٩- مضادات كوكسيديا وعقاقير طبية وقائية وعلاجية.
- ١٠- مصادر غنية بالطاقة.
- ١١- إنزيمات.

وتضاف هذه العناصر كنسب مئوية من العليقة كمركبات البروتين والدهون ومصادر الطاقة، أو كوحدات دولية كما في المضادات الحيوية وغيرها من مشجعات النمو ومضادات الكوكسيديا وفيتامين E وموننسين الصوديوم والفيومارون والبابيوسان، أو بالجرام/كيلو جرام علف وذلك للمركبات الآزوتية غير البروتينية، أو قد تضاف بالميكروجرام/كيلو علف كما في فيتامين B<sub>12</sub> والبيوتين وحمض الفوليك، أما العناصر المعدنية النادرة وبقاى الفيتامينات الأخرى ومولدات الفيتامينات Provitamins والمركبات الأمينية البسيطة والبروبيلين جليكول فتضاف كذلك بالمليجرامات/كيلو علف.

وهناك طريقة حسابية لإضافة مكمل ما لاستكمال نقص في العليقة، فإذا فرض أن عليقة تم تكوينها وكانت منخفضة في وحدات النشا بمقدار ٧٦٧ وحدة نشا وكذلك تتطلب ٢٦٩ جرام بروتين مهضوم، ولدينا لاستكمال هذا النقص مادتي علف هما كالتالى:

مادة أولى (س) كسر أذرة      مادة ثانية (ص) كسر فول صويا  
المحتوى من وحدات النشا ٧٢٤ وحدة/ك      ٨١٠ وحدة/ك  
المحتوى من البروتين المهضوم ٧٦ جم/ك      ٣٠٥ جم/ك  
فيمكن حساب المكملات المطلوبة كالتالى:

$$\begin{aligned} (١) \quad & ٧٢٤ \text{ س} + ٨١٠ \text{ ص} = ٧٦٧ \text{ وحدة نشا} \\ (٢) \quad & ٧٦ \text{ س} + ٣٠٥ \text{ ص} = ٢٦٩ \text{ جم بروتين مهضوم} \end{aligned}$$

ونتم تصفية المعادلتين معا على خطوتين في كل خطوة نستخرج قيمة مادة من المادتين، فلمعرفة قيمة (ص) يستخرج معامل من قسمة قيمتى (س) في المعادلتين (١) على (٢):  $٧٢٤ \text{ س} / ٧٦ \text{ س} = ٩.٥٣$ ، ثم تضرب معادلة (٢) فى المعامل بالسالب (-٩.٥٣) فتكون كالتالى (مع تقريب الكسور):

$$\begin{aligned} - ٧٢٤ \text{ س} - ٢٩٠.٧ \text{ ص} &= - ٢٥٦٤ \\ + ٧٢٤ \text{ س} + ٨١٠ \text{ ص} &= + ٧٦٧ \\ \hline \text{فيعادل الناتج} & \text{صفر} - ٢٠٩٧ \text{ ص} = - ١٧٩٧ \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ص} = ١٧٩٧ / ٢٠٩٧ = ٠.٨٥٧ \text{ كيلو جرام كسر فول صويا}$$

وبنفس الطريقة يستخرج معامل لمعرفة قيمة (س) من قسمة قيمتى (ص) فى المعادلة (١) على (٢) أى  $٨١٠ \text{ ص} / ٣٠٥ \text{ ص} = ٢.٦٦$

وتصفى المعادلتين (١)، (٢) بضرب الأخيرة فى سالب هذا المعامل (-٢.٦٦) وجمع الناتج مع معادلة (١) كالتالى:

معادلة (٢) بعد ضربها في سالب المعامل

$$- ٢٠٢ \text{ س} - ٨١٠ \text{ ص} = - ٧١٥$$

$$+ ٧٢٤ \text{ س} + ٨١٠ \text{ ص} = + ٧٦٧$$

معادلة (١)

وبجمعهما معا يكون

$$+ ٥٢٢ \text{ س} + \text{صفر} = + ٥٢$$

ناتج الجمع

$$\therefore \text{س} = ٥٢ / ٥٢٢ = ٠,٠٩٩ \text{ كيلو جرام كسر أذرة.}$$

وعليه تكون كمية المكملات هي ٨٥٧ جرام كسر فول صويا مع ٩٩ جرام كسر أذرة لتكون العليقة متكاملة بالضبط حسب الاحتياجات المحسوبة للحيوان.

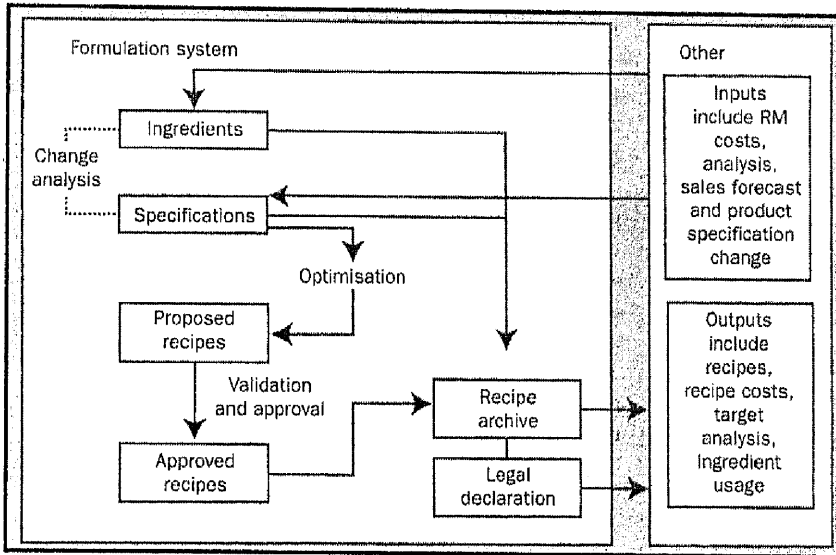
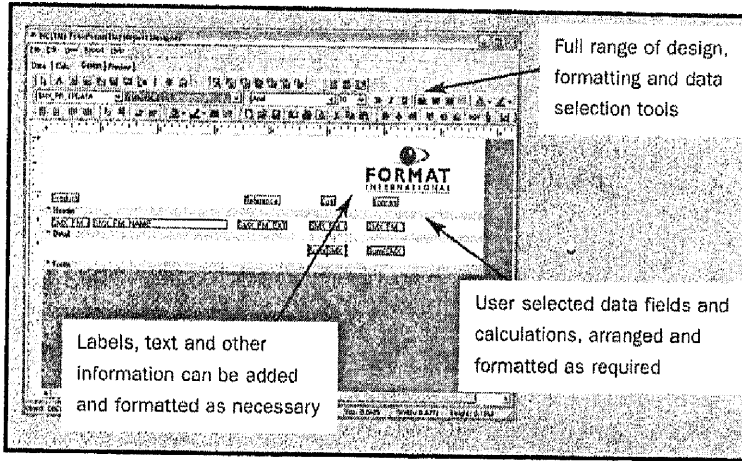
وفيما يلي سنورد مكملات الأعلاف كل على حدة بشيء من التفصيل المبسط، وأول هذه الإضافات هي العناصر المعدنية وذلك لأولويتها في الإضافة كمكملات غذائية ولكبر عدد هذه المعادن وسيطرتها على كثير من عمليات الجسم الحيوية، بجانب دخولها في تركيب أجزاء الجسم وإفرازاته وخلافه مما سنناقشه فيما يلي:

**أولاً: الإضافات المعدنية Mineral additives**

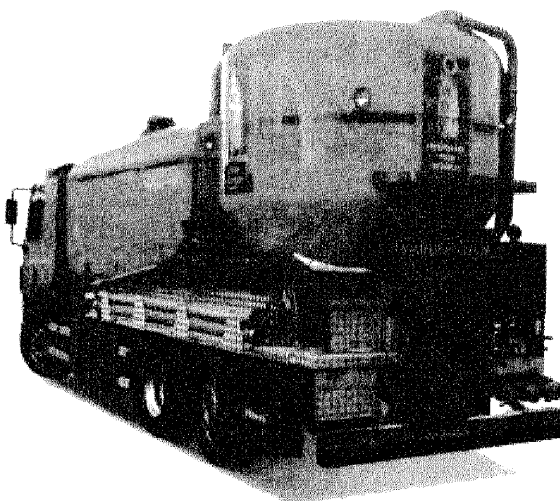
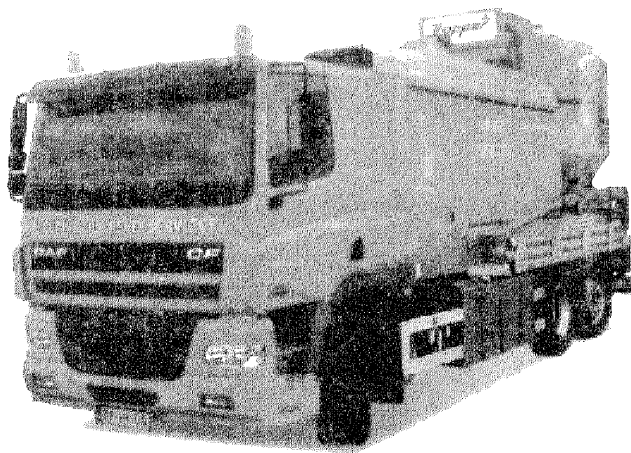
**الكالسيوم Calcium:** لازم لتكوين العظام والأسنان وتجلط الدم وسلامة الأعصاب وإنتاج اللبن. وتتأثر احتياجات الحيوان من الكالسيوم بسرعة النمو وحالة الحمل وكمية الإدرار ومستوى الطاقة في العليقة، فالحيوان وزن ١٠٠ كيلوجرام يختلف في احتياجاته اليومية من الكالسيوم من ١١ إلى ٢٧ جراماً حسب معدل نموه ما بين ٠,٣٣ - ١,٠٠ كيلوجرام يوميا. والبقرة وزن ٥٠٠ كيلوجرام وتعطى ٥ كيلوجرامات لبن يزداد احتياجها من الكالسيوم من ٣٢ إلى ١٠٢ جرام يوميا بزيادة الإدرار إلى ٣٠ كيلوجرام لبن. والأغنام تحتاج ٠,٨ جرام/يوم للحيوان وزن ٥ كيلوجرامات وتزيد إلى ١٤ جراما/يوم/نعجة وزن ٥٠ كيلوجرام.

**الفوسفور Phosphorus:** يدخل في تركيب العظام والمركبات الغنية بالطاقة والفوسفوليبيدات وتخليق الأحماض النووية. وتتوقف الاحتياجات على نسوع الحيوان وإنتاجه ونسبة الكالسيوم والفوسفور في اللبن ومدى استفادة الحيوان من المصادر المعدنية بالعليقة. ونسبة الكالسيوم : الفوسفور في اللبن تختلف باختلاف نوع الحيوان إذ أن لبن النعاج أغنى بالكالسيوم والفوسفور عن لبن البقر والماعز. وتحسب احتياجات الفوسفور على أساس ١,٦ جرام/لتر لبن، علاوة على ١٠ جرامات احتياجات حفظ، أو تحسب على أساس المادة الجافة للعليقة بمقدار ٠,٢٥% فوسفور من عليقة الماشية، وهذا يكفي على مدار موسم الحليب دون سحب من الهيكل العظمي ثم تنخفض هذه المقررات أثناء الجفاف وانقطاع اللبن بحيث لا تقل عن ١٧ جراماً لحماية مخزون الهيكل العظمي والاستعداد

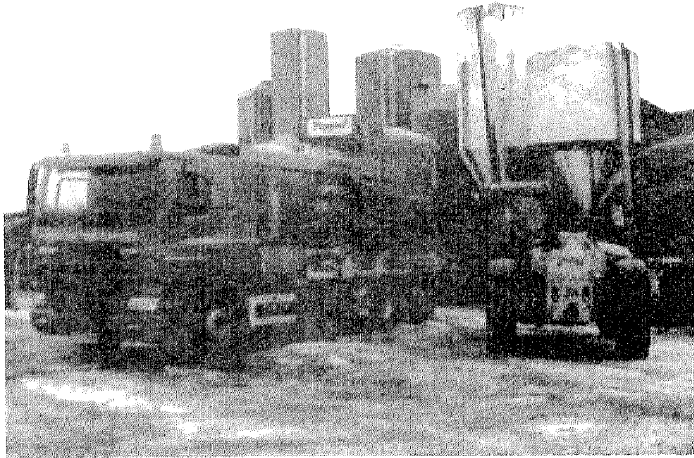




أصبح تكوين العلائق لا يخضع لعمليات الحساب اليدوي بل زود كل مصنع ببرامج حاسوب Software تمكن من تكوين العلائق المناسبة المتزنة والمتكاملة الملائمة لكل نوع حيواني حسب نموه وإنتاجه وحالته العمرية والفسيولوجية دون نقص أو إهدار.



خلاط (متحرك) للعلف بتكاليف منخفضة، يشغله عامل واحد، مزود بحاسوب للطحن والخلط ٠٠٠ إلى التعبئة.



خلاط (متحرك) للعلف بتكاليف منخفضة، يشغله عامل واحد، مزود بحاسوب للطحن والخلط ١٠٠ إلى التعبئة.

لحمل القادم، ثم تزيد عن هذا الكم لمواجهة احتياجات الحمل في النصف الأخير من فترة الحمل. وتبلغ احتياجات النعاج الحلابة ٠,٢١% فوسفور من العليقة الجافة. بينما تحتاج العجول ٠,١٩ - ٠,٢٥% (حسب العمر) مع وضع المقننات الأعلى للعمر الأصغر. وترتبط دائما احتياجات الفوسفور بالكالسيوم لارتباطهما معا في الهضم والامتصاص والإخراج. وتؤدي إضافة الفيتاز إلى خفض التلوث البيئي بالفوسفور نتيجة تحسين الاستفادة من فوسفور العليقة، وخفض الإضافات المعدنية للعليقة، وخفض الخارج منها في البول، فيقل التلوث المائي بهذه العناصر.

**الماغنسيوم Magnesium:** يدخل في تركيب الهيكل العظمي وبعض الإنزيمات، وله دور في ميتابوليزم الكربوهيدرات. وتتوقف الاحتياجات الماغنيسومية للحيوان على نوع العليقة (إذ أن المصادر الحيوانية للأعلاف غنية بالماغنسيوم) وإنتاج الحيوان ومخزون جسمه ومكونات العليقة والتسميد للمراعى (إذ أن التسميد الأزوتى والبوتاسيومى يخفض من محتوى المراعى من الماغنسيوم)، كما أن انخفاض طاقة العليقة يجعل من الصعب على الحيوان الاستفادة من محتواها من الماغنسيوم فيزيد بذلك احتياجات الحيوان من الماغنسيوم إذا كان ميزان الطاقة سالباً. ومن أفضل مصادر الماغنسيوم مركب ماجنيزيت كالسيوم (٨٧ - ٩٠% أكسيد ماغنسيوم). وللوقاية والعلاج من حمى الإدرار أو نقص الماغنسيوم يضاف مركبات الماغنسيوم للعليقة أو للمراعى لزيادة محتوى الأعشاب منها وقد يقدم أكسيد الماغنسيوم كجرعة وقائية يوميا للماشية (٥٠ - ٦٠ جراما) وللعجول (٧ - ١٥ جراما) (أو ضعف الكمية من كربونات الماغنسيوم) أو قد يحقن تحت الجلد بجرعة واحدة ٤٠٠ سم<sup>٣</sup> محلول كبريتات ماغنسيوم تركيز ٢٥% أو في الوريد بجرعة واحدة ٤٠٠ سم<sup>٣</sup> محلول لاكتات ماغنسيوم مع الحقن ببطء ويسبقه الحقن بالكالسيوم مع تقديم الدريس والمركزات.

**الصوديوم Sodium (Natrium):** ينظم الضغط الأسموزى والحموضة للجسم ويزيد إفراز اللعاب ويدخل في العصير الحمضى للمعدة وفاتح للشهية. الغنم أكثر الحيوانات احتياجا إلى الصوديوم يليها البقر والخيول. وتزداد الاحتياجات من الصوديوم بالتغذية على أعلاف نباتية خضراء غنية بالبوتاسيوم أو بالتغذية على أعلاف خشنة أو حبوب ومخلفاتها، بينما تقل الحاجة نسبيا إلى الصوديوم عند التغذية على الدريس. وتتراوح كمية الصوديوم التى يحتاجها الحيوان ما بين ٢ و ١٢ جراما لكل ١٠٠ كيلوجرام وزن حي/يوم في صورة ملح طعام. ويلزم التسمين كميات معتدلة من ملح الطعام مع تجنب زيادة ملح الطعام للحيوانات الحلابة العشار.

**البوتاسيوم Potassium (Kalium):** يماثل فى وظائفه وظائف عنصر الصوديوم، تكمل به العلائق بنسبة ٠,٢ - ٠,٣%، وتعتبر العلائق المركزة بهذا نسبة كافية من البوتاسيوم، إلا أنه يضاف خاصة فى علائق الأغنام لتحسينه لصفات الصوف ولمعانه، ولا يضاف عادة لغير الأغنام لاحتواء النباتات على وفرة منه عن الصوديوم.

**الحديد (Iron (Ferrus):** يدخل في تركيب الهيموجلوبين والميوجلوبين والإنزيمات المختلفة. يوجد الحديد بكم كبير مخزن في الكبد وقد لا يحتاج الجسم إلى زيادة منه في العليقة إلا عند الحمل، وعادة لا يضاف الحديد في العليقة العادية للحيوان. وقد تحتاج صغار الحيوانات بعد شهرين من الولادة إلى كميات من الحديد إذا غذيت على لبن الأمهات وحده طويلاً.

**الزنك Zinc:** مهم للنمو والشعر ويدخل في الأنظمة الإنزيمية وفي العظام والصوف. وقد حدد مجلس البحوث الزراعية البريطاني (ARC) عام ١٩٨٠م الاحتياجات الزنكية بحوالي ٥٢ ملليجرام/كيلوجرام عليقة للخنازير (مع زيادتها بزيادة كالسيوم العليقة). كما نص على ألا تزيد الحدود العليا المسموح بها للزنك في العليقة عن ١٥٠ ملليجرام/كيلوجرام علف لتلاشى آثاره السامة بزيادة الجرعات المضافة منه. والزنك ضروري لتخليق بروتيني الكولاجين والكيراتين الذين يدخلان في الريش والجلد والحوافر والأنسجة الضامة. والزنك العضوي أكثر ثباتاً ووفرة لتأدية وظائفه دون ارتباطه بالفيتات.

**المنجنيز Manganese:** ضروري لنمو العظام ويدخل في الأنظمة الإنزيمية ولازم للتناسل وميتابوليزم الكربوهيدرات. تبعاً لتقرير (ARC) لعام ١٩٨٠ فإن الاحتياجات من المنجنيز للنمو هي ١٠ أجزاء/مليون (مجم/كجم) ppm في العلف ويلزم رفع هذه الكمية إلى ٢٠ - ٢٥ جزءاً/مليون للنمو المثالي للهيكل العظمي وللتناسل، وقد أوصى بأن الكمية الكافية لسد احتياجات المجترات من المنجنيز هي ٢٠ جزءاً/مليون، مع رفع هذه المقررات بزيادة نسبة كل من الكالسيوم والفوسفور في العليقة. بينما العلائق الخشنة والمركزة بخلاف الذرة تعتبر غنية بالمنجنيز لذا فإنه لا توجد ضرورة لإضافة المنجنيز لعلائق الماشية أو الأغنام العادية.

**النحاس Copper:** لازم لتكوين الهيموجلوبين ووظائف خلايا العظام وتكوين الصوف ويدخل في تكوين الإنزيمات. وجد أن ١ - ٢ ملليجرام نحاس يومياً كافية في حالة عدم وجود المعادن والمركبات المثبطة للاستفادة من النحاس للأغنام، ولتفادي النقص الذي لا يظهر إلا في الأراضي الفقيرة في النحاس أو لوجود عناصر معوقة لامتصاصه لذا يضاف ١% نحاس في العليقة في صورة كبريتات نحاس، والنحاس العضوي أكثر فائدة.

**الكوبلت Cobalt:** يدخل في تكوين فيتامين B<sub>12</sub> وله علاقة بالنحاس ويدخل في أنظمة إنزيمية. أوصت تقارير (ARC) لعام ١٩٨٠م بأن الأعلاف المحتوية على ١,١ مجم كوبالت/كجم مادة جافة تكون كافية لمد الماشية والأغنام باحتياجاتها. ويفترض أن الاحتياجات حوالي ١ جزء/مليون فيكون الاحتياج اليومي حوالي ٢,٢٣ مجم/١٠٠ كجم وزن جسم حي. وتعطى عادة للماشية والأغنام ٣٢ جم كبريتات

كوبالت/١٠٠ كجم وزن حي لتأمين النقص فيه، بينما تضاف كبريتات الكوبالت بمقدار ٢ جم/طن عليقة أبقار حلابة.

**اليود Iodin:** يدخل في تركيب هرمون الثيروكسين اللازم لميتابوليزم المغذيات الأساسية. تتوقف الاحتياجات من اليود على مستوى هرمون الثيروكسين وبدرجة الاتزان المعدني (إذ أن ارتفاع نسبة الزرنيخ والفلور يضاعف الاحتياجات اليودية، بينما الثيوسينات والبيركلوريد يمكنها خفض امتصاص اليود في الدرقية) ويسرعة الميتابوليزم والإنتاج ونوع مواد العلف. وقد حددت (ARC) عام ١٩٨٠م الاحتياجات اليودية بمقدار ٠,٥ مجم/كجم (ppm) مادة جافة غذائية للأغنام والماشية لسد احتياجاتها حتى وقت الحمل والإدرار وذلك إذا خلت عليقة من المواد الجويتريية Goitersgens. وينخفض هذا الاحتياج إلى ٠,١٥ جزء/مليون بارتفاع درجة حرارة الجو (لأنخفاض نشاط الغدة الدرقية)، وإذا احتوت عليقة على مسببات الجويتر فإنه ينصح برفع مستوى اليود إلى ٢ مجم/كجم مادة جافة. ويضاف اليود في صورة أملاح أهمها يوديد البوتاسيوم ولكن الفقد منه سريع نتيجة الأكسدة والتطاير، كما يمكن استخدام يودات البوتاسيوم أو الكالسيوم لكنها أيضا قد تفقد بالتطاير عند التعرض للجو، كما يستخدم Ethylene diamin dihydro iodide، وكذلك أدخل Pentacalcium orthoperiodate في المخاليط المعدنية.

**الكروم Cromium:** من العناصر الضرورية كمكون في عامل تحمل الجلوكوز والذي يقوى فعل الإنسولين، ومن ثم فيشارك في ميتابوليزم الكربوهيدرات وغيرها من العمليات المعتمدة على الإنسولين كميثابوليزم البروتين والدهون. فقد ثبت أن إضافة الكروم يزيد ترسيب اللحم الأحمر في الإنسان والخنزير، ويحسن الاستجابة المناعية في الماشية، ويخفض من إنتاج الكورتيزول الحادث بالضغط (الإجهاد) الحرارية والنقل للماشية والخنزير، والكروم مغذ وليس عقار، لذا لا يظهر تأثير إضافته إلا في حالة نقصه.

**الكادميوم Cadmium:** عنصر أساسي للحيوانات المجترة الصغيرة، ومعامل امتصاصه ضعيف (٠,٠٤ - ١,٥%)، وتمتصه صغار الحيوانات والرضيع منها بمعدل أعلى من الحيوانات البالغة. ولانخفاض امتصاصه، فمعظمه يخرج في الروث، علاوة على ما يحتويه الروث من كادميوم الجسم الخارج عن طريق الصفراء وسائل البنكرياس، ولا يخرج في البول سوى أقل من ١% من المستهلك، وإن ارتبط الخارج في بول الإنسان مع مخزون جسمه من الكاديوم.

ويخزن حوالى ٥٦% من كادميوم الجسم في كبد المجترات، بينما تحتوى الكلى على ٢٥%، والعضلات على ١٣% من كادميوم الجسم، والعكس في الإنسان فمخزون جسمه من الكادميوم يتركز منه ٥٣% في الكلى، و١٦% في الكبد، و١٨% في

العضلات . ومعدل إخراج الكاديوم في لبن الماشية حوالى  $10^{-3}$  -  $10^{-4}$  من الجرعة اليومية ويخرج مرتبطاً بالبروتين (كازين والبيومين) . وقدر نصف العمر البيولوجي للكاديوم في كبد وكلية الماشية بحوالى ٢ و ١٢ سنة على الترتيب، بينما في الإنسان وجد أن العضلات لها أطول نصف عمر (أكثر من ٣٠ سنة)، بينما الكلى لها نصف عمر (للكاديوم) ١٠ - ٣٠ سنة، والكبد ٥ - ١٥ سنة .

يزداد تخزين الكاديوم في الكبد والكلى بزيادة الكالسيوم ونقص الفوسفور في العليقة للجرذان، والعكس للتكايت فزيادة الكالسيوم تخفض من امتصاص الكاديوم . ونقص الزنك يزيد الكاديوم في كبد السمان والتكايت والجرذان . ونقص الحديد يزيد كاديوم كلى السمان، وزيادة حديد التكايت تخفض كاديوم الكلى . ويقل السليوم من سمية الكاديوم في الفئران والخنازير . وزيادة المنجنيز تخفض كاديوم أنسجة الجرذان ولم تخفضها في التكايت والسمان . ويزيد النحاس من كاديوم أنسجة السمان والتكايت . يخفض فيتامين C وكذلك الكوبل أميد والبيريدوكسين من سمية الكاديوم، بينما يزيد الدهن من مخزون الكاديوم .

### علاقات المعادن المختلفة وتداخلاتها Interrelationships of Minerals

وإذا نظرنا إلى الاحتياجات من المعادن ككل معا نجدها في ارتباطات عديدة فيما بينها، وتقع تحت تأثيرات متباينة ومتداخلة، فالاحتياجات تتوقف على صورة المركبات المعدنية وقابليتها للامتصاص، بل إن ذلك يتوقف على نظام الرعاية . هذا وتزيد معدلات هضم الفوسفور في صورته فيتئين بانخفاض نسبة الكالسيوم .

وتؤدي زيادة بوتاسيوم العليقة إلى نقص الصوديوم الخارج في الروث . كما أن إضافة كميات كبيرة من الكالسيوم أو الفوسفور تؤدي إلى أعراض نقص المنجنيز وتشويه العظام، إذ يعوق امتصاص المنجنيز (الذي يضاف في صورة برمنجنات بوتاسيوم في مياه الشرب للتطهير وكمصدر للمنجنيز) . يتعارض الحديد مع امتصاص الفوسفور، بينما يحتاج في تمثيل الحديد إلى النحاس . كما يؤثر محتوى العليقة المعدني على امتصاص النحاس، فوجد أن هناك علاقة تداخلية بين النحاس والكبريت والمولبدنم، فوجد أن زيادة كبريت العليقة ومولبدنمها يؤديان إلى زيادة إخراج النحاس في البول، وتتداخل أعراض التسمم بالنحاس مع أعراض نقص المولبدنم، وإضافة المولبدنم إلى عليقة محتواها من الكبريتات متوسط يؤدي إلى نقص محتوى نحاس الكبد . ويعوق الزنك من امتصاص النحاس من الأمعاء .

كما يتأثر كل من الكالسيوم والفوسفور عند امتصاصهما بوجود فيتامين D، بينما يتأثر امتصاص الحديد بوفرة فيتامين C، إذ يتحسن الامتصاص بينما العكس مع الكاروتين إذ يعوق امتصاص الحديد .

وهناك العديد من النسب الواجب مراعاتها ما بين كالسيوم وفوسفور وماغنسيوم، آزوت وكبريت، صوديوم وبوتاسيوم. امتصاص الأنيونات بالترتيب  $PO_4 > SO_4 > NO_3 > Br > Cl$ ، وللكاتيونات  $Mg > Ca > Na > K$ . مشكلة إخراج المعادن في أن عصائر الهضم تحتوي كلور وسلفات وفوسفات وكربونات وأملاح صوديوم وبوتاسيوم، فجزء منها يمتص والآخر يخرج مع البراز مع معادن العليقة غير المهضومة، فيخفض معدلات هضم المعادن (ظاهرياً)، فمثلاً ٨٠% من فوسفور البراز ناتج من التمثيل الغذائي وليس من العليقة.

قلوية العليقة (كالأعلاف الخضراء والجذرية والبرسيم) تخرج الفوسفات والكالسيوم مرتبطاً في البراز (أي غير مهضوم)، بينما حموضة العليقة (قش، حبوب، أكساب البذور الزيتية) تخرج الفوسفور الحامض مع البول، أي بعد هضم وإخراج عن طريق الكلى (كذلك نفس الشيء في حالة الحيوانات الجائعة أو آكلة اللحوم، حيث هضم البروتين يحرر ما معه من فوسفور وكبريت ويخلق أحماضهما).

### وظائف غير تقليدية للمعادن Unconventional Functions of Minerals

كما سبق تدخل المعادن في التركيب البنائي للهيكل العظمي والأسنان، كما تدخل في بناء الهرمونات والإنزيمات والمركبات الأخرى المهمة كالهيموجلوبين والميوجلوبين، وهي ضمن مكونات سوائل الجسم وعصائره وإفرازاته. إلا أن هناك من المعادن ما يقوم بوظائف أخرى غير تقليدية كالمنجنيز في برمنجنات البوتاسيوم واستخدامها كمادة مطهرة في استخدامات عديدة، أو كذلك استخدام الزرنيخ ومركباته المختلفة (Arsanilic acid, Sodium arsanilate, 4-hydroxy-3-nitrophenyl arsenic) في علائق الماشية والخنازير والدواجن بنسب ٩٠ - ٢٥٠ جم/طن (ppm) عليقة، وذلك لفعالها المشابه للمضادات الحيوية، إذ تغير من الميتابوليزم البكتري في القناة الهضمية لتساعد على تحسين الحالة الغذائية للحيوانات، وذلك لمدة أسبوع ثم راحة أسبوع، وتكرر المعاملة، وذلك باستعمال المركبات العضوية، لأنها أقل سمية (Arsanilic acid) وتوقف هذه المعاملة قبل الذبح بمدة أسبوع. وتمنع مركبات الزرنيخ العدوى البكتيرية، وتحسن زيادة وزن الجسم، فمعظم الزرنيخ يخرج في البول، لذا تكون الفرشة غنية بالزرنيخ (العضوي غير السام).

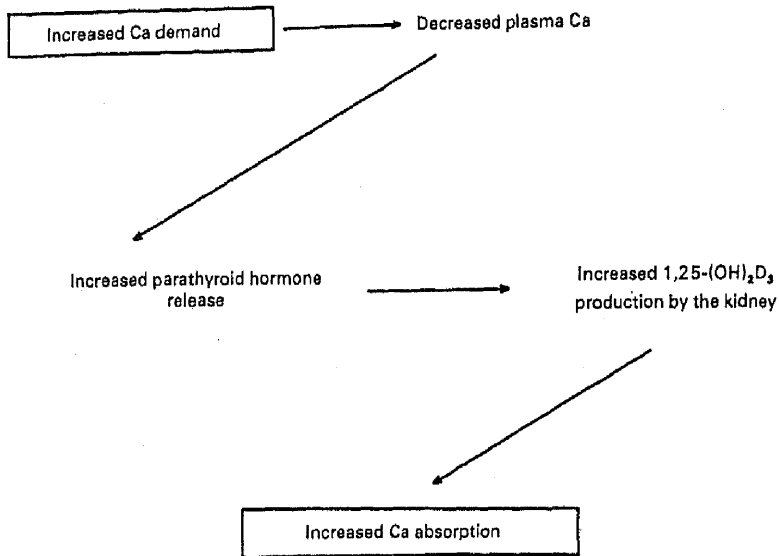


وتقدر الاحتياجات من المعادن الكبرى بالجرام/حيوان/يوم كالتالى:

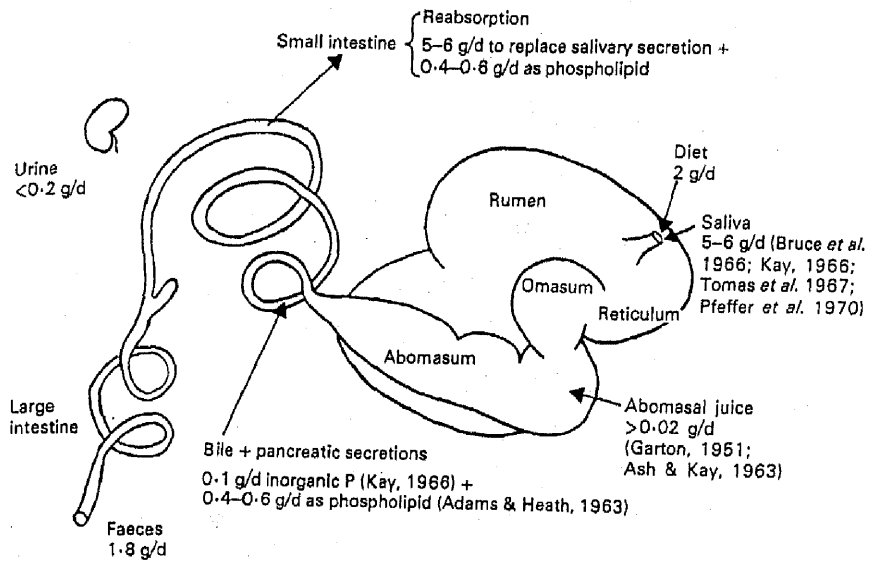
| الحيوان                 | كالسيوم    | فوسفور    | ماغنسيوم  | صوديوم    |
|-------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| عجول                    | ٢٠ - ٢٥    | ١١ - ١٤   | ٢ - ٤     | ٣ - ٦     |
| ماشية حلابة ٢٠ كجم لبن  | ٨٥         | ٥٢        | ٢٢        | ٢٢        |
| ماشية جافة              | ٦٢ - ٦٩    | ٣٨ - ٤٢   | ١٦        | ١٧        |
| أغنام تربية حتى ٥٠ كجم  | ٦,٥ - ٧,٥  | ٤,٥ - ٥,٠ | ١,٥ - ١,٠ | ١,٥ - ١,٠ |
| أغنام حلابة             | ١١ - ١٣    | ٩ - ١١    | ٢ - ٣     | ٢ - ٣     |
| أغنام تسمين ٥٠ - ٧٠ كجم | ٩,٠ - ١١,٠ | ٦,٠ - ٧,٠ | ١,٥ - ١,٠ | ١,٥ - ١,٠ |

وتقدر العناصر الدقيقة بالمليجرام/كجم مادة علف جافة كالتالى:

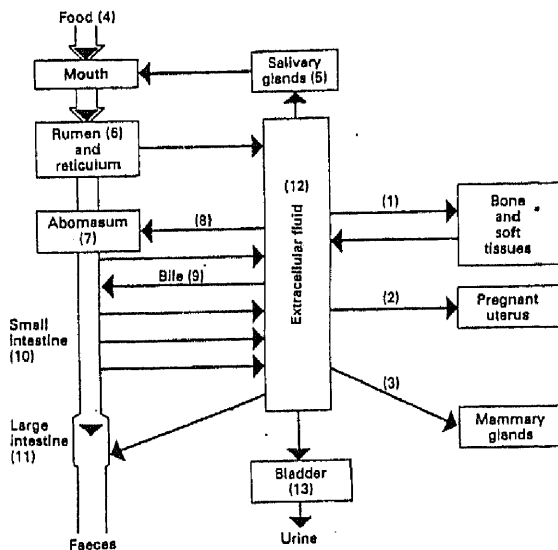
| الحيوان     | حديد    | نحاس   | منجنيز  | زنك     |
|-------------|---------|--------|---------|---------|
| عجول        | ٣٠ - ٥٠ | ٨ - ١٠ | ٥٠      | ٣٠      |
| ماشية تسمين | ٥٠      | ٨ - ١٠ | ٥٠      | ٣٠ - ٥٠ |
| ماشية حلابة | ٤٠ - ٦٠ | ١٠     | ٥٠ - ٦٠ | ٦٠      |
| أغنام       | ٤٠      | ٥      | ٤٠ - ٥٠ | ٣٠ - ٤٠ |



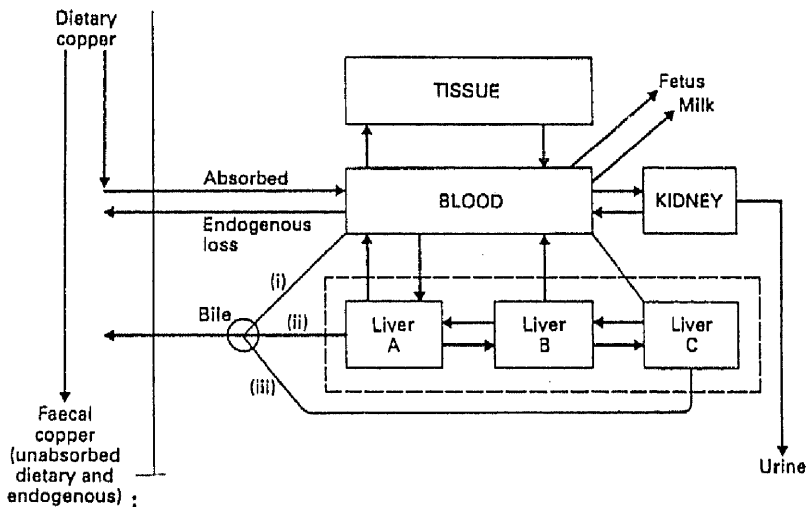
تصوير لدور ١-٢٥-دي هيدروكسي كوليالكالسيفيرول (فيتامين D3) في تنظيم امتصاص الكالسيوم



تصور لحركة الفوسفور في أمعاء الأغنام المغذاة على علف خشن



أماكن وتدفقات الفوسفور خلال جسم المجترات



الطرق المحتمل حدوثها لتحرك النحاس في جسم الحيوان المجتر:

A = تخزين وقتي للنحاس في الكبد للتبادل مع الدم والإخراج في الصفراء .

**B = تخزين وقتي للارتباط بالسريولوجيا**

C = تخزين طويل المدى منه الإخراج للصفراء والإفراز للدم بعد تناول تترائيوموليبدات.



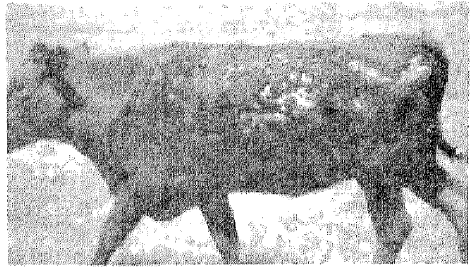
مرض العضلة البيضاء White-muscle disease الذي يسببه نقص السيلينيوم  
عضلة من حصان نفق من هذا المرض - لاحظ المساحات البيضاء والتركزة.



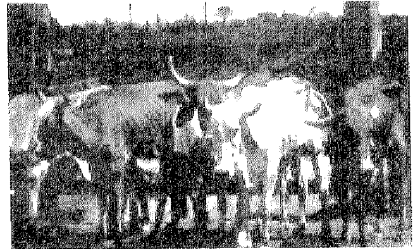
أعراض نقص الزنك في الماعز.



أعراض نقص النحاس



أعراض نقص الزنك



أعراض نقص الكوبالت



أعراض نقص اليود في الماعز والعجول

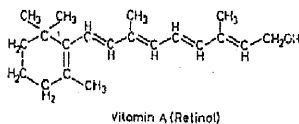


أماكن وضع الأملح لتتناولها الحيوانات

## Vitamins ثانياً: الفيتامينات

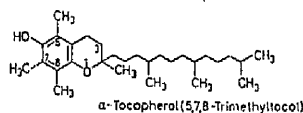
تتطلب الحيوانات وحيدة المعدة وصغار المجترات الفيتامينات المختلفة (والتي تخلق معظمها ميكروفلورا كرش الحيوانات كاملة الاجترار فلا تتطلبها في علاقتها). والفيتامينات منها الذائبة في الدهون (A, D, E, K) Fat soluble، ومنها الذائبة في الماء (C, B) Water soluble، كولين، حمض فوليك، بيوتين، حمض نيكوتينيك، حمض بانتوثينيك، إينوسيتول). وتوجد الفيتامينات (ومولاتها) بشكل طبيعي في الأعلاف الخضراء والنباتات المائية والطحالب وجنين الحبوب وكذلك المصادر العلفية الحيوانية، لكن قد يتم تخليق بعضها (D<sub>3</sub>) بالتعرض للأشعة فوق البنفسجية، وقد تخلق الحيوانات بعضها كذلك، لكن الحيوانات الصغيرة والنامية وعالية الإنتاج وفي فترات التكاثر تتطلب مزيداً من هذه الفيتامينات، لذا تضاف مستحضراتها التخليقية إلى العلائق. فهي مركبات عضوية لازمة للنمو الطبيعي وحفظ حياة الحيوانات، فتدخل في ميٹابوليزم الأنسجة كمساعدات إنزيمية أو كإنزيمات خلوية.

ولضرورة الفيتامينات للعمليات الحيوية فإن نقصها من العليقة يؤدي لأمراض تعرف بأعراض نقص الفيتامينات Hypovitaminoses، كما أن زيادة بعضها تؤدي لأمراض زيادة الفيتامينات Hypervitaminoses. فالفيتامينات مسئولة عن ميتابوليزم المغذيات، وسلامة الإبصار، وسلامة الأغشية المخاطية لكافة أجهزة الجسم، وطراوة الجلد ولمعان الشعر، وكفاءة الخصوبة والتناسل، واعتدال المشية والهيكل العظمي والأسنان، واعتدال الصحة مع الإنتاج العالي، ومنع النزف، ومنع الأكسدة، وغير ذلك كثيرا. فيتامين H له أعراض نقص أحماض دهنية أساسية (لينول، لينولين) كمرض العيون وسقوط الشعر، وهو من الفيتامينات الذائبة في الدهون.

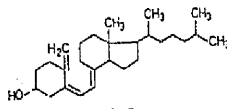
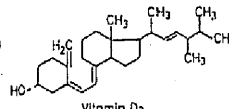


Vitamin A (Retinol)

### فیتامین (ا)

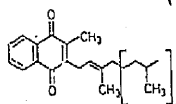
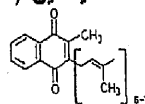


**فيتامين (هـ)**

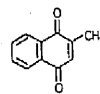
Vitamin D<sub>3</sub>  
(Cholecalciferol)

Vitamin D<sub>2</sub>  
(ergocalciferol)

( د ) فیتامین

Vitamin K<sub>1</sub>

### Vitamin K:

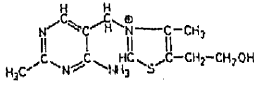


Menadion

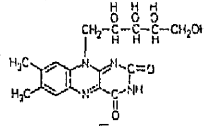
فيتامين (ك)

الفيتامينات الذائبة في الدهون ( أ ، د ، هـ ، ك )

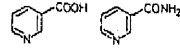




Vitamin B<sub>1</sub> (Thiamine)

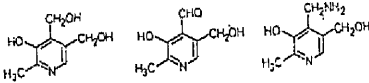


Vitamin B<sub>2</sub> (Riboflavin)

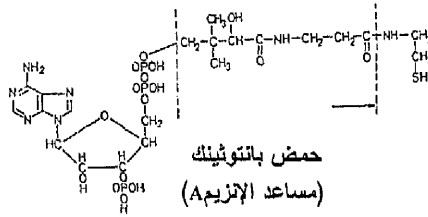


Nicotinsäure Nicotinsäureamid

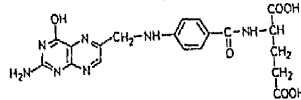
حمض نيكوتينك  
النيكوتين أميد



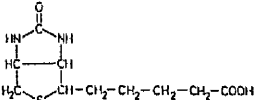
Pyridoxin Pyridoxol Pyridoxamine



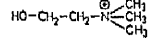
حمض باتنوثينك  
(مساعد الإنزيم A)



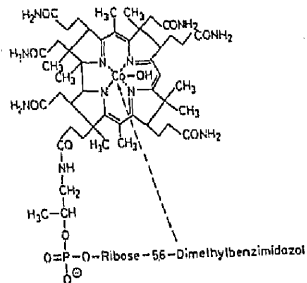
حمض الفوليك (بترول -  
حمض جلوتاميك)



Biotin



Cholin



Vitamin B<sub>12</sub> (Hydroxo-Cobalamin)

بعض نماذج لفيتامينات ذائبة في الماء

ثالثاً: مركبات البروتين والأحماض الأمينية والمركبات الآزوتية الأخرى غير البروتينية

### Protein concentrates, Amino acids and Non proteinous N-compounds

بجانب الأملاح المعدنية والفيتامينات فإن هناك مجموعة ثالثة من مكملات الأعلاف يتضمنها العنوان عاليه. عموماً فإن محتوى العلف من البروتين يزيد بزيادة التسميد النتروجيني، ويقل الليسين، فتقل القيمة البيولوجية للبروتين. والطحن يقلل البروتين في الدقيق ويزيده في المخلفات، كما يزيد في المخلفات كذلك الأحماض الأمينية الأساسية. ويمكن إضافة المركبات النتروجينية غير البروتينية NPN (كالأحماض الأمينية والأميدات واليوربا) للمجترات بنسبة ٢٠ - ٥٠% من الاحتياجات النتروجينية دون الإضرار بإنتاج اللبن أو اللحم. وسبب اختلاف النتائج في استخدام الأميدات هو ضرورة وجود أنواع خمائر معينة بالكرش لبناء البروتين الميكروبي، فقد توجد هذه الخمائر على علف ولا توجد على آخر فتسبب هذا الاختلاف. وتسمى هذه العملية التي بموجبها يتحول NPN في الخمائر إلى بروتين ميكروبي باسم *Zymogene symbiosis*. وتعطى مركبات NPN جافة ومع أعلاف متخمرة (كالسلاج)، لأن الأحماض تعوق عمل اليورباز، ولأن الرطوبة تطور وتنشط اليورباز الذي قد يكون في العليقة، ويؤدي إلى إضرار للحيوان. يكون مخلوط من ٦٠% شرائح بنجر + ٢٥% مولاس + ١٥% يوربا، ويوضع ٤٠% من هذا المخلوط مع ٦٠% أكساب مختلفة، أي أن اليوربا تشكل ٦% فقط.

فمن الصور الأكفأ والأكثر اقتصادية لاستخدام الغذاء هو تقديمه في صور مركبات، منها ما هي مركبات طبيعية أو مركبة، فعلى سبيل المثال فإن الطريق الأكفأ لإضافة فيتامينات B-complex هو استخدام الخميرة *Yeast* سواء خميرة الغذاء *Torula or Candida utilis* أو الخميرة من مصانع البيرة *Saccharomyces cerevisiae* (Brewers yeast)، لاحتوائها على الثيامين والريبوفلافين والنياسين وغيرها من مجموعة فيتامينات B المركبة مع البروتين في صورة مقبولة، فالخميرة مصدر منخفض السعر غنى بالبروتين وفيتامينات B، يتم الحصول عليها كنتاج جانبي أو ثانوي By-product لمصانع البيرة، وهي في صورة مستخلص خميرة *Yeast extract* ناتجة من خميرة مصانع البيرة بعد غسلها ومعاملتها بالصودا الكاوية لإزالة المواد المرة Debittering، ثم تركز بالطرد المركزي، وتغسل وتفصل عن الأجسام الخلوية في صورة مستخلص ذائب رائق، ويركز في صورة عجينة تجفف بالرزاز لإنتاج مسحوق مستخلص الخميرة. ويتم كذلك إنتاج الخميرة من المولاس بعد تلقيحه بالخمائر وتبريده وتهويته وبعد التخمير والغسيل بالماء تستخلص الرغاوى للخميرة وتجفف بالهواء الساخن للحصول على خميرة جافة لإضافتها للعلائق. وتحتوى الخميرة على ٤٢% بروتين وهو بروتين تام القيمة البيولوجية. وأشكال الخميرة التي يمكن استخدامها كمكملات أعلاف للحيوانات هي:

- ١- خميرة مجففة الأكثر استخداماً وهي ناتج ثانوي لصناعة التقطير وخلاياها غير قادرة على بداية عملية تخمر أخرى.

٢- خميرة حية لها القدرة على التخمر .

٣- خميرة عوملت بالإشعاع Irradiated، وهي تستعمل لما تحتويه من فيتامين D .

والخميرة تستخدم لإنتاج البروتينات وحيدة الخلية Single cell protein على الهيدروكربونات، فتنمية الخميرة على البرافينات العادية في الزيوت المعدنية أصبحت تحتل اليوم أهمية كبيرة كمصدر للبروتين، وأصبحت تربي للأغراض الصناعية المختلفة. وإنتاج هذا البروتين لوحيدات الخلية يتم التخمر تحت ظروف معقمة لإبادة أى كائنات حية دقيقة غريبة، ثم تضاف المواد الغذائية والماء للبرافينات واللازمة لنمو الخميرة، ثم يتم تعقيمها وتبريدها وتلقيحها Inoculation بالخميرة وتغذيتها بالهواء فيتم التخمر، وتغسل بالماء ويؤخذ الرغاوى للخميرة Yeast cream، وتعامل بالماء الساخن للاستخلاص، ثم تركز بالتجفيف بالرداذ والتعبئة في صورة مسحوق بروتين . كما يمكن إنتاج هذا البروتين لوحيدات الخلية على زيت الديزل، رغم صعوبة هذا التكنيك وتعبئته إلا أنه ذو مزايا منها أن زيت الديزل المكرر refined يكون خالياً من البرافينات غير المرغوبة، وكذلك فليس من الضروري إجراء عملية التعقيم للقاعدة الغذائية إذ يخلط زيت الديزل مع المواد الغذائية والماء وتبرد ثم تلقح بالخميرة، وتمد بالهواء، ويؤخذ المتخمر وينزع ماء جزئياً ويفصل في طبقتين (ماء/زيت)، ثم في طبقتين (ماء/بروتين)، وينقل للتركيز في جهاز فصل آخر حيث يستخلص من الطبقتين الأوليتين (ماء/زيت) ماء وكذلك زيت معدني، ويستخلص من الطبقتين الأخريين بعد غسلهما ونزع ماءهما رغاوى الخميرة التي تستخلص وترکز، وتجفف بالرداذ وتعبأ في صورة مسحوق بروتين .

ومن المركبات كذلك استخدام مسحوق الطحالب فقد أمكن استخدام الطحالب، لسرعة نموها وغناها بالبروتين كمكملات أعلاف في كثير من بقاع الأرض، خاصة في تغذية الحيوان والأسماك، فيعمل منها معلقات يتم تركيزها وتجفيفها لتقدم في صورة علف جاف . ويعد زيت النخيل الإفريقي مصدر مركز لفيتامين A إذ يحتوى على ١٤٠٠٠ ميكروجرام فيتامين A/١٠٠ جرام لذا يضاف (خاصة في تغذية الحيوانات الحلابة)، كذلك لاحتوائه على أحماض دهنية غير مشبعة لازمة لدهون اللبن . ومن مركبات فيتامين A الطبيعية كذلك مسحوق الأوراق Leaf meal للمراعى المختلفة، كالبرسيم الحجازي وغيره من الحشائش، إذ يصل محتوى الفيتامين في المسحوق الطازج حوالى من ٢٠٠٠ ميكروجرام فيتامين/١٠٠ ملجرام .

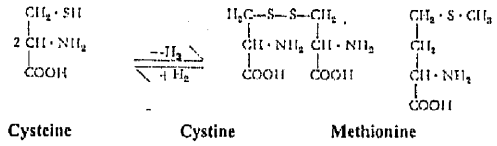
ويطلق لفظ المركبات عادة على مخاليط مكونة من البروتين الحيوانى (مسحوق سمك ومسحوق لحم) والفيتامينات والأملاح المعدنية (والمضادات الحيوية ومضادات الكوكسيديا)، وقد تشمل بعض المركبات كذلك على مصادر بروتين نباتى كفول الصويا وخلافه، ويحدد المصنع المنتج للمركبات نسب مكوناته المختلفة، وكذلك يحدد كمية الحبوب الممكن إضافتها للمركبات لتكتمل تركيبة العليقة .

وبالنسبة للمجترات Ruminants يطلق لفظ مركّزات Concentrates على كل ما هو دون الأعلاف المائلة ويشمل مخلفات استخلاص الزيوت من البذور الزيتية، ومخلفات المطاحن والمجازر والحبوب المختلفة وغيرها كثيرا، وعلى سبيل المثال من المركّزات المضافة للماشية الحلابة هي العلف الموحد (أو المصنع)، أو أن يضاف مكملات غنية بالبروتين للأعلاف المائلة أو تحتوى هذه المكملات على ٥٠% بروتين خام أو ٤٣% بروتين مهضوم، ٣% دهون خام، ٢% ألياف خام، ١,١% فوسفور، ٢,٦% كالسيوم، ١,٦% صوديوم، ٠,٥% ماغنسيوم، ٥٩٥ وحدة نشا (معادل نشا ٥٩,٥)، ٦,١ ميغا جول طاقة صافية، ١٤٠ ألف وحدة دولية فيتامين A ، ١٠ مجم بيتا كاروتين، ١٤ ألف وحدة دولية فيتامين D<sub>3</sub> ، ٣٥٠ مجم فيتامين E بمعدل ١ - ٢ كيلوجرام مكملات أعلاف/حيوان حلاب/يوم في المائة يوم الأولى من فترة الحليب .

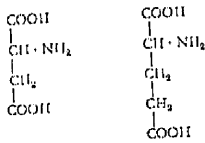
**الأحماض الأمينية:** هي وحدات بناء البروتينات، وهي أحماض كربوكسيلية تحتوى على مجموعة أمين، وكل الأحماض الأمينية المكونة للبروتينات ترتبط فيها مجموعة الأمين بذرة كربون ∞، لذا تسمى أحماض أمينية ألفا Amino acids - ∞. والأحماض الأمينية منها ما هو أحادي الأمين أحادي الكربوكسيل (متعادلة) مثل الجليسين والليوسين، ومنها ما يحتوى الكبريت مثل السيستين والسيستئين، ومنها أحادية الأمين ثنائية الكربوكسيل (حامضية) مثل أحماض الجلوتاميك والأسبارتك، ومنها القاعدية مثل الليسين والهيدروكسي ليسين، ومنها الأروماتية (الحلقية) مثل الفينيل ألانين والداى أيودوتريوزين، ومنها ما هو مختلط الحلقات مثل التريبتوفان والهيدروكسي برولين . وتضاف بعض الأحماض الأمينية لعلائق الحيوانات، والتي لا تتوفر في المصادر الطبيعية للعليقة بالكم المطلوب للجسم، ولا يكونها الجسم أصلا من أحماض أخرى . ومن هذه الإضافات حمض أميني ميثونين وحمض أميني ليسين (وقد يضاف الحمض الأميني جليسين لإزالة سمية حمض البنزويك في الدواجن والذي يحدث بفعل الأورنيثين Omithine) .

في حالة نقص Defficiency العليقة في حمض أميني معين فإن نسبة تكوين البروتين في الحيوان (والذى يدخل في تركيبه هذا الحمض، الأميني الأساسى الناقص) تنقص بنفس نسبة نقص هذا الحمض ويسمى بالحمض الأميني المحدد Limiting amino acid (Limiting factor)، لذلك تضاف بعض الأحماض الأمينية لإكمال هذا النقص . ويمكن الحصول على الأحماض الأمينية بالتحلل المائى للبروتينات في وسط حامضى أو وسط قاعدى أو بالإنزيمات، إلا أن الحموضة والقلوية كل منها يتلف بعض الأحماض الأمينية، كما أن الإنزيمات بطيئة، وفي الثلاث طرق لا يمكن فصل كل حمض على حدة . ويتم تخليق الأحماض الأمينية حيويًا في اليابان وأوروبا وغيرها للإنتاج الكبير من الأحماض الأمينية كحمض الجلوتاميك ومشتقاته، والليسين الذى تفتقده معظم مواد العلف النباتية، فيتم تخمر المولاس بعد تلقيحه بالبيئات الخاصة وإمداده بالنترات والمعادن والهواء لمساعدة الكائنات الحية الدقيقة

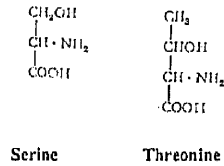
### أحماض أمينية كبريتية



### أحماض أمينية ثنائية الحامض (بكثر في المولاس)

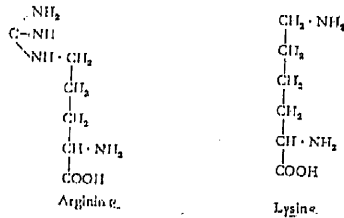


### أحماض أمينية هيدروكسيلية

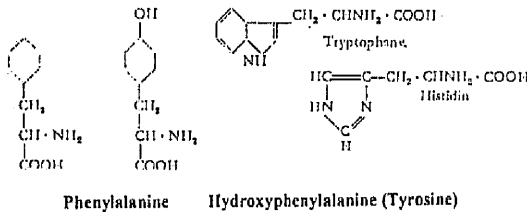


### حمض جلوتاميك حمض أسبراجيك

### أحماض أمينية ضرورية ثنائية الأمين



### أحماض أمينية حلقية



الخاصة في التخمر تحت تحكم حرارى، ثم غسيل المتخمر، وصرف الماء بالطرد المركزى والعمل على الترشيح تحت ضغط، والتبريد والبلورة Crystallization، وإعادة الترشيح والبلورة تحت تفريغ بالطرد المركزى، فالتجفيف والتعبئة للنتاج النهائى (مثل جلوتامينات أحادى الصوديوم Mono sodium glutamate).

وتوجد الأحماض الأمينية على هيئة L & D-amino acids والمستنقعات الأكثر وجودا في الطبيعة هي أساسا الشكل (L). والأحماض الأمينية المحددة فى الحبوب أساسا هي L-lysine، بينما في البقوليات هي L-methionine، لذا يضاف للأعلاف الخضراء مصادر بروتين متعددة كمسحوق السمك والخميرة وكسر الذرة، بالإضافة للأحماض الأمينية المحددة (اليسين، ميثيونين) لمخاليط العليقة. وتزيد الاحتياجات عامة من الميثيونين وغيره من الأحماض الأمينية الضرورية بزيادة بروتين العليقة لكن ليس بنفس معدل الزيادة في البروتين. والأحماض الأمينية طولها ١ - ٢ أنجسترون (١ أنجسترون =  $10^{-10}$  سم)، وعددها حوالى ٤٠ حمضا أمينيا طبيعيا، منها ٢٣ حمضا أمينيا تدخل في بناء البروتينات (التي تتكون من سلاسل كل سلسلة من عديدات الببتيد من إسترات حوالى ٤٠٠ حمض أمينى).

وقد ثبت أن نقص السستين يقلل الاستفادة من الميثيونين، كما وجدت علاقة خطية طردية بين طاقة العليقة والميثيونين، فتختلف الاحتياجات من الأحماض الأمينية الكبريتية باختلاف طاقة العليقة. ولإمكان استخدام الأحماض الأمينية في المجترات دون سرعة هدمها في الكرش وخروج أمونيا فقد استحدثت طريقة طبيعية لتقليل إذابة الأحماض الأمينية وحمايتها حتى تمر من الكرش، مثل تغليف الميثيونين بمادة عديمة الذوبان في الماء كالأحماض الدهنية مثلا، ولم تجد مثلما استخدمت الطرق الكيماوية بإنتاج ميثونات الزنك (جزيئان ميثيونين مع جزء من الزنك) غير الذائبة في الماء، وبذلك ينحل على خطوتين بأثر الحموضة في الأولى يعطى ميثونات زنك (١ جزء DL-Methionine مع ١ جزء زنك) DL-methionine+، وفي ثانيا خطوة تحلل ينحل المركب الناتج من جزء واحد من كل من الميثيونين والزنك إلى مكوناته من ميثيونين + زنك. والأفضل إضافة ميثونات الزنك مع الجليسيريدات مما يطيل من فترة إمداد الحيوان بالميثيونين، لبطء خروج الميثيونين مع استمرارية خروجه لمدى أطول من إضافة بلورات الميثيونين مباشرة، أى في صورة غير معقدة أى سهلة الذوبان، ومن هنا يمكن الوفاء بحاجة الحيوانات عالية الإدرار.

ونفس الشيء يستخدم لإمداد الماشية عالية الإدرار High yielding (Lactating) cows بالبروتين اللازم لها دون إضرار من زيادة إنتاج الأمونيا بالكرش وخطورتها على الكبد، إذ أن ٧٠% من بروتين العليقة تهدمه بكتريا الكرش إلى أمونيا، والباقي (٣٠%) فقط يمر للمعدة الحقيقية والأمعاء دون هدم. ويمد البروتين البكتيرى (من البكتريا المستخدمة للأمونيا التي أنتجتها بهدم البروتين أو الموجودة في العليقة) الحيوان بحوالى

٦٠ - ٧٠% من احتياجاته البروتينية، إلا أن زيادة الأمونيا تخرج للكبد لإزالة سميتها، وتحويلها ليوريا، وخروجها مع البول أو وصولها لتيار الدم للكرش ثانية وللغدد اللعابية، وفي الحيوانات عالية الإدرار يتراكم من علاقتها حوالي ٥٠٠ جم بروتين غير مستفاد، مما قد يعجز معه الكبد من إزالة سميتها، خاصة في حالة فقر العليقة في الطاقة أو ارتفاع بروتينها فيزداد عجز الكبد في إزالة السمية من الأمونيا، بالإضافة للطاقة المبذولة في إزالة سمية الأمونيا فهي طاقة مفقودة. لذا من الأفضل خفض معدل تخمر البروتين، بحمايته (في شكل معاملة مخلفات فول الصويا بالفورمالين لحمايته وبناء روابط مثيلينية، فترتبط الزيادة من الليسين مع المجاميع الببتيدية، وفي هذه الصورة يصبح البروتين مقاوم لفعل البكتريا المحللة للبروتينات أي محمي)، إلا أن هذه المقاومة تتلاشى في البيئة الحمضية للمعدة الحقيقية، وبذلك يصبح هذا البروتين المحمي مهضوما كاملا وصالحا للاستفادة (دون هدمه لأمونيا وفقد وإضرار الكبد والكلى)، وعليه فإن كانت ذاتية هذا البروتين في الكرش ٢٠ - ٣٠%، فإن المحمي منه، (٧٠ - ٨٠%) ينتقل مباشرة للأنفحة والأمعاء، مع تقليل إنتاج الأمونيا في الكرش، (والتي تضر الحيوان بزيادتها في حالة الماشية عالية الإدرار). وتضاف مثل هذه البروتينات بمعدل ١ - ٢ كجم/حيوان في المائة يوم الأولى من موسم الحليب، والأفضل بداية استخدامه بمعدل نصف كجم/حيوان/يوم من قبل الوضع بمدة ٣ - ٤ أسابيع.

ومن مركبات البروتين المستخدمة في حقل تغذية الحيوان هي مستخلص البروتين النباتي (Vegetable Protein Extract (VEPEX)، وهي مادة علف مركزة البروتين من النباتات الخضراء باستخلاصها وتركيزها وتجفيفها، وتكعب مخلفاتها للماشية (بمحتوى بروتيني ١٤%)، بينما المستخلص ذاته يحتوى على حوالي ٤٥% بروتين خام، وعلى هذا الأساس فمن فدان واحد برسيم حجازي يمكن الحصول على حوالي ١٢٦٠ كجم مركبات بروتين ولهذا نفع اقتصادي كبير.

**المواد الآزوتية غير البروتينية:** تحل محل جزء من البروتين في العلائق لتقليل تكاليف التغذية والإنتاج بالنسبة للحيوانات المجترة، كما تستخدم لإثراء بعض المخلفات النباتية بمصدر آزوتي في حالة نقص بروتينها، والتي لا تفي بمفردها بإمداد الحيوان بمستوى مناسب من كل من الطاقة والبروتين اللازمان له. ومن هذه المواد الآزوتية خلات الأمونيوم، بيكربونات الأمونيوم، كربامات أمونيوم، لاكتات أمونيوم، بيوريت، حمض جلوتاميك، جليسين، اليوريا، زرق الطيور، أسبراجين، أحماض أمينية أخرى منفردة.

وليس لهذه المصادر الآزوتية أي فائدة تذكر لوحيدات المعدة، وحتى العجول والحملان التي يقل عمرها عن ٣ شهور، أما الماشية الكبيرة التي اكتمل تكوين الكرش بها فتستطيع الاستفادة بالآزوت غير البروتيني عن طريق بكتريا الكرش (التي تحللها وينفرد منها النشادر التي تستخدمها ثانية في تكوين الأحماض الأمينية اللازمة لنموها وبناء

خلاياها) وعند مرور هذه البكتريا في المعدة الحقيقية للحيوان فإن خلاياها البروتينية تهضم (منتجة البروتين البكتري)، وتتحول لأحماض أمينية عالية القيمة الحيوية (لم تكن موجودة في علف الحيوان ولم يكن في استطاعته تكوينها)، فيبنى منها الحيوان إنتاجياته المختلفة. هذه المصادر الآزوتية لا تحتوى على طاقة ولا فيتامينات ولا أملاح، لذا تضاف معها هذه المكونات، مع عدم الإفراط في زيادة هذه المصادر الآزوتية لسميتها.

وفيما يلي بعض هذه المصادر الآزوتية:

١- الأعلاف المنشدرة **Ammoniated feeds**: ثبت أن الحيوان لا يستفيد من الأمونيوم المثبت على هذه الأعلاف بينما الاستفادة لم تكن إلا من الجزء الأميني الحر الذي لم يتفاعل داخل هذه الأعلاف، لذا هناك تشكيك في هذه المصادر وأهميتها.

٢- أملاح النشادر **Ammoniated salts**: بعضها رخيص لكن انطلاق أيون الأمونيوم سريع لشدة ذائبيتها في الماء، فيزيد الفاقد منها، ويعرض الحيوان للتسمم لزيادة الأمونيا المتحررة في الدم، محلول النشادر أقل أماناً عن الأملاح لأن أيون الأمونيوم في الأملاح قد يكون أبداً مروراً من الكرش. والأفضل استخدام أملاح أمونيوم لأحماض عضوية مثل خلات أمونيوم أو لاكتات أمونيوم فهي أكثر أماناً، وقد تستخدم كبريتات الأمونيوم (لرخصتها ولأن وجود الكبريت يساعد على تمثيل الأزوت) وفوسفات الأمونيوم الثنائية (خاصة في حالة نقص الفوسفور في الأعلاف). وقد تستخدم أملاح النشادر عند عمل السيلاج لمنع مهاجمة البكتريا لبروتين النبات الأصلي وهدمه، بل تستعمل البكتريا أملاح النشادر المضافة لتكوين مادة خلاياها العضوية الآزوتية، فتعد هي كذلك مصدراً للبروتين (البكتري).

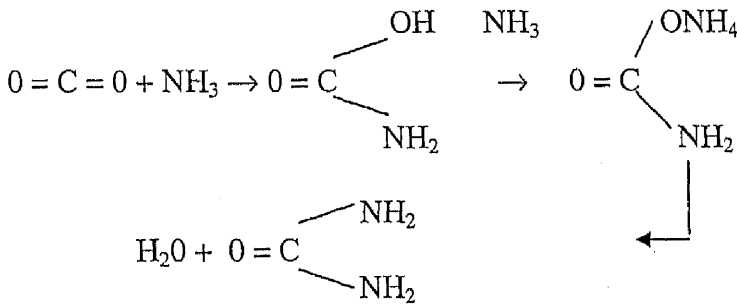
٣- البيوريت **Beurite**: مركب ناتج من تكثيف اليوريا، ويطلق الأمونيا في الكرش بأمان أكثر من اليوريا، لكنه غير متوفر على نطاق تجارى رخيص السعر، لذا فإن استخدامه محدود وإن فضل استخدامه مع اليوريا في مخلوط واحد.

٤- زرق الطيور **Poultry manure**: غنى بالآزوت لمحتواه من حمض اليوريك وخلافه من نواتج التمثيل الغذائي، بالإضافة للعلف المبعثر والريش، ويحتاج لإضافة فيتامين C والفوسفور لهذا الزرق مع خلوه من الأسلاك والمسامير، ويحل الزرق محل ٢٥% من بروتين العليقة الكلية للمجترات. فيبلغ محتوى الزرق أو الروث من الآزوت (كنسبة مئوية) كالتالى:

|          |     |
|----------|-----|
| للبلقة   | ٠,٣ |
| للخنازير | ٠,٦ |
| للدجاجات | ١,٦ |
| للأرانب  | ٢,١ |



٥- اليوريا Urea: من أشهر المواد المستحضرة صناعيا، والمستخدمة فى تغذية الحيوانات المجترة فى كثير من دول العالم، وتحضر باتحاد الأمونيا وثانى أكسيد الكربون تحت ضغط وحرارة مرتفعتان، واليوريا ليست بمركب غريب عن الجسم، إذ توجد فى الدم واللحاح والكبد، إذ يتكون حوالى ٣٠ جرام منها يوميا كنتاج لتمثيل البروتينات غذائيا فى الشخص البالغ. ويستفيد الحيوان المجتر من الأزوت غير البروتينى باليوريا عن طريق البكتريا التى توجد بالكرش. واليوريا المستخدمة فى تغذية الحيوان خليط من اليوريا المحتوية ٤٦% أزوت مع الحجر الجيرى، ولما كان بروتين الغذاء يحتوى ١٦% أزوت فإن اليوريا التى بها ٤٢% أزوت تحتوى ما يعادل ٢٦٢ قدر البروتين الخام، لذا يطلق على اليوريا فى الولايات المتحدة اسم Two-sixty-two. ويجب تحديد كميتها بالعليقة، لأن زيادتها تجعل العليقة غير مستساغة الطعم، فضلا عن أنها تؤدى إلى زيادة إنتاج الأمونيا فى الكرش وبالتالي يحدث تأثير ضار على الأحياء الدقيقة بالكرش، بل قد تؤدى إلى تسمم الحيوان نفسه فينصح بعدم زيادتها عن ١% من المادة الجافة الكلية المستهلكة فى اليوم أو ٣% من العليقة المركزة [وقد تضاف بنسبة ١٥% مع المولاس بنسبة ٢٥% ونجر جاف بنسبة ٦٠% كمادة حاملة، ويضاف هذا الخليط ككل بنسبة ٤٠% إلى ٦٠% أكساب فتكون نسبة اليوريا فى هذه العليقة المركزة ٦% (٤٠ × ١٥ / ١٠٠)]، وعموما يراعى أن تسد كمية اليوريا ما لا يزيد عن ٣٣% من الاحتياجات البروتينية المعضومة اليومية للماشية، مع وفرة الكربوهيدرات (كالنشا أو المولاس) مع المعادن والفيتامينات، وخط اليوريا جيدا مع محتويات العليقة المركزة لتمام التجانس لعدم تراكمها فى جزء من العليقة فيسبب تسمما للحيوانات.



#### ومن طرق خلط اليوريا Urea mixing:

- ١- خلطها كمسحوق بالعليقة، وهى سهلة ورخيصة، لكن تتركز اليوريا ولا تتجانس، وتكثر فى المسافات بين الحبوب، وأسفل العليقة مما يؤدى إلى التسمم.

- ٢- رش اليوريا المذابة في الماء أو المولاس أو خليطهما، وهي تحتاج تنكات كبيرة لتخزين المحلول، بالإضافة للآلات اللازمة، وبالرش والتخزين تفقد اليوريا، وإن كان في الرش تجانس للخلط وتفادى للتسمم.
  - ٣- يمكن الرش كما سبق لكن للمراعى في الحقول، خاصة في الجو الجاف.
  - ٤- تقديمها في صورة مكعبات مستقلة عن العليقة، لكنها تتلف بسقوط الأمطار، أو يزيد المأكول منها فتسبب تسمما.
  - ٥- إضافتها مع المولاس عند عمل سيلاج، وهي طريقة سهلة وإن كان يعيبها فقد جزئى لليوريا بإطالة التخزين للسيلاج.
  - ٦- تقديمها مضافة مع مخلوط نجيليات في صورة مكعبات، مع تحديد كمية المكعبات/حيوان حتى لاتصل اليوريا للحد الضار.
  - ٧- إضافتها مع ماء الشرب، وإضافة المولاس كذلك، وهذا يسبب مشاكل من شرب كميات كبيرة أو نمو بكتريا.
- ويجب التدرج عند التغذية لأول مرة على اليوريا، حتى يتم التعود، مع تقديمها عدة مرات يوميا حتى تتاح لبكتريا الكرش الاستفادة الكاملة من آزوت اليوريا المضافة.

#### ومن مميزات استخدام اليوريا في تغذية الماشية Advantages of urea feeding:

- ١- مصدر رخيص للآزوت.
- ٢- تسمح باستخدام مواد علف ومخلفات رخيصة السعر كمصادر للطاقة، بصرف النظر عن محتواها البروتينى.
- ٣- تعمل على نشاط الأحياء الدقيقة بالكرش، فتزيد من سرعة هضم العليقة.
- ٤- قد تحضر بطريقة مغلقة تبطئ من تحرر الأمونيوم في الكرش.

سمية اليوريا Urea toxicity: ترجع لارتفاع أمونيا الدم لسرعة وكثرة تحليل اليوريا بانزيم اليورياز الميكروبي الذى ينتج الأمونيا كمصدر آزوتى لميكروبات الكرش، لذا يجب تبطئ هذه العملية، بأن لا يترك الحيوان يستهلك كل مقرراته في وقت قصير، لذا يجب مزج اليوريا مع الحبوب والمولاس أو خلافيها من الأعلاف وغالبا ما تقتصر عملية المزج على المصانع لوفرة الآلات اللازمة لتجانس الخلط. وينشأ التسمم من زيادة الأمونيا الناتجة مع نقص تمثيلها في خلايا البكتريا، وعجز الكبد عن إزالة سميتها، وتظهر الأعراض عندما يزيد امتصاص الأمونيا من الكرش للدم عن سرعة استخلاص الكبد لها من الوريد البابى، فإذا زاد تركيز الأزوت في الدم في الأوعية الطرفية عن ٦ - ١٠ ملليجرام/لتر ظهرت أعراض السمية فيبدو الحيوان غير مستريح

مع ارتعاشة فى العضلات والجلد، وزيادة إفراز اللعاب، وإجهاد فى التنفس، وعدم الاتزان، وانتفاخ وتخشب، ثم النفوق.

ويتم العلاج بجرعة فمية من محلول ٥% حمض خليك، وذلك قبل مرحلة التخشب. ويمكن احتمال زيادة اليوريا بزيادة كربوهيدرات العليقة من حبوب أو مولاس. وتحتل الأغنام ١٠٠ جم/يوم من اليوريا، ولوحظ أن المولاس يخفض درجة pH الكرش وتركيز الأمونيا به. وهناك احتياطات تراعى عند التغذية على اليوريا منها:

- ١- توقف التغذية على اليوريا لمدة ١٢ ساعة قبل وبعد تعاطى جرعات رابع كلوريد الكربون (لعلاج الإصابة بالديدان الكبدية) لعدم زيادة الخطر من هذا العقار.
- ٢- الحيلة عند إعطاء اليوريا مع أعلاف خضراء فقط، خاصة التى لم يكتمل نموها بعد، لغناها بالأميدات والآزوت غير البروتينى عامة. أما الحبوب فإنها تخفض من أعراض التسمم، فعلى سبيل المثال يحتوى البرسيم الحجازى على ١٨,٥% من أزوته أمياض أمينية حرة، ٠,٦% من أزوته أمونيا، ٢,٦% من أزوته أميدات، ٠,١% من أزوته كولين، ١,١% من أزوته بيتائين، ١,٣% من أزوته بيورينات، ١,٣% من أزوته نيترات وكلها مركبات آزوتية غير بروتينية [وقد ترتبط البيتاينات Betaines كذلك مع أى حمض دهنى حر مكونة طعما ورائحة سمكية Fishy odor and flavor].

- ٣- جودة الخلط المنتظم وعدم زيادة الجرعة للحد الذى يسبب تسمما.
- ٤- عدم تقديمها منفردة.
- ٥- التدرج فى تقديمها للحيوانات التى لم يسبق لها التغذية عليها حتى يتكيف الكبد مع زيادتها، وحتى يتم الاتزان بين العلف وأنواع بكتريا الكرش.
- ٦- تقدم العلف المخلوط باليوريا على ٢ - ٣ مرات يوميا.
- ٧- شدة الحرص عند تقديمها فى ماء الشرب.
- ٨- عند إضافتها فى قوالب فتوضع فى مكان جاف بعيدا عن الأمطار على أن تكون متماسكة تماما، وألا تزيد نسبة اليوريا بها عن ٤٥%.
- ٩- لتفادى السمية فلا تزيد اليوريا فى العليقة عن ٣%.
- ١٠- إضافة اليوريا للمولاس يغطى الاحتياجات الحافظة. والجرعة السامة لليوريا تبلغ ٤,٠ جم/كجم وزن جسم.

#### رابعا: الزيوت والدهون:

تعتبر الزيوت والدهون (Oils and Fats) أكثر الأغذية احتواء على الطاقة، علاوة على أنها مصادر لعديد من المزايا، إذ تمنع إضافتها للعلائق من ترتيب الأعلاف

Dustiness، وتسبب كذلك تحسين المذاق، بالإضافة لأنها مصدر للفيتامينات، ومن عوامل فتح شهية الحيوانات . وتعد نسبة الطاقة الغذائية واحد من أهم عنصرين (طاقة، بروتين) في العلائق، إذ هما محور كل القوانين الأساسية في تغذية الحيوان، إذ كثيراً ما تقدر الطاقة بأقل من الاحتياجات، وهذا النقص يمكن أن يكمل بإضافة مواد ذات قوة حرارية مرتفعة، ومن أهم هذه المواد هي الشحم وسائر الدهون الحيوانية التي أصبحت عنصراً ضرورياً في تركيب العلائق حديثاً . وبلغ الإنتاج العالمي من الشحوم الحيوانية (كنتاج ثانوى من إنتاجيات الحيوان) كميات ضخمة تزيد عن الاستهلاك الأدمى، فيستعمل هذا الفائض بنجاح في صناعة الأعلاف .



موظف مصرى يصب الزيت على الطعام  
(صورة حائطية فرعونية من حوالى ١٤٠٠ سنة قبل الميلاد)

## وتضاف الشحوم إلى العلائق بغرض:

١- زيادة الطاقة بالحد الذي لا يبلغه بإضافة المواد الأخرى (كالحبوب)، فإضافة نسبة دهون مناسبة لبروتين علائق الخنازير يحسن من معامل التحويل للغذاء ويزيد من سرعة النمو.

٢- الدهون المعدة والمثبتة بطرق سليمة تضيف إلى العلائق أحماضا دهنية لازمة أساسية للنمو ولتركيب أنسجة جديدة وللتناسل. وإضافة الدهون الحيوانية تستكمل نقص الأحماض الدهنية في الزيوت الأخرى (والذى ينتج من الوسائل المستعملة في استخراج هذه الزيوت من مصادرها).

٣- إضافة الدهون تمنع الغبار، فيتحسن المظهر Appearance للعلف ويصير شهيا Appetite، ويمنع سرعة تلف الخلطات والآلات المستعملة في صناعة العلف المضغوط.

٤- تقبل الحيوانات على العلف المضاف إليه الدهون، فيزيد إنتاجها، وتحسن كفاءتها التحويلية Feed conversion لهذا العلف لارتفاع قيمته الحرارية Calorific value مع كفاءة اقتصادية Economic efficiency لهذه العلائق لرخص أسعار إنتاجها.

وفي بداية استخدام الدهون في صناعة الأعلاف قدرت طاقتها واتخذت طاقة الذرة كقاعدة للمقارنة بين المواد الدهنية وبعضها. وللمقارنة بين الطاقة القابلة للتحويل للمواد المختلفة (مع اعتبارها للدهون الحيوانية ١٠٠) فنجدها كالتالى:

|                   |     |               |    |
|-------------------|-----|---------------|----|
| شحم حيوانى        | ١٠٠ | شعير          | ٣٣ |
| أذرة              | ٤٢  | شوفان         | ٣٢ |
| قمح               | ٣٨  | كسب قطن مقشور | ٣٠ |
| أذرة رفيعة        | ٣٤  | كسب فول صويا  | ٢٨ |
| مسحوق سمك         | ٣٤  | مسحوق لحم     | ٢٥ |
| مسحوق برسيم حجازى | ١٤  |               |    |

وتستخدم هذه النسبة السابقة (لطاقة كل مادة بالنسبة للشحم الحيوانى) كأساس أيضا للمقارنة بين أسعار هذه المواد، مع الأخذ في الاعتبار لمحتواها البروتينى كذلك. ولا ينظر للدهون على أساس استبدال في العليقة فقط بل يحدد ذلك مدى وفرة المواد الأخرى، وثلث العلف والعليقة ككل، ونسبة تحويلها. فيجب أن تغطى فوائد تحسين الكفاءة الغذائية كل تكاليف زيادة السعر بعد إضافة الدهون للعليقة، وهذا صحيح في أغلب الأحوال، خاصة مع ارتفاع مستوى بروتين العليقة، وهنا فائدة أخرى لاستعمال السدھون وهى سرعة النمو، مما تؤدي إلى انخفاض وقت الإنتاج، مما يؤدي إلى سرعة دورة رأس المال.

كما أن استخدام الدهون يساعد على استخدام مواد رخيصة Cheap resources منخفضة في قيمتها الغذائية (من نواتج ثانوية Byproducts) مثل خلط الردة مثلاً مع ١٠% من شحم حيواني فوجد أن قيمته الغذائية متساوية مع الشعير، كما أن خلط الشعير مع ١٣ - ١٤% شحم يوازي في قيمته الغذائية الذرة.

وفي تغذية الخنازير Pigs feeding لا يوجد حد أقصى لكمية الدهون المضافة سوى العامل الاقتصادي، لكن بصفة عامة يزداد بروتين العليقة بمعدل ٠.١% لكل ١% دهن مضاف، مع إضافة الكولين والكالسيوم والفوسفور والفيتامينات، وإلا هبطت وتضاءلت قيمة العلف الإنتاجية.

وتعطى الدهون الحيوانية Animal fats عامة ٦٣٣٠ كيلو كالورى طاقة إنتاجية/كيلوجرام، أى ٧٩٣٠ كيلو كالورى طاقة ميتابوليزمية / كيلوجرام. أو أن هذا الرقم يعبر عنه بوحدات إسكندنافية (S.F.U.) فإن كيلو الدهن يعطى ٣٦٠ وحدة S.F.U.

كما يرتبط ميتابوليزم الدهون بالأحماض الأمينية Lipids Metabolism (Methionine + Cystine) وذلك في الكبد بعملية Transmethylation لذا يجب إضافة كمية من هذين الحمضين للعليقة، ويرتبط كذلك تحويل الدهون بالمعادن كالكالسيوم والفوسفور وكذا المعادن النادرة Trace minerals، لذا ترفع مستوى هذه العناصر فى العليقة المضاف إليها الدهون خاصة وأن إضافة الدهون تحسن الكفاءة التحويلية فنقل كمية العلف اللازمة لكل وحدة زيادة فى الوزن، لكن لا ينبغي قلة القدر من المعادن المستهلك. لذا نرفع كذلك نسبة المعادن فى هذه العلائق بنفس نسبة الزيادة فى معدل التحويل (وهو عادة ١٠ - ٢٠%) .

ويرتبط كذلك هضم Digestion وامتصاص Absorption الدهون بالفيتامينات، لذا تزداد الفيتامينات فى العليقة خاصة فيتامين E يزداد بقدر أعلى، وكذلك يلزم أملاح الكولين Choline (كالكلوريد) لتسهيل ميتابوليزم الدهون ورفع الاستفادة من الأحماض الأمينية، ولمنع مرض الليبيدوسيس Lipidosis (تراكم الدهون) في الكبد لابد من زيادة كمية فيتامين B<sub>12</sub>، خاصة عند انخفاض كمية الميثيونين .

وفى علائق المجترات تستخدم الدهون بنسب متفاوتة جداً، وفى العلف السائل للرضيع الأقل من عمر شهر تضاف الدهون بنسبة ١٤ - ١٨%، وللرضيع الأكبر من شهر يضاف الدهن بمعدل ٢٠ - ٣٠%، وعادة يستحسن استعمال مواد مستحلبة Emulsifying agents مثل الليسيثين Lecithine، أو مستحلب صناعى، أو جليسرید السكر لضمان استبقاء الدهون مختلطة تماماً قبل تقديمها فى علائق الحيوانات .

كما ثبت الاستفادة Utilization العجول من الدهون المضافة إلى علائقها بنسب ٥ - ١٠%، وقد يضاف كذلك إلى التبن وليس فقط إلى العليقة المركزة Concentrate .

كما ثبت الاستفادة الكبرى عند إضافة المواد المستحلبة للدهون بنسب ٣ - ٥%، ويتبقى الأخذ في الاعتبار أن إضافة الدهون للعلائق للحيوانات المجترة تغير من نسبة الأحماض الدهنية الطيارة Volatile fatty acids في الكرش، إذ تزيد نسبة حامض البروبيونيك Propionic acid الذى يحث الحيوان على احتجاز الأزوت ويعمل على ازدياد ترسيب الشحم على جسمه. وقد يضاف ١% شحم حيوانى أسمر Brown grease لعلائق البقر لتحسين الطعم ومنع الغبار. وعادة تحتاج الحيوانات عدة أيام حتى تقبل وتتعود على الإضافات الدهنية.

وعند إنتاج بدائل اللبن Milk replacers من اللبن الجاف المستخلص من اللبن الفرز Skim milk فيضاف إليه الشحم بنسبة وجوده أصلا في اللبن، ويضاف المواد المستحلبة للدهون السائلة ومنها صويااليسيتين (٦ - ٩% من جملة الدهون)، أو جليكو جليسيريد (٢ - ٤%)، أو مواد مستحلبة صناعية وهى محبة للدهون والماء Hydrophilous and lipophilous synthetic emulsifiers مثل بالميتات وستيرات جليسيريد أحادى ستيرات سوربيتان Glycerol monostearate sorbitan palmitates and stearates، أو بالميتات وستيرات بولى أوكسى ايثلين سوربيتان Polyoxyethylene sorbitan palmitates and stearates.

وتختلف الدهون فيما بينها فى عديد من الصفات مثل:

- ١- التيتير Titer أو درجة الانصهار، وهى ٣٦ - ٤٠ °م لدهون الغنم والخنازير، و ٤٠ - ٤٣ °م للدهون الأخرى.
- ٢- الأحماض الدهنية الحرة Free fatty acids فى صورة نسبة مئوية من حمض أوليك Oleic acid، وتتراوح ما بين ٣ و ٥٠%.
- ٣- اللون Colour، وتتراوح ما بين ٥ - ٣٧ (حسب FAC).
- ٤- المواد الغريبة والرطوبة والمواد غير القابلة للتصبن Unsaponified matter، كنسبة مئوية من الوزن الكلى (١ - ٣%)

والشحوم الحيوانية المستخدمة فى الأعلاف هى ناتج ذوبان دهون جسم الحيوان الناتجة من المذابح، باستخدام الكيماويات والتركيز والتصفية والتخزين بطريقة سليمة، ويلزم عمل التحاليل الكيماوية لمعرفة خواص الدهون الكيماوية. وتنصهر دهون الغنم والماشية على درجة حرارة زيادة عن ٤٠ °م فتسمى Tallows، بينما الدهون المنصهرة على درجة حرارة ٢ - ٤٠ °م فتسمى شحوم خنازير Lards، والزيت Oils تكون سائلة على درجة حرارة أقل من ٢٠ °م.

والشحوم الحيوانية عبارة عن جلسريدات ثلاثية، فهى جلسرين مرتبط بثلاثة أحماض دهنية، وهذه الأحماض عادة أوليك وستياريك Stearic وبالميتيك Palmitic، وقد

توجد كميات ضئيلة من أحماض أخرى تعطى صفات اللون والطعم، وتتميز فيما بينها من حيث عدد ذرات الكربون في الجزيء Molecule كالتالى:

Oleic  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7.\text{CH}=\text{CH}.\text{(CH}_2)_7.\text{CooH}$  (C<sub>18</sub>) غير مشبع

Stearic  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}.\text{CooH}$  (C<sub>18</sub>) مشبع

Palmitic  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}.\text{CooH}$  (C<sub>16</sub>) مشبع

الزيوت ودرجات انصهارها وأرقام يودها

| رقم اليود | نقطة الانصهار °م | الزيت                |
|-----------|------------------|----------------------|
| ١٠        | ٢٥               | زيت جوز الهند        |
| ٣٧        | ٢٤               | زيت نوى النخيل       |
| ٤٠        | ٤٢               | دهن الضأن            |
| ٥٠        | -                | دهن الماشية          |
| ٥٤        | ٣٥               | زيت النخيل           |
| ٨١        | ٦-               | زيت زيتون            |
| ٨٥        | ١٨-              | زيت خروع             |
| ٩٣        | ٣                | زيت فول سودانى       |
| ٩٨        | ١٠-              | زيت شلجم (لفت طليلى) |
| ١٠٥       | ١-               | زيت بذور قطن         |
| ١٢٥       | ١٧-              | زيت دوار الشمس       |
| ١٣٠       | ١٦-              | زيت فول صويا         |
| ١٧٨       | ٢٤-              | زيت بذور كتان        |
| -         | ١٨٥-             | زيت سردين            |
| ١١٨       | ١٠-              | أذرة                 |
| ١٣٩       | -                | عصف (قرطم)           |
| ٩٥        | -                | عصف عال الأوليك      |
| ١١٢       | -                | سمسم                 |



إنتاج الزيت لكل هكتار (١٠٠٠٠ م<sup>٢</sup>)

| المحصول       | الإنتاج |      | المحصول    | الإنتاج |      |
|---------------|---------|------|------------|---------|------|
|               | كيلو    | لتر  |            | كيلو    | لتر  |
| أذرة          | ١٤٥     | ١٧٢  | أرز        | ٦٩٦     | ٨٢٨  |
| كاجو          | ١٤٨     | ١٧٦  | شوفان      | ١٨٣     | ٢١٧  |
| دوار شمس      | ٨٠٠     | ٩٥٢  | ترمس       | ١٩٥     | ٢٣٢  |
| كاكاو         | ٨٦٣     | ١٠٢٦ | فول سوداني | ٨٩٠     | ١٠٥٩ |
| أفيون (خشخاش) | ٩٧٨     | ١١٦٣ | قطن        | ٢٧٣     | ٣٢٥  |
| شالجم         | ١٠٠٠    | ١١٩٥ | زيتون      | ١٠١٩    | ١٢١٢ |
| قنب (حشيش)    | ٣٠٥     | ٣٦٣  | فول صويا   | ٣٧٥     | ٤٤٦  |
| خروع          | ١١٨٨    | ١٤١٣ | بيكان      | ١٥٠٥    | ١٧٩١ |
| بن            | ٣٨٦     | ٤٥٩  | كتان       | ٤٠٢     | ٤٧٨  |
| جوجوبا        | ١٥٢٨    | ١٨١٨ | بنلق       | ٤٠٥     | ٤٨٢  |
| أفوكادو       | ٢٢١٧    | ٢٦٣٨ | كزبرة      | ٤٥٠     | ٥٣٦  |
| قـرـع         | ٤٤٩     | ٥٣٤  | جوز هند    | ٢٢٦٠    | ٢٦٨٩ |
| خردل          | ٤٨١     | ٥٧٢  | نخيل زيت   | ٥٠٠٠    | ٥٩٥٠ |
| كاميليا       | ٤٩٠     | ٥٨٣  | سمسم       | ٥٨٥     | ٦٩٦  |
| قرطم          | ٦٥٥     | ٧٧٩  |            |         |      |

هذا وقد يتباين المحصول

وتتوقف خواص الدهن Fat properties على خواص الأحماض الدهنية ونسبها إلى بعضها في الجلسريد الثلاثي Triglyceride. فزيادة نسبة حمض الأوليك تخفض درجة انصهار الدهن، كما أن نقص الأوليك وزيادة الأحماض المشبعة تزيد من ثبات الدهن. فدهن الماشية Beef tallow يحتوى النسب التالية من الأحماض الدهنية ٤٣% أوليك، ٣٤% بالميتيك، ١٦% ستيريك، ٢% لينوليك، ٢% ميريستيك. بينما شحم الخنزير Lard يحتوى من نفس الأحماض السابقة على ٥٤%، ٢٧%، ٧%، ٩%، ١% على الترتيب كمتوسط.

وتحتوى الدهون كذلك على مواد غير قابلة للتصبن (مثل ستيرولات Sterols، وأحماض دهنية حرة Free (unsterified) fatty acids) موجودة طبيعياً وقت الذوبان، أو انفصلت من الجليسيريد نتيجة التحلل Hydrolysis بسبب رطوبة الدهون.

ولا يغيب عن الأذهان أن الحيوان الرضيع لا يهضم بسهولة أحماض ستياريك أو البالميتيك في أولى أيام حياته، كما أن الخنازير الرضيعة تفضل هضم الأحماض الدهنية المشبعة أفضل من الأحماض الحرة، أى لعمر الحيوان ونوعه متطلبات. لذا يقارن بين الدهون من حيث طاقتها، ونسب أحماضها، وثباتها وراثتها ولونها، ودرجة سميتها بجانب أسعارها.

**تخزين الدهون Storage of lipids:** العاملان الضاران في عملية تخزين الشحوم هي وجود الماء (بسبب التحلل المائي Hydrolysis) والهواء (بسبب التأكسد والتزنخ Oxidative rancidity)، فتتكون البيروكسيدات والكيثونات Peroxides and ketones، وتقل فاعلية مضادات الأكسدة. لذا يستبعد من الاستخدام أى براميل أو أوانى حديدية لحق بها الصدا، فلا تصلح لتخزين أو نقل الدهون، لتلف الشحوم بوجود أقل كمية من أكسيد الحديد. وتزود صهاريج التخزين بسريرنتينة عمودية لتدفئة الشحوم (قبل استخدامها في العلائق بيومين) إلى درجة حرارة لا تزيد عن  $43^{\circ}\text{C}$ . مع ضرورة فحص الصهاريج باستمرار لضمان نظافتها، وعدم تسرب ماء إليها أو صدا. وإذا وجد الماء فترفع درجة حرارة المحتويات للصهاريج إلى  $50^{\circ}\text{C}$  لمدة ٢٤ ساعة فيرسب الماء فى القاع ويصرف. وتغذى السريرنتينة بالماء الساخن أو بخار الماء من غلاية مرافقة.

ويجب أن تكون مواسير توصيل الدهون من الصهاريج من الصلب الذى لا يصدأ، ولا يستخدم فيها النحاس أو البرونز، لأن حموضة الشحوم تآكل هذه المعادن بسرعة، فتتلوث الشحوم بفضلات هذه المعادن ويكون تلفها سريع، لذا يستبعد استعمال أى مواسير أو محابس أو خلافة من النحاس أو المطاط، وإذا كانت المعادن المستخدمة ليست مقاومة للأحماض فيفضل تصفيحها من الداخل بالكروم.

**الخلط Mixing:** تخطط الدهون وهى سائلة لذلك يجب تسخينها صيفاً إلى  $60^{\circ}\text{C}$ ، وشتاءً إلى  $75^{\circ}\text{C}$  مع سرعة الخلط. وعند استخدام خلاطات العلف الرأسية يرش الدهون السائلة من أوناش فى قمة الخلاط فوق آلة الخلط، أما فى حالة الخلط الأفقى فيركب خراطيم عليها فتحات فوق مكان الخلط، من أجل رش الشحوم فوق العلف بطريقة متساوية، ويستعمل عادة نفس أجهزة خلط المولاس، مع خفض سرعة دورانها فى حالة الدهون إلى نصف سرعة دورانها عند خلط المولاس.

**الشحوم المحفوظة سابقة التحضير Prepared-conserved fats:** قد يكون صعباً على صغار المنتجين عملية خلط الدهون بالعليقة، لذا تقوم بعض الشركات بخلط الشحوم

مع قواعد حاملة لها (ككسب فول الصويا أو الفول السوداني أو الذرة بنسب من ٢٥% إلى ٥٥% من وزن هذه القواعد الحاملة) بحيث يقوم المنتجون الصغار بخلط هذه الشحوم (سابقة التحضير على الذرة أو الأكساب) مباشرة مع ذرة عادية أو بقية مكونات العليقة دون مشكلة أو صعوبة، لأن الدهون سبق نشرها وتثبيتها على القواعد الحاملة من ذرة أو أكساب بدقة وتجانس وانتظام من قبل الشركات المنتجة. وأفضل القواعد الحاملة للدهون هي المواد النباتية الخشنة نوعاً لأن المواد الناعمة تتطلب جهوداً كبيرة لخلطها، كما أن اللحم المفري يندمج للدهون بمثل وزنه، فتكون نسبة الشحم من المستحضر الناتج ٥٠%.

وقد يضاف الشحم صلباً دون إسالة، بشرط إضافته في أجزاء صغيرة متتالية، وأن يكون سعة المناخل كبيرة نسبياً، فيضاف باليد إلى مكونات العليقة، ويدخل للطواحين ليكون الناتج مقبولاً، بشرط أن تكون نسبته في العليقة ضئيلة، ويستخدم هذا الأسلوب في الإنتاج البسيط أو المصانع الصغيرة.

يؤدي خلط الشحم مع الأعلاف قبل إدخالها لآلات الضغط (لعمل العلف المضغوط Pellets) إلى وفرة القوة المحركة بسبب انخفاض الاحتكاك، وتحتفظ المكابس من الاستهلاك بمعدل ٢٥% عما لو عملت على العلف غير المحتوي على الشحم. وتختلف نسبة امتصاص الشحم حسب نوع العلف، فالذرة أقل من الردة في اندماجها بالشحم، إذ يرتفع نسبة الألياف يزيد امتصاص الشحوم، أما في وجود رطوبة أو دهن طبيعي فتقل المقدرة على امتصاص الشحم، كما أن ارتفاع حرارة الشحم تزيد من اندماجه.

وأفضل كثافة للعلف Feed specific gravity (density) المضغوط تكون عند إضافة ٣% شحم، فيضاف ٣% شحم على العلف قبل إدخاله لآلات الضغط، على أن يضاف باقي الشحم برشاشات خاصة بين المكابس وآلة التبريد، فتتكون على الحبيبات طبقة من الشحم، إلا أنه قد تضاف الدهون بنسب تصل إلى ١٠% برشها على الحبوب أو بنقعها في الدهون.

ويضاف الشحم بنسبة ١% إلى مسحوق البرسيم الحجازي Alfalfa Meal لتثبيت الكاروتينات، بحماية مضادات الأكسدة الطبيعية في ألياف النباتات، وارتباطها بهذه الصبغات، وبالتالي منعها من الأكسدة. ويضاف الشحم بعد التجفيف وقيل الطحن، كما يتحسن مظهر المسحوق ويصبح لونه أخضر قائماً كما ترتفع نسبة البروتين بحماية الشحم للأوراق (التي تحتوي على أعلى نسبة بروتين في النبات) والتي تفقد أثناء الطحن والتعبئة بدون إضافة الشحم.

ولإضافة الشحم لمستحضرات اللبن المستخدمة كبديلات لبن لصغار الحيوانات، فإنه يضاف اللبن الفرز السائل بوسيلة كيميائية (أي المستحلبات Emulgents) أو ميكانيكية (آلات المجنسات Homogenizers)، ثم تجفف بنفس طريقة تجفيف الألبان برشه في وسط تيار هواء ساخن أو على أسطوانات ساخنة البخار. ويكون الناتج ذرات من اللبن

مغلقة بالدهن وبذلك عند إضافتها للماء تأخذ تركيب اللبن الطبيعي تقريبا . لكن تكتيك التجفيف غالى الأسعار لذا يضاف اللبن الجاف لمخلوط سبق تجهيزه من مواد أخرى (ستضاف لبديلات اللبن) مع أعلى نسبة دهون (٣٥ - ٥٠%) لإنتاج المستحضرات المحتوية على النسبة العادية من الليبيدات . وعادة يقل النمو بزيادة الأحماض الدهنية الحرة بالعلاقة عن ٢٠%.

تأثير الدهن على كفاءة الاستفادة من الطاقة: زيادة الدهون تحسن من كفاءة الاستفادة من الطاقة المستهلكة، وهذه الحقيقة أيضا واضحة عندما تكون الطاقة الميتابوليزمية من عليقتين واحدة، رغم اختلافهما في إضافة الدهن .

أشكال الدهون: طبقا للتعريف الأمريكية المستخدمة في الأعلاف:

١- دهن حيواني: يتحصل عليه من الأنسجة الحيوانية (سواء ثدييات أو طيور) بعمليات تجارية بعد استخلاصه، ويتكون من إسترات أحماض دهنية (جليسيريدات)، ولا يحتوى أي إضافات من الأحماض الدهنية الحرة أو مواد أخرى دهنية، ويحتوى على الأقل ١٠% أحماض دهنية كلية، ولا يزيد عن ٢ - ٥% مواد غير قابلة للتصين، وما لا يزيد عن ١% مواد غير ذائبة.

٢- دهن متحلل: يتحصل عليه عند إعداد الدهن، وهو مستعمل للتغذية البشرية Edible أو صناعة الصابون، ويحتوى على الأقل ٨٥% أحماض دهنية كلية، وعلى الأكثر ٦% مواد غير قابلة للتصين، وعلى الأكثر ١% مواد غير ذائبة.

٣- الدهن النباتى أو الزيت: ينتج من أصل نباتى باستخلاص الزيوت من البذور أو الفواكه، ويحتوى على الأقل ٩٠% أحماض دهنية كلية، وعلى الأكثر ٢% مواد غير قابلة للتصين، وعلى الأكثر ١% مواد غير ذائبة.

٤- منتجات دهنية: أى منتج دهنى لا ينطبق عليه التعاريف الثلاثة السابقة، وتباع على حالتها الفردية، والتي تشمل أقل نسبة من الأحماض الدهنية الكلية، وأعلى نسبة للمواد غير القابلة للتصين، وأعلى نسبة للمواد غير الذائبة.

والدهون مصدر لكل من الأحماض الدهنية الأساسية Essencial fatty acids والمركبات الليبيدية التى تسمى بالفوسفوليبيدات Phosphalipids والتى تقوم بمساعدة امتصاص الدهون ونقلها بعملها المستحلب للدهون، إذ أنها مركبات محبة للدهون Lipolytic، علاوة على احتوائها على حامض الفوسفوريك مما يعطيها خاصية الذوبان فى الماء Hydrophylic، فتساعد بذلك على انتشار واستحلاب الدهون والزيوت فى المحاليل المائية، ومن هذه المستحلبات مركب Lecithin المضاف للعلائق المضاف إليها الشحوم، وكذلك مصدر للمركبات الستيروولية Sterols [وهى مركبات ليبيدية تحتوى على مجموعة Cyclopentanoperhydro phenanthrene والتى تشمل حلقة فينانثرين (٣ حلقات بنزين) وحلقة بنتان، وتوجد هذه المجموعة فى كل من الستيروولات

وأحماض الصفراء وهرمونات الجنس وهرمونات الأدرينالين ومجموعة فيتامين D، ويطلق عليها معا بالستيرويدات أو مجموعة Cyclopentanoperhydro phenantherene والتي تتواجد في الأنسجة الحيوانية (كالكوليسترول، دى هيدروكوليسترول) والنباتية (كالإرجسترول وسيجما ستيرول وسيتوستيرول) [1].

ومما سبق يستوجب علينا معرفة صور وتقسيم الليبيدات المختلفة وهى كالتالى:

١- الليبيدات بسيطة Simple lipids، وهى إسترات الأحماض الدهنية مع الجليسرول، وتقسم إلى مايلى:

(أ) الزيوت Oils، أى إسترات أحماض دهنية مع الجليسرول، وهى سائلة على درجة حرارة الغرفة.

(ب) الدهون Fats إسترات أحماض دهنية مع الجليسرول، لكن توجد على صورة صلبة على درجة حرارة الغرفة.

(ج) الشموع Waxes إسترات أحماض دهنية مع كحولات غير الجليسرول، ومنها شمع النحل وشمع القصب.

٢- الليبيدات المركبة Compound lipids، وتعطى عند تحليلها مائيا كحولات وأحماض دهنية ومركبات أخرى إضافية، ومن أقسامها:

(أ) فوسفوليبيدات Phospholipids وفوسفوتيدات Phosphotids، وهى مركبات تتحلل مائيا إلى كحولات وأحماض دهنية وحمض فوسفوريك ومركبات أزوتية.

(ب) جليكوليبيدات Glycolipids تتحلل مائيا وتعطى مادة كربوهيدراتية وأحماض دهنية ومركب نتروجينى.

(ج) سلفوليبيدات Sulfolipids وأمينوليبيدات Aminolipids، وتركيبها ليس محدد تحديدا تاما للآن.

٣- الليبيدات مشتقة Derived lipids وتتمثل في المركبات الناتجة من المجموعات السابقة بتحليلها مائيا وتشمل:

(أ) أحماض دهنية أحادية الكربوكسيل.

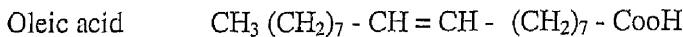
(ب) كحولات كالجليسرول، والكحولات الأليفاتية مرتفعة الوزن الجزيئى والإستيرويدات كالكوليسترول.

(ج) مركبات أزوتية كالكولين وبيتا-أمينوايثانول وسيرين وسفنجوسين.

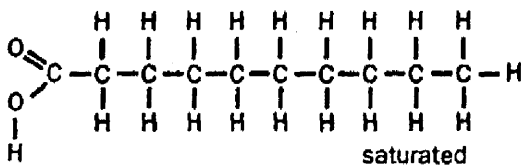
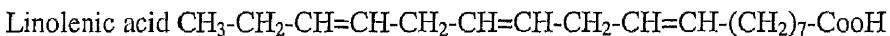
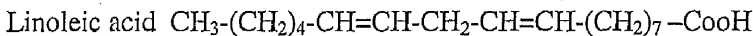
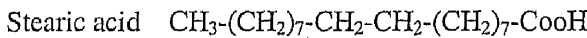
### الأحماض الدهنية:

هى المكونات الرئيسية لليبيدات، وعادة ما تحوى عددا زوجيا من ذرات الكربون  $[C_2 \rightarrow C_{34}]$ ، ماعدا فى Tuberculo stearic acid الموجود فى ميكروب السل ويحتوى

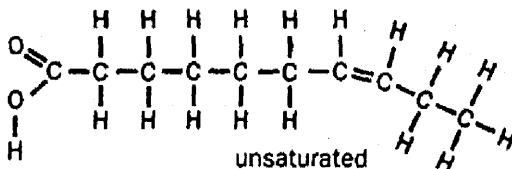
على  $C_{17}$ ، وعادة ما تكون أحماض أليفاتية مشبعة، أو تحتوى بعض الروابط الزوجية، والتي توضح بأرقام للدلالة على موضع ذرة الكربون التي تبدأ منها الرابطة المزدوجة، باعتبار مجموعة الكربوكسيل تحتوى ذرة كربون رقم (١)، ويسبق الرقم الدال على موضع ذرة الكربون التي تبدأ منها الرابطة المزدوجة بعلامة الحرف الهجائى اليونانى دلتا  $\Delta$ ، مثلاً فى حالة حمض الأوليك تكون موضع الرابطة  $\Delta^9$ ، وفى حمض اللينوليك  $\Delta^{9,12,15}$ . ويعتبر حمض الأوليك أكثر الأحماض الدهنية انتشاراً فى الطبيعة، حيث يمثل أكثر من نصف الكمية الكلية للأحماض الدهنية الأخرى الموجودة مع الدهون، ويوجد بنسبة لا تقل عن ١٠%، فهو موجود فى كل الدهون الطبيعية والفوسفوليبيدات، يابيه فى الانتشار الحمض الدهنى المشبع بالميتيك حيث يمثل ٥٠ - ١٠% من الكمية الكلية:



للأحماض الدهنية الموجودة فى كثير من الدهون كزيت النخيل Palm oil وخلافه . وحمض الإستياريك من الأحماض المشبعة، والذي منه تشق كثير من الأحماض الدهنية غير المشبعة، سواء بإدخال روابط زوجية، أو مجاميع هيدروكسيل، أو كلاهما، كما فى حمض الأوليك واللينوليك واللينولينيك

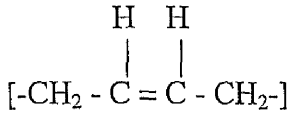


حمض دهنى مشبع (أعلى)

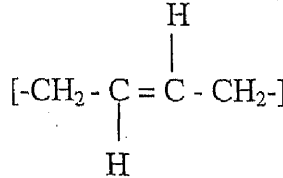


وأخر غير مشبع (أسفل)

وتوجد الروابط الزوجية فى الأحماض الدهنية غير المشبعة فى تركيب الزيوت والدهون الطبيعية فى الوضع المتناظر Cis:

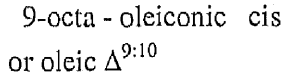


إلا أنه بالتسخين (درجة حرارة مرتفعة) أو بالهدرجة أو بالعوامل المساعدة يتحول هذا الوضع للوضع المقابل Trans.



لذلك فإن الزيوت المكررة تحتوى الأحماض الدهنية غير المشبعة بروابطها الزوجية في الوضع المقابل Trans، أى المجموعات المتماثلة توجد فى اتجاهين متضادين عند اتصالهما بذرتى الكربون التى بينهما الرابطة المزدوجة، وتكون عدد المشابهات = (٢) مرفوعة للأس المساوى لعدد الروابط الزوجية، فالحامض المحتوى على ٣ روابط زوجية له مشابهات = ٢<sup>٣</sup> = ٨ مشابهات.

والأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع [PUFA]. Polyunsaturated fatty acids مثل اللينوليك، واللينولينيك، والأراشيدونيك [CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>18</sub>-CooH] من الأحماض الضرورية Essential fatty acids (EFA) اللازم توفرها فى الغذاء للنمو الطبيعى، وقد تسمى الأحماض الدهنية طبقا لعدد ذرات كربونها، فالكابريك يطلق عليه Hexanoic لاحتوائه ست ذرات كربون [C<sub>6</sub>H<sub>11</sub>CooH]، والكابريليك يطلق عليه Octanoic [C<sub>7</sub>H<sub>15</sub>CooH]، والمقطع الأخير يشير لتشبع الحمض (Anoic). أما فى الأحماض الدهنية غير المشبعة فتسبق بموضع عدم التشبع، فالأولييك يكتب كالتالى:



وقد ذكر [Ewing] قديما أن إضافة أحماض دهنية مشبعة منفردة ليس لها فائدة، بينما فى مجال الحيوانات الحلابة وجد أن إضافة حمض الخليك أو البروبيونيك أدت إلى زيادة كميات اللبن، خاصة بإضافة الخليك، كما زادت نسبة الدهون باللبن بإضافة الخليك، إلا أن اللاكتوز زاد بإضافة البروبيونيك بينما أدت إضافة حمض البيوتريك فى الماشية لخفض جلوكوز الدم وزيادة أجسامه الكيتونية [وقد أدت إضافة الدهون سواء الحيوانية أو الدهون النباتية للجوز وللنخيل إلى زيادة الأجسام الكيتونية فى البول وعلى الأكثر للزيوت النباتية]، إلا أن إضافة مخلفات نواى البلح أدت إلى زيادة دهن اللبن باطراد فباضافتها إلى علائق الماشية بنسبة ١١,٥% أدى إلى زيادة دهن اللبن

بمعدل ١٣% زيادة عن غير المضاف إليها مخلفات النوى، وإضافة دهن الماشية لعلائق الحيوانات الحلابة أدت لزيادة محتوى اللبن من الدهن في أول فترة تقديمه، ثم انخفض بعد ذلك محتوى اللبن من الدهن وانعكس الاتجاه ثانية أى أن مجمل القول أن إضافة الشحم الحيوانى لعلائق ماشية اللبن لم يؤد إلى فوائد. وتؤدى زيادة الأحماض الدهنية الحرة لخفض معدلات هضم الدهون، وتتوقف معاملات الهضم كذلك على عمر الحيوان.

ورغم أن الأحماض الثلاثة المسماة بالضرورية (EFA) في التغذية تتضمن أحماض اللينوليك، لينولينيك، أراشيدونيك، فإنه ليس كل من اللينولينيك أو الأراشيدونيك ضروريان في الحقيقة، لأن حمض اللينوليك يمكنه بمفرده من إزالة أعراض النقص، والتي ترتبط بأضرار الجلد في الفئران. ونقص الأحماض الدهنية الأساسية يؤثر على الخنازير والعجول والماعز. كما أظهرت التجارب الأضرار الجلدية في الحيوانات المغذاة على علائق منخفضة الدهون، ويمكن علاجها أو منعها بإضافة الزيوت النباتية المهدرجة للعلائق.

البذور الزيتية غنية باللينوليك (بينما بذور الكتان غنية باللينولينيك)، وعليه لغنى علائق الخنازير بمخلفات المعاصر فهي أقل عرضة لأعراض نقص الأحماض الدهنية الأساسية، ولاعتماد المجترات لحد كبير على المراعى فهي تتطلب استكمال علائقها بكميات محسوبة من حمض اللينوليك، وحتى أيضا إضافة اللينولينيك مطلوبة. وللعلم فإن درجة الأحماض غير المشبعة يقلل من وجود الأحماض الدهنية الأساسية، لكن رغم ذلك فلا تعاني المجترات كثيرا من نقص هذه الأحماض، ومن المهم معرفة أن زيادة استخدام كميات كبيرة من الأحماض الدهنية غير المشبعة في العلائق يخفض من وجود فيتامين B ويساعد على ظهور أعراض النقص مثل ضمور العضلات Muscular dystrophy.

وليس المهم في إضافة الدهن، بقدر ما هو مهم الدور المعاون للأحماض الدهنية غير المشبعة في الدهن والتي تفيد في تحسين الهضم للدهون، وهذا يلاحظ عند إضافة كميات متدرجة من زيت فول الصويا لدهن الماشية فتتحسن معاملات هضم دهن الماشية باطراد لزيادة الطاقة الميتابوليزمية. ويمكن تحسين قيم الدهن المشبع (الصلب) بزيادة محتواه من كميات بسيطة نسبيا من الدهن غير المشبع (طرى).

هضم الليبيدات في المجترات أكثر تعقيدا عنه في وحيدات المعدة للتداخل مع فلورا الكرش قبل وصول الدهون لمكان هضمها، وعليه فلا يتأثر الدهن فقط بل تتغير كل طرق التخمر وتتأثر، وخاصة يتأثر كذلك هضم الألياف، إلا أن زيادة الدهن قد تقللت من الكرش محدثة تغييرات في تركيب الجسم ودهن اللبن.

وتدخل الأحماض الدهنية [من العليقة وكذا المخلفة فى كبد الحيوانات] إلى الخلايا مكونة الدهون المتعادلة والفوسفوليبيدات والليبوبروتينات، أو تتأكسد إلى ثانى أكسيد كربون، أو تتحول إلى كيتونات أو خلات.



وترجع التأثيرات البيولوجية للأحماض الدهنية للخواص الكيمو-طبيعية Physicochemical لمجموعة الأحماض الدهنية الأساسية (عديدة عدم التشبع PUFA) لوجود الروابط الزوجية، وكذلك لطول السلاسل Chain length. وتميل هذه الأحماض للترنخ الأكسدي Oxidative rancidity منتجة البيروكسيدات. ويمكن إعاقه هذه الأكسدة بإضافة مضادات الأكسدة، أو حفظ الظروف الداخلية المؤثرة على ذلك.

ومن أعراض النقص Defficiency syptoms الملاحظة على الكلاب والخنزير والفئران والسمك (إضافة لما سبق) هو الإضرار بالنمو، مع ظهور أمراض جلدية مختلفة، وظهور الهيموجلوبين في البول Haematuria، مع خفض تكوين البول، وتكلس Calcification الأنانيب الكلوية، واضطرابات عديدة ميتابولية، كزيادة كميات 5, 8, 11-eicosatrienoic acid في الأنسجة وزيادة كميات أحماض البالميثيك والأوليك في الكبد. ووجد أن نقص اللينوليك يؤثر على النمو والأعراض الجلدية، بينما اللينولينييك والأراشيدونيك وجدا أنهما مسئولان فقط عن النمو.

وتبلغ احتياجات الثدييات Mammals عموما ٢٠ - ١٠٠ مجم لينوليك. وتؤثر الفيتامينات بشكل واضح على الأحماض الدهنية، فوجد أن التوكوفيرولات تزيد من كفاءة حمض اللينوليك وتخفض أعراض نقصه، كتخزين الدهون في الأنسجة.

والمصدر الأساسي للأحماض الدهنية الأساسية هو الزيوت النباتية التي تحتوى بعضها كميات كبيرة من هذه الأحماض، مثل زيت الصويا، زيت بذور القطن (الذى يحتوى على حوالي ٥٠% حمض لينوليك)، وزيت دوار الشمس Sunflower oil (الذى يحتوى حتى ٧٠%)

#### خامسا: مضادات الأكسدة

مضادات الأكسدة Antioxidants هي مواد طبيعية أو صناعية تضاف إلى الدهون من أجل حفظها من الترنخ، كما تستخدم في صناعة مساحيق اللحم والأسماك وصناعة الأعلاف، فتؤخر من أكسدة الدهون فذلك تمنع تكوين عناصر التلف من Ceroides, Aldehydes, Ketones, Peroxides والتي تتسبب في تغيير الطعم، وتسبب التسمم للحيوان وللإنسان في شكل إسهال ومشاكل بالكبد وورم المخ Encephalitis، مع أعراض تشبه نقص فيتامين E.

#### ولكفاءة الاستفادة من المضادات للأكسدة فيلزم:

- ١- استخدام دهون حديثة الاستخلاص لم يبدأ فيها التلف، لأن إضافة مضادات الأكسدة لدهون بدأ فيها الترنخ فعلا تنقص فاعليتها أو تمنعها بآثا.
- ٢- أكسدة بعض الزيوت النباتية تعتبر فائدة، كما هو الحال في زيت الكتان، فيضاف أحيانا إليها Secants لتتجل الأكسدة، بينما هناك دهون أخرى لها مقاومة طبيعية

للأكسدة، ومنها دهن البقر، فهو أكثر ثباتاً، وفي هذه الحالة تحقق مضادات الأكسدة نتيجة جيدة. وللتأكد من الثبات الطبيعي يجرى اختبار فحص الأكسجين النشط  
• Active oxygen method (AOM)

٣- عند إضافة أعلاف تحتوي على ليبيدات زنخة Rancid مع مواد طازجة (كإضافة الدهون إلى الأعلاف المحتوية مسحوق ذره أو سمك مخزون طويلاً) فتزداد كمية مضادات الأكسدة.

٤- يقل تأثير المواد المضادة للأكسدة عند ملامسة المعادن، مثلاً عند تداول الدهون وتخزينها ونقلها ومرورها في المواسير والصهاريج، فالنحاس والنيكل والكوبلت والمنجنيز تساعد على أكسدة الدهون، بينما الزنك والحديد أقل منها، أما الألومنيوم والرصاص فليس لها تأثير على أكسدة الدهون. ولتنشيط فعل هذه المعادن تضاف إلى مضادات الأكسدة مواد خاصة تتركب معها بسهولة فتقضى على تأثيرها، وهى مواد قابلة للذوبان فى الماء كأمحاض الستريك والتارتريك وإيثيلين ثنائى أمين ثلاثى حمض الخليك (Ethylene diamine triacetic acid) EDTA.

ومن أشهر مضادات التأكسد الأكثر استعمالاً للدهون الحيوانية:

(أ) بيوتيلاند هيدروكسى أنيسول Butylated hydroxyanisole (BHA)

(ب) بيوتيلاند هيدروكسى تولوين Butylated hydroxytoluene (BHT)

(ج) إيثوكسى كوين Ethoxyquin

وتضاف أى منها بمعدل ١٢٥ جم/طن دهون، وقد تضاف بمعدل ٢٠٠ جم فى حالة عدم التأكد من التحليل للدهون، وقد تستعمل منفردة أو مع ٥٠ - ١٠٠ جم حمض ستريك، كما تستخدم بروبيل جالات Propyl gallate بمقدار أقل من ١٢٥ جم، وتنتشر كذلك مضادات التأكسد التجارية من مادة BHA أو BHT مخلوطة على بروبيل جالات وحامض ستريك. وتضاف مضادات الأكسدة أيضاً لحماية فيتامين A ومولاته Pro-vitamin A من الأكسدة والتحطيم أثناء التخزين، فتضاف مع زيت السمك لحماية فيتامين A، ومع الذرة الصفراء لحماية مولات فيتامين A السهلة جدا فى تحطيمها عند خلطها مع باقى مكونات العليقة.

ومن قائمة إدارة الغذاء والدواء الأمريكية Food and Drug Administration (FDA) بشأن مضادات الأكسدة المتداولة فى الدهون فإنها شملت الأصناف الآتية:

| Antioxidants                     | Maximum permitted % |
|----------------------------------|---------------------|
| Resin guaiac                     | 0.10                |
| Nordihydroguaiaretic acid (NDGA) | 0.01                |
| Tocopherols                      | 0.03                |
| Lecithin                         | -                   |
| Butylated hydroxyanisole (BHA)   | 0.01                |
| Butylated hydroxytoluene (BHT)   | 0.01                |
| Propyl gallate (PG)              | 0.01                |
| <b>Synergists:</b>               |                     |
| Citric acid                      | 0.01                |
| Monoisopropyl citrate            | 0.01                |
| Phosphoric acid                  | 0.01                |
| Glycine                          | 0.01                |

أى علاوة على ما سبق ذكره من مضادات أكسدة، استخدمت كذلك فيتامين E (توكوفيرولات) والليسيثين وغيرها كثيرا، كما وجدت من المواد ما يشجع مضادات الأكسدة في عملها مثل حمض السيتريك والبروبيل سترات وحمض الفوسفوريك وحمض الجليسين، مما يؤدي إلى إضافة أى منها مع المضاد للأكسدة المستخدم. وفيما يلي جدول يوضح تأثير إضافة مضادات الأكسدة بمستويات متعددة إلى دهن الخنزير وبيان الزمن بالساعات التي نحصل بعدها على القيمة ١٠٠ للبيروكسيد (مليمكافى/كilo) أثناء التهوية بمعدل ٢,٣٣ مل/ثانية على حرارة ٩٧,٧°م، وهى طريقة قياسية لقياس الثبات للدهن.

| Antioxidant         | Hours to attain a peroxide value of 100<br>Level of antioxidant added % |      |      |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|------|------|
|                     | 0.01                                                                    | 0.05 | 0.10 |
| None [control]      | 4                                                                       | 4    | 4    |
| α-tocopherol        | 17                                                                      | 11   | 5    |
| γ-tocopherol        | 19                                                                      | 18   | 11   |
| Lecithin            | 5                                                                       | 6    | 7    |
| NDGA                | 50                                                                      | 42   | 35   |
| Resin guaiac        | 3                                                                       | 9    | 12   |
| Propyl gallate (PG) | 44                                                                      | 90   | 88   |
| BHA                 | 19                                                                      | 20   | 21   |
| BHT                 | 23                                                                      | 50   | 68   |

فنجذ عند عدم إضافة أى مضاد للأكسدة حصلنا على قيمة بيروكسيد ١٠٠ بعد ٤ ساعات، بينما كانت أفضل مضادات الأكسدة فى هذا الشأن هى جالات البروبيل بتركيز ٠,٠٥ ثم ٠,١٠%، أو BHT بتركيز ٠,١٠% ثم ٠,٠٥%، أو NDGA بتركيز ٠,٠١%، أى أن كفاءة الحفظ من الأكسدة تتباين باختلاف مضاد الأكسدة فلا بد من وضعه بالتركيز الأمثل. والتكنيك السابق وصفه يسمى بطريقة الأكسجين النشط بالتركيز الأمثل (AOM) Active oxygen method.

وإن كانت الزيوت النباتية تحتوى على ما هو طبيعى من مضادات الأكسدة كالتوكوفيرولات، فإن الشحوم الحيوانية يعوزها ذلك. ومن خصائص مضادات الأكسدة المثالية:

- ١- تظهر كفاءة تثبيطها للأكسدة.
- ٢- سهولة الذوبان فى الدهون.
- ٣- ليس لها طعما غريبا أو رائحة أو لون حتى بالتخزين الطويل.
- ٤- لا تظهر أى آثار فسيولوجية ضارة.
- ٥- لا تتغير بالتسخين.
- ٦- تؤجل التزنخ في المواد المخلوطة بالدهن المعامل بها.
- ٧- أن تتوفر بالكم اللازم وبسعر اقتصادى.

وتوجد ربما مئات المركبات التى لها خواص مضادة للأكسدة، لكن من التجربة ثبت أنه لا يكفى استخدام مركب واحد لمنع الأكسدة على حدة. ونظرا لأن فعل مضاد الأكسدة لا يزيد بزيادة تركيزه، فإنه لا يمكن تصديق النظرية القديمة القائلة بأن التزنخ الأكسدى عبارة عن سلسلة يتحد فيها الدهن بالأكسجين (لتكوين البيروكسيد) بعد تنشيطه بامتصاص طاقة والتى (أى الطاقة المنشطة) تنتقل لجزء آخر، وهكذا لتنشيطه لتكوين البيروكسيدات فقليل أن مضاد الأكسدة يدخل فى هذه السلسلة من التفاعلات ويمتص طاقة التنشيط وبذلك يمنع تكوين بيروكسيدات جديدة، وهذا غير معقول، إذ يلزم أساسا لإضافة مضاد الأكسدة ألا يكون التزنخ قد بدأ فى الدهن. إلا أنه يمكن القول إن المضادات للأكسدة توفر ذرات الهيدروجين التى تكسر سلسلة التفاعل السابقة فى الأكسدة الذاتية Autooxidation، إلا أنها لا تعكس تأثير الأكسدة، ولا تعادل منتجات التزنخ. لذا يجب إضافتها للدهون الطازجة قبل بدء أى تزنخ.

وتتوفر مضادات الأكسدة فى أشكال القشور أو الأقراص من مخلوط من أكثر من مركب مضاد للأكسدة يوفر الهيدروجين الذى يتحد بالأكسجين اللازم لتكوين البيروكسيدات، فيقف إنتاجها، وبذلك أيضا لا تنتج الألدهيدات والكيونونات لعدم تكوين البيروكسيدات (التى تنشئ إليها)، وتقف أكسدة كل من فيتامين A, E.

### سادسا: مواد الاستحلاب والمثبتات Emulsifiers and Stabilisers

تحتوى بعض مواد العلف على مستحلبات طبيعية، ومثبتات طبيعية كالجليسيريدات والصبوغ والنشا والبكتينات، وقد تعزل هذه المواد لإضافتها فى حالة الحاجة إليها، لعدم وفرتها طبيعيا، أو لإكساب العليقة شكلا متجانسا، والاختلاف بين المستحلبات والمثبتات أن الأولى تساعد على التشكيل، والأخيرة أى المثبتات تحافظ على شكل مادتين أو أكثر لا يندمجا معا. وهناك كثير من الدول تحدد أسماء هذه المواد المستخدمة لهذه الأغراض، وإن تركت كمياتها لمصانع الخلط وقد تحددها كذلك دول أخرى فى دساتيرها. وقد تم تخليق مستحلبات ومثبتات جديدة وإن كان أكثر المستخدم هى الجليسيريدات وعديدات الجليسيريد Polyglycerides، وإسترات السوربيتان Sorbitan esters (مع الأحماض الدهنية)، والزيوت النباتية البرومية Brominated vegetable oils. ويستخدم الليستين بشكل واسع المدى. ولكل مستحلب أو مثبت مواصفات محددة. وإضافاتها تتوقف على شكل العليقة ومكوناتها، وحجم جزيئات مكوناتها، ونسب الدهن والألياف، وشكلها التى تقدم فيه. ونظرا لأن معظمها ضمن المواد الليبيدية، وأن استخدامها مصحوب بإضافات الدهون للعلائق، فوضعت هنا مع الدهون ومضادات الأكسدة لانتماها لنفس المجموعة من حيث التركيب والاستخدام.

وتعمل المستحلبات أساسا على خفض التوتر السطحي وبذلك تساعد على انتظام توزيع وانتشار مادة ما فى وسط ما، وعليه تعمل على إذابة هذه المادة فى هذا الوسط. وقد تؤدي إضافة المستحلبات أيضا إلى زيادة الهضم لهذه المادة. وبجانب الليستين يوجد السابونين طبيعيا فى النباتات كمواد استحلاب [فى بنجر السكر والبرسيم الحجازى وغيرها]. لكن فى صناعة الأعلاف يستخدم من المستحلبات أساسا جليسيريدات الأحماض الدهنية الأحادية والثنائية وكذلك الليستين.

### سابعا: المضادات الحيوية Antibiotics

مواد فعالة معقدة التركيب الكيماوى تنتج كناتج ميتابوليزمية ثانوية للكائنات الحية الدقيقة، أساسا من الفطريات (خاصة فطريات العفن)، وكذلك البكتريا، والقليل منها ينتج من النباتات الراقية. وتنتج بتربية الكائنات المنتجة فى سوائل غذائية معينة بطرق تخليقية حيوية وفى حالة فردية بسيطة تخلق كيماويا. والاسم مشتق من مقطعين يونانيين هما anti (بمعنى ضد)، bios (بمعنى الحياة)، أى أن Antibiose هو أثر ناتج من كائن دقيق يعوق حياة كائنات دقيقة أخرى بإضرارها أو تحطيمها، وهو أثر مضاد Antagonism ناشئ من بناء مواد خاصة تسمى بالمضادات الحيوية Antibiotics.

وكانت تعالج الجروح الخارجية بلصقات من الفطريات فى القرن السابع عشر، لكن أول ملاحظة واعية كانت فى النصف الثانى من القرن الـ ١٩ على يد Pasteur & Joubert، فوجدا أن بكتريا التهاب الطحال يقف نموها لو لوثت بأنواع من

بكتريا ستربتوكوكس، وبحقن ببيئات هذه البكتريا فى تجارب حيوان لم يظهر عليها مرض التهاب الطحال، ولم يوضح باستير هذه الملاحظة تماما لكن فى نفس الوقت لوحظت تأثيرات مضادة حيوية من قبل عديد من البيولوجيين والأطباء.

أول مضاد حيوى اكتشفه Gosio من فطر وسمى Mycophenolic acid، وفى عام ١٩١٣م أمكن الحصول عليه من فطر *Penicillium stoloniferum*، وفى عام ١٩٠٧م اكتشف Saito اليابانى أن حمض الكوجيك Kojic acid من فطر *Aspergillus oryzae* له أثر مضاد حيوى. وثبت أن فطر *A. fumigatus* يفرز العديد من المضادات الحيوية منها فيوميجاتين، فيوميجاسين، حمض هيفولايك، حمض أسبرجيك، كما ثبت أن عديد من أنواع فطريات البنسيلوم تفرز حمض البنسيليك. ومن الفطريات الثمرية المأكولة عزل المضاد الحيوى Sparassol عام ١٩٢٣م من فطر *Sparassis crispa*، وعرف Fleming عام ١٩٢٨م أن بيئة من بكتريا سستافيلوكوكس أعيت وتحتطمت بفعل إصابتها بالفطر *P. rubrum* وسمى إليكساندر فليمنج هذه المادة الفطرية المعوقة للبكتريا Bactericid (أى المضاد للبكتريا) باسم البنسلين. وفى عام ١٩٤٠م تم تنقية البنسلين واستخدامه فى العلاج باتساع. وبعد الحرب العالمية الثانية عرف أن البنسلين عبارة عن أربعة مركبات مختلفة النشاط.

والمضادات الحيوية ذات الأهمية العملية والاستخدام فى التغذية Antimicrobial Growth Promoters (AGP's) منها: البنسلين - ستربتوميسين - إيروميسين - تيراميسين - باسيتراسين (فورتراسين) - كلوروميستين - فلافوميستين.

١- البنسلين: مجموعة من ستة مركبات مختلفة أهمها المركب G، وهى نواتج ميتابوليزمية من فطريات الأسبرجيلس والبنسيليوم، ويرجع تأثيرها البيولوجى للسلاسل الجانبية المختلفة.

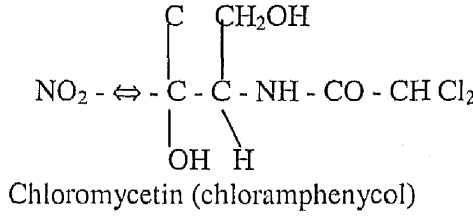
٢- ستربتوميسين: عزل من سلالات من *Streptomyces griseus*، وهى على الأقل ٣ مركبات مختلفة أساسا تتركب من:

[N-methyl-1-glucosamido-streptosido-streptidin  $C_{21}H_{39}O_{12}N_7$ ]

٣- إيروميسين: يبنى فى بيئات *Streptomyces aureofaciens* ويكون بلورات حاوية للكلور بلون أصفر ذهبى، ويسمى بالإيروفاك.

٤- تيراميسين: عزل من بيئات *Streptomyces rimosus*، وتركيبه شديد الشبه بالإيروميسين، ويسمى كذلك بالانتان. والمركبان الأخيران ينتميان لمجموعة النتراسيكليين.

٥- كلوروميستين: هو أيضا من نواتج أنواع ستربتوميسين:



٦- فلافوميسين: حديث الاكتشاف (١٩٦٩م) وهو عبارة عن جلوكوبروتيد يحتوى على الفوسفور، نتيجة ستريتوميسيس.

ولم يستخدم كل مضاد حيوى تم اكتشافه، إذ مازال بعضها فى دور التجريب، والبعض له سمية عالية فلم يستخدم. ومن أنواع جنس الأسبرجلس حوالى عشرة أنواع منتجة لحوالى ثمانية عشر نوعاً من المضادات الحيوية، استخدم بعضها، وأكثرها لم يستخدم بعد. بينما جنس البنسليوم تحته حوالى ١١ نوعاً منتجة لحوالى ١٦ مضاداً حيوياً، أهمها البنسلينات [بنسلين X, K, G, F، نوتاتين، بناتين (B)] كأهم وأقيم مضادات حيوية غير سامة، وأنشطها بنسلين G. وتحت الفيزوزاريوم حوالى ٧ أنواع فطرية منتجة لحوالى ٨ مضادات حيوية، استخدم منها فعلاً اثنان، والباقي فى طور الدراسة. ومن الفطريات ذات الأجسام الثمرية المأكولة حوالى ٤٤ نوعاً منتجة لحوالى ٣٨ مضاداً حيوياً.

إلا أن بعض المضادات الحيوية لها سمية عالية، مما أدى إلى فصلها من قائمة المضادات الحيوية، ووضعها ضمن قائمة السموم الفطرية Mycotoxins. ويرجع فعل المضادات الحيوية في تأثيرها النوعى على بعض الميكروبات دون غيرها، ولذلك فإنها تؤثر على البكتريا الضارة فى الجهاز الهضمى، ولا تؤثر على البكتريا النافعة التى تدخل فى عمليات الهضم، ونتيجة لهذا فإنها تزيد من كفاءة وفائدة المواد الغذائية، وتكون المحصلة النهائية هي زيادة النمو. لذا استخدمت المضادات الحيوية بجرعات صغيرة كمحفزات نمو Growth stimulators، أما إذا تواجدت الميكروبات الضارة بكميات زائدة مؤدية لظهور أمراض نوعية، لذلك يستعمل فى هذه الحالات المضادات الحيوية بجرعات زائدة (بجرعات علاجية)، ويكون استعمالها هنا بغرض العلاج، وتختلف أنواعها باختلاف الأمراض، وتكون كمياتها بجرعات من ١٠٠ إلى ٤٠٠ جم/طن عليقة [مع خفض الكالسيوم فى العليقة، أو إضافة المضاد الحيوى فى جزء يمثل ٢٥% من احتياج الحيوان فى اليوم من العليقة الخالية من الكالسيوم، ثم بعد استهلاكها تقدم باقى الاحتياجات من العليقة العادية]. وقد سبق ذكر أنه للحصول على نتائج جيدة من المضادات الحيوية لابد من خفض نسبة الكالسيوم فى العليقة، إلا أن خفضه يؤثر على النمو وعلى تكوين العظام، وبالمبحث وجد أن إضافة كبريتات الحديد تقلل من تثبيط الكالسيوم لامتصاص المضادات الحيوية لكن وجد كذلك أن كبريتات الصوديوم تزيد من امتصاص المضادات

الحيوية، في وجود الكالسيوم. ومن خصائص المضادات الحيوية أن بعض مركباتها يمكن تخزينها حتى ٦ - ١٢ شهراً بدون فقد معنوي في نشاطها، والبعض الآخر أظهرت فقداً بتخزينها لفترات أقل من ٣ شهور.

أما استعمال المضادات الحيوية بغرض زيادة النمو فيكون بمعدل ٥ - ١٠ جم مادة فعالة للمضاد الحيوي/طن عليقة في فترة النمو فقط، لأنها الفترة التي يظهر فيها الفعل المرغوب، وحتى لا تستعمل في مراحل الإنتاج خوفاً من آثارها الضارة. ويفضل في المضاد الحيوي المؤدى لزيادة النمو أن يكون بطيء الامتصاص في الأمعاء، مثل الزنك باستراسين، فرجنيايميسين، نتروفين. وقد تحقق منذ عام ١٩٤٩م بيان أثر المضادات الحيوية في زيادة نمو الحيوانات، خاصة الخنازير، عند إضافتها للعلائق التي تخلو من البروتين الحيواني، في صورة مخلفات عمليات التخمر المحتوية على الإيروميسين. ولا تستجيب كل أنواع الحيوانات لكل أنواع المضادات الحيوية، إلا أن إضافاتها لعلائق الفئران والعجول أدت لتحسن نموها مع زيادة استهلاك الغذاء، وخفض الكمية من الغذاء اللازمة لوحدة النمو في الحيوان.

وتختلف المضادات الحيوية من حيث تأثيرها على النمو في العجول، وثبت أن إضافة كلا من الإيروميسين والتيراميسين لعليقة العجول يزيد من سرعة نموها، مع خفض نسبة الوفيات (وقد لوحظ أحياناً ذلك بإضافة البنسلين)، أما الإسترربتوميسين فإن إضافته للعليقة تفيد في منع تعرض العجول لحالات الإسهال، ولكنه لا يفيد كثيراً في زيادة سرعة النمو. ويقل فعل المضادات الحيوية للعجول بزيادة كميات اللبن الطازج أو بديلات اللبن في غذاء العجول. ولوحظ أن إعطاء البقرة ١ جم يومياً من المضادات الحيوية قد أدى إلى إعراضها عن الطعام، لكن خفض الكمية للعشر لم يؤثر على استهلاك الغذاء، ولم يخرج فضلات من المضادات الحيوية في اللبن، بينما أدى الحقن بالإيروميسين لعلاج التهاب الضرع لخروج المضاد الحيوي في اللبن في الحلمات الثلاثة التالية. ولم يظهر لإضافة الإيروميسين أو البنسلين أو الإسترربتوميسين لعلائق الأغنام من نتائج مؤكدة من حيث تأثيرها على سرعة نمو الحملان.

ومن مضار زيادة جرعة المضادات الحيوية أنها تسبب الإحجام عن الطعام وظهور حالات إسهال، وتخفض من معامل هضم الألياف والاستفادة من الأزوت بالتغذية على المضادات الحيوية بالتركيز العالي، خاصة للعجول الأكبر من سنة أو للحملان التي يزيد عمرها عن ستة شهور، فالعمر له دخل في تحديد الجرعة من المضاد الحيوي. وقد يرجع أثر المضاد الحيوي لما سبق ذكره من مقاومة بعض الكائنات الحية الدقيقة بالقناة الهضمية، والتي تنافس الحيوان (العائل) على ما يحتويه الغذاء من مكونات غذائية، أو قد يرجع لتشجيعها لبعض أنواع البكتريا التي تعيش في أمعاء الحيوان، والتي قد تنتج بعض المواد المجهولة، والتي تساعد في زيادة سرعة نمو الحيوان. إلا أن أثر تحسين النمو للمضادات الحيوية يظهر فقط على الحيوانات التي تعيش في مزارع موبوءة، وتنقل مسببات الأوبئة لهذه الحيوانات، فتقاومها المضادات الحيوية، والتي لا تجد ما تقاومه في



الحيوانات التي تسكن المزارع الجيدة، أى أن للبيئة أيضا تأثير على ظهور فعل المضاد الحيوى، بجانب العمر والعليقة.

هذا وقد يرجع فعل المضاد الحيوى في زيادة النمو لوقفه، نمو الميكروبات المسببة للأمراض، وأهمها الإسهال فى العجول، والتي تخفض النمو وتزيد النفوق، فتتوفر مكونات العليقة للحيوان وليس للميكروبات، كما تتوفر فرصة هضم الغذاء وامتصاصه، لزوال أسباب إعاقه ذلك (بسبب الميكروبات) من زيادة سمك جدران الأمعاء بفعل البكتريا. وقد قيل أن فعل المضاد الحيوى يصل لحد تحسين صفات اللحوم أيضا، وليس فقط زيادة النمو.

لكن من أسباب الاعتراض على استخدامات المضادات الحيوية كدوافع للنمو مايلي:

١- قد تؤثر المضادات الحيوية أيضا على البكتريا النافعة، وبالتالي تؤثر على تصنيع فيتامين B المركب وفيتامين K، كما أن إضافة المضادات الحيوية لممدد طويلة بتركيز مرتفع يؤدي إلى خفض عدد الميكروبات، وبالتالي يقف إنتاج هذه الفيتامينات.

٢- إضافة أى من المضادات الحيوية بكميات محدودة وليضعة أسابيع متتالية يؤدي إلى اكتساب البكتريا نوعا من المقاومة، أو المناعة ضد هذا النوع من المضادات الحيوية أو باقى مجموعة المضادات الحيوية، التي ينتمى إليها، وبالتالي يكون تأثير هذا المضاد الحيوى محدودا إذا استعمل للأغراض العلاجية.

٣- إذا أكل الإنسان لممدد طويلة لحوم من حيوانات تتعاطى في علائقها نوع من المضادات الحيوية فإنه قد تتولد عنده أيضا مناعة ضد هذا المضاد الحيوى، فلا يستجيب للعلاج بهذا المضاد الحيوى (عند أخذه للعلاج)، ولذا تمنع كثير من الدول إضافة المضادات الحيوية للعليقة، أو تشترط سحبه منها قبل الذبح بمدة لا تقل عن ١٠ أيام.

٤- لتأثيرها على الأوبئة فلا ينصح بإضافتها إلا في المناطق الموبوءة، أو فى المزارع التي لا تتوفر فيها الشروط الصحية، وذلك لأنها ليس لها تأثير على الحيوانات الخالية من الأمراض، أو التي تربي في ظروف مثالية.

والمضادات الحيوية مجموعة من مجاميع المركبات المسماة Ergotrops or Probiotics [وهي المركبات التي ترفع من إنتاج الحيوان تحت ظروف معينة وتحسن من جودة المنتجات الحيوانية، وتخفض من نسبة النفوق، وهي لا تستبدل المواد الغذائية أو المعدنية، لكنها تخفض من الاحتياجات منها نسبيا، وإليها تنتمى المضادات الحيوية والمهرمونات ومضادات الأكسدة والمهدئات والإنزيمات ومواد أخرى تدفع النمو وغير معروفة، ويعزى إليها كذلك تحويل المنتجات النهائية لتخمر البروتينات فى الأمعاء الغليظة جزئيا إلى مركبات غير سامة. علاوة على أهميتها للحيوانات عند نقلها، أو عند

ظهور أى ردود فعل غير محدودة، فتعطى المضادات الحيوية لفترة بسيطة بتركيز عالى . وهناك من النباتات الطبية ما له آثار مضادة حيوية مثل الثوم والكرات والبصل وغيرها .

وقد وجد أن المضادات الحيوية تحسن كذلك من امتصاص الفيتامينات الذائبة فى الدهون، إلا أنه قد تستخدم المضادات الحيوية المستخدمة فى الطب البشرى فى أعلاف الحيوانات، مما يسبب للإنسان، باكتسابه مناعة منها بالتغذية على لحوم هذه الحيوانات المغذاة عليها لذلك يشترط السماح استخدام المضادات الحيوية فى أعلاف الحيوان أن تقتصر على المضادات الحيوية غير المستخدمة فى الطب البشرى والتي ليس لها فضلات Residues (فى جسم الحيوان) .

وقد حرمت اللوائح البريطانية منذ مارس ١٩٧١م استخدام مخاليط أعلاف محتوية على البنسلين Penicillin، والكلوروتتراسيكلين Chlortetracycline (CTC)، وأوكسى تتراسيكلين Oxytetracycline (OTC)، وقد سمحت باستخدام مخاليط محتوية على زنك - باستراسين Zinc - bacitracin، وفلافومييسين Flavomycin، وفيرجينياميسين Virginiamycin، وفى ألمانيا الغربية سن قانون خاص بإضافة المضادات الحيوية فى مخلوط Premix اعتباراً من مارس ١٩٧٢م، ويحتوى فقط على فيرجينياميسين، وفلافومييسين وزنك - باستراسين، وأولياندومييسين Oleandomycin .

ومن عام ١٩٧٥م استخدمت هذه المخاليط Premixes فى جميع البلدان الأوروبية، علاوة على الولايات المتحدة الأمريكية، واختفت منها المضادات الحيوية المستخدمة فى الطب البشرى (Tetracycline, OTC, CTC) وغيرها) بشكل عملى، واقتصر إضافتها فى العلاج البيطرى فقط، إلا أن المستخدم فى الأعلاف اقتصر على الزنك - باستراسين والفلافومييسين . وكبدل للمضاد الحيوى استخدم حديثاً المركب المسمى 5-nitrofurان والأكثر حداثة هو استخدام المركب المسمى Carbadox وهو مشتق من الكوينوكساليين Quinoxaline، وذلك فى الأعلاف الحيوانية .

فى تغذية الخنازير وجد أفضل مستوى للمضاد الحيوى فى مدى ٥ - ١٥ مجم/كيلو علف، ولا يزداد عنها، وتختلف استجابة الخنازير للمضاد الحيوى كدافع للنمو Growth stimulant، لكن عموماً يزيد معدل النمو من ٦ إلى ١٥% زيادة، وكذلك تتحسن الكفاءة الغذائية بقدر ٥ - ٧%، وكلما زادت الرقابة والنظافة والرعاية كلما كانت الاستجابة أقل، وأفضل النتائج كانت للخنازير ما بين الطعام ووزن ٥٠ كجم، إلا أنه لا بد من استمرار تقديم المضاد الحيوى خلال فترة التسمين، وإلا أدى سحبه من العليقة إلى ضياع أى آثار سابقة من تحسن فى النمو . وقد كان تأثير المضاد الحيوى على لحوم الخنازير من حيث الجودة قليلاً، إذ شمل زيادة دهن الذبائح فقط ببساطة .

أما فى الحيوانات المجتررة فيتوقع أن تأثير المضادات الحيوية يختلف عنها فى الحيوانات وحيدة المعدة، لأن المجترات تعتمد أساساً على نمو البكتيريا فى تغذيتها . وتتناقض النتائج مع الحيوانات المجتررة الناضجة، فقد اقترح أن إضافة المضادات الحيوية

لعلائقها قد يكون ضار لتثبيطها لنشاط بكتريا السليلوز، وبالتالي تضر بهضم السليلوز، ومن الجانب الآخر قد يرى بعض التحسن بإضافة المضادات الحيوية لعلائق منخفضة الألياف، إذ تؤدي إلى تحسين الاستهلاك الاختياري للغذاء، وكذلك تحسن من ميثابوليزم البروتين عندما يكون منخفضاً، وكذا تحسن من هضم النشا، وعلى هذا ففوائد إضافة المضادات الحيوية يقتصر على إضافتها للمركبات، ونظراً لقصر المعلومات في هذا الشأن فلا ينصح باحتواء العلائق العادية المحتوى من الألياف على المضادات الحيوية، والمجترات الأكثر استفادة من المضادات الحيوية هي العجول الصغيرة، إذ يزيد نموها بمعدلات ٥ - ٢٥ %، وذلك قبل بلوغ العجول عمر ٨ أسابيع.

**فعل المضادات الحيوية Mode of action of antibiotics:** غير معروف بالضبط الطريقة التي يؤثر بها المضاد الحيوي في دفع النمو Growth-stimulating، فقد يرجع جزء من فعل المضادات الحيوية في تشجيع النمو Growth-promoting للتأثيرات العلاجية Therapeutic effects. يؤدي الروميسين في العجول إلى زيادة بناء حمض البروبيونيك، فيغير من نسبة الأحماض الدهنية الطيارة بالكرش، فيقل بذلك من نشاط الإنزيمات المحللة للبروتين ومن نزع مجاميع الأمين، بينما يؤدي الفلافوميسين في المجترات إلى تشجيع نمو بكتريا معينة (تزيد من هدم الكربوهيدرات فتؤدي إلى زيادة بناء الأحماض الدهنية الطيارة بالكرش) وأهمها البكتريا البانية لحمض البروبيونيك، كما يعوق هدم بروتين الغذاء، ونفس الفعل يحدثه السالينوميسين (وهو شبيه بالموننسين)، ويدعو حمض البروبيونيك إلى تخزين الطاقة، وزيادة الوزن الحي بالتالي، وإن دعت الدول الرأسمالية لعدم استخدام أى منها لأنها لن تعود بأى نفع اقتصادي، لامتياز حالة حيواناتها الإنتاجية دون حاجة لدوافع نمو خارجية ومكلفة. وقد أوضحت الدراسات على الزنك باستراسين أن له تأثيرات داخلية أهمها التأثير المباشر على رفع معدل بناء البروتين في الكبد، وهذا المعدل مرتبط بالجرعة المعطاة (كذلك ينبه تخليق البروتين في الكلى والعضلات والجلد) كما قلل من تأثير الإجهاد Stress، الذي قد يرجع لارتفاع درجة الحرارة، وقد اقترحت عدد من النظريات التي شملها العرض السابق وموجزها باختصار فيما يلي:

- ١- تخفض أو تمنع من نشاط مسببات الأمراض المسببة للعدوى شبه المستديمة Subclinical infection.
- ٢- تمنع وجود البكتريا المنتجة للسموم التي تخفض من نمو الحيوان.
- ٣- تشجع نمو الكائنات الدقيقة المخلقة للعناصر الغذائية المعروفة وغير المعروفة.
- ٤- تخفض من نمو الكائنات الدقيقة التي تتنافس Compete مع العائل Host على العناصر الغذائية.
- ٥- تزيد من قدرة الامتصاص للأمعاء.

وهناك ما يؤيد النظرية الأولى، إذ أن مرجع تحسين النمو الملاحظ يرجع لإبادة مسببات الأمراض، أو تثبيط عملها، فلا يظهر للمضاد الحيوى أى تأثير على الحيوانات السليمة والتي ترعى فى ظروف جيدة من نظافة وخلافه. كما أن هناك ما يؤيد النظرية الثالثة، إذ وجد بتقديم المضادات الحيوية أن تكاثرت كميات المركبات غير الغذائية والتي لا تخلفها البكتريا كـ بعض الفيتامينات المعينة والكالسيوم والمغنسيوم، وهذا راجع إلى أن المضاد الحيوى يزيد من كفاءة الأمعاء للامتصاص (النظرية الخامسة)، فتظهر بالتالى كثرة هذه المركبات المذكورة. وقد وجد أن استخدام المضادات الحيوية يؤدي إلى خفض الاحتياجات من فيتامين B<sub>12</sub>، وتزيد كفاءة تحويل نتروجين الغذاء إلى نتروجين جسم، والذي يفسر لحد ما كبر الاستجابة للمضاد الحيوى فى العلائق ذات البروتين النباتى فقط عنه مع العلائق المحتوية كذلك على بروتين حيوانى. وفى العجول ترجع آثار تشجيع النمو لحد ما لزيادة استهلاك الغذاء.

قانونية استخدام المضادات الحيوية ومدى خطورتها Legislation and hazards in the use of antibiotics استخدمت فى أوائل الخمسينات فى المملكة المتحدة تحت رقابة شديدة، ونظرا لاستخدامات بعضها فى علاج أمراض الإنسان، بجانب استخدامها فى تغذية الحيوان، فقد نشر عام ١٩٦٩م أن استخدام هذه المضادات الحيوية فى حيوانات المزرعة يمكن من تعريض صحة الإنسان للخطر، بسبب اكتساب بكتريا الأمعاء Enteric bacteria المقاومة لصفة شدة النمو، وعليه قسمت المضادات الحيوية إلى:

(أ) غذائية.

(ب) علاجية.

والأولى متوفرة دون روشتة بيطرية، وشروطها:

- ١- أن تكون ذات قيمة اقتصادية فى الإنتاج من الحيوانات الزراعية.
- ٢- استخدامها فى علاج الإنسان أو الحيوان قليل أو معدوم.
- ٣- لا تعوق الكفاءة العلاجية للمضادات الحيوية العلاجية الموصوفة بدفعها لنمو السلالات المقاومة للكائنات الحية الدقيقة.

وقد حرم استخدام البنسلين، كلورتراسيكلين، أوكسى تتراسيكلين كإضافات غذائية بدون أن توصف من قبل بيطرى، وذلك فى المملكة المتحدة منذ عام ١٩٥٣م وأعيد التأكيد على هذا التحريم فى ١/٣/١٩٧١م وذلك لاستخدامها فى علاج الإنسان بكثرة، إلا أنه سمح فى بريطانيا فقط باستخدام ٣ مضادات حيوية غذائية دون وصف من بيطرى وهى الزنك - باسيتراسين، فلافومييسين، فيرجينياميسين، وذلك بحد أقصى

للإضافة قدره ١٠٠ مجم/كجم عليفة، ويقتصر إضافتها للعجول حتى عمر ٣ شهور، وكذلك تضاف للغنم والماعز والخنازير حتى عمر ٦ شهور.

وقد زادت المراجع الألمانية لوظائف المضادات الحيوية، علاوة على ما سبق ذكره، أنها تؤثر كذلك على أنسجة الأمعاء، من حيث وزن وقوة جدر الأمعاء الدقيقة. كما ترفع من نشاط بعض الإنزيمات الهضمية، بينما تثبط من نشاط بعض الإنزيمات الأخرى، فتؤثر بذلك على بعض عمليات الهدم المعينة في الأنسجة، وتؤثر كذلك على الإفراز الداخلي للغدد الصماء، إلا أنه عموماً ثبت أن إضافة المضادات الحيوية الغذائية لها من التأثيرات الحسنة على كل من الميتابوليزم الكلى لمختلف العناصر الغذائية، والاستفادة من الأزوت ومن الطاقة، وتوفر من استخدام الفيتامينات والمعادن.

مخلفات المضادات الحيوية: عقب تقديم المضادات الحيوية بالمقادير الغذائية لا يمكن كشف مخلفاتها في الأنسجة والأعضاء، إلا أنه بالجرعات العلاجية العالية تظهر مخلفاتها في اللبن واللحم، ولتقليل المخاطر فإنه ينصح دائماً (وقد تسن القوانين الملزمة) بإزالة المضاد الحيوى من العليقة بفترة كافية قبل الذبح تصل إلى ٢١ يوماً في العجول، ٧ أيام للخنازير وذلك بالنسبة للنتراسيكلين بينما للكاربادوكس Carbadox لابد من إزالته قبل الذبح للخنازير بفترة ٢١ يوماً، فهذه الفترة للانسحاب Withdrawal period تتوقف على نوع المضاد الحيوى وعلى نوع الحيوان.

درس العالمان الإنجليز Fischer and Wood, 1984 تأثير زرع المضادات الحيوية التي تساعد على بناء بروتينات جسم الحيوانات، وذلك على جودة ذبائح الطلائق من الثيران والعجول، ووجدوا أن تأثير هذه المضادات الحيوية على الثيران ظهر في سرعة النمو وبناء لحم قليل الدهون، مع زيادة نسبة وزن اللحم بالنسبة للعظام، إلا أن هذه الآثار لم تلاحظ على العجول إطلاقاً، فلم تختلف نتائج العجول المعاملة بالمضادات الحيوية عن تلك للعجول المقارنة التي لم تعامل بالمضادات الحيوية.

توصيات السلطات الألمانية الغربية لعام ١٩٧٥م لجرعات المضادات الحيوية في مخاليط العلف ومكملات الأعلاف.

| العلف                               | مجم مضاد حيوى/كجم علف |
|-------------------------------------|-----------------------|
| للعجول:                             |                       |
| مسحوق تغذية عجول                    | ٤٠ - ١٠               |
| علف تربية عجول                      | ٤٠ - ١٠               |
| بديل لبن للعجول                     | ٨٠ - ٥                |
| مكمل علف اللبن الفرز للتسمين للعجول | ١٦٠ - ١٠              |
| مكمل علف اللبن الفرز للتربية للعجول | ١٠٠٠ - ١٠٠            |

| الخنازير:                      |            |
|--------------------------------|------------|
| بدل لبن للخنازير الرضعية       | ٨٠ - ٥     |
| مكمل علف للخنازير الرضعية      | ٢٥٠ - ٥    |
| علف تربية خنازير               | ٥٠ - ٥     |
| علف موحد لتسمين الخنازير       | ٢٠ - ٥     |
| مكمل علف لتسمين الخنازير       | ٨٠ - ١٠    |
| مركزات بروتين للخنازير         | ٢٠٠ - ٢٥   |
| مكمل علف غنى البروتين للخنازير | ١٦٠ - ١٠   |
| مخلوط معادن للخنازير           | ١٠٠٠ - ٢٠٠ |

وتستخدم المضادات الحيوية منذ زمن بكميات أقل من الكميات العلاجية Subtherapeutic doses كدوافع للنمو. وبجانب المضادات الحيوية ميكروبية الأصل المعروفة منذ زمن بعيد فأصبح اليوم هناك كذلك مضادات حيوية يتم تخليقها، ولها نفس الخواص الدافعة للنمو، فتضاف ضمن غذاء الحيوان. وقد سمح باستخدام مشتقات Chinoxalin-di-N-oxide في تغذية الحيوان ومنها Olaquinox & Carbadox C التي تستخدم للماشية والخنازير في علائق التسمين بمعدلات ٢٥ - ١٠٠ مجم/كجم عليقة. إلا أن هناك من المشتقات مثل Quinoxin Q والتي ثبت تأثيرها المسبب للسرطان Carcinogenic effect في التجارب الحيوانية، لذا فُسح هذا المستحضر من السوق العالمية، وزاد على ذلك الاختبارات التي أجراها العالمان الألمان Scheutwinkel-Reich و Hude, 1984 على مشتقات Chinoxalin-di-N-oxide O, C, & Q للكشف عن سميتها، بإجراء اختبارات على تأثير هذه المستحضرات على الإضرار بالكروموسومات في الخلايا الحيوانية فثبت باليقين أن هذه المركبات الثلاثة المشجعة على النمو لها جميعا تأثيرات سامة على الجينات Genotoxic، مما تؤدي إلى إحداث طفرات بتأثيرها هذا، وعليه فيخشى من استعمالها في تغذية الحيوان، وما قد يترسب منها في عضلاته التي يأكلها الإنسان فيما بعد، مسببة فيه نفس الآثار السرطانية والطفرية الوراثية.

وإن كان من الصعب في الزمن الحالي التنازل عن إضافة المضادات الحيوية في العلائق، إلا أنه يجب شدة الحرص والرقابة في استخداماتها، لما تسببه من آثار مباشرة وغير مباشرة، فمعروف أن بعض هذه المضادات الحيوية يؤدي بالحيوان إلى الانتعاش والزيادة في الوزن، والبعض الآخر له أثر مضاد حيوي غذائي واضح على بعض أنواع الحيوانات، وفي فصول تغذية معينة، والمضادات الحيوية في العلائق لا يمكن التفريق فيها بين المضاد الحيوي وبين المواد اللازمة للنمو ذات الأثر المضاد للبكتيريا. وهناك من الجراثيم ما يقاوم المضادات الحيوية فعند تغذية الإنسان على منتجات هذه الحيوانات والحاوية على الجراثيم المقاومة للمضادات الحيوية تعتبر مصدر خطر على صحة

الإنسان بشدة وذلك لما اكتسبته هذه الجراثيم من جين مقاومة المضادات الحيوية، فلا تستجيب بالتالي للعلاج في الإنسان.

بإعطاء عجول التسمين (في فترة تسمين ١٠ - ١٢ أسبوعاً) ١٥ جم مضاد حيوي مثل CTC في بديل اللبن فقد أمكن كشف ٠,١ جزء في المليون CTC في لحومها، بينما على ٨٠ مجم من نفس المضاد الحيوي/يوم/عجل تسمين كانت كل من العضلات والكبد والكلية خالية من فضلات المضاد الحيوي، لكن وجدت الفضلات في الروث بمعدل ٠,٥ - ١,٤ جزء في المليون. بإعطاء CTC بجرعة مسموح بها (١ مجم/كجم وزن حي/وجبة غذائية) يظل مستواه في الدم بعد عدة ساعات ٠,١ - ٠,١٥ ميكروجرام/سم<sup>٣</sup> ثابت ولا يتراكم أو يتجمع بعد ذلك، وبإزالة هذا المضاد الحيوي من العلف ينخفض مستواه بشدة في الدم، وبزيادة الجرعة وصل أعلى نشاط له في الدم بعد ٢٠ ساعة وبافتراض عدم وجود فارق كبير في تركيز CTC في الدم والعضلات، فإن الوقت بين آخر وجبة غذائية والذبح غير كاف غالباً للحصول على ذبيحة خالية من CTC. ويتحطم نشاط CTC المتبقى في لحوم العجول بالطبخ. وإن لم يتراجع عن استخدام المضادات الحيوية التي لها مناعة فعلى الأقل يوقف إعطاء العلف المضاف إليه المضادات الحيوية قبل الذبح بمدة كافية. ففي دراسة للكشف عن مدى وجود فضلات الكلورامفينيكول في لحوم الذبائح، ثبت وجوده بتركيزات تراوحت من ١ إلى ٤٠٠٠ جزء في البليون (ميكروجرام/كجم) في كل من لحوم الخنازير والمائية والعجول.

وللرقابة الصحية يلزم طرق تحليل دقيقة للقياس الكمي لمتبقيات المضاد الحيوي في أجزاء الحيوان ومنتجاته، وقد طورت بعض الطرق التي وصلت حساسيتها إلى ٠,١٠ جزء في المليون من Chlorotetracyclin (CTC) وللكشف عن خلو السلع الغذائية حيوانية المصدر من فضلات المضادات الحيوية بجرى اختبار إعاقه نمو الميكروبات [Microbiological inhibition test] ففي عام ١٩٨١م أمكن فريق بحث أمريكي أن يصف طريقة بيولوجية لتقدير فضلات المضادات الحيوية في أنسجة اللحوم عامة باستخدام اختبار تثبيط هذه المضادات الحيوية لجراثيم بكتريا *Bacillus subtilis* والتي كانت حساسة لكل من Erythromycin - Tetracyclin - Chlorotetracyclin و *Tylosin* - *Oxytetracyclin* - *Neomycin* - *Penicillin* - *Streptomycin* وفي نفس العام خرج فريق بحث أمريكي آخر بطريقة مشابهة، باستخدام جراثيم *Bacillus stearothermophilus* للكشف عن ثمانية مضادات حيوية.

بينما في ألمانيا (الغربية) عام ١٩٨٣م تمكن فريق من أربعة باحثين من وضع طريقة لتقدير Chloramphenicol المتبقى في اللحوم باستخدام الكروماتوجرافى الطبقي TLC، والكروماتوجرافى السائل عالي الأداء HPLC، عن طريق انقسام إنزيمي، يعقبه تقدير سريع كمي لهذا المركب، وإن كان أقل حد يمكن كشفه في حدود ٠,٠٥ - ٠,٠١ مجم/كجم، وفي TLC يظهر فلورسنت أصفر للمركب بعد رشه بمحلول كلوريد قصدير

•  $\text{SnCl}_2$  وفى نفس عام ١٩٨٣م تمكن عالم ألماني (غربي) آخر من تطوير تكتيك لقياس كل من Chloramphenicol, Furazolidon, Sulfadiazin, Sulfamerazin, Sulfachinoxalin, Sulfadimidin, Sulfamethoxazol, كفضلات ناتجة من إعطاء هذه المضادات الحيوية بالإضافة إلى Sulfonamide لحيوانات التسمين واللبن وذلك بكميات كبيرة، فقد استخلص العينات بالأسيتونتريل، ثم جفف المستخلص بكلوريد الصوديوم ودأى كلوروميثان، ونقل للميثانول، وبخر ثم رج مع هكسان، ثم حلل كروماتوجرافيا. وأمكن الكشف بهذا التكتيك عن أقل من ٠,١ مجم سلفوناميدات، ٠,٠٢ مجم كلورامفينيكول، ٠,٠١ مجم فيرازوليدين/كجم ودقة استرجاع ما بين ٧٠ - ٩٠ % فى أقل من ساعة/عينة. وفى ألمانيا كذلك أعلن عام ١٩٨٣م عن تكتيك باستخدام الكروماتوجرافى الطبقي على الأداء HPTLC لفصل ٢٣ سلفوناميد مختلف من العضلات والكلى والسيرم للحيوانات المذبوحة.

فى تجربة لاستخدام المضادات الحيوية المشجعة للنمو والتسمين فى العجول على ٤١٣ عجلا أدت الإضافة إلى زيادة النمو اليومي بحوالى ٨,٨%، وتحسن الكفاءة الغذائية بمعدل ٤,٧%، كما تأثرت كل من القابلية للمرض Morbidity والنفوق، وأوضحت الدراسة أنه لا توجد أى فضلات متبقية من هذه المضادات الحيوية فى الأنسجة القابلة للأكل من هذه العجول السويسرية. ورغم ذلك فقد حذر عالم إنجليزى فى نفس العام لهذه الدراسة السابقة (١٩٨٣م) وذلك من الخطأ فى وقت الانسحاب Withdrawal للمضاد الحيوى الذى يسبب إمكانية تواجد فضلات للمضادات الحيوية فى الأجزاء المأكولة الحيوانية الأصل والتي تصبح غير مقبولة. وقد ورد بالمراجع العلمية المختلفة استعمالات مختلف المضادات الحيوية فى التغذية التجريبية منها والعملية، ومن هذه المضادات الحيوية مايلي:

Penicillin, Chloromycetin (Chloramphenicol, CAP), Aureomycin (OTC, aurofac or oxytetracyclin), Terramycin (Entan or Chlortetracyclin, CTC), Streptomycin, Spektinomycin, Turomycin, Erythromycin, Lincomycin, Tylosin (TLO), Carbadox (CAR), Oleandomycin (OLE), Spiramycin (SPI), Zink-Bacitracin (ZBA), Flavomycin (Moenomycin or Flavophospholipol, FPL), Virginiamycin (VGN), Rumensin (Monensin-Na), Salinomycin, Lasalocid.

ولقد قسمت المضادات الحيوية حسب نشأتها إلى ثلاث مجاميع، هى كالتالى:

- ١- مجموعة الجيل الأول كالبنسلين، تتراسيكلين، ستربتومييسين (وقد قل استخدامها).
- ٢- مجموعة الجيل الثانى كالفلافومييسين، فيرجينيامييسين، باسيتراسين وهى الأكثر استخداما حاليا على مدى واسع.
- ٣- مجموعة الجيل الثالث وهى الأحدث، ومنها المضادات الحيوية عديدة الإثير كالرومنسين (صوديوم موننسين)، سالينومييسين، لاسالوسيد (وتؤثر أشد ما تؤثر على تخليق الأحماض الدهنية، وهدم البروتين فى كروش المجترات).



جينات البق العملاق وصلت التربة والماء، فهل الإنسان هو التالي؟ ينبغي وقف استخدام المزارعين للمضادات الحيوية كمشجعات نمو، خوفاً من انتشار الجينات الخطيرة المقاومة للمضادات الحيوية، إذ يمكن انتقال سلالات مقاومة من بكتيريا الأمعاء (كالمونيلا) للإنسان، بالاتصال المباشر بالحيوانات. فالبكتيريا في التربة والماء الجوفى أسفل المزارع احتوت جينات مقاومة للنتراسيكلين Tet genes من بكتيريا منشأها أمعاء الخنازير، فبكتيريا أمعاء الخنازير نقلت جيناتها للبكتيريا الأخرى. هذه الجينات المقاومة مثابرة في التربة الصلبة، والبكتيريا المنقولة عن طريق الماء يمكن عبورها للبكتيريا الخطيرة في البيئة، أو في الإنسان المستهلك للماء الجوفى هذا.

هذا بالنسبة للنتراسيكلين، فما بالك بالنسبة للعقاقير الأخرى التي يمكن أن تكتسب ضدها البكتيريا مقاومة؟ إن ٧٠% من الإنتاج الأمريكي للمضادات الحيوية يستخدم في غذاء الحيوان كمشجعات نمو، وهذا يشكل خطورة من تركيز الجينات المقاومة للمضادات الحيوية ودورها بين الحيوانات والإنسان والبيئة، إذ أن الماء الجوفى جزء من مصادر المياه للإنسان. فالبكتيريا المارة عبر أمعاء الإنسان تستبدل جيناتها مع البكتيريا المتوطنة في الأمعاء، إذ وجد عام ١٩٩٠م في أمريكا أن ٨٠% من سلالات الأنواع الشهيرة لبكتيريا قولون الإنسان تحمل جينات مقاومة للنتراسيكلين، وكانت هذه النسبة ٣٠% فقط عام ١٩٧٠م، فمن الواضح انتقال الجينات المقاومة للمضادات الحيوية من البيئة إلى أجسامنا، فخرج جين مقاوم من البكتيريا إلى الطبيعة يشبه خروج المارد من عنق الزجاجة، دليل على قدرة انتشاره.

وإن حُرمت السويد عام ١٩٨٦م استخدام المضادات الحيوية كمنشطات نمو Antibiotic growth promoters في العلف، فقد حُرّم الإتحاد الأوروبي عام ١٩٩٧م استخدام الأفوبارسين، وحُرمت هولندا عام ١٩٩٨م استخدام الأولاكويندوكس، وحُرمت الدانيمارك عام ١٩٩٨م كذلك استخدام المضادات الحيوية كمنشطات نمو في العلف وتبعتها في ذلك سويسرا عام ١٩٩٩م حتى انتهى الإتحاد الأوروبي عام ٢٠٠٦م (يناير) إلى تحريم كامل لاستخدام المضادات الحيوية كمنشطات نمو في العلف. عموماً فقد حل محلها منشطات نمو أخرى غير المضادات الحيوية، مثل الإضافات العلفية من مشتقات الخميرة Yeast (كالمنان جلوكوسكاريد، والخميرة الغنية بالسليسيوم) والبكتيريا أو ما يطلق عليها Probiotics والتي تحسن من الكائنات الدقيقة بالقناة الهضمية، وتنبط من نشاط البكتيريا المرضية، وتزيد عمل المناعة، فيتحسن الأداء الحيوانى. ولتحريم استخدام المضادات الحيوية كمنشطات نمو AGP's (Alterbiotics)، والتي كانت تحسن التحويل الغذائي لكنها تحور جينات الميكروبات وتجعلها مثابرة للمضادات الحيوية، فقد حل محلها كذلك إضافات غذائية Nutriotics أخرى عبارة عن بروتينات ودهون تحور كذلك من الكائنات الدقيقة في القناة الهضمية، حيث أن نواتج ميتابوليزم البروتين (أمونيا، سكااتول، فينول) والدهون (بعض الأحماض الدهنية) لها تأثيرات مضادة للبكتيريا فتنبط نموها.

## ثامنا: الهرمونات Hormones

استخدمت عديد من المركبات المنشطة للنمو Growth promoters المعروفة باسم Anabolic compounds، لتحسين زيادة وزن جسم الحيوان. وهذه المركبات قد تكون طبيعية، أو مخلقة صناعيا Synthetic، ذات طبيعة إستروجينية أو أندروجينية، وقد تكون سترويدية أو غير سترويدية. ومن هذه الهرمونات المخلقة صناعيا والمستخدمة في دفع نمو الحيوانات مركب خلات الترنبولون Trenbolone acetate ذو النشاط الأندروجيني، وهو مركب سترويدي Steroid، والذي لوحظ بداية عام ١٩٦٨م بتأثيره المنشط لنمو العجول (٢٢%) والعجلات (حتى ٧٠%)، وقد كان هناك تأثير مضاعف لإضافة خلات الترنبولون مع مركبات إستروجينية كالإستراديول أو هكسوسترول، وذلك بزيادة دفع نمو العجول المخصبة عن ما إذا أصيب كل مركب على حدة. ونفس التأثير المضاعف لوحظ عند إضافة خلات الترنبولون مع كل من صوديوم مونسين Na-Monensin وهكسوسترول، أو عند إضافة خلات الترنبولون مع زيرانول Zeranol.

وقد ثبت كذلك أن لمستوى التغذية تأثير على الاستجابة لفعل هذه المنشطات. فثبت وجود علاقة بين تأثير ستلبسترول ومستوى التغذية، فكانت زيادة الوزن على عليفة منخفضة الطاقة (٥٣٠ كيلو كالورى) أفضل عند انخفاض البروتين (٩%) كذلك عنه في البروتين المتوسط (١٣%)، بينما لم يحدث أى زيادة وزن على البروتين العالى (١٧%) رغم إضافة الهرمون (ستلبسترول).

كما أن للطقس أو لفصول السنة تأثير للاستجابة لهذه الهرمونات، فعند تغذية الأغنام على علائق بها ستلبسترول (١,١ مجم/كيلو علف) فاستهلك الحيوانات ٢ مجم يوميا/رأس، ف لوحظ أنه بارتفاع درجة الحرارة عن ٢٣,٥ °م فى الصيف لم يحصل على زيادة معنوية فى معدل الزيادة فى وزن الجسم، بينما بلغت الزيادة فى وزن الجسم حوالى ١٥% فى كل من الإناث Ewes والذكور المخصبة Wethers فى الشهور الباردة (شتاء). ووجد أن الجرعات أقل من ٢ مجم ستلبسترول/رأس غنم عن طريق الفم لم تؤد إلى تحسن وزن الجسم، بينما ثبت فى بحث آخر أنه حتى ٣,٦ مجم يوميا لم تحسن وزن الأغنام. ومن المركبات الإستروجينية المؤثرة الأخرى خلاف ستلبسترول استخدم كذلك داي اثيل ستلبسترول، فوجد أن ٢ - ٦ مجم/رأس غنم لم تختلف فيما بينها من تأثير، لكنها كلها حسنت معدل النمو، وكانت الزيادة فى الإناث أفضل منها فى الذكور المخصبة Wethers.

وقد استخدم الزيرانول Zeranol أيضا (كمركب مخلق ذو نشاط إستروجيني) منذ عقدين من الزمان، ووجد أن ٣٦ مجم/حيوان حسنت وزن الجسم للثيران بمعدل ١٥% فى فترة بسيطة، بينما أدى نفس التركيز إلى تحسين الزيادة فى وزن العجلات بمعدل ٢٦%، كما استخدم نفس التركيز (٣٦ مجم) للعجلات فى تجربة أخرى ولم تعط أى تحسن فى وزن الجسم، كما أن ١٢ مجم أعطى تحسنا طفيفا جدا فى وزن ذكور الأغنام المخصبة.

هذا وقد ظهرت فائدة أكبر من خلط المركبات الأندروجينية مع المركبات الإستروجينية على النمو، فخلط الداي إيثيل ستلبيسترون مع التستسترون Testosterone في تغذية عجول عمر عام زاد وزنها، كما خلط ١٧ - بيتا استراديول 17-B-oestradiol (٢٠ مجم) مع خلاص الترنبولون (١٤٠ مجم) حيوان من ثيران الفريزيان فزاد نموها ٧ - ١٠% عن غير المعاملة. وفي بحث آخر قورن فيه تأثير كل من الموننسين (٢٠٠ مجم) والزيرانول وسينوفكس هـ Synovex-H (٢٠ مجم استراديول بنزوات مع ٢٠٠ مجم بروبيونات تستسترون/حيوان) منفردة أو مجتمعة معا في تغذية العجلات، فكان مخلوط الهرمونات سينوفكس هـ أكثر تأثيرا عن الزيرانول، والأخير أفضل من الموننسين في تأثيرهم على الزيادة اليومية في الوزن الحي.

وقد اختلف تأثير هذه الإضافات على خصائص الذبائح، فخلاص الترنبولون لم تحسن من درجة الذبيحة Carcass grade، بينما أدت المعاملة بالداي إيثيل ستلبيسترون إلى تحسن درجة الذبيحة للعجول. وقد أدى التركيز المنخفض (١٠ مجم) من الداي إيثيل ستلبيسترون إلى انخفاض جودة الذبيحة من العجول المعاملة عن الكونترول بمعدل ١,٣%. كما أن معاملة الأغنام بالستلبيسترون قبل الذبح خفض من جودة الذبيحة، بينما عملت المعاملة بالزيرانول إلى تحسن معنوي في وزن الذبيحة من الأغنام. وهذا وهناك الكثير من منشطات النمو الهرمونية الأخرى المستخدمة في تسمين الحيوانات ومن بينها الجبريلينات كهرمونات نباتية وفطرية ومخلقة.

**إفراز الهرمونات:** الهرمونات مواد كيميائية، تفرز من غدد لا قنوية، إلا أنها غنية بالأوعية الدموية، وتسمى بالغدد الصماء، أي عديمة القنوات Ductless glands، أو الغدد ذات الإفراز الداخلي Endocrine glands، أي التي تفرز هرموناتها مباشرة في الدم، فتنقل إلى جميع أجزاء الجسم، فيظهر تأثيرها خلال ثوان قليلة بعد إفرازها من الغدد. وتفرز الهرمونات أساسا من الغدد الدرقية، جارات الدرقية، فوق الكلية، البنكرياس، النخامية، والغدد الجنسية.

وتتميز الهرمونات بتخصصها الشديد في عملها، وفي المادة التي تعمل عليها، كما تتميز بأن أقل كمية منها تحدث تأثيرا. وتختلف الهرمونات من حيث تركيبها كالتالي:

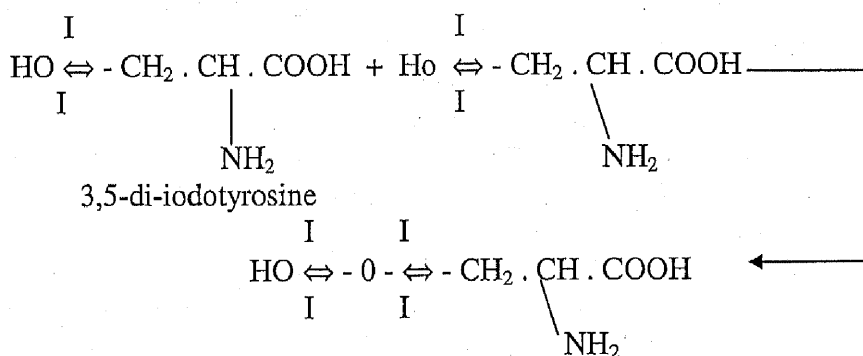
١- بعضها مشتقات بترولية مثل الثيروكسين (من الدرقية)، والأدرينالين (من فوق الكلية).

٢- بعضها بروتينات كهرمونات النمو (من الفص الأمامي للنخامية)، والإنسولين (من البنكرياس)، والبارثيرويد، وهرمونات الفص الخلفي للنخامية. فالإنسيولين (من خلايا جزر لانجرهان بالبنكرياس والذي يؤخذ حقنا وليس عن طريق الفم كى لا يهضم بإنزيم التربسين)، هرمونات جارات الدرقية (وهي لنفس السبب لا تؤخذ عن طريق الفم)، هرمونات النخامية (التي وزنها ٧,٠ جم في الإنسان)، وهي هرمونات

تروفية (أى خاصة بالفص الأمامى للخامية) وهى المسئولة عن عمل غدد الدرقية والأدرينال وإدرار اللبن والنمو والجنس، وهرمونات الفص الخلفى وهى مسئولة عن زيادة ضغط الدم وتنشيط انقباضات الرحم وتقلل إدرار البول.

٣- البعض الآخر ستيرولات كالأستروجين والأندروجين والبروجسترون وهرمونات قشرة الكلية، وهى ثابتة نحو درجة الحرارة حتى ٢٥٠ م°، وموجودة كذلك فى الفصم الحجرى، والزيت المعدنية، نتيجة تحلل أجسام الكائنات الحية بعد وفاتها.

وتتنمى لمجموعة الستيرولات "ستيروس" باليونانية أى صلب، "ول" تذلل على الكحول، أى أن ستيرولات تعنى الكحوليات الصلبة، وهى جزء من المكونات غير القابلة للتصين فى الدهون النباتية (فيتوستيرولات) والحيوانية (زوستيرولات)، وكذا الدهون الموجودة فى الخمائر والفطريات (ميكوستيرولات)، هرمونات الجنس، وهرمونات نخاع الغدة الكظرية. وتبنى جميع الستيرولات على هيكل واحد محتوى على وحدة فينانثرين ملتصقا فيها حلقة خماسية عند الوضعين ١، ٢، وعلى ذلك تكون الستيرولات عبارة عن مشتقات من بر هيدرو - ١، ٢ - سيكلوبنتانو - فينانثرين. ويختلف الهرمون الجيسى الأنثوى "إسترون" عن الهرمون الجيسى الذكري "أندروسترون" من الناحية البنائية، فمجموعة الميثيل فى الثانى عند الموضع ١٠ مفقودة فى الأول، علاوة على أن الأول له حلقة أروماتية بها مجموعة الهيدروكسيل عند الموضع ٣ تكسبه خاصية حمضية ضعيفة فينولية. والهرمونات الجنسية إما ذكورية (أندروجين) من الخصية كالتستوستيرون Testosterone، أو أنثوية (إستروجين أو إسترين). ويفرز الثيروكسين من الغدة الدرقية عن طريق بنائه من الحمض الأمينى تيروسين، بعد اكتسابه يود وتكوين تيروسين أحادى اليود، ثم تيروسين ثنائى اليود ثم الثيروكسين:



### Thyroxine

وبالإضافة لاستخدامات الهرمونات الطبيعية، استخدمت كذلك مستحضرات أخرى لها تأثير على عمل الهرمونات، فقد استخدم الثيورياسيل Thiouracil لتقليل فعل الغدة الدرقية، ويتبع ذلك تقليل الحرارة المفقودة من الحيوان وذلك فى نهاية فترة التسمين فى

الماشية والخنازير والأغنام لخفض كمية الأكل اليومية وللإسراع في النمو، إلا أن هذا المركب له آثار خطيرة، فلا ينصح باستخدامه أثناء النمو. وهكذا أطلق عليه أحد مثبطات الغدة الدرقية، لكن هناك كذلك منشطات للدرقية كالكازين واليود، فاستخدمت لزيادة سرعة التمثيل الغذائي ورفع إنتاج اللبن.

وقد أدى استخدام مركب الثيروبروتين Thyroprotein للأبقار الحلابة إلى زيادة محصول اللبن، إلا أنه كان مصحوبا بتدهور في وزن الجسم، مما يستلزم معه زيادة المقررات الغذائية اليومية من الطاقة للحيوانات المعاملة بالثيروبروتين، وذلك بمقدار حوالى ٢٥%، كما أن نسبة وفيات العجول الناتجة من هذه الماشية كانت أكبر منها فى العجول المولودة لأبقار غير معاملة. لذلك لا ينصح باستخدام هذا المركب إلا عند انخفاض إنتاج اللبن، ويكون استعماله لمدة شهرين أو أكثر، مع تحسين ظروف التغذية والرعاية.

ويتلخص الفعل الحيوى Bio-action للهرمونات فى أنها تسيطر على أوجه النشاط الحيوى كالنمو والنضج الجنسى والتمثيل الغذائى، وبعضها يسيطر على التنسيق بين الوظائف الفسيولوجية فى الجسم، والبعض الآخر يودى إلى ظهور أمراض وشذوذ فى المظهر والسلوك، وبعضها أساسى للحياة، وبعضها مسئول عن عمل أجهزة الجسم. ونظرا لأن معظم الهرمونات تهدمها الإنزيمات الهاضمة (ماعدات الثيروكسين)، لذلك لا تعطى للحيوانات عن طريق الفم بل تعطى حقنا تحت الجلد.

والهرمونات مواد تقوم بتنظيم سرعة التفاعلات والتغيرات الحيوية بالجسم، وتتحكم فى نشاط أجهزته، وقيامها بوظائفها. وتتميز الهرمونات بأن بعضها أساسى للحياة مثل هرمونات جارات الدرقية Parathyroid، كما أن بعضها مهم فى مقاومة الأمراض مثل الجويتر والبول السكرى والقرامة والعقم، كما أنها تتميز بتخصصها الشديد فى عملها، وأن أقل كمية منها تحدث تأثيرا. وعليه فالهرمونات إما أن يكون لها تأثير مباشر فى وظيفة العضو أو أن يكون لها تأثير على دورة تبادل المركبات الغذائية. وقد استخدمت بعض الهرمونات فى حيوانات المزرعة أملا فى تنشيط النمو، أو تحسن صحة الحيوان فقد استخدم الثيروكسين أو الثيروبروتين (كازين يودى) لدفع النمو وزيادة نمو الصوف، إلا أنه صعب تحديد جرعته والاستجابة له متغيرة، كما استخدم الجويتروجينز والذي يتداخل مع إنتاج الثيروكسين، حيث يخفض النمو، وغالبا ما يزيد معدل ترسيب الدهن، كما استخدم ثيويوراسيل، إلا أنها قد تخفض الكفاءة الغذائية، ولتلك المشاكل فاستخداماتها محدودة، ويبدو أن المواد المنظمة للثيرويد ليس لها الأهمية العملية فى التغذية.

كما أمكن تخليق بعض الهرمونات الجنسية كيميائيا، والتي تكون أقوى تأثيرا من الهرمونات الطبيعية، واستعملت فى التسمين التجارى للعجول لزيادة ترسيب البروتين فى جسم الحيوانات الصغيرة النامية، وزيادة ترسيب الدهن فى جسم الحيوانات الكبيرة، ومن

أشهر هذه المواد المخلفة مادة الداي إيثيل ستلبيسترول، والمسماة تجارياً ستلبيسترول Stilbestrol. والخطر قائم من بقايا المركب في اللحوم الناتجة من حيوانات عوملت بالداي إيثيل ستلبيسترول، إلا أنه لا يزيد عن خطر النشاط الإستروجيني في بعض الأغذية الطبيعية مثل فول الصويا، وإن كانت لحوم الحوالم تحتوى على عشرة أمثال ما تحتويه لحوم الماشية وأكبادها من فضلات هذا الهرمون. وقد تكون زيادة الوزن في الحيوان راجعة لزيادة نسبة الرطوبة ونفايات الحيوان. كما أن زيادة الجرعة من الهرمون قد تعكس النتائج، فتظهر تغييرات في حوض الماشية، وتطور الغدد الثديية في الثيران، وسقوط المهبل والمستقيم، وصعوبة التبول، وتغييرات في الأعضاء البولية التناسلية في الحوالم، وإن كان تنشيط النمو يكون على الأكثر في بداية التجربة ويختفى قرب نهايتها. وتستجيب الإناث أكثر للأندروجينز كالتستسترون، فينشط بناء البروتين بتقليل الأزوت الخارج في البول.

وفيما يلي بعض الهرمونات ومراكز إنتاجها في الجسم حسب أهميتها:

| الهرمون المفرز          | الغدة المفرزة                                               |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Thyroxine               | أولاً: غدد لها تأثير مباشر:-<br>الغدة الدرقية Thyroid gland |
| Corticosterone          | جارات الكلى (فوق الكلية أو القشرة)                          |
| Adrenaline              | جارات الكلى (فوق الكلية أو النخاع)                          |
| Insulin                 | البنكرياس                                                   |
| Parathormone            | جارات الدرقية Parathyroids                                  |
| Testosterone            | الجنسية للذكور                                              |
| Oestrone & Progesterone | الجنسية للإناث                                              |
|                         | ثانياً: غدد لها تأثير غير مباشر (منبهة):-                   |
|                         | النخامية Hypophysis                                         |
| Growth hormone          | (أ) الفص الأمامى للغدة النخامية Anterior lobe               |
| Thyrotropic hormone     | هرمون النمو                                                 |
| Corticotropic hormone   | هرمون منبه للدرقية                                          |
| Lactotropic hormone     | هرمون منبه لفوق الكلى                                       |
| Gonadotropic hormone    | هرمون منبه لإفراز اللين                                     |
|                         | هرمون منبه للغدد الجنسية                                    |
| Oxytocin                | (ب) الفص الخلفى للغدة النخامية Posterior lobe               |
|                         | هرمون انقباض الرحم وتسهيل الحليب                            |

### تاسعاً: مشجعات أو منشطات الإنتاج Performance stimulants

عبارة عن منتجات تتبع أنواع مختلفة عديدة، فبعضها مضادات حيوية (باسيتراسين، كلورنتراسيكلين أوروباميسين، إريثروميسين، نيوميسين، أوليندوميسين، أوكسيتتراسيكلين أو تتراميسين، بنسيلين، ستربتوميسين، تيلوسين أو تيلان، لينكوميسين، فيرجينياميسين، بامبرميسين أو فلابوميسين، زنك باسيتراسين)، وبعضها كيمائيات مضادات للبيكتريا، أو مركبات كيمائية علاجية، وتختلف عن المضادات الحيوية في أنها كيمائيات نقية ليست بيولوجية الأصل (حمض الزرنيخيك أو زرنيخات الصوديوم، ٣-نيترو-٤-هيدروكسي فينيل حمض الزرنيخوز، إيثلين دي أمين دي هيدروأبوديد EDDI، نيتروفيورانات مثل فيورازوليدون وفيرالتادون ونيتروفيورازون ونهيدرازون، سلفا ميثازين، مركبات سلفا أخرى). وبعضها كيمائيات حيوية Chemobiotics، أي تركيبة من مركبات كيمائية مضادة للبيكتريا مع مركبات المضادات الحيوية (دينافاس Dynafac، هيجروميسين). وبعضها هرمونات أو منتجات شبيهة بالهرمونات (سنتليسترو أو دي إيثيل سنتليسترو، خلاصات ميلانجسترو MGA، سينوفكس إس أو بروجسترون مع بنزوات إستراديول، سينوفكس إس أو بروبيونات تستسترون مع بنزوات إستراديول، رابيجان أو تستسترون مع سنتليسترو، رالجرو أو زيرانول أو زيارالانول).

وبعضها مدفئات Anthelmintics (هيجروميسين، فينوثيرازين، بيرازين، ثيابندازول أو ثيبنزول، تراميسول، لوكسون). وبعضها منظّمات لرقم الحموضة pH regulators في القناة الهضمية (بيكربونات الصوديوم، الحجر الجيري). وبعضها كمنظّمات للغدة الدرقية (ثيروبرونين أو كازين يودي أو ثيروكسين تخلق، ثيويوريا أو مثبط الثيرويد، ثيويوراسيل أو مثبط الثيرويد، ميثيمازول أو تابازول أو مثبط الثيرويد). وبعضها مانع للانقفاخ (بولوكساليين). وبعضها مزيّدت للسطوح Surfactant، أي مركبات ذات نشاط سطحي، مما يزيد من تعرض الغذاء لعصائر الهضم (ليسيتين، سيليكون). وبعضها مكسبات طعم لزيادة الاستهلاك (زيت نعناع، مكسبات طعم أخرى مخلقة). وبعضها مهدئات ومسكنات Tranquilizers، كالمستخدمة في الطب البشري (هيدروكسيزين، ترايفلوميرازين، ريسيربين Reserpine). وبعضها مستحضرات إنزيمية مثيلة للإنزيمات الموجودة في القناة الهضمية (مستحضر تجاري باسم Zyme-All).

## **الفصل الثاني**

### **الأسس الفسيولوجية الغذائية**

### **Physio-Nutritional Fundamentals**





## الفصل الثاني

### الأسس الفسيولوجية الغذائية

### Physio-Nutritional Fundamentals

تتكون الأنسجة المختلفة (نباتية وحيوانية) من:

- ١- مواد طبيعية (غذائية - غير غذائية - سامة).
- ٢- ملوثات.
- ٣- إضافات.

أما المواد الغذائية فتتكون من مادة عضوية (كربوهيدرات - دهون - بروتينات) وأخرى معدنية.

### أولاً: الكيمياء الحيوية للعناصر الغذائية Biochemistry of the Nutrients

#### ١- الكربوهيدرات Carbohydrates

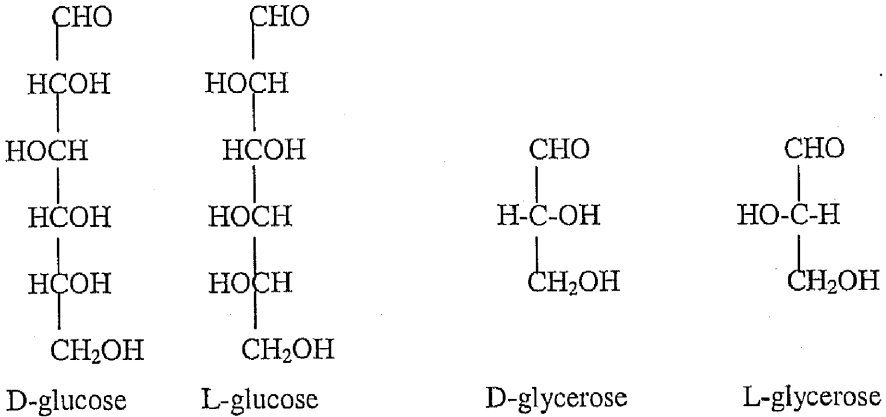
تشكل الجزء الأكبر في كل العلائق وفي معظم مواد العلف. وتنتمي إليها كل من النشا والسكريوز واللاكتوز والجلوكوز والسيليلوز، لذلك فإن الخواص الفسيولوجية الغذائية للكربوهيدرات تكون متباينة جداً، ولهذا فإن معرفة تركيبها من الأهمية بمكان لمعرفة قيمتها الغذائية. وتحتوى المادة الجافة لمعظم الحبوب والأعلاف الخشنة (المالئة) على ما يقرب من ٦٥ - ٨٠% كربوهيدرات. وتحتوى المراعى الناضجة على مزيد من الألياف عما إذا حصدت وهى أقل نضجاً، والمراعى الناضجة لذلك ليست سهلة الهضم، لذلك فإن النباتات المأخوذة لعمل الدريس يتم حصادها فى مرحلة مبكرة من النضج لترتفع قيمتها الغذائية، لأنها تكون أكثر سهولة فى هضمها. والمجترات عموماً يمكنها هضم كميات كبيرة من الألياف.

ومن الناحية الكيماوية فإن الكربوهيدرات تتكون من أحجار أساسية هى السكريات الأحادية Mono-saccharides ( $C_6H_{12}O_6$ )، والتى يمكن الحصول عليها من الانشقاق الإنزيمى أو الكيماوى للسكريات الثنائية أو الثلاثية أو عديدة التسكر. ومن أهم الأحجار الأساسية فى تركيب الكربوهيدرات التى تدخل فى مواد العلف هى السكريات سداسية الكربون Hexoses. وفيما يلى بعض السكريات الأحادية وما تدخل فى تركيبها من مركبات:

| السكر الأحادي | المركبات التي يدخل السكر الأحادي في تركيبها                                |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------|
| جلوكوز        | نشأ - أميلوز - أميلوبكتين - مالتوز - سيليلوز - سيلوبيوز - سكروز - لاكتوز • |
| جالاكتوز      | لاكتوز - آجار                                                              |
| فركتوز        | سكروز - إنسولين                                                            |
| مانوز         | مانان                                                                      |

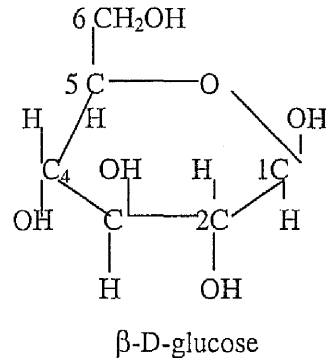
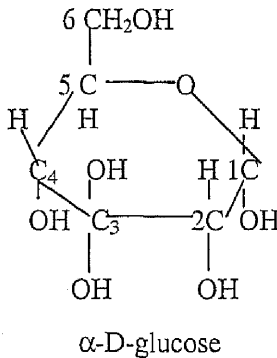
والكربوهيدرات في النباتات تتكون من عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis، وهي تعتبر لحد كبير وسيلة الحياة للحيوانات، إذ أن الحيوانات تعتمد على النباتات في الحصول على القدر الأعظم من الطاقة اللازمة لحياتها.

وللسكريات مشابهان ضوئيان حسب اتجاه مجموعة الهيدروكسيل (OH) على ذرة الكربون السابقة لمجموعة الميثيلين، كما يلي إيضاحه:



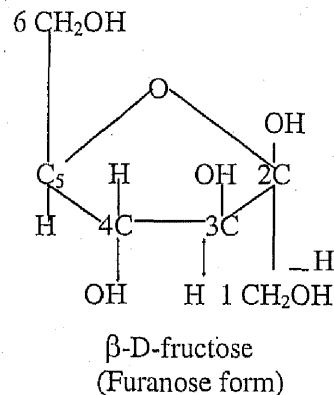
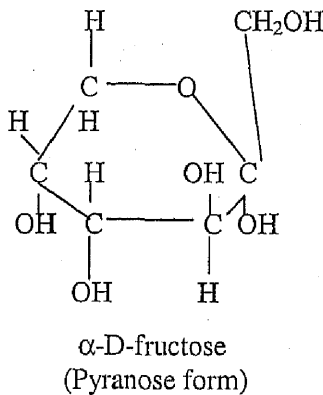
وعليه يتكون المشابهان D, L، وباعداد تتناسب مع عدد ذرات الكربون غير المتناظرة في المركب، فإذا كانت هذه الذرات أربعة [إذا كربون الألهيد (CHO) والميثيلين (CH<sub>2</sub>OH)] كانت عدد المشابهات ١٦ (حيث تكافؤ الكربون رباعي) نصفها D ونصفها L، والشائع وجوده طبيعياً هو الشكل D، والقانون المستخدم لحساب عدد المركبات أو المشابهات الضوئية هو [X = 2<sup>n</sup>] حيث (X) عدد المشابهات و(n) عدد الذرات الكربونية غير المتناظرة.

وفي وجود السكر في حالة حلقيه فإنه في هذه الحالة يكون تركيب D-glucose عبارة عن حلقة بيرانونز Pyranose ring شبيهة بالبيران، ويكون هذا المركب إما في صورة ألفا ( $\alpha$ ) أو بيتا ( $\beta$ ) جلوكوز حسب وضع ذرة كربون رقم (١):



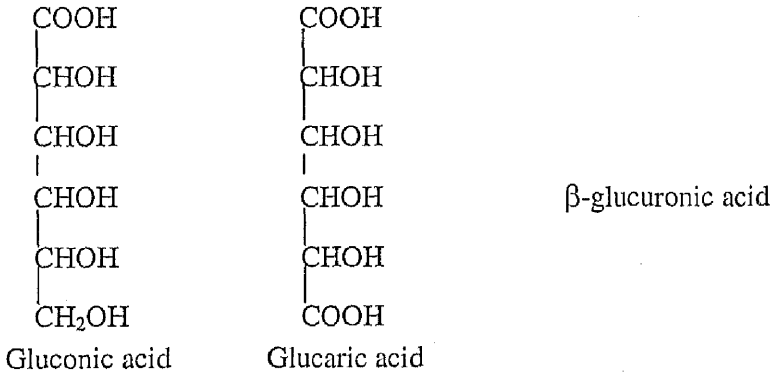
أي أن هذا الشكل أدى لوجود نظيرين للمركب هو ألفا وبيتا، فيطلق عليهما بالمغايرين، وعليه يطلق بذلك على ذرة الكربون (١) المتسببة في هذا بذرة كربون مغايرة Anomeric Carbon Atom. هذا ويوجد كل من المركبين ألفا وبيتا جلوكوز في الطبيعة، إذ تتكون انشا من تجمع جزيئات ألفا جلوكوز، بينما يتكون السليلوز من تجمع جزيئات البيتا جلوكوز.

كما ذكر في الجلوكوز، فإن الفركتوز كذلك يوجد في شكل حلقي، وإما أن يكون مركب حلقي سداسي الأضلاع (بيران)، أو خماسي (فيوران)، والشائع تواجده هو الفيورانوز (خماسي الأضلاع)، وفيه تكون ذرة الكربون المغايرة هي رقم (٢):

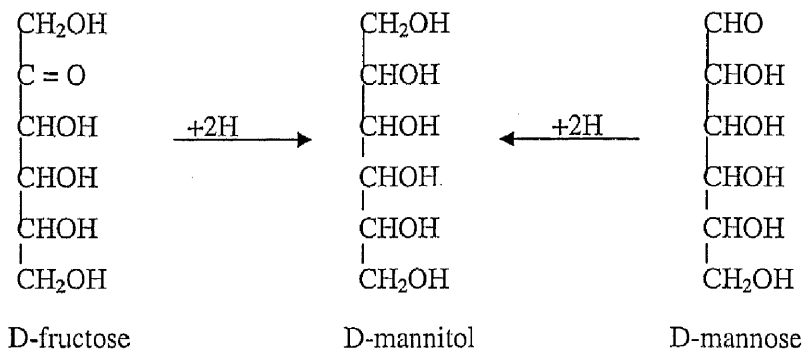


وبالإضافة للسكريات الأحادية التسكر Monosaccharides السابقة الإشارة إلى بعض مركباتها سداسية الكربون Hexoses فإنه توجد كثير من السكريات الأحادية التسكر خماسية الكربون، والتي تشكل أهمية كبرى في مجال التغذية، فمثلا الزيلوز والأرابينوز تشكل حجر الأساس للزيلان والأرابان التي تدخل في تركيب جدر الخلايا النباتية، وتشكل الريبوز والديسوكسى ريبوز أهم مكونات النيوكليوتيدات.

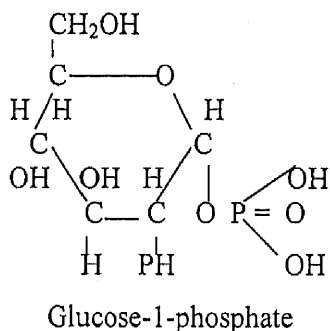
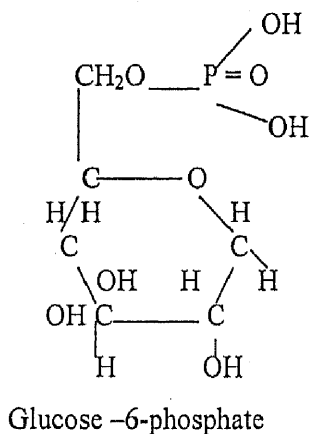
ومن خواص السكريات الأحادية أنها تتضمن مجاميع كيتونية أو الدهيدية نشطة، مما يجعلها كمواد مختزلة، ويمكن أكسدتها لإنتاج عدد من الأحماض، فالأكسدة الجزئية للجلوكوز (على سبيل المثال) مفتوح السلسلة (غير الحلقى) يؤدي إلى إنتاج حمض الجلوكونيك، وباستمرار الأكسدة ينتج حمض الجلوكاريك (أو السكراريك)، بينما أكسدة الجلوكوز الحلقى يؤدي إلى إنتاج حمض الجلوكورونيك:



وأهم أحماض السكر هي أحماض اليورونيك Uronic acids خاصة الجلوكورونيك والجالاكتورونيك، والمكونة لعديدات التسكر المختلطة Heteropolysaccharides. وكل السكريات نشطة ضوئياً، ومعظمها يحرف الضوء المستقطب جهة اليمين Dextro-rotatory، باستثناء الفركتوز الذي يحرف الضوء المستقطب جهة اليسار Laevo-rotatory، فتوضع للأولى الإشارة (+) وللأخيرة الإشارة (-). وتحت ظروف خاصة يمكن للسكريات البسيطة أن تختزل إلى كحولات عديدة الهيدريد Polyhydric alcohols، فمثلا الجلوكوز ينتج سوربيتول، والجالاكتوروز ينتج دلسيتول، بينما كل من المانوز والفركتوز ينتجا المانيتول (يوجد في سيلاج المراعى بفعل بكتريا غير هوائية معينة على الفركتوز الموجود بالمراعى):



وخاصية أخرى مهمة للسكريات الأحادية، ألا وهي تفاعلاتها مع حمض الفوسفوريك، فتحدث في الطبيعة أن تتواجد أعداد من فوسفات السكر سواء في النبات أو في الحيوان، ومعروف الأهمية العظمى لهذه الفوسفات في ميتابوليزم الخلية. ومن أهم هذه الفوسفات هي جلوكوز 6-فوسفات وجلوكوز 1-فوسفات:



هذا ويمكن لمجموعة هيدروكسيل على ذرة كربون (٢) في سكر سداس الكربون الدهيد أن تستبدل بمجموعة أمين (-NH<sub>2</sub>) منتجة بذلك سكر أميني Amino sugar ومثال ذلك في الجلوكوز أمين Glucoseamine، والجالاكتوز أمين Galactoseamine، وكلاهما من البروتينات المختلطة، ويوجد الجلوكوز أمين في الكيتين.

إذا حدث إحلال بدلا من ذرة أيروجين مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بذرة الكربون المغايرة للجلوكوز وذلك أثناء عمليات الأسترة Esterification (أو التراكم والتكاثف Condensation) مع كحول (كذلك جزيء سكر) أو فينول فيكون المنتج

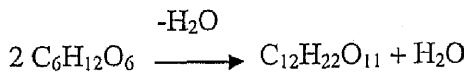
جلوكوزيد Glucoside، بينما إذا حدث ذلك في الجالاكتوز فعلى نفس الوتيرة سمي الناتج جالاكتوزيد، وفي الفركتوز يسمى الناتج فركتوزيد، لكن عادة يطلق لفظ عام وهو جليكوزيد Glycoside لوصف هذه المشتقات، مع الإشارة إلى جهة انحراف الضوء المستقطب لذرة الكربون المغايرة، فتوصف بأنها رابطة جليكوزيدية ألفا أو بيتا. وعليه فالسكريات البسيطة (أقل من ١٠ جزيئات سكر أحادي) Oligosaccharides، والعديدة (أكثر من ١٠ جزيئات سكر أحادي) Polysaccharides، والسكريات المختلطة (بها أكثر من ١٠ جزيئات سكر أحادي + شق غير كربوهيدراتي) Heteropolysaccharides كلها تنتمي إلى الجليكوزيدات.

وللجليكوزيدات طبيعية الانتشار تنتمي مجموعة الجليكوزيدات السامة في النباتات السامة والتي تحتوى على جليكوزيدات سيانيدية Cyanogenetic، فبتحللها يتحرر حمض الهيدروسيانيك Hydrogen cyanide (HCN) السام، رغم أن الجليكوزيدات ذاتها غير سامة، ولابد من تحليلها قبل أن يحدث التسمم. وعلى أى حال فالجليكوزيدات سهلة التكسر لمكوناتها بواسطة إنزيم يوجد في النبات عادة. ومن بين الجليكوزيدات السيانيدية طبيعية الانتشار ما يلي:

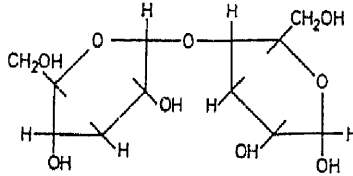
| الجليكوزيد              | مصدره                                                              | نواتج التحلل بالإضافة للسكر وHCN |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| لينامارين (فازيولونتين) | بذور الكتان - درنات الكاسافا                                       | أسيتون                           |
| فيشيانين                | بذور الحمض الجبلى                                                  | أرابينوز، بنزالدهيد              |
| أميجدالين               | اللوز المر، ونواة الخوخ والكريز والبرقوق، وبذور التفاح وثمار الورد | بنزالدهيد                        |
| ديترين                  | أوراق الدخن أو الذرة العويجة                                       | بارا هيدروكسى بنزالدهيد          |
| لوتاوستريان             | برسيم (أونفل) الماء، برسيم أبيض                                    | ميثيل إيثايل كيتون               |

ف عند استخدام العلف الأخضر أو المرطب المحتوى على هذه المواد فإنه مهم أن تغلى عند الخلط، لتثبيط أى إنزيم يكون موجود فيحرر المواد السامة.

والسكريات الثنائية Disaccharides تتركب من جزيئين من السكريات الأحادية سداسية الكربون ترتبط معا (بعد فقد هـما جزئ ماء) بارتباط جليكوزيدى:

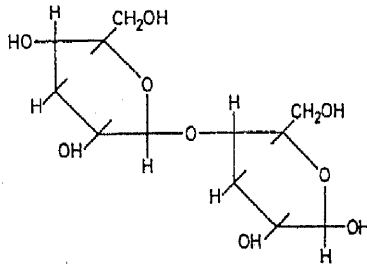


ومن أهم مركباتها السكروز والمالتوز واللاكتوز والسلوببوز، وإذا كان كل من المالتوز والسلوببوز يتركب من بقايا جزيئين جلوكوز مرتبطين عند الموقع ١، ٤، إلا أنهما يختلفان في البناء، كما هو ظاهر من الرسم، إذ أن المالتوز مرتبطة برابطة ١، ٤-ألفا جلوكوزيدية، بينما في السلوببوز يرتبط جزيئيه برابطة ١، ٤-بيتا جلوكوزيدية حسب اتجاه مجموعة الهيدروكسيل على ذرة كربون رقم (١).



Maltose

(1, 4 -  $\alpha$  - Glucosido-glucose)



Cellobiose

(1, 4 -  $\beta$  - Glucosido-glucose)

وكلا من المالتوز والسلوببوز يمتلك مجموعة اختزالية نشطة تظهر خواص اختزالية.

وينتج المالتوز من التحلل المائي للنشا والجليكوجين بالأحماض المخففة أو الإنزيمات، كما ينتج أثناء إنبات الشعير بفعل إنزيم الأميلاز المحلل للنشا، وسمى المالتوز بهذا الاسم لأنه ناتج من الشعير فسمى بسكر الشعير. ولتكوين أو انحلال أى سكر ثنائى فإن هناك إنزيمات متخصصة تعمل على الرابطة من النوع ألفا وإنزيمات أخرى تعمل على الرابطة بيتا فقط، وعليه فلانحلال أى سكر لابد من وجود الجليكوزيداز المناسب، ولأن

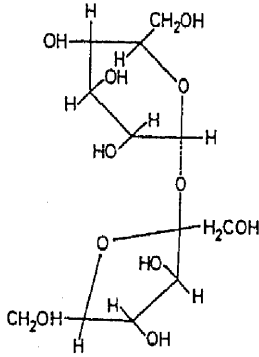


الحيوان لا يبنى في جسمه بيتا جلوكوزيداز، فإن تحليل السلوبيوز والسليلوز لا يتم إلا بمساعدة البيتا جلوكوزيداز الميكروبي.

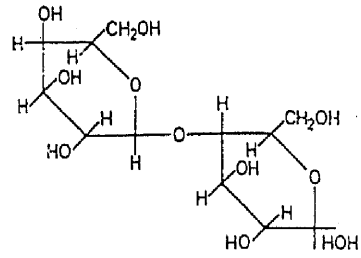
وبجانب المالتوز يدخل الإيزومالتوز (جزئان من الجلوكوز والرابطة بينهما ألفا جليكوزيدية بين ذرتي كربون ١، ٦) في المركبات عديدة السكر المرتبطة بروابط ألفا جليكوزيدية كالأميلوبكتين والجليكوجين وتمكن سلاسل المركب من التفرع. والسلوبيوز لا يوجد في صورة سكر حر في الطبيعة بل كوحدة أساسية متكررة في السليلوز.

يتكون سكر القصب أو سكر البنجر Sucrose من ارتباط جزئ جلوكوز (عند ذرة كربون رقم ١ في الوضع ألفا) مع جزئ فركتوز (عند ذرة كربون ٢ في الوضع بيتا)، ولما كان الارتباط عند المجموعتين الاختزليتين في الجلوكوز والفركتوز، فإن المركب منهما والمسمى سكروز يصير غير مختزل، إلا أنه يحول الضوء المستقطب إلى اليمين، فهو سكر يميني، وبتحلله مائيا يكون المحلول الناتج يسارياً. والسكروز هو أشهر سكر مستخدم، ويوجد في الطبيعة، وينتشر في كثير من النباتات، وهو سهل التحلل المائي بالإنزيم سكريز Sucrase أو بالأحماض المخففة، وبتسخينه إلى درجة حرارة ١٦٠° م يتكون سكر الشعير، بينما إذا ارتفعت الحرارة إلى ٢٠٠° م تكربل.

اللاكتوز يتكون من ارتباط جزئ جلوكوز (عند ذرة كربون رقم ٤) مع جزئ جالاكتوز (عند ذرة كربون رقم ١ بيتا). وترجع أهمية اللاكتوز الغذائية إلى أنه يكون حوالى نصف المادة الجافة في اللبن، وهو المصدر الوحيد لهذا السكر الثنائي، لذا سمي بسكر اللبن، وهو يساعد على إحداث حموضة بالأمعاء تساعد على نمو البكتريا المرغوب فيها، وتحول دون نمو أنواع البكتريا الضارة التعفنفة. واللاكتوز ليس سهل تخمره بالمعدة، وبذلك لا تتعرض الحيوانات لالتهاب الأنسجة. وهو أقل أنواع السكر قابلية لامتصاص، إلا أن الكميات الكبيرة منه قد تسبب حدوث إسهال. واللاكتوز يساعد في زيادة الاستفادة من الكالسيوم والفوسفور، ربما لأنه يزيد الممتص من هذه العناصر. ويأخذ اللاكتوز في التخمر بواسطة عدد من الكائنات الحية منها ستربتوكوكس لاكتيس *Streptococcus lactis*، وهو المسئول عن حموضة اللبن بتحويل اللاكتوز إلى حمض لاكتيك  $[CH_3.CHOH.COOH]$ ، وإذا تم تسخين اللاكتوز إلى ١٥٠° م يتحول للون الأصفر، بينما على ١٧٥° م يتحول لمركب بنى اللون يسمى محروق اللاكتوز أو كرامل اللاكتوز Lactocaramel.

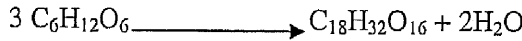


Sucrose or saccharose  
(1,2-α-Glucosido-β-Fructosid)



Lactose (1, 4-β-Galactosido-glucose)

سكريات أكثر من وحدتين وأقل من ١٠ وحدات سكر Oligosaccharides ومنها السكريات الثلاثية Trisaccharides، وهي ناتج اتحاد ثلاثة جزيئات من السكريات سداسية الكربون أحادية التسكر وفقد جزيئين ماء:

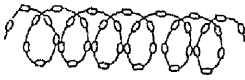


وأهمها سكر الـ Raffinose الـ رافينوز الموجود في بنجر السكر، ويتراكم في مولاس بنجر السكر أثناء إعداد السكر تجارياً، كما يوجد في بذور القطن، وبتحلله ينتج الجلوكوز والفركتوز والجالاتوز، إذ يعتبر الـ رافينوز جالاتوزيد سكر، أي مكون من جزيء جالاتوز مع جزيء سكر (جلوكوز + فركتوز)، والـ رافينوز غير مختزل.

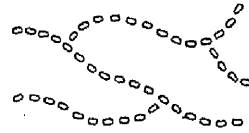
سكر ستاكيوس Stachyose مثلاً للسكريات رباعية التسكر Tetrasaccharides، تم عزله من حوالي ٤٠ نوعاً نباتياً مختلفاً، ويوجد في بذور النباتات البقولية، وفي جذور حشيشة الجروح (Wound worts) (Stachys genus). وهو سكر غير مختزل، وعند تحلله ينتج جزيئان من الجالاتوز وجزيء من كل من الجلوكوز والفركتوز.

سكريات عديدة متجانسة Homopolysaccharides ناتج تجمع واتحاد عدد كبير وغير محدود بالضبط من جزيئات السكريات الأحادية، معظمها ذات وزن جزيئي مرتفع، ووحدة البناء فيها واحدة ومتكررة، فينتج السكر العديد المتجانس Homoglycan، وهو يختلف كثيراً عن السكريات، إذ أنه ليس له طعماً حلواً، كما لا يعطى التفاعلات المميزة للسكريات والتي ترجع لمجاميع الألدهيد والـ كيتون. معظم هذه المركبات توجد في النباتات كمواد غذائية محفوظة كالنشأ، أو كمواد بنائية كالسليولوز. وتتحلل هذه المركبات مائياً بواسطة الأحماض والإنزيمات منتجة عدة مركبات وسطية تنتهي عادة بالسكريات الأحادية الداخلة في تركيبها.

النشا يوجد في عديد من النباتات، وقد تصل نسبته إلى ٧٠% في البذور، بينما في الدرنات والجذور قد تصل نسبة النشا إلى ٣٠%. ويختلف حجم وشكل حبيبات النشا باختلاف النباتات. ورغم أن الحبيبات تتكون أساساً من الجلوكان، إلا أنها تحوى مكونات أخرى بسيطة كالبروتين والأحماض الدهنية والمركبات الفوسفورية، والتي تؤثر على خواصها. وتختلف أنواع النشا في تركيبها الكيميائى، وباستثناء حالات نادرة فإنها عبارة عن مخاليط من مركبين عديدي التسكر مختلفين فى التركيب هما الأميلوز والأميلوبكتين، وتختلف خواص النشا باختلاف مصدرها. وعند انحلال النشا ينشأ جزآن الأول ذو سلاسل مستقيمة وهو الأميلوز (٢٠ - ٥٠%) والآخر ذو سلاسل متفرعة وهو الأميلوبكتين (٥٠ - ٨٠%)، وكلا من الجزأين يتكون من الجلوكوز كحجر بناء أساسى فى روابط الفانجليكوزيدية. ومعظم حبوب الغلال والبطاطس يحتوى النشا فيها على ٢٠ - ٢٨% أميلوز، ٧٢ - ٨٠% أميلوبكتين.



Amylose (250 - 300 glucose units in 1,4- $\alpha$ -linkages)



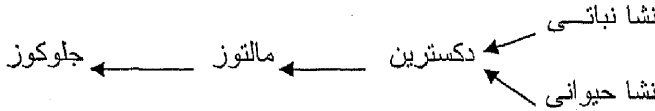
Amylopectin (1000 - 1500 glucose units in 1,4- $\alpha$  and 1,6- $\alpha$  linkages)

ويتميز الأميلوز بتفاعل النشا مع اليود فيعطى لوناً أزرق قاتماً، بينما يتميز الأميلوبكتين فى نفس التفاعل بلونه الأزرق البنفسجى أو الأرجوانى، واللون الأزرق راجع أساساً إلى رسوب اليود فى تجاويف حلزون الأميلوز، إذ أن الجلوكوز فى الأميلوز يكون نظاماً حلزونياً، وهذا النظام له أهمية كذلك عند هدم الأميلوز، حيث يختص إنزيم معين فى شق هذا الحلزون تاركاً من خلفه بقية المركب سهلة التحلل والتي تتكون من ٦ وحدات جلوكوز، وهذا النظام الحلزونى لوحدات الجلوكوز يحتمل حدوثه كذلك فى الأميلوبكتين. ويستهلك الحيوان كميات كبيرة من النشا فى الحبوب النجيلية ومخلفات صناعاتها وكذلك من الدرنات. ومن الكربوهيدرات هذه اشتق معيار التغذية المسمى "معادل النشا" Starch equivalent المستخدم فى المملكة المتحدة كوحدة طاقة فى حساب علائق حيوانات المزرعة.

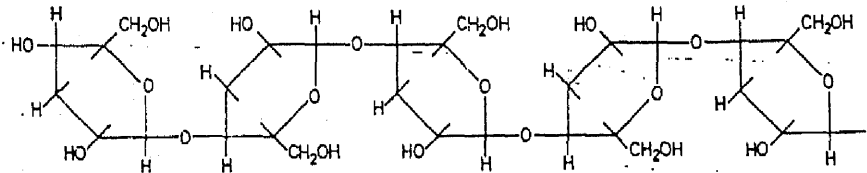
الجليكوجين يطلق على مجموعة من عديدات التسكر شديدة التفرع موجودة فى الحيوانات والكائنات الدقيقة، فى مخزون للكربوهيدرات فى الحيوانات. عزل من الكبد والعضلات وغيرها من أنسجة الحيوان، وهى جلوكانات تشبه الأميلوبكتين فى التركيب، إلا أن الجليكوجين يحتوى على جزء أكبر من الإيزومالتوز، وعليه فمقدرته على التفرع أكبر منها عن الأميلوبكتين، ويحتوى جليكوجين العضلات على حوالى ٦٠٠٠ وحدة جلوكوز، بينما يحتوى جليكوجين الكبد حتى ٣٠ ألف وحدة جلوكوز، وبينما فى انحلال

النشا والسيليلوز نحصل أولاً على السكر الثنائي (مالتوز وسيلوبوز) فإن الجليكوجين ينحل مباشرة إلى جلوكوز - ١- فوسفات. يطلق على الجليكوجين "النشا الحيواني" وهو يكون محلولاً غروباً يميني التأثير على الضوء المستقطب، ويلعب الجليكوجين دوراً أساسياً في ميتابوليزم الطاقة. ويختلف الجليكوجين عن النشا النباتي في طريقة اتحاد جزيئات الجلوكوز ببعضها في تركيب جزيئه، كما يختلف عن النشا النباتي كذلك في تأثيره على لون اليود، إذ يعطى الجليكوجين لونا بنياً مع اليود.

الدكسترين ناتج وسطى في عملية هضم النشا أو تحليله مائياً، كما أنه قد يتكون بصفة مؤقتة في النباتات والحيوانات نتيجة لبعض عمليات التمثيل الغذائي، ويوجد بنسبة أكبر في عمليات إنبات البذور. والدكسترين أكثر ذوباناً من النشا، ويكون في الماء محلولاً يشبه الصمغ، ويعطى لونا محمراً مع اليود (والدكسترين الأقل في وزنه الجزيئي لا يعطى لونا مع اليود)، وهو يشبه اللاكتوز في أنه يساعد على إيجاد بيئة مناسبة لنمو البكتريا غير الضارة في الأمعاء.



السليولوز عبارة عن جلوكان، وهو أهم وأوفر مكونات النباتات، وهو مكون للتركيب الأساسي لجدر خلايا النباتات. وقد عرف مؤخراً أن مادة جدر الخلايا تحوى مكونات أخرى، إذ توجد روابط كيميائية بين السليولوز والهيميسليولوز، وكذلك بين السليولوز واللجنين، وبغض النظر عن ذلك فيوجد ارتباط سليولوزي وثيق في القطن، إذ يكون السليولوز نقياً تقريباً. والسليولوز النقي عبارة عن عديد تسكر متجانس، له وزن جزيئي مرتفع، ووحدته المتكررة هي السليوبوز، والذي ترتبط فيه جزيئات الجلوكوز (٢٠٠٠ - ٨٠٠٠ وحدة جلوكوز) بروابط ١، ٤ - بيتا، وعليه فلا يمكن وجوده في ترتيب حلزوني، بل يكون في شكل رقيقة مفلطحة. ويبلغ طول جزيء السليولوز في القطن حوالى ١,٥ ميكرومتر وعرضه حوالى ٠,٧ نانومتر.



سليولوز Cellulose

وتؤدى الروابط بيتا جلوكوزيدية في السليولوز إلى الثبات والصلابة، لذلك فهو مقاوم للكيمويات عن بقية الجلوكانات، إذ ثبت مقاومة ضد الأحماض والقويات إلا أنه يتحلل

مائيا إلى جلوكوز بالأحماض المركزة الباردة . وهناك إنزيمات تهاجم السليلوز منتجة سلوبيوز، الذى تحلله إنزيمات السلوبياز Cellobiase إلى جلوكوز . وهذه السليولازات (أى الإنزيمات المحللة للسليلوز) توجد فى البذور النابتة والفطريات والبكتريا، إلا أن الحيوانات لا تفرزها، وبذلك يحدث تخمر ميكروبى للسليلوز لحد ما فى القناة الهضمية لمعظم الحيوانات، خاصة المجترات منها، ويكون الناتج النهائى لهذا التخمر هو خليط من الأحماض يشتمل على الخليك والبروبيونيك والبيوتريك، بالإضافة إلى الغازات كالميثان وثانى أكسيد الكربون (وتحت بعض الظروف ينتج أيضا هيدروجين) . والسليلوز أكثر تعقيدا فى تركيبه عن النشا، وإن كانا يتشابهان فى أن كلاهما مكون من الجلوكوز، إلا أن السليلوز يختلف عن النشا فى طريقة اتصال جزيئات الجلوكوز مع بعضها .

**الفركتانات Fructans** سميت قديما بالفركتوزانات Fructosans، وتوجد كمواد مخزنة فى الجذور والسيقان والأوراق والبذور لعدد من النباتات، خاصة فى نباتات العائلة النجيلية والعائلة المركبة . وهذه السكريات العديدة ذائبة فى الماء البارد، ذات وزن جزيئى منخفض . جميعها يحتوى على بقايا بيتا - د - فركتوز مرتبط معا بروابط ٢،٦ و ٢،١ ويمكن تقسيم هذه الفركتانات إلى ثلاث مجاميع:

أ) مجموعة الليفان Levan group وهى المميزة بالروابط ٢،٦ .

ب) مجموعة الإنيولين Inulin group تحتوى على روابط ٢،١ .

ج) مجموعة من الفركتانات متفرعة بشدة، توجد مثلا فى النجيل الصغير Couch grass وفى إندوسبرم القمح، وهذه المجموعة تحوى كلا الرابطتين ٢،٦ و ٢،١ .

بتحلل معظم هذه المركبات تعطى (بجانب د-فركتوز) كمية بسيطة من د-جلوكوز المشقق من السكرز المتواجد فى جزيء الفركتان . ويتكون الإنيولين من ٣٠ - ٣٥ وحدة فركتوز وتنتهى السلسلة بجزيء جلوكوز، ويوجد الإنيولين ككربوهيدرات مخزنة فى درنات الداليا .

**الجالاكتانات Galactans والمانانات Mannans** سكريات عديدة، توجد فى جذر خلايا النباتات . ويعتبر المانان أهم مكون فى جذر خلايا نوى البلح، كمخزن غذائى يخفى أثناء الإنبات، ومن أغنى المواد بالمانان هو إندوسبرم Nut (نقل) ينتشر فى أمريكا الجنوبية، ويعرف هذا الإندوسبرم الصلب بسن الفيل النباتى Vegetable ivory . ينتشر الجالاكتان فى بذور بعض البقوليات مثل البرسيم، ونفل الماء، والبرسيم الحجازى، والطحالب البحرية والآجار .

**البنتوزانات** سكر عديد، يتكون من اتحاد جملة جزيئات من السكر الخماسى مع بعضها، والبنتوزانات أسهل تأثرا بالأحماض والقلويات من السليلوز، وهى تكون حوالى

٢٠% من السكريات العديدة التسكر الموجودة في بعض مواد العلف، كأنواع الدريس المختلفة، وتوجد بكميات محدودة في بعض الأعلاف الأخرى كأنواع الكسب.

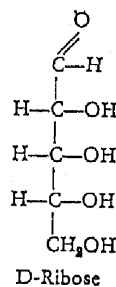
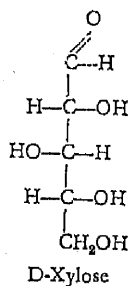
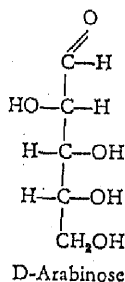
### عديدات التسكر المختلطة Heteropolysaccharides

الهيميسليلوز Hemicellulose عبارة عن مجموعة مركبات، مصاحبة للسليولوز في الأوراق والتراكيب الخشبية للنباتات وبذور معينة. تنتج بتحللها المائي بالأحماض المخففة سكريات أحادية التسكر سداسية وخماسية الكربون، وكذلك أحماض اليورونيك. وهي أكثر تأثراً من السليولوز بالأحماض، وغير قابلة للذوبان في الماء المغلي، لكنها تذوب في القلويات المخففة، وتحلل - كما سبق ذكره - بالأحماض المخففة إلى سكريات أحادية، وقد ينشأ كذلك بالتحلل المائي حامض جلوكيرونيك Glucuronic وحامض جلاكتيرونيك Glacturonic، ولهذين الحمضين أهمية حيوية، إذ بواسطتهما يتمكن الحيوان من التخلص من بعض النواتج السامة من مجموعة الفينولات، وذلك بالاتحاد معها، وتكوين مواد غير ضارة يمكن أن يتخلص منها الحيوان. وتنتشر الهيميسليلوزات في الأعشاب.

هذا وقد أسئ فهم لفظة الهيميسليلوز، على أنها مواد يمكنها التحول إلى سليلوز، فقد افترض خطأ أن مصير الهيميسليلوز هو التحول إلى سليلوز، وثبت الآن أن هذه السكريات العديدة غير المتجانسة (أي جليكان مختلط Heteroglycan) هي ليست مولدات Precursors للسليولوز. ويمكن تقسيم الهيميسليلوز عامة إلى نوعين رئيسيين:

(أ) زيلانات Xylans وأرابانات Arabans، أي سكريات خماسية الكربون.

(ب) مانانات Mannans من جلوكوز وجلوكوجالاكتوز، أي سكريات سداسية الكربون.



ويتركب هيميسليلوز الأعشاب من سلسلة رئيسية من الزيلان، عبارة عن روابط بيتا-١، ٤ بين وحدات الزيلوز، مع سلاسل فرعية تحتوى على حمض ميثيل جلوكيورونيك، وقد يحتوى كذلك على الجلوكوز والأرابينوز والجالاكتوز.

**الصمغ Gums** تنتج عادة من جروح النباتات، فهي قد تنشأ من رشح Exudation طبيعى من اللحاء Bark والأوراق. هذه الارتشاحات تصير سميكة بالتجفيف فى الهواء ككتلة زجاجية شفافة Translucent glassy mass، وهي عادة تتركب من سكريات عديدة السكر. والصمغ مركبات معقدة جداً، والتي قد تتحلل إلى سكريات أحادية وأحماض يورونيك Uronic acids. والصمغ العربى مادة مشهورة منذ زمن، وهو ذائب فى الماء، وينتج بالتحلل المائى أرابينوز مع قليل من الجالاكتوز وحمض الجلوكيورونيك ومشتقات السكر (رهمانوز Rhamnose).

**المخاطيات Mucilages** توجد فى بعض النباتات والبذور، وتشبه الصمغ فى أنها مواد معقدة. مخاطيات بذور الكتان مثال معروف لهذا النوع من المركبات، ويتحلل مائياً ينتج أرابينوز ورهمانوز وجالاكتوز وحمض جالاكتيورونيك. فهي مركبات تنتمى لعديدات السكر المختلطة. وتنتج عديد من الطحالب هذه المخاطيات، والتي تذوب فى الماء الساخن مكونة حيلى بالتبريد. والآجار يعد مثالا لهذه المركبات، والتي تحصل عليه من الحشائش البحرية الحمراء Red seaweeds. والآجار عبارة عن إستر لحمض الكبريتيك مع الجالاكتان، ويستخدم كدليل مكون للجيلى فى البيئات المستخدمة فى الدراسات البكتريولوجية.

**السكريات العديدة المخاطية Mucopolysaccharides** من المواد الدعامية للأنسجة الضامة، وتقوم بوظائف مهمة فى جسم الحيوان، وتتكون من سكريات أمينية وأحماض يورونية. ويعتبر حمض هياليورونيك Hyaluronic acid هو المادة الأساسية فى الأنسجة الضامة، ويتكون من حمض الجلوكيورونيك مع أسيتيل جلوكوز أمين مع قاعدة نيتروجينية، ووزنه الجزيئى عدة ملايين. ومجموعة السكريات العديدة المخاطية تتوزع على مختلف أجزاء جسم الحيوان، وتشتمل (بجانب الهياليورونيك) أيضا على كوندرويتين سلفات Chondroitin sulphate وهيبارين Heparin.

حمض الهياليورونيك يوجد فى الجلد، وفى السائل المزلق بين المفاصل، وفى الحبل السرى Umbilical cord. وسوائل هذا الحمض لزجة، وتلعب دوراً مهماً فى تليين Lubrication المفاصل، وبانحلاله مائياً ينتج حمض جلوكيورونيك وحمض خليك ومشتق أمينى للجلوكوز (جلوكوز أمين).

الكوندرويتين يتشابه كيميائياً مع حمض الهياليورونيك، مع احتوائه على جالاكتوز أمين (محل الجلوكوز أمين فى الهياليورونيك). توجد عدة مشتقات كبريتية للكوندرويتين

في قرنية العين والغضاريف والأوتار . وهذه السكريات العديدة المخاطية الحامضية تتواجد مع ارتباطها بالبروتينات في صورة بروتينات مخاطية Mucoproteins .

الهيبارين Heparin مضاد للتجلط، يوجد في الدم والكبد والرئتين، ويتكون من إسترات لحمض الكبريتيك مع الجلوكيوروبونيك وجلوكوز أمين، لذلك عند تحلل الهيبارين ماثياً ينتج هذه المكونات، أي حمض الجلوكيوروبونيك والجلوكوز أمين مع اثنين أو أكثر من جزيئات حمض الكبريتيك .

بروتينات كربوهيدراتية Glycoproteins وهي خلاف السكريات العديدة المخاطية (التي يكون محتواها النتروجيني ناتجاً من سكريات أمينية)، إذ أنها عبارة عن ببتيدات عديدة مخزنة في سلاسل جانبية للكربوهيدرات . وتدخل هذه المركبات في تكوين المخاط Mucoid، كما تلعب دوراً في خلايا الدم الحمراء كمواد متخصصة في مجاميع الدم .

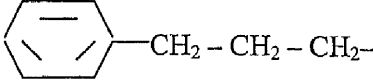
مواد بكتينية Pectic substances، مجموعة من عديدات التسكر المختلطة المعقدة النباتية . تحتوي هذه المواد على حمض د-جالاكتيوروبونيك كمكون رئيسي يوجد في جدر الخلايا الأولية، وفي الطبقات فيما بين الخلايا للنباتات البرية، وهو مقرون خاصة بالموالح وبنجر السكر والتفاح، فهو يوجد بكمية كبيرة (١٥ - ٣٠%) في جدر الخلايا النباتية، وبالتالي في بعض مواد العلف (مخلفات الفواكه وخلافها) . والبكتين عبارة عن وحدات الجالاكتيوروبونيك ترتبط فيه وحداته البنائية بروابط من النوع ألفا-١، ٤، ومجاميعه الحامضية ماسترة بالميثانول . عند تحلل البكتين ينتج الجالاكتيوروبونيك وكميات متباينة من د-جالاكتوز، ل-أرابينوز، ل-رهمانوز، وبعض السكريات الأخرى .

اللجنين Lignin، توجد ألياف السليلوز لجدر خلايا النبات مطمورة في أرضية غير منتظمة التركيب، هذه الأرضية في الجدر الأولية الصغيرة العمر تتكون أساساً من سليلوز وهيميسليلوز، بينما هي في الجدر الثانوية الناضجة تتكون من اللجنين بالإضافة إلى مواد عديدة التسكر . واللجنين يوجد في الأجزاء الخشبية من النباتات، كقوالب الذرة، والأجزاء اللينة لبعض الجذور، وفي السيقان والأوراق، وهو مادة غير قابلة للهضم . واللجنين ليس من الكربوهيدرات، وذلك لمحتواه العالي من مشتقات الفينيل بروبان (ككحول الكونيفيريل Coniferyl)، لكن لوجوده وارتباطه بالكربوهيدرات فإنه يناقش عادة على أفراد مع هذه المجموعة من المركبات لأهميته في حماية الكربوهيدرات الدعامية للنباتات (والتي يرتبط بها) ضد عمل الإنزيمات والبكتريا .

واللجنين غير معروف تركيبه الكيماوي على وجه الدقة حتى الآن، إذ تختلف أنواع اللجنين باختلاف مصادرها وطرق تحضيرها . وعلاوة على العناصر التي تحتويها الكربوهيدرات من كربون وأكسجين وهيدروجين، فإن اللجنين يحتوي بالإضافة إليها كذلك آزوت، وحتى العناصر الأخرى يحتويها بنسب تختلف عنها في الكربوهيدرات، لذلك فإن



التعريف العام للمواد الكربوهيدراتية لا ينطبق تماماً على اللجنين، لكن نظراً لوجوده متحداً مع السليلوز في النباتات، ولأنه يدخل ضمن السليلوز في التقدير الكمي للجزء غير المذاب من الكربوهيدرات، والذي يطلق عليه الألياف الخام، فإنه يشار إليه مع الكربوهيدرات. وتشير المعلومات حتى الآن للاعتقاد بأن مركبات اللجنين قد تكون تركيباً شبيهاً بالسلسلة محتوية على الوحدة الأساسية فينيل بروبان:



وقد تحتوي النواة العطرية أو لا تحتوي على واحد أو أكثر من مجاميع الميثوكس  $(\text{CH}_3\text{O}-)$  Methoxy groups. واللجنين مقاوم بشدة للهضم بالكيماويات، ولذلك لا يصله أى هضم إنزيمي، فزيادة عمر النبات ولجنة جدر الخلايا فإن الأنسجة النباتية تصبح أكثر صعوبة في هضمها. وكذلك فإن الدريس والقش من نباتات تامة النضج تكون غنية باللجنين، وعليه تصير ذات قابلية منخفضة للهضم.

وفي الظروف الهوائية يعاد نزع هيدروجين حمض اللاكتيك، ويحول إلى بيرفات، وفي الخطوة التالية تنزع مجاميع كربوكسيل ليحول إلى حمض خليك، والذي بدوره يربط بجزء من مساعد الإنزيم (أ) Co-enzyme-A متحولاً إلى حمض خليك منشط، أى أستيل مساعد إنزيم (أ) Acetyl-Co-A، وفي هذه الخطوة يحمل ذرتين هيدروجين على  $\text{NAD}^+$ ، وعليه يرتفع عائد الطاقة إلى ١٤ جزئاً ATP على أساس أن جزئاً الجلوكوز يعطى ٢ جزئاً أستيل مساعد إنزيم (أ). وبالإضافة لما سبق وصفه للتحليل اللاهوائي للكربوهيدرات فإنه يوجد طريق ثان للميتابوليزم يسمى بدورة البنتوز. ولا تهضم الكربوهيدرات في معدة المجترات لوجود الحموضة التي تعوق الإنزيمات الكربوهيدراتية، بينما في الخنازير تعمل إنزيمات Diastase إذا لم تمس الطعام بعد حمض HCl.

يخرج الطعام من معدة الخنازير في  $1\frac{1}{2}$  - 2 ساعة بعد تناوله. معدة الحصان (تسع ٢٠ لتراً) كالخنازير (تسع نصف - ٢ لتر) كهفية، ولكنها تتكون من جزأين، الأول Blindsacle غير غدي وهو كمخزن فقط للطعام ولعمل البكتيريا الهضمية للكربوهيدرات. والإفراز المعوي في الجزء الثاني مستمر ويزيد عند تناول الطعام. والحموضة في الجزء الأول تأتي من الهضم البكتري ونشأة أحماض الخليك والبيوتريك واللاكتيك. ولا ينشأ ميثان (كما في كرش المجترات)، ولا يحدث تخمر سليلوزي لعدم وجود بكتريا هضم السليلوز، ويهضم بالمعدة كذلك البروتين إلى ببتون، وبمساعدة البكتيريا إلى أحماض أمينية. يمر ماء الشرب مباشرة إلى الأمعاء.

ومعدة الأرانب تسع ٥٠ سم<sup>٣</sup>، ويتم بها هضم بكتري للكربوهيدرات. تميز الطيور كل من الطعم والراحة، وليس لها أسنان فتبتلع الأكل بلا مضغ، وعليه فإنزيمات اللعاب

ليس لوجودها أهمية، لكنه يحتوى ميوسين مهم لسهولة البلع. يصل الطعام للحوصلة (امتداد للبلعوم فى البطن والأوز، كبير فى الدواجن والحمام)، ويخلط بالماء، وينتقل جزئياً للمعدة التى تنقسم لجزأين غدى وعضلى، ورغم إفراز العصير المعدى فى الجزء الأول، فلا يتم هضم حقيقى فيه، لمرور الطعام بسرعة، ولكنه غير مجزأ، إذ لا يجزأ إلا فى المعدة العضلية بمساعدة العضلات والحصى. يمر الطعام للإثنى عشر ومعه جزء من الحموضة، وتمد المعدة بالحموضة طالما احتاج التفاعل فى الإثنى عشر إليه (زيادة قلوية الأمعاء).

والأمعاء الدقيقة للخنازير كباقي الحيوانات، لكن تزيد عليها فى الهضم الإنزيمى. ومن العصير المعوى تقتل البكتيريا، فلا تضار عملية الهضم الإنزيمى. والعصير المعوى مكون من عصير البنكرياس (غدد كبيرة) وعصير مباشر فى غدد مخاطية الأمعاء والصفراء (Bile) (من البنكرياس والكبد)، والثلاث عناصر لازمة لتمام الهضم.

الكربوهيدرات لم تهضم إلى الآن إلا بشكل بسيط، والبروتين إلى ببتون، والدهون لم تتغير بعد. وفى الأمعاء تعمل كل الإنزيمات فى وسط متعادل أو قلووى ضعيف. وتكون الإثنى عشر وحتى وسط الأمعاء الدقيقة الوسط حامضى خفيف، ويبدأ بعد ذلك فى القلوية الخفيفة. أول عصير هو المعوى (  $\frac{1}{2}\%$  مواد صلبة) عديم اللون إلى أصفر خفيف يحتوى  $\text{NaHCO}_3$  و  $\text{NaCl}$  (pH 8.3) وإنزيماته Amylase, Lipase, Enterokinase, Nuclease، ثان عصير هو البنكرياسى عديم اللون والرائحة (1 - 2% مواد صلبة) يحتوى كربونات وبيكربونات صوديوم وكلوريد صوديوم، pH 8.3 وإنزيمات Lipase, Nuclease, Protease, Karbohydrase. وينشط التربسينوجين (إنزيم البنكرياس) إنزيم الإنتروكيناز (إنزيم الأمعاء) وينشط التربسين إنزيم الكيموتريبسينوجين (للبنكرياس).

الصفراء ليست عصير الكبد فحسب، بل تحتوى مواد عديدة كنواتج نهائية للتمثيل الغذائى والأدوية معدة للإخراج، وعليه فتحتوى 15 - 20% مادة صلبة، pH 7.5. وفى الأمعاء الغليظة يحدث تخمر وتلف للمادة الغذائية، ومعها ينتج تحلل جزئى للكربوهيدرات (اللياف - سليلوز - سلوبيوز) إلى ميثان، ك<sub>2</sub>، هيدروجين وأحماض دهنية (كالكليك والبيوتريك)، ويمتص من جدر هذه الأمعاء كل من الماء والغازات والأحماض الدهنية، ويتبقى ما حول من الغذاء المهضوم إلى روث Feces. وتلف البروتين فى الأمعاء الغليظة يتبعه ظهور مركبات فينولية سامة تصل للدم وتزال سميتها بارتباطها بأحماض الكبريتيك أو الجلوكورونيك. وفى هذه الصورة تخرج مع البول.

وسط التفاعل فى الأمعاء الغليظة قلووى. وفى الحصان يصل حجم الأمعاء الغليظة 130 لتراً، بينما الرقيقة فقط 70 لتراً والأعور بطول 1 متر ويسع 25 - 50 لتراً (ضعف حجمه فى المجترات)، 38% من البروتين الخام فى الأعور للحصان مصدرها

ميكروبي يعاد هضم ثلثيه في الأمعاء الغليظة . وأهم مصدر للإنزيمات في المجترات هي الأمعاء الدقيقة . البرسيم الصغير يحتوى أميدات تتحلل لغازات محدثة انتفاخ، النجيلات الصغيرة تحتوى جلوكوزيدات تتحلل لحمض HCN يحدث تسمماً:

|            |            |   |                |
|------------|------------|---|----------------|
| جلوكوزيدات | Dhurrin    | ↔ | في الذرة       |
|            | Linamarin  | ↔ | في الكتان      |
| قلويدات    | Solanine   | ↔ | في البطاطس     |
|            | Hordeanine | ↔ | في نابت الشعير |
|            | Lupinene   | ↔ | في الترمس      |

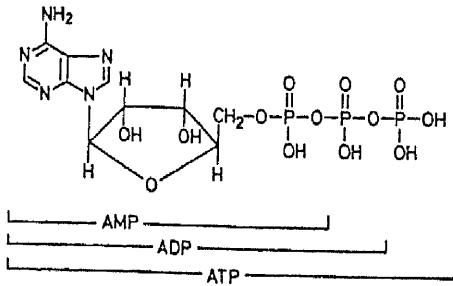
هدم الكربوهيدرات يبدأ في القناة الهضمية بالانحلال المائي لعددات التسكر إلى مركبات ثنائية، ثم وحيدة التسكر، وذلك حسب نوع الحيوان، والجزء من القناة الهضمية الذى يتم فيه ذلك، وإنزيمات الهضم، أو الجليكوزيدات البكتيرية . وتشارك الإنزيمات النباتية لحد ما كذلك فى الهدم . ناتج هدم الكربوهيدرات بكتيريا أثناء التمثيل الغذائى يكون عبارة عن أحماض دهنية طيارة، لكن هناك كذلك إمكانية لامتصاص السكريات الأحادية المنشقة من الكربوهيدرات بطريق غير بكتري . وفى الميتابوليزم يقوم الجلوكوز كأهم سكر أحادى بما يلى:

(أ) إما يخلق جليكوجين كمخزن كربوهيدراتي،

(ب) أو يقوم ببناء دهون،

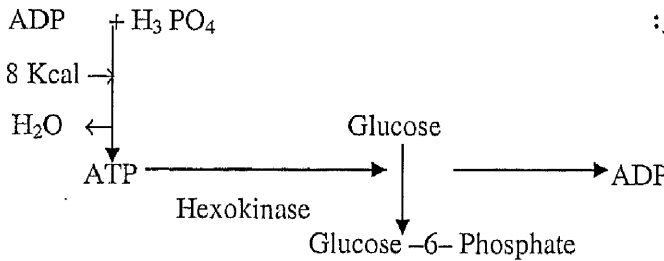
(ج) أو يوجه لإنتاج طاقة مباشرة مع إنتاج ثانى أكسيد الكربون والماء .

وإلى جانب ذلك فإن الجلوكوز مهم فى بناء سكر اللبن، وفى تخليق الأحماض الأمينية غير الأساسية Nonessential amino acids . هذا وتتم خطوتى الميتابوليزم ب، ج المذكورتين عالية (أى بناء الدهون وإنتاج طاقة) معا فى عملية الهدم الكربوهيدراتى اللاهوائى Anaerobic decomposition of carbohydrates، والتى يطلق عليها الجليكوليسيس Glycolysis، وفيها يتحول الجالاكتوز إلى جلوكوز بعد تفاعل مضاعف مع الأدينوزين ترائى فوسفات Adenosin triphosphate (ATP) (الغنى بالطاقة) إلى فركتوز ثنائى الفوسفات Fructose-1, 6-diphosphate، ثم يتحلل بعد ذلك إلى هياكل ثلاثية الكربون وهى الدهيد الجليسرين المفسفر 3-phosphoglyceraldehyde وثنائى هيدروكسى الأسيتون المفسفر Dihydroxyacetonephosphate .



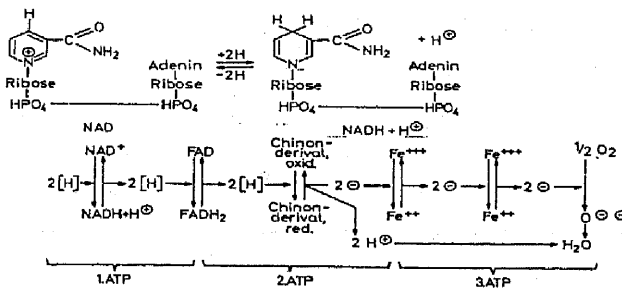
تركيب بنائي  
لمركبات الأدينوزين  
الفوسفاتية

أدينوزين أحادي فوسفات  
أدينوزين ثنائي فوسفات  
أدينوزين ثلاثي فوسفات



كيفية فسفرة الجلوكوز:

هذا ويتحول مركب الجليسرالدهيد المفسفر الى جليسرات ثنائية الفوسفور بدون استهلاك للطاقة، بل يفرد من هذا التفاعل ذرتا هيدروجين، يتم سحبهما من قبل مركب النيكوتين أميد أدينين داي نيوكليوتيد المؤكسد Oxidized nicotinamide adenine dinucleotide ( $NAD^+$ ) ثم تحمل هاتان الذرتان ( $2H^+$ ) على أكسجين الفلافين أدينين داي زيوكليوتيد (Flavin adenine dinucleotide (FAD) والأبيكينون Ubichinon المؤكسد، حيث يساعد اثنان من السيتوكروم ( $Fe^{+++}/Fe^{++}$ ) Cytochrome على استقبال الأكسجين لإلكترونات الهيدروجين هذه، ويتحرر جزء من الطاقة نتيجة تحميل الهيدروجين على الأكسجين (٥٧ كيلو كالوري/مول تفاعل غازي الأوكسي هيدروجين Oxyhydrogen gas reaction)، ومع احتفاظ الجسم بحرارته وبطريقة تدريجية بحمل جزء من هذه الحرارة (حوالي ٤٠%) على ثلاثة جزيئات من ATP ليكون جاهزاً للاستفادة به في عمليات البناء:



وفى غياب الأكسجين ووفرة NAD المختزل تبني اللاكتات من البيروفات. وفى هدم الكربوهيدرات اللاهوائى هذا فإن عائد الطاقة من هدم الجلوكوز حتى اللاكتات ضئيل جداً. وبعد سحب جزيئين ATP لفسفرة الجلوكوز يتبقى جزيئان ATP فقط، وهذا حوالى ٥% من عائد الطاقة الممكن الحصول عليه تحت الظروف الهوائية. وتتم هذه مثلاً فى العضلات عند نقص ورود الدم، وكذلك فى البنكرياس عند تكثيف التخمر الزائد، وفى السيلاج (انظر دورة حمض الستريك).

تمتص الكربوهيدرات على هيئة جلوكوز بعد أستورته بحامض الفوسفوريك، فيصل للدم فالخلايا، فيحترق أو يدخل فى بناء مواد أخرى عضوية كالدهون والجليكوجين. نواتج تخمر الكربوهيدرات (كحامض اللاكتيك) أو المواد الخالية من النتروجين غير الكربوهيدراتية (كالأحماض العضوية) تستعمل لإنتاج الطاقة بعد امتصاصها.

يهضم من الألياف الخام فقط السليلوز، بينما اللجنين والكيوتين فلايمسا، وهذا الهضم يتم بواسطة البكتريا وليس بواسطة العصائر الهاضمة، وذلك بالكرش والقناة المعدية الغليظة. غازات التخمر السيلوزى هذه لا تمتص بل تخرج من الجسم (بطاقتها) بلا تغيير، لذا يخصم ١٧% من الطاقة الكلية للسليلوز نظير عدم الاستفادة من الميثان، لذا فإن معادل النشا للسليلوز ٨٣% أى ١٠٠ وحدة سليلوز = ٨٣ وحدة معادل نشا.

زيادة الكربوهيدرات للمجترات تعوق تخمرات الكرش وتقلل معاملات الهضم، بينما الدهون لم تؤد لهذا الخفض، بينما زيادة البروتين (أو النتروجين عموماً) فى وجود مزيد من الكربوهيدرات يرفع معدلات الهضم.

لتحويل الكربوهيدرات لدهن فى الجسم يتحلل الأول إلى حمض بيروفيك ثم حمض خليك منشط بواسطة Coenzyme، ثم يدخل هذا الخليك فى بناء الدهون فى وجود Lipase الخلايا [أو يتراكم مع حمض أو كسال أسيتيك فى دورة حمض الستريك لإنتاج طاقة]، وهذا الطريق مهم لبناء الأحماض الدهنية من الكربوهيدرات. نفس الشيء فى تحويل البروتين لدهن، إذ تتحول الأحماض الأمينية لحمض بيروفيك ثم إلى خليك أو أسيتالدهيد.

فى مرضى السكر (أى بغياب الإنسولين) يضطرب هدم الكربوهيدرات، ويتراكم حمض أسيتو أسيتك (ولا يحترق)، أى تتراكم الأحماض فى الدم، وتظهر الحموضة نتيجة التسمم بالأجسام الكيتونية (أسيتون).

بعد هدم الكربوهيدرات إلى جلوكوز وانتقاله فى الدم يخزن فى خلايا الكبد والعضلات على شكل جليوكوجين Glycogen، يدخل فى بناء مركبات مختلفة. ويتم البناء من سكر الدم جلوكوز وكذا فركتوز وجاللاكتوز. ويبنى الكبد الجليوكوجين ليس فقط من الجلوكوز، بل كذلك من الجليسرين، جليكول، فورمالدهيد، حمض الجليسرين أو اللاكتيك. ويتم إعطاء الكبد للدم السكر ثانية حسب الحاجة، ويتم ذلك بإنزيمات الكبد

وتحكم هرمونات جارات الكلية (أدرينالين) وهرمونات غدد البطن (إنسولين) لثبات محتوى الدم من السكر . بينما يغطي جليكوجين العضلات احتياجاتها من الطاقة بتحويله إلى حمض لاكتيك ثم  $H_2O$  و  $CO_2$  .

تنفس الخلية يعنى أكسدة (احتراق) المواد الغذائية إلى  $CO_2$  و  $H_2O$ ، فهى سلسلة من عمليات الأكسدة والاختزال (غالباً عكسية Reversible) بمساعدة الإنزيمات (التي تحرر الهيدروجين الذى يتحد مع  $O_2$  بعد ذلك مكونا الماء)، يتحرر منها مركبات الفوسفات الغنية بالطاقة (أهمها ATP). عملية Glycolysis أى تحويل الجلوكوز إلى فوسفواينول بيروفيك، والتي فى نهايتها تتحرر كمية فوسفات غنية بالطاقة، فيتحوّل الجلوكوز إلى أسيتل كواينزيم A (خليك منشط) ينتج ٣٨ مول ATP . ولحفظ سكر الدم ثابت يحتاج كمية معينة من الجلوكوز، إن لم تتوفر بشكل مباشر فإنه يستمدّها من مصادر أخرى (كحمض اللاكتيك فى العضلات والذى يذهب للكبد لبناء الجلوكوز بعملية تسمى Gluconeogenesis، وهى عكس عملية Glycolysis التى يتكون فيها الجليكوجين .

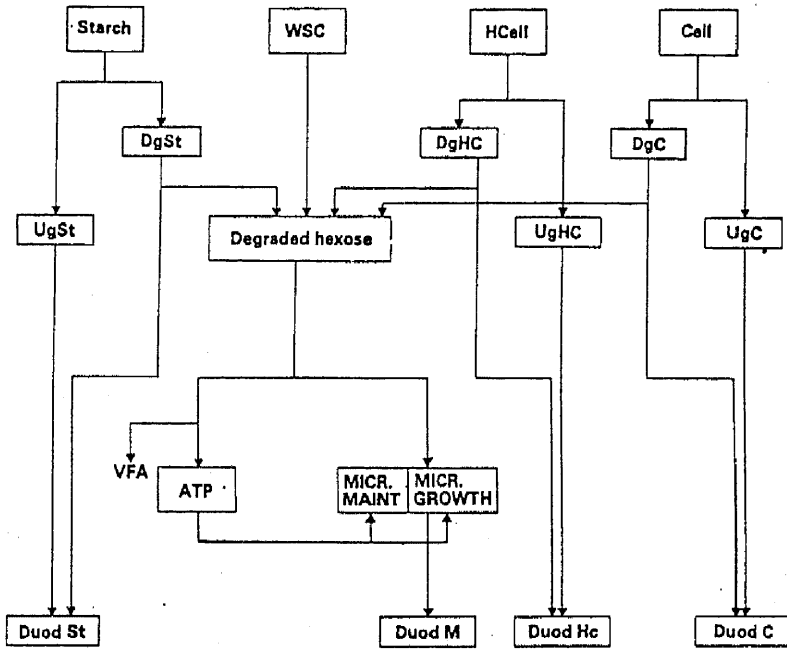
تتركز سلسلة التنفس فى الميتوكوندريا Mitochondria بعمل إنزيمات الأكسدة والاختزال، والى تحرر الهيدروجين من المواد الغذائية كعملية أكسدة، ثم يتحد هذا الهيدروجين مع  $O_2$  من الهيموجلوبين كأكسدة لتكوين ماء، وهذا يتوقف على تركيز المادة والمعرض من الأكسجين وإمكانية الفسفرة (اللازمة لتخزين الطاقة الناتجة فى شكل ATP) وفيها يتم تكوين  $ADP \rightleftharpoons AP + COA$  يتكون من أدينوزين ٣ فوسفات، بيروفوسفوريك، بانتوثينك، ثيويتامول أمين ومجموعة SH ترتبط بالخلات لعمل خلات COA (والذى يعتبر حمض خليك منشط Acetyl-CO-A) غنية بالطاقة (١٢ كيلوكلورى/مول) . وحمض الستريك (عبارة عن ناتج وسطى من هدم الدهون والكربوهيدرات والبروتين) يدخل فى دوره حمض الستريك المسئولة عن استمرار الأكسدة، وبالتالي توليد الطاقة اللازمة لحفظ دفء الجسم، والأهم هو تخليق ١٢ وحدة ATP (خلال هذه الدورة)، وهى الفوسفات الغنية بالطاقة (التي تخلق بأكسدة  $NADH_2$  والفلافين) والتي تكون مستعدة للدخول فى أغراض التخليق المختلفة بالجسم . وحيث إن حمض الخليك (٢١٦ كيلوكلورى) هو المهم فى دورة، الستريك فتقدر الطاقة اللازمة لتخليق مول واحد من ATP فى هذه الدورة بمقدار  $(12/216) = 18$  كيلوكلورى .

من وسائل إخراج نواتج الميتابوليزم هى غازات التنفس ( $H_2O$  و  $CO_2$ ) وفى المجترات كذلك  $CH_4$ ، وغازات الأمعاء ( $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $H_2O$ ,  $H_2$ )، والغازات الكبريتية، والبول، والعرق (تقريباً نفس مكونات البول، بالإضافة إلى الأحماض الدهنية الطيارة المكسبة للرائحة، العرق مهم جزئياً فى الخيل والغنم وعديم الأهمية للبقر، بينما باقى الحيوانات لا تعرق)، والبراز واللبن (فى الحيوانات الحلابة) .

لا توجد نواتج ميتابوليزم للكربوهيدرات فى الروث أو البول (إلا فى الحالات المرضية ← مرض السكر) أى أن الطاقة المهضومة للكربوهيدرات ١٠٠%، بينما

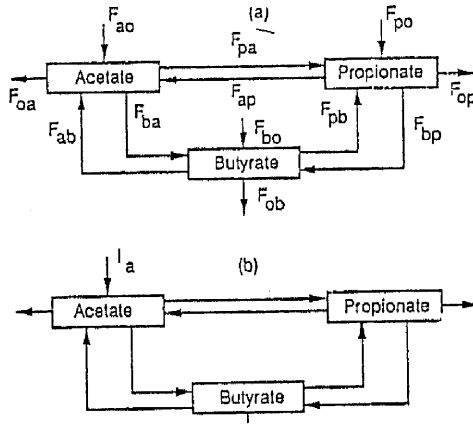
١ جم نشا يعطى طاقة قابلة للاستعمال ٣,٨ كيلوكالورى بنسبة فقد ١٠,١%، بينما الألياف ٣,٦ كيلوكالورى بنسبة فقد ١٤%، وفي البقر يعتبر الفقد للميثان عموماً لآى مادة مهضومة من الألياف أو المستخلص الخالى من النيتروجين ١٣,٧% (وقد ترتفع إلى ٢٠% فى حالة القش) باعتبار أن ١ جم منها يعطى باحتراقه ٤,٢ كيلوكالورى.

الألياف تنتج دفناً كثيراً لاجترارها وهضمها، وعليه فإن أكالات الأعشاب أقل تأثيراً بحرارة الجو الخارجية. يخصم ١,٤٥ كيلوكالورى من الطاقة الإنتاجية نظير الألياف (لكل جرام ألياف خام).

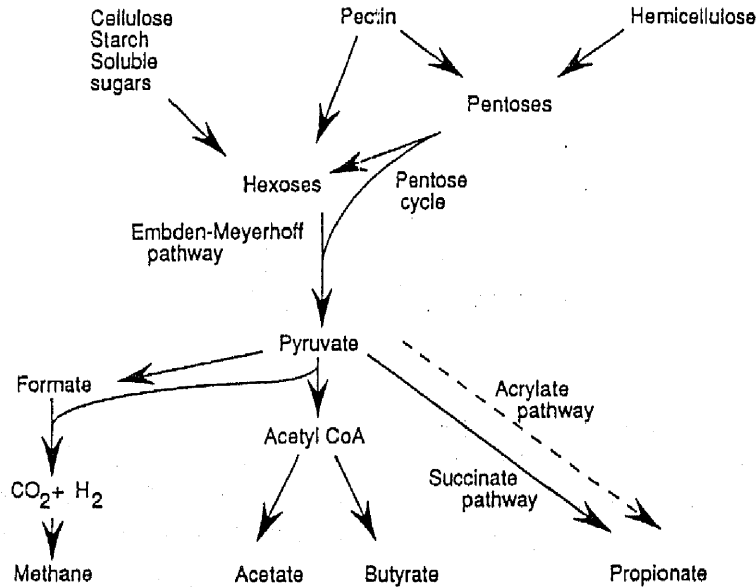


### تصور لهضم الكربوهيدرات فى الكرش

|                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| U <sub>g</sub> = غير قابل للتكسير | D <sub>g</sub> = قابل للتكسير       |
| C, Cell = سليلوز                  | H <sub>c</sub> , HCell = هيميسليلوز |
| WSC = كربوهيدرات ذائبة فى الماء   | St = نشا                            |
| VFA = أحماض دهنية طيارة           | ATP = ثلاثى فوسفات الأدينوزين       |
| Duod = الإثنى عشر                 | M., Micr. = ميكروبات - ميكروبي      |

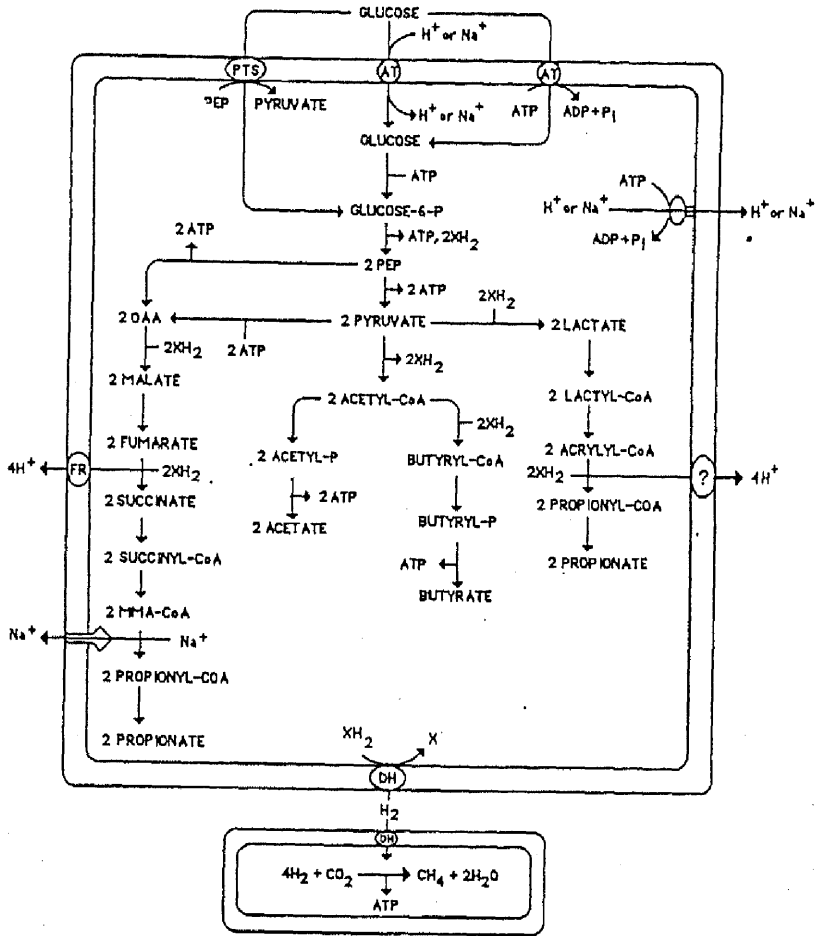


اختلاف طرق إنتاج الخلّات والبروبيونات والبيوترات في الكرش  
 Tracer - a ، ثابت Tracee - b ، متتابع Tracer

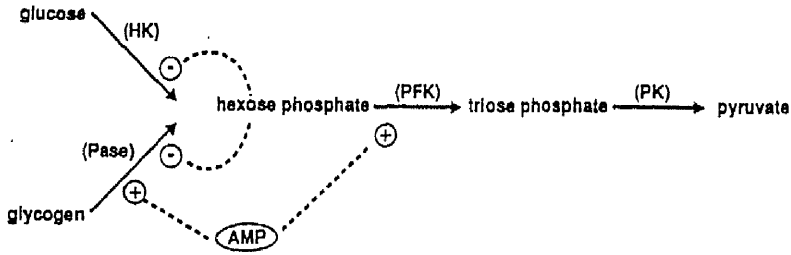


تصور للطرق الرئيسية لميتابوليزم الكربوهيدرات في الكرش



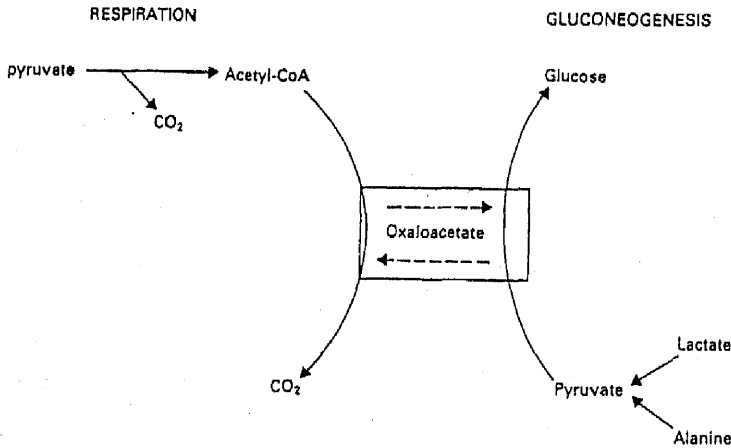


الطرق الرئيسية لتخمير الجلوكوز في بكتيريا الكرش، نقل الجلوكوز بواسطة فوسفوترانسفيراز (PTS) أو بالنقل النشط (AT)، وأماكن الفسفرة، ونقل الإلكترون بواسطة فيورمارات ردكتاز، وطررد الصوديوم بالميثيل مالونيل مساعد إنزيم A دي كربوكسيلاز، وارتباط ATP<sub>ase</sub> بالأغشية، ونقل هيدروجين بواسطة الهيدروجيناز المرتبط بالأغشية، وحوامل الإلكترونات (X).



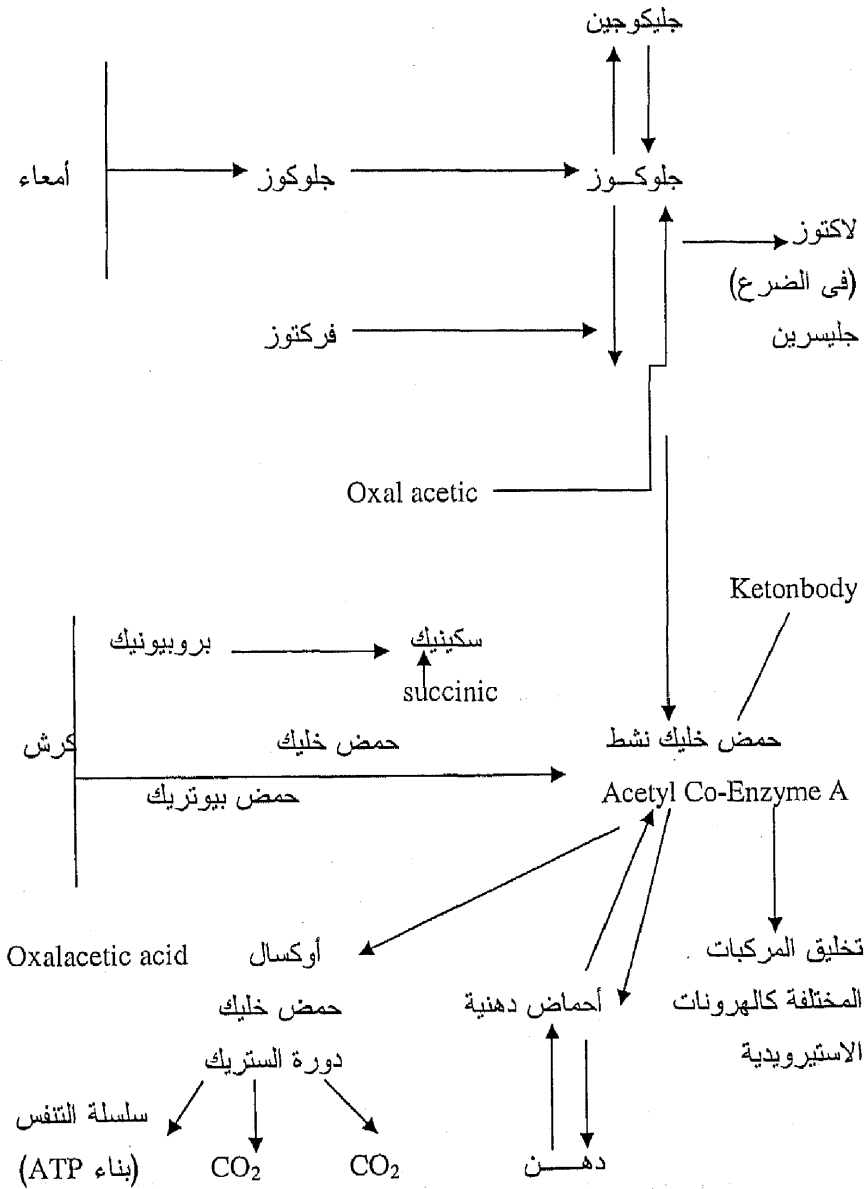
### تحلل الجليكوجين Glycolysis في العضلات

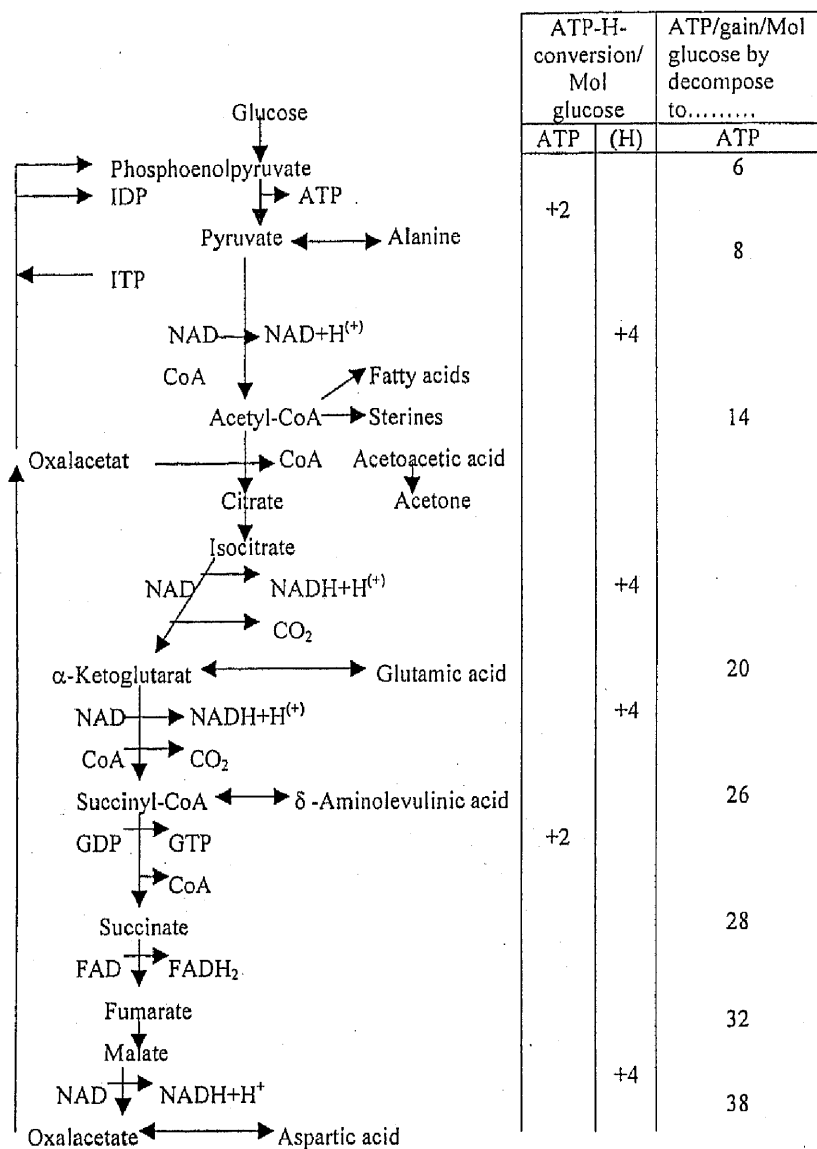
هكسوز فوسفات = جلوكوز-٦-فوسفات + جلوكوز-١-فوسفات + فركتوز-٦-فوسفات ،  
 تريوز فوسفات = فركتوز ١-٦-بيس فوسفات و فوسفو إيثنول بيروفات ،  
 AMP = أحادى فوسفات أدينوزين ، Pase = جليكوجين فوسفوريلاز ،  
 HK = هكسوكيناز ، PFK = ٦-فوسفو فركتوكيناز ،  
 PK = بيروفات كيناز .



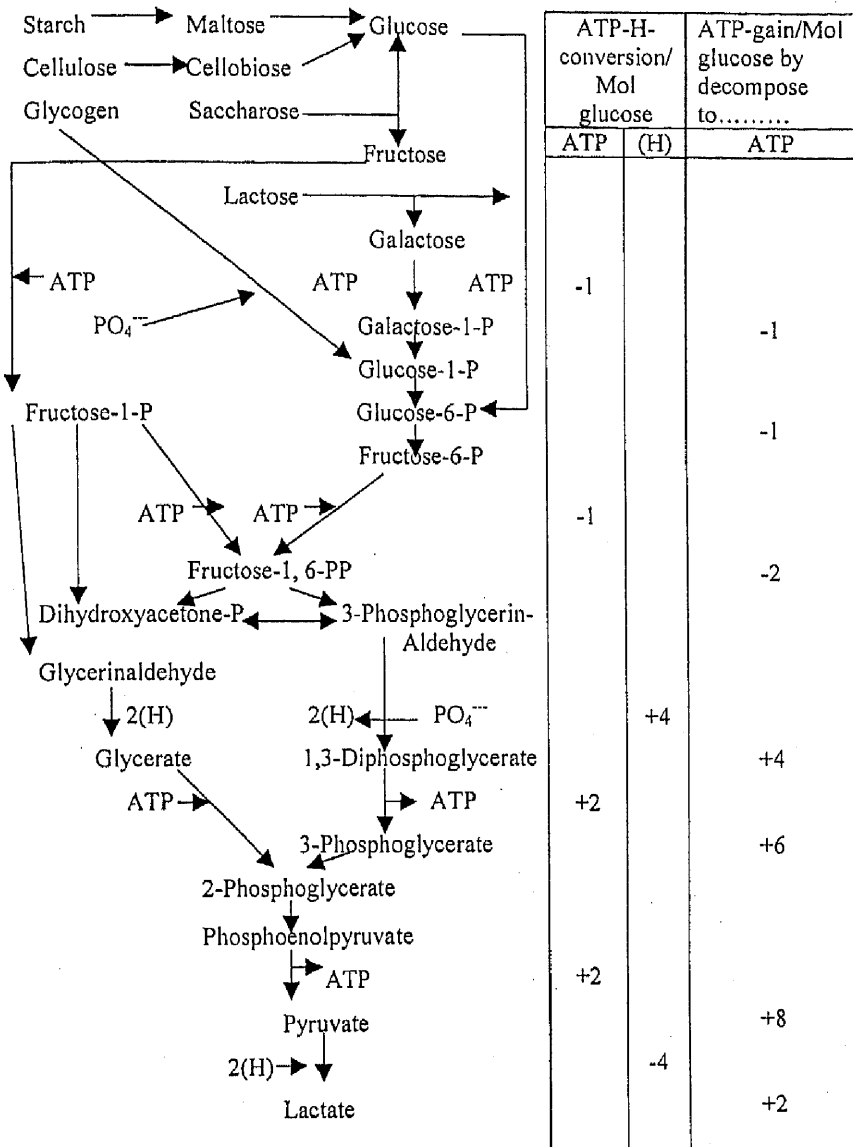
التنفس وإنتاج الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Gluconeogenesis

تمثيل غذائي للكربوهيدرات





دورة حمض الستريك

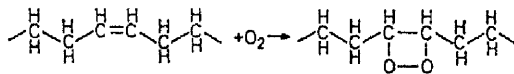


الهدم اللاهوائي للكربوهيدرات (Glycolysis)

## ٢- الدهون Fats

تنشق الدهون لجلسرين (ذائب فى الماء) وأحماض دهنية (منها الذائب فى الماء صغير الوزن الجزيئى)، ومن خلال الصفراء (حمض الصفراء ومعه الليسيتين والكوليسترين) تصبح الأحماض الدهنية عالية الوزن الجزيئى ذائبة فى الماء، وعند امتصاصها تتحرر الصفراء وتذهب للكبد ليعاد بناء صفراء جديدة. والدهون لا تخرج عن طريق البول. الكربوهيدرات والألياف فى الروث ناتج من العلف نفسه، بينما فى حالة الدهون يخرج جزء من دهون الصفراء مع الدهون الغير مهضومة فى الروث، فيرفع محتوى الروث من الدهون. كذلك جزء من بروتين الصفراء وأعضاء الهضم وبروتين بكتيرى يخرج مع البروتين الغير مهضوم من الغذاء فى الروث، فتقل معدلات الهضم للبروتين الخام (ظاهريا). لذا يخصم لكل ١٠٠ جم مادة علف جافة ٤٦،٠ جم نيتروجين (أو ٢،٨ جم بروتين) من نيتروجين التمثيل الغذائى (الخارج من الجسم مع بروتين العليقة فى البراز). بتحلل الدهون لجلسرين وأحماض دهنية يعاد اتحادها فى جدر الأمعاء لدهن متعادل (يختلف تركيبه باختلاف نوع الحيوان) يسير فى الدم واللمف للخلايا حيث يخزن هناك. الدهن المخزن بالجسم أكثر من دهن العليقة فلابد من نشأته من الكربوهيدرات والبروتين بجانب الدهن (فى العليقة). طاقة الدهن ٩،٥ كيلوكالورى/جرام، والدهن المخزن فى الجسم يستخدم لحالة الجوع فتتحلل هذه الدهون إلى أن تصل لحامض خليك يحترق لماء وثانى أكسيد كربون، أى لإنتاج طاقة، وفى مرضى السكر فإنهم يفقدوا القدرة على أكسدة حمض البيوتريك وخلات الخليك بانتظام. الأحماض الدهنية الناشئة من وحدات الخلات تعطى أطوال سلاسل سلسلة (مستوية). ويمكن للأحماض الدهنية المشبعة والأحماض الدهنية البسيطة غير المشبعة (كالأولييك) أن تبني من قبل الحيوان ذاته، بينما تنتمى الأحماض الدهنية غير البسيطة غير المشبعة (لينولييك، لينولينيك وارشيدونيك) إلى العوامل الغذائية الأساسية لكنها تتحول لبعضها داخل الحيوان، وعليه يكفى إمداد الحيوان منها باللينولييك.

وللتعرف على الدهون تستخدم مفاتيح معينة، وفيستخدم مثلا رقم التصبن Saponification value (or number) كمية البوتاسا الكاوية اللازمة لتحلل (لتصبن) نفس الكم (الوزنى) من الدهن إلى جلسرين وأحماض دهنية كمقياس للسلاسل متوسطة الطول. ويزداد هذا الرقم بقصر السلسلة المتوسطة الطول للحمض الدهنى. وبين رقم اليود Iodine number كمية اليود المستهلك فى التفاعل مع الأحماض الدهنية غير المشبعة، ويعكس عدد الروابط الزوجية فى وزن معين من الدهن. وتعتمد نقطة الانصهار Melting point على طول السلسلة وعدد الروابط الزوجية. وتنزخ الدهون بسهولة فى وجود الأوكسجين، وتتفرد الأحماض الدهنية (رقم الحموضة Acid number) وتتأكسد الروابط الزوجية (رقم البيروكسيد Peroxide number):

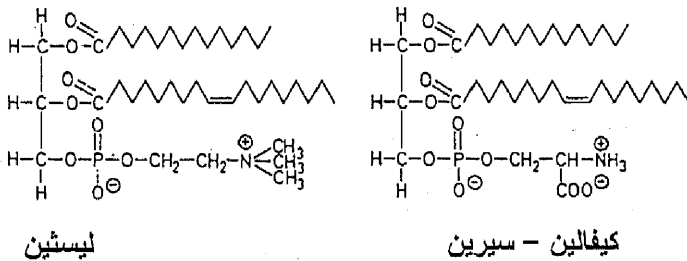


پیروکسائیڈ      حمض دھنی بسیط غیر مشبع

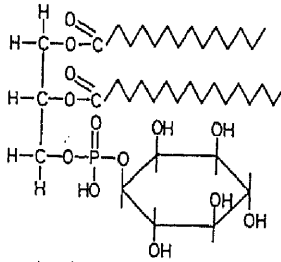
ونظراً لأن هذه البيروكسيدات عبارة عن مواد مؤكسدة قوية فإنها تضر بالفيتامينات الحساسة للأكسدة بسهولة. وفحص وتمييز الدهون جيداً يحتاج لتحليل دقيق لتركيب الأحماض الدهنية، ويكون ذلك مثلاً بواسطة الكروماتوجرافى الغازى

• Gas chromatography

وتتنتمي الفوسفاتيدات Phosphatides إلى المواد شبيهة الدهون (الليبيدات)، وهي جليسريدات ثلاثية تحتوي حمض دهني ذو مجموعة حمض فوسفوريك مرتبط بـ Cholin (كما في الليسيثين Lecithin) أو سيرين Serine أو كولامين Colamin (كما في الكيفالين Kephalin):

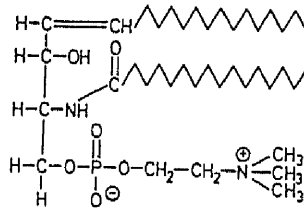


وحيث أن الفوسفاتيديات تحتوي شق محب للدهون Lipophilic وهو سلاسل الأحماض الدهنية، وكذا شق محب للماء Hydrophilic وهو مجموعة الفوسفات ومجموعة الأمينو فإنها تؤثر كمواد مستحلبة Emulsifying agents، وتستخدم في التمثيل الغذائي Metabolism في نقل الأحماض الدهنية، كما أنها كليبيدات تركيبية Structural lipids تعد مكونات هامة في جدر الخلايا. ويؤدي نقص الكولين والميثيونين (وغيرها من مانحات مجاميع الميثيل) إلى تحديد تخليق الليسيثين، وبالتالي تؤدي إلى ترسيب الدهن بالكبد Fatty liver. وفوق ذلك توجد في العضلات والمخ فوسفاتيديات الإنوسيت Inositol (سكر اللحم) والاسفينجوسين Sphingosin، والأخير لا يعتبر فوسفاتيدي جليسرين:



Inosit-Phosphatid

إينوسيت - فوسفاتيد

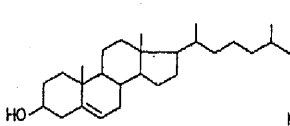


Sphingosin-Phosphatid (Sphingomyelin)

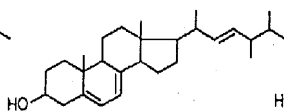
سفنجوميلين - فوسفاتيد  
(سفنجوميلين)

وكذلك لا تعتبر الشموع إسترات جليسرين، بل هي إسترات كحولات أحادية Monohydric alcohol عالية مثل إستر حمض بالميتيك لكحول الميرسيل Myricyl (C<sub>30</sub> H<sub>61</sub> OH) في شمع النحل.

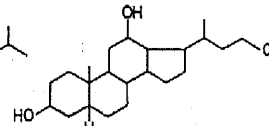
وتنتمي الهرمونات الهامة وأحماض الصفراء وفيتامين د إلى مجموعة الستيرويدات Sterines. وتتركب جميعها من كوليستيرول Cholesterol، والذي يتكون جانبية خلال حمض الميفالونك Mevalonic من أسيتيل مساعد إنزيم A، ويستفاد في هذا البناء من NADPH + H<sup>+</sup> كما في تخليق الدهون.



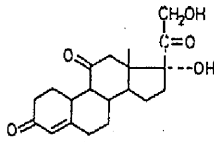
كوليستيرول



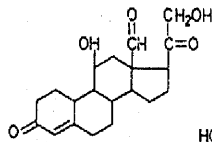
إرجوستيرول



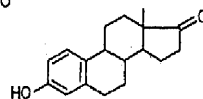
حمض ديسوكسي كولي



كورتيزون



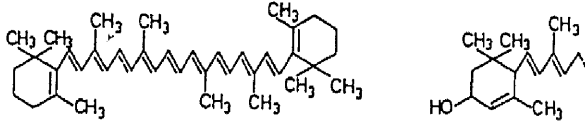
الدوستيرول



أوسترون



ينتشر الإرجوستيرول (كمادة أولية لفيتامين د) في النباتات الخضراء والخمائر . وتعتبر الكاروتينويدات Carotinoids نباتية المصادر، وتنتمي إليها البيتا كاروتين الهامة في تغذية الحيوان، أو الزانثوفيلات، وهي كاروتينويدات محتوية على الأوكسجين لونها أصفر كثيف، تتحول الكاروتينويدات ذات الحلقة أو اثنين من البيتا أيونون  $\beta$ -ionon ring في مخاطية الأمعاء إلى فيتامين أ .



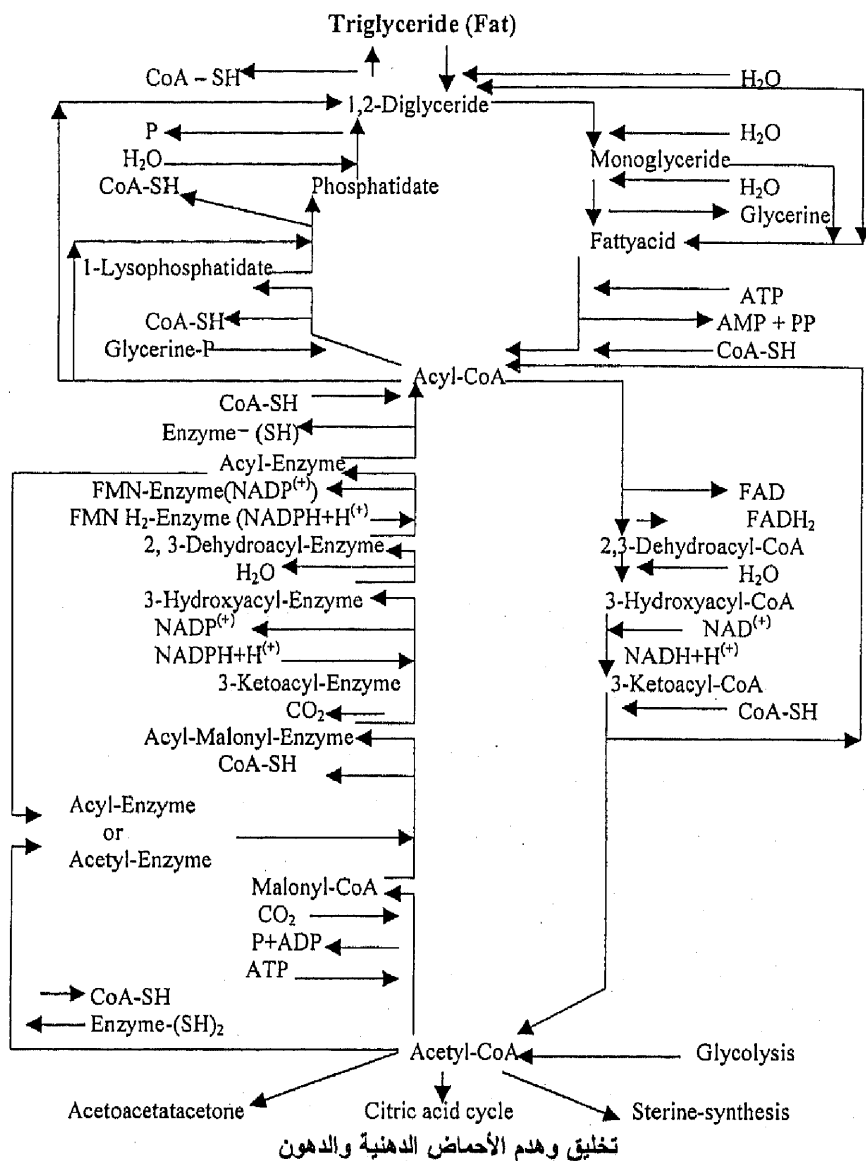
بيتاكاروتين

زانثوفيل أوراق نباتية

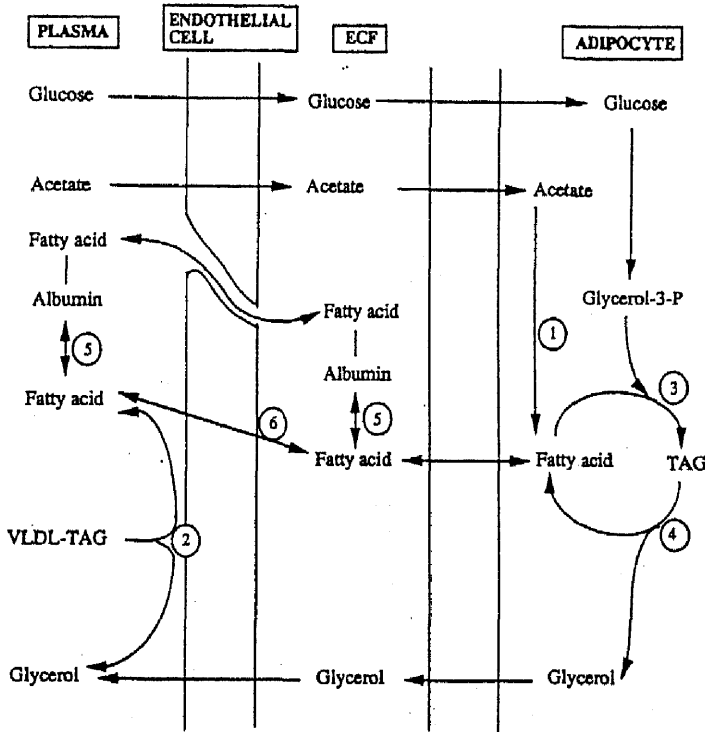
يبدأ هدم الدهون بالتحليل الإنزيمي في مجرى الأمعاء تحت تأثير الليباز Lipase، ويتحول بذلك إلى خليط من الأحماض الدهنية وجليسيريدات ثنائية وأحادية . وليس شرط لامتناس الدهون أن تتحول تماماً إلى أحماض دهنية وجليسيرين . في الكبد يعاد بناء جزء من الأحماض الدهنية والجليسيريدات إلى دهون متعادلة (جليسيريدات ثلاثية)، بينما يتحلل الجزء الآخر لأحماض دهنية وجليسيرين . ويتحول الجليسيرين المتبقى (بعد عملية الفسفرة إلى فوسفات جليسيرين) إلى ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفات Dihydroxyacetone phosphate، ثم يعبر إلى داخل طريق الهدم اللاهوائي Glycolysis .

تهدم الأحماض الدهنية طبقاً لمبدأ البيتا - أكسدة  $\beta$ -oxidation (انظر رسم تخليق وهدم الأحماض الدهنية والدهون) . بعد التنشيط من قبل ATP (بناء أسيل AMP- وبيروفوسفات) وإدخال أسيل مساعد إنزيم A، يأخذ FAD ذرتين هيدروجين من ثنائي وثالث ذرة كربون . يخزن جزئ ماء على الرابطة الزوجية المتكونة، والذي به تدخل مجموعة هيدروكسيل على ذرة الكربون الثالثة، والتي ينزع هيدروجينها في الخطوة التالية لتكوين مجموعة كيتونية . وفي هذه المرة يحمل الهيدروجين على  $NAD^+$  . يحدث الهدم بعد ذلك عند الموضع بين ذرتي الكربون الثانية والثالثة مع ارتباط باقي الأسيل مع مساعد الإنزيم A . ويكون أسيتيل مساعد إنزيم في وضع استعداد لتخليق جديد أو لإكمال الهدم في دورة حمض الستريك، بينما يمضى أسيل مساعد الإنزيم A في تجديد بيتا أكسدة لاستمرار الهدم .

تخليق الأحماض الدهنية من أسيتيل مساعد إنزيم Acetyl-CoA هي في الواقع ولحد كبير صورة عكسية لعملية البيتا أكسدة، لكنها تختلف عن هذه في إنها الكربكسلة Carboxylation لأسيتيل مساعد إنزيم A إلى مالونيك مساعد إنزيم A . إن امتداد (إطالة) بقية أسيل إنزيم لوحدة خلاص يحتاج ATP للكربكسلة من أسيتيل مساعد إنزيم A



إلى المالنوك مساعد إنزيم A، ولكل  $2 \text{ NADPH} + \text{H}^+$  اختزال ٣-كيتو أسيل إنزيم 3-Ketoacyl enzyme (أنظر بناء وهدم الأحماض الدهنية والدهون) • يحتاج لبناء  $2 \text{ NADPH} + \text{H}^+$  في أفضل الحالات (دورة البيروفات - خلايا أوكساليك - مالات) • ويحتاج كل مول جلوكوز ليخلق مثلاً حمض الميريستيك ٤,٦ - ٨,٠ ATP أكثر عما هو معتاد في الببتا أكسده. وتكون الطاقة العائدة من ٣٨ ATP لكل مول جلوكوز لتحويل الكربوهيدرات لدهن أقل بحوالي ١٢ - ٢١%. إن الأنسجة الدهنية لا تسكن ولا تهدأ بل تجدها دائمة الهدم والبناء، لذلك يقدر الفقد عند بناء الدهن المخزن بقدر أعلا.



### دورة تخليق/هدم الجليسيريدات الثلاثية في الأنسجة الدهنية.

- TAG = جليسيريد ثلاثي،  
 ECF = سائل خارج الخلية،  
 1 = بناء دهون،  
 2 = ليوبروتين ليباز،  
 3 = إسترة،  
 4 = ليباز حساس للهرمون،  
 5 = إنزيم البيومين/حمض دهني،  
 6 = نقل الأحماض الدهنية من الأغشية.

## تقسيم الدهون وخصائصها

تعتبر الدهون أحد مجاميع المركبات الأساسية (الدهون، الكربوهيدرات، البروتينات) العظمى في أى مادة عضوية. والدهون أو المواد الليبيدية عبارة عن مجموعة مواد متباينة التركيب الكيماوى، إلا أنها تشترك معا فى عدم ذائبيتها فى الماء، واشترائها معا فى قابليتها للذوبان فى المذيبات العضوية (مذيبات الدهون)، كالبينزين والإثير والكلورفورم والكحول وغيرها، لذا يطلق على هذا الخليط من المركبات الدهون الخام Crude fats، أو الليبيدات الكلية Total lipids، أو المستخلص الإثيرى Ether extract. وتشكل الدهون والزيوت مخزن هام للطاقة فى الحيوان والنبات، وذلك لارتفاع محتواها الحرارى. وتتكون أساساً من الكربون والهيدروجين والأوكسجين بتركيزات ٧٧:١٢:١١% على الترتيب. وأول من القى الضوء على تركيب الدهون هو العالم الفرنسى (Chevreul 1814)، وتحتوى الدهون الخام (الليبيدات الكلية أو الشحوم) على مجاميع مختلفة وهى:

١- دهون حقيقية (متعادلة) True (Neutral) Fats وهى التى تتكون من كحول ثلاثى (جليسرين) وأحماض دهنية بينها روابط إيسترية، ويطلق عليها جليسيريدات ثلاثية Triglycerides أو دهون أو ليبيدات بسيطة (إسترات أحماض دهنية مع كحولات).

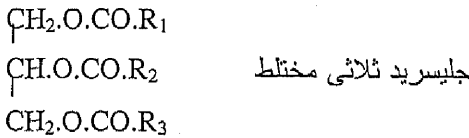
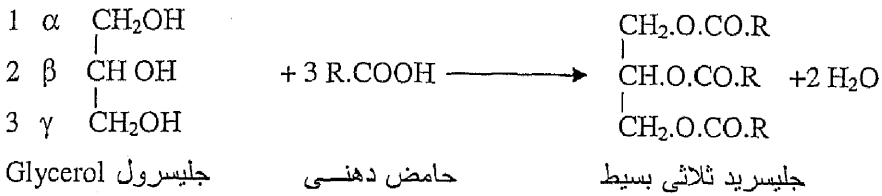
٢- مواد شبيهة الدهون الحقيقية وهى لا تحتوى جليسرين، إذ أنها إسترات أحماض دهنية مع كحولات أخرى غير الجليسرين، ومنها الشموع، فهى ليبيدات بسيطة أيضاً.

٣- مواد مصاحبة للدهون، إذ لا ترتبط بالدهون من حيث تركيبها الكيماوى، ولكنها توجد مصاحبة لها فى نفس المذيبات (المستخلصات)، وهى إسترات أحماض دهنية مع مجاميع إضافية أخرى للكحول وللحامض الدهنى، وهى ليبيدات مركبة Compound lipids أو معقدة، وتشمل الفوسفوليبيدات Phospholipids (فوسفاتيدات Phosphatides) التى تحتوى أحماض دهنية وحمض فوسفوريك وجليسرول (عادة) وقاعدة نيتروجينية، وإن لم يحتوى السفينجوميالينات Sphingomyelins على الجليسرول، بل يحتوى أحماض دهنية وكولين وحمض فوسفوريك وسفينجوسين Sphingosine (قاعدة آزوتية)، ومنها كذلك الليسيثينات Lecithins والكيفالينات Cephalins، وتوجد الكيفالينات والسفنجوميالينات فى كثير من أنسجة الحيوان خاصة المخ. وينتمى إلى هذه المجموعة كذلك الليبيدات الكربوهيدراتية Glycolipids كالجلوكوليبيدات والجالاكتوليبيدات، وكذلك مجموعة الأمينوليبيدات أو الدهون البروتينية Lipoproteins.

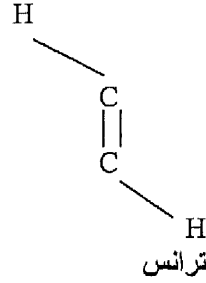
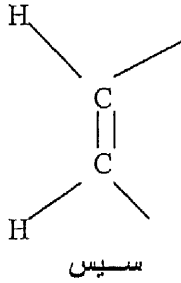
٤- ليبيدات مشتقة من التحليل للمجاميع السابقة، وتشمل أحماض دهنية وجليسرول وكحولات أخرى وإسترولات حيوانية Zoosterols (كوليسترول Cholesterol)

ومشتقة 7-dehydro-cholesterol الذى يتعرض للأشعة فوق البنفسجية يتحول إلى فيتامين D<sub>3</sub> أو الكوليكالسيفيرول، وكذلك الأندروجينات Androgens أى هرمونات الجنس المذكورة، والإستروجينات Estrogens والبروجسترونات Progesterones أى هرمونات الجنس المؤنثة) وإسترولات نباتية Phytosterols كالإرجستيرون Ergosterol الذى ينتج بتأثير الأشعة فوق البنفسجية كذلك فيتامين D<sub>2</sub>، وهى معا تسمى ستيرويدات Steroids.

والدهون والزيوت الطبيعية عبارة عن خليط من الجليسيريدات، سواء جليسيريدات بسيطة (جليسرول + ٣ جزيئات من نفس الحمض الدهنى) أو مختلطة (جليسرول + ٣ أحماض دهنية مختلفة) غالباً. وترقم ذرات كربون الجليسرول بالأرقام ١، ٢، ٣ أو ألفا وبيتا وجاما، وقد يتحد حامض دهنى واحد أو إثنين أو ثلاثة مع الجليسرول لإنتاج جليسيريدات أحادية أو ثنائية أو ثلاثية على الترتيب Nono-Di-, or Triglycerides.



وقد تكون السلسلة الكربونية للحمض الدهنى مشبعة أو غير مشبعة، وفى حالة عدم التشبع قد يكون ذلك فى رابطة واحدة أو أكثر، وترقم ذرات الكربون فى سلسلة الحمض الدهنى ابتداء من مجموعة الكربوكسيل، وتحدد مواقع الروابط المزدوجة بوضع رقم ذرة الكربون التى بها الرابطة على علامة مثلث  $\Delta$  (حرف دلتا باليونانى) فمثلاً حمض  $\Delta^7$  يشير إلى وجود رابطة مزدوجة بين ذرتى كربون رقم ٧، ٨. وعلى وضع ذرتى الهيدروجين من الرابطة المزدوجة تتوقف صورة الحمض، فحمض (سيس) Cis أى متشابه توجد فيه ذرتى الهيدروجين فى جهة واحدة، بينما الحمض (ترانس) Trans مغاير أى تكون ذرتى الهيدروجين للرابطة المزدوجة على جهتين، وفى الغالب توجد معظم الأحماض الدهنية فى الطبيعة على صورة مشابهة (سيس)، وتتوقف تسمية الدهون على أسماء الأحماض الدهنية بها.



### خواص الدهون:

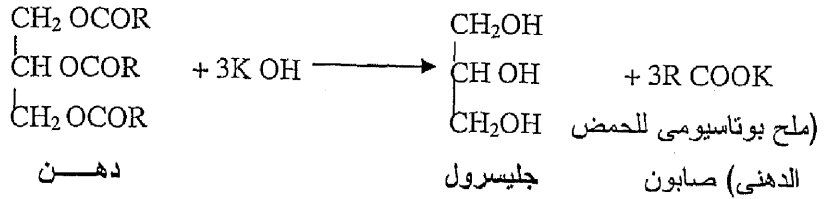
الأحماض الدهنية إما مشبعة (في الدهون الحيوانية بكثرة) أو غير مشبعة (في الزيوت أساساً)، وتميز الدهون عن الزيوت بأن الأولى تكون صلبة على درجة حرارة الغرفة (حوالي ٢٠ °م)، بينما تكون الثانية سائلة وذلك يتوقف على نوع الأحماض الدهنية. فإذا احتوى الدهن على نسبة كبيرة من الأحماض الدهنية المشبعة كان صلباً، وإذا احتوى على نسبة كبيرة من الأحماض الدهنية غير المشبعة يكون سائلاً (كالزيوت). ومن الأحماض الدهنية المشبعة البيوتريك والكابريك والكابريك والميريستيك (في الزبد) والأراشيديك (في زيت الفول السوداني)، ويمتاز زيت النخيل وزيت جوز الهند بغناها بأحماض الكابريك والكابريك واللوريك.

ومن الأحماض الدهنية غير المشبعة الأوليك والأروسيك (رابطة مزدوجة واحدة) واللينوليك (٢ رابطة زوجية) واللينولينيك (٣ روابط زوجية) والأراشيدونيك (٤ روابط زوجية). وعلى قدر احتواء الدهن على أى من هذه الأحماض بكثرة تتوقف خواص الدهن المختلفة الطبيعية وكيميائية، من حيث القوام (سائل - نصف سائل - جامد)، ودرجتي الانصهار والتجمد (فالزيوت منخفضة درجة الانصهار، لذا تكون سائلة على درجة حرارة الغرفة، عكس الدهون عالية درجة الانصهار)، والرقم اليودى (زيادته تكون في الدهون الطرية لزيادة الأحماض الدهنية غير المشبعة، أى لغنى أحماض الدهن "الزيت" بالروابط الزوجية)، وإن كانت بعض الأحماض الدهنية المشبعة قصيرة السلسلة (بيوتريك - كابريك - كاريك) منخفضة درجة الانصهار كذلك. فتستخدم ثوابت عديدة لتمييز الدهون من بينها:

١- درجة الانصهار **Melting point**: ترتفع بارتفاع الوزن الجزيئى للأحماض الدهنية، كما ترتفع فى الأحماض الدهنية المشبعة عن غير المشبعة، فدرجة الانصهار مقياس للأحماض الدهنية الداخلة فى تركيب الدهن.

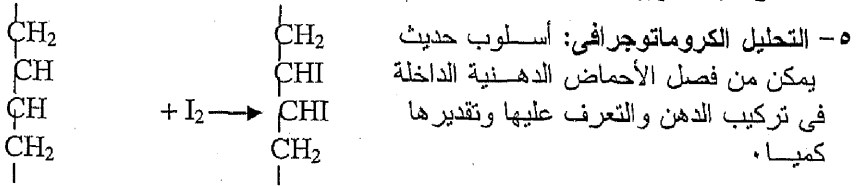
٢- رقم التصبن **Saponification value (Number)**: ويشير إلى عدد مليجرامات هيدروكسيد البوتاسيوم اللازمة لتصبن (تحلل) مقدار واحد جرام دهـن، ويكون

عالي للدهون منخفضة الوزن الجزيئي (ذات الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة Short-chain fatty acids) والعكس بالعكس، أى أن رقم التصبن دليل على طول سلاسل الأحماض الدهنية الثلاثة في الدهن.



٣- رقم ريخارت ميزل **Reichert-Meissl (RM) Number**: وهو عدد ميلنتترات هيدروكسيد البوتاسيوم (١،٠ عيارية) المطلوبة لمعادلة الأحماض الدهنية الطيارة الذائبة فى الماء Volatile Water-Soluble Fatty Acids (قصيرة السلسلة) المتحصل عليها بتحليل مائى لخمسة جرامات دهن. فالدهون مرتفعة الوزن الجزيئى (كدهن الماشية عديم الأحماض الطيارة، لذلك فله رقم RM حوالى صفر)، بينما الزبدة غنية نسبياً بالأحماض الطيارة (فلها RM حوالى ١٧ - ٣٥).

٤- رقم اليود **Iodine value (Number)**: هو عدد جرامات اليود الممكن إضافتها للروابط غير المشبعة Unsaturated Bonds فى ١٠٠ جم دهن، فهو مقياس لدرجة التشبع أو الهدرجة للأحماض الدهنية فى الدهن، فالدهن المشبع تماماً له رقم يود صفر، بينما الزيوت كزيت الكتان له رقم يود ١٧٥ - ٢٠٢.



وليست كل الدهون النباتية سائلة كزيت الزيتون وبذور البنجر والخردل وبذور القطن والذرة والكتان، إذ هناك دهون نباتية صلبة (جامدة) كزيت جوز الهند وزيت النخيل والكاكاو. وكذلك ليست كل الدهون الحيوانية جامدة، إذ أن زيوت الحيوانات البحرية ودهن الحيوانات الأرضية فى المناطق المتجمدة رقمها اليودى مرتفع لاحتوائها أحماض دهنية غير مشبعة، فهى سائلة كزيت السمك وزيت كبد الحوت.

والدهون النقية عديمة اللون، لكن الدهون الطبيعية عادة ما تحتوى صبغات تكسيها ألواناً خاصة، كالكاروتينات فى دهن اللبن، والزانوفيلات فى دهن البيض. ومعظم الأحماض الدهنية عديمة الطعم والرائحة، ولكن بعض الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة

(كالبوتريك والكابرويك) لها مذاق ورائحة قوية، فعند انفصالها من الدهون المأكولة (بالتحلل أو التزنخ) تؤدي إلى عدم الإقبال على استهلاكها.

والحامض الدهنى المرتبط بذرة كربون فى الموقع بيتا من الجليسرول أصعب فى فصله عن الأحماض فى المواقع ألفا وجاما. وعند أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة عند ذرات الكربون المرتبطة بالروابط الزوجية تنتج الهيدروبيروكسيدات، التى تنتج بالتالى الألدهيدات والكيوتونات، والتى تميز رائحة الدهون المؤكسدة، خاصة عند وجود عناصر معدنية ثقيلة (تساعد على سرعة التزنخ) كالنحاس والحديد. وأكسدة الأحماض الدهنية المشبعة تؤدي إلى تزنخ كيتونى محدثا مذاقا سكريا ورائحة خاصة، مثلما ينتج من تلقيح الجبن بالأعفان، لتحليل الدهن وإنتاج الرائحة المميزة لهذا الجبن (الأزرق - الرقفورت). وتحتوى الدهون الطبيعية على موانع أكسدة طبيعية مثل الفينولات والكورون والتوكوفيرول وحامض الجاليك والجالالات. وإضافة الهيدروجين إلى الروابط المزدوجة فى الدهون فيما يسمى بهدرجة الأحماض الدهنية غير المشبعة يؤدي إلى تحول الأحماض إلى مثيلاتها المشبعة، فيتحول الزيت بالهدرجة إلى دهن صلب.

#### أهمية الدهون:

ترجع أهمية الدهون فى الغذاء إلى كونها مصدر طاقة عالى، فالجرام منها (دهن مثالى) يحتوى ٩,٤٥ كيلو كالورى، مقارنة بالكربوهيدرات المثالية المحتوية على ٤,١ كيلو كالورى/جرام. والدهون خالية من المواد العسرة Ballast (مواد عضوية غير مهضومة). ولا يمكن للجسم تخليق بعض أحماضها الدهنية، لذا يطلق عليها لأحماض الدهنية الضرورية (الأساسية) Essential Fatty Acids وتدخل فى بناء دهون خلايا الأنسجة المختلفة، وهى ضرورية لامتصاص الفيتامينات الذائبة فى الدهون، ولاستيرولاتها أهمية حيوية فسيولوجية، علاوة على تحسين الدهون لقوام العلف المخلوط ومنع إثارته للأتربة وتساعد فى تشكيله.

فوظيفة الدهون أساسا توفير الطاقة اللازمة لحفظ حياة وإنتاج الحيوان، واختلاف الدهون فى طاقتها المستفادة بها تتوقف أساسا على هضم الدهون، والتى تزيد عن ٨٠%، كمعامل هضم حقيقى (فيما عدا فى حالات خاصة من سوء الامتصاص)، وانخفاض دهن العليقة عن ١٠% (كما فى التغذية النباتية) يخفض معامل الهضم الظاهرى عن هذه النسبة، وذلك لغنى الروث بالدهن الميتابوليزمى، وكذلك ارتفاع نسبة الشموع Waxes والإستيرولات فى العليقة يخفض من امتصاص الدهون، لفقر هضم وامتصاص هذه المكونات. وتغذية الحيوانات على علائق خالية من الدهن تظهر أعراض نقص الفيتامينات الذائبة فى الدهن.

الأحماض الدهنية الأساسية كاللينوليك Linoleic واللينولينيك Lionolenic لا يمكن تخليقها تقريبا فى أنسجة الحيوان (أو على الأقل بكميات كافية لمنع التغيرات المرضية)، لذا يجب إضافتها إلى العليقة، بينما حمض الأراشيدونيك Arachidonic فيمكن تخليقه



من اللينولييك، ولا يتطلب في العليقة إلا إذا غاب منها اللينولييك. وهذه الأحماض الضرورية الثلاثة تدخل في تركيب ليبوبروتينات جدر الخلايا، وكذلك في تركيب البروستاجلاندينات Prostaglandins (مركبات شبيهة الهرمونات) التي تتوزع في الأعضاء التناسلية وأنسجة الحيوان الأخرى. ويؤدي نقص بعض الأحماض الدهنية في غير المجترات إلى أضرار جلدية، مثل تقشير الجلد Scaly Skin، ونكرزة الذيل، وتوقف النمو والتناسل، وأودوما Edema، ونزف تحت الجلد Subcutaneous Hemorrhage، وضعف الترييش في الدجاج. وصغار المجترات يبدو احتياجها للأحماض الدهنية الأساسية نظراً لدرجة ميكروفلورا الكرش لمعظم الأحماض الدهنية غير المشبعة، وثبت وجود حمض الأراشيدونيك بتركيز عالي في الأنسجة التناسلية للماشية، إذ ربما يخلق في هذه الأنسجة كحجر بناء أولى للبروستاجلاندينات.

الفيتامينات الذائبة في الدهون (A, D, E, K) يتوقف امتصاصها على هضم وامتصاص الدهون، إذ تستحلط بنفس طريقة امتصاص الأحماض الدهنية، وتتقلل الفيتامينات هذه بكفاءة في المستحلط الغروي Micelles المحتوى جليسيريدات أحادية وأحماض دهنية حرة أكثر مما في حالة المستحلط الغروي غير المحتوى على هذه الدهون. فالدهون تعمل كحامل Carrier لهذه الفيتامينات ومولداتها (مواد بنائية أولية) Precursors، مثل الكاروتينات Carotenes (ألفا وبيتا وجاما) والكربتواكرانثين Cryptoxanthin التي تتحول في جسم الحيوان إلى فيتامين A.

وتؤدي الزيوت الطيارة إلى إكساب الغذاء طعماً يفتح شهية الحيوان للأكل. والدهون مصدر كذلك للكلولين (في الفوسفوليبيد ليسثين) الهام للحيوان. كما تساعد الدهون في امتصاص الكالسيوم (والفوسفور). وتدخل الفوسفوليبيدات في تركيب ليبوبروتينات جدر الخلايا الحيوانية، والتي تتركز أيضاً في القلب والكلية والأنسجة العصبية، وكذلك في البيض وفي فول الصويا. وترجع الرائحة السمكية للدهن المؤكسد للأكسدة الإضافية للكلولين المتحرر من الليسثين كأحد الليبوبروتينات.

أما الشموع كمزيج متعدد من إسترات مختلفة لا تتحلل بسهولة لذا فهي عديمة القيمة الغذائية، لكنها تحمي الصوف والريش من الماء لأن الشموع غير محبة للماء. وأهم الستيرويدات الحيوانية الكوليسترول الذي يدخل في تركيب المخ (١٧% من وزن المخ الجاف) وجميع الخلايا الحيوانية، ومن الكوليسترول تخلق الستيرويدات أخرى هامة مثل ٧-دي هيدروكوليسترول الذي يتعرض (تحت الجلد) للأشعة فوق البنفسجية ينتج فيتامين D<sub>3</sub> (كوليكاليفيرول)، ومن الكوليسترول كذلك تخلق أحماض الصفراء Bile Acids (مثل حمض الجلايچولييك) الهامة لتصبين (تحلل) الدهون (في الإثني عشر) وزيادة فعالية إنزيم الليباز، ويدخل كذلك الكوليسترول في بناء مجموعة هرمونات فوق الكلية (الأدرينال Adrenal gland) التي تضم الكوريكوستيرون والكورتيزول، والتي تسيطر على إنتاج الجلوكوز والاستفادة منه، والسيطرة على عمليات التمثيل الغذائي للدهون.

## التمثيل الغذائي للدهون Fats Metabolism

يقصد بالميتابوليزم كل عمليات الهضم والامتصاص والإخراج وتوظيف الجزء الممتص من الغذاء، فهو تفاعلات كيميائية تحدث في جسم الكائن الحي، جزء من هذه التفاعلات يشمل تكسير الغذاء لمواد بنائه الأولية، فيطلق عليها عمليات الهدم Catabolism، وجزء آخر من التفاعلات بنائي Anabolic، لتصنيع المركبات المعقدة من أحجار بنائها الأولية، وجزء ثالث من هذه التفاعلات يلزم لإخراج النواتج الثانوية لتفاعلات الهدم والبناء في الميتابوليزم. فيبدأ الميتابوليزم بالهضم ويمر بالامتصاص والاستفادة من المركبات والعناصر الممتصة، وينتهي بإخراج ما لم يهضم وما لم يمتص والنواتج العرضية للعمليات السابقة كلها، إضافة لما قد يصاحب ذلك من اضطرابات وأمراض ميتابوليزمية كالحموضة وغيرها.

وترتبط مجاميع المغذيات معا لحد كبير، وتؤثر على بعضها البعض، ففي المجترات تنكسر معظم الكربوهيدرات إلى وحدات صغيرة منتجة أحماضاً دهنية طيارة (خليك، بروبيونيك، بيوتريك)، وينتقل حمض الخليك عبر جدار الكرش Rumen إلى الكبد في الدورة الدموية، ثم يوزع على أعضاء وأنسجة الجسم كمصدر للطاقة وبناء الأحماض الدهنية. ونفس الشيء بالنسبة لحمض البروبيونيك الذي قد يتحول إلى الفا جليسيروفوسفات يستخدم في تخليق الجليسيريدات الثلاثية، أو يتحول إلى جلوكوز والذي قد يكون مصدر لمساعدات إنزيمية هامة في عملية بناء أحماض دهنية. أي أن هناك تداخل كبير بين ميتابوليزم كل من الكربوهيدرات والدهون. ونفس الشيء للبروتينات، فبعد نزع مجاميع الأمين ( $\text{NH}_2$ ) من أحماضها الأمينية بعملية نزع الأمين Deamination يكون الباقي من الحمض الأميني هو حمض كيتوني يوجه إما لبناء أحماض أمينية أو دهنية أخرى. وكل هذه المجاميع من المغذيات (كربوهيدرات، دهون، بروتينات) تشترك ثانية معا في إنتاج الطاقة اللازمة لحفظ حياة الكائن الحي وإنتاجاته، فنواتج هضم الكربوهيدرات (جلوكوز وأحماض دهنية) والدهون (جليسرول وأحماض دهنية) والبروتينات (أحماض أمينية وكيتونية) قد تتأكسد جميعها لإنتاج الطاقة.

**الهضم والامتصاص:** لا تتأثر الدهون عادة في الحيوانات وحيدة المعدة بعمليات الهضم السابقة للأمعاء، إذ تخلط الدهون بالعصارة الصفراوية في أول جزء من الأمعاء (الإثني عشر) فتتحول إلى مستحلب يسهل تحليله إنزيميا (بالبلياز) من البنكرياس والأمعاء إلى جليسيريدات أولية وأحماض دهنية وجليسرول، حيث تمتص الأحماض الدهنية في الدم على صورتها هذه، أو قد تتحد مع الجليسرين ثانية لتكوين مركبات دهنية أخرى. وتمتص الدهون المخلوطة مع الجليسيريدات الأولية والأحماض الدهنية مع العصارة الصفراوية خلال جدر الأمعاء إلى الوريد البابي فالكبد، وكذلك جزء من الجليسيريدات الثلاثية دقيقة الجزيئات. وتنقل معظم الدهون بعد استحلابها في صورة كيلوميكرونات (جزيئات متناهية في الصغر من الدهون تغلفها طبقة رقيقة من البروتين) عن طريق

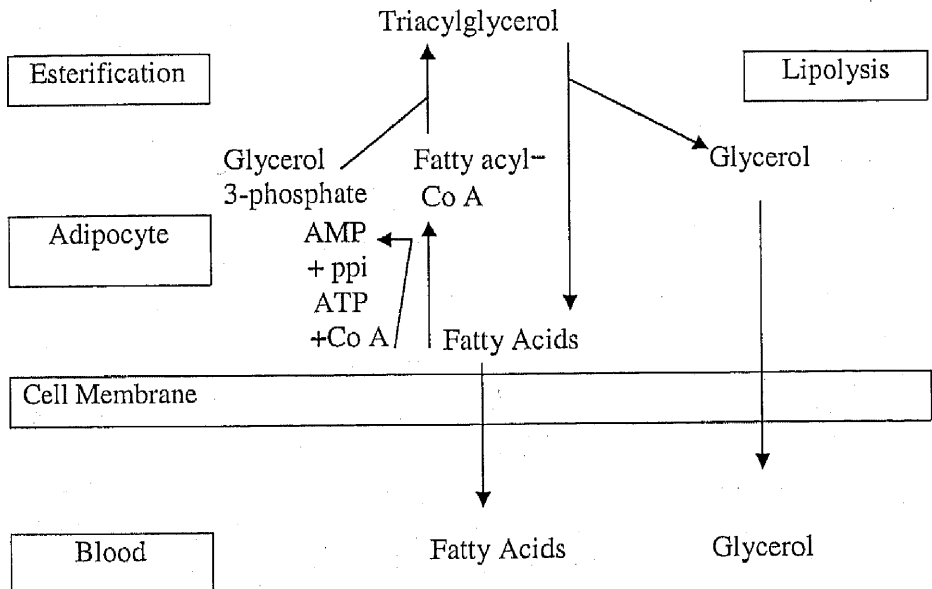
اللف ثم الدورة الدموية، وجميعها تستخدم كمصدر للطاقة أو في إنتاج دهون أخرى وتخزن في أعضاء وأنسجة الجسم.

بينما في المجترات يتحلل الدهن مائيا في الكرش ويمتص من جدار الكرش الأحماض الدهنية الطيارة قصيرة السلسلة الكربونية، بينما تمتص الأحماض طويلة السلسلة من الأمعاء الدقيقة. ويتم في الكرش هدرجة بعض الأحماض الدهنية غير المشبعة وتحويلها إلى مشبعة (خاصة في وجود البروتوزوا)، بينما الأحماض الأخرى لا تتهدرج في الكرش بل تنتقل إلى الأنسجة واللبن على صورتها. وفي الكرش أيضا تنتج مشابهات الأحماض الدهنية المغايرة Trans نتيجة لتمثيل البكتريا.

ويتوقف هضم وامتصاص الدهن على كميته وتركيبه، إذ ينخفض معامل هضم الدهن بزيادة كميته في العليقة، كما أن امتصاص الأحماض الدهنية غير المشبعة ومنخفضة نقطة الانصهار أعلى من امتصاص الأحماض الدهنية المشبعة، وامتصاص الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة أكبر منها عن بقية الأحماض الدهنية.

وتؤدي الزيوت إلى خفض معدلات هضم السليلوز والألياف، وخفض إنتاج الخلايا، وزيادة البروبيونات في كرش المجترات، وينخفض الميثان ربما لتوجيه جزء من الهيدروجين إلى تشبيع (هدرجة) الروابط الزوجية في الأحماض الدهنية غير المشبعة.

ويصور الرسم التالي خطوات تحليل وبناء الدهون في الحيوان.



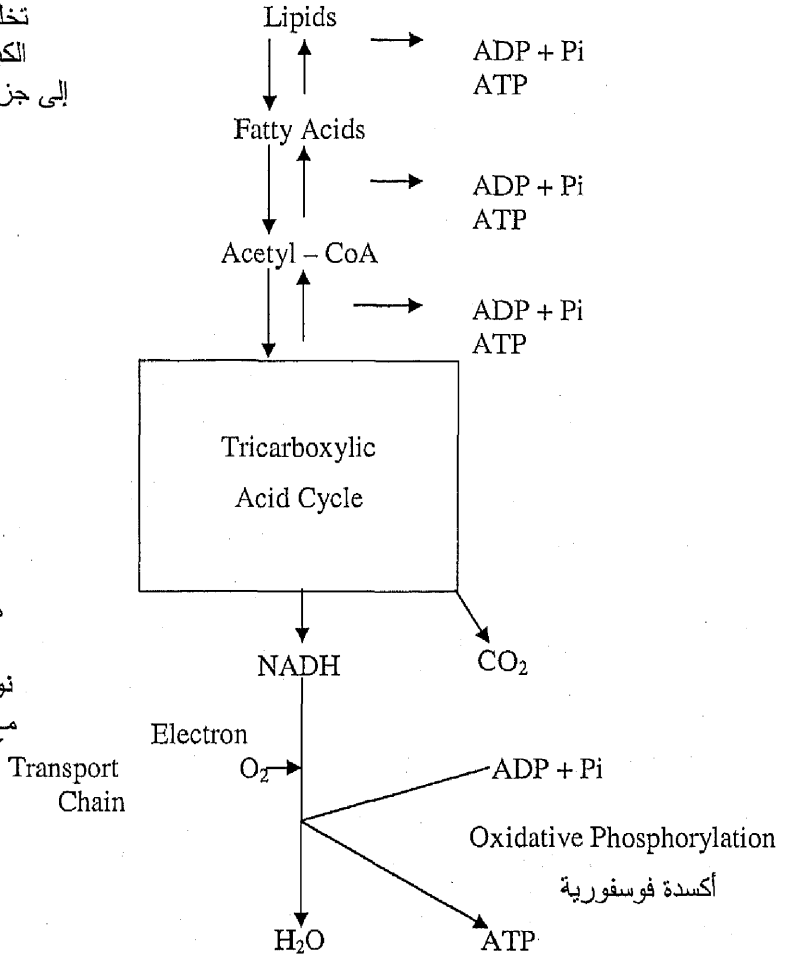
حيث تمر الدهون بأطوار ميټابوليزمية ثلاثة في الهدم والبناء هي:

- ١- تخليق الجزيئات الكبيرة/تكسيرها إلى جزيئات صغيرة.
  - ٢- تخليق/هدم الجزيئات الصغيرة.
  - ٣- هدم الجزيئات الصغيرة إلى نواتج إخراجية مع إنتاج ATP.
- وذلك كما يوضحه الرسم التالي:

تخليق الجزيئات  
الكبيرة/تكسيرها  
إلى جزيئات صغيرة

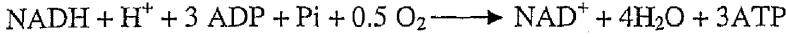
تخليق وهدم  
الجزيئات  
الصغيرة

هدم الجزيئات  
الصغيرة إلى  
نواتج إخراجية  
مع إنتاج ATP



دورة حمض ثلاثي الكربوكسيليك

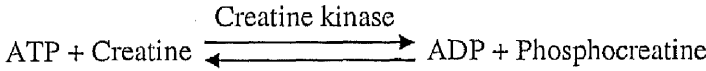
ويخلق ATP في خلايا الحيوانات الثديية أساساً بالأكسدة الفوسفورية في الميتوكوندريا Mitochondria، إذ يمنح NADH أو الفلافين أدينون دي نيوكليوتيد مختزل (FADH) Flavin Adenine Dinucleotide reduced نرة هيدروجين، وبأكسدة إلى ماء ينتج ATP كالتالي:



وكذلك يمكن تخليق ATP مباشرة أثناء أكسدة الجلوكوز:

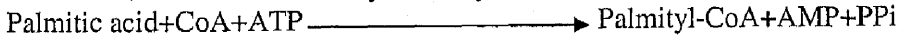
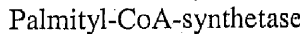
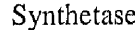
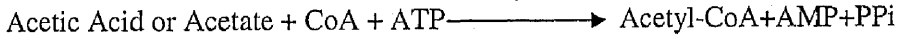
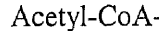


وإنتاج ATP يجب أن يكون سريع ومتناسق مع زمن الاحتياج إليه، وبالكم المطلوب إليه، نظراً لضالة تخزينه، إذ يتحد مع الكرياتين لتكوين الفوسفوكرياتين.



ويتم تخليق الأحماض الدهنية أساساً في الكبد في بعض الأنواع الحيوانية، وأساساً من الجلوكوز، بينما في المجترات وفي كل أنواع الحيوانات تنعدم أهمية الكبد في تخليق الأحماض الدهنية في حالة الصيام.

وتدخل الأحماض الدهنية إلى الميتوكوندريا بعد تنشيطها، بتحويلها إلى استرات الحمض الدهني مع الكارنيتين Acyl Carnitine Esters، التي تتحول إلى Fatty Acyl-CoA، ثم بالأكسدة في المواقع بيتا  $\beta$ -oxidation تتحول إلى Acetyl-CoA (منتجة NADH و  $\text{FADH}_2$  اللتان تستخدمان في الفسفرة الأكسدية Oxidative phosphorylation في سلسلة نقل الإلكترونات) التي تتأكسد بدورها إلى  $\text{CO}_2$  في دورة حمض ثلاثي الكربوكسيل، لكن لو زاد معدل إنتاجها عن معدل الأكسدة فإن الزيادة من الأسيتيل مساعد انزيم تتحول إلى كيتونات (أسيتوأسيتات و 3-هيدروكسي بيوترات) في عملية Ketogenesis. ويخلق 3-هيدروكسي بيوترات في المجترات كذلك من البيوترات في طلائية الكرش، مما يزيد من تركيز الكيتونات في دم المجترات.



فتحرق الأحماض الدهنية (التي تصل مع اللبيف في صورة ليبوبروتينات أو التي تصل مع دم الوريد البابي إلى الكبد) في الكبد والعضلات والأنسجة الدهنية إلى  $\text{CO}_2$  في وجود ADP التي تتحول إلى ATP، أو قد تتحول في النسيج الدهني إلى جليسريدات ثلاثية.

وفى حالة زيادة دهن العليقة تصير الأحماض الدهنية هى الوقود الأساسى للعضلات، وتترسب كدهون فى الأنسجة الدهنية، ويقل تحليل الكربوهيدرات وتخليق الأحماض الدهنية فى الكبد، بل تصير الأحماض الدهنية فى الكبد مصدر للطاقة، بينما توجه الأحماض الأمينية والجليسرول واللاكتات فى الكبد لتخليق الجلوكوز فى عملية • Gluconeogenesis

وتعمل أملاح الصفراء Bile Salts (أملاح أحماض الكوليك Cholic والذى أوكسى كوليك Deoxycholic والثاوروكوليك Taurocholic والجليكوكوليك Glycocholic acid، وكلها ستيرويدات تشتق من الكوليسترول) بفعلها المنظف Detergent Action على استحلاب Emulsification الدهون وتقليل توترها السطحي Surface tension، وتعالجها الأمعاء فتختزل أقطار جزيئاتها إلى ٥٠٠ - ١٠٠٠ مللى ميكرون  $\mu$ m (نانوميتر nm)، فتزداد مساحة سطوحها المعرضة لإنزيم ليباز البنكرياس والأمعاء، فتتحلل هذه الدهون المستحلبة إلى أحماض دهنية حرة وجليسيريدات أحادية، ترتبط مع Micelles (ملح - فوسفوليبيد - كوليسترول) مكونة Mixed Micelles (٥ - ١٠ مللى ميكرون) هى أساس الامتصاص الكفاء خلال مخاطية الأمعاء لتكوين مستحلب (كيلوميكرونات) اللامف. إذ تكون الجزيئات المختلفة مستحلبات دقيقة القطر، تعمل على نظرية الدهون وتسهيل امتصاصها فى أول الأمعاء الدقيقة، سواء فى شكل جليسرول وأحماض دهنية قصيرة السلسلة (لدم بالنقل السلبي Passive Transport)، أو جليسيريدات أحادية وأحماض دهنية طويلة السلسلة (لخلايا المخاطية للأمعاء بالانتشار Diffusion)، ولحد قليل أيضاً بعض الجليسيريدات الثلاثية كمستحلب دقيق جزيئاته ذات أقطار حوالى ٥٠٠ أنجستروم  $A^{\circ}$  (نانوميتر).

وبامتصاص الدهن بعد التغذية يرتفع تركيز ليبيدات الدم Lipemia. وتركب ليبيدات الدم من الكيلوميكرونات Chylomicrons (جزيئات دهن مستحلبة) المتكونة داخل خلايا مخاطية الأمعاء أثناء الامتصاص، إضافة لليبيدات الناتجة من سحب مخزون الجسم ومن التخليق فى أنسجة الجسم، خاصة فى الكبد والأنسجة الدهنية Adipose Tissues. وتنتقل ليبيدات الدم كليبوبروتينات تتراوح ما بين منخفضة الكثافة جداً Very low density lipoprotein (VLDL) (مثل الكيلوميكرونات) إلى مرتفعة الكثافة High density lipoprotein (HDL). وتزيد الكثافة بزيادة جزء البروتين فى المعقد وانخفاض جزء الليبيد. فالكيلو ميكرونات يخلقها الجسم فى الأمعاء الدقيقة من دهن الغذاء، بينما الليبوبروتينات الأخرى يخلقها الكبد والأمعاء الدقيقة. وتزال الكيلوميكرونات من الدم بسرعة جداً بواسطة الكبد وترسيب (تخزين) الدهن والأنسجة الأخرى. ويتوقف مستوى كوليسترول الدم على تركيب العليقة وتخليق الكبد، بينما نسبة الكوليسترول الحر إلى إسترات الكوليسترول، وكذلك الكوليسترول الحر إلى الفوسفوليبيدات أكثر ثباتاً فى الحيوانات الطبيعية.

وتستطيع الأنسجة الدهنية أن تخلق الدهن من الكربوهيدرات وأكسدة الأحماض الدهنية. ويخلق الكوليسترول من أسيتيل كواينزيم A، وينظم تخليقه بواسطة الاستهلاك الغذائي، فزيادة الاستهلاك تخفض تخليقه في الكبد، بينما نقص الاستهلاك أو الامتناع يزيد التخليق. ولكون الجليسيريدات الثلاثية مصدر جاهز للطاقة، فإنها دائمة التخزين والسحب من الأنسجة الدهنية. فزيادة استهلاك الطاقة عن الاحتياجات تؤدي إلى تخزين الجليسيريدات الثلاثية (تسمين Fattening)، وضالة استهلاك الطاقة عن الاحتياجات (صيام Fasting) تؤدي إلى فقد (سحب Mobilization) واستهلاك الجليسيريدات الثلاثية.

وهضم الدهون عبارة عن عمليات تحويل الدهون (غير الذائبة في الماء) بتحليلها إلى شكل ذائب في محتويات الأمعاء. ويتحلل الدهن لحد ما في معدة الحيوانات الرضيعة (في كل من الحيوانات وحيدة المعدة والمجترات) وبالبلغة. ويتحلل الدهن في الكرش وتحرر الأحماض الدهنية تتهدرج بشدة إلى حمض ستياريك Stearic Acid، وكثير من المشابهات Isomers التي تعطي (مع الأحماض الدهنية متفرعة السلسلة التي تخلقها بكتريا الكرش) أنسجة المجترات نظام أحماض دهنية متخصص مميز. والأحماض الدهنية غير ذائبة في الكتلة الغذائية في الكرش، لكنها تهاجم بأجزاء الطعام مما يفسر لحد ما نقص امتصاص الأحماض الدهنية طويلة السلسلة من الكرش. وعلى ذلك تختلف الكتلة الغذائية في بداية الأمعاء الدقيقة في وحيدات المعدة عنها في المجترات، ففي وحيدات المعدة تكون دهون الكتلة الغذائية Digesta Lipids أساساً مازالت مؤسثرة كما في العليقة، بينما في المجترات تكون أساساً في شكل أحماض دهنية (حرة مشبعة لحد كبير).

ويتطلب كل من الصفراء وعصير البنكرياس لامتصاص المثالي للدهن، وفي غياب واحد أو كلا الإفرازين قد ينشأ سوء امتصاص Malabsorption، ففي غياب عصير البنكرياس يضار تحلل الجليسيريدات الثلاثية (غير الذائبة في أملاح الصفراء) فلا تنتقل إلى جدر المخاطية، لذا ينشأ سوء الامتصاص للدهون في أمراض البنكرياس وانسداد قنواتها. ويضار امتصاص الدهن كذلك في غياب الصفراء، كما في أمراض الكبد وانسداد قناة الصفراء Bile duct obstruction. وأملاح الصفراء جزء مكمل للـ Micelle ففي غيابها يسوء ذوبان الجليسيريدات الأحادية والأحماض الدهنية الحرة في مكونات أهداب الأمعاء. وعلى أي الأحوال فأملاح الصفراء ليست ضرورية لامتصاص بعض الدهون، فتحلل الدهون يمكن حدوثه في غيابها وتتحزر الأحماض الدهنية خاصة غير المشبعة (التي تذوب في الماء)، وتزيد في وجود أملاح الصفراء. وعموماً يختلف طريق الامتصاص للدهون في حالة غياب الصفراء.

وتفرز الدهون المعاد تخليقها إلى ليμφ الأمعاء (كيل Chyle) كنقط صغيرة القطر حتى ٥٠٠ نانوميتر، فتعطي الليμφ مظهراً لبنياً يعكس اختلافات فسيولوجيا الهضم في

الحيوانات، ففي وحيدات المعدة يظهر هذا القوام عقب الوجبات (لامتصاص الدهن)، بينما في المجترات يظهر القوام اللبني للكيل باستمرار لطبيعة الهضم المستمرة. والدهن الأساسي في الليمف هو الجليسيريدات الثلاثية والتي تعكس أحماضها الدهنية نفس أحماض الدهنية لدهون أهداب الأمعاء. وفي وحيدات المعدة يكون تركيب الأحماض الدهنية للجليسيريدات الثلاثية في الليمف مماثل لتلك الموجودة في الغذاء، بينما في المجترات ليس نفس الوضع بسبب الهدرجة الحادثة في الكرش، والتي تؤدي لإنتاج كميات كبيرة من حمض ستيريك الذي يمتص ويرتبط بالجليسيريدات الثلاثية بالليمف. ورغم الاعتقاد بنقل الدهون في ليمف الحيوانات وحيدة المعدة في صورة كيلوميكرونات، فإن آخر الأبحاث تدل على أن الليبوبروتينات منخفضة الكثافة جداً (VLDL) تلعب كذلك دوراً في نقل الدهون من الأمعاء في ذوات المعدة البسيطة Non-ruminant Animals (Simple-stomached). وفي كل من المجترات وغير المجترات فإن نسبة كبيرة من فوسفوليبيدات الليمف مصدرها جسم الحيوان Endogenous origin.

أحماض الصفراء من حيث الكم تعتبر أهم ناتج نهائي لميتابوليزم الكوليسترول، وتفرز هذه الأحماض الأولية في الصفراء، وتخرج هذه الأحماض الأولية للصفراء المرتبطة (في الحيوانات خالية الميكروبات) في الصفراء والروث، بينما في الحيوانات الطبيعية (المحتوية ميكروفلورا) تتعرض هذه الأحماض الأولية إلى عملية تحلل ونزع لمجاميع الهيدروكسيل Deconjugation and dehydroxylation بإنزيمات الميكروبات في الأمعاء منتجة أحماض صفراء ثانوية، والتي يعاد امتصاصها ثانية، ولو جزئياً على الأقل، وتنتقل إلى الكبد، والنتيجة تكوين مخلوط معقد من أحماض الصفراء الأولية والثانوية. وتقوم بكتيريا هوائية وغير هوائية عديدة بعملية التحلل هذه، وإذا زادت الميكروفلورا في نموها بشدة فإن تحلل الأحماض الصفراوية يشتد، مما قد يؤدي إلى نقص في الأحماض الصفراوية المرتبطة ويسبب لامتصاص الدهون. وتساعد بكتيريا الأمعاء على زيادة إخراج أحماض الصفراء في الروث مما يؤثر على امتصاص الستيرويدات المتعادلة والأحماض الدهنية.

### العوامل المؤثرة على الهضم والامتصاص ومحتوى الطاقة:

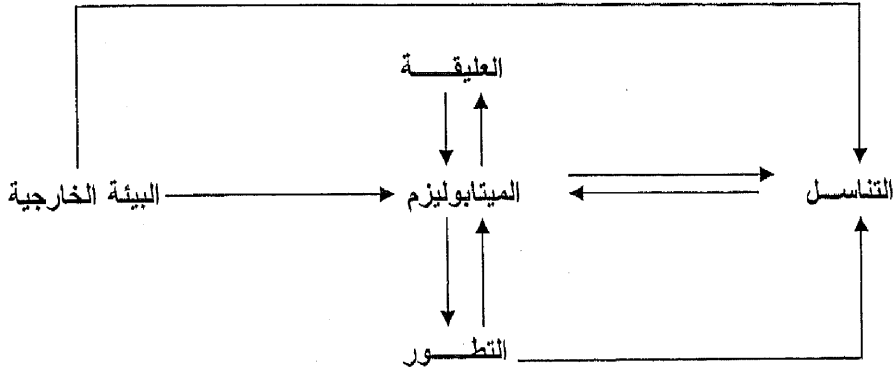
لقد درست العوامل المختلفة المؤثرة على هضم وامتصاص الدهون في الحيوانات، ويمكن تلخيص العوامل المؤثرة على هضم الدهون فيما يلي:

- ١- طول سلسلة الأحماض الدهنية.
- ٢- درجة عدم التشبع للأحماض الدهنية.
- ٣- وجود أو غياب الروابط الإستيرية.
- ٤- الترتيب النوعي للأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة على جليسرول الجليسيريد الثلاثي.



- ٥- عمر الحيوان ونوعه.
- ٦- نسبة الأحماض الدهنية المشبعة إلى غير المشبعة.
- ٧- ميكروفلورا الأمعاء.
- ٨- تركيب العليقة.
- ٩- كمية ونوع الجليسيريدات الثلاثية في دهن العليقة.

لا تستغل الطاقة الناتجة في الجسم كلها لعمليات الجسم المختلفة وإنتاجاته بل يستغل منها فقط ما يسمى بالطاقة الحرة ( $\Delta G$ ) (وهي الطاقة القابلة للتحويل لشكل طاقة آخر). بينما هناك ما يسمى بحرارة التفاعلات ( $\Delta H$ ) وهي الطاقة الكلية الناتجة من مجموع الطاقة الحرة والطاقة الحرارية والتي تمد بالدفئ فقط. وعليه فاللازم لاستمرار عمليات التمثيل الغذائي هي كمية الطاقة الحرة. فالمتابوليزم مرتبط أساساً بالعليقة (كمية وتركيبها)، ويتطور الحيوان وتناسله، علاوة على ظروف البيئة الخارجية، وكلها عوامل متداخلة معا كما يصورها الرسم التالي:



وتتأثر قيمة طاقة العلف بعوامل مؤثرة على هضم العلف وميتابوليزمه من بينها:

- ١- **تركيب العلف:** فمعامل الهضم يرتبط بشدة بالتركيب الكيماوي للعلف، فالأعلاف الخشنة أقل هضماً من المركبات، وتنخفض معاملات هضمها بزيادة محتواها من الألياف الخام، وبزيادة عمرها، وترتيب حشاتها.
- ٢- **تركيب العليقة:** فهضم العليقة ونسبة طاقتها ميتابوليزمية إلى طاقتها الكلية Metabolizability تتأثر بتركيبها ككل، فمعامل هضم العليقة الكلية لا يساوي معاملات هضم مكوناتها منفردة، وذلك للتأثير الإضافي Associative effect، مثل تحسن هضم الأعلاف الخشنة عند إضافة المركبات إليها في عليقة واحدة، وتحسن هضم الكربوهيدرات والدهون عند وجودها مع البروتين في عليقة واحدة. ولا يؤثر

الدهن أو الزيت على معاملات هضم العلف إذا لم يتعد حد معين (١ كجم/١٠٠٠ كجم وزن جسم)، ويجب أن يكون الزيت موزع بدقة (أو مستحلب) على العليقة.

٣- كمية العليقة أو مستوى التغذية: فزيادتها تخفض معاملات الهضم بوجه عام.

٤- إعداد العلف: لزيادة هضمه قد تجرى معاملته ميكانيكياً (طحن الحبوب، تقطيع ودراس المواد الخشنة والخضراء)، طبخ الدرنات، معاملة حرارية للحبوب والمكعبات والمساحيق الحيوانية.

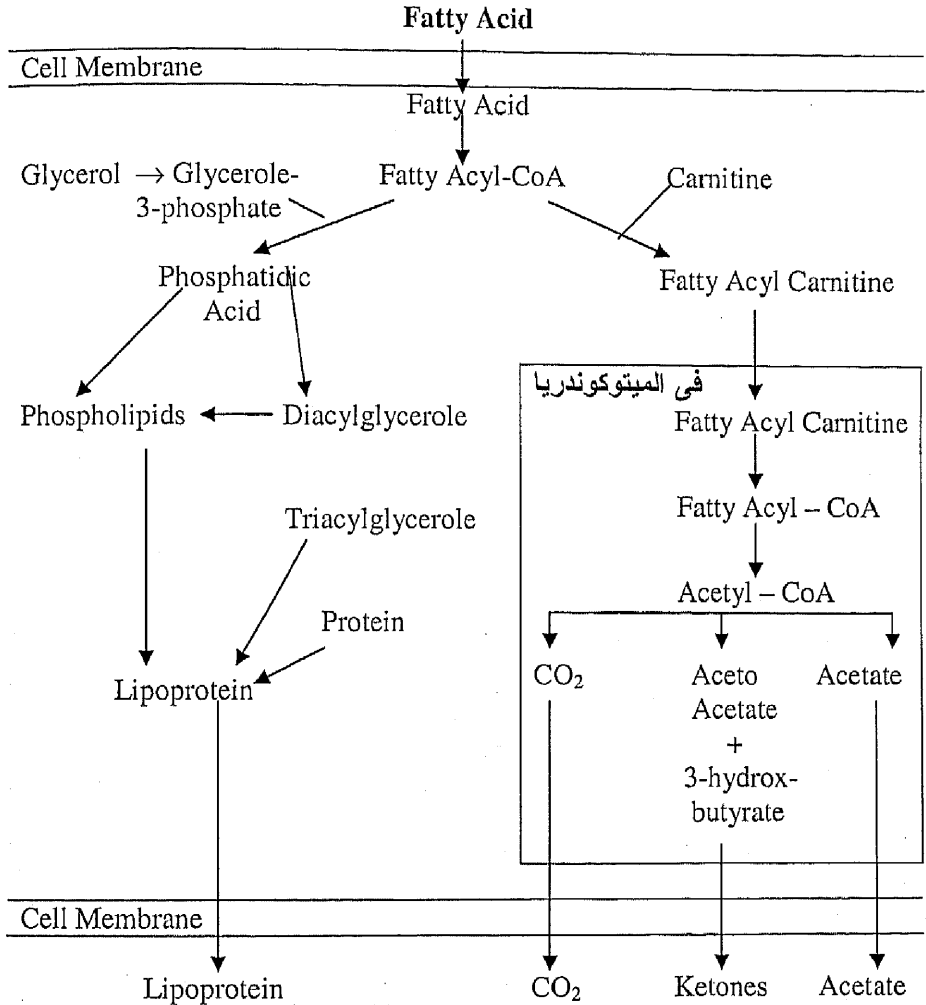
٥- نوع الحيوان: هضم المواد اللينة أكثر في المجترات عنه في غير المجترات، والأعلاف منخفضة الألياف تهضم بنفس القدر في المجترات وغير المجترات. فالهضم الميكروبي في كرش المجترات يحسن معامل هضم الألياف والمغذيات الأخرى، وترتب الحيوانات طبقاً لهضمها للمواد الخشنة على النحو التالي: الماشية < الأغنام < الخيول < الأرناب < الخنازير. وينعكس هذا الترتيب في المركبات فقيرة الألياف كالحبوب، فيكون ترتيب هضمها في الحيوانات المختلفة وحيدة المعدة أعلى منه في المجترات، فالخنازير تهضم الحبوب والبطاطس بكفاءة عن الأرناب < الخيول < المجترات. وعموماً فزيادة محتوى الألياف بمقدار ١% يصاحبه انخفاض معامل هضم المادة العضوية بمقدار ٠,٨٨% في الماشية، ١,٢٦% في الخيول، ١,٤٥% في الأرناب، ١,٦٨% في الخنازير. وحتى الحيوانات المجتررة تختلف فيما بينها في معاملات الهضم، ونفس الشيء في وحيدات المعدة، إذ تختلف أيضاً فيما بينها في معاملات الهضم للأعلاف المختلفة (بل الأكثر من ذلك تتباين معاملات الهضم باختلاف سلالات نفس النوع الحيوانى) كما يوضح ذلك الجدول التالى:

معامل هضم المادة العضوية لبعض الأعلاف المركزة في الحيوانات المختلفة.

| العلف       | الحيوان |       |       |        |
|-------------|---------|-------|-------|--------|
|             | ماشية   | أغنام | أرناب | خنازير |
| حبوب شعير   | ٨٢      | ٨٠    | ٧٥    | ٨٣     |
| حبوب شوفان  | ٧٣      | ٧٥    | ٦٦    | ٦٨     |
| كسب صويا    | ٨٨      | ٨٧    | ٨٠    | ٨٨     |
| كسب كتان    | ٧١      | ٧٦    | ٦٥    | ٦٦     |
| كسب نوى بلح | ٧٨      | ٧٣    | ٥٢    | ٦٤     |

٦- عمر الحيوان: فزيادة عمر الحيوان يزداد معامل هضمه، ففي الأغنام يزداد معامل هضم المادة العضوية والألياف والمستخلص خالي الأزوت بزيادة العمر من ٦ إلى ١٤ شهراً (وإن انخفض معامل هضم البروتين والدهن) لاكتمال نمو المعدة والهضم الميكروبي بها.

### خطوات ميتابوليزم الأحماض الدهنية في خلايا الكبد



ويتوقف فقد الحرارة للحفظ والفقد الحرارى من جراء التخزين فى الأنسجة على  
عديد من العوامل مثل:

١- استهلاك الغذاء أو مستوى التغذية.

٢- معدل زيادة فقد حرارة الحيوان أو الاستفادة من الطاقة.

٣- جودة العليقة.

٤- وزن جسم الحيوان أو عمره.

٥- نوع الحيوان وسلالته.

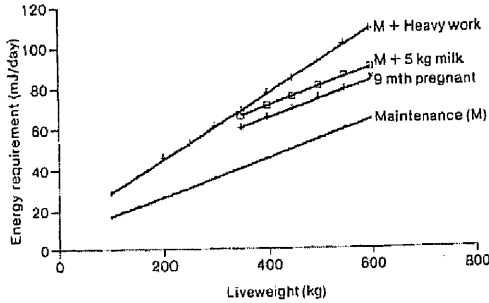
٦- حالة الحيوان وظروفه الصحية.

٧- جنس الحيوان وتركيب جسمه.

٨- ميكروفلورا الجهاز الهضمي.

٩- عمل الحيوان وإنتاجه وحركته.

١٠- درجة حرارة الجو.



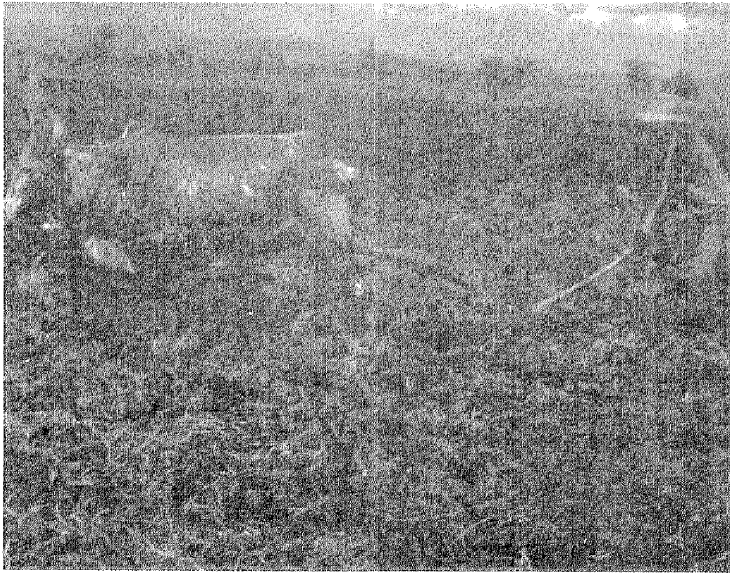
عمل الحيوان من ضمن العوامل المؤثرة على ميٹابوليزم الطاقة.



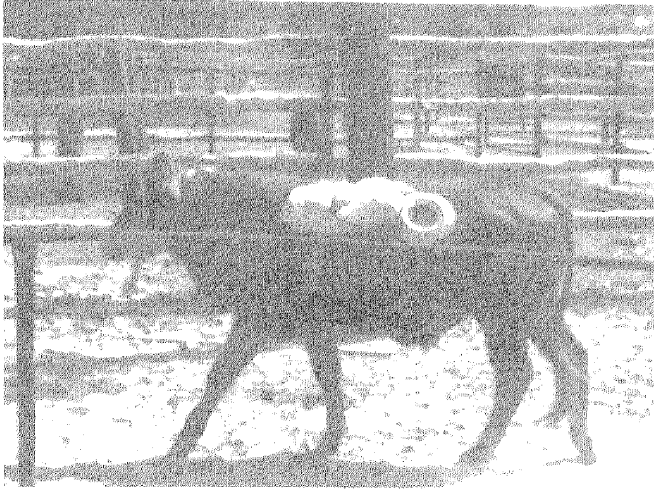
عمل الحيوان الزراعى يؤثر على فقد الطاقة فى العمل .



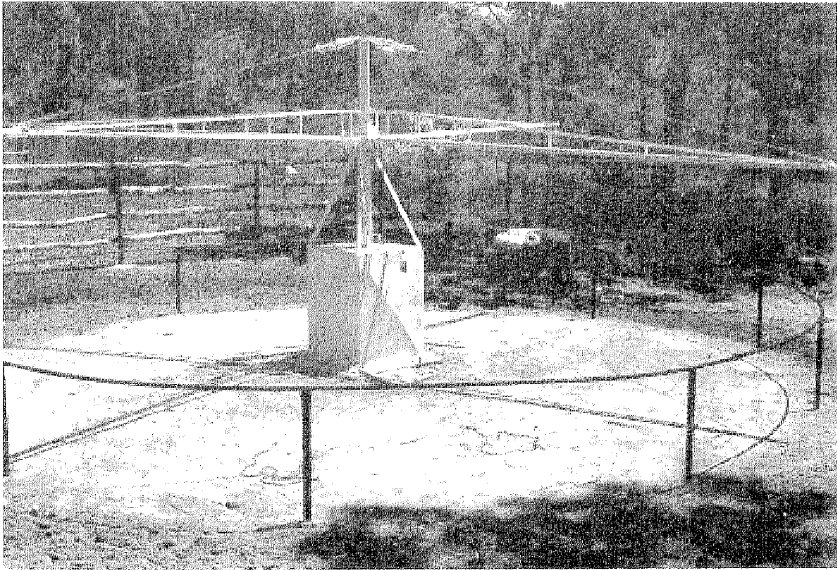
استخدام الإبل فى الزراعة فى سيناء .



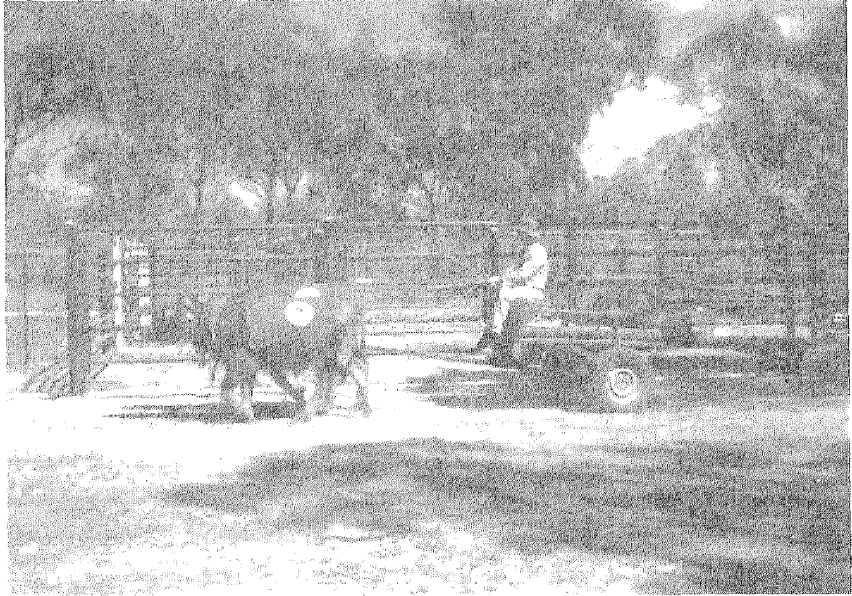
استخدام الحيوانات الزراعية في العمليات الزراعية المختلفة.



ثور يتدرب على العمل Work



آلة تدريب مستديرة لتدريب الحيوانات على العمل •

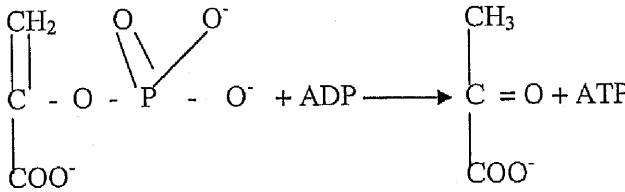


ماشية ذات فتحة كرش مستديمة تجر عربة فى تجربة على فسيولوجيا العمل •



## هدم وبناء الدهون في جسم الحيوان:

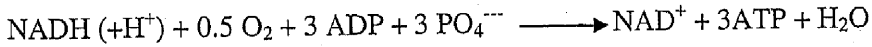
معظم تفاعلات الميتابوليزم البنائية في جسم الحيوان من النوع المحتاج إلى طاقة لتمام حدوثها، وهذه الطاقة تستمد من تفاعلات الهدم المنتجة للطاقة، فهناك ارتباط ما بين عمليات الميتابوليزم المختلفة من هدم وبناء، ويقوم بهذا الارتباط مركبات بينية تحمل الطاقة من تفاعلات وتمنحها لتفاعلات أخرى. ومن هذه المركبات الغنية بالطاقة أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) Adenosine Triphosphate، والتي تنشأ من أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP)، التي تنشأ بدورها من أدينوسين أحادي الفوسفات AMP بتفاعلها مع مادة غنية بالطاقة في عملية فسفرة Phosphorylation، مثل إنتاج ATP في تحليل الكربوهيدرات والدهون (في دورة حمض ثلاثي الكربوكسيل) في خطوة تحويل الفوسفواينول بيروفات إلى بيروفات:



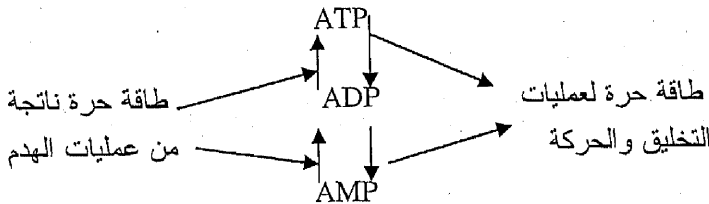
Phosphoenolpyruvate

Pyruvate

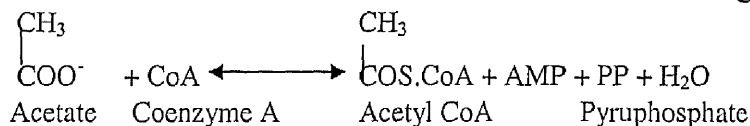
وقد تنتج جزيئات ATP بشكل غير مباشر، في عمليات الأكسدة البيولوجية، أو الأكسدة الفوسفورية Oxidative phosphorylation، التي تحدث في الميتوكوندريا في وجود مركب النيكوتين أميد أدينين دي نيكليوتيد Nicotinamide Adenine Dinucleotide (NAD<sup>+</sup>) أثناء نقل هيدروجين NAD<sup>+</sup> المختزل (NADH) إلى الفلافين أدينين دي نيكليوتيد Flavin-Adenin-Dinucleotid FAD، وكذلك أثناء نقل الإلكترونات من السييتوكروم (b) Cytochrome إلى سييتوكروم (C<sub>1</sub>)، ومن سييتوكروم (a<sub>3</sub>) إلى الأوكسجين. وتؤدي أكسدة مول واحد من NAD<sup>+</sup> إلى إنتاج 3 مول من ATP كالتالي:



فالمركب ATP يقوم بحبس الطاقة ونقلها كما يصور ذلك الرسم التالي:



فبعد تكسير ATP لإنتاج ADP ثم AMP وطاقة تستخدم في تقلص العضلات مثلاً أو إنتاج أحماض دهني:

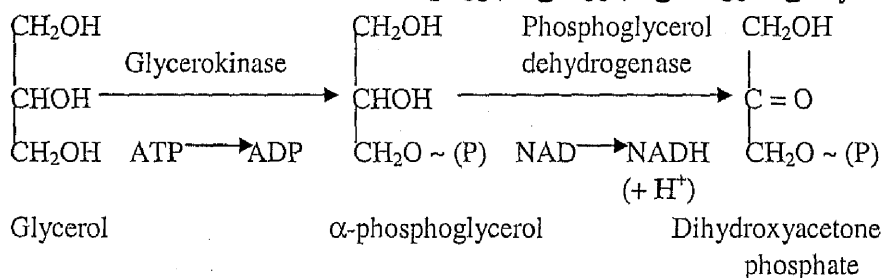


ولتخزين طاقة (في مركبات أكثر ثباتاً) زائدة عن الحاجة المباشرة لتفاعلات الجسم فتخزن في مركب الفوسفوكرياتين في العضلات، وهو ناتج اتحاد الكرياتين مع جزيئات ATP الزائدة:



وعند عدم كفاية جزيئات ATP لمواجهة احتياجات العمليات البيولوجية للطاقة فتتحرر كميات من ATP من الفوسفوكرياتين. وأكثر من ذلك فإن المخزن الرئيسى للطاقة في الجسم (علاوة على ATP والفوسفوكرياتين) هو الدهن، ولحد ما جلوكوز الكربوهيدرات، وتحت ظروف خاصة أيضاً بروتينات الجسم، إضافة إلى العناصر الغذائية الممتصة.

الدهون كمصدر للطاقة: يتحلل الجليسيريدات الثلاثية في جسم الحيوان (لإنتاج الطاقة) بواسطة إنزيمات الليباز منتجة جليسرول وأحماض دهنية، ولتشابه الجليسرول مع المواد الجليكوجينية، فإنه يدخل دورة حمض ثلاثي الكربوكسيل Tricarboxylic Acid Cycle في صورة ثنائي هيدروكسى أسيتون فوسفات:



ثم ينتج الجلوكوز الذى يستخدم لإنتاج الطاقة. وعلى ذلك تكون كفاءة الجليسرول كمصدر لإنتاج الطاقة على النحو التالى:

مول ATP

- +

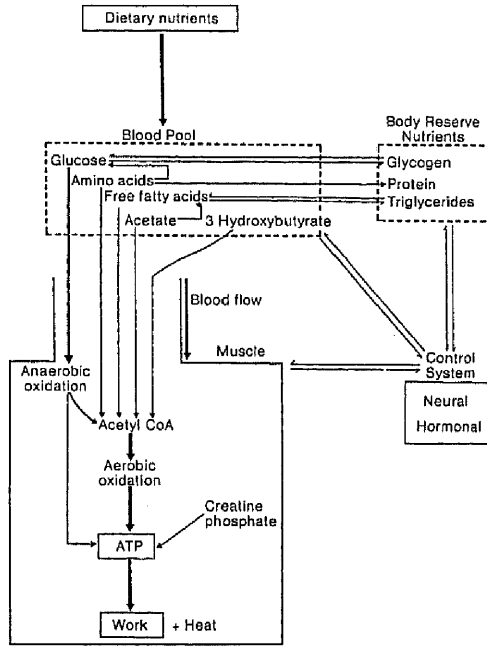
٢ مول جليسرول إلى ٢ مول دى هيدروكسى أسيتون فوسفات إلى ١ مول جلوكوز ٦

٣٨

١ مول جلوكوز إلى ٦ مول ثنائي أكسيد كربون و ٦ مول ماء

٢ ٤٤ المجموع

أى الناتج الصافى ٢١ مول ATP لكل مول جليسرول عند أكسدته إلى ماء وثانى أكسيد كربون •



### • الاستفادة من المواد المنتجة للطاقة لتخليق ATP للعمل Work •

أما الأحماض الدهنية فهي المصدر الرئيسى للطاقة فى الدهن، ويتأكسد الأحماض الدهنية (بتكسيدها بطريقة البيتا أكسده  $\beta$ -oxidation وإنزيم الثيوكيناز) ينتج حامض الخليك المنشط CoA-acetyl فى كل خطوة، إلى أن تتحول السلسلة الكربونية كاملة إلى أسيتيل مساعد إنزيم، الذى يدخل دورة حمض ثلاثى الكربوكسيل ليتحول إلى ثانى أكسيد كربون وماء • ومع كل مول من الأسيتيل كوانزيم A ينشأ ٥ مول ATP، وكل مول أسيتيل كوانزيم A عند أكسدته إلى  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$  ينتج ١٢ مول ATP • فحامض البالميتيك (١٦ ذرة كربون) ينتج المول منه ٨ مول أسيتيل كوانزيم A فى ٧ عمليات أكسدة  $(٧ \times ٥ = ٣٥)$  مول ATP ويستهلك ٢ مول ATP ثم تتأكسد هذه ٨ مول إلى  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$   $(٨ \times ١٢ = ٩٦)$  مول ATP، فيكون صافى الطاقة (ATP)

الناجمة من أكسدة كل مول حمض بالميتيك ( $35 + 96 - 2 = 129$  مول ATP)، فتتوقف الطاقة الناتجة من كل حمض دهني على طول السلسلة الكربونية فيه، أى على عدد جزيئات (مولات) الأسيتيل كوانزيم A (حمض الخليك المنشط) الناتجة.

| الأحماض الدهنية                                                                                                                                                               | تركيبها                                                                                                                                                                                                                                                                                   | وجودها                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>مشبعة:</b><br>خليك<br>بيوتريك<br>كابريك<br>كابريك<br>كابريك<br>لاوريك<br>ميريستيك<br>بالميتيك<br>ستياريك<br>أراشيدونيك<br>ليجنوسينيك<br>سبروتينيك<br>مونتانيك<br>ميليسيك   | $CH_3COOH$<br>$C_3H_7COOH$<br>$C_5H_{11}COOH$<br>$C_7H_{15}COOH$<br>$C_9H_{19}COOH$<br>$C_{11}H_{23}COOH$<br>$C_{13}H_{27}COOH$<br>$C_{15}H_{31}COOH$<br>$C_{17}H_{35}COOH$<br>$C_{19}H_{39}COOH$<br>$C_{23}H_{47}COOH$<br>$C_{27}H_{51}COOH$<br>$C_{29}H_{55}COOH$<br>$C_{31}H_{59}COOH$ | خل<br>زبد<br>زبد<br>زبد<br>زيت جوز الهند<br>زيت جوز الهند<br>زيت جوز الهند<br>دهن حيواني<br>دهن حيواني<br>زيت فول سوداني<br>Arachis oil<br>دهن الصوف<br>شمع النحل<br>شمع النحل |
| <b>غير مشبعة:</b><br><b>رابطة مزدوجة:</b><br>أوليك<br>إريسيك<br><br>رابطان مزدوجتان:<br>لينوليك<br><br>ثلاث روابط زوجية:<br>لينولينيك<br><br>أربعة روابط زوجية:<br>أراشيدونيك | $C_{13}H_{33}COOH$<br>$C_{21}H_{41}COOH$<br><br>$C_{17}H_{31}COOH$<br><br>$C_{17}H_{29}COOH$<br><br>$C_{19}H_{31}COOH$                                                                                                                                                                    | دهن حيواني<br>زيت بذور الشلجم<br><br>زيت بذور كتان<br><br>زيت بذور كتان<br><br>ليسثين                                                                                          |

**تخليق الدهن:** يتم تخليق جليسيريدات أنسجة الجسم من جليسيريدات الدم، أو يتم تخليقها من الجليسرول والأحماض الدهنية في الأنسجة. فحمض البالميتيك يتم تخليقه في سيتوبلازم خلايا الكبد والكلى والمخ والرتتين والغدد البنينة والأنسجة الدهنية، وذلك من حمض الخليك المنشط في وجود  $NADP^+$  و  $ATP$  و  $CO_2$  و  $Mn^{++}$  على عدة خطوات في كل منها تزداد السلسلة الكربونية بمقدار ذرتي كربون. ويتم استطالة السلسلة الكربونية لحمض البالميتيك في الميتوكوندريا بمساعدة الأسيتيل كواينزيم A بمساعدة  $ATP$  و  $NAD^+$  و  $NADPH$  لإنتاج أحماض دهنية مشبعة ذرات كربونها ١٨ - ٢٤ ذرة، أما الأحماض الدهنية غير المشبعة فتخلق من الأحماض المشبعة ذات نفس العدد من ذرات الكربون في الجسم، خاصة في الكبد، أو من أحماض اللينوليك واللينولينيك من الغذاء. وتقدر كمية الدهن المترسبة يوميا من المعادلة:

$$\text{كمية الدهن المترسبة يوميا} = (\text{معدل النمو اليومي})^{1.8}$$

أحماض دهنية غير مشبعة بروتوزوا ← أحماض دهنية مشبعة

أحماض دهنية غير مشبعة بكتيريا ← أحماض دهنية غير مشبعة

أما الجليسرول فيخلق في الجسم من الجلوكوز الذى يتحول إلى دى هيدروكسى أسيتون فوسفات الذى يختزل إلى جليسر وفوسفات فى وجود  $NADH$ ، والذى ينتج الجليسيريد الثلاثى فى وجود أسيل كواينزيم A ( $Acyl-CoA$ ). ويمكن تخليق الجليسيريدات الثلاثية مباشرة من الجليسيريدات الأحادية فى الجدار الداخلى للأععاء الدقيقة.

وعموماً تخليق الدهون أعقد وأصعب من هدمها، إذ يتوقف التخليق على وجود المواد الأولية بنسب معينة فى وقت معين بأنسجة الجسم، وأى خلل فى ذلك قد يوقف التخليق.

**تأثيرات إضافة الدهون إلى علائق الحيوان:** تتباين النتائج كثيراً حسب نوع الحيوان ونوع الدهن المستخدم ومستواه إلى غير ذلك من العوامل، فرغم عدم تأثير إضافته على معاملات هضم المادة الجافة والمستخلص الإيثيرى والبروتين الخام عند استخدام الزيوت النباتية فى بعض أبحاث الأرانب، فلم تؤثر الدهون الحيوانية أيضاً على معاملات هضم المادة الجافة والبروتين الخام والألياف الخام والطاقة، بل إنه فى بحوث أخرى أدت إضافة الزيوت إلى نقص معاملات هضم المادة الجافة والمادة العضوية والطاقة، ربما بسبب انخفاض هضم زيت الذرة المستخدم نفسه فى الأرانب. وقد فسرت بعض النتائج الإيجابية للهضم على أن الروث يحتوى دهون متصبة لا يمكن تقديرها مع المستخلص الإيثيرى، مما يؤدى لارتفاع ظاهرى فى معاملات هضم الدهون فى الأرانب.

وقد يؤدي دهن البقر في علائق الأرناب (٢% من العليقة) إلى زيادة استهلاك الغذاء ومعدل النمو والأوزان النسبية لكل من الكلى والرئة والقلب، وكذلك زيادة كالسيوم العظام، ويخفض الدهن هذا من محتوى الدم من البروتين والكوليسترول وكذلك فيتامين A في الكبد، ومحتوى العظام من السليكا والفوسفور والماغنسيوم. بينما يؤدي زيت بذور القطن (٢% من عليقة الأرناب) إلى خفض محتوى الدم من الجلوكوز والفوسفور والكوليسترول، ونشاط إنزيمات الجلوتامات أوكسالوأسيتات ترانس أميناز، وكذلك كثافة العظام، لكن رفع من مخزون الكبد معنوياً في فيتامين A. وخفض زيت النخيل المهدرج (٢% من علائق الأرناب) من محتوى الكبد من المادة الجافة والرماد وفيتامين A، بينما رفع من دهون الكبد معنوياً، وقد خفض كذلك من المادة الجافة للعضلات.

وعند استخدام زيت صويا (مخلف صناعة المارجارين) ومخلوط دهون حيوانية منفردة أو مخلوطة بمعدلات ٢٠ - ١٠٠ جم/كجم عليقة أرناب أدت جميعها إلى تحسن في وزن الجسم (غير معنوي) بغض النظر عن مستوى ونوع الدهن (التي لم تؤثر بشكل ملحوظ). المستوى العالي من الدهن ٦٠، ١٠٠ جم/كجم علف خفض معنوياً من استهلاك الغذاء اليومي، فحسن من كفاءة التحويل الغذائي. ورغم عدم تأثير التضافي بإضافة الدهن في الغذاء، فقد زاد دهن حوض الكلى بإضافة الدهن. وقد وجد أن زيت جوز الهند المهدرج يزيد وزن جسم الأرناب (عن زيت الذرة) والكوليسترول والجليسريدات الثلاثية في بلازما الأرناب وكذلك أدى إلى تغيرات مزمنة في جدر الشرايين Atherosclerosis عنه في زيت الذرة.

أما في المجترات، فقد وجد أن إضافة الدهون الحيوانية بمعدل ٥ أو ١٠% من علائق الأغنام حسنت من زيادة وزن الجسم اليومية (خاصة في الجو الحار على مستوى الدهن العالي)، وخفضت من استهلاك الغذاء، وحسنت من كفاءة التحويل الغذائي (وزاد التحسن بزيادة الدهن)، زيادة الدهن رفعت من كوليسترول وفوسفوليبيدات بلازما الأغنام (خاصة في الجو البارد على المستوى العالي من الدهن)، بينما لم تتأثر الجليسيريدات الثلاثية في البلازما سواء بالدهن أو الطقس.

ويؤدي ارتفاع الدهن (في صورة صلبة) في عليقة الحملان إلى خفض كل من استهلاك الغذاء وهضمه، وعند إسالة الدهن (معلق) فلا يضر بأى من استهلاك الغذاء أو هضمه. وعند حقن معلق الدهن الحيواني لكرش الأغنام فإنه يخفض من معدل هضم الغذاء وتركيز أمونيا الكرش بينما ترفع نسبة حمض البروبيونيك في الكرش.

وإضافة الدهن الحيواني يرفع من pH كرش الأغنام، ويزيد الـ pH بزيادة الدهن من ٥ إلى ١٠% من العليقة، ويؤدي الدهن بنسبة ٥% إلى زيادة أمونيا الأحماض الدهنية الطيارة في الكرش عن ١٠% دهن وعن المقارنة بدون دهن، وبزيادة الدهن تزيد نسبة البروبيونات وتخفض نسبة الخلطات. ولقد ارتبط تحسن الزيادة في وزن الجسم

وفي الكفاءة الغذائية إيجابياً مع نسبة دهن العليقة وسلبياً مع نسبة الخللات: البروبيونات (التي انخفضت بزيادة نسبة دهن العليقة) •

ولقد ثبت معملياً أن الدهن يخفض من إنتاج الميثان والأحماض الدهنية الطيارة، نتيجة خفض هضم المادة العضوية • وذلك عكس ما ثبت من التجارب البيولوجية، حيث وجد أن زيت عباد الشمس يزيد معاملات هضم المغذيات المختلفة، كما حسن من القيم الغذائية المختلفة للعلائق في الأغنام، كما أدى إلى زيادة قيم الدم في الجلوكوز والليبيدات الكلية والكوليسترول والفوسفوليبيدات، ونشاط إنزيم اللاكتيك دي هيدروجيناز، وكذلك الفوسفور والمغنسيوم، بينما انخفضت البروتينات الكلية ونشاط إنزيم الفوسفاتاز القاعدي في الدم •

وأدى الدهن الحيواني إلى زيادة دهن اللبن، وزيادة كفاءة الاستفادة من الطاقة الميتابوليزمية لإنتاج اللبن في الماشية، كما زاد جلوكوز البلازما وكوليسترول السيرم، بينما انخفض تركيز البلازما من الأسيتوأسيتون والبيتا هيدروكسي بيوتيرات • تأثير دهن الغذاء على اللبن ومحتواه الدهني تأثير عظيم، فالغدد اللبنية أكفأ في تصنيع دهن اللبن من الأحماض الدهنية المماثلة لتركيب الأحماض الدهنية في اللبن، لذلك هناك من الأعلاف ما يحسن إنتاج اللبن (مثل أكساب جوز الهند ونوى النخيل والباباز وبذور الكتان، إضافة إلى الدهون الجامدة والمارجارين)، أي تزيد كمية اللبن وصفات دهنه، ولكن بزيادتها (عن الحد الأقصى ١%) من وزن الحيوان - وإن غذيت ماشية متخصصة في إنتاج اللبن على ١,٢%) قد ينخفض إنتاج اللبن ويفقد الحيوان شهيته ويقل الهضم ويضطرب، علاوة على عدم اقتصادية الكميات العالية من الدهن في العليقة، وميل حيوان اللبن للتسمين غير المرغوب •

وتأثير الدهن في الغذاء أكبر على زيادة نسبة الدهن في اللبن عنه على كمية اللبن ذاتها، وإن كانت نسبة دهن اللبن من الثوابت الوراثية للنوع، فالتحسين يكون في حدود الإمكانيات الوراثية • كما أن إضافة الليسثين للعليقة الفقيرة تحسن من إدراك اللبن ووزن الجسم • بينما الإكثار من الزيوت الغنية بالأحماض الدهنية غير المشبعة تؤثر سلباً على نسبة الدهن في اللبن (ذى الأحماض الدهنية المشبعة)، وهذا الانخفاض في نسبة دهن اللبن يلاحظ عند زيادة مستوى زيت كبد الحوت (الغنى بالأحماض الدهنية غير المشبعة) • والأعلاف الفقيرة في الدهون (دريس - أتبان - مجروش فول الصويا مستخلص - مجروش كسب قطن مقشور - مجروش جوز هند - مجروش نوى نخيل - أكساب الزيوت الجامدة ككسب جوز الهند ونوى البلح وبذور القطن المقشورة - أوراق بنجر) تعطى زبدة جامدة، بينما الأعلاف الغنية بالزيوت السائلة (مراعي - أكساب كتان وسمسم - ذرة ومخلفاته ورجيع أرز) تعطى زبدة طرية • والزبدة عادية القوام يتحصل عليها بالتغذية على الردة وحبوب الشعير والشوفان، ومخلفات البطاطس، وكسب الفول السوداني وعباد الشمس، والسيلاج •

ويتكون دهن اللبن في المجترات من الأحماض الدهنية الطيارة، المتكونة من تخمرات الكرش، والتي تكثر باحتواء العليقة على قدر مناسب من السليلوز، الذي يكون حمض الخليك، الذي يلعب دوراً أساسياً في تكوين دهن اللبن، علاوة على الدور المباشر لدهن الغذاء والدهن المخزن بالجسم وعلاقتها بدهن اللبن، فمثلاً زيت الخروع في الغذاء بما له من رائحة مميزة لأحماضه الدهنية تظهر في اللبن، وكذلك زيت كبد الحوت في الغذاء تظهر رائحته في اللبن، وارتفاع نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة في دهن العليقة (أعلاف خضراء - دهن السمك - بذرة الكتان) يصير دهن اللبن طري عالى الرقم اليودي، والعكس فاحتواء دهن العليقة على نسبة كبيرة من الأحماض الدهنية المشبعة (زيت جوز هند - نوى بلح) يعطى دهن لبن صلباً منخفض الرقم اليودي. ويؤثر دهن الغذاء كذلك على صفات دهن جسم الحيوانات غير المجترّة، إذ أن هناك علاقة ما بين رقم اليود في دهن الغذاء ودهن الجسم، فالأعلاف الغنية بالأحماض الدهنية غير المشبعة تكسب الجسم دهناً طرياً، بينما غنى العليقة بالأحماض الدهنية المشبعة يخزن في الحيوان دهناً صلباً.

**ديناميكية دهن الجسم:** الدهن المخزن في جسم الحيوان في حالة حركة مستمرة، وتجديد عن طريق سحبه وأكسدته وتكوين دهن جديد من دهن الغذاء، فنصف العمر البيولوجي للدهن (أي الوقت اللازم لتحويل "أى هدم أو بناء" نصف كميته في الجسم) تم حسابه (باستخدام المواد المعلمة بالنظائر المشعة) في الجرذان بمدة ١ - ٢ يوم لدهن الكبد، و ١٥ - ٢٠ يوم لدهن الأنسجة الدهنية. أى أن دهن الجسم متحرك باستمرار، ويرتبط أساساً بدهن الغذاء، ودهن الجسم أو الدهن المخزون، وأيضاً بدهن اللبن. إذ يتأثر تركيب أحماض دهن الأنسجة الدهنية في الحيوان بدهن الغذاء بشدة، خاصة في وحدات المعدة، إذ يرتبط مثلاً رقم اليود لدهن الجسم برقم يود دهن الغذاء، ارتفاعاً وانخفاضاً. وكذلك بارتفاع تركيز الأحماض الدهنية غير المشبعة في دهن العليقة، وبزيادة هذه الدهون في العليقة فإن رقم يود دهن اللبن يرتفع، وكذلك التغذية على مخلفات البذور الزيتية الغنية بالأحماض الدهنية المشبعة تنتج دهن لبن جامد، بينما الدهون الحيوانية ضعيفة التأثير على رقم اليود وتركيب دهن اللبن، والتغذية على أعلاف غنية بالأحماض الدهنية غير المشبعة (كالمراعى الصغيرة وبذور الكتان وزيت السمك) يتوقف تأثيرها على كميته، فزيادة كمية بذور الكتان من صفر إلى ٢ كجم ترفع رقم يود دهن اللبن من ٣٠ إلى ٥٨.

**العوامل المؤثرة على ميثابوليزم الأحماض الدهنية الأساسية:**

المشجعات: معادن (زنك، سيلينيوم)

فيتامينات (فيتامين B<sub>6</sub>، فيتامين C، فيتامين E)



مثبطات: معادن (نحاس، كالسيوم)

أخرى (أحماض دهنية أحادية عدم التشبع، أحماض دهنية مشبعة، العمر، الكورتيكوستيرويدات).

تؤدي أكسدة الدهون والزيوت في الأغذية إلى تحرر أصول حرة Free Radicals (للتعرض للأغذية للضوء أو المعادن أو الأكسجين) تخفض من القيمة الغذائية من جهة، ومن جهة أخرى تؤدي إلى تكوين الخراجات (سرطانات) وتلف أوعية القلب، فالأصول الحرة مسئولة عن أمراض وموت الإنسان في الأعمار المتقدمة. كما تتفاعل هيدروبيروكسيدات الدهن المؤكسد مع الأنسجة الحية، وتتلصّب بتركيب الأغشية الخلوية فتؤثر بالتالي على نفاذيتها ولزوجتها وأنشطة إنزيماتها، وقد تؤدي لأعراض نقص فيتامينات بشدة، مما يضعف من مناعة الجسم [كما في حالة نقص فيتامين هـ]، وقد تؤدي النواتج العرضية للأكسدة [الدهيدات وكيثونات] إلى فقد الشهية وعدم قبول الغذاء لتغيير مذاقه. وتزيد أكسدة الدهون من حجم خلايا الأمعاء والكبد.

### أكسدة الدهون:

النتيجة النهائية لأكسدة الدهون لإنتاج الطاقة هو  $\text{CO}_2$  و  $\text{H}_2\text{O}$ ، وتتم أكسدة الأحماض الدهنية بعملية أكسدة ذرة الكربون الموجودة في الوضع بيتا في مجموعة الكربوكسيل للحامض الدهني، وذلك بعملية يطلق عليها الأكسدة في الوضع بيتا  $\beta$ -oxidation، فتتفصل من الحمض ذرتي كربون (حامض خليك نشط Activated Acetic Acid)، أي تقصر سلسلة الحمض، ويتم ذلك بواسطة الإنزيمات ومساعد الإنزيم Coenzyme A (CoA) الذي ينشط الأحماض الدهنية للأكسدة. ومن حمض الخليك النشط إما يكتمل أكسدته أو يدخل في تخليق أحماض دهنية أخرى ودهون.

وفي حالة اضطراب الميتابوليزم يتراكم الناتج النهائي (ذرتي الكربون الناتجتين من عملية أكسدة الدهون وتتجمع معا) مكونا حمض بيوتريك وحمض هيدروكسي بيوتريك وحمض أسيتوأسيتيك ثم أسيتون، ويطلق عليها معا بالأجسام الكيتونية Ketone Bodies، وينشأ عنها ارتفاع نسبة الأسيتون في الدم ثم في البول، وتعرف هذه الحالة بالـ Ketosis، ونظرا لشدة حموضة الأجسام الكيتونية، فإنها تخفض قلوية الدم فيميل إلى الحموضة Acidosis، فتقل قدرة الدم على حمل  $\text{CO}_2$ ، وتتأثر سرعة عمليات الأكسدة الخلوية، مما قد يسبب الإغماء فالوفاة. وتنشأ هذه الحالة (Ketosis) في الماشية الحلابية باسم Acetonemia (زيادة أسيتون الدم)، وفي الأغنام باسم Pregnancy Disease (مرض الحمل)، ويتميز بارتفاع أسيتون الدم وانخفاض جلوكوزه، واستفاد جليكوجين الكبد مع فقدان الشهية للأكل، وينخفض إدرار اللبن. ويساعد في العلاج من هذه الحالة أن تعامل الحيوانات أو تحقن بالجلوكوز (الذي يرفع سكر الدم وجليكوجين الكبد)، وربما كذلك بالحقن بهرمون الكورتيزون لتشجيع تخليق الجليكوجين من المواد البروتينية.

وعملية تكوين الكيتونات Ketogenesis عملية مستمرة، لكنها قد تزيد في اضطرابات معينة، والأجسام الكيتونية (الأسيتون وأحماض أسيتوأسيتيك وبيتا هيدروكسي بيوتريك) تزول بسرعة من الدم بواسطة العضلات الهيكلية والأنسجة الأخرى، إذ تمد هذه الأنسجة بالطاقة اللازمة لها، وتخلق أساساً الأجسام الكيتونية من أسيتيل كوانيزيم Acetyl CoA. وتتوقف سمنة Obesity الحيوان لحد كبير على أساس وراثي يؤثر على أنشطة إنزيمات الأنسجة المرتبطة بتخليق وأكسدة الليبيدات، أو تؤثر على زيادة استهلاك الغذاء (لاضطراب وضرر الهيبوثالامس) فيرسب الحيوان دهن الجسم في ديناميكية تحكمها متغيرات تشريحية (حجم وعدد خلايا الدهن Fat Cells or Adipocytes) والكيمياء الحيوية (بناء وهدم الدهن Lipogenesis & Lipolysis). فشذوذ ميتابوليزم الدهون قد تحدث لعوامل وراثية أو استجابة لتغيرات بيئية تشمل العليقة.

ارتفاع مستوى ليبيدات الدم Hyperlipidemia تشخص بارتفاع ليبوبروتينات الدم وكوليستروله وجليسريداته الثلاثية. وترسب الدهن في الكبد (تشميع الكبد) Fatty Liver قد يسببه الغذاء مرتفع الدهن أو الكوليسترول، أو زيادة تخليق الكبد للدهون من زيادة استهلاك الكربوهيدرات أو فيتامينات ب (بيوتين، ريبوفلافين، ثيامين)، أو لزيادة تحريك الدهون من الأنسجة الدهنية، كما في مرض السكر Diabetes، أو للصيام، أو لنقص جلوكوز الدم Hypoglycemia، وزيادة إفراز هرمونات (النمو، أدرينال كورتيكوتروفين، أدرينال كورتيكوستيرويد)، ولنقص نقل الدهون من الكبد للأنسجة الأخرى لنقص الكولين وحض البانتوثينيك والإينوسيتول والبروتين أو بعض الأحماض الأمينية (مثنوين، ثريونين)، تلف الخلايا بالكبد (تليف Cirrhosis ونكرزة Necrosis) لعدوى أو لنقص فيتامين E والسيلينيوم أو تسمم الكبد بالكلورفوروم ورابع كلوريد الكربون.

### تغيرات الدهن:

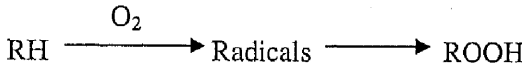
تحدث إما لتحليل مائي للدهن أو لأكسدة أحماضه الدهنية، وقد يكون التحليل المائي راجع لعوامل كيميائية أو إنزيمية أو ميكروبية. والتحليل الكيماوي يحدث في وجود الضوء والحرارة والمواد المعدنية (نحاس، حديد، منجنيز). بينما الأكسدة تتم على الأحماض غير المشبعة منتجة البيروكسيدات فالألدهيدات فالأحماض، وهي المسؤولة عن التزنخ في الدهون. ويستدل على هذه التغيرات بتقدير بعض الثوابت مثل رقم البيروكسيد ورقم الألدهيد ورقم الحامض. والدهن الزنخ تتغير رائحته وطعمه، وينخفض محتواه من فيتاميني A, E، علاوة على تأثيره السام على الحيوان.

فالقائمة الحرارية أو الطاقة الكلية تتوقف على طول سلاسل الحمض الدهني ودرجة تشبعها، فللحكم على أطوال سلاسل الأحماض الدهنية يلزم تعيين رقم التصبن ورقم الإستر، وللحكم على درجة التشبع يعين رقم اليود. وتعيين رقم الحموضة يوضح مدى تحرر الأحماض الدهنية نتيجة التزنخ. ورقم البيروكسيد يوضح الأكسدة في الروابط المزدوجة. فللحكم على طزاجة الدهن يقدر رقم الحموضة ورقم البيروكسيد ورقم

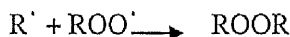
الأدهيد (بنزدين) ورقم التصبن ورقم الإستر والعدد اليوى . وزيادة رطوبة الدهن عن ٢% تؤدى للتلف الميكروبي . والجزء غير المتصبن من الدهن لا يمد الحيوان بطاقة . ويقدر رقم الحمض Acid Number بعدد ملليجرامات KOH اللازمة لمعادلة الأحماض الدهنية المنفردة من جرام واحد زيت أو دهن . وقد تتفاعل الهيدروبيروكسيدات (الناجمة من أكسدة الدهون) مع الروابط المزدوجة لإحداث أكسدة كيميائية، ينتج عنها فقد سريع للروابط غير المشبعة، ونقص فى البيروكسيدات، للأكسدة الذاتية الحادثة .

ويؤدى غليان الزيت إلى تغييرات فى صفاته الطبيعية والكيميائية، سواء فى اللون والقوام (الكثافة) أو فى رقم التصبن ورقم الحامض والرقم اليوى، وعلى الأخص قيمة البيوركسيد . وإذا كان الزيت الطازج يزيد معاملات هضم العليقة فى الأغنام، فإن الزيت المغلى (بنفس المعدلات كالزيت الطازج) قد أدى إلى عكس هذه النتائج، إذ انخفضت كل معاملات الهضم على كل مستويات الإضافة للزيت (٢٠ - ٦٠ جم/حيوان/يوم)، كما انخفضت القيم الغذائية للعليقة (كبروتين مهضوم، ومجموع مغذيات مهضومة TDN وطاقة ميتابوليزميه) ذات الزيت المغلى وزاد محتوى الروث الناتج من التغذية عليها من الدهون، كما أدى الزيت المغلى إلى تغييرات فى محتوى دم الأغنام (مقارنة بالأغنام المغذاة على زيت طازج بنفس المعدلات)، إذ زاد محتوى الدم من الجلوكوز والبروتين والليبيدات الكلية والأنشطة الإنزيمية المختلفة .

وقد تأكد أن ثبات الغذاء وقيمه الغذائية تتأثر بعوامل جزيئية بيئية، وأهمها التفاعل بين الأكسجين والأحماض الدهنية غير المشبعة، إذ يحدد هذا التفاعل من مدة صلاحية الغذاء، ومعروف من سنين أن الأصول (الشوارد) الحرة الأكسجينية O<sub>2</sub>-Free Radicals تدخل فى تفاعل الأكسدة هذا . فجزئ الأكسجين له خواص غير عادية تحدد مسارات أكسدة المركبات غير المشبعة . وتحدث إضافة الأكسجين Oxygenation بتفاعلات الأكسدة والاختزال Redox Reactions، أو بتفاعلات الشق (الأصل) الحر Free-Radical Reactions . وتساعد الإنزيمات فى التفاعلات بتكوينها شقوق (أصول) حرة أكسجينية:



وقد تحدث الأكسدة ضوئياً أو حرارياً أو إشعاعياً فى وجود الأكسجين . وتحتوى دهون وزيتوت العلائق على عوامل غير غذائية من جراء أكسبتها وتلفها حرارياً . وقد تحدث الأكسدة ذاتياً Autoxidation على درجات حرارة منخفضة، وتبدأ بسحب هيدروجين (بتشجيع من عوامل عدة منها المعادن كالحاس)، ثم يعقبها ارتباط الأكسجين فى ترتيب يخلق أصول حرة أخرى (حمض دهنى R):



وبزيادة فترة تسخين الزيت نقل طاقته المتاحة، ويزيد حجم كبد الفئران المغذاة على هذا الزيت، وبزيادة رقم (قيمة) البيروكسيد للزيت ينخفض نمو هذه الفئران. فتلف الدهن يؤدي لاحتوائه على ملوثات Contaminants في حد ذاته، علاوة على العناصر المعدنية الثقيلة Heavy metals (التي يتطلبها الحيوان بكميات بسيطة جداً وزيادتها تكون سامة للحيوانات المختلفة)، والمبيدات الحشرية (لأنها تذوب في الدهون) السامة للحيوانات والتي يزداد تأثيرها الضار بأكسدة الدهون، وإن كانت عمليات التفتية للزيوت قد تفلح في خفض نسبة متبقيات هذه المبيدات في الزيت وتركيزه في المخلفات.

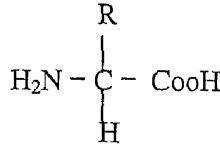
ويؤدي خلط الدهون إلى أضرار كبيرة، فيؤدي هذا الدهن إلى أعراض تسمم وأوديم Oedema وانخفاض نمو وزيادة نفوق قطعان الدواجن. وتحتوي الدهون على أجزاء غير الجليسريدات الثلاثية بعضها سام أو له خواص صيدلانية (رغم أنها طبيعية المنشأ)، ولما كانت الزيوت ذاتها لا تستخدم في تغذية الحيوان بل مخلفاتها، ولكون هذه المخلفات هي التي تتركز فيها الملوثات البيئية والطبيعية فإنها تضر بصحة الحيوان، ومن بينها حمض الإيروسيك Eucric acid في زيت الشلجم الذي قد يصل إلى ٥٠% في بعض العينات، وتأثيره ضار على الحيوان، خاصة على القلب إذ يؤدي إلى تكاثر خلوى دهني لعضلة القلب Fatty infiltration في الفئران (١٠ - ٢٠% من الحامض في العليقة) والتي قد ترجع لانخفاض معدل أكسدة هذا الحمض الدهني، ودهننة Lipidosis القلب دون الكبد هي الشائعة عند استخدام هذا الحمض في الفئران والدواجن.

### ٣- البروتينات Proteins:

تمتص البروتينات في صورة أحماض أمينية، يعاد اتحادها في جدر الأمعاء لببتيدات، ثم تكون بروتينات الخلايا، وما بقي منها يحترق كطاقة (بعد إزالة الأمين منها) أو تدخل في بناء دهون، والباقي المحتوى على نيتروجين يخرج في البول على هيئة يوريا. وتمتص المواد النيتروجينية غير البروتينية بدون مشاكل، وتدخل في تكوين البروتينات أو تحترق كطاقة. والبروتينات تكون الأجزاء الهامة في الخلايا الحية، وذلك لوظائفها ولكونها من المكونات التركيبية، لكن أهميتها كمورد للطاقة أقل، وفي حالات نقص الكربوهيدرات والدهون محدودة. وتحتوي البروتينات حوالي ١٦% نيتروجين، بجانب الكربون (٥١ - ٥٥%)، والهيدروجين (٦ - ٧%)، والأكسجين (٢١ - ٢٣%)،

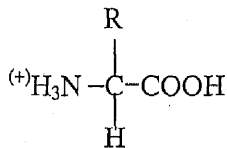
ولذا يستخدم محتوى النتروجين لأى مادة حيوية لتقدير البروتين، وكذا حيث أن جزء النتروجين الغير بروتينى (مثل البيورين - الأميدات - اليوريا) ضئيل (طريقة كداهل • Kjeldahl method).

بالتحليل المائى Hydrolysis بواسطة الإنزيمات المحللة للبروتين، أو بالأحماض، تنفقت البروتينات إلى أحماض أمينية Amino acids • وتتميز جميع الأحماض الأمينية باحتواء كل منها على مجموعة أمينية ومجموعة حامضية عند ذرة الكربون ألفا:

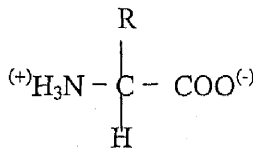


وتختلف الأحماض الأمينية فيما بينها فى تركيب السلسلة الأساسية R • وباستثناء الجليسين فإن كل الأحماض الأمينية تحتوى ذرة كربون ألفا نشطة ضوئياً، لذلك ترتبط بأربعة مجاميع مختلفة • ويمكن للإنسان أن يفرق بين الأحماض الأمينية اليسارية واليمينية (L & D) وخليطهما الراسمى • وفى التمثيل الغذائى للحيوانات الراقية لا توجد تقريباً سوى الأحماض الأمينية اليسارية (L) • بعض الأحماض الأمينية اليمينية (D) لا يمكن الاستفادة منها فى التمثيل الغذائى •

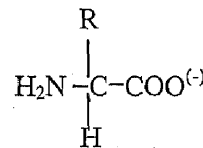
تفقد المجموعة الحامضية أيون هيدروجين ( $\text{H}^+$ ) بسهولة، بينما تجتهد المجموعة الأمينية لاستحواز أيون هيدروجين، لذا توجد الأحماض الأمينية فى المحاليل المائية فى صورة ثنائية الأقطاب Amphoteric or Dipolar، فمع زيادة أيونات الهيدروجين (فى المحاليل الحامضية) تكون الأحماض الأمينية كاتيونات لحصولها على أيون هيدروجين، بينما فى حالة نقص أيونات الهيدروجين (فى المحاليل القلوية) تفقد الأحماض الأمينية أيون هيدروجين وتكون أنيونات •



حمض أمينى فى محلول  
حامضى - كاتيون



حمض أمينى فى محلول  
متعادل - ثنائى القطبية



حمض أمينى فى محلول قلوئى  
- أنيون •

يستطيع الجسم بناء الأحماض الأمينية غير الأساسية بتوفير الحمض الكيتونى المناسب، ثم بتأثير  $\text{NH}_3$  يتحول للحمض الأمينى المناسب، أو بعملية نقل الأمين لحمض

Glutamins مع واحد من أحماض Ketos لبناء حمض أميني آخر . ويزيادة الأحماض الأمينية يتم لها نزع الأمين، ثم تتحول بالأكسدة إلى أحماض كيتونية مقابلة، ثم تتنزع CO<sub>2</sub>، ويتم تحلل هذا الحمض لمركبات أبسط تدخل في تخليق الدهون والكربروهيدرات . وقد يدخل هذا Ketos في تخليق حمض أميني آخر في مكان آخر من الجسم من خلال نقل الأمين . ويتم تحويل الأمونيا الناتجة عن نزع الأمين إلى يوريا في الكبد وغيره من الأعضاء . وقد تخرج في البول بعض الأحماض الأمينية بدون نزع الأمين، مثل الجليوكوكول الذي يخرج مع المركب الأروماتي حمض هيبوريك، والذي يفيد الجسم خروجه في هذه الصورة لإزالة سمية هذا المركب الأروماتي، ومن تلف بعض الأحماض الأمينية بالأمعاء الغليظة وإنتاج مركبات فينولية تمتص في الدم . هذه المواد الفينولية سامة، فترتبط عادة مع حمض الكبريتيك في الكبد، أو مع حمض جلوكورونيك، فبذلك يزال سميتها وتخرج في البول . تخلق البروتينات من الأحماض الأمينية الممتصة للخلايا من الغذاء، والمنشطة بواسطة ATP، والمحولة إلى RNA، والمحمولة إلى الريبوسومات، وحسب التركيب الوراثي بتأثير DNA تترتب الأحماض الأمينية لتكوين جزئ البروتين . إذا أضيف لمحلول حمض أميني كميات متزايدة من الحمض أو القلوي فإن قيمة pH لا تكون علاقة خطية، وعليه تكون الأحماض الأمينية في صورة تردد حسب تركيز أيونات الهيدروجين، أي أن لها عمل منظم Buffer action . ويميز الخواص المنظمة للأحماض الأمينية قيمة PK أي اللوغاريتم السالب لثابت الفصل Negative logarithm of the dissociation constant (K) لكلا المجموعتين (الأمينية والحامضية) . ونقطة التعادل الكهربى Isoelectric point (I.P.) لمحلول أى حمض أميني أو بروتين تعنى أن الأحماض الأمينية توجد في صورة متعادلة خارجياً أو ثنائية القطب، ويمكن حسابها من قيم PK للمجموعة الأمينية (PK<sub>1</sub>) والمجموعة الحامضية (PK<sub>2</sub>):

$$\text{نقطة التعادل الكهربى} = \frac{PK_1 + PK_2}{2}$$

**بناء الببتيدات:** ينتج عن الارتباط الإنزيمى للأحماض الأمينية والتي خلالها يتم ارتباط مجموعة حامضية مع مجموعة أمينية وينشق بذلك جزئ ماء، ويتم بذلك الرابطة الببتيدية . ويحدد ترتيب الأحماض الأمينية وتعايقها من خلال تركيب DNA الخاص بنواه الخلية، هذا الترتيب هو المحدد لعمل الببتيد أو البروتين . ويفيد التشابك المتقاطع خلال الكوبرى المكون من ثنائي الكبريت (سيستئين- S-S- سيستئين) وقطبية السلاسل الجانبية في تكوين التركيب الثانوى والثلاثى (السلاسل) . وتحتوى البروتينات على سلاسل يتراوح أطوالها من مائة إلى عدة آلاف أجزاء الأحماض الأمينية (وزن جزيئى ١٠<sup>٤</sup> - ١٠<sup>٦</sup>)، وهى تختلف من بروتينات يابسة Scleroproteins (كمواد دعامية وبنائية) إلى بروتينات دائرة Spheroproteins (بروتينات ذائبة في الماء كروية) .

وتتميز البروتينات اليابسة بترتيب السلاسل الغير متطابقة في شكل شبك بيتيدى يثبت بواسطة كبارى من الهيدروجين [كما في البيتا كيراتين  $\beta$ -ceratine للجلد والشعر والصوف والريش، وكذا في الفيبروين Fibroin في الحرير . وتظهر بروتينات بنائية أخرى (مثل الكولاجين Collagen في الأنسجة الضامة) ترتيبا في شكل حلزوني (ألفا - هيليكس  $\alpha$ -Helix)، والذي يسمح ببناء كبارى هيدروجينية بين لفات الحلزون، ويميز الكولاجين المحتوى العالى من الأحماض الأمينية برولين وأوكسى برولين وجليسين .

توجد البروتينات الدائرة (البروتينات الكروية) في محلول مخفف في شكل جزيئات منفردة . تترتب سلاسل الببتيد جزئيا في شكل حلزوني . يتركب الجزء البروتينى من الهيموجلوبين مثلا من ٤ سلاسل متماثلة تقريبا، سلسلتان منهما في الوضع الفا وبكل منهما ١٤١ حمض أمينى، وسلسلتان في الوضع بيتا بكل منهما ١٤٦ حمض أمينى، ويبنى الميوجلوبين (أهم بروتينات العضلات) بطريقة مشابهة لذلك، ويستقيم البناء الفراغى من خلال كبارى الهيدروجين وتكافئات فرعية بين السلاسل الجانبية . ويضطرب التركيب الفراغى (تركيب السلاسل) من خلال المعاملة بالحرارة، الأحماض، القلويات، المذيبات العضوية، المنظفات، بدون هدم الروابط الببتيدية . وتسمى العملية بنزع النيتروجين أو الدائنة Denaturation ويصحبها غالبا فقد فى النشاط الحيوى (مثل نشاط الإنزيمات) .

وتتنمى الألبومينات والجلوبيولينات والهيستونات إلى البروتينات الدائرة، وتختلف الألبومينات والجلوبيولينات فيما بينهما من حيث خاصية الذوبان، إذ تترسب الجلوبيولينات في محلول كبريتات أمونيوم ٥٠%، بينما تترسب الألبومينات فى نفس المحلول لكن تركيزه ٧٠ - ١٠٠% . وتنتمى للألبومينات كل من الجلوتينين، الجليادين، البرولامين فى حبوب الغلال التى تظهر محتوى عالى نسبيا من حمض الجلوتاميك . الهيستونات عبارة عن بروتينات شديدة القاعدية توجد بكثرة مع الأحماض النووية Nucleic acids .

البروتينات المركبة تشمل البروتينات المرتبطة بمجموعة غير بروتينية إضافية Prosthetic group، ومنها يمكن تمييز:

(أ) الفوسفوبروتينات Phosphoproteins مثل الكازين Casein فى اللبن، والفوسفيتين Phosvitin فى صفار البيض .

(ب) البروتينات المعدنية Metalproteins كعديد من الإنزيمات .

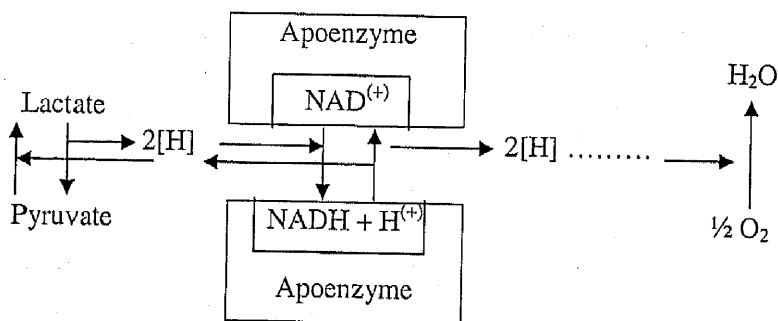
(ج) البروتينات النووية Nucleoproteins كالبروتين فى الروابط الرخوة فى الأحماض النووية .

(د) البروتينات الليبيدية Lipoproteins كما فى أغشية الخلية، وبلازما الدم، و صفار البيض .

(هـ) بروتينات سكرية Glycoproteins كالبروتينات المرتبطة مع السكريات العديدة المخاطية Mucopolysaccharids فى الأنسجة الدعامية والضمامة، وفى المواد المخاطية.

(و) البروتينات الملونة Chromoproteins كالهيموجلوبين والميوجلوبين.

والبروتينات أهمية خاصة لتكوينها أجزاء من الإنزيمات التى تعمل كمنشطات حيوية للتفاعلات الميتابوليزمية للخلايا الحية، وتسمى هذه الأجزاء البروتينية فى الإنزيمات بمولدات الإنزيم Apoenzymes، وترتبط مولدات الإنزيمات هذه بمجاميع تخليقية Prosthetic groups (مساعدات الإنزيم Coenzymes)، لكن فى بعض الحالات يمكن للبروتين ذاته أن يبني مجموعة لها خواص مساعد الإنزيم. ويحدد مساعد الإنزيم نوع النشاط، أى تنشيط خواص تفاعلات معينة (مثل نقل مجاميع الأمين Transamination ونزع الهيدروجين Dehydration وغيرها)، وفى مولدات الإنزيم تكمن المقدرة على تحديد المواد المعينة التى سترتبط وينشطها مساعد الإنزيم فى تفاعلاتها، فمثلا يرتبط مولد الإنزيم فى لاكتات ديهيدروجيناز Lactate dehydrogenase مع حمض اللاكتيك، بينما يحرر (NAD) Niacinamide adenine dinucleotide ذرتين هيدروجين ويترك جزئ بيروفات:



ويمكن للتفاعل أن يتم فى الاتجاه العكسى، لكن لا تستطيع الإنزيمات تحديد اتجاه التفاعل، بل ترفع فقط من سرعة التفاعل، فمثلا يمكن لأحد جزيئات النشا أن يتحلل إلى مالتوز وجلوكوز لحد بسيط جداً بدون مساهمة الإنزيم، ولا انتشار التفاعل لابد من وجود الأميلاز والمالتاز وتحت ظروف تسمح بالنشاط الإنزيمى (وسط مائى - حموضة pH محددة - منشطات - أيونات معدنية - وغيرها). وتختلف التفاعلات الإنزيمية عن الغير إنزيمية فى طاقة التنشيط المنخفضة فقط، وهى الطاقة التى لابد من دخولها فى أى نظام حتى يبدأ فارق الجهد Potential difference أو قانون فعل الكتلة Low of mass action للتفاعل التالى.



وحيث أنه لا يوجد ارتباط مع إحدى العمليات المانحة للطاقة، فتستطيع الإنزيمات اختياريًا فقط أن تسرع من التفاعلات التي تتم في أحد الأنظمة التي يمكن لطاقتها الحرة (جهد الطاقة) أن تقل. ويتوقف جهد الطاقة لأحد الأنظمة على تركيز المواد المشتركة في التفاعل، وبذلك يكون للخليط المتساوي الأوزان أقل فارق في الجهد للطاقة. وبعد الوصول لحالة الاتزان يكون استمرار العمل الإنزيمي ممكن فقط في حالة استبعاد نواتج التفاعل من النظام، أو إدخال مادة جديدة، ويتوقف اتجاه التفاعل بذلك على قانون فعل الكتلة ( $C = \text{التركيز}$ ):

$$C_{\text{lactate}} \cdot C_{\text{NAD}^+} - \text{enzyme} = K (C_{\text{pyruvate}} \cdot C_{\text{NADH}} + H^+ - \text{enzyme})$$

وفي المثال الحالي المفروض أن ينتهي التفاعل سريعاً جداً، وذلك لنقص تركيز NAD الإنزيمي (مساعد الإنزيم)، وذلك إذا لم يحمل الهيدروجين على مستقبل هيدروجين آخر (مثل الأوكسجين)، وبذلك يمكن بناء  $NAD^+$  إنزيمي مؤكسد. وفي نظام مشابه وبزيادة بناء  $NADH + H^+$  فإنه يقوم بعكس التفاعل، أي يقوم باختزال البيروفات إلى لاكتات.

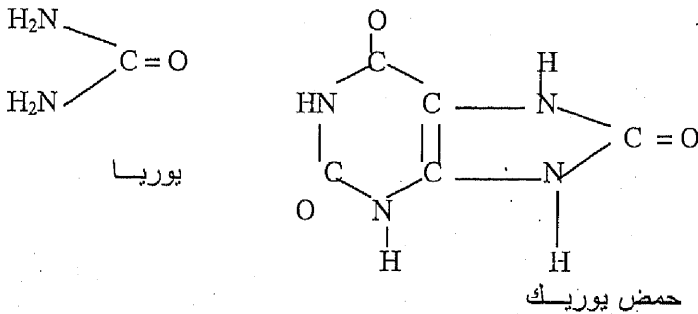
يؤدي استمرار دخول مادة جديدة وفي نفس الوقت استبعاد نواتج التفاعل إلى حالة ثبات أو اتزان Steady state، ولذلك فإن لعمليات النقل اللازمة عند حدود الأنظمة (خلايا - أعضاء - كائنات) أثراً سائداً على اتجاه وسرعة التمثيل الغذائي. ويرتبط نشاط الإنزيم بحموضة pH البيئة، وكذا بوجود المنشطات (مثل  $Mg^{++}$ ,  $Mn^{++}$ ,  $Cl^-$  وغيرها) والمنشطات (مثل  $CN^-$ ,  $Hg^{++}$ )، كما تعيق النشاط الإنزيمي (تنافسياً Competitive) المواد التي تشبه مادة الإنزيم، لكن لا تؤدي نفس تفاعله، حيث تدخل هذه المواد على مادة التفاعل وتعيق الإنزيم، ويمكن أن يخفف أو يلغى هذا الأثر المثبط تنافسياً من خلال زيادة تركيز مادة التفاعل، وهذا على العكس من التثبيط الألوسترى Allosteric inhibition الذي ينتج من تغيير تركيب الإنزيم بتأثير أحد المنتجات من العمليات الإنزيمية الأخرى. يرجع تنظيم أحد طرق التمثيل الغذائي إلى التثبيط الألوسترى لأحد الإنزيمات الداخلة خلال أحد المنتجات النهائية لسلسلة التمثيل الغذائي (Feedback). تستخدم اليوم بجانب الأسماء العادية Trivialnames للإنزيمات (ترييسين - بيسين وغيرها)، أيضاً هناك أسماء أخرى تشتق من أسماء المادة ونوع التحويل والشق Ase. وتوزع الإنزيمات طبقاً للأنواع التالية:-

١- إنزيمات أكسدة واختزال Oxidoreductase مثل لاكتات ديهيدروجيناز Lactate Dehydrogenase - زانثين أوكسيداز Xanthin Oxidase - جليسرين الدهيد ٣ فوسفات ديهيدروجيناز Glycerinaldehyd-3-Phosphate • Dehydrogenase

٢- إنزيمات ناقلة Transferase مثل Transaminase, Cholin Acetyl-Transferase

- ٣- إنزيمات محللة مائياً مثل Amylase, Lipase, Pepsin, Phosphatase  
 ٤- إنزيمات Lyase مثل Aldolase, Pyruvate Decarboxylase, Fumarate Hydratase  
 ٥- إنزيمات تنظير Isomerase مثل Glucosephosphate Isomerase, Methylmalonyl CoA-Mutase  
 ٦- إنزيمات رابطة Ligase مثل Peptidsynthetase, Acetyl-CoA-Carboxylase

هدم البروتينات يتم خلال عملية التحليل المائي، وتؤدي لانفراد الأحماض الأمينية، التي يتم سحبها قبل استمرار الهدم، بنزع أو نقل مجاميع الأمين Oxidative Desamination and Transamination. وتحول الأمونيا  $\text{NH}_3$  المنشقة من هذا الهدم في الكائنات الحية الثديية في دورة الأورنيثين سيترولين أرجينين Ornithine-citrulline-Arginine cycle في صورة يوريا وتخرج في البول. يتفاعل أيون الأمونيوم أولاً في وجود ٢ ATP مع  $\text{CO}_2$  منتجاً فوسفات كرباميل Carbamylphosphate ويحمل على الأورنيثين، ويتفاعل السيترولين المتكون مع حمض اسبارتك في وجود ١ ATP آخر، ويبنى بذلك أرجينين سكسينيل Succinyl-arginine الذي ينشق بعد ذلك إلى حمض فيوماريك وأرجينين، وينشق الأرجينين في اليوريا والأورنيثين. وتحول الطيور والزواحف مجاميع الأمين لكل من الأسباراجين والجلوتامين وللحمض الأميني جليسين إلى حمض يوريك وتخرجها في هذه الصورة.

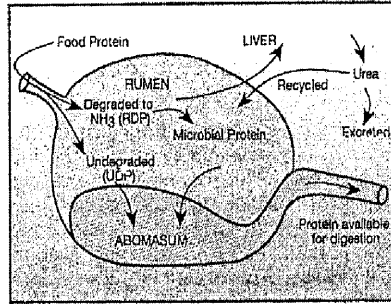


وينصب هدم الأحماض الكيتونية المستمر إما في الهدم اللاهوائي Glycolysis، أو في دوره حمض الستريك (أحماض أمينية بها جلوكوز قابل للتحويل Glucoplastic amino acids)، أو في مواد تهدم إلى خلايا (أحماض أمينية بها كيتون قابل للتحويل Ketoplastic amino acids). أهم مكون للبول هو المحتوى النيتروجيني، وأهم مركب لها هو اليوريا (٤٦% نيتروجين) ويكون ٦٠ - ٩٠% من كل المركبات النيتروجينية للبول. ولا تتكون اليوريا مباشرة من هدم الأحماض الأمينية،

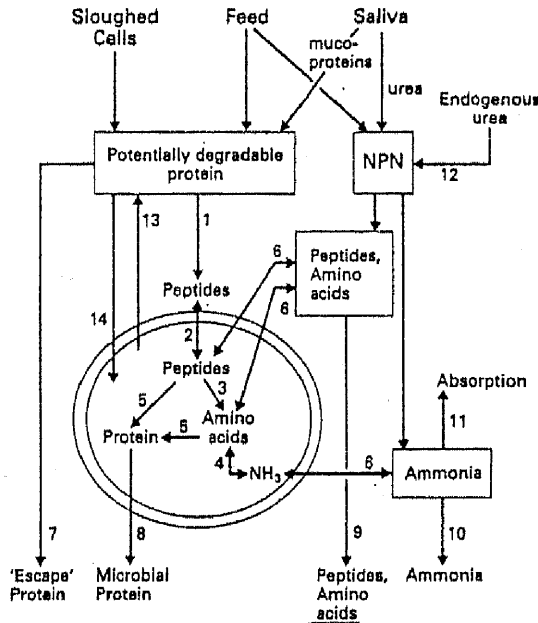
بل من الأمونيا المتحررة من نزع الأمين . كما يوجد حمض اليوريك في بول الإنسان والطيور كناتج تمثيل النيوكلين، ففي آكلات الأعشاب يتأكسد هذا المركب إنزيميا (Uricase)، بينما لا يوجد هذا الإنزيم في الطيور . كما يوجد في بول المجترات حمض هيبوريك Hippuric acid الذى يبعد عن الجسم المركبات الأروماتية السامة الناتجة من الألياف والبروتين نتيجة بقاءه طويلاً بالأمعاء وفساده . البول في آكلات اللحوم يكون حامضى لزيادة المأكول من البروتين وتكوين حمض كبريتيك (من الأحماض الأمينية الكبريتية) يزيل المواد السامة الناتجة من عمل الكائنات الدقيقة على الألياف والبروتين، وينزل في البول فيجعله حامضى، ويشجع كذلك على إخراج حمض الفوسفوريك . بينما في آكلات الأعشاب يكون البروتين المأكول أقل وتزيد الكربونات في البول فيكون قلوى . المواد البروتينية تعطى طاقة باحتراقها في الجسم أقل ٢٠% عما لو احترقت خارج الجسم [١ جم بروتين يعطى باحتراقه في الجسم ٤,٥ كيلو كالورى].

#### نواتج التمثيل الغذائى الهامة للأحماض الأمينية

| Amino acids     | Metabolite                                                                                                                               |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alanine         | Pyruvate                                                                                                                                 |
| Glycine, serine | Pyruvate, act. formate, 3-phosphoglycerate, choline, $\delta$ -aminolevulinic acid, creatinine                                           |
| Cysteine        | Cysteinic acid, taurine, taurocholic acid, cysteamine, glutathione, pyruvate                                                             |
| Glutamic acid   | $\alpha$ -ketoglutarate, glutamine, proline, oxyproline, carnitin, ornithine                                                             |
| Aspartic acid   | Oxalacetate, asparagine, $\beta$ -alanine                                                                                                |
| Threonine       | Glycine, acetaldehyde, lactate, aminopropanol                                                                                            |
| Methionine      | Propionate, cystein, methylgroups in choline, adrenaline, creatine                                                                       |
| Valine          | Propionate                                                                                                                               |
| Leucin          | Acetoacetate, acetyl-CoA                                                                                                                 |
| Isoleucine      | Propionyl-CoA, acetyl-CoA                                                                                                                |
| Lysine          | Glutarate, pipercolic acid, cadaverine                                                                                                   |
| Arginine        | Urea (carbamide), putrescine, glutamate, agmatine                                                                                        |
| Histidine       | $\alpha$ -ketoglutarate, glutamate, hydantoin propionic acid, histamine                                                                  |
| Tryptophane     | Glutaric acid, nicotinic acid, xanthuric acid, kynuric acid, $\alpha$ -picolic acid, serotonin, 5-hydroxyindolyl acetic acid, tryptamine |
| Phenylalanine   | Acetoacetate, fumarate, thyroxine, dopamine                                                                                              |
| Tyrosine        | Adrenaline, dopamine, noradrenaline                                                                                                      |

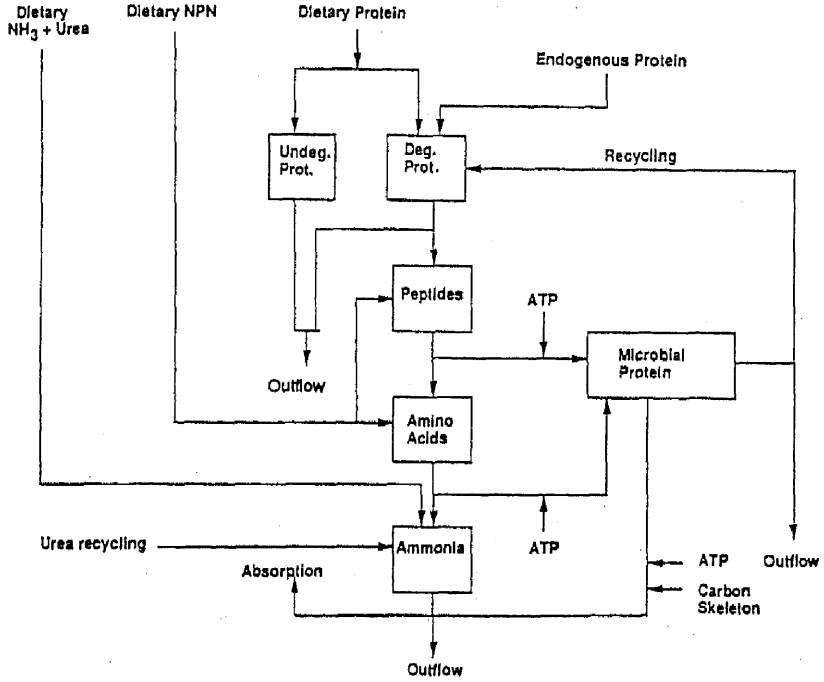


### مصير البروتين الذائب وغير الذائب في الكرش .

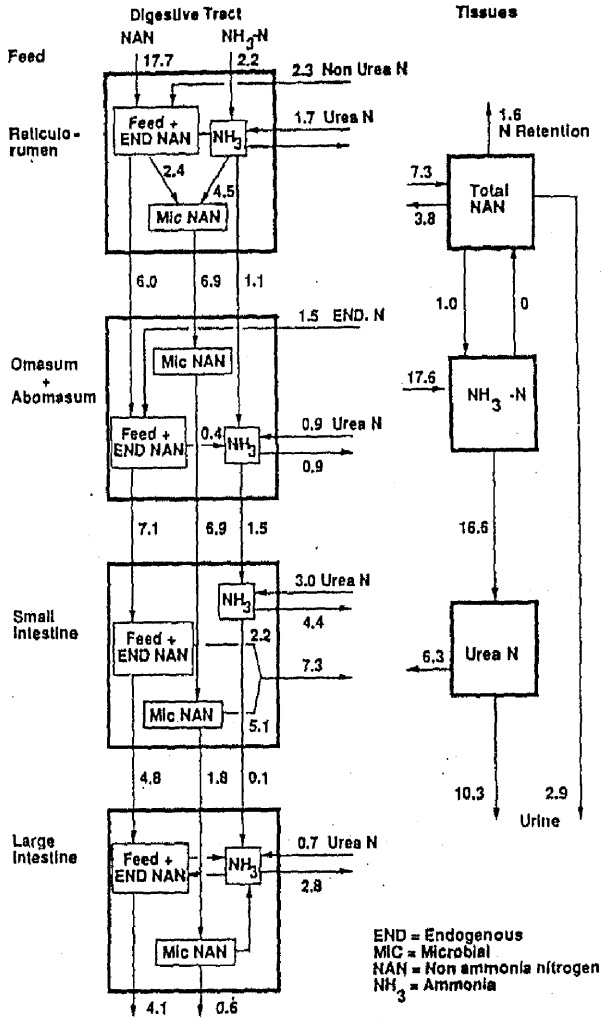


### تصور لتداخلات النيتروجين في الكرش

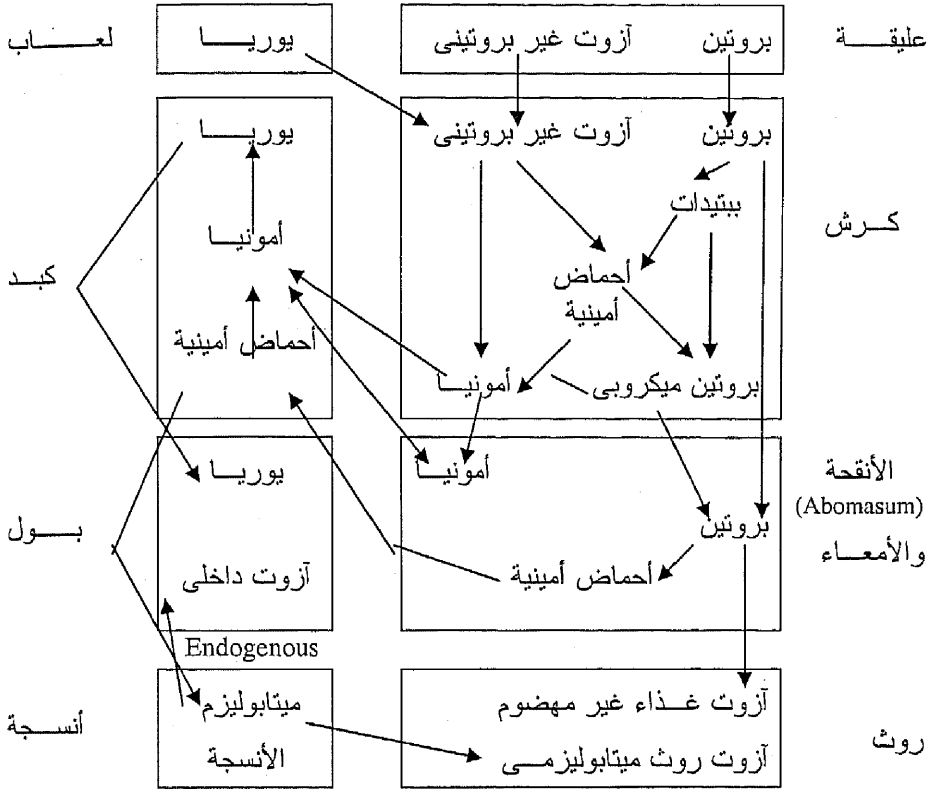
- ١- تحليل البروتين ميكروبياً .
- ٢- ببتيئات ببنية تدخل عبر جدر خلايا الميكروبات .
- ٣- تحلل بيتيدي .
- ٤- نزع وإكساب أمين .
- ٥- تخليق بروتين .
- ٦- تمثيل ميكروبي/إخراج أو إتران الأحماض الأمينية والامونيا .
- ٧- بروتين لم يتحلل قبل الخروج من الكرش UDP .
- ٨- دفق البروتين الميكروبي .
- ٩- دفق الببتيئات خارج الخلية والأحماض الأمينية .
- ١٠- دفق الامونيا خارج الخلية .
- ١١- امتصاص الامونيا عبر جدار الكرش .
- ١٢- تحرك اليوريا الذائبة عبر جدار الكرش .
- ١٣- مركبات آزوتية تخرج في الخلايا الحية والمتحللة .
- ١٤- ابتلاع البروتوزوا للجزيئات البروتينية .



تصور لميتابوليزم النيتروجين في الكرش .



تداخلات النيتروجين (جم/يوم) في القناة المعوية المعوية  
والأنسجة للأغنام المغذاه على سيليلاج حشائش.



ميتابوليزم الآزوت في المجترات

معدل تكسير البروتينات في بعض الأعلاف في الكرش .

| العلف          | % تكسير في الكرش |
|----------------|------------------|
| كازين          | ٩٠               |
| كسب فول سوداني | ٧٨               |
| كسب عباد شمس   | ٧٥               |
| كسب بذور قطن   | ٨٠ - ٦٠          |
| أذرة           | ٤٠               |
| كسب فول صويا   | ٦٠ - ٣٩          |
| مسحوق سمك      | ٢٩ - ١٠          |

### الهرمونات الببتيدية التي تفرزها القناة الهضمية:

- ١- جاسترين Gastrin تفرزه المعدة بتأثير تنبيه العصب الحائر والغذاء فى المعدة وحركة المعدة، ويؤدى إلى تنبيه إفراز الحامض من الغدد المعدية.
- ٢- عديد الببتيد المثبط المعدى (GIP) Gastric-inhibitory polypeptide تفرزه المعدة والإثنى عشر واللفائفى، وذلك بتأثير الدهون والأحماض الدهنية، علاوة على الصفراء فى الإثنى عشر، ويؤدى إلى تثبيط الإفراز المعدى والحركة.
- ٣- سيكرتين Secretin تفرزه مخاطية الإثنى عشر، بتأثير حموضة الإثنى عشر والبيبتونات فى الإثنى عشر، ويؤدى إلى تنبيه إفراز البنكرياس وأحيانا الصفراء فى بعض الأنواع.
- ٤- كولى سيستوكينين (CCK) Cholecystokinin تفرزه مخاطية الإثنى عشر والمخ بتنبية الأحماض الدهنية طويلة السلسلة والأحماض الأمينية والبيبتونات، ويقوم بتضاد الصفراء والبنكرياس، وينشط تخليق إنزيمات البنكرياس، ويثبط إفراز حامض المعدة، ويشجع إفراز الإنسولين، وربما يحدث شبع.
- ٥- سوماتوستاتين Somatostatin تفرزه المعدة والإثنى عشر وخلايا عصبية فى القناة الهضمية، وذلك بتنشيط العصب الحائر وتغييرات تركيب Chyme الأمعاء، ويقوم الهرمون بتنشيط إفراز المعدة وهرمون الكولى سيستوكينين، وتثبيط نقل الأيونات فى الأمعاء.
- ٦- عديد ببتيد البنكرياس Pancreatic polypeptide يفرز من البنكرياس بتأثير تنبيه عصبى، أو دخول الغذاء الإثنى عشر والإنسولين وانخفاض سكر الدم، ويقوم بتنشيط إفراز البنكرياس.
- ٧- ببتيد الأمعاء النشط وعائيا (VIP) Vasoactive intestinal peptide يفرز من أنسجة عصبية عديدة فى الجسم بتنبيه عصبى، أو بإطالة العمل والصيام، ويقوم بتنبيه الإفراز الخارجى للبنكرياس وامتداد الأوعية.

### ثانياً: العوامل الزراعية المؤثرة على تركيب نباتات العلف

يختلف تركيب مواد العلف النباتية الأصل طبقاً لعوامل مختلفة زراعية، لها تأثير عظيم على المادة النباتية أثناء إنتاجها، مما يؤثر بعد ذلك على تركيبها وقيمتها العلفية. ومن هذه العوامل ما يلى:-

- ١- تأثير طور النمو ووقت الحصاد: يختلف تركيب النبات فى مراحل نموه المختلفة، مما يؤثر على معاملات هضم هذا النبات، وقيمته العلفية. ففي مراحل النمو المبكرة يكون المحتوى النيتروجينى عالى، ويقل بزيادة عمر النبات، كما تختلف نسب المكونات الأزوتية المختلفة إلى بعضها، فالجزء الأميدى فى النباتات كبيرة العمر



يكون أقل منها في حديثة العمر . وبقلة أزوت النبات بتقدم عمره يزيد الجزء الغير آزوتى من النبات، خاصة الألياف الخام، وبذلك يزيد التخشب، وتقل معاملات الهضم لحشائش المراعى .

وبتقدم عمر النبات وانخفاض القيمة البروتينية وزيادة الألياف فإن المستخلص خالى الأزوت وكذلك المعادن تنخفض مبدئيا، بالإضافة لانخفاض معامل الهضم . وكما لوحظ أن انخفاض معاملات الهضم شامل لكل المركبات الغذائية، وعلى وجه الخصوص بحجم كبير فى البروتين الحقيقى . وقد لوحظت نفس التغيرات فى التركيب والهضم لنباتات البرسيم الحجازى .

وقد وجد أن دريس المراعى من الحشة الثانية يكون أفضل فى تركيبة الكيماوى عن الحشة الأولى، إذ تزداد المادة العضوية والبروتين الخام والدهن فى الحشة الثانية عن الأولى، بينما تقل الألياف والمستخلص الخالى الأزوت والرماد بنسب طفيفة، لكن رغم ذلك كانت معاملات هضم دريس الحشة الثانية أضعف منها لدريس الحشة الأولى، خاصة فى هضم الألياف الخام، وهذا خلاف ما أظهره التركيب الكيماوى من انخفاض ألياف دريس الحشة الثانية، وكانت تلك النتائج متوسط تحاليل محاصيل على مدار ثلاثة سنوات .

ويختلف التركيب النباتى من عام لآخر، ومن حشة لأخرى فى ذات العام، ووجد أن محتوى المعادن (كالبسيوم، فوسفور) فى النباتات يزيد لحد ما فى الحشة الثانية عن الأولى فى كثير من المراعى (دريس مراعى، برسيم، برسيم أحمر)، ولوحظ العكس فى مراعى أخرى (برسيم حجازى)، ويرجع ذلك لنوع السماد المستعمل لمواعيد استعماله بالنسبة لمواعيد الحش .

٢- تأثير طريقة الحش على قيمة العلف: فمثلا إذا لم تحش الأرض، بل تترك للرعى فإن المرعى يخضع لتأثير مرحلة النمو السابق مناقشتها، وكذلك ترقد النباتات باستمرار الرعى عليها، وهنا يأتى كذلك التأثير الميكانيكى لاستمرار وطأة الحيوانات للنباتات، مما يؤثر على كثافة النباتات . وقد وجد أن تعاقب حش المراعى، سواء أسبوعياً، أو كل أسبوعين أو ثلاث أسابيع، أو تركه لفترة أطول، لم يؤثر جوهرياً على تركيبها الكيماوى، بل أدى تعاقب الحش على فترات قصيرة إلى ضالة الإنتاج الكلى السنوى .

٣- تأثير التسميد على قيمة العلف: يؤدى التسميد المناسب إلى زيادة الإنتاج، وأيضاً يؤثر على تركيب النباتات نباتياً وكيماوياً، فقد أدت إضافة الجير إلى المراعى إلى تحسين تركيبها النباتى، بزيادة نسبة المراعى الجيدة، وضالة المراعى الغير جيدة، وضالة نسبة الحشائش فى المراعى . والتأثير الأساسى على المحصول، وليس على القيمة العلفية المتوقعة على التركيب الغذائى، وإن زادت معاملات الهضم للأعلاف

المسمدة بالجير الحامضى . يزيد التسميد الجبرى من البروتين الخام للنباتات، بالإضافة إلى زيادة الجبر فى النباتات، ويزيد الفوسفور والبوتاسيوم بضالة . زيادة التسميد الأزوتى تؤدى ليس فقط إلى زيادة المحصول النباتى، بل ترفع من البروتين الخام، والكاروتين والكورفيل بشدة فى النباتات، كما ترفع من معاملات الهضم، خاصة للبروتين الخام والدهن . ويفيد السماد الأزوتى أساساً وبشدة الأعلاف النجيلية، أما الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية والجبرية والماغنسيومية قد تفيد أساساً النباتات البقولية . ويتأثر تركيب النبات بالأسمدة المعدنية .

٤- تأثير التربة على مواد العلف: يؤدى افتقار الأرض إلى بعض العناصر إلى نقصها بالتالى فى نباتات العلف . أعلاف الأراضى الثقيلة تكون كثيرة الألياف، منخفضة القيمة الغذائية، وكذلك الحال فى الأراضى الرملية، فنظراً لقلّة الرطوبة بها، تتخشّب سوق نباتات العلف، ويقل محصولها وقيمتها الغذائية .

٥- تأثير المواقع والمناخ: المناطق الشمالية طويلة النهار غير حالكة الليل تكون نباتاتها سريعة النمو، وتحدد والسوق خضراء، مما يدعو لارتفاع القيمة الغذائية لانتانها عن مثيلاتها فى الجهات الجنوبية، والعكس فى الحبوب، نظراً لعدم اكتمال نضجها لقصر عمرها . الجو البارد الممطر يؤدى لتمام نمو السوق، بعكس الأوراق فتزيد نسبة السليلوز، وتقل القيمة الغذائية، بينما فى الجو الدافئ الجاف تكون النباتات قصيرة، لكنها غنية فى القيمة الغذائية . ويؤثر الجو (من حرارة وشمس) على تكوين المركبات الغذائية فى نباتات العلف، مما يجعل مراعى الربيع أغنى فى قيمتها الغذائية عن مراعى الخريف .

٦- تأثير الزراعة على مواد العلف: كثافة النباتات تؤثر على تركيبها الكيماوى، فالزراعة الخفيفة تجعل النباتات قيمة متخشبة، لا تناسب محاصيل العلف . النباتات الصغيرة غنية الرطوبة، فقيرة المادة الجافة، وعناصرها سهلة الهضم . عند الإزهار تتحول المواد سهلة الهضم إلى البذور، وتزيد ألياف السوق والأوراق، فتقل القيمة الغذائية والنسبة الهضمية . الحبوب والجذور والدرنات تبلغ أقصى قيمة غذائية عند النضج واكمال تخزين المركبات الغذائية بها .

٧- تأثير التخزين: تؤدى العمليات الحيوية وفعل البكتيريا والخميرة وفطريات العفن فى مواد العلف أثناء تخزينها إلى تغييرات فى تركيبها الكيماوى، وتتأثر قيمتها الغذائية، خاصة إذا كان التخزين فى ظروف غير مناسبة، كارتفاع الرطوبة بالمخزن وبالعلف . تزداد نسبة الفقد بالتلفس بزيادة مدة التخزين وارتفاع درجة الحرارة (عن ١٠ م°) للقمح محتوى رطوبته (عن ١٤%) . تزيد مدة حفظ الحبوب بانخفاض محتوى الرطوبة بها ودرجة حرارتها .

وعموماً نلاحظ اختلاف تركيب الأعلاف باختلاف أنواعها، وفيما يلى ملاحظات عامة:

- ١) زيادة الألياف تقلل الهضم.
- ٢) زيادة الكالسيوم حتى بداية الإزهار، ويقل الكالسيوم في التربة الحامضية، وبكثرة الأمطار.
- ٣) زيادة الماغنسيوم حتى جفاف البذور، ويقل في التربة الخفيفة، وبضالة السماد الماغنسيومي، وزيادة السماد البوتاسيومى.
- ٤) يقل الفوسفور والبروتين المهضوم والطاقة بالجفاف، ويقل الفوسفور في التربة الحامضية، وبقلة السماد الفوسفورى.
- ٥) يقل النحاس والزنك والكاروتين بموت النبات.
- ٦) يزيد البوتاسيوم بزيادة السماد البوتاسيومى للبقوليات.
- ٧) يقل الصوديوم بقلّة السماد الصوديومى، وزيادة السماد البوتاسيومى.

## **الفصل الثالث**

**بعض الأضرار المرتبطة بالتغذية**

**ومواد العلف**

**Injures of Feeding  
and Feed Stuffs**



## الفصل الثالث

### بعض الأضرار المرتبطة بالتغذية ومواد العلف Injures of Feeding and Feed Stuffs

سبق ذكر الأعلاف المتنوعة والإضافات الغذائية المكملية، والتي تقوم بإمداد الحيوانات بمطالباتها الغذائية من طاقة وبروتين وفيتامينات ومعادن، بما يلزم لحفظ حياتها وإنتاجياتها المختلفة، وليس من الضروري أن تكون كل مادة علفية مغذية بكل محتوياتها، بل قد تكون بعض مكوناتها سامة أو ضارة أو أن تكون مادة علفية لحيوان ما وضارة، أو سامة لحيوان آخر.

| أضرار مواد العلف    | أضرار التغذية |
|---------------------|---------------|
| - جودة مواد العلف   | - إعداد خاطئ  |
| - نوع مواد العلف    | - إمداد خاطئ  |
| - إصابات مواد العلف | - أضرار نقص   |
|                     | - عدم إتزان   |

تتعرض الحيوانات الزراعية لكثير من المخاطر الراجعة للتغذية الخاطئة أو لمواد العلف التالفة، وتتخلص أسباب هذه المخاطر التي مرجعها التغذية - كعملية متكاملة - فى:

- ١- الإعداد الخاطئ للعلائق، مثل عدم خلطها جيداً، أو عدم ملائمة حجم أجزائها لنوع وعمر الحيوان، أو لإضافة منشطات نمو، وغيرها من الإضافات سريعة التلف ثم التخزين لفترة طويلة.
- ٢- أو قد ترجع هذه المخاطر أيضاً إلى الإمداد الخاطئ بالعلائق من حيث مواعيد تقديمها، وأماكن تقديمها، وكذلك للشكل المقدمة فيه هذه العلائق.
- ٣- أو قد ترجع أيضاً لنقص كميات العلائق أو زيادتها عن احتياج الحيوان، أو قد يرجع النقص أو الزيادة لأحد أهم مكونات العليقة من بروتين أو طاقة، أو أحد الفيتامينات أو الأملاح المعدنية أو الأحماض الأمينية أو الدهنية.
- ٤- وقد يؤدي عدم اتزان العليقة من حيث محتواها الكلى من العناصر الغذائية اللازمة بنسبها المثلى لتواجدها فى العليقة إلى مثل هذه المخاطر.

وقد ترجع هذه الأضرار الحيوانية (التي قد تكون في صورة وقف النمو، وضالة الإنتاجات المختلفة، أو التسمم، أو النفوق) إلى مواد العلف ذاتها من حيث:

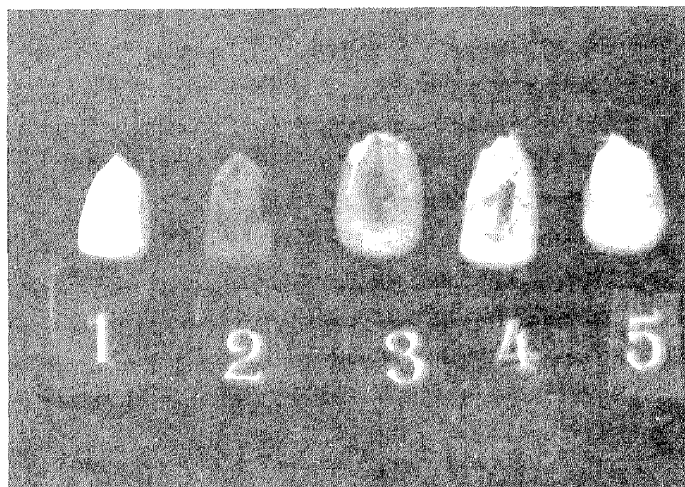
(أ) مواد العلف ذاتها، من حيث عدم جودتها واحتوائها على شوائب وأتربة وبذور أو نباتات غريبة، وعدم طزاجة مواد العلف، أو إطالة فترة تخزينها، وعدم وقايتها أثناء التخزين من الإصابات الحشرية والظروف الجوية وظروف المخزن الغير مناسب.

(ب) وقد ترجع لنوع العلف الذي قد لا يتناسب مع نوع الحيوان، إذ قد يكون له تأثير سام لنوع من الحيوانات.

(ج) أو ترجع لعفن مواد العلف وفقدانها لخواصها الطبيعية والكيميائية والغذائية، بل لاحتوائها على مسببات الأمراض من بكتيريا وفطر، وسموم هذه الكائنات الحية الدقيقة.



أعراض نقص حمض اللينوليك في كتاكيت السمان (على اليمين)  
مقارنة بالكتاكيت الطبيعية (بدون نقص غذائي)



أنواع تلف حبوب الذرة الصفراء

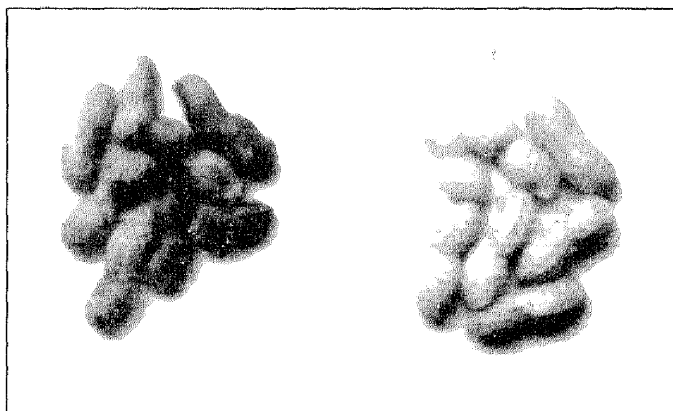
٢- بالحرارة

٤- بالعفن

١- سليمة

٣- بالانبات

٥- بالحشرات



A- قرون فول سوداني سليمة.

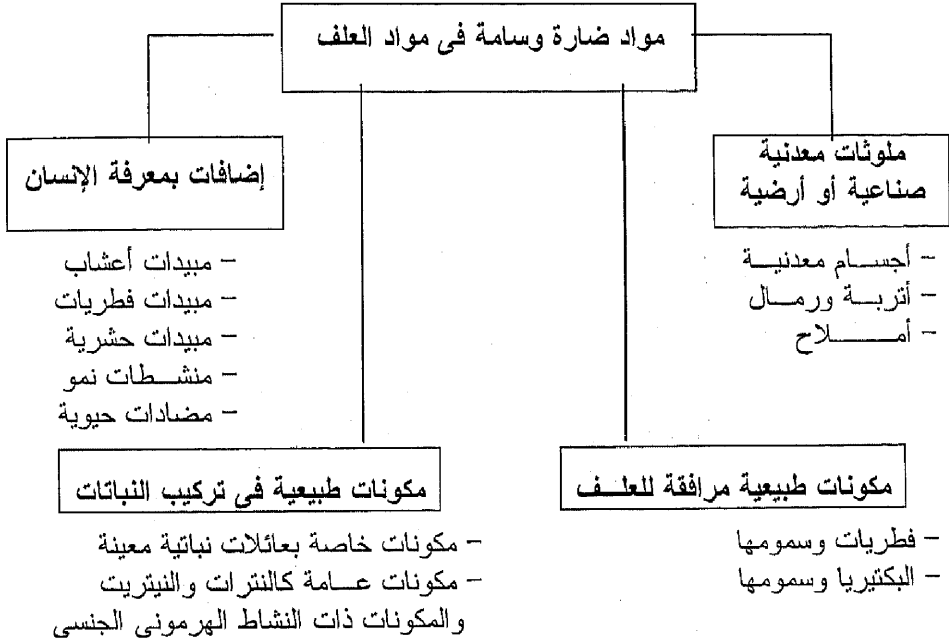
B- قرون فول سوداني مصابة بفطريات الأسبرجيلس.



وإذا فسرنا ما سبق بطريقة أخرى نجد مثلاً أن أعراض نقص الكالسيوم في حيوانات اللبن تظهر حمى اللبن Calcium tetany، كما يؤدي نقص الماغنسيوم إلى حمى نقص الماغنسيوم Magnesium tetany وهكذا، وقد تصاب كذلك الحيوانات بأنيميا نقص الحديد أو أنيميا نقص النحاس، كما تصاب بأعراض نقص أحد الفيتامينات. كما تتعرض الحيوانات لأعراض زيادة أحد المعادن أو الفيتامينات وخلافها، أو عدم اتزان الطاقة مع البروتين، أو المعادن معاً كنسب كل من الكالسيوم : الفوسفور، أو الصوديوم : البوتاسيوم، أو الأزوت : الكبريت وغيرها.

وقد ترجع الأضرار إلى عدم العناية بنظافة المداود (الطوايل) وأحواض الشرب والإسطبلات ٠٠٠ إلخ أو لانتشار نفايات ضارة كالأكياس البلاستيك (التي تحتاج إلى ألف عام لتتحلل) التي تمضغها (لاحتوائها بقايا أطعمة) الماشية والسلاحف والحيوانات البحرية (على أنها قناديل بحر) فتلقى حتفها.

ويمكن تلخيص المواد الضارة والسامة في مواد العلف كما يلي:



هذا علاوة على السموم الحيوانية الطبيعية كسموم بيض ولحم ودم الأسماك (نتروdotوكسين)، والأمينات، وحمض اليوريك وغيرها مما يسبب الحساسية، الجويتر، الإضرار بميتابوليزم الفيتامينات (ثيامين - بيوتين) والمعادن وغير ذلك كثيراً.

### أولاً: مواد العلف وإصابتها الميكروبية:

لا تلعب البكتيريا وسمومها دوراً كبيراً في التلف الميكروبي لمواد العلف كما تلعب الفطريات، ولكي يكون الفحص البكتيري لمواد العلف ذا جدوى فينبغي مراعاة التعرف على أجناسها (تصنيفها) بجانب العد الكلي، إذ أن الكائنات الحية الدقيقة ليست كلها ضارة، بل إن أنواعاً معينة منها فقط هي الضارة، فنجد أن العدد البكتيري بالشوفان يصل إلى أعلى من ١٠ مليون/جرام عقب الحصاد، وهو رقم طبيعي إلا أن معظمه من البكتيريا الخاصة بالحبوب والغير ضارة وتسمى بالبكتيريا الصفراء، وهي عائلة تسمى *Achromobacteriaceae* إلا أنه يتكوين الفلورا الثانوية (*Enterobacteriaceae, Pseudomonaden, Bacilles, Micrococces, Clostridium*) فتؤدي إلى الفساد، وعموماً فإنه من الطبيعي أن نجد البكتيريا حتى ١ - ٥ مليون خلية وحتى ١٠٠.٠٠٠ وحدة بانية للمستعمرات الفطرية في كل واحد جرام علف وذلك في مختلف أنواع الحبوب.

وعموماً فإن نتيجة الكشف عن السموم له أهمية أكبر من الكشف عن البكتيريا، إذ أن الفلورا تتعرض للعديد من التأثيرات المستمرة (موت بكتيريا، السيلجة، التكعيب، التعتيم)، وعليه فقد لا يمكن إعادة الكشف عن الميكروبات، رغم وجود توكسيناتها لتوافر ظروف بناء التوكسينات (من درجة حرارة ورطوبة ومادة العلف ونسبة ك ١/١) وعليه فإن النتيجة الموجبة لكشف التوكسين تعطي مؤشراً لتواجد الميكروبات وتوفر ظروف إنتاج توكسينات أخرى كذلك. ونظراً لصعوبة تحديد الحدود المسموح بها لعدد البكتيريا، فإن النقاش يدور حديثاً حول مشكلة السالمونيلا فقط. وفيما يلي جدول بالعدد البكتيري والفطري للأعلاف التالفة وغير التالفة:

| مادة العلف                                                                           | عد ميكروبي طبيعي<br>لعلف طازج |               | عد ميكروبي عالي<br>لعلف أقل طازجة |               | عد ميكروبي عالي<br>جدا لعلف تالف |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------|
|                                                                                      | بكتيريا<br>مليون/جم           | فطر<br>أنف/جم | بكتيريا<br>مليون/جم               | فطر<br>أنف/جم | بكتيريا<br>مليون/جم              | فطر<br>أنف/جم |
| مساحيق دم أو حيوان<br>أو لحم أو عظم<br>مسحوق سمك<br>حبوب (عدا الذرة)<br>ورجيج<br>ذرة | ١ >                           | ١٠ >          | ٤ - ١                             | ١٠ - ٤٠       | ٤ <                              | ٤٠ <          |
| مخلفات مطاحن<br>مسحوق تابيوكا<br>مخلفات معاصر<br>كسب فول صويا                        | ٢ >                           | ٢٠ >          | ٢ - ٥                             | ١٠ - ٥٠       | ٥ <                              | ٥٠ <          |
|                                                                                      | ٦ >                           | ٨٠ >          | ٦ - ١٠                            | ٨٠ - ٢٠٠      | ١٠ <                             | ٢٠٠ <         |
|                                                                                      | ٤ >                           | ٥٠ >          | ٤ - ٨                             | ٥٠ - ١٠٠      | ٨ <                              | ١٠٠ <         |
|                                                                                      | ٣ >                           | ٤٠ >          | ٣ - ٦                             | ٤٠ - ٨٠       | ٦ <                              | ٨٠ <          |
|                                                                                      | ٥ >                           | ١٠٠ >         | ٥ - ١٠                            | ١٠٠ - ٢٠٠     | ١٠ <                             | ٢٠٠ <         |
|                                                                                      | ٢ >                           | ٥٠ >          | ٢ - ٤                             | ٤٠ - ١٠٠      | ٤ <                              | ١٠٠ <         |
|                                                                                      | ١ >                           | ٢٠ >          | ١ - ٤                             | ٢٠ - ٨٠       | ٤ <                              | ٨٠ <          |

## ثانياً: المواد الضارة والسامة فى الأعلاف:

تتعدد المواد الضارة فى مواد العلف المختلفة فبعضها طبيعى الانتشار فى الأعلاف والبعض الآخر وضع بمعرفة الإنسان، إما لحماية مواد العلف من الحشرات والطفيليات والقوارض، أو لوقاية وعلاج ورفع نمو الحيوانات، إلا أنها بتركيزات معينة تصبح ضارة بل ومميتة للحيوان، بل وكذلك للإنسان. ومن المواد الضارة الأجسام المعدنية، والأتربة، والرمال، وارتفاع نسبة الأملاح المختلطة بالعلف، وسرسة الأرز شديدة الصلابة وأطرافها إبرية حادة (وإن كانت تطحن طحناً ناعماً فى الوقت الحالى وتضاف فى العلائق غير التقليدية للمجترات)، ومن المواد السامة بالأعلاف المبيدات الحشرية، ونواتج الإصابة بالفطريات والبكتيريا، وكذلك الجوسيبول وحامض الأيدروسيانيك، ومن البذور السامة بذور الخروع، والقنب، والخشخاش البرى، والداتورة، والترمس، والخردل البرى. ومن الحشائش والأعشاب السامة ست الحسن، والخردل البرى، والحدريج، والحبّة السوداء، والتربس الأخضر، وعش الغراب. ومن السموم الخاصة بالنباتات نفسها ما يوجد فى البطاطس النابتة وفى أوراق ورؤوس بنجر السكر. وقد قسمت الأضرار الناتجة عن الأعلاف فيما يلى:

## ١- أضرار من مكونات طبيعية للنباتات:

تؤدى بعض النباتات أضراراً تحت ظروف معينة ويطلق عليها نباتات سامة وهى:

## (أ) أضرار من مكونات خاصة بعائلات نباتية بعينها:

ومن هذه النباتات ما يلى:

|                   |                                          |
|-------------------|------------------------------------------|
| Blue alge         | الطحالب الزرقاء                          |
| High fungi        | الفطريات الرقيقة                         |
| Horse tail grass  | حشيشة ذيل الحصان                         |
| Kidney beans      | الفاصوليا الخضراء                        |
| Woodbine          | ياسمين حجازى (زهر العسل)                 |
| Crown vetch       | الحمص الجبلى المبرقش (عديسة، بسلة إبليس) |
| Melilot           | الهندقورق                                |
| Broom             | السرتم                                   |
| Corn poppy        | الخشخاش (أبو النوم)                      |
| Greater celandine | الخاليدونيون (عرق الصباغين، عود الريح)   |
| Black mustard     | الخردل الأسمر                            |
| Rape              | الشاجم (لفت طليطى)                       |
| Rapeseed          | بذور الشاجم                              |
| Field mustard     | خردل الحقل                               |

|                   |                                      |
|-------------------|--------------------------------------|
| John's wort       | نبات حنسا (كالكرنب)                  |
| Cotton seed       | بذور القطون                          |
| Linseed           | بذور الكتان                          |
| Spot hemlock      | الشوكران المبقع                      |
| Spurge            | حشيشة لبن الذئب                      |
| Black wheat       | الحنطة السوداء                       |
| Digitalis         | زهر الكشاتيين الأحمر (أصابع العذراء) |
| Autumn crocus     | زعفران الخريف (سورنجان، لحلاج)       |
| (meadow saffron)  |                                      |
| Sprouted potatoes | البطاطس المنبت                       |

### ب) أضرار من مكونات منتشرة عموماً:

وتتواجد في مواد علف شائعة عموماً، والتي تؤثر تأثيراً ساماً نتيجة تغيرات كمية ونوعية لمحتوياتها تحت ظروف معينة، ومن هذه المكونات:

#### ١- النيتريت والنترات:

فيحدث تسمم للحيوانات إذا غذيت على أعلاف غنية بالنيتريت أو النترات بكثرة (مع زيادة كمية النترات تتحول إلى نيتريت فقط ولا يستمر تحللها إلى أمونيا، وبزيادة النيتريت وامتصاصه يحول الهيموجلوبين إلى ميتاهيموجلوبين)، إذ تقوم بكتيريا تثبت الآزوت (نيتروزوموناس) بفعلها المؤكسد بتكوين النيتريت من الأمونيا، ويساعد انخفاض الحرارة وقلة ضوء الشمس على زيادة تخزين النيتريت والنترات بالنباتات. كما تحدث التسممات بالنيتريت في الحيوانات باستهلاكها للماء المركز من المصارف، ومن الأسباب الأخرى لتسممات النترات والنيتريت ملح البارود، وفضلات الأسمدة، وكثير من النباتات المتجمعة بشدة في أراض غنية بالآزوت أو في أراض مطبلة، ومن هذه النباتات: الشوفان، والشعير، والحنطة، والذرة، وعباد الشمس، والبرسيم الأخضر، وبنجر السكر وأوراقه، والشلجم، والخردل، وأعشاب البطاطس، وحشائش المراعي، ومن الحشائش كذلك: ذيل الثعلب وغب الثعلب. والسبب المباشر لظهور أعراض التسمم هو تحويل الهيموجلوبين إلى ميتاهيموجلوبين، فإذا تحول ما يقرب من ٥٠% من الهيموجلوبين الكلي إلى ميتاهيموجلوبين حدث النفوق لفشل عملية الأكسدة الخلوية.

ويتم التشخيص لتسمم النترات عن طريق تحليل الدم، إذ تبلغ قيمة النترات في دم البقر  $3,4 \pm 0,24$  مجم %، وللغنم  $3,48 \pm 0,30$  مجم %، وتبلغ الجرعة المميتة من النترات ما بين ٥٥٠ و ٧٥٠ مجم/كيلوجرام وزن حي من البقر، وأساس العلاج هو اختزال حديد الميتاهيموجلوبين (لثنائي التكافؤ)، وفي الحالات الحادة يعطى أزرق ميثيلين

فى الوريد، أو تحت الجلد، بجرعة تبدأ من ٢ مجم/كجم وزن حى، مع مراعاة أن الجرعة الكبيرة جداً من أزرق الميثيلين تودى إلى نتيجة عكسية، إذ تتكون ميتاهيموجلوبين، كما يستخدم كذلك للعلاج الثيامين، فيتامين (ج)، كلورنترا سيكلين، وعقاقير لحماية الكبد ومساعدة الدورة الدموية.

## ٢- مكونات نباتية لها نشاط جنسى:

وجدت مجاميع من المواد النشطة جنسياً فى أكثر من ٣٠٠ نوع مختلف من النباتات وتنقسم هذه المجاميع حسب فاعليتها إلى:

(أ) مواد لها تأثير إستروجينى، وهى الإستروجينات النباتية (فيتو إستروجين) Phytoestrogens.

(ب) مواد لها تأثير مضاد للإستروجين، وهى مضادات الإستروجين Antiestrogenic substances.

(ج) مواد لها تأثير تخصصى على الجونادوتروفين، وهى مضادات الجونادوتروفين Antigonadotrophin

(د) مواد ذات تأثير تخصصى على الغدة الدرقية، وهى مضادات الدرقية Antithyroid.

وفى ما يلى توضيح لتلك المجاميع النشطة جنسياً:

### أولاً: الفيتوإستروجينات:

تتنمى هذه المجموعة إلى المكونات الطبيعية فى النباتات (أى فى مواد العلف)، ومعظمها متقارب جداً من الناحية الكيماوية مع بعضها البعض، لذا يمكنها التحول من واحد إلى آخر فى تمثيلها الغذائى فى النباتات والحيوانات، وينشأ عن ذلك تغييرات كبيرة فى نشاطها الحيوى.

مثال: فورمونونتين ← جنيسئين  
بيو كائين أ ← دايدزيبين

ورغم أن الإستروجينات النباتية ذات الطبيعة الإسترويدية عند تعاطيها عن طريق الفم تكون قليلة الامتصاص، فإن الإستروجينات المستحضرة والتى تركيبها فىنولى تكون لها الفاعلية العظمى عن طريق الفم.

ومن اضطرابات الخصوبة الناتجة عن طريق هذه الإستروجينات ما يلى:

١- إيقاف الولادات لعدم حدوث الشبق.

٢- موت الجنين وامتصاصه.

- ٣- حدوث إجهاض.
- ٤- حدوث أضرار بالمبيض.
- ٥- اضطرابات في نقل الإسبرمات في القناة التناسلية الأنثوية.
- ٦- إعاقة التبويض.
- ٧- فساد الإسبرمات.

ويمكن اكتشاف الإستروجينات النباتية بالتحليل الكروماتوجرافى رفيق الطبقات Thin layer chromatography (TLC)، وتجارب على الحيوانات والتي بواسطتها يمكن الكشف عن تركيز حتى ٢٥ ميكروجرام داي إيثيل ستلبيسترول/كجم مادة علف جافة للفئران أو الجرذ Rats or mice، ويقدر النشاط الحيوى للإستروجينات لمادة العلف عمليا بتجارب الحيوانات، وعبر عنها قديما بوحدات جرذ Rats or mouse units وهي "كمية المادة التي تعطى شبقا كاملا لنصف عدد الحيوانات"، أما الآن وبسبب المقارنة الجيدة بمكافئ الداى إيثيل ستلبيسترول (DES) Diethylstilbesterol Equivalent لكل وحدة مادة علف جافة (وهو الوحدة الدولية، وهي الكمية التي تعطى تأثيراً مماثلاً لما هو ناتج من ١٠ ميكروجرام بنزوات أوسترون أو بنزوات أسترايول قياسى دولى)، وفيما يلى النشاط الإستروجينى لنباتات العلف مقدرًا بمكافئات داي إيثيل ستلبيسترول لكل ١٠٠ جم مادة جافة:

| مادة العلف       | مكافئ داي إيثيل ستلبيسترول |
|------------------|----------------------------|
| حنءقوق أبيض      | ١٠,٤٥                      |
| برسيم حجازى      | ٥,٤٥                       |
| برسيم أحمر       | ٣,٦٨                       |
| دريس برسيم حجازى | ٢,٢٦                       |
| لوبيا العلف      | ١,٩٩                       |

والحدود القصوى التي تتحملها الأغنام هي ٨ - ١٠ ميكروجرام مكافئ داي إيثيل ستلبيسترول/حيوان/يوم، بينما هي للأبقار صعبة التحديد بسبب مراعاة العمر، والوزن، والحالة الصحية (أضرار الكبد)، المرحلة من دورة الشبق أو من الحمل، لكن تقع على الأقل للإستروجينات المستحضرة صناعيا ما بين ١٠ و ١٥ ميكروجرام مكافئ داي إيثيل ستلبيسترول/حيوان/يوم.

والعلاج الوحيد هو تغيير العليقة ما لم تكن بالفعل قد نشأت عنها أضرار غير منعكسة Unreversable، وللوقاية ينصح بحصاد الأعلاف الخضراء في مراحل نمو

مبكرة، مع تعدد مصادر مواد العلف في العليقة لتلاشى أثر التسميد، وقد يؤدي التجفيف البطيء للأعلاف الخضراء إلى تقليل النشاط الإستروجيني، ويجب عدم سيلجة مثل هذه الأعلاف بتاتاً.

#### ثانياً: مضادات الإستروجينات:

تتواجد في النباتات بكميات وفعالية مختلفة وبها تتأثر الخصوبة، ولم يتمكن بعد من التعرف عليها كيميائياً بدقة إلا أنها تتشابه جداً في بنائها كما في الإستروجينات، وتتواجد هذه المجموعة في نباتات الأعلاف والمعروف منها: البرسيم الحجازي، البرسيم المصري، الشوفان، وغيرها. ولا يعرف للآن حدود لما تحتمله الحيوانات من مركبات هذه المجموعة.

#### ثالثاً: مضادات الجونادوتروفيئات:

هناك عدد كبير جداً من النباتات التي لها تأثير مضاد للحمل لاحتوائها على هرمون الثيروتروفين Thyrotrophin، وكذا على المواد الجونادوتروفيئية فهذه توجد في أوراق نبات *Lithospermum officinale* أو جذور نبات *Lithospermum ruderale*. وترجع خطورة هذه المجموعة من نباتات الأعلاف على الحيوانات المنزلية لتأثيرها على الخصوبة باضطرابها لنظام الغدد الصماء الخاصة بالتناسل، إذ تعيق على وجه الخصوص من إنتاج هرمون LH، بينما يستمر بناء هرمون FSH طبيعياً (وكلاهما من إنتاج الغدة النخامية).

#### رابعاً: مضادات الدرقية:

توجد خاصة في بذور وزيت الشلجم، وبذور وكسب الكتان، وفول الصويا، والكرنب، وتناول كميات من هذه المركبات تؤدي لاضطرابات في الخصوبة، وإجهاض، ونقص النمو، وشبق صامت أو قد لا يحدث شياع، وموت مبكر للأجنة، ومواليد من العجول ضعيفة، وتضخم الغدة الدرقية (مرض الجويتر Goeter) منذ الولادة (لانخفاض نشاطها بفعل المواد المثبطة لإنتاج هرمونات الدرقية، مما يؤدي إلى زيادة معدل إفراز الفص الأمامي للنخامية من هرمون الثيروتروفين المتسبب في زيادة حجم الدرقية)، ونفوق عقب الولادة. وهناك علاقة وطيدة بين إنتاج الدرقية للهرمونات وهرمونات المبيض، وعدم الخصوبة يصحبه اضطرابات في عمل المبيض وتكرار بناء الجسم الأصفر.

#### ٢- أضرار من مواد حيوية مرافقة لمواد العلف:

##### أ- أضرار عن مسببات فطرية:

إن الإصابة بالتسمم الناتج عن مواد العلف (أو الفرشة) المصابة بالفطريات نادراً ما يكون في صورة مرضية متخصصة تشير مباشرة إلى نوع الفطر المصاب به العلف (أو الفرشة)، ولو أن التغيرات المرضية الجوهرية تكون في اتجاه مما يلي:

- (١) التسمم بفطريات العفن Mould: يكون مصحوبا بأعراض أساسية فى القناة الهضمية، مثل فقدان الشهية ومغص وانتفاخ وإسهال، وقد يحدث كذلك إجهاض.
- (٢) التسمم بسموم الفطريات Fungi: من جنس أسبرجيلس Aspergillus، بنسيليوم Penicilium، ألتراناريا Alternaria، فيوزاريوم Fusarium: تنتسب فى أعراض نزيف كصورة أساسية للمرض وخاصة فى العجول والدواجن.
- (٣) التسمم بالإرجوت Ergot: قد تكون صورته المرضية متباينة الجوانب، وأساسا تكون غنغرينا Gangrene، واضطرابات فى الجهاز العصبى المركزى، وأعراض مرضية بالرحم.
- (٤) فطريات الصدأ Rust Fungi: تكون مسئولة عن التهابات الجلد والأنسجة المخاطية، وكذلك شلل الجهاز العصبى المركزى.
- (٥) تسبب فطريات اليرقان أعراضا بالجهاز العصبى المركزى (عدم الأمان، ترنح، انهيار، شلل الأعصاب الحسية والحركية) والتهابا بالمسالك الهوائية وملتحمة العين.
- (٦) التسمم بمجموعة الفطريات الغير تامة Fungi Imperfecti: (فيوزاريوم، ستاكيوتريس) يتميز بأعراض تظهر أساسا بالقناة الهضمية.

ورغم أن الحالات الخفيفة يظهر فيها التهابا طفيفا بالأمعاء فقط (يوقف بتغيير العليقة)، إلا أنه قد يكون مصحوبا كذلك بالآلام مغص متكررة (انتفاخ وتقلصات). وفى حالات كثيرة من التسممات بالعفن يظهر بجانب الدوخة الشديدة كذلك أعراضا أخرى على الجهاز العصبى مثل شلل المؤخرتين، وفشل عملية الجماع، وشلل بالحلق، وحالات جنون حادة تشبه ما يحدث فى حالات التهاب المخ ويظل بعدها استمرار الغباء. وترجع الأعراض الأساسية فى التسمم الفطرى نتيجة تأثير متخصص لجراثيم الفطر، غالبا من جراثيم فطريات الصدأ واليرقان، وأعراضها أورام والتهابات مخاطية بالأنف والفم، وارتفاع درجة الحرارة، وسعال متشنج، وتقلصات، والتهابات جلدية، كما وصفت كذلك أعراضا فى البقر تشبه الصدمة يصحبها حالات نفوق مفاجئة نتيجة أوديماء الرئة وتضخمها. وقد أرجعت حوالى ١٠% من حالات الإجهاض للبقر نتيجة الإصابة بالفطريات وذلك من الفحص الميكروسكوبى لأجنة البقر المجهضة وكذلك المواليد، إذا انتقلت العدوى عن طريق القناة الهضمية. وتصاب بالفطريات كل من الأعلاف المائلة والحبوب والردة، وتحدث التسممات بسموم الفطريات من السيلاج المعفن فى المجترات بصفة متكررة، ويسهل إصابة مخلفات استخلاص الزيوت بالعفن أكثر من مخلفات العصر للزيوت (الكسب)، وعلى الأخص معروف نمو فطر *Aspergillus flavus* (والذى يتميز سمه بدرجة سمية عالية) على مخلفات الفول السودانى.



## فطريات العفن:

وهي فطريات من رتب مختلفة تحدث التلف بفعلها المشترك مع البكتيريا المختلفة، ورغم أن معظم أنواع فطريات العفن رمية Saprophytic (أى تنمو على الأنسجة الميتة) فإنه يمكن لبعض أنواع الفطريات أن تعيش طفيلية Parasitic على الكائنات الحية. وبفحص فطريات العفن فى مواد العلف المركز وجد أن وجودها حتى ٥٤٠٠ مستعمرة/ جم علف لا يعطى أى علامات تلف واضحة، بينما وجودها فى مدى ١٠٠,٠٠٠ إلى ٣٢٠,٠٠٠ مستعمرة/جم فإن التلف كان واضحاً.

وتلعب الفريشة كذلك دوراً فى الإصابة بالأمراض الفطرية Mycoses (وهي معدية) وأيضاً التسمم بسموم الفطريات Mycotoxicoses. وبجانب الأضرار الميكانيكية فى الأنسجة، وتغيير التركيب الغذائى لمادة العلف المصابة يوجد كذلك أضرار كيميائية فى الأنسجة نتيجة إفراز الفطر لمواد سامة معينة، إذ يتوفر خطر مباشر لوجود الفطريات المفزعة للتوكسينات وكذلك خطر سمية التوكسينات ذاتها. فبخلاف وجود فطريات العفن أو سمومها فى مواد العلف وتلف هذه الأعلاف، فإن انتشار تسمم الحيوانات (قد تقاوم بعض الحيوانات) نتيجة تناولها مادة العلف المصابة بالفطر وسمومه يعد كارثة اقتصادية، لما يسببه من خسائر فى صحة وأرواح الحيوانات. وترتب أنواع الحيوانات حسب حساسيتها للتسممات الفطرية تنازلياً كالتالى:

الخيول، البط، الأوز، الدجاج، البقر، الأغنام، أى أن الخيل أشد الحيوانات حساسية لتسممات فطريات العفن، بينما الأغنام أقلها حساسية.

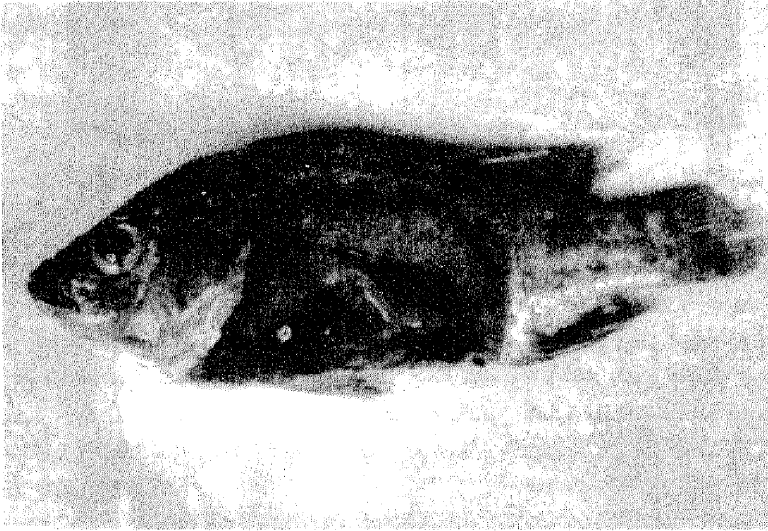
هذا وتظهر أعراضاً مركبة بشدة يصعب معها على أى متخصص تشخيصها وإرجاعها لمسبباتها، وتنقسم الأعراض المرضية عامة إلى عدة مجاميع قد تتداخل بعضها معاً فى الحيوان الواحد، وهذه الأعراض قد تخص أحد الأجهزة الآتية:

- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| (١) أعراض بالجهاز البولى. | (٢) أعراض بالجهاز التناسلى. |
| (٣) أعراض بالجهاز العصبى. | (٤) أعراض بالجهاز الهضمى.   |
| (٥) أعراض حساسية.         | (٦) أعراض جلدية.            |

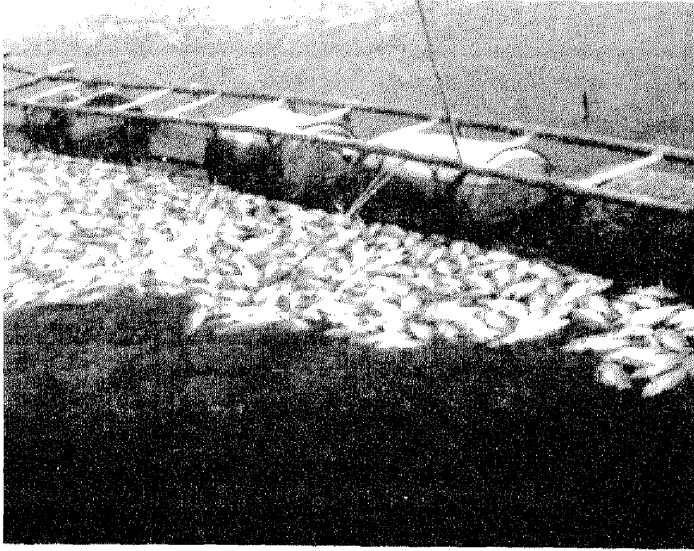
## الأفلاتوكسينات:

عبارة عن مجموعة توكسينات تحتوى مواد تختلف فى تركيبها الكيماوى، وأهم مركباتها هي: أفلاتوكسين ب<sub>١</sub>، ب<sub>٢</sub> (ذات فلورسنت أزرق)، ج<sub>١</sub>، ج<sub>٢</sub> (ذات فلورسنت أخضر). هذا ويراعى خلو الأعلاف البادئة للعجول من الأفلاتوكسينات، وحدود السماح Tolerance limits من الأفلاتوكسين ب فى العلف تقدر للحيوانات كما يلى:

| الحيوان            | التركيز المسموح به |
|--------------------|--------------------|
| ماشية تسمين        | ٠.٥٠ جزء/مليون     |
| أغنام              | ٠.٥٠ جزء/مليون     |
| عجول               | ٠.٢٠ جزء/مليون     |
| دجاج بياض          | ٠.١٢ جزء/مليون     |
| ماشية حلابة        | ٠.١٠ جزء/مليون     |
| كتاكيت تسمين ورومي | ٠.٠٨ جزء/مليون     |



سمكة بنطى نيلى ملوثة التغذية بالأفلاتوكسين تعاني من تضخم بالكبد والصفراء ونزف بالتجويف البطنى وتآكل الزعانف.



### نفوق فجائي وجماعي لأسماك الأقفاص لتلوث الماء .

#### الإرجوت:

ومنه ستة فلوليدات تظهر أعراضا مرضية تختلف في أطوارها وشدتها بشدة، وأكثر الحيوانات حساسية لفلوليدات (سموم) الإرجوت هي الماشية، ومن أعراض التسمم بالإرجوت اضطرابات معدية معوية، واضطرابات عصبية، وغغرينا، وأضرار بالرحم، وتصلب الأطراف الخلفية، وقد يحاول في علاجه بالتانين كمادة مضادة للسم Antidote، مع استعمال عقاقير لتوسيع الأوعية الدموية، مع العلاج التقليدي لالتهاب المعدة، وإزالة العلف المشكوك فيه .

#### فطريات اليرقان:

وهي أنواع مختلفة من الفطريات المتطفلة، توجد في النباتات النجيلية، ولتوكسيناتها أثر مهيج موضعي على الأنسجة المخاطية، وبعد امتصاصها تؤدي إلى شلل النخاع العظمى والمراكز العقدية .

#### فطريات الصدا:

تغذية الحيوانات (خيول، ماشية، أغنام) على أعلاف مالئة وخضراء مصابة بالصدا تؤدي إلى التهاب الأغشية المخاطية، مغص، التهاب الكلى، إجهاض، نعاس، والعلاج يكون بتغيير العلف مع إعطاء عقاقير القلب وادمصاص بالفحم .

## الفطريات غير التامة:

ومنها *Stachybotrys atternans* وكذلك *Fusarium*، فوجودهما (بصفة خاصة مع الأعلاف) يؤدي إلى سمية شديدة، ففي الأعلاف المألثة الخشنة يؤدي في الطور المبكر إلى ندرة خلايا الدم البيضاء، والحركة لليسار، وإعاقة تجلط الدم، وفي الطور المرضي يظهر رجة العضلات، ودرجة حرارة الجسم  $40 - 42^{\circ}\text{C}$ ، وإسهال، وسكون وعدم حركة الكرش، وورم أوديومي بالرأس. ويكشف عن مسبب المرض في محتويات الكرش ومن خلال إيجابية اختبار الجلد في الأرانب بمستخلصات إثيرية سواء للعلف المصاب أو الفرشة المصابة أو محتويات الكرش.

### ب- أضرار من مسببات بكتيرية:

قد تحدث هذه الأمراض نتيجة تلوث مواد علف كانت سليمة من قبل أو من الأعلاف الملوثة مسبقاً. وتحتوي المصارف على وجه الخصوص مسببات الأمراض التي يخرجها الإنسان أو الحيوان في الروث، ثم تنتقل إلى مواد العلف أو عليها. تنشيط الأعلاف المصابة بالبكتيريا بكتيريا الأمعاء والكائنات الحية الدقيقة بالكرش، كما تسبب أضراراً نتيجة لما تنتجه من مواد سامة *Endo- and Exotoxins*، وتلعب بكتيريا السالمونيلا والليستيريا والكولسترديا دوراً خاصاً كمسببات لأضرار الأعلاف.

### سالمونيلا:

التسمم بالسالمونيلا *Salmonellosis* يحدث أساساً نتيجة للعدوى عن طريق الغذاء، بشرط تواجد عدد كبير من خلايا السالمونيلا في مادة العلف لإظهار أعراض مرضية مثل التسمم الدموي أو التهاب تحت حاد أو مزمن للمعدة والأمعاء، ومن آلاف السلالات الموجودة فإن قليلاً منها يمرض الحيوان.

### ليستيريا:

التسمم بالليستيريا *Listeriosis* في الحيوانات المجترة يظهر في أعراض الغباء، والبلادة، والترح، ودرجة حرارة الجسم حوالي  $40^{\circ}\text{C}$ ، والتهاب ملتحمة العين ومخاطية الأنف، وورم الكبد، وتقع جميع فصوصه ببقع بيضاء رمادية محددة بدقة، ورشح خلوي في عمق النسيج الحشوي للمخ، وتنقسم أعراض هذا المرض في الحيوان إلى ما يلي:

- ١- مرض الجهاز العصبي المركزي.
- ٢- اضطرابات في الحمل.
- ٣- تسمم دموي.
- ٤- معاناة في العيون والإبصار.
- ٥- أضرار في غدد عنق الرحم.
- ٦- عدوى ثانوية.

ويؤدى السيلاج الردئ لما سبق من أعراض لغناه بهذه البكتيريا .

كولستريديم:

وهى بكتيريا غير هوائية، وبعض أنواع منها تقوم بإنتاج توكسينات حقيقية، فمثلا كولستريديم بيرفرينجينس *Cl. perfringens* تنتج ستة أنواع من التوكسينات هى: A, B, C, D, F, G وكل منها ينقسم إلى عدة توكسينات .

ثالثاً: النباتات السامة:

هناك عدد كبير من النباتات التى تنبى فى بذورها، وقشورها، وأوراقها، أو جذورها مواداً مؤثرة على الكائنات الحية، والكثير من هذه النباتات سام جداً وبعضها مميت، وقد يختلف تركيز المادة السامة فى الأجزاء المختلفة من النبات السام، أو تتركز فقط فى جزء منه، أو قد تكون النباتات سامة فى عمرها الصغير فقط، والحبوب قد تكون سامة قبل نضجها، وقد تزول السمية بالتجفيف أو الغلى أو النقع ومنها نبات الزغلت (عين القط) وعشرات غيره .

وقد تمتاز بعض الحيوانات بتعرفها على النباتات السامة (خاصة الحيوانات البرية)، إلا أنها تحت ظروف الجوع أو النهم والشراسة قد تتناول كل ما آتاها من عشب سواء سام أو غير سام، وهنا قد تتمكن بعض الحيوانات من القى بسهولة، فيكون الضرر بسيطاً، أو قد لا تستطيع القى (كالخيل)، فيكون الضرر كبيراً، فيختلف بالتالى تأثير السم باختلاف نوع الحيوان وعمره واستعداده .

وتظهر أعراض التسمم عامة بعد فترة بسيطة (حوالى ربع إلى نصف ساعة تقريباً) بعد تناول النباتات السامة، ومفعولها كلها أغلبه على الجهاز العصبى، وبعضها على الدورة الدموية، ونادراً ما نرى تأثيراً موضعياً كالأثر الكاوى أو المهييج أو المخدر . وفيما يلى بعض هذه النباتات وأجزائها السامة وما بها من سم:

| النبات                 | الجزء المحتوى على السم | السم والأثر                   |
|------------------------|------------------------|-------------------------------|
| اللفاح (ببروح)         | جذور                   | أتروبين (سام للقلب والأعصاب)  |
| السيكران (قاتل الدجاج) | أوراق، بذور            | أتروبين، هياسيامين، مكنولامين |
| الجوز المقى            | بذور                   | ستريشنين                      |
| سدر جبلى               | خشب، بذور              | تاكسين (سام للخيل خاصة)       |
| طرطور القس             | جميع الأجزاء خاصة      | أكونيتين (سام للقلب وتركيز    |
|                        | بالجذور                | ٠٣ - ٠٦ مجم مميت)             |
| سورنجان                | بذور                   | كولشينيون (سام للأعصاب ويؤدى  |
|                        |                        | لشلل الجهاز التنفسى)          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                         |                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| أوبيات (سام للأعصاب)<br>قلويدات مختلفة منها المورفين<br>والكودئين (أوبيات)<br>هليليرين (سام للقلب)<br>قلويد شبيه بالزهر الكشائين<br>أبيول (سام للأعصاب)<br>أثروبين بتركيزات عالية<br>كونيئين (سام للأعصاب ويؤدي<br>لشلل الجهاز التنفسي)<br>حمض هيدروسيانيك<br>حمض هيدروسيانيك | عصير لبنى<br>عصير لبنى<br>أوراق، جذور<br>أورق<br>بذور<br>كل الأجزاء<br>كل الأجزاء<br>عصير لبنى<br>أوراق | خس أفرنجى (التوكة)<br>أبو النوم (خشخاش)<br>ثقب جهنم<br>الدفلى<br>بقدونس<br>كريز المجنون<br>شوكران الماء<br>لبن الذئب<br>غار الكريز |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### ومن النباتات السامة كذلك لجميع الحيوانات المزرعية ما يلى:

- ١- ورد الحمير: نبات دائم الخضرة، يستعمل فى الحداثق للتسوير، ويحتوى على جلوكوزيد، وتأثيره على الأعصاب، فيظهر على الحيوان تقلصات، وقئ، وإغماء، وسرعة التنفس، وانتفاخ، ويموت فى ظرف ٤٨ ساعة إن لم يسعف بالعلاج الذى يتلخص فى إعطائه المنبهات مع غسل المعدة لحين حضور الطبيب البيطرى.
- ٢- الداتورة: شجيرات بارتفاع نصف متر، وأوراقها مشرشرة، والثمرة كلوزة القطن ذات أشواك قصيرة، وبذور الداتورة سوداء اللون فى شكل الكلوة لها بروز دائرى حول السطح المحبب، وتحتوى مواد سامة أهمها أثروبين وهيوسيمين وهيوسين فى الأوراق والبذور وتأثيرها مخدر، فتصيب الحيوان بصعوبة البلع وجفاف الفم، والعطش، وزيادة النبض والتنفس، وارتفاع درجة الحرارة مع أداء حركات غير إرادية. ويسعف الحيوان بغسل معدته بالشأى أو برمنجنات البوتاسيوم لحين حضور الطبيب البيطرى.
- ٣- خائق الذئب: شجيرات بارتفاع ٦٠ - ٧٠ سم، وورقة مقسم إلى ٥ - ٧ أقسام كورق الخروع، وتؤدي التغذية عليه إلى سيولة اللعاب وسعال، وميل للقي، ومغص شديد، وإسهال، وضعف النبض وصعوبة التنفس، وانخفاض درجة حرارة الجسم فالنفوق، ويسعف الحيوان بغسل معدته بالشأى المغلى وإعطائه منبهات مع تدفئة الحيوان لحين حضور الطبيب.
- ٤- الشوكران: شجيرات بارتفاع ٩٠ - ١٥٠ سم، تعطى رائحة كريهة إذا خدش ساق النبات، وأوراقه عريضة مقسمة إلى أقسام بيضاوية أو على شكل الحربة، ويسبب القي، واحتكاك الأسنان ببعضها، وسرعة وصعوبة التنفس، وعدم القدرة على السير

وشلل الأطراف، وهبوط درجة الحرارة، ونفوق باسفسكسيا الاختناق، ويسعف الحيوان المصاب بغسل المعدة بالشاي المغلى أو القهوة لحين حضور الطبيب.

٥- الحراقة (إبرة العجوز) *Urtica urens*: تنمو فى البرسيم والأراضى المهجورة، وتحتوى على حمض الفورميك الذى يحدث التهابات بالفم والشفتين واللسان، وكذلك أى أجزاء من الجسم تلامس العشب أثناء الرقاد.

٦- أبو لبن (اللبنية أو لبن الكلبة أو شربه أو صابون الغيط) *Euphorbia peplus*: يحتوى على مادة سامة لبنية تسمى يوفوربين Eurphorbin، وينمو مع البرسيم والمحاصيل الشتوية وعلى ضفاف القنوات والترع، ويؤدى إلى نزلة معوية حادة مصحوبة بالتهاب شديد.

٧- الصّامة: وتنمو مع القمح والشعير والنبليات عامة، وتحتوى على سموم التميولين واللولين Loliin، وكذلك ينمو فطر سام على البذور يؤدى لدوار وتشنج.

٨- النفل المر: وهو يشبه البرسيم الحجازى وساقه مربعة، وأزهاره صفراء مخضرة (تشبه بذور البرسيم الحجازى)، تحتوى على الجليكوزيد السام الذى يؤدى إلى نزلة معوية مصحوبة بإسهال ونفاخ.

٩- الحندقوق: ينمو مع البرسيم، ويشبه البرسيم الحجازى، وأزهاره صفراء، وثماره قرنية، وتحتوى البذرة على المادة السامة كومارين، إلا أن تجفيف النبات يفقده سميته.

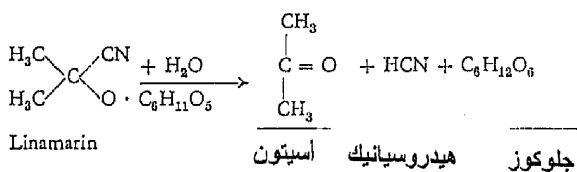
١٠- نبات الرتم Broom: بقولى سام، يحتوى على قلويدات سيتيسين و Sparteine، له فعل القلويد Coniine، فيؤدى إلى شلل وهبوط القلب.

هذا بالإضافة إلى العديد من النباتات الأخرى المعروفة بسميتها كنبات السكران، وعنب الديب، وسم الفراخ (حبوب سامة)، والملوخية (بذورها سامة تؤدى للخمول والنوم لاحتوائها على الجلوكوزيدات)، وحب البركة أو الحبة السوداء (كثيرا ما تختلط مع حبوب القمح)، وشجرة الجراد (أوراقها تؤدى للرقاد، والإسهال الأخضر المخاطى المدمم)، واللبيدة، والشنار، والرمرام، وحشيشة الراعى، وحشيشة الفلارس، والبرسيم الأبيض والبرسيم الأحمر.

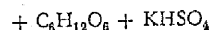
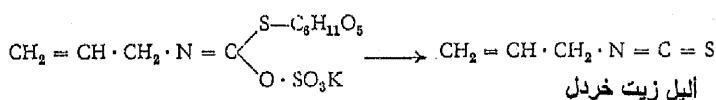
#### رابعاً: مواد العلف السامة والضارة:

١- تحتوى نباتات البطاطس الطازجة على مادة السولانين Sollanin بمعدل ١٠٠ - ٥٠٠ مجم/كجم، وهى مادة سامة فلا تؤكل، بينما درنات البطاطس تحتوى الأמיד بتركيز حتى ٥٠% من بروتين البطاطس، وكذلك تحتوى السولانين حتى ١٠٠ مجم/كجم مادة جافة فلا يغذى عليها هى الأخرى إذا كانت منبئة أو خضراء اللون، أو تزال العيون النابتة من الدرنات قبل التغذية عليها.

- ٢- الحنطة لها طعم مر، فلا تدخل في العليقة بكثرة وإلا تظهر أعراض التسمم.
- ٣- الأرز المقشور يؤدي إلى مرض البرى برى Beriberi نتيجة نقص فيتامين ب المركب بكثرة التغذية عليها.
- ٤- تؤدي كثرة فول الحقل في العليقة إلى مرارة طعم اللحم لاحتوائه على مادة Pitzenen، فتؤدي التغذية عليه قبل تعريضه للبخار لمدة ١٥ دقيقة إلى اضطرابات.
- ٥- الحمص الجبلى Vetch له طعم مر، لاحتوائه على مركب Vicianin.
- ٦- تحتوى بذور الكتان على جلوكوزيد يسمى Linamarin أو Phaseolunatin، ينتج الحمض السام هيدروسيانيك في جسم الحيوانات (الينامارين لينوز حمض هيدروسيانيك + أسيتون + جلوكوز).



- ٧- مخلفات استخلاص السكر من البنجر تحتوى على الكبريتيد SH الذى يظهر رائحته الكريهة بتعرض المخلفات للماء الساخن، ولا ينبغي زيادة محتوى كبريتيد الأيدروجين عن ٣٠ مجم/كجم.
- ٨- مخلفات صناعة البيرة قد تحتوى أفلاتوكسين Aflatoxin لوجود فطر أسبرجلس *Aspergillus falvus*.
- ٩- تحتوى الخردل الأسود وزيتته على جلوكوزيد يسمى Myrosinase يتحلل بإنزيم الميروزيناز إلى أليل زيت الخردل وجلوكوز وببسلفات:



ببسلفات بوتاسيوم      جلوكوز

- ١٠- تحتوى زيت الشلجم Rapeseed oil (لفت طليلى) على مادة Sinapin، فتكسبه طعماً مرا يعيق التغذية عليه، كما يحتوى الشلجم كذلك على Progoitrin، وGlucobiassicin، وكلاهما له أثر هرمونى ضار لتكوينها Thyroxin.
- ١١- بذور القطن تحتوى على الجوسيبول Gossypol (فينول)، ومخلفات بذور القطن تحتوى على مخلفات هذه المادة بمعدل ٠.١ ر. %، وهى مادة سامة، وتؤدي التغذية



على نبات القطن الصغير إلى تسمم بالجوسيبول، ونفوق الماشية والأغنام، وبتسخين البذور عند العصر لاستخلاص الزيت يتحول الجوسيبول إلى مركب غير سام.

- ١٢- تحتوى بعض أنواع فول الصويا على إنزيم Urease، فلا يغذى عليه مع اليوريا.  
١٣- يحتوى الفول السوداني على نفس الفطر السابق ذكره، والذي ينتج التوكسين المذكور سابقاً (أفلاتوكسين).

١٤- الذرة الشامية تحتوى على حمض الهيدروسيانيك السام فيما قبل الرية الأولى، أى حتى عمر ٢٠ - ٢٥ يوماً، ولتخفيف الأثر السام يعطى مواد نشوية كالحبوب فتمنع من انفرد هذا الحمض.

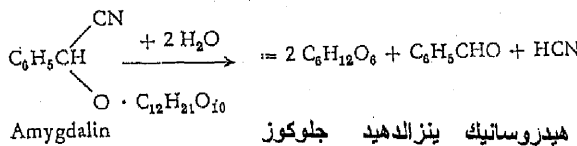
- ١٥- نبات الذرة الرفيعة المرة سام فى كل أطوار حياته، إلا أن بذوره غير سامة.  
١٦- نبات ذرة المكائن سام فى كل أطوار حياته.  
١٧- نبات الذرة الريانة سام حتى عمر ٣ أسابيع.  
١٨- الجراوة (حشيشة السودان) سامة فى العمر الصغير للنبات.  
١٩- الجلبان نبات سام حتى عمر ما قبل الإزهار، أى حتى عمر ٦٠ يوماً.  
٢٠- لوبيا العلف نبات سام لاحتوائه على الجلوكوزيدات حتى عمر ما قبل الإزهار.  
٢١- الفاصوليا اللبما نبات سام؛ لاحتوائه على حمض الهيدروسيانيك والفتاسيوفاتين، ولكن البذور غير سامة.

٢٢- بذور الدحريج تحتوى على الجلوكوزيد السام، ويمكن التغلب على ذلك بنقعها فى الماء ثم التجفيف.

٢٣- الأعلاف الغنية بالدهون (كسب سمسم، وجوز هند، ورجيع) عرضة للترنخ، فتتفرد الأحماض الدهنية مسببة طعماً حامضياً لأدعا ورائحته حمضية فتحدث تهيجات والتهابات بالجهاز الهضمي.

٢٤- يحتوى اللوز المر (والفاكهة ذات النواه الحجرية) على جلوكوزيد يسمى Amygdalin أو Glucopruginase، يحلله إنزيم Emulsinase إلى جلوكوز وبنزالدهيد وحمض هيدروسيانيك:

وبنزالدهيد وحمض هيدروسيانيك:



#### خامساً: السموم:

قد يتم التسمم بتعاطي الحيوان للسموم المختلفة، إما عن طريق الخطأ، أو الإهمال، أو بفعل جنائي، أو عن طريق تناول مواد مرشوشة أو معفورة بمواد سامة بغرض مقاومة الآفات الزراعية، أو نتيجة خطأ في استعمال الأدوية، ويتوقف تأثير السموم على ما يلي:

- ١- نوع السم وكميته.
- ٢- نوع الحيوان وعمره وحالته الصحية والإنتاجية.
- ٣- حالة الحيوان عند تعاطي السم من جوع أو شبع.
- ٤- طريقة تناول السم.

ومن السموم ما يؤثر على الجهاز الهضمي أو العصبى أو الجلد، ومن أشهر هذه السموم الشائعة:

١- **الزرنِيخ:** ومنه عدة صور أهمها حامض الزرنِيخوز، فهو الأكثر شيوعاً، وسهل الحصول عليه، وكذلك سائل كوبر الزرنِيخي (لإبادة القراد)، وقد يتجمع الزرنِيخ في جسم الحيوان نتيجة تكرار تناول العقاقير (المحتوية عليه) بغير إشراف طبي. وأعراض التسمم بالزرنِيخ هي ظهور الكآبة والخمول، والامتناع عن الأكل والاجترار، مع زيادة إفراز اللعاب والدموع، ويسهل انتزاع الشعر، مع مغص يعقبه إسهال مخاطي مدمم ذو رائحة تشبه رائحة الثوم. وتتنخفض درجة حرارة الجسم، ويزداد إفراز العرق قبل النفوق. وللتشخيص يختبر للتسمم الزرنِيخي بحرق جزء من الشعر أو الروث فتشم رائحة الثوم، وبالتشريح يظهر الغشاء المبطن للقم محتقناً ملتهباً، مع التهاب الغشاء المخاطي المبطن للمعدة والأمعاء، وكذا تحتقن الرئتان. ويتم الإسعاف بالمطفيات المعوية كاللين وزلال البيض مع زيت بذر الكتان، ويعمل على تحويل الزرنِيخ لمركب غير ذائب وغير ممتص (زرنِيخات حديد) بإعطاء محلول أكسيد الحديد الهيدراتي (غمس حديدية ساخنة لدرجة الاحمرار في ماء ثم سقى هذا الماء بعد برودته للحيوان)، مع تدفئة الحيوان وإعطائه المسكنات والمنبهات للقلب (كحقن الكافور).

٢- **الرصاص:** قد ينشأ التسمم بالرصاص من لحس الدهانات من الحوائط المحتوية على الرصاص، أو من تناول أعشاب من طرق مواصلات، أو نامية بالقرب من مخلفات صناعة البطاريات، فتظهر حالات التسمم في أعراض عمى وارتفاع درجة الحرارة مع إسهال. ولذلك ينبغي عدم دهان الحوائط في أماكن إيواء الحيوانات، بل تغطى بالزنك أو الألمونيوم أو الأسبستوس أو تدهن بدهانات أساسها الزنك وليس الرصاص، ويتم العلاج بإعطاء عقاقير ترسيب الرصاص في صورة كبريتات رصاص، مع إزالة السبب المؤدى للتسمم، والحقن بفيتامينات ومضادات حيوية.

٣- غاز الهيدروسيانيك: يستخدم فى تبخير الأشجار لمقاومة الآفات، وقد تستشققها الحيوانات إذا اقتربت من أماكن التبخير فتظهر عليها أعراض التسمم الحادة تصحبها تقلصات، ويزداد التنفس، ويبرد الحيوان، وينفق مختنقا، ويتصاعد من الحيوان النافق رائحة اللوز المر، ويؤثر هذا السم أساسا على الجهاز التنفسي، فيوقف عمل إنزيم الأوكسيداز الموصل للأكسجين إلى الأنسجة، فيتأثر الجهاز العصبى لنقص الأكسجين، وتنتهى الحالة باختناق الحيوان ونفوقه.

٤- التسمم الناتج عن زيادة الأمونيا بالكرش: يمتص جزء من الأمونيا فى الكرش خلال جداره ويصل لأوردة الكرش فالوريد البابى فالكبد (لذلك لا يحتوى الدم الشريانى إلا على آثار من الأمونيا)، لكن فى بعض الحالات وبارتفاع تركيز الأمونيا فى الكرش عن حد معين تنخفض حركة الكرش، وتقل قدرة الكبد على إزالة الأمونيا من الدم الوريدي، فتزيد نسبته فى الدم الشريانى، فتظهر أعراض التسمم نتيجة الآثار المباشرة لأيون الأمونيا على خلايا الجهاز العصبى، ونتيجة للخلل فى التوازن القاعدى الحامضى فى الدم، وقد تظهر أعراض التسمم بالأمونيا فى حالات ماشية اللبن التى تستهلك كميات كبيرة من أعذية بروتينية سريعة التخمير، أو فى حالات التغذية الخاطئة على البوريا، سواء بزيادة كميتها أو إعطائها بصورة مفاجئة، وللعلاج يوقف إعطاء مصدر البوريا أو الأمونيا مع إعطاء جرعة من محلول الخل بتركيز ٥%.

٥- سمومات أخرى: وقد تنشأ من المبيدات الحشرية كالألدرين، وإندرين، والليندان، وددت، وددد، وغيرها، أو تنشأ من زيادة تركيز عنصر الكبريت فى الماء أو العلف، وكذلك الفلور والنحاس والمولبيدوم وغيرها، مما يرتبط بزيادة هذه العناصر أساسا فى التربة التى تنمو بها نباتات العلف، وكذلك بتلوث المصادر المائية بالمركبات المحتوية على هذه العناصر.

وتقوم ميكروفلورا الأمعاء بتحويل المركبات غير الغذائية (إلى مركبات أقل أو أكثر ضررا) عن طريق:

١- تحلل مائى للجلوكورونيدات، الإسترات، الأميدات، كبريتات إثيرية، سلفامات، جليكوزيدات.

٢- اختزال الروابط الكربونية - الكربونية، مركبات النيترو والأزو، الأكاسيد الأزوتية والمركبات الهيدروكسيلية النيتروجينية، مركبات الكاربونيل، الكحولات والفينولات، أحماض الأرزونيك.

٣- تكسير بنزع مجاميع الكربوكسيل أو الألكيل أو الأمين أو الهالوجين.

٤- تخليق بالإسترة أو الأسئلة أو تكوين النيتروزأمينات.

٥- طرق أخرى كالتحويل لمركبات حلقية.

وتتأثر طرق الميثابوليزم هذه بعوامل منها:

- ١- المركب غير الغذائي (قطبيته، تركيبه وكميته، ثباته) .
  - ٢- التعرض (زمن ومدة التعرض له، جرعة مزمنة، وتعود) .
  - ٣- الحيوان (فروق بين الأنواع فى تركيب القناة الهضمية، حركة الأمعاء، الحالة المرضية) .
  - ٤- الميكروفلورا (تأثير العليقة، التعرض لعدوى، التحور بالعقاقير، أكل الروث) .
- وفيما يلى الحدود القصوى من بعض المواد غير المرغوب فيها فى أعلاف الحيوان (طبقاً للسوق الأوروبية المشتركة عام ٢٠٠٢م):

| المادة                    | الحد الأقصى (مجم/كجم) | إستثناء                      |
|---------------------------|-----------------------|------------------------------|
| أفلاتوكسين B <sub>1</sub> | ٠,٠١                  |                              |
|                           | ٠,٠٢                  | ماشية - أغنام - ماعز - دواجن |
|                           | ٠,٠٠٥                 | ماشية حلابسة                 |
| إرجوت                     | ١,٠٠٠                 |                              |
| الدريين                   | ٠,٠١                  |                              |
| إندرين                    | ٠,٠١                  |                              |
| إندرسلفان                 | ٠,١                   |                              |
|                           | ٠,٠٠٥                 | أسماك                        |
| ثيوبرومين                 | ٣٠٠                   |                              |
|                           | ٧٠٠                   | ماشية تامة النمو             |
| جليكوزيدات - قلويدات      | ٣٠٠٠                  |                              |
| جوسيبول حر                | ٢٠                    |                              |
|                           | ٥٠٠                   | ماشية - أغنام - ماعز         |
|                           | ١٠٠                   | دجاج تسمين - عجول            |
|                           | ٦٠                    | أرانب - خنازير               |
| حمض هيدروسيانيك           | ٥٠                    |                              |
|                           | ١٠                    | كتاكيت                       |
| ددت                       | ٠,٠٥                  |                              |
| رصاص                      | ٥                     |                              |
| زئبق                      | ٠,١                   |                              |
| زرنيخ                     | ٢                     |                              |
|                           | ٤                     | أسماك                        |
| زيت خردل طيار             | ١٥٠                   |                              |
|                           | ١٠٠٠                  | ماشية - أغنام - ماعز         |

|                            |      |                    |
|----------------------------|------|--------------------|
| خنازير - دواجن             | ٥٠٠  | زيت خروع           |
|                            | ١٠   | فلور               |
|                            | ١٥٠  |                    |
| ماشية حلابة - أغنام - ماعز | ٣٠   |                    |
| خنازير                     | ١٠٠  |                    |
| دواجن                      | ٣٥٠  |                    |
| كتاكيت                     | ٢٥٠  |                    |
|                            | ٠,٥  | كادميوم            |
| ماشية - أغنام - ماعز       | ١    |                    |
|                            | ٠,١  | كامفيكلور          |
|                            | ٠,٠٢ | كلوردان            |
|                            | ١٥   | نيتريت (صوديوم)    |
|                            | ٠,١  | هبتاكلور           |
|                            | ٠,٠١ | هكساكلوروبنزين     |
| النظير ألفا                | ٠,٠٢ | هكساكلورسيكلوهكسان |
| النظير بيتا                | ٠,٠١ |                    |
| النظير جاما                | ٠,٢  |                    |

بينما الحدود القصوى لملوثات الهواء داخل مصانع العلف (ملحق اللائحة التنفيذية لقانون البيئة - قرار رئيس الوزراء رقم ٣٣٨/١٩٩٥م) هي ٣٠ مليون جسيم/قدم مكعب (١٠ مجم/م<sup>٣</sup>) للأتربة الكلية، ٥ مجم/م<sup>٣</sup> من الأتربة القابلة للاستنشاق، بحيث يكون الكوارتز (سليكا) أقل من ١%، وإذا زادت نسبة الكوارتز عن ١% تكون الحدود القصوى للأتربة (مجم/م<sup>٣</sup>) = ٣٠/(%) كوارتز + ٣)، وتكون الحدود القصوى القابلة للاستنشاق (مجم/م<sup>٣</sup>) = ١٠/(%) كوارتز + ٢)٠

#### سادساً: بعض الاضطرابات المرتبطة بالتغذية (الأمراض الميتابولية Metabolic diseases)

وهي أمراض تتصل (ب) وتؤثر على الإنتاج، فقد يطلق عليها بأمراض الإنتاج Production diseases، ومنها حمى اللبن Milk fever، ونقص الماغنسيوم Hypomagnesemia، وزيادة الأجسام الأسييتونية Acetonemia، وغيرها من حالات أخرى، كل منها يرجع لعدم اتزان ما بين معدل الدخل للعناصر الغذائية والخرج في الإنتاج، وإذا استمر عدم الاتزان هذا فإنه يؤدي إلى تغيير في كميات مخزون الجسم لعناصر معينة وكذلك في تركيزاتها في أعضاء وأنسجة الجسم، مما يظهر أعراض النقص في شكل انخفاض الإنتاج. ففي أمراض نقص الجلوكوز (أجسام كيتونية

Hypoglycemia (ketosis) ونقص الماغنسيوم، ونقص الكالسيوم Hypocalcemia يكون الخرج من هذه العناصر أكبر من الدخل، وذلك إما لأن الماشية عالية الإنتاج جداً لدرجة أن العلائق الطبيعية لا يمكنها حفظ الحيوان تحت ائزان غذائي، أو أن العليقة غير كافية في تركيز عناصرها لمواجهة الائزان المطلوب. وتشمل ما يلي:

#### ١- النفاخ Bloat:

يحدث نتيجة تراكم الغازات في الكرش مع فشل الكرش في إخراجها، ويظهر ذلك من انتفاخ الخاصرة اليسرى يعقبها انتفاخ اليمنى كذلك، ويصعب التنفس، ويؤدي ضغط غازات المعدة إلى شلل القلب والرئتين، ويسقط الحيوان منهاراً ثم ينفق، وقد ينتج ذلك من التغذية على مواد غنية بالسابونينات Saponins أو البكتين، حيث تتحول الكتلة الغذائية إلى كتلة رغوية تحتفظ بالغازات، أو قد تنشأ هذه الحالة من ضعف حركة الكرش لانخفاض نسبة الألياف في العليقة، ويمكن خفض نسبة حدوث حالات النفاخ بالتحكم في نوعية الغذاء، بإعطاء دريس مثلاً قبل التغذية على المرعى الأخضر، وعدم التغذية على مراعى خضراء مندهاء، وخفض نسبة المواد الغنية بالسابونين أو البكتين في العليقة، ويمكن العلاج بتجريع الحيوان ٢٠ مل من زيت التربينتين في نصف لتر لبن، وفي الحالات الشديدة يبدل Puncturing الكرش من الخاصرة اليسرى لخروج الغازات، أو يفتح الكرش لإنقاذ حياة الحيوان، ويتم شفاء الجرح في عدة أسابيع قلائل. ونفاخ البقوليات Legume bloat: حالة أخرى من الاضطرابات الميتابوليزمية Metabolic disorders نتيجة تراكم غاز بالكرش، نتيجة انخفاض معدل تصريف الغاز عن معدل إنتاجه، نتيجة زيادة الرغاوى في محتويات المعدة، ويعتقد أن البروتين هو عامل الفوران أو الرغاوى Goaming agent. وليس هذا معناه أن كل البقوليات تؤدي إلى النفاخ، كما أن هناك عديد من العوامل تعمل ضد النفاخ كالبروبيلين جليكول والتانينات، بل أيضاً هناك اعتقاد في أن البرويتات الكربوهيدراتية Mucoproteins في اللعاب تعمل كمثبط للفوران ومانع له.

#### ٢- الحموضة Lactic acidosis:

من أسباب حموضة الدم Acidosis نقص أيون البيكربونات في التهاب الأمعاء الحاد، إنتاج وامتصاص كميات كبيرة من الأحماض الثابتة كاللاكتيك في الالتهم الشديد للكربوهيدرات في المجترات، التهاب الحبوب في الخيل، في الإصابة بالأجسام الكيتونية بالمجترات، في حالة امتصاص ثاني أكسيد الكربون في الدم الراجع للتدخل مع التبادل التنفسي العادى (كما في التهاب الرئوى، والإحباط في مركز التنفس، واحتقان القلب)، وقد ترتبط جميعها بحالة الحموضة، وعليه توجد هذه الحالة في العجول حديثة الولادة إذا كانت الولادة عسرة وطالت مدتها، كما تحدث في حالة متاعب الكلى وفشلها في إخراج الأحماض، كما قد تحدث الحموضة في حالة إعطاء محاليل حامضية بكم زائد في علاج القلوية Alkalosis، كما تحدث في حالة انسداد الأمعاء الحاد Acute intestinal

obstruction في الخيل، وإن كان العكس في الأنواع الأخرى، إذ يحدث فيها قلوية وليس حموضة. وتعمل الحموضة على اضطراب عمل القلب وتزيد ضرباته، وتزيد من عمق ومعدل التنفس بتبنيه مركز التنفس نتيجة زيادة تركيز حمض اللاكتيك في الكرش عن المعدل الطبيعي (نتيجة إعطاء الحيوان كميات كبيرة من المواد الكربوهيدراتية سهلة التخمر)، فيتراكم الحمض بالكرش، ويزيد امتصاصه من جدار الكرش للدم مؤدياً لانخفاض قيمة الـ pH في الكرش والدم مؤدياً لارتفاع أسموزية الكرش وخفض عدد البكتيريا والبروتوزوا المحللة للسليولز بالكرش، وينخفض بذلك إنتاج الأحماض الدهنية الطيارة بالكرش، ويتوقف الكرش عن الحركة أي يتوقف الهضم، وقد يؤدي إلى نفوق الحيوان في النهاية لإنتاج أمينات سامة تحت ظروف الحموضة في الكرش، ونتيجة لإخلال التوازن القاعدي الحامضي في جسم الحيوان، ولذلك يجب التدرج في إعطاء علائق سهلة التخمر، حتى يتعود الحيوان على ارتفاع نسبة حامض اللاكتيك، وتتطور البكتيريا للتمكن من استهلاك الحمض الناتج.

### ٣- زيادة الأجسام الكيتونية Ketosis:

مرض كثير الحدوث في الأغنام وماشية اللبن، خاصة في الفترة ما بين الأسبوع الأول إلى السادس من الوضع، وعلى وجه الخصوص في الأفراد عالية الإدرار بعد ثالث حمل، خاصة مع التغذية المرتفعة في محتواها من الأكسب الغنية بالبروتين مع انخفاض سكر العليقة، مما يعيق الهدم الصحيح للدهون فيؤدي لإنتاج الكيتونات، وتتميز هذه الحالة بارتفاع مستوى الأجسام الكيتونية في الدم Acetonemia والبول، ويصاحب هذه الحالة عدة أعراض منها انخفاض مستوى جلوكوز الدم Hypoglycemia، وفقد في وزن الجسم وفقدان الشهية، والضعف، والرعدة، وانخفاض سريع في ناتج اللبن، مع صلابة واسوداد الروث، مع حدوث اضطرابات عصبية، ويكون لبن الحيوان وزفيره ذا رائحة حلوة أسيتونية. وسبب هذا المرض هو اختلال في تمثيل الكربوهيدرات والأحماض الدهنية، مما ينتج عنه تراكم الخلـات Acetate، وما ينتج عنها من أجسام أسيتونية (كيتونية) في الدم والبول، وتسبب الأعراض المرضية سابقة الذكر، وذلك نظراً لأن الأحماض الكيتونية المتكونة شديدة الحموضة، فإنها تتعادل مع جزء كبير من الاحتياطي القلوي بالدم، بل وقد تسبب حموضة الدم فينخفض الـ pH في الدم من 7.4 إلى 7 تقريباً، وتقل قدرة الدم على نقل ثاني أكسيد الكربون، فتتلاشى قدرة الخلايا على الأكسدة مما يسبب الوفاة، وتعالج هذه الحالة بالحقن الوريدي بالجلوكوز (أو المركبات المولدة له مثل بروبونوات الصوديوم التي تمتص بالكرش، كحمض بروبونيك وهو مكون للجلبكوجين أساساً) أو هرمونات القشرة Cortex hormones، وللوقاية يغذى على المولاس لمدة شهر قبل وبعد الولادة كما يقدم الدريس الجيد.

فالأجسام الكيتونية في المجترات (أجسام أسيتونية في الماشية وتسمم دموى في الأغنام الحامل) Ketosis of ruminants (Acetonemia of cattle, pregnancy)

(toxemia of sheep): الكيتوزيس أو الأجسام الكيتونية في الحيوانات المجترة مرض ناتج من عجز ميتابوليزم الكربوهيدرات والأحماض الدهنية الطيارة، فترتفع الأجسام الكيتونية في الدم ketonemia وفي البول ketonuria، مع خفض تركيز جلوكوز الدم Hypoglycemia وجليكوجين الكبد. وذلك حيث أن كل الماشية عالية الإنتاج في أول موسم الحليب تعاني من ميزان طاقة سالب، فتظهر حالات الكيتوزيس في المجترات عند شدة الطلب على مصادر الجلوكوز والجليكوجين وعدم توفرها للأنسجة، مما يزيد من تخليق الكبد للجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Gluconeogenesis مع زيادة تكوين الأجسام الكيتونية. ويفيد العلاج بالحقن في الوريد ٥٠٠ مل محلول جلوكوز (دكستروز) ٥٠% مع تكرار الحقن، أو قد يتم الحقن داخل الغشاء البريتوني بمحلول الدكستروز ٢٠%، ولعدم الحقن يمكن أن يجرع الحيوان، أو يوضع في العليقة بروبيلين جليكول أو جليسرين بمعدل ٢٢٥ جم يومياً لمدة يومين يعقبها ١١٠ جم يومياً لمدة يومين، كذلك للماشية، ويمكن العلاج كذلك هرمونيا بإفرازات قشرة الأدرينال أو بخلات الترنبولون.

#### ٤- حمى اللبن Milk fever:

وتظهر في الإناث عند الولادة، بنقص مستوى الكالسيوم وضعف العضلات وحالة إحباط. ونقص مستوى الكالسيوم المتأين يكون في سائل الأنسجة عند الولادة لبدائية الحليب، إذ يخرج الكثير من الكالسيوم في السرسوب، ويتوقف الاختلاف بين الأفراد على كمية اللبن ونسبة الكالسيوم به في الأفراد المختلفة، وعند الولادة يكون هناك إعاقة في امتصاص الكالسيوم من الأمعاء، كما لا يكون سحب الكالسيوم من مخازنه بالجهاز الهيكلي كاف لإعادة حفظ مستوى كالسيوم السيرم طبيعي، فيظهر انخفاض مستوى الكالسيوم أو حمى اللبن. وتقاوم حمى اللبن بالتغذية على عليقة مرتفعة المحتوى من الفوسفور، ومنخفضة في الكالسيوم في نهاية فترة الحمل لتتبية الغدد جارات الدرقية أثناء فترة الجفاف، ولإعداد الغدد لزيادة نشاطها المتطلب عند الولادة، وقد لوحظ أن زيادة كالسيوم العليقة في هذا الوقت يؤدي لحدوث المرض، وذلك راجع لإحباط نشاط الغدد جارات الدرقية. وينخفض كالسيوم السيرم كذلك (بغض النظر عن الولادة) في حالة فرط التغذية على الكربوهيدرات المخمرة، وفي الأغنام تظهر هذه الحالة بسحب الغذاء المفجائي، أو بالإجهاد القوي. ويصاحب حمى اللبن (بجانب انخفاض مستوى كالسيوم السيرم) كذلك انخفاض مستوى فوسفور السيرم، وينخفض ضغط الدم الشرياني. وتصاب البقر والنعاج والماعز والخيول والخنازير بحمى اللبن، وتعالج بالحقن بأملاح الكالسيوم مثل كالسيوم بوروبوكونات (١٠٠ - ٢٠٠ جم من المركب في محلول تركيز ٢٠ - ٣٠% للبقر و ١٥ - ٢٠% للماعز)، وقد يتم الحقن بمحلول يحتوي الكالسيوم والمغنسيوم والفوسفور والجلوكوز.



## ٥ - القلوية:

ومن أسباب القلوية في الدم Alkalosis زيادة امتصاص القلويات، زيادة فقد الحامض، أو نقص ثاني أكسيد الكربون، سكون الأنفحة Abomasal atony في المجترات لتمددتها Ditation أو كبسها Impaction أو التواءها Torsion، إذ هناك إفراز مستمر لحمض الهيدروكلوريك والبوتاسيوم للأنفحة مع فشلها في إفراغ محتوياتها للأنتى عشر للامتصاص، فتنتقل إلى الكرش مؤدية إلى حالة قلوية، لنقص كل من الكلور والبوتاسيوم. وفي حالة الماشية التي تعاني من قلوية ميتابوليزمية يكون هناك حموضة في البول Aciduria غير مألوفة وغير مفهومة، إلا أنها ربما ترجع لزيادة إفراز الإلكتروليتات حتى تقوم الكلى بتنظيم الاتزان الحامضي القاعدي. وترتبط القلوية في الدم بهبوط وبطء التنفس في محاولة لحفظ ثاني أكسيد الكربون، رعشات عضلية Muscular tremors مع تشنجات Convulsions ربما ترجع لفعل الكالسيوم المتأين في السيرم.

## ٦ - تسمم الحمل في الماشية Pregnancy Toxemia in Cattle:

تحدث في ماشية اللحم قبل الوضع، وفي ماشية اللبن عقب الوضع مباشرة، وتنتج من سحب كميات كبيرة من الدهن المخزون في الجسم إلى الكبد، إما بسبب نقص الغذاء في ماشية اللحم السمينية العشر في توأمين، أو بسبب طلب مفاجئ للطاقة عقب الوضع مباشرة في ماشية اللبن السمينية، فتكون الاحتياجات الميتابوليزمية للطاقة كبيرة لارتباطها بالحمل في توأمين في ماشية اللحم، أو لشدة الإنتاج في الماشية الحلابة عالية الإنتاج عقب الوضع، مما يزيد معدل الإزاحة Mobilization للأحماض الدهنية الحرة من مخزون الجسم إلى كل أنسجة الجسم، بما فيها الكبد خاصة بنقص التغذية أو فقدان الرغبة في الأكل، فترتفع محتويات الكبد من الليبيدات لزيادة تخليق الكبد لليبيدات وطرده للجليكوجين وانخفاض أكسدته للأحماض الدهنية، فتتراكم فيه، وتتسع خلاياه مؤدياً إلى مرض الكبد الدهني Fatty liver disease مصحوبة بزيادة الأجسام الكيتونية وسكر الدم.

ويتم علاج الحالة باستمرار الحقن في الوريد بمحلول جلوكوز، مع حقن الكرش بمسائل كرش (٥ - ١٠ لتر) من ماشية سليمة صحياً لتحسين الشهية للأكل، وقد يعطى بروبيلين جليكول عن طريق الفم لتنشيط ميتابوليزم الجلوكوز، وبفقد الحقن تحت الجلد مرتين يومياً بالإنسولين (زنك بروتامين) بمعدل ٢٠٠ - ٣٠٠ وحدة دولية، فيحسن الاستفادة من الجلوكوز. وتعطى الحيوانات الماء والإلكتروليتات المترنة (١٠ - ٣٠ لتر) بالحقن في الكرش. وقد تعطى كذلك كولين كلوريد أو مستحضرات السلينيوم مع فيتامين هـ، أو هرمونات قشرة الأدرينال مع بروبيلين جليكول.

## ٧ - ارتفاع محتوى الليبيدات في الدم Hyperlipidemia:

تحدث هذه الحالة المرضية في نهاية فترة الحمل، أو أول فترة الرضاعة في خيول السيسى Ponies، وقد يصاحبها إسدادات في الأوعية Vascular thrombosis وفشل

كلوى وكبدى • وقد ترجع هذه الحالة لصيام الخيول، أو لضغوط غذائية، أو لأمراض الزيادة والنقص، أو نتيجة نقص غذائى فى وقت ترتفع فيه الاحتياجات الغذائية. ويفيد فى العلاج إعطاء ٣٠ وحدة دولية من الإنسولين عن غير طريق الفم، مع ١٠٠ جم جلوكوز عن طريق الفم يليها ١٥ وحدة دولية إنسولين و ١٠٠ جم جلوكوز فى الأيام التالية.

#### ٨- انخفاض جلوكوز الدم لحديثى الولادة Neonatal Hypoglycemia:

ويحدث فى صغار الخنازير (خنائيص) لتحديد الغذاء المتحصل عليه، إما لعجز لبن أمهات الخنازير، أو عجز الخنائيص عن الرضاعة، والذي قد يرجع لعذوى مرضية أو لصيامها. وتعالج بالحقن فى اليريتون بالجلوكوز (١٥ مل ٥%) مع التكرار للحقن كل ٤ - ٦ ساعات حتى يتحصل الخنوص على رضاعته الطبيعية.

#### ٩- هيموجلوبين البول بعد الولادة Postparturient Hemoglobinuria:

أحد أمراض الماشية عالية الإدرار، ويحدث عقب الولادة، ويصاحبه تحلل دموى وأنيميا. وتساعد العلاق منخفضة الفوسفور على ظهور هذا المرض الذى يرتبط ظهوره بظهور أعراض نقص الفوسفور من قبل. وقد ترتبط هذه الحالة بالتغذية على نباتات العائلة الصليبية (كمخلفات البسلة) أو بنقص مستوى النحاس فى العليقة. والحالات الشديدة يلزمها نقل دم كامل لإنقاذ الحياة، والعلاج لابد من تقديمه بسرعة، ويلزم البقرة وزن ٤٥٠ كيلو جرام حوالى ٥ لتر دم على الأقل، وكذا الحقن فى الوريد بمحلول فوسفات صوديوم (٦٠ جرام فى ٣٠٠ مل ماء) وجرعة مثيلة تحت الجلد، وتكرار الحقن تحت الجلد كل ١٢ ساعة ٣ مرات، وقد يعطى الحيوان مسحوق عظام (١٢٠ جرام مرتين يومياً) أو فوسفات ثنائى كالسيوم لمدة ٥ أيام.

#### ١٠- نقص الطاقة Deficiency of energy:

هى أكثر أمراض نقص التغذية المحددة لأداء الحيوانات الزراعية، والتي ترجع لنقص الغذاء المتوفر، أو انخفاض جودته، أو ارتفاع سعره، أو زيادة عدد الحيوانات لوحدة المساحات من المراعى Overgrazing، أو لجفاف يصيب البلاد فتندر الأعلاف، وقد يكون العلف محتوياً على رطوبة عالية فتتخفض الطاقة المتحصل عليها منه. وتتوقف خطورة نقص الطاقة على عمر الحيوان، وحالته الإنتاجية، ووجود أمراض نقص تغذية أخرى بالإضافة للتأثيرات البيئية. وعموماً يؤدي نقص الطاقة المتاحة للحيوانات الصغيرة إلى خفض النمو وتأخير النضج الجنسي، وفى الحيوانات تامة النمو ينخفض إنتاج اللبن ويقصر طول موسم الحليب، ويحدث فقد فى الوزن الحى، خاصة فى أوقات زيادة الطلب على الطاقة فى نهاية فترة الحمل وبداية الحليب، كما يتأخر الشياح فتأثر الحياة الإنتاجية للقطعان، وإطالة فترة نقص الطاقة خلال الحمل المتأخر تتسبب فى نقص وزن المواليد، وضعفها، مع ارتفاع نسبة النفوق فيها.

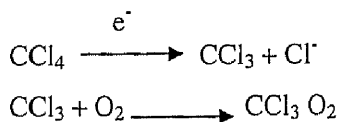
## ١١- مرض انخفاض دهن اللبن Low-fat milk syndrome:

أحد مظاهر الاضطرابات الميتابوليزمية الراجع للتغذية بكثرة على الحبوب، وانخفاض نسبة المواد الخشنة، مما يؤدي إلى خفض محتوى دهن اللبن، مصحوباً بتحويل شديد في نسب الأحماض الدهنية الطيارة في الكرش، إذ يصبح إنتاج حمض الخليك عاملاً محدداً، ويرتفع إنتاج البروبيونات للضعف.

## ١٢- اللون الغذائي Brown FK:

عبارة عن صبغة سامة، وسميتها راجعة لمركبين عديدي الأمينو Polyamino ناشئان من الاختزال الميكروبي في المعدة، والجليكوسيد Amygdalin كذلك سام لاختزاله ميكروبياً في المعدة إلى سيانوهدرين Cyanohydrin (بنزالددهيدسيانيدى)، والنيتريت (الميكروبي أو المضاف) تحوله الميكروفلورا في وجود الأمينات إلى نيتروز أمينات Nitrosamines (مسرطنات). وبالتحلل الميكروبي والارتباط بحمض الجلوكورونيك قد تنشأ مركبات مسرطنة عن المركبات الأصلية التي في الغذاء، فصبغات الأزو Azo dyes الموجودة في الملونات الغذائية تختزل ميكروبياً إلى مطفرات Mutagens ومسرطنات Carcinogens، ويزيد اختزال هذه الصبغات في وجود الريبوفلافين (مساعد إنزيم اختزال الأزو Azo-reductase). ويمثله Methylation الزئبق إلى ميثيل زئبق Methylmercury بكميتريا الأمعاء تزيد سمية هذا العنصر. فعموماً تلعب ميكروفلورا الجهاز الهضمي أدواراً في ميتابوليزم العقاقير والسموم والإضافات الغذائية والمواد غير الغذائية Anutrients، ويتم التحويل الجزيئي Molecular transformations عن طريق التحلل Hydrolysis والتكسير Degradation والاختزال Reduction، على عكس ما يتم في الكبد لميتابوليزم المواد غير الغذائية من أكسدة Oxydation وتخليق Synthesis (ارتباط Conjugation)، وهذا هو الفرق بين ميتابوليزم الثدييات وميتابوليزم الميكروبات. فمن نواتج ميتابوليزم الأمعاء للمواد غير الغذائية تخليق مواد مميتة من الألدهيدات الفينولية والأحماض الكربوكسيلية، طبيعية الوجود في العليقة والمستخدمة كمكسبات طعم (كالفانيلين مثلاً)، إذ تختزل أو ينزع كربوكسيلها Decarboxylation فتتشأ فينولات أكثر سمية. وقد يحدث التحلل للإسترات والأميدات أو الجليوكوسيدات، أو يتم التحلل بنزع الأمين Deamination أو الهالوجين Dehalogenation، أو يحدث التخليق بالأسلة Acetylation أو بالإسترة Esterification.

١٣- عند إعطاء رابع كلوريد الكربون يشنق منه أصل  $\text{CCl}_3^-$  يتفاعل بسهولة مع الأوكسجين، ويختفى منتجاً أصل آخر  $\text{CCl}_3\text{O}_2^-$  (Trichloromethylperoxy radical) سريع التفاعل، لكن يمنعه وجود فيتامين E كمانع أكسدة طبيعي، لذلك عند إعطاء رابع كلوريد الكربون لحيوان كبده غير سليم تزداد فيه البيروكسيدات الليبيدية نتيجة فعل الأصول (الشوارد) الحرة.



وهناك معادن كالحديدوز وإنزيمات تشجع على الأكسدة وإنتاج الشوارد الحرة، وإنزيمات (جلوتاثيون بيروكسيداز) تثبط من إنتاجها.

فهناك كثير من أضرار الأغذية معروف، وقد يرجع لمادة علفية بعينها معروفة باحتوائها على مواد ضارة (كالنيتريت، أو الهيدروسيانيك، أو القلويدات، أو الجلوكوزيدات، أو الفينولات، أو المواد الجويتريية، أو المواد الإستروجينية، أو مضادات الإستروجينات، أو مضادات للغده النخامية وغيرها) طبيعية فى تركيب الغذاء، أو لاحتواء هذه الأعلاف الضارة على نموات فطرية، أو بكتيرية، أو سموم هذه الكائنات الحية الدقيقة، أو أن تكون مادة العلف ملوثة بالمبيدات، أو العناصر المعدنية الدقيقة أو الثقيلة، أو السليكا والأترربة والمسامير وما شابهها من وسائل الغش، أو سوء التخزين والتصنيع والنقل، أو الخلط بالنباتات السامة (قنب، داتورا، حراقة، أبولين، صامة، نفل مر، حندقوق، بذور الدحريج، ورد الحمير، السوكران، السكران، خائق الذئب، ست الحسن، عنب الديب، وغيرها كثيرا).



**الفصل الرابع**  
**تقييم مواد العلف**  
**Feed Evaluation**

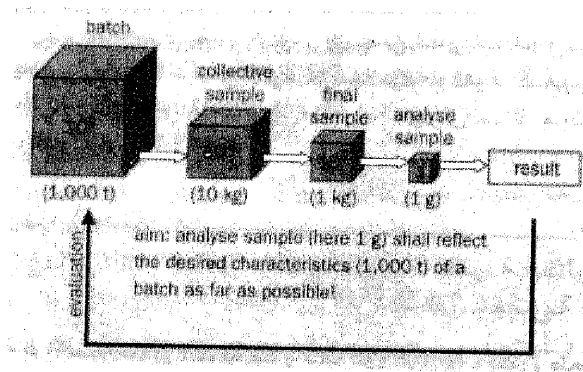


## الفصل الرابع

### تقييم مواد العلف

### Feed Evaluation

من أوليات التقييم الغذائى هو دقة أخذ العينات لتكون ممثلة للوط العلف، فلو ط العلف زنة ١٠٠٠ طن تؤخذ منه عينة مجمعة وزنها ١٠ كيلوجرام، ومنها تؤخذ عينة نهائية وزنها كيلوجرام، يؤخذ منها للتحليل عينة وزنها جرام (١ × ١٠<sup>-٤</sup> من لوط العلف)، كما يمثلها الشكل التالى:



وتؤخذ العينات بأفلام (مجسات) أو ذاتيا Automatic Sampling كما فى الشكل التالى:





يجب تقييم مواد العلف من حيث محتواها من البروتين الخام، أو الطاقة، أو غيرها من العناصر الغذائية التي تميز مادة العلف. فإذا كانت مادة العلف بروتينية فإن أول ما تختبر له هذه المادة هو محتواها من البروتين الخام، أما إذا كانت مادة العلف معدنية (كمسحوق العظام أو الحجر الجيري أو خلاصه) فيقدر أهم مكوناتها المعدنية... وهكذا. ولكن هذا الوضع لا يمنع من استكمال التقييم بالكشف على باقي مكونات هذه الأعلاف، سواء كانت عناصر غذائية (ترفع من القيمة السعيرية لمواد العلف) أو مواد غش، أو مواد ملوثة، أو مواد مرافقة تقلل من قيمة مادة العلف بل قد تمنع من تداولها.

وعادة ما يكون التقييم المبدئي بالتحليل الكيماوي البروتيني لمادة العلف، للكشف عن مكوناته من رطوبة وبروتين خام ودهون خام وكربوهيدرات ذائبة والياف خام ورماد خام، يلي ذلك تقدير المادة العضوية المهضومة (البروتينية والدهنية والكربوهيدراتية)، وتحسب النسبة الزلالية (الغذائية) لمادة العلف، أي نسبة المكونات البروتينية المهضومة إلى الألياف المهضومة والمواد الكربوهيدراتية المهضومة والمواد الدهنية المهضومة (مضروبة في ٢,٢٥ وذلك لغنى الدهن في محتواه الحراري بمقدار مرتين وربيع أكبر من المحتوى الحراري للكربوهيدرات).

المواد البروتينية المهضومة

النسبة الزلالية (الغذائية) =

المواد الكربوهيدراتية المهضومة + الألياف الخام

المهضومة + المواد الدهنية المهضومة  $\times 2,25$

والنسبة الزلالية تكون متسعة إذا زادت عن ١ : ٨، وتكون ضيقة إذا قلت عن ١ : ٥,٢، وتكون النسبة متوسطة إذا وقعت بين هاتين النسبتين.

وللمفاضلة بين مادتي علف لشراء إحدهما يلزم لذلك مقارنة سعر الوحدة الغذائية في كل منهما، وإذا اختيرت الأغلى سعراً يكون على أساس أن تعود الزيادة في سعر مادة العلف بعائد مادي أكبر ممثلاً في زيادة الإنتاج سواء لحما (أي نمواً) أو لبناً أو عملاً، بالإضافة إلى السماد الناتج من الحيوان المغذى على هذا العلف. ويمكن معرفة سعر الوحدة الغذائية بقسمة ثمن الطن من العلف على عدد الوحدات الغذائية به (سواء كانت وحدة بروتين خام مهضوم أو وحدة معادل نشأ أو وحدة مواد غذائية مهضومة كلية (Total Digestible Nutrients (TDN)، غلماً بأن البروتين الخام المهضوم عبارة عن البروتين الخام (من التحليل الكيماوي) مضروباً في معامل هضمه، ومعادل النشا % (أو القيمة النشوية) هو حاصل جمع كل من البروتين المهضوم %  $(\times 0,94)$  + الدهون المهضومة %  $(\times 2,12$  أو  $2,41)$  + الألياف المهضومة % + الكربوهيدرات المهضومة %، بينما المواد الغذائية المهضومة الكلية هي حاصل جمع كل من البروتين المهضوم % + الدهون المهضومة %  $(\times 2,25)$  + الألياف المهضومة % + الكربوهيدرات المهضومة %.

وتقدر القيمة الاقتصادية لمادة علف بنسبة سعر وحدة الكميات منها إلى سعر ما تنتجه هذه الوحدة من إنتاجات مختلفة (سعر الزيادة في الوزن الحي + سعر السماد الناتج في حيوانات التسمين أو سعر كل من اللبن والناتج وسماد الحيوان في حالة حيوانات اللبن وهكذا).

وعموما فالغذاء مصدر المغذيات Nutrients المختلفة إذ يهضم الغذاء (ميكانيكيا وميكروبيا وإنزيميا) فتتكسر الكربوهيدرات (الذائبة) إلى سكريات و/أو أحماض دهنية (إنتاج الطاقة والنمو واللبن)، كما تتكسر البروتينيات إلى أحماض أمينية (تدخل في إنتاج البروتينيات في النمو واللبن، أو ينزع أمينها وتدخل في بناء أحماض أمينية أخرى أو أحماض دهنية، أو تتكسر بالأكسدة منتجة طاقة، وتدخل الأمونيا الناتجة في تغذية ميكروفلورا كرش المجترات لإنتاج البروتين الميكروبي)، وتتكسر الدهون إلى جليسيريدات أولية وأحماض دهنية وجليسرول (لتكون دهون أخرى). أي تتداخل المغذيات الأساسية (كربوهيدرات، بروتينيات، دهون) معا في ميتابوليزمها، إذ تشترك جميعها في إنتاج الأحماض الدهنية والمركبات الغنية بالطاقة (Phosphocreatine, ATP).

والطاقة قدرة Power على الشغل Work، ولها صور متعددة (كيميائية، حرارية، كهربية، إشعاعية، حركية)، وهي لا تفنى ولا تخلق من عدم، بل تحول من صورة لأخرى، فتحول النباتات الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية، تتناولها الحيوانات في صورة أعلاف، وتحولها إلى طاقة ميكانيكية وحرارية وكيميائية فيما يعرف بميزان الطاقة الذي تصوره المعادلة التالية:

$$F = R + Q + A$$

$\downarrow$                        $\downarrow$                        $\downarrow$                        $\downarrow$   
 طاقة غذاء      طاقة في الروث      طاقة دفء      طاقة عمل  
                     والبول والميثان                      حراري                      ميكانيكي  
                     وفي العضلات واللبن

أي أن الغذاء والحيوان يمثلان معا نظاما مغلقا Closed system كأول قانون في الديناميكا الحرارية Thermodynamics، فالغذاء يمثل للحيوان الوقود للفرن، فالغذاء يمد الحيوان بالحرارة اللازمة للمحافظة على درجة حرارة الجسم وحركة أجهزته وأعضائه وقيامها بوظائفها، إضافة للطاقة اللازمة لإنتاجات الحيوان من لبن ولحم ودهن وصوف وما يفقد من طاقة في الإخراجات كالروث والبول (يوريا - ألانتوين - حمض هيبيوريك - كرياتين - أمونيا)، وغازات الكرش (ميثان - ثاني أكسيد كربون - هيدروجين - غازات كبريتية - بخار ماء) ومجموعها يساوي طاقة العليقة. وفي ندرة الغذاء

(الصيام) يستمد الحيوان هذه الطاقة من مخزون جسمه من الجليكوجين، ثم والدهون فالبروتينات. والطاقة تغطي احتياجات الحفظ (التمثيل الأساسي أو القاعدي أو تمثيل الصيام Maintenance Requirements (Basal or Fasting Metabolism)، وما زاد عن حفظ الحياة يوجه للإنتاج، أو التخزين في شكل بروتين (عضلات حمراء) في الحيوانات النامية (بمعدل ٣٥%) وتامة النمو (بمعدل ١٥%)، أو في شكل دهن بمعدل أكبر في الحيوانات تامة النمو عنة في الحيوانات النامية، أو في شكل مكونات لبن في الحيوانات الحلابة.

فالأعلاف كمادة عضوية Organic matter يؤكسدها الحيوان لتمده بالطاقة، فتستخدم طاقة الأعلاف كمقياس لتقييم العلف Feeding evaluation غذائيا. فالطاقة الكلية Gross Energy هي الناتجة من الاحتراق الكامل لمادة عضوية في وجود الأكسجين في مسعر الحرارة Bomb Calorimeter أو بالأكسدة الكيماوية منتجة ثنائي أكسيد كربون وماء وطاقة احتراق، تقدر بوحدات السعر Calory (cal.)، وهي مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ١ جم ماء درجة واحدة مئوية من ١٤,٥ إلى ١٥,٥ °م (والكيلو كالورى ١٠٠٠ كالورى والثيرم ١٠٠٠ كيلو كالورى أى ميغا كالورى Mcal.)، وحديثا يعبر عن الطاقة في علوم التغذية والفسيولوجيا بوحدتي الجول (J) Joule، وهو كمية الطاقة المستهلكة في بذل قوة قدرها واحد نيوتن لمسافة واحد متر، والكالورى يكافئ ٤,١٨٤ جول. وطاقة الدهن النقي تقريبا ضعف طاقة الكربوهيدرات النقية، وذلك للفقر النسبي في جزيء الدهن للأكسجين بالنسبة للكربون والهيدروجين عنه في الكربوهيدرات، لذلك تتأكسد أغلب ذرات هيدروجين الدهن، علاوة على أن طاقة أكسدة واحد جرام هيدروجين تزيد عن أربعة أمثال الطاقة الناتجة عن أكسدة واحد جرام كربون.

الطاقة المهضومة DE هي الأقل دقة في التعبير عن القيمة الحرارية لمادة علف، يليها TDN، وكلاهما أقل دقة من ME، والتي يراعى في حسابها (ME) الأخذ في الاعتبار للفقد الحرارى في البول وفي غازات التخمر والتي لا تراعى في حساب TDN، DE. وأفضل تعبير عن طاقة العلف هي الطاقة الصافية NE، والتي يراعى فيها كذلك الفقد الحرارى للاستفادة من المغذيات أو ما يطلق عليه Heat increment or Heat of nutrient utilization. فالطاقة المهضومة Digestible Energy فهي الطاقة الكلية للغذاء مطروحا منها طاقة الروث (الجزء غير المهضوم من الغذاء)، وتقدر في تجارب هضم باستخدام صناديق الهضم، أو أكياس جمع الروث، أو باستخدام المرقمات Markers، أو بالطرق المعملية In vitro باستخدام سائل كرش ولعاب صناعي والتحضين في سرنجات أو أنابيب، أو بالتحضين في الكرش الطبيعي In sacco في أكياس داكرون، وهي حاصل ضرب الطاقة الكلية في معامل هضمها، ويعبر عنها بالطاقة الفسيولوجية.

والطاقة القابلة للتمثيل (الميتابوليزمية) Metabolizable Energy عبارة عن الطاقة المهضومة مطروحا منها الطاقة المفقودة في البول والغازات المفقودة في الكرش ومعظمها ميثان، وتقدر في غرف تنفس لجمع الغازات والروث والبول لتقدير طاقتها، أو بحسابها على أساس المغذيات المهضومة أو التركيب الكيماوي للعلف، أو من تجارب ميتابوليزم مع عمل خصم للألياف، أو من الطاقة المهضومة، أو معمليا بتحضير الغذاء مع سائل كرش ولعاب صناعي وحساب الغاز الناتج من الغذاء

• Feeding Evaluation System—(Hohenheim Gas Production)

أما الطاقة الصافية Net Energy للغذاء (والتي تستخدم في إنتاج النمو والتسمين واللبن والصوف) فتقدر بالمسعر الحراري للحيوان (مباشر) Animal (Direct) Calorimeter لتقدير صور الفقد الحراري (بالإشعاع والتوصيل والحمل والبخر) لمدة ٢٤ ساعة على الأقل، أو باستخدام غرف التنفس (غير مباشر) Respiration (Indirect Calorimeter) Chambers لتقدير الطاقة المخزنة في الجسم (بميزاني الكربون والنيتروجين) في شكل بروتين ودهن، والمسعرات الحديثة تمكن من التقديرين (المباشر وغير المباشر)، أي الفقد الحراري والطاقة المحتجزة. فالطاقة الصافية عبارة عن الطاقة القابلة للتمثيل مطروحا منها الفعل الديناميكي النوعي (Specific Dynamic Action (SDA)، أي الطاقة الزائدة أو الناتجة من الغذاء Heat Increment (Production) of Feed وهي الطاقة اللازمة لتناول ومضغ وحمل وهضم وامتصاص الغذاء، وعمل ميكروفلورا الكرش، وإفراز العصارات الهاضمة وإخراج البول.

**الفعل الديناميكي النوعي Specific dynamic action** المقصود به زيادة معدل الميتابوليزم، أي زيادة تحرر الطاقة من العناصر الغذائية عند هضمها كلها معاً، إذ يؤدي هضمها كلها إلى زيادة معدل الميتابوليزم، وخاصة البروتين، فله تأثير محسوس عن هضم الكربوهيدات والدهون. وهذا التأثير لا يمكن الحصول عليه بالتغذية على مواد فقيرة الطاقة كالسليولوز. الأحماض الأمينية المهضومة لا تخزن، بل تمتد الأنسجة باحتياجاتها منها، والزيادة ينزع منها مجاميع الأمين وتأكسد. هذا الفعل بجانب تكوين اليوريا في الكبد ربما يقدر بحوالي نصف تأثير الفعل الديناميكي النوعي على الأقل والذي يرجع لهضم البروتين. لذلك ينبغي أخذه في الاعتبار عند حساب علائق غنية الطاقة، إذ يبلغ الفعل الديناميكي النوعي حوالي ٦ - ١٠% من الطاقة الكلية.

**الفقد الحراري Heat increment** هو الفرق بين الطاقة القابلة للتمثيل ME والطاقة الصافية، والتي تعبر عن الحرارة الناتجة من هضم الغذاء وتمثيله، وتشير كذلك إلى الشغل المفقود في الهضم، أو التأثير الديناميكي النوعي، والتأثير الحراري Work of digestion, Specific dynamic effect, and Thermogenic effect وهذه الحرارة

مفيدة في حفظ الحيوان دافئ في الشتاء، بينما في الأوقات الأخرى يتم فقدانها، وربما تؤثر على الإنتاج، لأنها تسبب مزيد من دفء الحيوان (أو إجهاد حرارى Heat stress) .  
وهناك عوامل كثيرة تؤثر على الاستفادة من هذه الطاقة:

- ١- أن الطاقة القابلة للتمثيل في المجترات تكون أقل مما هي عليه في وحيدات المعدة لنفس مادة العلف، بفارق طاقة الميثان المفقودة في المجترات .
- ٢- كما تختلف الطاقة الميتابوليزمية لمادة العلف الواحدة باختلاف معاملات الهضم في الحيوانات المختلفة، وبمدى استفادة الحيوان من الأحماض الأمينية الغذائية .
- ٣- أيضا تختلف بتصنيع الغذاء، فالطحن مثلا للأعلاف الخشنة وتكعيبها Pelleting يزيد من فقد الطاقة في الروث لسرعة مرور كتلة الغذاء في القناة الهضمية دون استفادة (وإن قلل ذلك من الفقد في صورة ميثان) .
- ٤- وزيادة مستوى التغذية ذاتها تخفض من معاملات الهضم، فتقل قيمة الطاقة الممتثلة بالتالى (وإن عوضها خفض الفقد في طاقة البول وغاز الميثان) .
- ٥- كما أن تكوين البروتين في نمو العجول أكبر (٣٥%) عنه في الثيران البالغة (١٥% من الطاقة المحتجزة)، فكفاءة الاستفادة من الطاقة الممتثلة تكون عالية في الحيوانات النامية (المكونة للبروتين) عنه في الحيوانات تامة النمو (المكونة للدهن أكثر، وبالتالي فاحتياجاتها لتكوين الدهن تماثل سبعة أمثال الطاقة اللازمة لتكوين نفس الوزن لكن من البروتين) .
- ٦- كما أن الطاقة الممتثلة اللازمة لإنتاج اللبن أقل من طاقة إنتاج التسمين، لأن حوالى نصف طاقة اللبن في بروتينه وكربوهيدراته، علاوة على أن الأحماض الدهنية في اللبن منخفضة الوزن الجزيئى عن تلك الموجودة في دهن الجسم، لذلك فالكفاءة الحرارية لتصنيع هذه الأحماض تكون أعلا في اللبن بمقدار ٢٠% عنه في التسمين .
- ٧- كما تتوقف معدلات هضم العليقة على مكوناتها (تأثير إضافى أو مشترك للتداخل) مما يؤثر على كفاءة الاستفادة من الطاقة الممتثلة .
- ٨- وزيادة كمية الطاقة الممتثلة المأكولة تزيد الفقد منها فتقل الاستفادة .
- ٩- وغياب أحد العناصر المعدنية أو الفيتامينية يؤثر على كفاءة الاستفادة من الطاقة الممتثلة، لأن هذه العناصر تلعب دور العوامل المساعدة في الميتابوليزم .
- ١٠- كما وأن اتزان العناصر الغذائية هام للاستفادة من الطاقة القابلة للتمثيل، فلا بد من كفاية البروتين والأحماض الأمينية ، فعدم كفاية بعض الأحماض الأمينية يؤدي إلى تخزين الطاقة كدهن أكثر من تخزينها كبروتين، مما يخفض من كفاءة الاستفادة من الطاقة التمثيلية .

١١- انخفاض درجة حرارة البيئة تزيد احتياجات الحيوانات الصغيرة للطاقة الميتابوليزمية (عما هو عليه في درجات الحرارة العادية) لنفس الانتاج، وتقل هذه الاختلافات في الحيوانات تامة النمو.

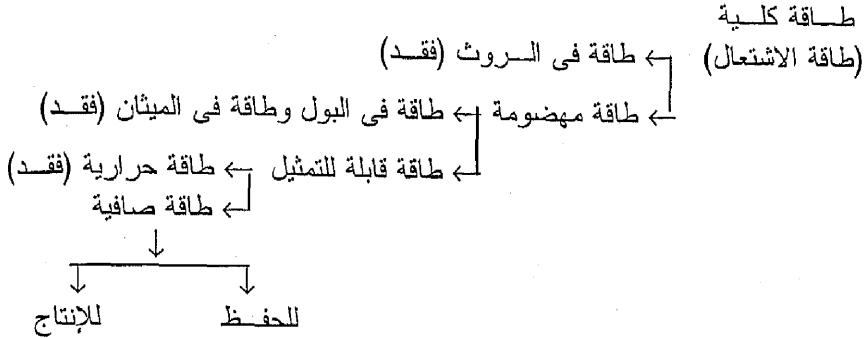
١٢- نسبة الطاقة/البروتين والحالة الفسيولوجية والمرضية للحيوان، بجانب التأثيرات الوراثية، كلها عوامل تحدد كذلك من الاستفادة من طاقة الغذاء.

١٣- مستوى أنسولين الدم يؤثر على توزيع الطاقة، إذ أن هذا الهرمون يشجع على نقل الجلوكوز إلى الخلايا الدهنية وبالتالي يناسب تخليق الدهن، فيرتبط ارتفاع الأنسولين مباشرة بتركيز سكر الدم وبشكل غير مباشر باستهلاك الكربوهيدرات مع الغذاء، ورغم عدم الارتباط بين أنسولين الدم ومدى تخزين الدهن (لترسيب بعض الأحماض الدهنية من دهن الغذاء في الجسم دون ارتفاع مستوى الأنسولين) فإنه عموماً لوحظ انخفاض واضح في مستوى الأنسولين بزيادة دهن الغذاء عن ٢٠%.

يتشابه الجهاز الهضمي للحصان مع الخنزير، فيما عدا أن الحصان جهازه الهضمي أوسع، وليس له صفراء، كما أن الأعور أكثر اتساعاً (طوله ٣,٥ قدم، وسعته ٩ جالونات)، والأمعاء الغليظة أكبر (طولها ٢١ قدماً، وسعتها ٢٥ جالوناً) ومعدة المجترات تتركب من الكرش Rumen or paunch، والشبكية Reticulum or honeycomb or water bag، والورقية omasum or manyplies، والأنفحة Abomasum or true stomach. وفي الماشية سعة الكرش حوالي ٤٠ جالوناً، والشبكية حوالي ٥ جالونات، والورقية حوالي ١٥ جالوناً، والأنفحة حوالي ٧ جالونات، والأعور طوله ٣ أقدام، وسعته ٢,٥ جالون، والأمعاء الدقيقة طولها ١٥٠ قدماً، وسعتها ٢٠ جالوناً، والأمعاء الغليظة طولها ٣٣ قدماً، وسعتها ٧ جالونات.

العصائر الهاضمة هي السوائل المفرزة في الجهاز الهضمي من غدد أو أنسجة، بطول القناة الهضمية، وتشمل اللعاب، العصير المعدى، الصفراء، عصير البنكرياس، عصير معوى. والإنزيمات الهاضمة عوامل مساعدة عضوية يشق اسمها من المركب الذي تعمل عليه، وينتهى اسم الإنزيم بالمقطع (ase)، وتشمل الإنزيمات الهاضمة أميلاز اللعاب، مالتاز اللعاب، رنين، ببسين، ليباز المعدة، أميلاز البنكرياس، تربسين، ليباز البنكرياس، بيتيداز الأمعاء، مالتاز الأمعاء، سكراز، لاكتاز.

## توزيع طاقة (حرارة) مادة العلف



ومن ذلك يتضح أن القيمة الحرارية التي يستفيد منها الحيوان بالفعل من الغذاء يطلق عليها القيمة الحرارية الصافية (Net Energy)، إذ أن القيمة الحرارية القابلة للتمثيل إما أن تتأكسد منتجة طاقة حرارية لازمة للشغل، سواء داخلي (حركة القلب والرئتين والمعدة والأمعاء وانقباض العضلات) أو خارجي (كالمعمل الذي يقوم به الحيوان)، أو أن تخزن في صورة طاقة صافية داخل الجسم في صورة أنسجة أو دهون أو جنين، أو خارج الجسم في صورة لبن وصوف. ولما كان تحويل مجهود حراري إلى مجهود آخر بصاحبه فقد حراري، فإن تحويل الطاقة القابلة للتمثيل (ME) إلى طاقة صافية (NE) في أي صورة مما سبق يكون مصحوباً بفقد حراري Heat loss يختلف حسب نوع الإنتاج، ويطلق على هذا الفقد بالفعل الديناميكي النوعي للغذاء (Specific Dynamic Action) أو الطاقة الحرارية (Heat Increment). وعموماً فكفاءة تحويل الطاقة القابلة للتمثيل إلى طاقة صافية هي كالتالي:

طاقة صافية/طاقة قابلة للتمثيل = ٧٠% في حالة الاحتياجات الحافظة

= ٧٠% في حالة إنتاج اللبن

= ٥٨% في حالة إنتاج اللحم والدهن

= ٣٣% في حالة إنتاج الشغل

ويتوقف الفاقد من الحرارة الفسيولوجية النافعة، أو الطاقة القابلة للتمثيل عند تحويلها إلى طاقة صافية على عدة عوامل منها:

- ١- النسب بين المركبات الغذائية، إذ أن إحلال الدهن محل جزء من كربوهيدرات الغذاء يقلل من الفاقد من الحرارة الفسيولوجية النافعة، وبذلك يكون استعمال الغذاء أكثر اقتصاداً.
- ٢- نقص الفوسفور أو الريبوفلافين وبعض المعادن والفيتامينات الأخرى: يكون مصحوباً بزيادة الفقد الحراري من الغذاء، كما يشاهد دائماً في حالة الأغذية غير المتوازنة بسبب نقص مركب ضروري منها.

- ٣- التناسب بين نسبة البروتين ومستوى الطاقة في الغذاء، حيث أن زيادة البروتين توفر الطاقة المفقودة على صورة حرارة، وترفع كفاءة الغذاء فتزيد الإنتاجات منه .
- ٤- يختلف الفاقد الحرارى باختلاف نوع الإنتاج ونوع الحيوان ونوع الغذاء .

وتتوقف القيمة الحرارية للأعلاف على عديد من العوامل المؤثرة على الهضم والميتابوليزم ومن بينها:

(١) التركيب الغذائى **Chemical composition**: فمعاملات الهضم تتوقف لحد كبير على التركيب الكيماوى للعلف، فالشعير مثلاً تركيبه ثابت، وعليه فمعاملات هضمه ثابتة لحد كبير، بينما الأعلاف الخشنة تركيبها متباين، وأيضاً معاملات هضمها متغيرة بتغير محتواها من الألياف الخام (إذ تنخفض معاملات الهضم بزيادة الألياف).

(٢) تركيب العليقة **Dietary composition**: فمعاملات الهضم والاستفادة من الطاقة القابلة للتمثيل لعلف ما لا تتوقف فقط على تركيبه الخاص، بل كذلك على تركيب الأعلاف الأخرى المكونة للعليقة الكلية، وعليه ليس ضرورى أن يكون معامل هضم العليقة مطابقاً لمعامل هضم مكوناتها، وذلك راجع للتأثير التعاونى أو الاتحادى (Association Effect)، إذ يتأثر معامل هضم المادة المألنة بنوع المركبات التى تضاف معها فى العليقة. للتأثير الإضافى فيتحسن هضم الأعلاف الخشنة عند إضافتها للمركبات، كما يتحسن هضم الكربوهيدرات والدهون بوجودها مع البروتين.

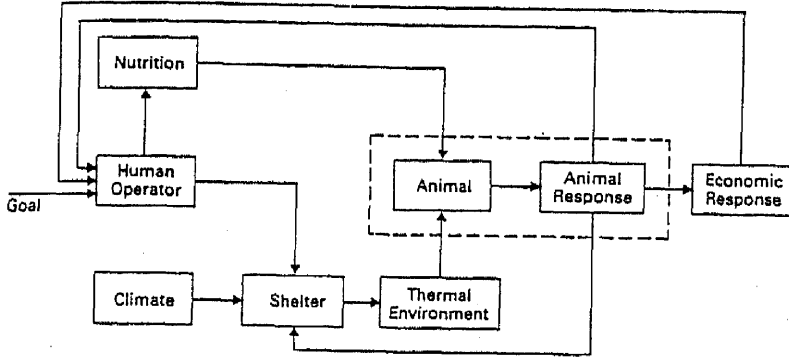
(٣) تحضير **Preparation العلف**: إذ تجرى عادة بعض المعاملات (ميكانيكا أو بالطبخ والتكعيب) على مادة العلف لتحسين معاملات هضمها، مثل جرش الحبوب، وتقطيع المواد المألنة، أو طبخ المواد الداخلة فى التكعيب والتحبیب.

(٤) عامل الحيوان **Animal factor**: يختلف معامل الهضم لمادة علف باختلاف الحيوان، خاصة للمواد الغنية بالألياف، فالمجترات أقدر على هضمها عن وحيدة المعدة. إلا أن الأعلاف فقيرة الألياف يتساوى هضمها فى كل من المجترات ووحيدة المعدة.

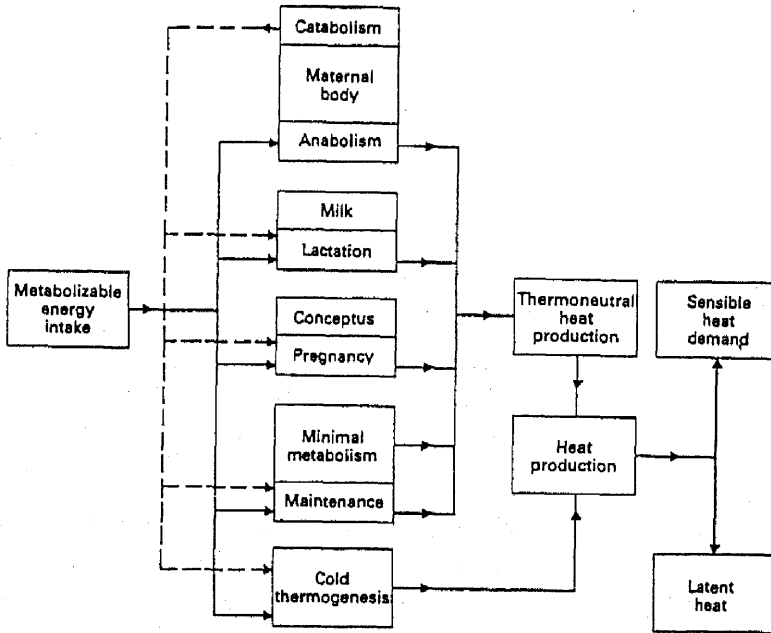
(٥) مستوى التغذية **Feeding level**: زيادة مستوى التغذية يؤدى إلى سرعة مرور الكتلة الغذائية خلال القناة الهضمية، فيتعرض الغذاء للإنزيمات الهاضمة وقتاً قليلاً، فيهضم بشكل أقل، مؤدياً لانخفاض معامل الهضم، وينخفض إنتاج الميثان، ولكن بشكل أقل فى حالة ارتفاع معامل الهضم الظاهرى.

(٦) عمر الحيوان: بزيادته يزيد الهضم، لاكتمال نمو المعدة والهضم الميكروبي.





نظام الطاقة الحيوية للحيوانات الزراعية .



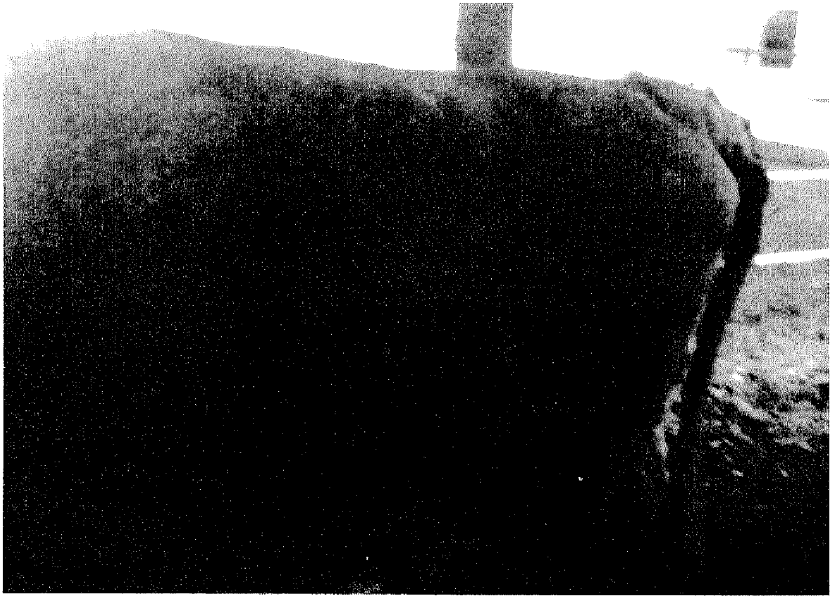
نظام الطاقة في حيوان حلاب وعشار .

وقد وضعت كذلك معادلات لاستخراج الطاقة الميتابوليزمية لمادة علف بمعلومية العناصر الغذائية المهضومة لها (أى من خلال تجربة هضم)، منها معادلة وزارة الزراعة والثروة السمكية والغذاء البريطانية (MAFF, 1975):

$$\text{طاقة ميتابوليزمية كيلو جول/كيلوجرام للمجترات} = (15,2 \times \text{بروتين مهضوم جم/كجم}) + (34,2 \times \text{دهن مهضوم جم/كجم}) + (12,8 \times \text{ألياف مهضومة جم/كجم}) + (10,9 \times \text{مستخلص خالى الأزوت جم/كجم})$$

طرق تقييم غذاء الحيوان:

- ١- إجراء تجارب هضم وميتابوليزم أو موازين غذائية *in vivo*.
- ٢- استخدام المرقمات Markers.
- ٣- التحضين فى الكرش الطبيعى Natural Rumen.
- ٤- التحضين فى كرش صناعى Artificial Rumen.
- ٥- حسابيا Inspected - Calculated من التركيب الكيماوى أو المغذيات المهضومة.

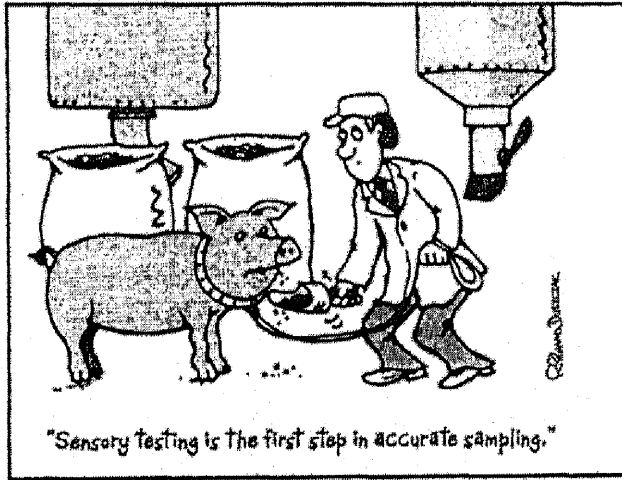


فتحة كرش مستديمة فى حيوان لتحضين العلف لتقييمه .

بمعلومية محتوى مادة علف من التانينات يمكن التنبؤ بتركيب مادة العلف  
الكيمائى: فالدهن مثلاً = ٠,١ (الفينولات الكلية) + ٢,٦

والألياف غير الذائبة فى الحامض = ٠,٤ - (تانينات فينولية) + ٢٨,٠  
واللجنين غير الذائب فى الحامض = ٠,٢ - (تانينات فينولية) + ١٠,٤  
ومعامل هضم البروتين معملياً = ٥٤,٤ - ٢٣,١ (لوغاريتم التانينات الفينولية)  
ومعامل هضم المادة العضوية = ٠,٦ - (تانينات فينولية) + ٥٧,٥  
= ٨,٢ - (لوغاريتم التانينات الفينولية) + ٥٧,٣  
= ٠,٨ - (تانينات فينولية) - ٠,٩ (الجنين غير  
ذائب فى الحامض) + ٦٧,١

وأفضل تقييم غذائى هو التقييم الحسى Sensory testing باستخدام الحيوان *in vivo*.



طريقة Van Soest لتقييم المراعى:

طور Van Soest ومساعدوه فى بلتسفيل Beltsville (فى ولاية ماريلاند الأمريكية) طريقة لفصل المادة الجافة فى العلف إلى جزئين، الأول على الهضم، والآخر منخفض الهضم، وذلك بغليان العينة فى محلول منظفات متعادل Neutral detergent solution (صوديوم لاوريل سلفات) لمدة ساعة والترشيح، والنتيجة هو ذائبات محلول المنظفات المتعادل (NDS) Neutral detergent solubles (يتكون من معظم مكونات الخلية، أى ليبيدات وسكريات ونشويات والبروتين)، وكلها عالية الهضم حوالى ٩٨%، أما

غير الذائبات في محلول منظفات متعادل Neutral detergent insolubles، أو ما يطلق عليه بالألياف المتعادلة (NDF) Neutral detergent fiber، فتتكون من معظم جدر خلايا النبات، أو هي مكونات جدر الخلايا، إذ تتكون من السليلوز واللجنين والسليكا والهيميسيليلوز وبعض البروتين.

ففي نظام Van Soest أساساً كل اللجنين والهيميسيليلوز يحتويها NDF، بينما في نظام Weende فإن كميات مختلفة منهما تفقد من الألياف الخام وتحسب مع المستخلص خالي الأروت NFE، وعليه فإن الألياف المتعادلة NDF تكون أعلى من الألياف الخام التقليدية لبعض الأعلاف. وعموماً فإن مكونات NDF منخفضة الهضم، وهضمها يرتبط بالكائنات الحية الدقيقة بالقناة الهضمية، واللجنين والسليكا أساساً غير قابلة للهضم، كما أن اللجنين يؤثر سلباً على هضم كل من السليلوز والهيميسيليلوز.

ويؤدي غليان العينة في محلول منظفات حامضي (حمض كبريتيك وسيتيل ترائي ميثيل أمونيوم بروميد) لمدة ساعة لمتبقى يعرف بالألياف المنظفات الحامضية (ADF) Acid detergent fiber، والذي يتكون من السليلوز واللجنين وكميات مختلفة من السليكا، فالفرق الأساسي ما بين NDF و ADF عبارة عن الهيميسيليلوز في العينة.

ولتعيين اللجنين بهضم ADF بعد ذلك في حمض كبريتيك ٧٢% لمدة ٣ ساعات، فالمتبقى بعد الغسيل والتجفيف يوزن ثم يرمد فالمتبقى بعد الترميد عبارة أساساً عن السليكا، والفقد ما بين التجفيف والترميد (ما تم ترميده) هو اللجنين، أو ما يطلق عليه بلجنين المنظفات الحامضية Acid detergent lignin (ADL)، أو اللجنين غير الذائب في الأحماض Acid insoluble lignin. وقد يقدر اللجنين بطريقة بديلة بأكسدة لجنين ADF في زيادة من برمنجنات البوتاسيوم في حمض الخليك، ويسمى عندئذ بلجنين البرمنجنات Permanganate lignin، وتفضل هذه الطريقة البديلة مع قشور البذور المحتوية على كيوتين، وإلا قيس على أنه لجنين.

وبتقدير NDF, NDS, ADF, ADL (حيث أن NDF, NDS كنسب مئوية في المادة الجافة للمرعى، اللجنين عبارة عن النسبة المئوية للجنين غير الذائب في الحامض في جزء الـ ADF) يمكن حساب معامل الهضم الحقيقي (TD) للمادة الجافة في المرعى من المعادلة:

$$TD = 0.98 NDS + (1.473 - 0.789 \log_{10} \text{lignin}) \times NDF$$

فمن معادلات سابق حسابها للعلاقة بين تركيب الغذاء المختلف ومعاملات هضمه أو قيمته الحرارية يمكن التنبؤ بقيمة غذاء ما من هذه المعادلات الحسابية Predicting Equations، أو أن يقيم الغذاء معملياً *in vitro* بتحضيره في كرش صناعي وقياس حجم الغازات الناتجة (ومن معادلات حسابية يتنبأ بمعاملات هضمه وقيمته الحرارية Hohenheimer Gas Production System)، أو تقدير المغذيات المهضومة، أو أن يحضن الغذاء المختبر في كرش طبيعي *in sacco* ويقدر اختفاء Disappearance

المغذيات على فترات من التحضين لحساب معاملات الهضم (اختفاء) للمغذيات في الغذاء المحضن، أو أن يخلط الغذاء بمرقم صناعي (برادة حديد، أكسيد كروم، وغيرها) أو يحدد به مرقم طبيعي (سليكا أو بولي إيثيلين وغيرها) ومعرفة نسبة المرقم في الغذاء وفي الروث فيكون معامل الهضم لأي مغذ:

$$100 - \left[ \frac{\text{المادة الجافة في الروث}}{\text{المادة الجافة المأكولة}} \right] \times (\% \text{ للمغذ في الروث} / \% \text{ للمغذ في الغذاء}) \times 100$$

$$100 - \left[ \frac{(\% \text{ للمرقم في الغذاء} / \% \text{ للمرقم في الروث}) \times (\% \text{ للمغذ في الروث} / \% \text{ للمغذ في الغذاء})}{\% \text{ للمرقم في الغذاء}} \right] \times 100$$

وذلك لأن (كمية الغذاء المأكول)  $\times$  (% للمرقم في الغذاء) = (كمية الروث)  $\times$  (% للمرقم في الروث)،

أي أن: كمية الروث الجاف/كمية المادة الجافة المأكولة = % للمرقم في الغذاء/% للمرقم في الروث.

ويشترط في المرقم ألا يكون له تأثير فسيولوجي على الحيوان، وألا يهضم، وأن يخرج مع الروث كميًا، وأن يخلط جيدًا بالغذاء، وأن يسهل تقديره بدقة. أما تجارب الهضم التقليدية فتجرى على حيوانات ذكور في مواقف أو صناديق هضم، تتناسب مقاييسها مع مقاييس جسم الحيوان، وتسمح بجمع الروث منفصلاً عن البول، ويعود الحيوان على الغذاء المختبر في فترة تمهيدية Preliminary period قد تصل إلى ثلاثة أسابيع، فيها تتخلص القناة الهضمية من متبقيات الأغذية السابقة، ثم يمر الحيوان بفترة جمع Collection Period، أو طور رئيسي لمدة أسبوع تقريباً، يقدر خلاله المستهلك من الغذاء والخارج في الروث كميًا، وتؤخذ عينات من الغذاء ومن الروث للتحليل الكيماوي. ويمكن التأكد من الميتابوليزم عن طريق تتبع النمو - ميزان العناصر الغذائية - العمل على أحد الأعضاء أو مستخلصه - معرفة سلسلة تفاعل أحد الإنزيمات - أو بفحص حالات مرضية (كالسكر) والتي فيها يكون الميتابوليزم مضطرب فتبقى النواتج الوسيطة بلا تحويل - أو بتعليم المواد الداخلة للجسم والكشف عن مسارها. وما توجد في جداول العلائق هي معاملات هضم البروتين الظاهرية (وليست الحقيقية)، أي دون مراعاة لما يخرج في الروث من بروتين التمثيل الغذائي (من الجسم ذاته). ويجري حساب معاملات الهضم كما يتضح من الأمثلة التالية:

المثال الأول: في تغذية أحد العجول على مادة علفية احتوت ٢٤% بروتين و ١٢% لجنين (كمرقم داخلي طبيعي) أنتج روثاً يحتوى على ١٦% بروتين و ١٨% لجنين، أحسب معامل هضم البروتين في هذه المادة العلفية.

### الحل:

$$\begin{aligned} \text{معامل الهضم للبروتين} &= 100 - [(\% \text{ للمرقم في الغذاء} / \% \text{ للمرقم في الروث}) \times \\ &(\% \text{ لبروتين الروث} / \% \text{ لبروتين الغذاء}) \times 100] \\ &= 100 - [100 \times 24/16 \times 18/12] = 55,6\% \end{aligned}$$

في الحيوانات المجترة يسهل تقدير معاملات هضم الأعلاف الخشنة بتجربة مباشرة، أما في تقدير معاملات هضم المركزات فلا بد من عمل تجربة هضم غير مباشرة (طريقة الفرق) إذ لا يمكن للمجترات أن تتغذى على مركزات فقط، لذا يقدر المهضوم من عليقة كلية (مركزات + مادة مائية) ويطرح منها المهضوم من المادة المائية (من تجربة هضم مباشرة منفصلة) لاستنتاج المهضوم من المركزات فقط وبالتالي بحسب لهما معاملات الهضم كما يتضح من المثال التالي:-

**المثال الثاني:** في إحدى تجارب الهضم على الكباش ثبت أن معاملات هضم تبين القمح ٣٥% للمادة الجافة، ٢% للبروتين، ٧٠% للدهن، ٤٤% للألياف، ٦٠% للكربوهيدرات، وعند إجراء تجربة هضم غير مباشرة باستخدام نفس التبن مع الفول فأعطى كبش ٤٠٠ جرام فول مع ٤٠٠ جرام تبن فأخرج ٥٠٠ جرام روث وكان التركيب الكيماوى (%) كالتالى:

| العلف | رطوبة | بروتين | دهن | ألياف | كربوهيدرات | رماد |
|-------|-------|--------|-----|-------|------------|------|
| تبن   | ٨     | ٢      | ٣   | ٣٠    | ٤٥         | ١٢   |
| فول   | ١٠    | ٢٥     | ٢   | ١٠    | ٥٠         | ٣    |
| روث   | ١٥    | ٨      | ١   | ٢٠    | ٤٠         | ١١   |

فاحسب معاملات هضم الفول.

### الحل:

| التركيب الكيماوى                          | مادة جافة   | بروتين      | دهن        | ألياف       | كربوهيدرات  |
|-------------------------------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| التحليل الكيماوى للتبن %                  | ٩٢          | ٢           | ٣          | ٣٠          | ٤٥          |
| التبن المأكول جم (١)                      | ٩٢ × ٤٠٠    | ٢ × ٤٠٠     | ٣ × ٤٠٠    | ٣٠ × ٤٠٠    | ٤٥ × ٤٠٠    |
|                                           | ٣٦٨ = ١٠٠ / | ٨ = ١٠٠ /   | ١٢ = ١٠٠ / | ١٢٠ = ١٠٠ / | ١٨٠ = ١٠٠ / |
| التحليل الكيماوى للفول %                  | ٩٠          | ٢٥          | ٢          | ١٠          | ٥٠          |
| الفول المأكول جم (٢)                      | ٩٠ × ٤٠٠    | ٢٥ × ٤٠٠    | ٢ × ٤٠٠    | ١٠ × ٤٠٠    | ٥٠ × ٤٠٠    |
|                                           | ٣٦٠ = ١٠٠ / | ١٠٠ = ١٠٠ / | ٨ = ١٠٠ /  | ٤٠ = ١٠٠ /  | ٢٠٠ = ١٠٠ / |
| مجموع المواد الغذائية المأكولة جم (٢ + ١) | ٧٢٨         | ١٠٨         | ٢٠         | ١٦٠         | ٣٨٠         |
| التحليل الكيماوى للروث %                  | ٨٥          | ٨           | ١          | ٢٠          | ٤٠          |

|                         |                         |                          |                              |                              |                                                   |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------|
| ٤٠ × ٥٠٠<br>٢٠٠ = ١٠٠/  | ٢٠ × ٥٠٠<br>١٠٠ = ١٠٠/  | ١ × ٥٠٠<br>٥ = ١٠٠/      | ٨ × ٥٠٠<br>٤٠ = ١٠٠/         | ٨٥ × ٥٠٠<br>٤٢٥ = ١٠٠/       | المواد الغذائية في الروث<br>جم (٣)                |
| ١٨٠                     | ٦٠                      | ١٥                       | ٦٨                           | ٣٠٣                          | المواد الغذائية المهضومة<br>الكلية جم (٣ - ٢ + ١) |
| ٦٠                      | ٤٤                      | ٧٠                       | ٢                            | ٣٥                           | معاملات هضم النبتين %                             |
| ٦٠ × ١٨٠<br>١٠٨ = ١٠٠/  | ٤٤ × ٢٠<br>٥٢,٨ = ١٠٠/  | ٧٠ × ١٢<br>٨,٤ = ١٠٠/    | ٢ × ٨<br>٠,١٦ = ١٠٠/         | ٣٥ × ٣٦٨<br>١٢٨,٨ = ١٠٠/     | مواد غذائية مهضومة من<br>النبتين جم (٤)           |
| ١٠٨ - ١٨٠<br>٧٢ =       | ٥٢,٨ - ٦٠<br>٧,٢ =      | ٨,٤ - ١٥<br>٦,٦ =        | ٠,١٦ - ٦٨<br>٦٧,٨٤ =         | ١٢٨,٨ - ٣٠٣<br>١٧٤,٢ =       | مواد غذائية مهضومة من<br>الفول جم (٤ - ٣ - ٢ + ١) |
| × ٧٢<br>٢٠٠/١٠٠<br>٣٦ = | × ٧,٢<br>٤٠/١٠٠<br>١٨ = | × ٦,٦<br>٨/١٠٠<br>٨٢,٥ = | × ٦٧,٨٤<br>١٠٠/١٠٠<br>٦٧,٨ = | × ١٧٤,٢<br>٣٦٠/١٠٠<br>٨٤,٤ = | معامل هضم الفول %                                 |

ونظراً لتكاليف تجارب الهضم، فقد استتبطت معادلة أخرى (Menke and Steingass, 1987) على أساس تركيب مادة العلف الكيماوى وقدرتها على إنتاج غازات التخمر، حيث أن الطاقة الميتابوليزمية كيلو جول/كيلوجرام للمجترات = ١٤٦ × غازات التخمر الناتجة من ٢٠٠ مجم علف بالمليمتر + (٧ × البروتين الخام جم/كجم) + (٢٢,٤ × الدهن الخام جم/كجم) + ١٢٤٢.

أما الموازين الغذائية Nutritional Balances فتتم فى صناديق ميتابوليزم Metabolic cages، أو أجهزة تنفس لقياس المحتجز فى الجسم، أو الهدم فى الجسم من الأنسجة المختلفة، عن طريق تقدير آزوت و كربون الأكل والروث والبول والنفس، كما تصورة الأمثلة التالية:

المثال الثالث: فى تجربة ميتابوليزم لحساب ميزان الآزوت فى ثلاثة حيوانات أ، ب، ج - استهلكت آزوت فى الغذاء قدره ٢١٠، ١٠٥، ٢٤٠ جرام، بينما كان الآزوت المفرز فى الروث ٧٥، ٦٠، ١٠٠ جرام والأزوت المفرز فى البول ١١٥، ٧٥، ١٤٠ جرام يوميا على الترتيب، أحسب كمية البروتين المتكونة فى الحيوانات الثلاثة.

الحل:

| حيوان            | حيوان (أ) | حيوان (ب) | حيوان (ج) |
|------------------|-----------|-----------|-----------|
| أزوت الغذاء (جم) | ٢١٠       | ١٠٥       | ٢٤٠       |
| أزوت الروث (جم)  | ٧٥        | ٦٠        | ١٠٠       |
| أزوت مهضوم (جم)  | ١٣٥       | ٤٥        | ١٤٠       |

|     |                          |                          |                                    |
|-----|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| ١٤٠ | ٧٥                       | ١١٥                      | آزوت البول (جم)                    |
| صفر | ٣٠-                      | ٢٠                       | ميزان الآزوت (جم)                  |
| صفر | $١٨٧,٥ = ٦,٢٥ \times ٣٠$ | $١٢٥ + = ٦,٢٥ \times ٢٠$ | البروتين المحتجز<br>أو المهدم (جم) |

فالحيوان (أ) له ميزان آزوت موجب، وكون (أى احتجز) ١٢٥ جرام بروتين (١٦% آزوت)، أو  $١٢٥ \times ٢٣/١٠٠ = ٥٤٣,٥$  جرام لحم طرى خالى الدهن والرماد (٧٧% ماء)، بينما الحيوان (ب) هدم (لأن ميزان آزوته سالب) من جسمه ١٨٧,٥ جرام بروتين، أو  $١٨٧,٥ \times ٢٣/١٠٠ = ٨١٥,٢$  جرام لحم طرى خالى الدهن والرماد، بينما الحيوان (ج) متعادل ميزان الآزوت، أى محايد لم يحتجز ولم يهدم بروتينا. ولحساب ميزان الكربون دائما يجرى معه ميزان آزوت، كما يوضحه المثال التالى:-

المثال الرابع: استهلك حيوان ٢٠٠ جرام آزوت، و٥٥٩٤ جرام كربون فى غذائه وأفرز فى الروث ١١٥ جرام آزوت، و١٥٩٦,٢ جرام كربون، وفى البول ٧٥ جرام آزوت و٢٣٠ جرام كربون وفى التنفس ٢٩٧٠ جرام كربون. أحسب كمية البروتين والدهن المتكونة أو المهمة من الجسم.

الحل:

| الميزان    | الأزوت جرام | الكربون جرام |
|------------|-------------|--------------|
| فى الغذاء  | ٢٠٠         | ٥٥٩٤         |
| فى الروث   | ١١٥         | ١٥٩٦,٢       |
| فى البول   | ٧٥          | ٢٣٠          |
| فلا التنفس | -           | ٢٩٧٠         |
| الميزان    | ١٠          | ٧٩٨,٨        |

أى كون هذا الحيوان  $١٠ \times ٦,٢٥ = ٦٢,٥$  جرام بروتين فى جسمه (أى  $٦٢,٥ \times ٢٣/١٠٠ = ٢٧١,٧$  جرام لحم طرى خالى الدهن والرماد)، ولما كان البروتين يحتوى ٥٢,٥% كربون،

∴ الكربون الداخلى فى تركيب هذا البروتين  $٦٢,٥ \times ٥٢,٥/١٠٠ = ٣٢,٨$  جرام،

∴ الكربون الداخلى فى تركيب الدهن  $٧٩٧,٨ - ٣٢,٨ = ٧٦٥$  جرام.

ولما كان الدهن الجاف خالى الرماد يحتوى ٧٦,٥% كربون، فإن كمية الدهن المتكون فى الحيوان  $٧٦٥ \times ١٠٠/٧٦,٥ = ١٠٠٠$  جرام. فمن ميزانى الآزوت والكربون يستدل على المحتجز أو المهدم من كل من البروتين (اللحم) والدهن دون الحاجة إلى ذبح الحيوان.



وعلى نفس الوثيرة ينصب ميزان للطاقة، بمعرفة طاقة الأكل والروث والبول والميثان والحفظ، ومنها تحسب الطاقة المهضومة (طاقة الغذاء - طاقة الروث)، والطاقة الميتابوليزمية (طاقة الغذاء - طاقة الروث والبول والميثان)، والطاقة الصافية (طاقة الغذاء - طاقة الروث والبول والميثان والحفظ) .

ويوضح الجدول التالي القيم الحرارية (كالورى/جرام) للمغذيات الرئيسية (ومنها وبمعلومية تركيب أو معاملات هضم مغذيات علف ما يمكن حساب طاقته):

| بروتينيات | دهون | كربوهيدرات  |                 | الطاقة                 |
|-----------|------|-------------|-----------------|------------------------|
|           |      | فى المجترات | فى وحيدة المعدة |                        |
| ٥,٦٥      | ٩,٤٠ | ٤,١٥        | ٤,١٥            | طاقة كلية              |
| ٩٢        | ٩٥   | ٩٨          | ٩٨              | معامل الهضم %          |
| ٥,٢٥      | ٩    | ٤           | ٤               | طاقة مهضومة            |
| ١,٢٥      | -    | -           | -               | الفقد فى البول (بوريا) |
| -         | -    | ١٥          | -               | الفقد فى الميثان %     |
| ٤         | ٩    | ٣,٤         | ٤               | طاقة ميتابوليزمية      |

فاحتراق أى مادة عضوية يحتاج لأكسجين، وينتج ثانى أكسيد كربون، وهذه النسبة أو المعامل ك  $\frac{V}{V}$  تسمى النسبة التنفسية  $[RQ = Vol CO_2/O_2]$ ، Respiration-quotient (RQ) وهذا المعامل للجلوكوز = ١، وللجليكوجين = ١، وللدهن = ٠,٧١، وللبروتين = ٠,٨، فبمعرفة RQ يمكن معرفة إذا ما كانت الدهون أم الكربوهيدرات هى التى ساهمت فى عمليات الاحتراق هذه. وبمعرفة ميزان الآزوت وضرب كمية البروتين (جم) فى ٠,٩٦٥ لتر ( $O_2$ )، فى ٠,٧٧٥ لتر ( $CO_2$ ) وخصم هذه الحجوم من  $CO_2$  الكلية المعروفة لدينا نستخرج  $O_2$  و  $CO_2$  الخاصين فقط بالكربوهيدرات أو الدهون الداخلة فى الاحتراق. ولتعيين ميزان الطاقة تقدر طاقة العليقة، ويخصم منها طاقة الروث والبول والميثان = طاقة قابلة للتحويل، يخصم منها الطاقة الحافظة = طاقة قابلة للإضافة فى الجسم، وقد حسبت طاقة البروتين والدهن (من ميزانى الآزوت والكربون) المضافين فى الجسم وجدت أنها ٦٤,٤% من الطاقة القابلة للإضافة فى الجسم.

فمعامل التنفس (RQ) Respiration Quotient ( $CO_2/O_2$ ) يكون أكثر من (١) فى حالة التسمين، لتحويل الكربوهيدرات إلى دهون (فقيرة فى الأكسجين)، فيتحرر أكسجين

يدخل في عمليات أكسدة أخرى. تحترق المواد العضوية بالجسم (بالخلية) إلى  $H_2O$  و  $CO_2$  يحملها الدم الخارج من الخلية إلى الرئة ليخرج مع هواء التنفس، وهى وسيلة غازية من وسائل إخراج نواتج الميتابوليزم، كذلك على شكل غازات الأمعاء  $CH_4$  و  $CO_2$  وغيرها من الغازات. لتعيين ميزان النيتروجين يقدر النيتروجين في الأكل ويخصم منه ما في الروث والبول [بعد فترة أكل ابتدائية ١٠ أيام حتى يثبت المقدار من الخارج من N، ثم التجربة الأساسية تستمر ١٠ - ١٤ يوماً]. ويضرب  $N \times 6$  للحصول على البروتين ثم في ٤,٣٤ للحصول على كمية اللحم المفقود أو المكتسب [على أساس أن بروتين العضلات به ١٦,٦٧ % N، واللحم الجاف يحتوى على ٢٣ % بروتين]. على أساس أن ميتابوليزم N هو خاص بالبروتين.

تقدير ميزان الكربون أصعب لخروج الكربون بكم كبير في صورة غازات من التنفس والجلد ( $CO_2$  و  $CH_4$ ) والأمعاء. لذا يقدر هذان الغازان في هواء الزفير للحيوان [في جهاز تنفس]، فيقدر حجم هواء الزفير أولاً ثم يؤخذ جزء منه لتقدير  $CO_2$ ، ثم يؤكسد  $CH_4$  إلى  $CO_2$  بواسطة أسبستس محترق ويقدر  $CO_2$  له. هذا ويقدر كذلك حجم  $O_2$  الداخل للتنفس. وتحسب كمية الكربون من المعامل  $[C/CO_2 = 12/44 = 0.273]$  ثم يحسب الكربون في الروث والبول. كما يحسب ميزان الأزوت، لأن البروتين يحتوى كذلك على كربون [لحم العضلات الجاف يحتوى ٥٢,٥ % كربون]. كما يحسب ميزان الأكسجين [الجليكوجين يحتوى ٤٨ % أ، بينما الدهن يحتوى ١١ % أ]، والجليكوجين لا يكون إلا ١ % فقط من اللحم. فمن معرفة نسبة  $O_2/C$  يمكن حساب أى جزء اتجه لتكوين جليكوجين وأى جزء إلى دهن.

يحتوى الدهن الخالى من الماء على ٧٦,٥ % كربون، فيضرب الكربون في المعامل  $(= ٧٦,٥/١٠٠ = ١,٣٠٧)$  يعطى كمية الدهن، أى بحساب ميزان C [المأكول - الخارج في الروث والبول والغاز] وي طرح منه الكربون الموجود في البروتين المتكون [من ميزان الأزوت] وضرب الباقي في ١,٣٠٧ يكون لدينا الدهن المرسب في الجسم [في حالة الميزان الموجب] أو المنهدم من الجسم [في حالة الميزان السالب].

### مجموع المواد الغذائية المهضومة (T.D.N.)

لتقدير القيمة الغذائية لمادة علف يتطلب ذلك التعبير عن محتوى هذا العلف من مواد غذائية مهضومة كلية T.D.N.، إذ بعد تقدير معاملات هضم المكونات الغذائية Nutrients المختلفة في مادة العلف فإنه يصعب المقارنة بين مواد العلف المختلفة على أساس الجزء المهضوم من كل مكون غذائي على حده، ولكن يفضل المقارنة بين مواد العلف المختلفة على أساس رقم واحد، يمثل الجزء المهضوم من كل من البروتينات والألياف والكربوهيدرات والمواد الدهنية، ونظراً إلى أن الطاقة الحرارية في الدهن المهضوم تعادل ٢,٢٥ مرة لنفس الوزن من الكربوهيدرات المهضومة، فإنه تضرب قيمة

المواد الدهنية المهضومة في ٢,٢٥ قبل جمعها مع المركبات المهضومة الأخرى. حاصل جمع البروتينات المهضومة مع الألياف المهضومة مع الكربوهيدرات المهضومة مع المواد الدهنية المهضومة  $\times ٢,٢٥$  يطلق عليه مجموع المواد الغذائية المهضومة T.D.N. وعلى ذلك فحساب مجموع المواد الغذائية المهضومة لأي مادة علف يلزم معرفة:

(١) التحليل الكيماوي لمادة العلف.

(٢) معامل هضم مكونات مادة العلف.

(٣) المواد الغذائية المهضومة % (جرام/١٠٠ جرام) من مادة العلف.

فإذا فرض أن مادة علف تحتوي على ١٤% بروتين، ٣% دهن، ٢٥% ألياف، ٤٥% كربوهيدرات، وكان معامل هضم البروتين ٦٥%، الدهن ٤٠%، الألياف ٤٥%، الكربوهيدرات ٧٠%، فأحسب مجموع المواد الغذائية المهضومة لهذه المادة العلفية.

فيكون الحل على النحو التالي:

| المركب الغذائى | التحليل الكيماوى % | معامل الهضم % | مواد غذائية مهضومة % | رقم التحويل | % مواد غذائية مهضومة كلية |
|----------------|--------------------|---------------|----------------------|-------------|---------------------------|
| بروتين         | ١٤                 | ٦٥            | ٩,١                  | ١           | ٩,١                       |
| دهن            | ٣                  | ٤٠            | ١,٢                  | ٢,٢٥        | ٢,٧                       |
| ألياف          | ٢٥                 | ٤٥            | ١١,٣                 | ١           | ١١,٣                      |
| كربوهيدرات     | ٤٥                 | ٧٠            | ٣١,٥                 | ١           | ٣١,٥                      |
| المجموع        |                    |               | ٥٣,١                 |             | ٥٤,٦                      |

أى أن مجموع المواد الغذائية المهضومة لمادة العلف هذه = ٥٤,٦%، وهو يعبر عن وحدات المواد الغذائية المهضومة فى كل ١٠٠ وحدة غذاء مأكول متخذا الكربوهيدرات المهضومة كوحدة، ومن الناحية العملية يعتبر هذا المقياس أن القيمة الحرارية للبروتين المهضوم مساوية للقيمة الحرارية للكربوهيدرات المهضومة. وإن كانت البروتينات المهضومة تزيد فى الحقيقة بمقدار ١,٣٦٥ مرة فى قيمتها الحرارية عن الكربوهيدرات المهضومة (٥,٧١١ : ٤,١٨٣ = ١,٣٦٥).

### النسبة الزلالية Nutritive Ratio

يعتبر البروتين من المركبات الغذائية الهامة فى مادة العلف، لقيامه بوظائف فى جسم الحيوان تعجز باقى المركبات الغذائية الأخرى عن القيام بها، ولذلك فإنه عند حساب عليقة الحيوان يجب أن يتوفر فيها كمية معينة من البروتين بالنسبة للمركبات الغذائية الأخرى، ويطلق على نسبة البروتين المهضوم فى العليقة إلى نسبة المواد الغذائية غير

البروتينية المهضومة بالنسبة الزلالية • وزيادة نسبة البروتين المهضوم فى مادة العلف تجعل هذه النسبة الزلالية ضيقة، بينما انخفاض نسبة البروتين المهضوم تجعل النسبة الزلالية متسعة، وينبغى أن تتوفر فى العليقة نسبة زلالية تتناسب مع الغرض الإنتاجى للحيوان • وتحسب النسبة الزلالية بطريقتين، فى المثال السابق مجموع المواد الغذائية المهضومة ٥٤,٦ %، والبروتين المهضوم ٩,١ % فلحساب النسبة الزلالية:

$$\text{أولاً: مجموع المواد الغذائية المهضومة غير البروتينية} = ٥٤,٦ - ٩,١ = ٤٥,٥ \%$$

$$\therefore \text{النسبة الزلالية} = ٤٥,٥ \div ٩,١ = ٥$$

أى ١ : ٥

ثانياً: النسبة الزلالية = (مجموع المواد الغذائية المهضومة ÷ البروتين المهضوم) - ١

$$= ١ - (٩,١ \div ٥٤,٦) =$$

$$= ٥$$

$$= ١ : ٥$$

أى أنه لحساب النسبة الزلالية بأى من الطريقتين يتطلب معرفة البروتين المهضوم فى العلف، وكذلك مجموع المواد الغذائية المهضومة •

### معادل النشا (S.V.) Starch Value

رغم استخدام نظام مجموع المواد الغذائية المهضومة (T.D.N.) فى الولايات المتحدة الأمريكية، إلا أن كلنر (Kellner, 1851 - 1911) استخدم مقياساً آخر للقيمة الغذائية لمواد العلف، استخدم فى دول أوروبا وغيرها من الدول، وسمى هذا المقياس بمعادل النشا (S.E.) Starch Equivalent • ويعرف معادل النشا بأنه "قيمة الطاقة الصافية لجرام نشا مهضوم، أو هو القدر من النشا الذى يكون فى الجسم قدراً من الدهن يعادل ما تنتجه ١٠٠ وحدة من أى مادة علف"، وعليه فمواد العلف المختلفة تتساوى فى قيمتها الغذائية، إذا كانت الكميات الواحدة منها منتجة لكميات متساوية من الدهن فى جسم الحيوان •

وهذا المقياس يعتمد على الطاقة الصافية للتسمين Net Energy For Fattening (NEF)، والجرام من النشا المهضوم أو الألياف المهضومة يخرن فى جسم الحيوان ٠,٢٤٨ جرام دهن (٠,٢٤٨ × ٩,٥ = ٢,٣٦ كيلو كالورى)، بينما جرام البروتين المهضوم يخرن ٠,٢٣٥ جم دهن، فإذا أعتبر ما يخرنه جرام النشا المهضوم هو الوحدة، فإن ما يخرنه جرام البروتين المهضوم يعادل ٠,٩٤، ما ينتجه جرام النشا المهضوم، وكذلك ما ينتجه جرام الدهن المهضوم من الحبوب الزيتية يعادل ٢,٤١ قدر ما ينتجه جرام النشا المهضوم، وما ينتجه جرام الدهن المهضوم من الحبوب يعادل ٢,١٢ قدر ما ينتجه جرام النشا المهضوم، وكذلك ينتج جرام الدهن المهضوم من المواد المائلة

١,٩١ قدر ما ينتجه جم النشا المهضوم، وعليه فله حساب معادل النشا تستخدم إحدى المعادلتين:

١- % معادل النشا للمركبات =  $(0.94 \times \text{البروتين المهضوم } \%) + \text{الكربوهيدرات المهضومة } \% + \text{الألياف المهضومة } \% + [\text{الدهن المهضوم } \% \times 2.41]$  (أو ٢,١٢).

٢- % معادل النشا للمواد المائلة =  $(0.94 \times \text{البروتين المهضوم } \%) + \text{الكربوهيدرات المهضومة } \% + \text{الألياف المهضومة } \% + (\text{الدهن المهضوم } \% \times 1.91) - \text{الألياف الخام } \% \times \text{خصم الألياف المناسب}$ .

وذلك لأن كل كيلوجرام ألياف في المواد المائلة (الخشنة) المأكولة يؤدي إلى فقد ١٣٦٠ كيلو كالورى من المجهود الفسيولوجى النافع الداخلى فى تكوين الدهن، وهذا يعادل إنقاص الدهن المخزن بمقدار ١٤٣ جرام فيكون الخصم لكل كيلوجرام ألياف خام =  $248/143 = 0.58$  كجم نشا مهضوم.

بينما طحن المواد الخشنة وتنعيمها يقلل مجهود القضم وحمل الغذاء الخشن، فكل كيلوجرام ألياف فى التبن الناعم يؤدي إلى نقص المجهود الفسيولوجى النافع الداخلى فى تكوين الدهن بمقدار ٧٠٠ كيلو كالورى، أى ما يعادل ٧٥ جم دهـن، فيكون معامل خصم الألياف فى هذه الحالة =  $248/75 = 0.3$  كجم نشا مهضوم/كجم ألياف خام فى الأعلاف الخشنة المقطعة.

فمن تجارب الهضم ومعرفة المركبات المهضومة يطبق فى المعادلتين السابقتين لاستخراج معادل النشا فى كل ١٠٠ كجم علف مأكول، ويطلق عليه معادل النشا الإسمى، وبعد خصم الألياف المناسب (أى مقدار الألياف فى ١٠٠ كجم مأكول وضربه فى خصم الألياف حسب حالة المادة الخشنة) ينتج معادل النشا الفعلى أو الحقيقى. وفى حالة مواد العلف المركزة يكون معادل النشا الحقيقى قريباً جداً من معادل النشا الإسمى.

وفى الأعلاف الخضراء يكون خصم الألياف حسب نسبتها فى العلف الأخضر، فإذا كانت ٤% فأقل يكون الخصم ٠,٢٩ كجم معادل نشا لكل كيلوجرام ألياف فى العلف الأخضر، ويزداد الخصم تدريجياً حتى يصل إلى ٠,٥٨ كجم معادل نشا إذا بلغت نسبة الألياف ١٦% فأكثر، وذلك حسب الجدول التالى:

| نسبة الألياف في العلف الأخضر % | كجم معادل النشا الواجب خصمه/كجم ألياف | نسبة الألياف في العلف الأخضر % | كجم معادل النشا الواجب خصمه/كجم ألياف |
|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| ٤ فأقل                         | ٠,٢٩                                  | ١١                             | ٠,٤٦                                  |
| ٥                              | ٠,٣٢                                  | ١٢                             | ٠,٤٨                                  |
| ٦                              | ٠,٣٤                                  | ١٣                             | ٠,٥١                                  |
| ٧                              | ٠,٣٦                                  | ١٤                             | ٠,٥٣                                  |
| ٨                              | ٠,٣٨                                  | ١٥                             | ٠,٥٦                                  |
| ٩                              | ٠,٤١                                  | ١٦ فأكثر                       | ٠,٥٨                                  |
| ١٠                             | ٠,٤٢                                  |                                |                                       |

وبتلخص الجدول في أن كل ١% ألياف يزيد عن ٤% يقابله من الناحية العملية زيادة في خصم الألياف تبلغ ٠,٠٢٥ كجم معادل نشا لكل كجم ألياف حتى نسبة ١٦% ألياف، فإذا كان البرسيم الأخضر به ٨% ألياف فيمكن حساب خصم الألياف كما يلي:

$$\text{فرق نسبة الألياف عن } ٨\% = ٤ - ٨ = ٤\%$$

∴ مقدار الخصم لكل كجم ألياف في البرسيم = ٠,٢٩ + ٠,٠٢٥ × ٤ = ٠,٣٩ كجم نشا، وهذا الرقم عمليا يساوى المستخرج من الجدول.

مثال: لحساب معادل النشا في المواد الخشنة الجافة: إذا احتوى الدريس الجاف هوائيا على ١٠% رطوبة، ١٤% بروتين خام، ١% دهون خام، ٢٧% ألياف خام، ٤٢% كربوهيدرات ذائبة، ٦% رماد وكان معامل هضم البروتين ٦٥%، والدهن ٥٨%، والألياف ٤٢%، والكربوهيدرات الذائبة ٣٠%. فأحسب معادل النشا الإسمى والحقيقي والمركبات الكلية المهضومة في هذا الدريس.

| المركبات الغذائية | التحليل الكيماوى % | معامل الهضم % | مركبات مهضومة % | معادل النشا لكل وحدة مهضومة | مركبات مهضومة لكل وحدة مهضومة | مركبات كلية مهضومة % |
|-------------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| رطوبة             | ١٠                 | -             | -               | -                           | -                             | -                    |
| بروتين            | ١٤                 | ٦٥            | ٩,١٠            | ٠,٩٤                        | ٨,٥٥                          | ٩,١٠                 |
| دهن               | ١                  | ٥٨            | ٠,٥٨            | ١,٩١                        | ١,١١                          | ١,٣١                 |
| ألياف             | ٢٧                 | ٤٢            | ١٢,٩٦           | ١,٠٠                        | ١٢,٩٦                         | ١٢,٩٦                |
| كربوهيدرات ذائبة  | ٤٢                 | ٣٠            | ١٢,٦٠           | ١,٠٠                        | ١٢,٦٠                         | ١٢,٦٠                |
| رماد              | ٦                  | -             | -               | -                           | -                             | -                    |
| المجموع           | -                  | -             | ٣٥,٢٤           | -                           | ٣٥,٢٢                         | ٣٥,٩٧                |

∴ المركبات الكلية المهضومة لهذا الدريس = ٣٥,٩٧ %

ومعادل النشا الإسمى = ٣٥,٢٢ كجم نشا/ ١٠٠ كجم دريس مأكول

وخصم الألياف = ٢٧ × ٠,٥٨ = ١٥,٦٦ كجم معادل نشا.

∴ معادل النشا الحقيقي = ٣٥,٢٢ - ١٥,٦٦ = ١٩,٥٦ كجم نشا/ ١٠٠ كجم دريس مأكول.

ولحساب معادل النشا فى مواد علف خضراء وجد أنها تحتوى ٧٥% رطوبة، والمادة الجافة تماماً فى هذا العلف احتوت على ٨% بروتين خام، ٢% دهون خام، ٢٨% ألياف خام، ٥١% كربوهيدرات ذائبة وكانت معاملات هضمها على الترتيب ٥٥%، ٤٥%، ٦٠% و ٥٨%، والمراد حساب معادل النشا الإسمى والحقيقى، والمركبات الكلية المهضومة، وكذا معادل النشا الحقيقى فى المادة الخضراء للعلف.

والحلل يوضع الجدول التالى:-

| المركبات<br>الغذائية | التحليل<br>الكيمائى<br>% | معامل<br>الهضم<br>% | مركبات<br>مهضومة<br>% | معادل<br>النشا لكل<br>وحدة<br>مهضومة | معادل<br>النشا<br>% | مركبات<br>مهضومة<br>لكل وحدة<br>مهضومة | مركبات<br>كلية<br>مهضومة<br>% |
|----------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| بروتين               | ٨                        | ٥٥                  | ٤,٤٠                  | ٠,٩٤                                 | ٤,١٤                | ١,٠٠                                   | ٤,٤٠                          |
| دهن                  | ٢                        | ٤٥                  | ٠,٩٠                  | ١,٩١                                 | ١,٧٢                | ٢,٢٥                                   | ٢,٠٣                          |
| ألياف                | ٢٨                       | ٦٠                  | ١٦,٨٠                 | ١,٠٠                                 | ١٦,٨٠               | ١,٠٠                                   | ١٦,٨٠                         |
| كربوهيدرات<br>ذائبة  | ٥١                       | ٥٨                  | ٢٩,٥٨                 | ١,٠٠                                 | ٢٩,٥٨               | ١,٠٠                                   | ٢٩,٥٨                         |
| المجموع              | -                        | -                   | ٥١,٦٨                 | -                                    | ٥٢,٢٤               | -                                      | ٥٢,٨١                         |

∴ مجموع المركبات الكلية المهضوم = ٥٢,٨١ %

ومعادل النشا الإسمى = ٥٢,٢٤ كجم نشا/ ١٠٠ كجم مادة جافة.

ولما كان الخصم نظير الألياف يتم على أساس محتوى المادة الخضراء من الألياف الخام، وحيث أن هذا العلف الأخضر احتوى على ٧٥% رطوبة، أى أن المادة الجافة ٢٥% وحيث أن كل ١٠٠ كجم مادة جافة احتوت على ٢٨ كجم ألياف خام.

∴ كل ٢٥ كجم مادة جافة تحتوى على ٢٨ × ١٠٠/ ٢٥ = ٧ كجم ألياف خام

أى أن كل ١٠٠ كجم علف أخضر بها ٧ كجم ألياف خام.

فيكون معادل النشا الواجب خصمه نظير كل كجم ألياف فى العلف الأخضر = ٠,٢٩ + ٣ × ٠,٢٥ = ٠,٣٦٥ كجم معادل النشا.

∴ خصم الألياف فى هذه الحالة = ٠,٣٦٥ × ٢٨ = ١٠,٢٢ كجم معادل نشا

∴ معادل النشا الحقيقى للمادة الجافة = ١٠,٢٢ - ٥٢,٢٤ = ٤٢,٠٢ كجم

∴ المعادل النشا الحقيقى للعلف الأخضر = ٤٢,٠٢ × ٢٥/١٠٠ = ١٠,٥١ كجم.

وبالنسبة لحساب معادل النشا فى الأعلاف المركزة يلزم معرفة معامل الغذاء المفيد، وهو نسبة ما يكونه العلف بالفعل من دهن فى الحيوان بالنسبة لما ينبغى تكوينه من دهن لو كانت المركبات الغذائية فى العلف نقية.

\* أى أن معامل الغذاء المفيد = كمية الدهين المتكونة حقيقة فى الحيوان × ١٠٠/كمية الدهن التى يجب تكوينها لو كانت مركبات الغذاء نقية  
= معادل النشا الحقيقى × ١٠٠/معادل النشا الإسمى.

فإذا احتوى الشعير على ١٣% رطوبة، ١٢% بروتين، ٢% دهن، ٥% ألياف، ٦٠% كربوهيدرات ذائبة، ومعاملات هضمه كانت ٩٨% للبروتين، ٩٥% للدهن، ٢٠% للألياف، ٨٥% للكربوهيدرات الذائبة. فالمطلوب حساب معادل النشا الإسمى والحقيقى للشعير إذا كان معامل الغذاء المفيد ٩٧%.

يوضع الحل فى شكل الجدول التالى:

| المركبات<br>الغذائية | التحليل<br>الكىماوى<br>% | معامل<br>الهضم<br>% | مركبات<br>مهضومة<br>% | معادل<br>النشا لكل<br>وحدة<br>مهضومة | معادل<br>النشا<br>% | مركبات<br>مهضومة<br>لكل وحدة<br>مهضومة | مركبات<br>كلية<br>مهضومة<br>% |
|----------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| بروتين               | ١٢                       | ٩٨                  | ١١,٧٦                 | ٠,٩٤                                 | ١١,٠٥               | ١,٠٠                                   | ١١,٧٦                         |
| دهن                  | ٢                        | ٩٥                  | ١,٩٠                  | ٢,١٢                                 | ٤,٠٣                | ٢,٢٥                                   | ٤,٢٨                          |
| الألياف              | ٥                        | ٢٠                  | ١,٠٠                  | ١,٠٠                                 | ١,٠٠                | ١,٠٠                                   | ١,٠٠                          |
| كربوهيدرات<br>ذائبة  | ٦٠                       | ٨٥                  | ٥١,٠٠                 | ١,٠٠                                 | ٥١,٠٠               | ١,٠٠                                   | ٥١,٠٠                         |
| المجموع              | -                        | -                   | ٦٥,٦٦                 | -                                    | ٦٧,٠٨               | -                                      | ٦٨,٠٤                         |

∴ معادل النشا الإسمى = ٦٧,٠٨ كجم نشا/١٠٠ كجم شعير



ويكون معادل النشا الحقيقي  $= 67,08 \times 97 / 100 = 65,07\%$  كجم نشا/ 100 كجم شعير.

أى أنه فى المواد المركزة (تامة القيمة الحرارية تقريبا) نجد أن مكافئ أو معادل النشا الإسمى ومعادل النشا الحقيقى والمركبات الكلية المهضومة متقاربة معا.

### تحديث نظم تقييم الغذاء:

يمكن تحويل معادل النشا (كأحد الأنظمة القديمة لحساب الطاقة الصافية للتسمين) للمجترات إلى طاقة ميتابوليزمية (كنظام حديث) من المعادلة:

$$\text{طاقة ميتابوليزمية (ميجاجول/كجم مادة جافة)} = 3,83 + (0,01136 \times \text{معادل النشا/كجم مادة جافة})$$

والطاقة الصافية لإنتاج اللبن (ميجاكلورى/كجم مادة جافة)

$$= 0,78 - (\text{الطاقة الصافية}) - 0,72$$

$$= 0,245 - (\text{مجموع المواد الغذائية المهضومة جم/كجم مادة جافة}) - 0,12$$

### نوعية البروتين للمجترات (Protein Quality for Ruminants)

بالرغم من تقييم مواد العلف للحيوانات المجتررة على أساس تحليلها الكيماوى، أو مكوناتها المهضومة أو النسبة الزلالية (الغذائية)، أو طاقتها الكلية أو المهضومة أو الميتابوليزمية، أو طاقتها الصافية فى صورة دهن أو لبن، أو محتواها من معادل النشا، أو مجموع المكونات الغذائية المهضومة، أو غيرها من النظم الإقليمية المنتشرة فى بلد بمفرده، كوحداث العلف الاسكلندنافية أو الروسية أو نظام روستك (الألماني الشرقى) وغيرها، فإنه كذلك يتم تقييم مواد العلف للمجترات على أساس نوعية البروتين، فالبروتين يقيم على أساس البروتين الخام أو المهضوم، إلا أن البروتين الخام يحتوى على جزء من الأروت غير البروتينى (Non-Proteinous Nitrogen) (NPN) مما يؤدى إلى استخدام البروتين الحقيقى (True Protein) بدلا من البروتين الخام (Crude Protein)، وذلك عن طريق حساب مكافئ البروتين (PE) (Protein Equivalent)، والذي استحدث عام 1925م، بإعطاء الجزء الأروتى غير البروتينى نصف القيمة الغذائية للبروتين الحقيقى:

$$\text{مكافئ البروتين} = \% \text{ بروتين حقيقى مهضوم} + \frac{2}{1} (\% \text{ بروتين خام مهضوم} - \% \text{ بروتين حقيقى مهضوم})$$

$$= \frac{2}{1} (\% \text{ بروتين خام مهضوم} + \% \text{ بروتين حقيقى مهضوم})$$

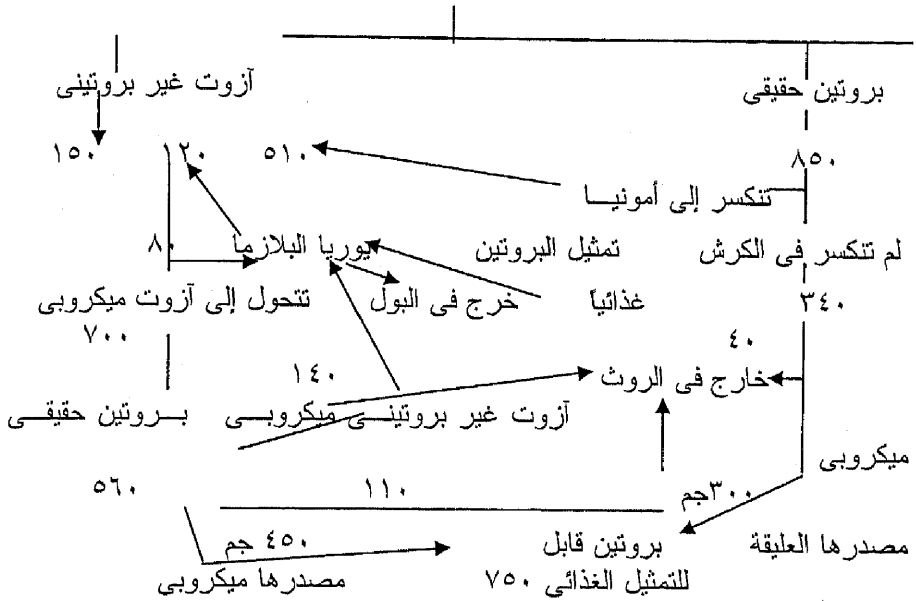
ويستخدم مقياس مكافئ البروتين للأعلاف المحتوية على اليوريا . ولما كانت الكائنات الحية الدقيقة بكرش المجترات مسئولة عن إمداد الحيوانات المجترة بمعظم احتياجاتها من الطاقة بتحويل كربوهيدرات العليقة إلى خلات وبروبيونات وبيوترات، ولهذا الإنتاج يتطلب نمو ومضاعفة أعداد هذه الكائنات الدقيقة، وهذا يتطلب تخليق للبروتين الميكروبي على نطاق كبير . وهذا بالتالي يتطلب وفرة الأزوت، والذي تتحصل عليه الكائنات الحية الدقيقة في الكرش من الأحماض الأمينية والأمونيا، بتكسير الجزء البروتيني في العليقة، وعلى الأخص الجزء القابل للتكسير بسهولة، مما يوجه النظر إلى أن قيمة البروتين للمجترات تعتمد على صور الأزوت الكلية بالعليقة .

إذ أنه من الأفضل بيولوجيا واقتصاديا أن يخلق البروتين الميكروبي أساسا من مصادر آزوتية غير بروتينية، لعدم الإسراف في التغذية على البروتين، والذي لا يستفيد الحيوان من آزوته كاملا، لعدم ملاحقة الكائنات الحية الدقيقة بالكرش على صيد الأزوت المنزوع بعملية نزع مجاميع الأمين (Deamination) من جزيئات البروتين، فتخرج الزيادة في صورة يوريا . إذ تتوقف قدرة حبس هذا الأزوت على قدرة تحليل Degradability أو تكسير المركبات الأزوتية الغذائية (لتصير في صورة صالحة لتستفيد منها كائنات الكرش الحية)، كما تتوقف كذلك على وفرة مصدر للطاقة في صورة كربوهيدرات العليقة .

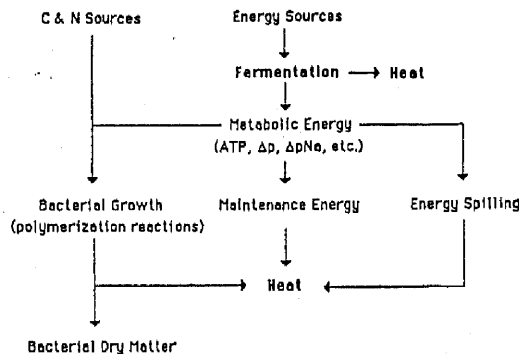
في المجترات، يمتص في الكرش ٦٠ - ٦٥% من المادة العضوية المهضومة، وفي الأمعاء يمتص ١٥ - ٢٥%، ويتبقى ١٠ - ٢٥% من المادة العضوية قابلة للتخمر في نهاية الأمعاء، لذا ينتج في الأمعاء الغليظة ميثان وخلات قدرها ١٠ - ١٥% من جملة نواتج تخمر القناة الهضمية (رغم اختلاف فلورا الكرش عن فلورا الأمعاء الغليظة التي تفقد البروتوزوا، فإن الأحماض الدهنية الطيارة الناشئة في الكرش تتشابه جداً مع الناتجة في الأمعاء الغليظة) . وتخليق البروتين الميكروبي في الأمعاء الغليظة يؤثر على هضم البروتين في المجترات، إذ يشكل هذا البروتين الميكروبي ٦٠ - ٨٥% من أزوت الروث الذي مصدره الجسم Endogenous faecal-N .

وكمثال لمدى استفادة ميكروبات الكرش من مصادر الأزوت غير البروتيني، نفترض أن عليقة حيوان احتوت على ١٠٠٠ جرام بروتين خام يكون توزيعها كالتالي:

١٠٠٠ جم بروتين خام فى العليقة



ومنه يتضح أن معظم البروتين الغذائي القابل للتمثيل الغذائي (٦٠%)، أى الممتص والقابل لاستفادة الحيوان منه على مستوى الأنسجة، مصدره بروتين ميكروبي، ومعظم هذا البروتين الميكروبي (٨٠%) مصدره بروتين حقيقي ميكروبي. وكل هذا الآزوت الميكروبي (بروتيني وغير بروتيني) مصدره الآزوت غير البروتيني في العليقة والأزوت غير البروتيني الناشئ من تكسير بروتين العليقة إلى أمونيا، بالإضافة إلى الآزوت غير البروتيني الذي منشأه يوريا بلازما الدم.



## تصور لنمو البكتيريا وإنتاج الطاقة

ويتم تقدير درجة تحلل أو تكسير البروتين في الكرش بتحصين عينة العلف في أكياس من ألياف صناعية (كالداكرون) في الكرش، ويقدر محتوى آزوت هذا العلف قبل وبعد التحصين (٢ - ٦ ساعات)، فتكون درجة تجريد البروتين = الأزوت قبل التحصين - الأزوت بعد التحصين/الأزوت قبل التحصين. وتتباين درجة تكسير البروتين كثيراً بتباين أنواع مواد العلف وهي في المتوسط:

٠,٨ للدريس والسيلاج والشعير

٠,٦ كسب الأذرة وكسب فول الصويا

٠,٤ لمسحوق السمك

هذا وتحتوي الأعلاف على مواد تؤثر في الميتابوليزم ومن ثم في الصحة من خلال العوامل الوراثية (Nutrigenomics) والبيولوجية (Bioinformatics). فالوراثة الغذائية Nutritional Genomics هي تطبيق لآلات الوراثة في البحوث الغذائية. فهناك عدد من الجينات في الكود الوراثي للبروتينات في الكائن تتحكم في العمليات الغذائية والحالة الفسيولوجية من خلال التغيرات في ترتيب نظم الحمض النووي RNA. ومن خلال النظم الدقيق يمكن فهم ميكانيزم التطور والتغذية والخصوبة والإنتاج ومقاومة الأمراض، ومن ثم يزداد فهم الميتابوليزم الأساسي والتنظيم الغذائي كتعبير جيني في حالات التطور والحالات المرضية. ومن خلال النظم الدقيق Microarray وتقنية بروتينات الجينات Proteomics (الخريطة البروتينية) يمكن الحصول على كم كبير من المعلومات عن وظائف الجين المرتبطة بالفسيولوجيا الغذائية. إن تطبيقات التقنيات الحديثة لتحليل الخريطة الوراثية Genome والخريطة البروتينية Proteome هي مركز تطوير العلوم الغذائية في العقد القادم وهو زمن التطور السريع للوراثة الغذائية.



**الفصل الخامس**

**الاحتياجات الغذائية**

**Nutritional Requirements**



## الفصل الخامس

### الاحتياجات الغذائية

### Nutritional Requirements

#### الاحتياجات الحافظة Maintenance Requirements

إذا كان الحيوان في حالة راحة أو لا يعطى إنتاجاً فإنه يعطى عليقة تعرف بالعليقة الحافظة Maintenance، تمد الحيوان بالقدر اللازم من الحرارة للاحتفاظ بدرجة حرارة جسمه، والعليقة الحافظة تعرف بأنها أقل قدر من الغذاء الذى يحفظ حياة الحيوان دون نقص أو زيادة فى الوزن، أو هي العليقة التى تحتوى على أقل قدر من الغذاء يجعل الحيوان في حالة ميزانى أزوت و كربون محايدين . وتقدر الاحتياجات الغذائية الحافظة من حيث الطاقة وكذلك من حيث البروتين المهضوم .

أولاً: تقدير العليقة الحافظة من حيث مستوى الطاقة:

- (أ) من جداول موريسون وبمعلومية وزن الحيوان الحى يمكن الاستدلال على احتياجات الحيوان من مجموع مواد غذائية مهضومة (TDN) .
- (ب) بالتغذية العملية لمجموعة حيوانات تامة النمو على مستويات مختلفة من النشا المهضوم فى عليقتها مع كفاية البروتين المهضوم والعناصر الضرورية الأخرى، يمكن اختيار المستوى الغذائى الذى يحافظ على أوزان الحيوانات دون نقص أو زيادة .
- (ج) من مقننات غنيم للماشية المصرية، حيث أن كل ١٠٠ كجم بقر تتطلب ٠,٥٨ كجم نشا مهضوم، بينما كل ١٠٠ كجم جاموس تتطلب ٠,٥١ كجم نشا مهضوم، والخيول تحتاج ٠,٦٨ كجم نشا مهضوم/١٠٠ كجم وزن حى .
- (د) ميزان الطاقة المتعادل Energy Equilibrium بإجراء ميزان الطاقة فى مسعر التنفس مباشرة، أو فى جهاز التنفس مع إجراء ميزانى الأزوت والكربون وحساب كمية الغذاء التى تجعل ميزان الطاقة محايداً .
- (هـ) تقدير التمثيل القاعدى Basal Metabolism أى أقل مجهود حرارى يلزم لحفظ حياة الحيوان مدة ٢٤ ساعة، ويقدر فى جهاز التنفس أو مسعر التنفس، وقد وجد أن التمثيل القاعدى يتناسب طردياً مع وزن الجسم الميتابوليزمى، أو مع مساحة سطح الحيوان لوحدة الوزن، أو وزن الحيوان مرفوعاً للأس ٠,٥٥ - ٠,٦٠، للأوزان ١٥ - ٢٠٠ كجم، أو للأس ٠,٦٧، للأوزان ١٠٠ - ٦٠٠ كجم، وإن كانت عملياً ترفع أوزان الحيوان للأس ٠,٧٥ .



فيكون التمثيل القاعدي أو ميتابوليزم الصيام Fasting Metabolism بالميجاجول/يوم =  $0,48 \times (\text{وزن الحيوان})^{0,75}$

والتمثيل القاعدي بالكيلو كالوري/يوم =  $70 \times (\text{وزن الحيوان})^{0,75}$

فإذا كان حيوان يزن ٨١ كجم

فإن التمثيل القاعدي =  $0,48 \times (81)^{0,75} = 27 \times 0,48 = 12,96$  ميجاجول/يوم

=  $70 \times (81)^{0,75} = 27 \times 70 = 1890$  كيلو كالوري/يوم

ولما كان كل كجم نشا مهضوم يعطى طاقة فسيولوجية نافعة حقيقية قدرها ٣٧٦١ كيلو كالوري في المجترات، فإن كيلوجرام النشا المهضوم اللازم للتمثيل القاعدي =  $70 \times (\text{وزن الحيوان})^{0,75} / 3761 = 27 \times 70 / 3761 = 0,503$

ولحساب العليقة الحافظة من التمثيل القاعدي يزداد الأخير بنسبة تختلف حسب نوع الحيوان، وفي المجترات يمكن زيادة التمثيل القاعدي بنسبة ٣٣%.

∴ العليقة الحافظة كجم نشا مهضوم =  $0,025 \times (\text{وزن الحيوان})^{0,75}$

=  $27 \times 0,025 = 0,675$

ثانياً: تقدير العليقة الحافظة من حيث البروتين المهضوم:

ويتم ذلك بعدة طرق من أهمها:-

(أ) ميزان الآزوت المحايد.

(ب) تغذية مجاميع من الحيوانات تامة النمو على أغذية محتوية على كفاية من النشا المهضوم والمركبات الضرورية الأخرى مع مستويات مختلفة من البروتين للتعرف على أقل مستوى بروتيني دون أن يؤثر على وزن ومظهر الحيوان العام، ولقد اعتبر غنيم أن ٥٠ جرام بروتين مهضوم لكل ١٠٠ كجم وزن بقر أو جاموس مستوى مناسباً للعليقة الحافظة، بينما للخيول هو ٦٥ جم بروتين مهضوم/١٠٠ كجم وزن حي.

(ج) بتقدير آزوت التمثيل الداخلي Endogenous N بتغذية حيوانات تامة النمو على غذاء خالي الآزوت، وتقدير آزوت البول عند ثبات كميته (بعد ١ - ٤ أسابيع)، وتدل هذه على أقل كمية منه يلزم هدمها يومياً من جسم الحيوان، فتكون كمية البروتين المهضوم الحافظ بالجرام =  $1,75 \times (\text{وزن الحيوان})^{0,75}$ ، وعليه فالبروتين المهضوم الحافظ اللازم لحيوان وزنه ٨١ كجم =  $1,75 \times (81)^{0,75} = 27 \times 1,75 = 37$  جرام.

## Requirements of Lactating Cows اللبن

كما سبق يحتاج الحيوان إلى عليفة حافظة للمحافظة على حياته وقت راحته أو عدم إنتاجه، ويزيد على ذلك احتياجات أخرى إذا كان الحيوان منتجاً. فإنتاج اللبن يتطلب كذلك إلى احتياجات غذائية لازمة لإنتاج اللبن، إذ تدخل في مكوناته، ويطلق على هذه الاحتياجات بالاحتياجات الإنتاجية أو العليفة الإنتاجية. فالطاقة الصافية في اللبن ما هي إلا محتوى طاقة اللبن الناتج، وهي الاحتياجات الإنتاجية للبن. وتقدر طاقة اللبن بالميجاجول/كجم من معادلة Tyrrell & Raid (1965)، حيث أن محتوى اللبن من الطاقة = ٠,٣٨٦ (محتوى الدهن جم/كجم) + ٠,٢٠٥ (محتوى المواد الصلبة غير الدهنية جم/كجم) - ٠,٢٣٦، أو من المعادلة:

$$\text{طاقة اللبن كيلوكالورى/كجم} = (٥,٧ \times \text{البروتين جم/كجم}) + (٩,٣ \times \text{الدهون جم/كجم}) + (٣,٩ \times \text{اللاكتوز جم/كجم})$$

وعليه نجد أن محتوى طاقة اللبن يتغير باختلاف التركيب الكيماوى للبن، وخاصة محتواه من الدهن، إذ أن حوالى نصف طاقة اللبن تكمن فى دهنه، لذلك وضع Möllgaard معادلتين أخريتين على أساس نسبة دهن اللبن فقط وهما:

$$\begin{aligned} \text{محتوى طاقة اللبن كيلوكالورى/كجم} &= ٢٨١ + ١١٥ (\% \text{ دهن}) \text{ إذا قل دهن اللبن عن } ٥\% \\ \text{أو محتوى طاقة اللبن كيلوكالورى/كجم} &= ٣٦٣ + ١٠١ (\% \text{ دهن}) \text{ إذا زاد اللبن عن } ٥\% \end{aligned}$$

كما وضع Tyrrell & Raid (1965) معادلة أخرى حيث قيمة حرارة اللبن ميجاجول/كجم = ٠,٤٠٦ (دهن اللبن جم/كجم) + ١,٥٠٩، وقد ثبت أن كل ١ كجم لبن معدل الدهن (يحتوى ٤% دهن) يتطلب إنتاجه ٢٦٣ وحدة نشا (٠,٢٦٣ كجم نشا)، إذ أن طاقة كيلو اللبن ٧٤٠ كيلوكالورى، ولما كان معامل التحويل ٧٥%:

$$\therefore \text{المجهود الفسيولوجى النافع للإنتاج} = ٧٤٠ \times ٧٥/١٠٠ = ٩٨٦,٦ \text{ كيلوكالورى/} \\ ٣٧٦١ = ٠,٢٦ \text{ كجم معادل نشا}$$

ولما كان كيلوجرام اللبن معدل الدهن يحتوى ٣٦ جم بروتين، ونظراً لأن معامل التحويل ٦٠% فإن الاحتياجات من البروتين الخام المهضوم لكل كجم لبن تعادل ٦٠ جم، ويجب رفع هذه المعدلات كعامل أمان (فيكون البروتين الخام المهضوم اللازم لإنتاج ١ كجم لبن معدل = ٧٢ جم)، كما يمكن حساب محتوى اللبن من البروتين حيث = ١,٦ + (٠,٤ × نسبة الدهن = % بروتين فى اللبن البقرى أو ٣,٤٣ + (٠,١٢ × نسبة الدهن) للجاموس. وقد أجمعت احتياجات الطاقة للحيوانات الحلابة بالمعادلة التالية:

$$\begin{aligned} \text{طاقة ميتابوليزمية داخلية ميجاجول/يوم/حيوان} &= ٤٨٠ \times (\text{وزن الجسم الميتابوليزمى}) + \\ ٥,٣ (\text{إنتاج اللبن باللتر}) &+ ٣٤ (\text{الزيادة فى وزن الجسم كجم}) - ٥٠ (\text{النقص نتيجة هدم الأنسجة كجم}) + ٢٥ (\text{الزيادة فى وزن الجنين كجم}) \end{aligned}$$

بينما جملة احتياجات البروتين للحيوانات الحلابة بالجرام/يوم = البروتين الخام اللازم لحفظ الحياة (أى حوالى ٤ جم × وزن الجسم الميتابوليزمى) + بروتين خام لازم للبن (أى حوالى ٨٥ جم × إنتاج اللبن كجم) + بروتين خام لازم للنمو (أى حوالى ٣٨٠ جم/كجم زيادة فى الوزن) + بروتين خام لازم للجنين (أى حوالى ٣٣٠ جم/كجم زيادة فى وزن الجنين). وذلك طبقاً لأبحاث Van Es (1972), Kaufmann (1978) and Rohr *et al.* (1986) فتكون الاحتياجات الكلية للحيوان الحلاب مساوية للاحتياجات الحافظة مضافاً إليها الاحتياجات الإنتاجية.

ويتأثر إنتاج اللبن بالتغذية كما أوضحت تجارب (Möllgaard) على النحو التالى:

١- فى حالة نقص طاقة العليقة ووفرة بروتينها تظهر ماشية اللبن أولاً ميزان طاقة سالب، مما يخفض من كمية اللبن الناتج، فإذا كان هناك مخزون طاقة كبير فى الجسم فإن خفض الإنتاج يكون تدريجياً.

٢- نقص بروتين العليقة مع وفرة طاقتها تؤدي إلى ظهور ميزان أزوت سالب، ويتأثر إنتاج اللبن بعد ذلك بشكل بسيط إذ تنخفض كميته ضئيلاً، إلا أن الإنتاج يقل بشدة لو استمر ميزان الأزوت سالباً بشدة، ولو استمر خفض بروتين العليقة مدة طويلة فإن كمية اللبن لن ترتفع بشكل ملحوظ لو زادت بعد ذلك كميات بروتين العليقة.

٣- فى حالة نقص كل من البروتين والطاقة فى العليقة معا يظهر الحيوان ميزاناً سالباً لكل من الأزوت والطاقة، وتنخفض كمية اللبن سريعاً وبشدة.

وتتوقف أعراض النقص هذه على شدة نقص العناصر الغذائية، إذ أن مخزون الجسم ذاته يعد مصدراً غذائياً لإنتاج اللبن.

وتغذية حيوانات اللبن خاصة فى بداية موسم الحليب وفى الحيوانات عالية الإدرار غالباً ما تكون غير كافية (فيكون استهلاك الغذاء أقل من الاحتياجات المتصاعدة للطاقة، مما يضطر الحيوان إن لم يخفض إنتاجه بسرعة أن يعوض النقص الغذائى مؤقتاً من مخزون جسمه)، فقد لاحظ (Flatt, 1966) فى تجارب تنفس على الماشية عالية الإدرار (٧٠٠٠ كجم لبن فى الموسم) أنه بالتغذية لحد الشبع مع العلف المركز وقت أقصى إدرار (فوق ٤٠ كجم لبن يومياً) فقد الحيوان ١٠ - ١٥ ميجا كالورى، أى حوالى ١ - ٢ كجم دهن جسم، وبعد هذه الفترة السالبة أتجه ميزان الطاقة فى وسط موسم الحليب إلى التعادل أى المحايدة، وفى آخر موسم الحليب أمكن للحيوان من إعادة القدر المفقود من جسمه (١٠ - ١٥ ميجا كالورى يومياً). أى أن الحيوانات عالية الإدرار تسحب من جسمها وتعيد إليه طبقاً لكمية الإنتاج. وعليه يفضل الحيوانات الأكبر وزناً للإبقاء عليها. وقد لا يلاحظ الفقد أو الزيادة فى وزن الجسم نتيجة تخزين أو سحب الماء من الأنسجة المسحوب منها والمضاف إليها الدهن فى الجسم.

وتؤثر مكونات العليقة على محتوى دهن اللبن، بل تختلف باختلاف أنواع المكون الواحد، فالكربوهيدرات تتباين تأثيراتها على دهن اللبن باختلاف أنواعها كما يوضحه الجدول التالي من تأثير نوع الكربوهيدرات في العليقة على محتويات الكرش وتركيب اللبن.

| الوسط | سليولوز (دريس)                                                                                                          | نشأ (حبوب)                                                                                                        | سكر (بنجر)                                                                                                                                                        |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| الكرش | انخفاض نسبي في عدد الكائنات الحية، ارتفاع رقم الحموضة (pH 6.5)، هدم بطيء، ارتفاع نسبي في حمض الخليك، وانخفاض البيوتريك. | ارتفاع نسبي في عدد الكائنات الحية، وانخفاض رقم الحموضة (pH 5.7)، هدم سريع وزيادة نسبية في البيوتريك والبروبيونيك. | انخفاض نسبي في عدد الكائنات الحية، وانخفاض شديد في رقم الحموضة (pH 5.1)، وهدم سريع، زيادة الحموضة الكلية، انخفاض نسبي للخليك وزيادة شديدة في البيوتريك واللاكتيك. |
| اللبن | زيادة نسبية في محتوى الدهن وانخفاض كميته                                                                                | انخفاض محتوى الدهن                                                                                                | ارتفاع بسيط في محتوى الدهن.                                                                                                                                       |

كما أن إضافة الدهون النباتية والحيوانية لا تؤثر على دهن اللبن باستثناء مخلفات البذور الزيتية، وعلى الأخص كسب جوز الهند وكسب نوى البلح وكسب الباباز، والتي تؤدي التغذية عليها إلى زيادة نسبة دهن اللبن، لغناها بالأحماض الدهنية قصيرة السلسلة، والتي تعد أحجار بناء في تخليق دهن اللبن. وهذا التأثير يتوقف كذلك على باقي العليقة وتركيبها، وعلى الأخص محتواها من الألياف الخام، إذ أن تأثير دهن العليقة يكون أقل تأثيراً في حالة وفرة الألياف العليقة البائية لمزيد من حمض الخليك. ويخشى عادة من التأثير الكيتوني لدهن العليقة المحتوى على تركيز عالي من الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة.

وزيادة محتوى العليقة من الدهن ذو الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع (ذات رقم يود مرتفع) تؤدي إلى خفض محتوى اللبن من الدهن، ويزيد هذا الانخفاض بزيادة المستهلك من هذه الدهون، أو بارتفاع الرقم اليودي لها. وهذه الدهون توجد في الكتان، الشلج، الخردل، الصويا، الأذرة، الأرز. وهذه الأحماض الدهنية عديمة التشبع تؤدي كذلك إلى خفض هضم السليولوز وبالتالي إلى خفض إنتاج حمض الخليك.

## وعلى ذلك يمتاز دهن اللبن بحالة من ثلاثة:

(١) ارتفاع الرقم اليودي لدهن اللبن، أى أن دهن اللبن طرى، وذلك راجع لاحتواء العليقة على مزيد من الدهون السائلة. ومن الأعلاف ذات التأثير المخفض للدهن فى اللبن هى أكساب دوار الشمس والشلجم والسمسم والكتان، وكذلك فول الصويا والأرز والأذرة، ومخلفات الأذرة، ودهون السمك، والأعلاف الخضراء الطازجة بكم كبير.

(٢) انخفاض الرقم اليودي أى صلابه دهن اللبن، وذلك لانخفاض الشديد فى دهن العليقة، أو ارتفاع نسبة الدهن الغنى بالأحماض الدهنية المشبعة أو لارتفاع نسبة الألياف والسكر فى العليقة، ومن هذه الأعلاف الدريس والقش والبنجر، والحشائش، والحنطة والقمح والبسلة والفاول، وعموم الأعلاف الفقيرة فى الدهن الغنى بالألياف والنشا أو السكر، وكذلك مخلفات استخلاص فول الصويا، ومخلفات استخلاص بذور القطن، وغيرها من مخلفات استخلاص الزيوت منخفضة المحتوى الدهنى، وكذلك أكساب الباباز ونوى البلح وجوز الهند، ومخلفات البذور الزيتية الغنية بالأحماض الدهنية المشبعة، وهذه قد تؤدى إلى زيادة نسبة دهن اللبن.

(٣) قيمة رقم اليود متوسطة أى دهن لبن طبيعى من خلال التغذية على شعير شوفان، مسحوق المانيوك، كسب الفول السودانى، كسب بذور القطن، كسب فول الصويا، مخلفات استخلاص نشا البطاطس الجافة، مخلفات صناعة البيرة الجافة، أعلاف خضراء وأوراق بنجر بكم محدود متوسط من العليقة الكلية، سيلاج، وكذلك مخلوط الأعلاف المذكورة تحت النقطتين السابقتين (١، ٢).

وعن العوامل الأخرى المحددة فى تغذية ماشية اللبن هو تركيز العناصر الغذائية فى العليقة ومعاملات هضمها. إذ أن سعة كرش الحيوان الحلاب ثابتة، وعلى ذلك كلما زاد إنتاج اللبن تطلب الحيوان مزيد من العناصر الغذائية، فيجب أن يتحصل على أعلاف مرتفعة فى معاملات هضمها لتوفير متطلباته الغذائية من نفس الكم من العلف، لكن من نوعية أفضل، أى أكثر تركيزاً فى عناصرها الغذائية (مركبات)، وإن لم تتوفر الأعلاف ذات معاملات الهضم العالية للحيوان عالى الإدرار فإنه لن يتحصل على متطلباته الغذائية، فإما أن ينخفض الإنتاج من اللبن أو أن يسحب الحيوان من مخزون جسمه.

ويتوقف استهلاك الغذاء فى المجترات على عوامل ميكانيكية طبيعية، إذ يزيد الاستهلاك بزيادة سرعة تفريغ محتوى الكرش، كما تتوقف سرعة عبور الكتلة الغذائية على كفاءة الهدم البكتيرى بالكرش، والذى يتأثر بموتورية الكرش وافرار اللعاب، الذى بدوره يتوقف على تركيب وخواص العلف الطبيعية. كما تتوقف سرعة مرور العلف فى القناة الهضمية على معامل هضمه. فكلما انخفضت معاملات الهضم، كلما طالت فترة بقاء العلف بالكرش. وحجم الكرش فى الحيوان النامى يتناسب طردياً مع وزن الجسم، لذلك يزيد استهلاك العلف بزيادة وزن الجسم. وفى الحيوانات العشار تنخفض سعة كروشها فى نهاية فترة الحمل، مما يستوجب خفض الكمية المستهلكة من العلف

المالى ليحل محل جزء منها العلف المركز، وعموما فان ماشية اللبن تستهلك فى المتوسط ١٤ - ٢٢ كجم مادة جافة (طبقاً لوزن الجسم والإنتاج) لإحداث الشبع ولتتبع عمليات الهضم فى مسارها الطبيعى.

وأثناء الحمل الذى يستمر فى الماشية فى المتوسط ٢٨٥ يوماً يزداد وزن الرحم بمحتوياته الكلية حوالى ٧٥ - ٨٠ كجم، منها وزن الجنين حوالى ٤٥ كجم والباقي موزع على الرحم والسائل الأمينوسى والمشيمة. وأعلى معدلات زيادة فى الوزن تلاحظ فى الثلث الأخير من فترة الحمل، مما يتطلب معه زيادة مستوى التغذية فى هذه الفترة، لما يتسبب فى هذه الفترة فى الجنين وما حوله من سوائل وأغشية من بروتين وطاقة ومعادن وغيرها.

تطور وزن الجنين والأعضاء التناسلية خلال فترة الحمل فى الماشية:

| شهر<br>الحمل | وزن الجنين<br>بالكيلوجرام | وزن الرحم والسائل الأمينوسى<br>والمشيمة بالكيلوجرام |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------------------------|
| ٤            | ١                         | ٦                                                   |
| ٦            | ٥                         | ١٠                                                  |
| ٧            | ١٠                        | ١٤                                                  |
| ٨            | ٢٠                        | ٢٢                                                  |
| ٩            | ٤٥                        | ٣٥                                                  |

ففى أول ثلثى مدة الحمل يزداد وزن الرحم والمشيمة والسائل الأمينوسى بمعدل أسرع (٣٠% من أوزانها النهائية) من زيادة الجنين (١٠% من وزنه النهائى)، بينما أعلى معدل نمو فى الجنين يكون فى آخر ستة أسابيع (أعلى من ٦٥% من وزنه النهائى). كما تنمو الغدد اللبنية بشدة فى فترة الحمل الأخيرة، إذ يخزن فى الضرع فى ١٤ يوماً الأخيرة قبل الوضع حوالى ٤٥ جم بروتين يومياً. وكل ذلك يستدعى تركيز التغذية خلال آخر شهرين من الحمل (أى فى فترة جفاف الماشية من إنتاج اللبن)، لترفع طاقة وبروتين العليقة، وإلا سحب الحيوان من مخزون جسمه لإمداد الجنين باحتياجاته الغذائية، وكلما كثر مخزون الجسم كلما طالت الفترة التى يحملها الحيوان تحت ظروف النقص الغذائى، وباستمرار نقص التغذية تتأثر صحة الحيوان وتولد عجول أقل حيوية وأقل وزناً وقد تولد نافقة.

وتتكون عليقة ماشية اللبن الجافة من العليقة الحافظة، بالإضافة لاحتياجات الجنين والرحم والمشيمة والغدد اللبنية. ونظراً لانخفاض الاحتياجات الغذائية للجنين فى أول ثلثى فترة الحمل فنجد أن مستوى تغذية الحيوانات فى هذه الفترة يتوقف على إنتاجية الحيوان من اللبن، بينما فى آخر شهرين للحمل تزداد احتياجات الجنين من البروتين والطاقة.

الاحتياجات الغذائية للجنين تزيد بتقدم مدة الحمل، لكن لصعوبة تغيير العليقة بصفة مستمرة فقد وجد (Piathowski, 1962) أنه من وجهة النظر العملية يمكن تحسين عليقة ماشية اللبن الجافة العشار على مرتين، الأولى خلال ٣ أسابيع قبل الأخيرة من الوضع، والثانية خلال ٣ أسابيع الأخيرة قبل الوضع. ففي الأولى يعطى الحيوان ٤٠٠ جم بروتين مهضوم زيادة في العليقة لمواجهة احتياجات الجنين، لترتفع في الـ ٣ أسابيع الأخيرة قبل الوضع إلى ٦٠٠ جم بروتين مهضوم (ما يوازي احتياجات إنتاج ١٠ كجم لبن). ومن حيث الطاقة ترتفع العليقة في الفترة الأولى بمعدل ١٨٠٠ وحدة نشا (١,٨ كجم نشا)، وتزيد إلى ٢٧٠٠ وحدة نشا في آخر ٣ أسابيع قبل الوضع.

وتلخيصا لما سبق نجد أن العليقة الحافظة للبقر هي ٠,٥٨ كجم معادل نشا مهضوم بها ٥٠ جرام بروتين مهضوم لكل ١٠٠ كجم وزن حي، وللجاموس ٠,٥١ كجم معادل نشا مهضوم بها ٥٠ جرام بروتين مهضوم لكل ١٠٠ كجم وزن حي.

أما العليقة المنتجة (Productive Ration) فهي:

كجم معادل النشا اللازم لإنتاج كجم لبن دهنه (د) ٥% بقرى أو جاموسى =  $٠,١ + ٠,٠٤(د)$

والبروتين المهضوم بالجرام  $٥٠ + ٥,٥(د)$

أو يحول اللبن إلى لبن معدل (٤% دهن) ويحسب لكل كجم منه ٠,٢٦ كجم معادل نشا + ٧٢ جرام بروتين مهضوم، حيث أن كمية اللبن المعدل ٤% دهن  $= ٠,٤ \times م + ١٥ \times س$

حيث أن م = كمية اللبن، س = نسبة الدهن %

مثال: ما هي كمية اللبن المعدل الدهن الناتجة من كمية لبن مقدارها ١٤٠ كجم بها ٧% دهن ؟

الحل: كمية اللبن المعدل ٤% دهن  $= ٠,٤ \times ١٤٠ + [١٥ \times ٠,٧ \times ١٤٠]$   
 $= ٥٦ + ١٤٧ = ٢٠٣$  كجم.

مثال: جاموسة وزنها ٥٥٠ كجم، تدر لبنا في اليوم مقداره ٨ كجم، يحتوى على ٧% دهن. أحسب محتوى العليقة الحافظة والمنتجة والكلية من النشا والبروتين المهضوم اللازمة لهذه الجاموسة في اليوم.

الحل: معادل النشا للعليقة الحافظة  $= ٥٥٠ \times ٠,٥٨ = ٣١٩$  كجم بروتين  
 مهضوم للعليقة الحافظة  $= ٥٥٠ \times ٠,٥١ = ٢٧٥$  جرام.

معادل النشا اللازم لإنتاج اللبن =  $0.1 + 0.04 \times (7) = 0.58$  كجم برتين مهضوم لازم لإنتاج اللبن =  $0.5 + 0.05 \times (7) = 0.85$  جرام

∴ العليقة الكلية تتكون من:

معادل نشا =  $2.805 + 3.040 = 5.845$  كجم  
بروتين مهضوم =  $2.75 + 0.8 = 3.55$  جرام

وإذا استخدمنا النظام الحديث لحساب الاحتياجات الغذائية فى صورة طاقة ميتابوليزمية وبروتين مهضوم. فان طاقة العليقة الكلية المطلوبة لهذا الحيوان فى المثال السابق كطاقة ميتابوليزمية =

$$\begin{aligned} &= 0.48 \times (550) + 0.3 \times (7) = 266.4 \\ &= 0.48 \times (550) + 0.3 \times (8) = 266.4 \\ &= 0.48 \times 113.6 + 0.3 \times 8 = 54.5 \\ &= 42.4 + 54.5 = 96.9 \text{ ميجاجول/يوم} \end{aligned}$$

والبروتين المهضوم فى العليقة الكلية =

$$\begin{aligned} &= 4 \times (0.75 \times 85) + 0.85 \times (7) = 266.4 \\ &= 4 \times 113.6 + 0.85 \times 8 = 454.4 \\ &= 680 + 454.4 = 1134.4 \text{ جرام/يوم} \end{aligned}$$

وهذه المقننات الغذائية تعلق ممثلتها المحسوبة بالنظام القديم، لأن النظام الحديث مأخوذ فيه عامل الأمان فى الحساب، سواء بالنسبة للاحتياجات أو تمثلها والاستفادة منها.

وللتغذية العملية لماشية اللبن بعد حساب احتياجاتها الغذائية الكلية يراعى الآتى:

- (١) توفر الاحتياجات الحافظة للحيوان من مواد العلف المائلة، والاحتياجات الإنتاجية من المواد المركزة، وفى الحيوانات منخفضة الإنتاج قد تقتصر تغذيتها على المواد المائلة لحد كبير.
- (٢) يجب أن يكون علف الحيوان محتوياً على كافة الاحتياجات الغذائية اللازمة للحيوان، لذا يضاف لمخاليط العلف ٢% كالسيوم و ١% ملح طعام، على ألا يفرط فى التغذية فيتجه الحيوان لترسيب دهن فى جسمه، فيؤثر سلباً على الإنتاج.
- (٣) لما كان الغذاء يستعمل فى إنتاج أنسجة بروتينية أو مركبات غير بروتينية أو لإنتاج حرارة، ولما كان البروتين لا يستبدل بمركب غذائى آخر، لذا يعبر عن الاحتياجات



الغذائية للحيوان في صورة بروتين مهضوم، ويعبر عن مصدر الحرارة بمعادل النشا أو مجموع مركبات غذائية مهضومة أو طاقة ميتابوليزمية.

(٤) تقدم المواد المألثة في حدود ١ - ٢% من وزن الحيوان دريس جيد حسب وفرة، أو ١ - ١,٥% مواد فقيرة القيمة الغذائية كالأتبان، أو ٣ - ٤% مواد علف خضراء، على ألا تزيد المادة الجافة في العليقة الكلية عن ٣% من وزن الحيوان. يلاحظ خفض كمية التبن صيفاً حتى لا يعطى الحيوان طاقة زائدة يصعب التخلص منها بالإشعاع، خاصة في شهور الصيف. مع تفضيل خلط مجموعة أتبان لمحاصيل مختلفة مع اختلاف كل منها في قيمته الغذائية.

(٥) تستوفى العليقة أولاً من مواد العلف الناتجة من المزرعة، وعند الحاجة للشراء من خارج المزرعة فيقارن بين مواد العلف على أساس سعر كيلوجرام معادل النشا وكيلوجرام البروتين المهضوم لتفضيل الأرخص سعراً.

(٦) يفضل عدم زيادة كسب القطن غير المقشور عن ٣ - ٥ كجم/حيوان حلاب.

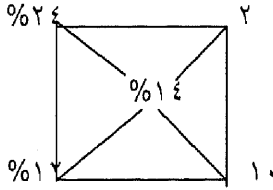
(٧) في حالة قلة كميات الدريس أو الدراوة صيفاً فيخفض مقننتاتها لضمان استمرار تقديمها للحيوانات كمصادر فيتامينية.

(٨) يراعى توفير الطعم الحسن والخواص الجيدة في العليقة، والتي يكون لها تأثيراً حسناً على الإنتاج، خاصة من مواد العلف الخضراء والدريس. كما يجب مراعاة التأثير الميكانيكي والفسيولوجي لمواد العلف، فلا تتكون العليقة من مواد كلها ممسكة أو كلها ملينة.

(٩) عند تكوين العليقة تجرى محاولات لتقدير كمية كل مكون علفي في العليقة حتى تفي العليقة الكلية باحتياجات الحيوانات، ويتسامح في زيادة أو نقصان محتوى العليقة بمقدار ٥٠٠ جم معادل نشا أو زيادتها ١٠٠ جم بروتين مهضوم، على أن يكمل أولاً للحد المناسب من النشا.

وإذا احتوت العليقة على مخلوط من علفين أمكن بمعلومية نسبة بروتين العليقة المطلوب وكذا نسبة البروتين في كل من مادتي العلف حساب نسبة مكوّن العليقة باستخدام مربع برسون، والذي يستخدم كذلك لأكثر من مادتي علف وذلك بتقسيم مواد العلف إلى مجموعتين أحدهما للطاقة (أقل من ٢٠% بروتين)، والثانية بروتينية (أعلى من ٢٠% بروتين)، فيحسب متوسط نسب البروتين في كل مجموعة (مخلوط متساوي الكميات من الخامات التي بكل مجموعة)، ويستخدم المتوسط لكل مجموعة فيوضع على الجانبين اليسار للمربع ونسنتج نسب المجموعتين على الجانب الأيمن للمربع، ونظراً لأن كل مجموعة مكونة من مخلوط متساوي الكميات من الخامات فيمكن بمعلومية نسبة المجموعة حساب نسبة المكونات.

مثال: إذا أريد عمل عليقة بها ١٤% بروتين كلى من كسب القطن غير المقشور (٢٤% بروتين كلى) ورجيع الكون (١٢% بروتين كلى) فأحسب نسبة كل منهما فى العليقة.



**الحل:** يمكن عمل مربع يوضع فى مركزه نسبة البروتين الكلى فى العليقة، وفى أحد أركانه اليسرى نسبة البروتين الكلى فى كسب القطن، وفى الركن الأيسر الأخر نسبة البروتين الكلى فى الرجيع، وبتوصيل أقطار المربع وطرح نسبة البروتين فى

العليقة (فى مركز المربع) من الركن الأيسر ويوضح باقى الطرح فى الركن الأيمن المقابل له لتعبر عن نسبة كل من كسب القطن ورجيع الكون الواجب خلطهما لتكوين المخلوط المحتوى على ١٤% بروتين. ومعنى ذلك أنه يجب خلط ٢ جزء من كسب القطن مع ١٠ جزء من رجيع الكون.

∴ عدد الأجزاء = ١٠ + ٢ = ١٢ جزء

∴ نسبة كسب القطن فى المخلوط =  $12/100 \times 2 = 16,7\%$

∴ نسبة رجيع الكون فى المخلوط =  $100 - 16,7 = 83,3\%$

أى لتكوين ١٠٠ كجم مخلوط عليقة به ١٤% بروتين يلزم ١٦,٧ كجم كسب قطن مع ٨٣,٣ كجم رجيع.

وفى المزارع الكبيرة الحديثة وفى مصانع الأعلاف الحديثة تزود بجهاز كمبيوتر، يزود ببيان الأعلاف الموجودة بالمصنع، وتركيبها الكيماوى وأسعارها، ويبرمج لحساب أرخص عليقة مخلوطة من الأعلاف المتاحة، لتفى بكل احتياجات الحيوان المعطاة لجهاز الكمبيوتر، طبقاً لنوع العليقة المراد إنتاجها (ليس فقط من حيث البروتين ومجموع المواد الغذائية المهضومة، بل أيضاً من حيث الطاقة الميتابوليزمية، والعناصر المعدنية، والفيتامينات والأحماض الأمينية، وخلافها).

بينما المصانع التقليدية تعتمد على نتائج تحاليل ثابتة وقديمة، كما تعتمد على النظم القديمة لحساب الطاقة من معادل نشا أو مجموع مواد غذائية مهضومة فقط، وإن كانت هذه تختلف فى مادة العلف الواحدة من حيث مكان زراعتها، ومحتوى المادة الجافة بها، وسلالتها، ومدة تخزينها، وجودتها وخلافه.

والجدول التالى يوضح بعض القيم الغذائية بالنظام القديم والحديث لبعض مواد العلف شائعة الاستعمال فى مصر.

## القيمة الغذائية لبعض الأعلاف المصرية على أساس المادة الجافة

| مادة العلف           | مادة جافة % | بروتين خام % | بروتين مهضوم % | معادل نشا حقيقى % | طاقة ميتابوليزمية ميجاجول/كجم |
|----------------------|-------------|--------------|----------------|-------------------|-------------------------------|
| برسيم مصرى           | ١٦          | ١٥ر٣         | ١١ر٠           | ٥٦ر٠              | ٩ر٢                           |
| برسيم مصرى           | ٢١          | ١٤ر١         | ١٠ر٥           | ٤٨ر٠              | ٨ر٦                           |
| دراوة                | ٢٢          | ٧ر٧          | ٧ر٠            | ٥١ر٠              | ٩ر٨                           |
| دراوة                | ٢٧          | ٧ر١          | ٦ر٥            | ٤٩ر٠              | ٩ر٤                           |
| برسيم حجازى          | ٢٠          | ٢٠ر٥         | ١٦ر٤           | ٤٧ر٥              | ٩ر٤                           |
| برسيم حجازى          | ٢٤          | ١٧ر١         | ١٣ر٠           | ٤٤ر٠              | ٨ر٢                           |
| تبين فول             | ٨٨          | ٥ر٥          | ٢ر١            | ٢٤ر٣              | ٧ر٤                           |
| تبين قمح             | ٨٨          | ١ر٧          | ٠ر١            | ٢٣ر٣              | ٥ر٦                           |
| تبين شعير            | ٨٨          | ٢ر٣          | ١ر٩            | ٢٨ر٨              | ٧ر٣                           |
| دريس برسيم حشة ثالثة | ٨٩          | ١١ر٠         | ٧ر٩            | ٣٥ر٢              | ٨ر٢                           |
| قش أرز               | ٨٨          | ٣ر٣          | ٢ر٢            | ٢٣ر٠              | ١ر٨                           |
| شعير                 | ٨٦          | ١٠ر٨         | ٨ر٢            | ٧١ر٩              | ١٣ر٠                          |
| أذرة                 | ٨٦          | ٩ر٨          | ٥ر٣            | ٧٤ر٦              | ١٤ر٢                          |
| فول                  | ٨٦          | ٢٦ر٩         | ٢٢ر٣           | ٦٨ر٦              | ١٣ر٥                          |
| رجيع أرز             | ٩١          | ٩ر٩          | ٦ر٠            | ٤١ر٠              | ١٠ر٤                          |
| ردة ناعمة            | ٨٦          | ١٢ر٤         | ٧ر٧            | ٤٣ر٧              | ١١ر٢                          |
| كسب قطن غير مقشور    | ٩٠          | ٢٣ر١         | ١٧ر٣           | ٥٠ر٨              | ٨ر٥                           |
| علف مخلوط            | ٨٨          | ١٧ر٩         | ١٥ر٠           | ٥٥ر٠              | ٨ر٩                           |

ويلى حساب الاحتياجات الغذائية أن يجرى تكوين العليقة من الأعلاف الأكثر وفرة والأرخص سعراً فى الحدود المسموح بها من كل منها.

مثال: أحسب الاحتياجات الغذائية اليومية الواجب توافرها فى عليقة جاموسة، وزنها ٦٠٠ كجم، وتدر لبنا يومياً قدره ١٠ كجم، بنسبة دهن ٨% وكون لها العليقة المناسبة.

الحل: معادل نشا العليقة الحافظة =  $٦٠٠ \times ٠,٥١ / ١٠٠ = ٣٠٦$  كجم

بروتين مهضوم العليقة الحافظة =  $٦٠٠ \times ١٠٠ / ٥٠ = ٣٠٠$  جرام

ويمكن حساب الاحتياجات الإنتاجية على أن كل ١ كجم لبن معدل يتطلب ٠,٢٦٣ كجم نشا، ٧٢ جرام بروتين مهضوم.

$$\begin{aligned} \text{واللبن المعدل} &= ٠,٤ \times م + ١٥ \text{ س م} \\ &= ١٠ \times ٠,٠٨ + (١٥ \times ٠,٠٨) = ١٦ \text{ كجم} \\ \therefore \text{احتياجات الإنتاج} &= ٠,٢٦٣ \times ١٦ = ٤,٢٠٨ \text{ كجم نشا} \\ &= ٧٢ \times ١٦ = ١١٥٢ \text{ كجم بروتين مهضوم} \end{aligned}$$

أى أن الاحتياجات الكلية ٧,٢٦٨ كجم معادل نشا و ١٤٥٢ كجم بروتين مهضوم.  
فتكون العليقة من العلف المخلوط والدريس والتبن والأذرة على النحو التالى:

| مادة العلف | الكمية كجم | معادل النشا كجم        | بروتين مهضوم كجم     |
|------------|------------|------------------------|----------------------|
| علف مخلوط  | ٦          | $٣,٣٠ = ٠,٥٥ \times ٦$ | $٩٠٠ = ١٥٠ \times ٦$ |
| دريس       | ٦          | $٢,١٠ = ٠,٣٥ \times ٦$ | $٤٧٤ = ٧٩ \times ٦$  |
| أذرة       | ٢          | $١,٤٨ = ٠,٧٤ \times ٢$ | $١٠٦ = ٥٣ \times ٢$  |
| تبن        | ٤          | $٠,٩٢ = ٠,٢٣ \times ٤$ | $٤ = ١ \times ٤$     |
| المجموع    | ١٨         | ٧,٨٠                   | ١٤٨٤                 |

ونلاحظ أن كمية العلف فى حدود المسموح به، أى ٢,٥ - ٣% من وزن الجسم مادة جافة، وغطى البروتين أساسا من العلف المخلوط والدريس، بينما غطيت الطاقة منهما واستكملت بالأذرة والتبن. كما أن التبن يضبط ويستكمل المادة الجافة اللازمة لامتلاء الكرش وأحساس الحيوان بالشبع، كما يتدخل فيها كذلك سعر وحدة العناصر الغذائية فى كل مادة علف فيعطى الحد الأقصى أولا من المواد الأرخص أو المتوفرة بالمزرعة، وقد روعى أن محتوى العليقة من معادل النشا والبروتين المهضوم فى حدود الاحتياجات الغذائية المحسوبة.

وإذا حسبنا الاحتياجات الغذائية بطريقة أحدث وشاملة فإن الاحتياجات الغذائية الكلية من الطاقة القابلة للتمثيل بالميجاجول =  $(٠,٤٨ \times \text{وزن الحيوان التمثيلى}) + (٥,٣ \times \text{كمية اللبن})$

والبروتين الكلى المهضوم =  $(٤ \times \text{وزن الحيوان التمثيلى}) + (٨٥ \times \text{كمية اللبن})$

$\therefore$  الطاقة القابلة للتمثيل (الكلية المطلوبة) =  $٠,٤٨ \times (٦٠٠) + ٥,٣ \times ١٠ = ١١١,١٩$  ميجاجول

=  $٠,٤٨ \times ١٢١,٢٣ + ٥٣ = ١١١,١٩$  ميجاجول

والبروتين المهضوم الكلى المتطلب =  $٤ \times (٦٠٠) + ٨٥ \times ١٠ = ١٣٣٤,٩$  كجم

= ١٣٣٤,٩ كجم

وهذه الاحتياجات يتم تغطيتها تقريبا من نفس مكونات العليقة سابقة العرض •

| مادة العلف | كميتها كجم | طاقتها الميتابوليزمية ميجاجول | بروتينها المهضوم جم  |
|------------|------------|-------------------------------|----------------------|
| علف مخلوط  | ٦          | $٥٣,٤ = ٨,٩ \times ٦$         | $٩٠٠ = ١٥٠ \times ٦$ |
| دريس       | ٦          | $٤٩,٢ = ٨,٢ \times ٦$         | $٤٧٤ = ٧٩ \times ٦$  |
| تبين       | ٣          | $٢١,٩ = ٧,٣ \times ٣$         | $٣ = ١ \times ٣$     |
| المجموع    | ١٥         | ١٢٤,٥                         | ١٣٧٧                 |

ولما كانت طريقة حساب العلائق بالمعادلات السابقة تتطلب وقتا، كما أنها قد تتضمن خطأ بالزيادة أو النقصان، فإنه لحساب الاحتياجات الغذائية لماشية اللبن بطريقة مبسطة وعملية كطريقة تقريبية يتبع التالي:

أولاً : فى حالة وفرة الدريس يعطى الحيوان ٢% من وزنه دريسا مع كيلو واحد علف مركز (١٢% بروتين يتكون من الرجيع والردة بنسبة ١:١ مع ٢% كالسيوم + ١% ملح طعام) لكل ٢ كجم لبن بقرى، أو ١,٢٥ كيلو علف لكل ٢ كجم لبن جاموسى •

ثانياً: فى حالة عدم وفرة الدريس فيعطى الحيوان ١% من وزنه دريسا مع ٠,٥% من وزنه تبنا مع ٠,٢٥% من وزنه علفا مركزا (١٤,٥% بروتين مكون من ٢٠% كسب قطن + ٨٠% رجيع)، ولإنتاج يعطى الحيوان كيلو من هذا العلف المركز/ ٢ كجم لبن بقرى، أو ١,٢٥ كيلو علف/ ٢ كجم لبن جاموسى •

ثالثاً: فى حالة وفرة التبن فقط يعطى الحيوان ١,٥% من وزنه تبنا + ٠,٥% من وزنه مخلوط علف مركز (٢٠% بروتين مكون من ٦٠% كسب قطن + ٤٠% رجيع)، ولإنتاج يعطى كيلو علف مركز لكل ٢ كجم لبن بقرى، أو ١,٢٥ كيلو علف/ ٢ كجم لبن جاموسى •

رابعاً: فى حالة وفرة الأعلاف الخضراء الصيفية يعطى الحيوان ٤% من وزنه علفا أخضر + ٥٠% من وزنه تبنا + ٠,٢٥% من وزنه مخلوط علف مركز، ولكل ٢ كجم لبن بقرى واحد كيلو علف مركز، ولكل ٢ كجم لبن جاموسى ١,٢٥ كجم علف مركز •

خامساً: فى حالة وفرة البرسيم شتاء تعطى البقرة الجافة (أو التى لا يزيد إنتاجها من اللبن عن ٢ كجم يوميا) عليقة مكونة من ٣٥ كجم برسيم + ٢ كجم تبين، وتعطى الجاموسة التى لها نفس الظروف ٤٠ كجم برسيم + ٣ كجم تبين • وفى حالة زيادة

الإنتاج عن ٢ كجم لبن فيعطى للبقرة (زيادة عما سبق) كيلو علف مركز (١٢% بروتين) لكل ٢ كجم لبن، وللجاموسة ١,٢٥ كيلو علف (١٢% بروتين) لكل ٢ كجم لبن.

مثال: احسب عليقة بقرة وزنها ٥٠٠ كجم، وتدر لبنا قدره ٦ كجم، فى حالة توفر التبن فقط كغذاء مالى.

الحل: يعطى الحيوان تبنا قدره  $٥٠٠ \times ١,٥ / ١٠٠ = ٧,٥$  كجم للحفظ

وكذلك علف مركز قدره  $٥٠٠ \times ٠,٥ / ١٠٠ = ٢,٥$  كجم للحفظ

ونظير الإنتاج يعطى الحيوان علفا مركزا قدره  $٦ \times ٢ / ١ = ٣$  كجم.

∴ العليقة المائلة = ٧,٥ كجم تبين.

والعليقة المركزة = ٢,٥ + ٣ = ٥,٥ كجم علف يحتوى ٢٠% بروتين كلى (يتكون من ٦٠% كسب قطن و ٤٠% رجيع أرز) ٨,٨

مثال: احسب عليقة جاموسة وزنها ٦٠٠ كجم، وتعطى ١٠ كجم لبن يوميا، فى حالة وفرة الدراوة كعلف أخضر.

الحل: العليقة الحافظة =  $٦٠٠ \times ٤ / ١٠٠ = ٢٤$  كيلو دراوة

$٦٠٠ \times ٠,٥ / ١٠٠ = ٣$  كيلو تبين

$٦٠٠ \times ٠,٢٥ / ١٠٠ = ١,٥$  كيلو علف مركز

العليقة الإنتاجية =  $١٠ \times ١,٢٥ / ١ = ٨$  كيلو علف مركز

∴ العليقة الكلية تتكون من:

غذاء مالى : ٢٤ كيلو دراوة + ٣ كيلو تبين.

غذاء مركز: ١,٥ + ٨ = ٩,٥ كيلو مخلوط علف مركز يحتوى ٢٠%

بروتين كلى (ويتكون من ٦٠% كسب قطن، ٤٠% رجيع).

مثال: احسب عليقة جاموسة تدر ١٢ كجم لبن يوميا فى موسم البرسيم.

الحل: تعطى الجاموسة ٤٠ كجم برسيم + ٣ كجم تبين كعليقة حافظة.

وكذلك  $١٢ \times ١,٢٥ / ١ = ٨,٨$  كجم علف مخلوط من الردة والرجيع بنسبة ١:١ (١٢% بروتين كلى) كعليقة إنتاجية.

## احتياجات النمو والتسمين Requirements for Growth and Fattening

يبدأ النمو من المرحلة الجنينية Fetal stage (النمو قبل الميلاد Precalving) عقب إخصاب البويضة وبداية انقسام الزيجوت، ويستمر النمو الجنيني ليتضاعف معدلته بشدة في الثلث الأخير من الحمل، مما يتطلب مواهبته بالتغذية اللازمة، وإلا تتأثر صحة الأم والجنين. وكذلك يتأثر العجل بعد الولادة، فيكون منخفض الوزن وأكثر عرضة للإصابات المختلفة. وقد تم التنويه في الجزء السابق عن المتطلبات من الطاقة والبروتين للنمو الجنيني في علائق حيوانات اللبن، والتي تعادل تقريباً متطلبات إنتاج ١٠ كيلوجرام لبن (وفي معظم الدراسات القديمة تعادل متطلبات إنتاج ٥ أرطال لبن).

وتلى عملية الولادة مرحلة النمو بعد الولادة (Postcalving (Post - Parturition، وتشمل مرحلتى ما قبل الفطام، وما بعد الفطام، وخلالهما يقدر مقياس النمو بكفاءة الحيوان التحويلية للغذاء (Feed Conversion)، أى عدد كيلوجرامات العلف (أو النشا المهضوم) اللازمة لإنتاج زيادة فى الوزن كجم نمو. وكلما كان نمو الحيوانات أسرع، كلما كانت الكفاءة التحويلية للغذاء أعلى، بمعنى أن يحتاج الحيوان لوحدة غذاء أقل لإنتاج وحدة نمو، ويكون مقياس النمو منخفضاً (أكفاً فى تحويل الغذاء) فى السن الصغير للحيوان، ويرتفع المقياس بزيادة العمر، وقد يصل إلى ٧ كجم نشأ مهضوم/كجم زيادة فى الوزن للعجل قرب تمام النمو، ويوقف التسمين عندما يرتفع مقياس النمو، فيصبح ثمن وحدات العلف أعلى من ثمن وحدة الزيادة فى الوزن الناتجة من هذا العلف، إذ أن كمية الطاقة المخزنة فى وحدة الزيادة فى الوزن تزداد بزيادة العمر، لتتاقص المباء فى الأنسجة النامية وزيادة الدهن بها كلما تقدم الحيوان فى العمر، وعليه فمن الأرباح تسمين الحيوانات الصغيرة لقلّة تكاليف التغذية.

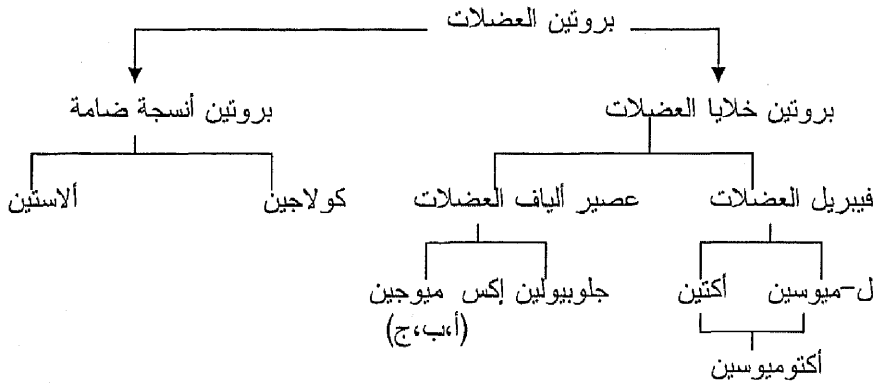
## تركيب عضلات الحيوان

يظهر فى الحقل الميكروسكوبى لقطاع فى العضلات مقاطع للأوعية الدموية دقيقة التفرع، وألياف عصبية مخططة طولياً متخللة للعضلات المخططة عرضياً. وتحاط كل ليفة عضلية بغشاء مطاط (الساركولم Sarcolemm) يحفظ محتويات الليفة بما تحويه من ميوفبيريل أى اللويقات العضلية، والتي كل منها يتكون من حزمة من الخويطات Filaments.

## (أ) البروتين Protein:

أهم مكون كيميائى للحوم هو البروتين بأحجار بنائه الأولية (الأحماض الأمينية)، وحسب نوع الترتيب فى الارتباط (فى اتجاه طولى أو فى شكل كروى) تتوقف التسمية للأجسام البروتينية، سواء بروتينات خطية (مكونة للألياف) أو بروتينات حبيبية. يتوقف امتداد الألياف العضلية على انتظام أو عدم انتظام إنطواءات (إنثناءات) السلاسل البروتينية، بينما يتوقف انكماش الألياف العضلية على الإنثناءات الشديدة لتلك السلاسل.

وفى ألبومين البيض تتكون السلسلة الواحدة من عديدات الببتيد من إسترات حوالى ٤٠٠ حمض أمينى، ولما كان جزئى البروتين يتكون من عديد من هذه السلاسل الببتيدية، فهذا يوضح كبر عدد الأحماض الأمينية المكونة لجزئى البروتين. وفى كثير من الأجسام البروتينية توجد سلاسل عديدات الببتيد مرتبة ومرتبطة مع بعضها وكأنها خيوط فى حبل واحد، وعليه يكون البروتين فى هذا الشكل مقاوم للتمزق. وتحتوى العضلات الهيكلية والكبد والكرش والغضاريف والأوتار والأنسجة الضامة. وفيما يلى رسم لتقسيم أجزاء بروتين العضلات:



ل-ميوسين L-Myosin: عبارة عن بروتين عصوى، يبلغ سمك العصية ٢٢ - ٢٤ أنجسترون، وطولها من ٢٢ ألف إلى ٢٤ ألف أنجسترون، وهو فى الحيوان الحى على pH ٧ يكون على الطراوة، مكونا جيلى طرى، وبانخفاض قيمة pH يبدأ فى الانكماش، وبوصول pH من ٦,٥ إلى ٦ يصير معتم صلب وتتكماش الميوفيبريل. يمكنه أن يرتبط بأيونات بتركيزات بسيطة، وبذلك تتغير شحنته الكهربية فى وقت قصير. يتحول بالأحماض المخففة إلى ندف وتتحل هذه بالأحماض المركزة.

أكتين Actin: يوجد فى صورتين، فى محلول خالى الملح قيمة pH له أعلى من ٦ يكون الأكتين فى شكل كروى G-Actin، وعلى pH أقل من ٦ أو فى محلول ملحي له pH أقل من ٨ يكون الأكتين خيوط طويلة (F-Actin)، ويتم تحويل الصورة G إلى الصورة F. ويبلغ وزن كروية الأكتين حوالى ٧٠ ألف مرة أثقل من ذرة الهيدروجين. والأكتين سهل الاستخلاص بالخلط الجيد على pH أكبر من ٦.

أكتوميوسين Actomyosin: تحت ظروف كيميائية معينة يمكن لكل من الأكتين والميوسين أن يكونا معقد الأكتوميوسين، الذى يؤثر على امتداد وانكماش الألياف العضلية فى الأنسجة العضلية الحية. وهو ناتج ارتباط ٣ - ٤ أجزاء ميوسين مع جزء أكتين، وهذا يعطى خيوط الأكتوميوسين قدرة عالية على الاستطالة. فى العضلات



الحية يكون الأكتين في صورة غير ذائبة هي F-Actin مرتبطا مع L-Myosin لتكوين أكتوميوسين .

**ميوجين وجلوبولين Myogen & Globulin:** يحتوى عصير العضلات للألياف العضلية (الذى توجد فيه الميوفبريل) على مكونات بروتينية هي Globulin X وكذلك الميوجين (كل منهما بنسبة ٢٠% من اجمالي البروتين) . والجلوبولين من تسميته اللاتينية يشير إلى أنه كروى الشكل، وهو غير ذائب في الماء الصافى، لكنه ذائب في كل من الأحماض والقلويات . والميوجين يتكون من ٣ مكونات هي A, B & C ٢٥% من الميوجينات عبارة عن بروتين إنزيمى يشارك فى هدم الجليكوجين إلى حمض لكتيك .

**كولاجين والإستين Collagen & Elastin:** التسمية اليونانية القديمة للكولاجين تعنى الغروى أو اللاصق، والإلاستين تعنى المطاط، وهما المكونان الأساسيان البروتينيان للأنسجة الضامة . بتسخين الكولاجين فى الماء يصير ذائب ومهضوم، والعكس للإلاستين فهذه المعاملة يظل غير ذائب وغير مهضوم . الأنسجة الضامة يمكنها ربط كميات كبيرة من الماء، وذلك لتركيبها الشبكي، وخاصة فى صغار الحيوانات التى تحتوى العديد من الأنسجة الضامة الأسفنجية فيما بين الألياف العضلية، والتى تعمل كمخزن للماء فى الجسم، والتى تمكن من النقل السريع نسبياً لنواتج الهدم والبناء أثناء فترة النمو . ونفس الشيء يلاحظ فى عضلات الساق التى تكون فى حالة عمل مستمر، وهذا يتطلب إخضاع التمثيل الغذائى بها للسرعة المطلوبة لهذا العمل .

**كرياتين وكرياتينين Creatine & Creatinine:** من القواعد المحتوية على الأزوت، والموجودة فى اللحوم بنسب ٠,٠٥ - ٠,٤٠%، والكرياتين منبه للأعصاب، لذا فهو هام فى التغذية .

وتحتوى اللحوم على قواعد أخرى مثل الكارنوسين Carnosin (٠,٢ - ٠,٣%)، والكارنين Carnin، وآثار من كل من كارنوميوسكارين Carnomuscarin، وكارينيتين Carnitin، وساركين Sarkin، وإكسانثين Xanthin، ومثيل جوادين Methylguanidin، وفوسفات الكرياتين Creatinphosphoric acid، وحمض إينوسينيك Inosinic acid . وهذه القواعد ذائبة فى الماء، وهى الحاملة لرائحة اللحم المميزة لمختلف أنواع الحيوانات . وتختلف كمياتها وأنواعها باختلاف عمر الحيوان وتغذيته . فالحيوانات الصغيرة تحتوى من هذه المواد أقل من الحيوانات الأكبر عمراً .

(ب) مواد خالية من الأزوت Nitrogen free substances:

١- الماء Water: يحتوى اللحم الخالى من الدهن فى المتوسط على حوالى ٧٥% ماء . وعقب الذبح مباشرة تكون جزيئات الماء مرتبطة بشدة مع بروتين العضلات، ولكن بمرور الوقت تصبح اللحوم لها مقدرة أكبر على فقد الماء، حتى تصل إلى أقصاها بعد فترة تتوقف على نوع الحيوان، وعمره، وجنسه، وحالة التغذية، ومعاملة الحيوان قبل

الذبح . بعد ذلك تقترب اللحوم ثانية مما كانت عليه عقب الذبح مباشرة من حفظها لماتها .

والماء في العضلات يوجد مرتبطاً بالبروتين، وتتوقف مقدرة العضلات على تنظيم ربط الماء والاحتفاظ به على ما يوجد بها من معادن مخزنة ومربطة بالبروتين . فزيادة الصوديوم ترفع من قوة حفظ الماء، بينما زيادة البوتاسيوم تساعد على إخراج الماء . الزنك والكالسيوم والمغنسيوم مرتبطة بقوة نسبياً ببروتين العضلات، فلها خواص تنظيمية كي تمنع زيادة الماء في الكائن الحي . وإذا زاد سحب الكالسيوم والزنك من العضلات أدى ذلك لزيادة قوة الاحتفاظ بالماء للعضلات . وكلما تكاثرت جزيئات الماء كان البعيد منها عن جزئ البروتين أقل في ارتباطه بالبروتين، وأسهل في فقده وعدم الاحتفاظ بربطه .

وفي الكائن الحي القادر على أداء وظائفه الحيوية يكون هناك اتزان بيولوجي من خلال التنظيم الإنزيمي، بسيطرة الهرمونات وغيرها من النظم الأخرى التي تجعل هناك اتزان ما بين محتوى المعادن والبروتين، وكذلك الماء الضروري اللازم لنقل كل نواتج الهدم والبناء في عمليات الميتابوليزم، وذلك باختلاف مراحل تطوير الكائن . إذا اضطربت وظائف الجسم الطبيعية من خلال التأثيرات الخارجية [مثل الشبق، والنقل، والمرض، وعدم ملائمة التربية أو التغذية] فإن ذلك يؤدي إلى عدم الاتزان البيولوجي والكيمياء الحيوية .

٢- **الدهن Fat:** يميز في الحيوانات المذبوحة ما بين دهن الأعضاء والدهن المخزون . دهن الأعضاء يكون موزع على أنسجة العضلات، ويكون عناصر بنائية ضرورية للكائن الحي . يحتوى اللحم الخالي من الدهن المرئى على حوالى ١,٥% دهن فى المتوسط . والدهن المخزون يشكل أهمية صناعية، وهو عادة من الماشية والخنازير (دهن حوض الكلى - دهن المنديل - دهن تحت الجلد) - ويتكون الدهن الحقيقى من خلايا دهنية كبيرة مستديرة محاطة بنسيج ضام رخو . بضغط الدهن أو صهره تتحرر الخلايا الدهنية ويتبقى النسيج الضام .

وتتميز المجترات بقدرتها على هدم دهن العليقة إلى أحماض دهنية ملائمة لدهن الجسم، وهذه المقدرة تعوز الحيوانات غير المجتررة، إذ بتغذية الخنازير مثلاً على شعير أو قمح وجد أن الخلايا الدهنية للخنازير تحتوى على الأحماض الدهنية الخاصة بالشعير أو القمح (ولم تحول أحماض دهنية ملائمة لدهن الحيوان)، التغذية على الشعير أدت إلى زيادة محتوى الدهن من حمض اللينوليك، وتخفص من المقاومة للترنخ للدهن عنه فى حالة التغذية على القمح . والتغذية على البطاطس تخفص من محتوى الدهن من حمض اللينوليك، بينما درنات بنجر السكر تزيد من حمض اللينوليك قليلاً . التغذية على السمك ومسحوق السمك ومخلفات الموائد والبذور الزيتية واكسابها تؤثر على جودة الدهن الحيوانى من حيث الرائحة والطعم والقدرة على الحفظ .

٣- الكربوهيدرات Carbohydrates: تحتوى العضلات على مواد سكرية أهمها الجليكوجين (النشا الحيوانى) مع كميات قليلة من سكر العنب والمالتوز، وهما غالباً نواتج انشقاق أو هدم للجليكوجين. كذلك حمض لاکتيك العضلات هو نواتج انشقاق من الجليكوجين، ويكون تركيزه فى اللحم عقب الذبح مباشرة لحيوانات غير مجهدة حوالى ٠,٥ - ٠,٧%، بينما يحتوى الكبد حوالى ٢,٨ - ٨,٢% جليكوجين كمخزون للحيوان ليمد خلايا العضلات (عن طريق الدم) باحتياجاتها منه. ومحتوى العضلات من الجليكوجين متباين جداً (٠,٥ - ٢,٠%)، ويتوقف تركيزه على الحالة الغذائية ومعاملة الحيوان قبل ذبحه.

٤- الأحماض العضوية Organic Acids: تحتوى الأنسجة العضلية والكبد والمخ على آثار من أحماض الفورميك، خليك، سيترك، بيوتريك، وكذلك الإيونوسيت Ionosit (سكر غير قابل للتخمر).

٥- الفيتامينات Vitamins: نظراً لأن نقص فيتامين (أ) يسبب جفاف القرنية، لذا سُمى بالمضاد لجفاف العين Anti-xerophthalmic، وهى مستمدة من التسمية اليونانية القديمة، ويبلغ محتوى ١٠٠ جم من الأنسجة الطازجة على الكميات التالية من فيتامين (أ) بالمليجرام:

| الأنسجة | ماشية          | عجول        | خنازير        | أغنام         |
|---------|----------------|-------------|---------------|---------------|
| عضلات   | ٠,٠٢٠ - ٠,٠١٥  | ٠,٠١٥       | ٠,٠٠٢ - ٠,٠٠٤ | ٠,٠٧٥ - ٠,٠١٥ |
| كبد     | ٤٩,٥٠ - ٠,٦    | ٢٠,٠ - ١٠,٠ | ١٢,٠ - ٠,٠٩   | ٧,١٥ - ٥,٤٠   |
| كلية    | ٠,٤٥ - ٠,٣٠    | ٠,٥         |               | ٠,١٨          |
| مخ      | ٠,١٥           |             |               |               |
| دم      | ٠,٠٣           | ٠,٠٣        | ٠,٠٣          |               |
| دهن     | ٠,٠٠١ - ٠,٠٠٠٣ |             | ٠,١٩          |               |

فيتامين ب، يسمى فى أوروبا أنيورين، وفى الولايات المتحدة بالثيامين، والتسمية الأولى مستمدة من اليونانية أى الأعصاب لأن نقصه يؤدى لاضطراب الجهاز العصبى، لذا سُمى Anti-neuritic، بينما التسمية الثانية تعنى - باليونانية أيضاً - الكبريت لاحتوائه على الكبريت. وتحتوى ١٠٠ جم مادة طازجة من الأنسجة على ما يلى بالمليجرام:

| النسيج | ماشية       | عجول | خنازير    | أغنام       |
|--------|-------------|------|-----------|-------------|
| عضلات  | ٠,٢٠ - ٠,٣٠ | ٠,١٧ | ٠,١ - ٠,٤ | ٠,٢٥ - ٠,٥٠ |
| كبد    | ٠,٤٠ - ٠,٢٠ | ٠,٤٠ | ٠,٤ - ٠,٢ | ٠,٤٠        |
| كلى    | ٠,٥٠ - ٠,٣٠ | ٠,٤٥ | ١,٠ - ٠,٧ | ٠,٤٠        |
| مخ     |             |      | ١,٠ - ٠,٢ |             |
| قلب    | ٠,٤٠        | ٠,٤٠ |           |             |
| رئة    | ٠,٢٥        |      |           |             |
| طحال   | ٠,٣٠        |      |           |             |
| دم     | ٠,٠٩        | ٠,٠٩ | ٠,٠٩      |             |
| كرش    | ٠,٠٥        |      |           |             |

فيتامين ب٢ ويسمى فى أوربا باللاكثوفلافين، وفى الولايات المتحدة بالريبوفلافين، وهى أسماء لاتينية، ولأنه عزل لأول مرة من اللبن ولأن لونه أصفر (Flavus) فسمى بالاسم الأول، ولاحتوائه على مجاميع ريبينيل فسمى بالاسم الثانى. وهو لازم لتنظيم النمو، تحتوى ١٠٠ جم أنسجة طازجة على ما يلى بالمليجرام:

| النسيج | ماشية     | عجول        | خنازير    | أغنام |
|--------|-----------|-------------|-----------|-------|
| عضلات  | ٠,٤ - ٠,١ | ٠,٣٤ - ٠,١٤ | ١,٥ - ٠,١ | ٠,٢٥  |
| كبد    | ٤,٠ - ١,٠ | ٤,٤٠ - ١,٧٠ | ٣,٠ - ٢,٥ | ٤,٣٠  |
| كلى    | ٢,٣ - ١,٦ | ١,٢         | ٢,٠       |       |
| مخ     | ٠,٣       |             |           |       |
| قلب    | ٠,٨       | ٢,٠ - ٠,٨   | ١,١       |       |
| دم     | ٠,٠٣      | ٠,٠٣        | ٠,٠٣      |       |
| طحال   | ٠,٣٥      |             |           |       |
| كرش    | ٠,١٦      |             |           |       |

٦- الأملاح Minerals: تنقسم أملاح الأنسجة العضلية إلى كاتيونات وأنيونات، ومجموعها يبلغ ٠,٨ - ١,٨% فى اللحم الطازج. ويختلف تركيز كل معدن باختلاف فصول السنة (لاختلاف التغذية)، إذ تنخفض قيم كل من الكالسيوم والزنك من الربيع إلى الخريف ثم ترتفع ثانية، وتبلغ أقصاها فى شهور الشتاء. تبلغ قيم الحديد أقصاها فى شهور الصيف وأقلها فى شهور الشتاء. يخزن الماغنسيوم فى العضلات خاصة فى

شهور الشتاء ، وفيما يلي متوسط محتوى اللحم الطازج من العناصر المعدنية بالمليجرام لكل ١٠٠ جرام:

| الكاتيونات | التركيز | الأيونات | التركيز |
|------------|---------|----------|---------|
| بوتاسيوم   | ٣٥٠     | فوسفور   | ٢٥٠     |
| صوديوم     | ٨٠      | كلور     | ٤٥      |
| ماغنسيوم   | ٢٥      | كبريت    | ٦       |
| كالسيوم    | ٤,٥     |          |         |
| زنك        | ٣       |          |         |
| حديد       | ٣       |          |         |

وبجانب هذه المعادن التي توجد بتركيز أعلى من ١ مجم/١٠٠ جم عضلات فإنه توجد عناصر أخرى بتركيز أقل من ١ مجم% مثل النحاس، والألمنيوم، المنجنيز، الرصاص، النيكل، القصدير، الفضة، الكروم وغيرها . كما توجد آثار من عناصر أخرى مثل الأنثيمون، الزرنيخ، الباريوم، الكاديوم، الذهب، الليثيوم، الزئبق، التيتانيوم، التنجستن وغيرها مما لم يثبت أهميتها بعد .

الاختلافات في تركيزات المعادن في العضلات الحية تكون أكبر بعد ذبح الحيوانات . هناك تبادل تام بين مخزون البوتاسيوم داخل الألياف العضلية مع الصوديوم المخزن خارج الألياف العضلية . الكالسيوم والزنك وحوالي ٥٠% من الماغنسيوم ترتبط جميعاً بشدة مع بروتين العضلات بعد الذبح مباشرة، ويقل هذا الارتباط بمرور الوقت بعد الذبح . وينسحب من العضلات أولاً الماغنسيوم يليه الزنك ثم الكالسيوم على الترتيب، وعلى العكس من ذلك تظل رابطة الحديد ثابتة أثناء تطرية اللحم .

محتوى الحديد في ١٠٠ جرام      محتوى الزنك في ١٠٠ جرام  
لحوم (بالمليجرام)      لحوم (بالمليجرام)

|               |     |     |
|---------------|-----|-----|
| كبد عجالي     | ٧,٩ | ٨,٤ |
| لحم بقرى فليه | ٢,٣ | ٤,٤ |
| فخذ خنزير     | ١,٧ | ٢,٦ |
| صدر رومي      | ١,٠ | ١,٨ |

تبلغ الاحتياجات اليومية للرجال ١٠ مجم وللنساء ١٠ مجم حديد، وتبلغ الاحتياجات اليومية للرجال ١٠ مجم وللنساء ٧ مجم زنك، ويتحصل الإنسان على احتياجاته من الزنك في الغذاء بمعدل ٣٣% من اللحوم ومنتجاتها، ٢٣% من المخبوزات، ١٦% من

اللبن ومنتجاته، ٩% من الخضار، ٥% من السمك والبيض، ومن مصادر السلينيوم البيض والسمك واللحوم.

عموماً تحتاج الكائنات الحيوانية بجانب العناصر الغذائية العضوية Organic nutrients السابق ذكرها من بروتين وكربوهيدرات ودهون كذلك إلى العناصر الغير عضوية Anorganic elemetns كالسيوم، فوسفور، صوديوم، بوتاسيوم، ماغنسيوم، كبريت، كلور، وذلك بكميات ضئيلة (٠,١ - ٢,٠% من المادة الجافة للغذاء)، علاوة إلى ذلك لا يستغنى الحيوان أيضاً عن العناصر النادرة Trace elements كالحديد، زنك، منجنيز، نحاس، كوبلت، موليبدنوم، سلينيوم، يود، فلور، كروم بتركيزات من ٠,١ - ٥٠,٠ مجم/كجم مادة غذائية جافة. وبالإضافة إلى ذلك يوجد عديد من العناصر الأخرى فى الجسم ومنها الألومنيوم، زرنخ، باريوم، رصاص، بوروم، نيكل، سترنشيوم، فاناديوم وغيرها، لكن لم يتضح إذا ما كان لها دوراً لا تلعبه العناصر النادرة. ونظراً لأن أعراض نقصها Deficiency symptoms غير معروفة فلا بد من قبول الفرض القائل بأنها توجد بالجسم لدخولها مع بعض المواد الغذائية ولم تخرج كاملة من الجسم.

يكون الكالسيوم والفوسفور Calcium & Phosphor أكبر جزء (حوالى ٧٠%) من المحتوى المعدنى للجسم، ويرتبطا فى سلوكهما غالباً معاً، لذلك يتناولوا معاً فى الحديث. يؤدى نقص الكالسيوم و/أو الفوسفور فى الحيوانات الصغيرة إلى الإصابة بالكساح Rachitis، وفى الحيوانات النامية إلى الإصابة بلين العظام Osteomalacia، ويميز هذان العرضان بنقص محتوى المعادن فى العظام، والتي تؤدى فى حالة الكساح إلى طراوة العظام Softness of bone، وفى حالة لين العظام إلى سهولة كسره Brittleness of bone. ويحتوى الهيكل العظمى حوالى ٩٩% من كالسيوم الجسم وحوالى ٨٥% من فوسفور الجسم، ومعظمه فى صورة هيدروكسيل أباتيت  $3 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$  Hydroxylapatite. ترتبط كميات بسيطة من الكالسيوم فى صورة كربونات وسترات. وتقدر النسبة بين الكالسيوم والفوسفور فى العظام كنسبة ٢ : ١، يكون الكالسيوم فى سوائل الجسم والأنسجة الرخوة قدر ضئيل جداً لكن رغم ذلك له أهمية حيوية، ويوجد الكالسيوم فى سيرم الدم بنسبة ثابتة ٩ - ١٢ مجم/١٠٠ مل، ويؤدى نقصه عن هذا التركيز إلى حالة هياج عصبى Nervous overexcitation، وتشنجات Cramps (مثل حمى اللبن Lactal fever فى البقر).

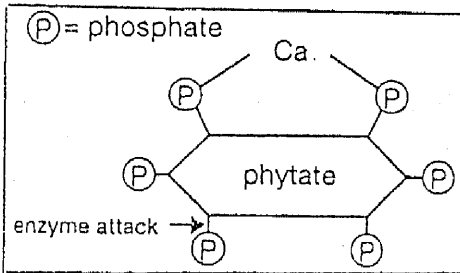
ويستجيب تنظيم مستوى الكالسيوم فى السيرم للباراثرمون Parathormon، الذى تفرزه الغدد جارات الدرقية Parathyroid glands، والذى يزيد بناؤه بنقص مستوى الكالسيوم، ويزيد تعويض الكالسيوم للدم من الهيكل العظمى. ويعادل النقص فى كالسيوم العليقة لفترة بسيطة بواسطة مخزون الكالسيوم فى الهيكل العظمى، ويشترط أن يكون هذا المخزون (الذى يصل إلى ثلث كالسيوم الجسم) موجود، وكذا أن تعمل غدد جارات

الدرقية بكامل كفاءتها. وتساهم الغدة الدرقية Thyroid gland بإفرازها من ثيرويكالسيتونين Thyreocalcitonin في نظام الكالسيوم بالسيرم.

يكون الكالسيوم في أغشية الخلايا جزءاً أساسياً، وهو هام في التمثيل الغذائي للخلايا، فإذا استبعد الكالسيوم من غشاء الخلية (مثلاً خلال مكونات المعقدات Chelate organizer مثل رباعي حمض خليك ثنائي أمين إيثيلين Ethylene diamine) tetra acetic acid (EDTA) أدى ذلك لتغيير نفاذية الأغشية Membrane permeability ولاضطراب التمثيل الغذائي للخلية Cell metabolism. وفوق ذلك فالكالسيوم يلعب دوراً في تجلط الدم Blood coagulation، وفي العمليات الإنزيمية Enzymatical processes.

يوجد الفوسفور بجانب وجوده في العظام كذلك في مركبات عضوية عديدة (فوسفوبروتينات، فوسفاتيدات، أحماض نووية، نيوكليوتيدات، الفوسفات السكرية السداسية hexose-phosphate وغيرها)، وعليه يعمل كذلك حمض الفوسفوريك كأيون مضاد للكالسيوم في حفظ الاتزان الحامضي/القوي، وبالتالي على قيمة حموضة pH سوائل الجسم والأنسجة. ويوجد الفوسفور في الدم بمعدل ٣٥ - ٤٥ مجم/١٠٠ مل، منها ٤ - ٩ مجم في صورة غير عضوية في البلازما. ويتأثر محتوى الدم من الكالسيوم والفوسفور بالتغذية، ومن الصعوبة الحديث المنفرد على أهمية محتوى الدم منهما، لأن ذلك لا يتوقف على الامتصاص فقد بل أيضاً على التغيرات الحادثة في المخزون الغير ثابت منهما، وكذا في الإخراج من حالة ثابت الدم.

ويرتبط امتصاص Absorption الكالسيوم والفوسفور بعدد من العوامل التي منها نوع المركب، وقابليته للذوبان، وحموضة pH في خملات الأمعاء Intestinal lumen، ففي البيئة الحامضية يقل بناء المركب فوسفات ثلاثي الكالسيوم (صعب الامتصاص) وعليه يتحسن الامتصاص، وتسمى الأغذية الغنية بالبروتين الامتصاص بحدوث القلوية، بينما الأغذية الغنية بالكربوهيدرات تؤدي لحموضة تناسب الامتصاص. ويمكن للأحماض الدهنية وبالأخص كذلك حمض الأكساليك أن تبني أملاح كالسيوم صعبة الامتصاص. كما لا يمتص حمض الفوسفوريك المرتبط بحمض الفيتيك Phytic acid (كما في حبوب الغلال Cereals) إلا بعد الانحلال بواسطة إنزيم فيتاز Phytase البكتيري والنباتي.



حمض الفيتيك  
(Hexaphosphoric acid inosite)

ويؤدي فيتامين (د) إلى نشاط نقل الكالسيوم والفوسفور خلال جدار الأمعاء، وكذا إلى تخزينهما في المادة العضوية Organic matrix للعظام. بينما يؤدي عدم اتزان نسبة الكالسيوم إلى الفوسفور إلى أثر سيئ على امتصاص المعدنين وتخزينهما بالهيكل العظمي. وأفضل نسبة كالسيوم إلى فوسفور Ca-: P-rate هي ٢ : ١، وللبقر الحلاب ١,٨ : ١، وللدجاج البياض نسبة أوسع ٣ - ٤ : ٢، ويستطيع فيتامين (د) أن يقلل من الآثار السالبة لنسبة الكالسيوم إلى الفوسفور الغير مناسبة، وهذا الأثر من الأهمية العملية بمكان، خاصة عندما تكون مواد العلف ذات نسبة واسعة من الكالسيوم إلى الفوسفور (مثل الأعلاف البقولية الخضراء وسيلاجها) ولا يمكن معادلتها بمكونات غنية بالفوسفور.

يتم إخراج الكالسيوم والفوسفور لحد كبير خلال الإفراز في الأمعاء. وبتقدير معدلات الهضم Digestibility لكل من الكالسيوم والفوسفور من الفارق بين محتوى الغذاء ومحتوى الزرق (الروث) يؤدي لقيم منخفضة (٣٠ - ٥٠%) عما إذا قدر القابل منهما للامتصاص، أي المهضوم الحقيقي (٥٠ - ٨٠%). ويخرج حمض الفوسفوريك بكمية كبيرة في البول خصوصاً إذا ما تطلب أنزان الأحماض والقلويات بالجسم ذلك، وتعد الكلى kidneys أهم عضو لإخراج الفوسفور في آكلات اللحوم Carnivores.

يحتوى الجسم على ما يقرب من ٠,٢% صوديوم Sodium، معظمه في السوائل بين الخلوية Extra cellular fluids، ويوجد الصوديوم في أكثر من ٩٠% من أملاح سيرم الدم، كما وأنه من الأهمية بمكان في أنزان الحموضة والقلوية، وتنظيم الضغط الأسموزي. ففي الحيوانات المجتررة Ruminants تنظم حموضة pH الكرش Rumen بواسطة بيكربونات الصوديوم  $\text{NaHCO}_3$  الذى فى اللعاب Saliva، وهذا شرط لمثالية عملية التخمر، ولتناول أكبر كم من العلف. كذلك فى الحيوانات وحيدة المعدة Monogastrics يؤدي نقص الصوديوم إلى نقص العلف المستهلك، نقص الوزن، أكل بعضها Cannibalism، وكذلك إلى عادة اللبس (اللعق) Lick passion. إن الصوديوم المقدم للحيوانات من خلال نباتات العلف تقريباً غير كاف دائماً، لذلك فإنه من الضروري تقديم أملاح صوديوم منفصلة (ملح على هيئة كتل - بلوكات لعق Block salt) للحيوانات عالية الإنتاج. ويمتص الصوديوم من الأمعاء جيداً، ويخرج كما فى الكلوريد والفوسفات عن طريق الكلى.

وعلى العكس من الصوديوم، يوجد البوتاسيوم Potassium بكثرة فى الخلايا، وهو هام لعمل خلايا الأعصاب والعضلات، ويساهم فى التمثيل الغذائى للكربوهيدرات، وطبيعى كذلك فى تنظيم الضغط الأسموزي فى الخلايا. وبعد نقص البوتاسيوم فى العلائق العادية المستخدمة عملياً غير محتمل جداً، وذلك لأن معظم النباتات تظهر أضعاف احتياجات الحيوان من البوتاسيوم (١ - ٤%) من المادة الجافة للعلف، وقد تظهر أعراض النقص فقط فى حالة العلائق المصنعة، أو العلائق عالية النقاوة (فى تجارب التغذية) التى تحتوى بوتاسيوم أقل من ٠,٢%.



يحتاج إلى الماغنسيوم **Magnesium** فى العلائق بتركيزات من ٠,١ - ٠,٣% من المادة الجافة، ويوجد حوالى ٧٠% من ماغنسيوم الجسم فى الهيكل العظمى، كما يوجد فى الأنسجة الرخوة بتركيزات تفوق تركيزات الكالسيوم. يساهم الماغنسيوم (وغيره) فى الفسفرة (ATP - ADP)، إذ يكون جزءاً لعدد من الإنزيمات (مثل إنزيمات الفلافين *Flavin enzymes*)، كما له أثر كبير فى الهياج العضلى العصبى *Neuromuscular irritability* فى الحالات الطبيعية يقدر الماغنسيوم فى سبعم الدم بمقدار ٢ - ٣ مجم/١٠٠ مل ونقص الماغنسيوم فى العليقة يؤدى لنقصه فى الدم (٠,١ مجم/١٠٠ مل)، وبعد وقت بسيط تظهر أعراض مرضية كالتيتانوس (كما فى حمى المراعى *Pasture tetanie*) أو يوقف عمل القلب.

وليس المسئول دائماً فى إظهار أعراض نقص الماغنسيوم هو نقص محتواه فى الأعلاف، وذلك لاحتواء عديد من الأعلاف على مواد تستطيع خفض الاستفادة من الماغنسيوم. ومعروف الأثر السالب لزيادة محتوى البوتاسيوم فى المراعى على الاستفادة من الماغنسيوم، وفوق ذلك تضر الأحماض العضوية (كحمض الستريك) والأحماض الدهنية الحرة (ببناء صابون الماغنسيوم) بامتصاص الماغنسيوم، ومن جهة أخرى تؤدى زيادة الماغنسيوم إلى زيادة إخراج الكالسيوم، وعلى الأخص فى وجود نقص فى الفوسفور. وفى التمثيل الغذائى يوجد علاقة بين الماغنسيوم والكالسيوم، ليس فقط فى الامتصاص وبناء الهيكل العظمى، بل أيضاً فى عديد من التفاعلات الإنزيمية. ويتم الإخراج كما فى الكالسيوم لحد كبير خلال الإفراز فى الأمعاء.

نقص الماغنسيوم يزيد الليبوبروتينات منخفضة الكثافة (LDL & VLDL) ويخفض الليبوبروتينات مرتفعة الكثافة HDL، ويحدث تأقلم للحيوانات المعرضة لنقص الماغنسيوم لفترة طويلة، ومن أعراض نقص الماغنسيوم كذلك تغيرات فى سيولة الأغشية، وزيادة التعرض للجلطات *Thrombosis* (لالتصاق الصفائح الدموية وتأثير الأدرينالين)، وإنسدادات الشرايين *Atherosclerosis*، وتغيرات فى ضغط الدم، ويعوق الماغنسيوم من إفراز ونشاط هرمون جارات الدرقية PTH.

وتحت بانثايات الأحماض يوجد الكلور **Chlorine** (بجانب الفوسفور والكبريت) الذى له أهمية خاصة فى توفير الحموضة - القلوية. يتركز الكلور كما فى الصوديوم فى السوائل بين الخلوية، ويوجد فى إفرازات مخاطية المعدة فى شكل حمض هيدروكلوريك HCl. وتقدر الاحتياجات منه بمقدار ٠,١ - ٠,٢% من المادة الجافة للعلف، ويتوقف ذلك على محتوى البوتاسيوم والصوديوم، وذلك لأن إخراجهما فى البول (وكذا فى العرق) مرتبط ببعضه. يمكن للكلور أن يخزن بكم كبير فى أنسجة الجلد والهيكل العظمى.

يوجد الكبريت **Sulphur** فى الجسم بكم كبير فى شكل أحماض أمينية كبريتية *sulphur amino acids* (ميثيونين، سيستين)، ويدخل فى تركيب مساعدات الإنزيمات

(Coenzyme A, thiamine, biotine) وأحماض الصفراء Bile acids وكذا كحمض كبريتيك غضروفي Chondroitin sulphuric acid في الأنسجة الضامة. وتساهم الكبريتة Sulfation في إخراج الستيرويدات Steroides والفينولات Phenoles الغير ذائبة في الماء. وتستفيد الحيوانات المجترة من الكبريتات الغير عضوية الموجودة في الأعلاف في تخليق ما يسمى بالأحماض الأمينية الأساسية Essential amino acids، وكذا في المواد الأولية لمساعدات الإنزيمات (فيتامينات B)، وعلى العكس من ذلك تستطيع الحيوانات وحيدة المعدة أن تغطي احتياجاتها من الكبريتات من هدم الأحماض الأمينية الكبريتية الأساسية الموجودة في الأعلاف.

وتحتاج الكائنات الحيوانية من العناصر النادرة إلى الحديد Iron بتركيزات ٣٠ - ٦٠ مجم/كجم مادة جافة غذائية، وهو من الأهمية بمكان في بناء الهيموجلوبين Haemoglobin ذو الأهمية في الارتباط القابل للعكس Reversible binding للأكسجين، والذي يكون أيضاً المادة الملونة للدم. يوجد تقريباً ٦٠% من حديد الجسم في هيموجلوبين كرات الدم الحمراء Erythrocyte، ١٦% في صبغة الخلايا Cell haemine، ويحتوي ميوجلوبين Myoglobin العضلات على ٨ - ١٠% من حديد الجسم. يخزن حوالي ١٨% من حديد الجسم في شكل بروتين ملون باللون البني يسمى بالفريتين Ferritin في الكبد، الطحال، كلى، مخ العظام Marrow، بجانب ذلك يوجد شكل آخر لادخار الحديد يسمى بالهيموسيدرين Haemosiderin.

الحديد يكون جزء هام لإنزيمات التنفس (سيتوكروم Cytochrome)، إن الاستفادة من حديد العليقة في حالة التغذية العادية محدود جداً (١٠ - ٣٠%)، بينما في حالة نقص الحديد يمكن أن ترتفع هذه الاستفادة إلى ٤٠ - ٥٠%. وكشرط للامتصاص لابد من اختزال أيونات الحديد  $Fe^{+++}$  إلى حديدوز  $Fe^{++}$  في القناة المعوية، فيرتبط الحديد في مخاطبة الأمعاء ببروتين (أوفريتئين Apoferritin) مكوناً ترانس فرين Transferrin (سيدروفيلين Siderophilin) وينقل إلى أماكن تخليق الهيموجلوبين في نخاع العظام، كما ينقل كذلك إلى أماكن تخزين الحديد، هذا ويثبط نقص البروتين من امتصاص الحديد. يستخدم الحديد المتحرر من هدم الهيموجلوبين في عمليات التخليق الجديدة، ويخرج الحديد بإفرازه في الأمعاء، ويظهر في البول فقط حوالي ١% من إجمالي الحديد المخرج.

إن الأعلاف النباتية (ماعدا قليل من المنتجات) غنية نسبياً بالحديد (١٠٠ - ٣٠٠ مجم حديد/كجم مادة غذائية جافة) لذا فإنها تغطي احتياجات الحيوانات النامية، بينما يظهر النقص في حالة التغذية على اللبن فقط والذي يحتوى ٠,٥ - ٠,٨ مجم/كجم. والخطورة تكون بصفة خاصة في حالة الخنازير حديثة الولادة، بسبب نموها المكثف ونقص مخزون جسمها من الحديد (تقريباً ٣٠ مجم/كجم وزن جى). ويتغذى الخنازير الأمهات على عليقة غنية بالحديد فإن ذلك لن يؤثر تأثيراً واضحاً على محتوى الخنازير حديثة الولادة، أو على لبن الأمهات من الحديد، بينما إمداد الخنازير في عمر ٢ - ٣ أيام بجرعات من

الحديد عن طريق الفم Oral أو غير الفم Parenteral تكون مؤثرة. كما تظهر العجول المغذاة فقط على اللب أن أعراض نقص الحديد (أنيميا Anaemia) من فقر دم وشحوب اللون، وإعطاء لحم عديم اللون (باهت)، بينما نقص الحديد في مواليد الخنازير يؤدي في كثير من الحالات للوفاة، لكن قلما أضرار نمو العجول بالتسمين على اللبن فقير الحديد.

**الزنك Zinc** يوجد في جسم الحيوان بكميات من ٢٠ - ٣٥ مجم/كجم وزن حي. توجد التركيزات العالية في العظام والجلد، ولذلك فإن في حالة نقصه يتأثر كل من الجلد (كما في حالة التهاب القرنية Parakeratose) ونمو الهيكل العظمي. يكون الزنك جزء من الإنزيمات (Carbonhydrase, alkaline phosphatase, dehydrogenases) والهرمون Insulin. ويقع الامتصاص من الأمعاء في حدود ٥٠%، ويعيق الامتصاص زيادة الإمداد بالكالسيوم وكذا المحتوى من الفيتامين (كما في الحبوب). ويكون الاحتياج ٤٠ - ٥٠ مجم زنك/كجم مادة جافة من العلف. يتم الإخراج أساساً عن طريق عصار البنكرياس في الأمعاء.

**المنجنيز Manganese** يوجد في الأنسجة الحيوانية بكميات ضئيلة جداً (٠,٢ - ٠,٣ مجم/كجم وزن حي)، رغم أن الاحتياجات منه تقدر بـ ٢٠ - ٥٠ مجم/كجم مادة جافة من العلف. تحتوي العظام والكبد والكلى والبنكرياس على كميات كبيرة. يؤدي نقص المنجنيز إلى أضرار بالهيكل العظمي، ويؤدي في الطيور إلى قصر وتشويه عظمة الساق Tibia، وبالتالي إلى بروز من حذبة المفصل (Perosis)، كما يؤدي نقص المنجنيز إلى اضطرابات في الخصوبة (اضمحلال الطلائية الجرثومية في ذكور الطيور واضطرابات التبييض في البقر). يمكن الإمداد بالمنجنيز بطريقة منتظمة باستعمال نباتات العلف الخضراء، ومخلفات الاستخلاص والتي تحتوي ٤٠ - ٨٠ مجم منجنيز أو أكثر/كجم مادة جافة. ويحدث نقص المحتوى من المنجنيز في نباتات العلف من نقص المنجنيز في التربة (تربة رملية أو أرض مستنقع). وتضر التركيزات العالية من المنجنيز (ابتداء من ١ جم منجنيز/كجم مادة جافة) بالنمو والصحة للحيوانات. زيادة منجنيز العليقة تزيد تركيزه في الأنسجة الطرية Soft tissues والصفراء، كما يزيد تركيز النحاس ويقل تركيز الزنك في الكبد.

**النحاس Copper** له أهمية خاصة للإنتاج والصحة، ويحتوي الجسم منه في المتوسط ٢ - ٣ مجم/كجم وزن حي، وعلى الأخص في ارتباط مع البروتين، ويعد الكبد هو عضو التخزين الأفضل. يوجد النحاس في البلازما مرتبطاً مع بروتين ألفا جلوبيولين (Coeruloplasmin). يساهم النحاس في عدد من عمليات التمثيل الغذائي لكونه جزءاً أو منشطاً لعدد من الإنزيمات (Cytochromoxidase, Phenoloxidase). يؤدي نقص النحاس إلى إعاقة امتصاص الحديد والإريثروبويت (Erythropoese) (مركب من الإريثروسيت Erythrocyte)، إلى جانب ذلك يظهر داء اللبس Lick، وإسهال، ونقص

الشهية، وفي الأغنام تظهر تغييرات في تلوين وتعيد الصوف. وفي النقص الحاد يظهر اضطرابات عصبية، وعدم مقدرة على الحركة المنتظمة، وشلل (Sway back).

تتوقف الاستفادة من نحاس التغذية ليس فقط على الصورة المرتبطة (تمتص سترات النحاس ومعدن الأحماض الأمينية مع النحاس أفضل من كبريتات النحاس) بل أيضاً على الصورة الأيونية في القناة المعدية. ويؤدي ارتفاع محتوى الكالسيوم إلى خفض امتصاص النحاس، ويضطرب امتصاص وتخزين النحاس في وجود الموليبدنوم (٢٠ مجم/كجم مادة غذائية جافة) وزيادة الكبريتات، وبذلك يزيد الاحتياج من النحاس. وفي الظروف العادية يقدر الاحتياج الأمثل من النحاس بقدر ٥ - ٨ مجم/كجم مادة غذائية جافة.

يتدخل الموليبدنوم في إحداث أعراض نقص النحاس عند زيادة استهلاك الموليبدنوم والكبريت. إضافة الفلور والموليبدنوم والكبريت للعلائق تزيد محتوى العظام من الفلور والنحاس، بينما إضافة الفلور تخفض من قوة كسر العظام ومن الهيدروكسي بروتين ومحتوى النحاس للعظام، وإضافة الموليبدنوم والكبريت تخفض محتوى العظام من الهيدروكسي بروتين والنحاس. يخفض الفلور من قوة كسر العظام لزيادة محتوى الكولاجين.

ولحساب الاحتياجات الغذائية للنمو (بخلاف احتياجات الحفظ) تم عمل العديد من التجارب على أنواع وأعمار مختلفة في كثير من بلدان العالم، ومن بينها مصر، وكانت النتائج متباينة. وقد كانت الاحتياجات المتوسطة للعجول النامية (كاحتياجات نمو) حوالى ٢,٥ كجم نشا مهضوم بها ٢٠% بروتين مهضوم لكل كجم نمو (بالإضافة للعليقة الحافظة).

بينما من الدراسات الحديثة حسبت الاحتياجات الكلية من الطاقة الميتابوليزمية اللازمة للحفظ وللنمو (من ٦٠ - ١٨٠ كجم وزن حي) على أنها = ٠,٥٢ (الحيز التمثيلي للجسم) + ١٥ (معدل الزيادة اليومية في الوزن) ميجاجول/يوم. رغم أن (Van Es, 1970) حسب الاحتياجات الحافظة من الطاقة الميتابوليزمية بأنها ٠,٤٥ ميجاجول/وحدة حيوز تمثيلي من الجسم. إلا أنها في المعادلة السابقة زادت بمعدل ١٥% لمواجهة الاحتياجات الفعلية في الواقع العملي، واحتياجات النمو في المعادلة السابقة حسبت كقيمة متوسطة (١٥ ميجاجول/وحدة زيادة في الوزن) للقيم الفعلية لمدى واسع من الأوزان الحية، والتي تتراوح ما بين ١٢ - ١٨ ميجاجول/كجم زيادة في الوزن. إذ تختلف باختلاف العمر، وتركيب العليقة، ومستوى التغذية، واستهلاك الغذاء، وترسيب الدهن في الجسم.

من تجارب حجر التنفس على الثيران وجد أن احتياجاتها الحافظة من الطاقة ٠,٤٤٦ ميجا جول طاقة ميتابوليزمية/ و<sup>٧٥</sup>، والاستفادة من الطاقة القابلة للتحويل قدرت بـ ٧٧% (على ٣٦ ثور)، وللمقارنة بنتائج تجارب ذبح على عجول تسمين

(٦٨ مجموعة من مختلف السلالات) وجدت الاحتياجات الحافظة أعلى من المذكورة (٠,٦٨٩ ميجا جول طاقة ميتابوليزمية/٠,٧٥) .

بينما نظرة الأبحاث الحديثة للاحتياجات الكلية من البروتين المهضوم للحفاظ والنمو (٦٠ - ١٨٠ كجم وزن حي) على أنها = ٢ (حيز الجسم الميتابوليزمي) + ٢٧٠ (معدل الزيادة في الجسم) .

مثال: عجل مستورد وزنه ١٨٠ كجم، ينمو بمعدل ١,٢٠٠ كجم/يوم . أحسب عليقته الحافظة والمنتجة والكلية ومقياس النمو .

الحل: معادل نشا العليقة الحافظة =  $٠,٠٢٥ \times (١٨٠)^{٠,٧٥}$

$$= ٠,٠٢٥ \times ٤٩,١٤ = ١,٢٢٩ \text{ كجم}$$

البروتين المهضوم للعليقة الحافظة =  $١,٧٥ \times (١٨٠)^{٠,٧٥}$

$$= ١,٧٥ \times ٤٩,١٤ = ٨٦,٠ \text{ جرام}$$

معادل نشا العليقة الإنتاجية =  $٢,٥ \times ١,٢٠٠ = ٣٠٠ \text{ كجم}$

البروتين المهضوم للعليقة الإنتاجية =  $١٠٠/٢٠ \times ٣ = ١,٥ \text{ كجم} = ١,٥ \times ٦٠٠ = ٩٠٠ \text{ جرام}$

∴ العليقة الكلية تحتوى على  $١,٢٢٩ + ٣,٠ = ٤,٢٢٩ \text{ كجم معادل نشا و } ٨٦,٠ + ٦٠٠,٠ = ٦٨٦ \text{ جم بروتين مهضوم}$

$$\text{ومقياس النمو } = ١,٢/٤,٢٢٩ = ٣,٥٢$$

مثال: عجل بقرى محلى وزنه ١٨٠ كجم، ينمو بمعدل ٦٠٠ جم فى اليوم . أحسب عليقته الحافظة والمنتجة والكلية ومقياس النمو .

الحل: العليقة الحافظة كما فى المثال السابق تحتوى على ١,٢٢٩ كجم معادل نشا مع ٨٦ جرام بروتين مهضوم .

معادل نشا العليقة الإنتاجية =  $٢,٥ \times ٠,٦٠٠ = ١,٥ \text{ كجم}$

البروتين المهضوم للعليقة الإنتاجية =  $١٠٠/٢٠ \times ١,٥ = ٠,٣ \text{ كجم} = ٣٠٠ \text{ جم}$

∴ العليقة الكلية تحتوى على  $١,٢٢٩ + ١,٥ = ٢,٧٢٩ \text{ كجم معادل نشا و } ٨٦,٠ + ٣٨٦ = ٣٠٠,٠ \text{ جم بروتين مهضوم}$

$$\text{ومقياس النمو } = ٠,٦/٢,٧٢٩ = ٤,٥٥$$

وبالمقارنة بين مقياس النمو فى المثالين السابقين، نجد أن العجل المستورد Imported كان أكفاً فى تحويله الغذائى عن العجل المحلى Local، وذلك لانخفاض

الاحتياجات الغذائية/وحدة زيادة في وزن الحيوان المستورد عنه في المحلى، وذلك راجع لارتفاع معدل النمو اليومي للعجل المستورد عن المحلى.

بعد حساب الاحتياجات الغذائية يجرى تكوين العلائق والتي يراعى فيها مايلي:

- (١) كفاية مكونات العليقة من الطاقة والبروتين والمادة المعدنية والفيتامينات.
- (٢) تناسب حجم العليقة والمادة الجافة وكمية الألياف للحيوان.
- (٣) أن تكون مستساغة الطعم وحسنة النكهة ولا تسبب إسهال أو أمساك.
- (٤) أن يكون الانتقال من العليقة الخضراء إلى الجافة والعكس تدريجياً.
- (٥) التدرج عند التغذية على كسب القطن غير المقشور.

### تغذية العجول والعجلات Feeding calves and heifers:

(١) يرضع العجل اللبن الأول (السرسوب - المسمار - اللبأ Colostrum) لأمه، وكذلك لبنها العادي منذ الولادة وحتى عمر أسبوع. وذلك بمعدل ٠,٧٥ - ١ لتر ٤ - ٣ مرات في أول يوم بعد الولادة. ثم ١ - ١,٥ لتر ٣ مرات يومياً في اليومين التاليين. ثم ٢ - ٣ لتر مرتين في اليوم حتى اليوم السابع بعد الولادة. وذلك لأهميته من وجهة نظر الفسيولوجيا الغذائية (ولعدم صلاحية السرسوب للتصنيع). إذ يتميز اللبن الأول بارتفاع محتواه من بروتينات المقاومة الطبيعية (جلوبيولينات) والتي تشكل نصف محتواه البروتيني، خاصة من الجاماجلوبولينات المسئولة عن حماية العجل من الأمراض المعدية، والتي ينخفض تركيزها تدريجياً حتى تصل إلى نصف التركيز بعد ٢٤ ساعة من الولادة، لذلك فمن المهم جداً الرضاعة في أول ٢٤ ساعة بعد الولادة، إذ علاوة على ارتفاع محتوى السرسوب من الأجسام المضادة فإن أمعاء العجل في هذه الفترة تكون منفذة للجزيئات كبيرة الحجم من الجاماجلوبولين، وتتضاءل هذه النفذية بعد ٢٤ ساعة وتقف بعد ٣٦ ساعة من الولادة. فينصح بالرضاعة في خلال ٣ ساعات الأولى بعد الولادة، لتصل الأجسام المناعية لتتأثر دم العجل بعد ٢ - ٧ ساعات من التغذية لتقيه شر الأمراض المعدية.

وفي حالة إذا ما كانت العجلة Heifer تضع لأول مرة Calving<sup>1</sup>، فإن كفاءة عمل المقاومة البيولوجية لها ربما تكون غير مكتملة. لذا ينصح بتغذية عجلها الأول على لبن أول مخلوط دافئ من لبنها الأول مع لبن أول لماشية حديثة الولادة سبق لها الوضع عدة مرات (ولو كانت ولادة الأخيرة في توقيت آخر يمكن حفظ سرسوبها بالتجميد لحين استعماله عند ولادة الأم البكرية).

وتؤدي التغذية المبكرة على السرسوب إلى تعجيل الحصول كذلك على الفيتامينات الذائبة في الدهون (A, D, E)، بجانب فيتامينات (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C) والكولين، والأملاح النادرة كالحديد والنحاس والزنك والكوبلت واليود.

ونظراً لأن حجرات الكرش الأولى في هذا العمر تكون صغيرة وعديمة العمل، فإن التغذية أساساً تكون سائلة، والهضم يكون أساساً إنزيمياً (كيماوياً) في المعدة الحقيقية (المعدة الرابعة) والأمعاء الدقيقة، إذ تمر الألبان وبدائلها على حجرات الكرش الأولى مروراً عابراً، لتنتقل مباشرة للمعدة الحقيقية.

والجهاز الهضمي للعجول حديثة الولادة مهياً لهضم اللبن على وجه الخصوص، دون غيره من الأغذية، فالإنزيمات المحللة للبروتين في المعدة تكون ضعيفة النشاط في أول أسبوع، وكذلك عمل حمض الهيدروكلوريك والببسين يبدأ في النشاط بتقدم العمر. وكذلك إنزيمات البنكرياس المحللة للبروتين تنشط فيما بعد. فإذا غذيت العجول حتى عمر ٣ أسابيع على بروتين نباتي فقط أظهرت ميزان أزوت سالب، وتخثر اللبن بفعل نشاط الرينين يجعل بروتين اللبن مشجعاً لعمل الإنزيمات المحللة للبروتين.

والجهاز الهضمي للعجل حديث الولادة يتميز بارتفاع نشاط إنزيم لاكتاز المعدة وأملاز البنكرياس، مع انخفاض نشاط مالتاز المعدة، وانعدام نشاط السكاراز، وعليه فيهضم من الكربوهيدرات اللاكتوز والجلوكوز. ولا يمكن هضم النشا والسكريز لحد كبير إلا بعد نمو الكرش وعمل ميكروباته، فإذا غذى العجل الصغير على النشا والسكريز بأي كميات فإنها تؤدي إلى إسهال لعدم امتصاصها، وكذلك تؤدي لانتشار الميكروبات المعدية في الجهاز الهضمي. كما أن دهون اللبن هي التي هيأ لها الله هضمًا مناسباً في صغار العجول، من خلال إستراز المعدة، وبعد الأسبوع الأول من خلال ليباز البنكرياس.

وبتقدم العمر ينمو الكرش، ويزداد حجمه، وبإدخال التغذية على المركبات والدريس تنمو خملات الكرش في الطول بتأثير إنتاج الأحماض الدهنية الطيارة خاصة البيوتريك يليه البروبيونيك فالخليك.

(٢) بعد الأسبوع الأول يتم تقديم إما اللبن الكامل، أو اللبن الفرز، أو بديل اللبن، ورغم أن اللبن الكامل من وجهة النظر الفسيولوجية الغذائية، وبدون شك يعد غذاء ممتاز، ويجعل التربية على اللبن الكامل مأمون العواقب، إلا أنها مكلفة مادياً، مما يضطر معه إلى خلط النظامين الأول والثاني معاً، أي يتم التغذية للعجول على كل من اللبن الكامل والفرز معاً، مع زيادة نسبة اللبن الكامل لحيوانات التربية التي ستستمر في القطيع، وخفضها في الحيوانات الأخرى التي ستوجه للتسمين أو الذبح. وفيما يلي أحد النظم المقترحة للرضاعة على اللبن الكامل والفرز معاً بداية من الأسبوع الثاني من العمر، والكميات بالكيلوجرام/حيوان/يوم:

| حيوانات تربية |          | حيوانات عادية |          | العمر<br>بالأسبوع |
|---------------|----------|---------------|----------|-------------------|
| لبن فرز       | لبن كامل | لبن فرز       | لبن كامل |                   |
| ١             | ٦        | ٢             | ٥        | ٢                 |
| ٣             | ٥        | ٥             | ٣        | ٣                 |
| ٣             | ٥        | ٦             | ٢        | ٤                 |
| ٤             | ٤        | ٧             | ١        | ٥                 |
| ٥             | ٣        | ٨             | —        | ٦                 |
| ٦             | ٢        | ٨             | —        | ٧                 |
| ٨             | —        | ٨             | —        | ١٢ - ٨            |
| ٦ - ٨         | —        | ٦ - ٨         | —        | ١٥ - ١٣           |
| ٤٠٠           | ٢٠٠      | ٥٠٠           | ١٠٠      | الجملة            |



رضاعة العجول



أما بديل اللبن Milk Replacer فيتكون أساسا من لبن مجفف (٣٥%)، بالإضافة لمساحيق أخرى من الصويا والأذرة، والفيتامينات والأملاح والمضادات الحيوية وخلافها، تذاب في الماء الدافئ، وتعطى للرضاعة بدلا من اللبن الكامل أو الفرز، بمعدل ١٠٠ - ١٢٥ جم/لتر، ويرضع الحيوان ٦ - ٧ لتر/يوم في الأسبوع الثاني. ثم ٨ لتر/يوم في الأسابيع من الثالث إلى الثاني عشر، تنخفض إلى ٦ - ٤ لتر/يوم في الأسبوع الثالث عشر. وبذلك يستهلك الحيوان ٦٠٠ لتر بها ٦٠ - ٧٥ كجم بديل لبن، مع تقديم علف مركز للعجول ودريس وماء من الأسبوع الثاني للثالث للإستهلاك الحر منها.

(٣) تبدأ كميات الرضاعة تقل من الأسبوع الثاني عشر تمهيدا للقطام. وقد يساعد على النمو المبكر لكروش العجول بتبكير القطام (قطام مبكر)، بخفض كمية المشروب اليومي إلى ٦ لتر (١٠٠ جم بديل لبن/لتر) للفترة من ٢ - ٧ أسابيع عمر، وأثناءها يقدم العلف والدريس (الذي يعمل على اتساع الكرش وإطالة خملاته) والماء، ويجرى القطام عندما يصير استهلاك العجل من العلف المركز حوالى ٨٠٠ جم يوميا، فيمكن القطام بذلك بعد عمر ٧ - ٨ أسابيع، ليرتفع استهلاك العلف المركز إلى ١,٥ - ٢ كجم حتى عمر ١٦ أسبوعاً.

(٤) يوفر للحيوان احتياجاته الغذائية للنمو من النشا والبروتين المهضوم كالتالى:

| احتياجات النمو اليومية |                 | العمر بالأسابيع |
|------------------------|-----------------|-----------------|
| كجم نشا                | جم بروتين مهضوم |                 |
| ٠,٢                    | ٣٥              | ٥ - ٨           |
| ٠,٤                    | ٧٠              | ٩ - ١٢          |
| ٠,٦                    | ١٠٥             | ١٣ - ١٦         |
| ٠,٨                    | ١٤٠             | ١٧ - ٢٠         |
| ١,٠                    | ١٧٥             | ٢١ - ٢٤         |
| ١,٢                    | ٢٠٠             | ٢٥ - ٢٨         |
| ١,٤                    | ٢٣٠             | ٢٩ - ٣٢         |
| ١,٦                    | ٢٥٠             | ٣٣ - ٣٦         |
| ١,٨                    | ٣٠٠             | ٣٧ - ٤٨         |
| ٢,٠                    | ٣٥٠ - ٤٠٠       | ٤٩ - ٥٢         |

أما في السنة الثانية من عمر العجول فتعطى ٢,٣ كجم نشا (وتزيد كل شهر بمعدل ٠,٣ كجم)، مع ٤٠٠ جم بروتين مهضوم (وتزيد أيضا كل شهر بمعدل ١٢,٥ جم)، حتى تصل الاحتياجات الغذائية في نهاية السنة الثانية إلى ٤ كجم نشا مع ٥٥٠ جم بروتين مهضوم.

٥) يلاحظ في تغذية العجول فيما بعد الفطام أن يكون الانتقال Transition من العليقة الجافة إلى الخضراء والعكس تدريجياً Gaudally، ويمكن للعجل أن يتغذى على نحو ٢٥ - ٣٥ كجم برسيم مع مقدار من التبن، وفي التغذية الصيفية يحل الدريس محل البرسيم (١ كجم دريس = ٣ كجم برسيم)، وفي علائق العجول تستخدم الردة الناعمة وكسب الكتان والشعير، ولا يستخدم كسب القطن غير المقشور إلا بعد عمر ١ سنة بحد أقصى ٢٥ كجم.

#### تسمين العجول Fattening Calves:

لما كانت القيمة الحرارية Calorific value لكيلوجرام دهن (٩٥٠٠ كيلو كالورى) تعادل سبعة أمثال القيمة الحرارية لكيلوجرام لحم (١٣١٥ كيلو كالورى)، فإن العلف اللازم لإنتاج كجم دهن أزيد بكثير من العلف اللازم لإنتاج كجم لحم. لذلك فمن الأوفر اقتصادياً للمنتج أن يعمل على إنتاج لحم عما يعمل على إنتاج الدهن فى الحيوانات، خاصة وأن المستهلك يميل إلى طلب اللحوم الحمراء الخالية من الدهن. والحيوان الرضيع يكون فى جسمه عند التسمين ٧٥% (٧٩%) من الزيادة فى وزنه لحماً و ٢٥% (١٧%) دهناً، بينما العجول عمر ٨ - ١٨ شهراً تكون ٥٠% (٦١%) لحم و ٥٠% (٣٥%) دهناً. بينما الحيوانات تامة النمو تكون ١٠% (٩%) لحم و ٩٠% (٩١%) دهن. ونظراً لأن القيمة الحرارية لكيلوجرام زيادة فى وزن الحيوان تامة النمو تعادل ٢,٥ مرة القيمة الحرارية لكيلوجرام زيادة فى وزن الحيوان الرضيع، فإن كيلوجرام زيادة فى وزن الأول تتطلب سبعة أمثال كمية الطاقة فى الغذاء المطلوب لزيادة كيلوجرام فى وزن الثانى.

وإذا كانت احتياجات النمو Growth فى الرضاعة Suckling تعادل ١٠% من وزن الجسم لبن، فإن احتياجات التسمين Fattening تبلغ ١٥% من وزن العجل لبناً. وإن كان تسمين الحيوان الصغير يتطلب أعلافاً مركزة سهلة الهضم غالبية الثمن كالأكساب والردة وخلافها، إلا أن ارتفاع سعر اللحم المنتج يغطى ارتفاع أسعار الأعلاف اللازمة لإنتاجه. ومن جهة أخرى فإن تسمين الحيوانات الأكبر سناً ورغم بطء نموها وانخفاض كفاءتها الغذائية، إلا أنها تعوض ذلك باستفادتها من الأعلاف المائلة، والمخلفات الأرخص، وذلك لقوة هضمها واكتمال نمو كروشها. لذلك يفضل تسمين العجول حتى بلوغها أوزاناً اقتصادية (٣٥٠ كجم للعجول البقرى البلدى، ٤٥٠ كجم لكل من العجول البقرى الأجنبية والعجول الجاموسى)، وأن يبدأ بالتسمين فى سن متوسط (عمر حوالى سنة)، ووزن حوالى ١٨٠ - ٢٠٠ كجم حتى يمكن للمربي أن يستفيد من خاصية سرعة تكوين اللحم فى جسم الحيوانات الصغيرة، وفى ذات الوقت يمكنه التغذية على مواد العلف الخشنة والرخيصة.

وتسمين ذكور العجول يكون أسرع من تسمين الإناث، إلا أن أسعار اللحوم الإناث تكون أعلى بما يغطي انخفاض نموها. وتسمين عجول البقر أبطأ من عجول الجاموس، إلا أن سعر لحومها أعلى من لحم الجاموس.

ويتم التسمين بطريقة عملية على ما يلي:

- ١- التسمين على البرسيم، فالقيراط يعطى ٢٠٠ كجم برسيم، والعجل يستهلك يومياً ٤٠ كجم برسيم (أى خمس قيراط)، وعليه يكفى الفدان فى الحشة الواحدة لتغذية ١٢٠ عجلاً فى اليوم (فدان  $\times$  ٢٤ قيراط  $\times$  ٢٠٠ كجم/كجم  $\times$  ٤٠ كجم برسيم يومياً = ١٢٠ عجل)، كما يكفى الفدان من البرسيم لثلاثة عجول تسمين وزن أولى ١٥٠ كجم، أى العجل يكفيه ٨ قيراط برسيم فى الموسم (٨ قيراط  $\times$  ٣ حشوات  $\times$  ٢٠٠ كجم برسيم/كجم  $\times$  ٤٠ كجم برسيم يومياً = ١٢٠ يوم تسمين). والعجل فى عمر سنة (١٥٠ كجم) يلزمه حوالى ٣,٥ كجم نشأ، مع ٦٠٠ جم برووتين مهضوم يغطيها استهلاك ٣٠ كجم برسيم + ٣ كجم تبن. وفى حالة عدم وجود البرسيم بوفرة يمكن تغذيته على ٢٠ كجم برسيم + ٣ كجم تبن + ٢,٥ كجم علف مصنع.
- ٢- فى التسمين الصيفى وعدم وجود البرسيم يعطى العجل ٥ كجم دريس + ٢ كجم تبن + ٢ كجم علف مصنع، أو ١ كجم دريس + ٣ كجم علف مصنع + ١ كجم شعير، أو ٢ كجم علف مصنع + ٢ كجم ربيع أو ردة + ٣ كجم تبن.

وهناك مواسم لشراء العجول للتسمين هى:

- ١- بعد نهاية موسم البرسيم فيكثر بيع العجول، وينخفض ثمن شرائها، وتكون العجول أكثر صحة وتستجيب للتسمين، وتمتاز بارتفاع كفاءتها الغذائية، فتكون أكثر ربحاً.
- ٢- بعد نهاية موسم الأذرة (الذراوة) والأعلاف الصيفية الخضراء ينذر العلف، فيلجأ الفلاحون لبيع عجولهم. إلا أن العجول يعيها انخفاض معدلات نموها خلال شهور الشتاء.
- ٣- أثناء زراعة البرسيم التحريش تسمن بعض العجول قليلة العدد مرتفعة الأثمان، وهو موسم منخفض الأرباحية، وغير اقتصادى فى التسمين، لانخفاض أثمان اللحوم المباعة.

### علائق الأغنام والماعز Diets of Sheep and Goats

لا تعطى الأغنام والماعز الرعاية الغذائية الكافية، اعتماداً من المربين على أن هذه الحيوانات ترعى الحشائش، وتتغذى على فضلات المحاصيل عند حصادها ونقلها، إلا أن هذه الحيوانات أيضاً تنقسم علائقها إلى شق حافظ وآخر منتج. فالعليقة الحافظة تحتوى القدر من المركبات الغذائية اللازمة لحفظ حياة الحيوان دون أن يفقد من وزنه شيئاً، وعادة يزداد على ذلك القدر اللازم لنمو الصوف. بينما العليقة الإنتاجية فهى تحتوى

على القدر من المركبات الغذائية اللازمة لنمو الجسم وتكوين اللحم والدهن، وإنتاج اللبن، وكذلك مواجهة احتياجات الجنين في حالة العشر.

ويراعى في تكوين علائق الأغنام والماعز عدة اعتبارات منها:

- ١- كفاية مكونات العليقة من الطاقة والبروتين المهضوم والمادة المعدنية والفيتامينات لمطالبات الحيوان، طبقاً لحالته الإنتاجية.
- ٢- تناسب حجم العليقة، والمادة الجافة، وكمية الألياف، حسب نوع الإنتاج، والعمر، وتعطى الأغنام عادة غذاء مالى بنسبة ١,٧% من وزنها، وكذلك العلف المركز (مخاليط ربيع وردة وكسب كتان بها ١٤% بروتين كلى) بنسبة ١,٧% من وزن الحيوان، فتكون مجموع العليقة المقدمة للأغنام حوالى ٣,٤% من وزنها، مناصفة بين المادة المائلة والمركزة. تعطى ٢ - ٣% من الوزن الحى مواد خشنة جافة هوائيا، أو ما يعادلها من السيلاج، وتضاف الحبوب والإضافات حسب الطلب لمواجهة الاحتياجات، وهنا تضبط المادة الجافة هوائيا (المتحصل عليها من المواد الخشنة والمركزة) بحيث لا تزيد عن ٣,٥ - ٤% من وزن الحيوان الحى. إلا أنه في حالة التسمين السريع تزداد كمية المواد المركزة على حساب كمية المواد المائلة.
- ٣- أن يكون الانتقال من العلف الجاف إلى الأخضر والعكس تدريجياً.
- ٤- ألا تسبب العليقة اضطرابات هضمية، فلا تكون مكوناتها كلها مسهلة أو قابضة، كما لا يعطى العلف الأخضر للحيوانات وهى جائعة، فقد يسبب لها تخمة.
- ٥- لا ينصح بتقطيع مواد العلف المائلة، أو جرش الحبوب، ما لم تكن مقدمة للحملان الصغيرة أو النعاج المسنة.
- ٦- للحد من نفقات التغذية يمكن إضافة اليوريا إلى علائق الأغنام، لتحل محل ثلث البروتين الخام فى العليقة (على أن تحتوى العليقة على مصدرا كربوهيدراتيا كالمولاس أو النشا أو الحبوب)، مع ضرورة خلطها جيداً مع مكونات العليقة، وعدم تقديمها للأغنام الجائعة.
- ٧- يقدم البرسيم على دفعات مع قليل من التبن شتاء، أما فى الصيف فيقدم الدريس بمعدل حتى ١,٥ كجم للنعجة، بينما الأعلاف المركزة تقدم فى حدود ٤٠٠ - ٥٠٠ جرام، على ألا تأكل الحملان مع أمهاتها، فقد تضرها عليقة الأم.
- ٨- يضاف كربونات الكالسيوم المرسبة بمعدل ٥ - ١٠ جرام للحيوان، وكذلك ملح الطعام بمقدار ٥ - ١٠ جرام يومياً.
- ٩- يفضل تقسيم الأغنام إلى أقسام حسب حالتها الإنتاجية، أى نعاى والده، وأخرى حامل متقدم، وثالثة فارغة أو حديثة الحمل، وذلك حتى يسهل معاملتها غذائياً طبقاً لاحتياجاتها.

## تغذية النعاج Ewes:

تتكون العليقة الحافظة كما سبق حسابها في علائق النمو من نشا وبروتين، أى أن كيلوجرامات النشا المهضوم اللازم للتمثيل القاعدى بزيادة ٣٣% =  $0.25 \times$  حيز الجسم التمثيلي. أو أن كل وحدة حيز تمثيلي من جسم الأغنام تتطلب ٥٠ كيلو كالورى. وإذا بذلت مجهود فى السير ولمواجهة إنتاج الصوف فإن وحدة الحيز التمثيلي تتطلب ٢٥٦ وحدة نشا كاحتياجات حافظة.

والبروتين المهضوم اللازم للعليقة الحافظة بالجرام =  $1.75 \times$  حيز الجسم التمثيلي. أما العليقة الإنتاجية فكيلوجرام اللبن يحتاج ٠,٤ كجم معادل نشا و ١٠٠ جم بروتين مهضوم.

وعادة تتبع المقننات الآتية فى تغذية النعاج:

| حالة النعاج | جم بروتين مهضوم | جم معادل نشا | كجم مادة جافة |
|-------------|-----------------|--------------|---------------|
| جافة        | ٨٠              | ٥٠٠          | ١,٢٥          |
| حامل        | ١٠٠             | ٦٥٠          | ١,٥٠          |
| حلوب        | ١٢٠             | ٧٠٠          | ١,٥٠          |

وتتأثر خصوبة النعاج بشدة بمستوى التغذية قبل موسم التزاوج. فقد ثبت أن الدفع الغذائى (التسخين) Flushing قبل موسم التلقيح يرفع نسبة التبويض، مما يهيئ الفرصة لولادة توائم بنسبة أكبر. كما تسرع من ظهور الشبق بعد الولادة (أو الرضاعة) ثانية بشكل واضح، فيفضل زيادة المقررات الغذائية للنعاج بمقدار ٧٠ وحدة نشا (٠,٠٧ كجم نشا/يوم/حيوان بداية من أربعة أسابيع قبل التزاوج. ثم ترتفع هذه الزيادة إلى ٠,٣ كجم نشا بداية من أسبوع قبل التزاوج وتستمر على نفس المعدل أسبوعين آخرين بعد التزاوج.

وتعامل الكباش Rams معاملة النعاج الجافة، إذا تساوت معها فى الوزن. وتكون التغذية العملية للنعاج فى حدود ٥ - ٦ كجم برسيم مع ٠,٥ كجم تين، أو ٢ كجم برسيم مع ٠,٣ كجم تين مع ٠,٥ كجم مخلوط كسب قطن وشعير ورجيع، أو ١ كجم دريس مع ٠,١ كجم تين مع ٠,٤ كجم مخلوط كسب قطن وشعير ورجيع، أو ٠,٥ كجم دريس مع ٠,٣ كجم تين مع ٠,٦ كجم مخلوط كسب قطن وشعير ورجيع، أو ٠,٤ كجم تين مع ٠,٩ كجم مخلوط كسب قطن وشعير ورجيع، طبقاً لوفرة مكونات العلف المختلفة.

## تغذية الحملان (أوازي) Lambs:

يترك الحمل يرضع لبن أمه، وفي حالة ولادة التوائم أو موت النعاج توزع الأوازي الرضيعة على نعاج أخرى، أو تعطى لبن أبقار أو جاموس في بزازات على دفعات. وبعد أسبوعين من الولادة يمكن للحملان أن تأكل الدريس، وبعد شهر من الولادة يمكن أن تأكل الأعلاف المركزة من شعير مجروش وردة ناعمة وكسب كتان ناعم، أو كسب سمسم مجروش، أو فول مجروش، مع عدم تقديم كسب القطن غير المقشور للنعاج ومعها الحملان، لأنه يضرها ويميتها لو أكلته (الحملان). ويتم فطام الحملان على أربعة أشهر، أو قد تقطع الحملان مبكراً عند عمر ٤ - ٥ أسابيع، عندها يكون الحمل يتحصل على ٣٠٠ جرام علف مركز، بالإضافة إلى الدريس والماء بحريته. على أن يراعى التدرج في أبعادها عن أمهاتها في الأسبوعين الأخيرين قبل الفطام، وبعد الفطام تعزل عن أمهاتها، وتعطى البرسيم للشبع، مع قليل من النبن شتاء، أو تعطى عليقة مركزة تتضمن الاحتياجات الحافظة (محسوبة من حيز الجسم التمثيلي كما سبق)، والاحتياجات الإنتاجية اللازمة للنمو، على أساس معدل الزيادة اليومية في الجسم، وتبلغ لكل ١٠٠ جرام نمو حوالي ٢٠٠ - ٢٥٠ جرام معادل نشا بها ٤٠ - ٥٠ جرام بروتين مهضوم.

وعموماً تعطى الحوالى المقررات الغذائية التالية اللازمة للتربية بعد الفطام طبقاً للعمر:

| العمر بالشهر | نشا جرام | بروتين مهضوم جرام |
|--------------|----------|-------------------|
| الرابع       | ٣٥٠      | ٦٠                |
| الخامس       | ٤٠٠      | ٧٠                |
| السادس       | ٤٥٠      | ٧٥                |
| السابع       | ٤٥٠      | ٧٥                |
| الثامن       | ٤٥٠      | ٧٥                |
| التاسع       | ٤٥٠      | ٧٥                |
| العاشر       | ٤٥٠      | ٧٥                |
| الحادى عشر   | ٥٠٠      | ٨٥                |
| الثانى عشر   | ٥٠٠      | ٩٥                |

وبذلك يتدرج وزن الأوازي حديث الولادة ذو وزن ٤ كجم ليصل إلى ٤٠ كجم للأنثى أو ٥٠ كجم للذكر في عمر سنة، بمعدل نمو يومى ١٠٠ جم فى المتوسط، وكفاءة غذائية ٤,٥ كجم نشا/١ كجم نمو.

## تسمين الأغنام:

لا يعنى التسمين تكوين دهن فقط، بل يعنى تكون لحم ودهن معا، ويتم التسمين بإحدى الطرق التالية:-

- ١- تسمين الحملان الرضيعة برضاعتها كل لبن أمهاتها، بالإضافة إلى ألبان نعاج أخرى، مع العلف المركز والدريس بعد الأسبوع الثانى من الولادة. وتستمر هذه العملية ١٠ أسابيع، لتنمو خلالها الحملان بمعدل ١٧٠ جرام يوميا، فتصل إلى وزن ٢٠ كجم فى هذه المدة.
- ٢- وقد تسمن الحملان تسمينا مركزا Intensive Fattening حتى عمر ٤ شهور. إذ يبدأ بتسمينها من وزن ٢٠ كجم بمعدل زيادة يومية أكثر من ٣٠٠ جرام. فتصل إلى وزن ٣٥ - ٤٠ كجم فى عمر حوالى ٤ شهور، وذلك بتركيز علفها، للوصول إلى معدل النمو العالى فيعطى الحيوان ٢,٢ - ٢,٣ % من وزنه الحى معادل نشا فى خلال فترة التسمين المركز هذه.
- ٣- تسمين الحملان حتى عمر ٦ شهور، بوضع أعلاف من الأسبوع الثالث (علوة على لبن الأم) توفر ١٠٠ جم نشا + ١٧,٥ جرام بروتين مهضوم، تزيد بمقدار هذه الكمية كل ٣ أسابيع لتصل إلى ٦٠٠ جرام نشا مهضوم فى نهاية فترة التسمين. وهذه الحملان تنمو بمعدل ١٥٠ جرام يوميا لتصل أوزانها إلى ٣٠ كجم فى نهاية المدة.
- ٤- تسمين الحملان من سن ٩ إلى ١٥ شهرا، وخلالها تزيد مقرراتها الغذائية عما هو فى الجدول السابق بمقدار ٥٠ جرام نشا + ٥ جرام بروتين مهضوم، فتتم الحملان بمعدل ١٥٠ جرام يوميا.
- ٥- تسمين النعاج والكباش بزيادة مقرراتها الغذائية إلى ٠,٨ - ٠,٩ كجم نشا مع ١٢٠ جم بروتين مهضوم يوميا، ولمدة تتوقف على القابلية للتسمين، وسعر السوق للأعلاف واللحوم، ومعدل الزيادة فى وزن الجسم.

## تغذية الماعز:

تتشابه الاحتياجات الغذائية للماعز مع مثيلاتها للأغنام، وإن زادت احتياجات الأغنام بالنسبة للصوف، فإن الماعز تزيد احتياجاتها بالنسبة لإنتاج اللبن. واحتياجات العنزة اليومية حوالى ٣٥٠ جرام نشا بها ٥٠ جرام بروتين مهضوم، بفرض أنها تعطى لترين من اللبن يوميا. وترضع حملان الماعز (جداء) لبن أمهاتها حتى عمر ١,٥ - ٢ شهر، ويقدم لها الدريس والبرسيم والحشائش من الأسبوع الثانى، وتدرّب على العلف المركز لتقطع فى عمر شهرين تقريبا. وتكون نظم التغذية للتربية أو للتسمين مشابهة لمثيلتها فى الأغنام، حيث تتشابه الماعز والأغنام من حيث الخصائص الفسيولوجية من وزن الجسم ومدة الحمل وخلافها، وعموما ومن حسابات (Schiemann et al., 1971 and MAFF, 1975) فإن الطاقة الميتابوليزمية اللازمة

للحفظ/وحدة حيز تمثيلي للجسم تتراوح ما بين ٠,٤٠ - ٠,٤٣ ميجاجول، وهى تختلف باختلاف النوع، والجنس، وطريقة الإيواء، والحركة. لذلك حددها (Corbett et al., 1980) بمقدار ٠,٥٧٧ ميجاجول للعنزة الحامل التى ترعى تحت ظروف محايدة. وتقدر الطاقة الميتابوليزمية اللازمة للإنتاج فى المتوسط بحوالى ٣٠ (٢٥ - ٣٥) ميجاجول/كجم زيادة فى الوزن، ٧,٤ ميجاجول/كجم لبن ناتج.

### التغذية على المراعى Pasture feeding:

هى أنسب طرق التغذية للأغنام والماعز، إذا توفرت المساحات الخضراء. والمعروف أن مصر فقيرة فى المراعى الطبيعية والتى يقتصر وجودها على الساحل الشمالى من الصحراء الغربية عقب سقوط الأمطار الشتوية، فتنتقل الأغنام سعياً وراء تلك النباتات حتى تتلاشى فى الربيع، فيلجأ الرعاة إلى رعى أغنامهم على مخلفات الحقول، أو بتقديم الأبنان والأعلاف الجافة طوال أشهر الصيف والخريف.

أما المراعى المزروعة فتعتمد أساساً على البرسيم فى داخل الوادى، وأيضاً تنتقل الأغنام بعد انتهاء موسم البرسيم إلى التغذية على الأعلاف الصيفية، كالذراوة، ومخلفات المحاصيل الشتوية وزراعات القطن بعد جنيه.

### ويراعى عند تغذية الأغنام على المراعى ما يلى:

- ١- عدم ترك الأغنام وقتاً طويلاً فى المرعى، حتى لا تتلف النموات السفلى الحديثة (الكراسى) للبرسيم، لأنها حيوانات كاسنة.
- ٢- بعد حوالى ساعتين من الرعى النشط تتباطأ حركة الأغنام، فلا يجب دفعها للرعى، بل تترك للراحة خاصة فى الفترة من الساعة ١٢ - ٢ ظهراً.
- ٣- يقدم التبن قبل خروج الأغنام للرعى، تفادياً للنفخ الذى يحدث لشراهة الحيوانات فى تناول العلف الأخضر صباحاً وهو بارد.
- ٤- لعدم انتقاء الأغنام للمرعى يفضل تحديد مساحات صغيرة للرعى فيها، تفادياً للانتقاء المحتمل، فتتنافس الأغنام فيما بينها للحصول على غذائها بسرعة، دون إنتقاء لقلّة المعروض منه أمامها.
- ٥- تتحمل الأغنام المحلية السير لمسافات طويلة عن الأغنام الأجنبية، لذا يفضل رعى الأنواع المستوردة على المراعى الأقرب، والأغنام المحلية على المراعى الأبعد عن المزرعة.
- ٦- تمضى الأغنام يومياً حوالى ٩ - ١٠ ساعات فى المراعى (لترعى ٤ - ٧ مرات فى اليوم)، ويجب أن يتوفر مصدر لماء الشرب بكميات كافية، خاصة عند جفاف نباتات المرعى. وإذا أضيفت العلائق الإضافية فإنه يمكن أن تقصر فترة الرعى بالحقل.



- ٧- قد يلجأ إلى الرعى ليلاً، خاصة باشتداد درجة الحرارة في أشهر الصيف، وخاصة عند تربية الأنواع الأجنبية التي لا تحتمل ارتفاع درجة حرارة الجو، فتتخفص قدرتها على الرعى نهاراً.
- ٨- قد ترفض الأغنام رعى بعض النباتات، لأنها وبرية أو شوكية أو زغبية الملمس، وقد توجد نباتات ضارة أو سامة في المرعى، كالهالوك والهندقوق والكبر ولبن الحماره والحراقة وحمام البرج والداتورة، لذلك يحسن إزالتها قبل الرعى.
- ٩- عند الرعى على مخلفات الجنى للقطن يراعى الحذر من حدوث النفاخ، أو الإصابة بالإسهال، لزيادة المادة الزيتية في اللوز المتساقط.
- ١٠- تكفى مساحة فدان من البرسيم لرعى ١٥ - ٢٠ رأساً من الأغنام، حسب جودة الأرض.

### التغذية داخل الحظائر (In door (Stable) Feeding

يلجأ المربي لتغذية أغنامه في الحظائر عند عدم وجود مراعى، أو لتعذر الخروج للمراعى لانتشار الأمراض، أو لسوء الأحوال الجوية، أو للعشر الثقيل، فيقدم المربي العليقة على فترتين يومياً صباحاً ومساءً (أو كل يومين في حالة نقص العمالة لغير الأغنام العشر أو الموضع أو المريضة). وتتكون العليقة من البرسيم أو الدراوة أو الأذرة السكرية مع التبن والدريس وكسب بذور القطن أو الحبوب.

### علائق حيوانات العمل Diets of Labor Animals

حيوانات العمل تشمل حيوانات مجتررة Ruminants (كالثيران والفحول والجمال)، وأخرى وحيدة المعدة Monogastric (خيول وبغال وحمر)، والحيوان المجتر أقدر على هضم الأغذية الغليظة أو المائلة عن وحيدات المعدة، فلا نغالى في إعطاء المواد الخشنة للفصيلة الخيلية، بل تزداد المواد المركزة عما في الثيران. إذ أن العليقة التى يزيد محتواها من الألياف الخام عن ١٥% للخيول ينخفض معامل هضمها حوالى ٢٥ - ٣٠% عنه في المجترات. إذ أن كل ١% ألياف خام تخفض معامل هضم المادة العضوية فى الخيول بمعدل ١,٢٦ وحدة.

والعمل كأحد أنواع الإنتاج، يتطلب توفير المركبات الغذائية اللازمة له، ويستمد الحيوان المجهود اللازم لإنتاجه العمل من المركبات الغذائية خالية الأزوت، مبتدأ بالمواد الكربوهيدراتية المخزنة بالجسم (جليكوجين)، ثم يبدأ فى هدم الدهون المخزنة بالجسم (والتي تتخفص الاستفادة منها بحوالى ١٠% عن الاستفادة من الكربوهيدرات المخزنة فى صورة جليكوجين فى العضلات)، يليها هدم البروتين، ولما كان الدهن يعطى من الحرارة قدر ٢,٢٥ مرة عما يعطيه نفس القدر من الكربوهيدرات، فإنه من الأوفر اقتصادياً تقديم أقصى كمية دهون فى علائق حيوانات العمل، دون الإضرار بصحته، خاصة إذا ما كانت أثمانها تسمح بذلك، فيمكن إعطاء الحيوان منها حتى نصف كجم

يوميًا. وعموماً فإن المواد الكربوهيدراتية تأتي في المرتبة الأولى، أما استعمال المواد البروتينية بكميات كبيرة في علائق حيوانات العمل فإلى جانب مخالفتها للقواعد الفسيولوجية الغذائية فإنه يخالف القواعد الاقتصادية، لغلو أثمان البروتينات.

وعموماً فإن حيوانات العمل تحتاج البروتين فقط لتعويض الأنسجة والإنزيمات والهرمونات وما شابهها، بينما كل احتياجاتها من الطاقة أساساً، والتي تستمدّها من الكربوهيدرات والدهون.

ويُقاس العمل Work بوحدات كجم/م، أى المجهود اللازم لرفع ١ كيلوجرام مسافة ١ متر، أما القدرة Power فهي معدل العمل في وحدة الزمن، تقاس بوحدات كجم/م/ث، وكل كيلو كالورى = ٤٢٦ كجم/م/ث.

ولما كان ١ جم من النشا المهضوم ينتج مجهود فسيولوجي نافع قدره ٣,٧٦١ كيلو كالورى.

∴ ١ جم نشا مهضوم = ٣,٧٦١ × ٤٢٦ = ١٦٠٢ كجم/م/ث (دون فقد طاقة)  
ونظراً لأن المجهود الصافي لإنتاج العمل من المجهود الفسيولوجي النافع = ٢٥%.

∴ كل ١ جم نشا مهضوم ينتج عملاً = ١٦٠٢ × ٤/١ = ٤٠٠,٥ كجم/م/ث.

علماً بأن معامل الاستفادة (نسبة المجهود الصافي لإنتاج العمل بالنسبة للمجهود الفسيولوجي النافع) يكون حوالى ٣١% فى حالة الحركة على أرض سهلة، وينخفض إلى حوالى ٢٣% فى حالة الحركة على أرض مائلة أو مرتفعات.

كما تقاس كذلك وحدة العمل بقدرة الحصان ساعة Horsepower Hour، وينتج كل ١ كجم نشا مهضوم ١,٩٥ وحدة حصان ساعة (دون فقد طاقة)، أو ١,٦٤ وحدة حصان ساعة على أساس نسبة المجهود الصافي ٢٥%.

أى أن وحدة حصان ساعة يلزم لها ٠,٦٨ كجم نشا (مجهود فسيولوجي نافع فى الغذاء)، وقدرة الحصان ساعة = ٦٤١,٥ كيلو كالورى (مجهود صافي فى العمل)، حيث أن الحصان الميكانيكى قدرة ٧٦,٠٩ كجم/م/ث.

∴ قدرة الحصان ساعة = ٧٦,٠٩ × ٦٠ × ٦٠ = ٢٧٣٩٢٤ كجم/م/ث

÷ ٤٢٦ = ٦٤١,٥ كيلو كالورى (مجهود صافي فى العمل).

#### العليقة الحافظة:

كما سبق ومن معدلات غنيم فإن احتياجات الماشية الحافظة ٠,٥٨ كجم نشا + ٥٠ جرام بروتين مهضوم/١٠٠ كجم وزن حى. وللجاموس ٠,٥١ كجم نشا +

٥٠ بروتين مهضوم/١٠٠ كجم وزن حي\* وللخيل والبغال والحمير ٠,٦٨ كجم نشا +  
٦٥ جرام بروتين مهضوم/١٠٠ كجم وزن حي\*

### العليقة الإنتاجية:

كل وحدة حصان ساعة يلزمها ٠,٦٨ كجم معادل نشا\* وكل كجم معادل نشا تنتج  
١,٦٤ حصان ساعة\* ومن حيث البروتين في العليقة الإنتاجية فإنه عند الراحة يمكن  
تغذية حيوانات العمل على غذاء به النسبة الزلالية ١ : ٨، وقد تصل إلى ١ : ١٠، وعند  
العمل قد تضاعف كمية النشا المهضوم في العليقة اليومية دون زيادة البروتين المهضوم،  
وقد تصل النسبة الزلالية ١ : ٢٠.

ويعطى مقابل كل كجم نشا مهضوم في العليقة الإنتاجية ١٠٠ جم بروتين  
مهضوم\* ومن الناحية العملية يمكن جعل البروتين المهضوم للعليقة الإنتاجية ٥٠% من  
بروتين العليقة الحافظة\*.

مثال: بغل وزنه ٣٨٠ كجم ويعمل عملاً متوسطاً مقداره ٣,٥ حصان ساعة.  
أحسب العليقة الكلية اللازمة من النشا والبروتين المهضوم، وأحسب كذلك  
الكفاءة الكلية للعمل علماً بأن كفاءة العمل الكلية = العمل المبذول/الطاقة الكلية  
المنصرفة أثناء العمل  $100 \times$

**الحل:** العليقة الحافظة من النشا =  $380 \times 0,68 / 100 = 2,584$  كجم معادل نشا،  
العليقة الحافظة من البروتين المهضوم =  $380 \times 65 / 100 = 247$  جرام  
بروتين مهضوم\*.

وباعتبار أن الحصان ساعة يحتاج ٠,٦٨ كجم معادل نشا، وأن بروتين العليقة  
الإنتاجية ٥٠% من البروتين الحافظ\*.

∴ العليقة الإنتاجية من النشا =  $380 \times 0,68 = 2,584$  كجم معادل نشا\*.

والعليقة الإنتاجية من البروتين المهضوم =  $247 \times 50 / 100 = 123,5$  جرام  
بروتين مهضوم\*.

∴ العليقة الكلية =  $4,964$  كجم معادل نشا،  $370,5$  جرام بروتين مهضوم\*.

المجهود الصافي في العمل ٣,٥ حصان ساعة =  $641,5 \times 3,5 = 2245,25$   
كيلوكالورى\*.

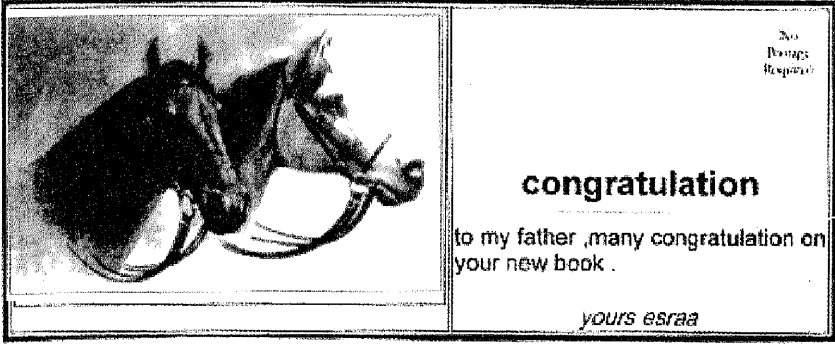
المجهود الفسيولوجي النافع في الغذاء =  $4,964 \times 3761 = 18669,6$   
كيلوكالورى\*.

∴ كفاءة العمل الكلية % =  $2245,25 / 100 \times 18669,6 = 12,025\%$ .

ويمكن تغذية حيوان العمل على علفقة من التبن والبرسيم فقط في حدود ٤ كجم تبين + ٤٠ كجم برسيم، أو ٤ كجم تبين + ٣ كجم كسب قطن غير مقشور (أو علف مخلوط) + ٢٥ كجم برسيم. والدريس والمولاس من الأعلاف المحببة للخيول، وكذلك الردة والرجيع والشعير.

وعموماً فإن الحد الأقصى المسموح به من الأعلاف التالية (كنسبة مئوية من العليقة المركزة) للخيول تكون على النحو التالي:

|    |          |    |               |
|----|----------|----|---------------|
| ٩٠ | شعير     | ٤٠ | شوفان         |
| ٤٠ | بنجر سكر | ٣٠ | أذرة          |
| ٢٥ | كسب صويا | ٢٠ | مسحوق لبن جاف |
| ٢٠ | ردة      | ٢٠ | فول حقل       |
| ٢٠ | سكر      | ٢٠ | كسب دوار شمس  |
| ٢٠ | كسب كتان | ١٠ | مولاس         |



طوالة مستديرة في حوش الرياضة للخيل .



غذيات للخـيول



غذائيات الخيول

ويعطى البغل Mule عليقة ماثلة للحصان Horse • أما الحمار Donkey فيعطى نصف مقررات الحصان • وتعطى الخيل عليقتها على ٣ وجبات، وقد تعطى الوجبة على دفعات •

كما يلزم تقديم الأملاح يومياً بمعدل ٥٠ - ٨٠ جرام ملح، وعند وجود الدريس نستعمل مصدر للكالسيوم فى العليقة • وتقدم الأعلاف العصرية كالبريسيم والراوة فى وقت الراحة الطويلة شتاء، حتى لا تعوق قدرة الحيوان على العمل الشاق وتقلل من مجهوده، بينما تقدم العليقة المركزة مع الذبن فى فترة الراحة القصيرة أثناء العمل بالنهار، والتي لا يجب أن تقل عن ٢,٥ ساعة ظهراً •

ويراعى تنوع مصادر العلف فى العليقة، وعدم استعمال العفن أو التالف منها، أو الساخن نتيجة تكوينه على بعضه، مع عدم استعمال القش الناعم (أقصر من ٣ سم)، أو الحشائش المقطعة قصيراً، وعدم استعمال كم كبير من العليقة فى الوجبة الواحدة، وعند تغيير العليقة من جافة إلى خضراء والعكس يكون ذلك تدريجياً • ولا يجب إجهاد الحيوان فى عمل شديد عقب التغذية مباشرة • كما لا يجب قيد الحيوان عن الحركة، وينبغى وفرة ماء الشرب بكم وافر باستمرار •

وللمهر Foal حديث الولادة ينبغى سرعة رضاعته عقب ولادته بمدة ٢ - ٣ ساعات على السرسوب، ويغطى احتياجاته من الرضاعة أساساً خلال أول ٤ - ٦ أسابيع من عمره • وبداية من الشهر الثانى تقدم العليقة المركزة والدريس لستهلاك منها بحريته، حتى يصل استهلاكه فى عمر ٤ - ٥ شهور حوالى ٢ - ٢,٥ كجم علف مركز، فتتقلم Wean فى عمر ٤ - ٥ شهور • أما فحول الخيل Stallions فتتطلب رفع مستوى عليقتها تدريجياً قبل موسم التلقيح بمدة ٦ - ٨ أسابيع، بمعدل ٢٥ - ٣٠% زيادة فى مستوى الطاقة، وحوالى ٧٠% زيادة فى مستوى بروتين العليقة • أما الفرس الحامل Pregnant mare فيقدم لها عليقة ماثلة المحتوى الغذائى كما فى خيل العمل •

وقد يؤدى نقص البروتين Protein deficiency فى العليقة إلى ضعف الشهية للأكل، فيخفض ذلك من استهلاك الطاقة، فتفقد الخيول من أوزانها ويتأخر نموها • ويمكن للخيول أن تخلق البروتين الميكروبي فى الأعور والقولون، كما يمكنها الاستفادة من الأزوت غير البروتينى NPN (كالوريا) فى تخليق احتياجاتها من الأحماض الأمينية، عن طريق الكائنات الحية الدقيقة بجهازها الهضمى، وهى أقل حساسية للتسمم باليوريا عن المجترات •

### التغذية والسباخ (Feeding and Manure (Litter):

تؤثر التغذية كما ونوعاً على حجم الروث (Faeces) Manure الناتج، ومن نتائج الأبحاث المختلفة فى هذا المجال أمكن استنباط كميات السباخ Litter الناتجة من الحيوان



بالفرشة يوميا، وذلك بضرب مجموعة المادة الجافة بالعليقة التي تأكلها الحيوانات المختلفة في المعاملات الآتية:

|        |     |
|--------|-----|
| للحصان | ٢ر١ |
| للبقرة | ٣ر٨ |
| للغنم  | ١ر٨ |

وإضافة الناتج من الضرب إلى وزن الفرشة المستعملة.

فمثلا البقرة المتوسطة الحجم تأكل يوميا حوالى ١٠ كجم مادة جافة فتنتج كمية سباح تقدر بحوالى  $(١٠ \times ٣٨) = ٣٨٠$  كجم، علاوة على وزن الفرشة المستعملة، وفيما يلى متوسط كميات السباح الناتج من الحيوانات المختلفة بالفرشة يوميا:

| النوع     | الكمية                      |                            |                            |
|-----------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|           | فى اليوم (سم <sup>٣</sup> ) | فى اليوم (م <sup>٣</sup> ) | فى السنة (م <sup>٣</sup> ) |
| الجاموسة  | ١١                          | ٨/١                        | ٤٦                         |
| الثور     | ١٠                          | ١٠/١                       | ٣٦ر٥                       |
| الحصان    | ٨                           | ١٢/١                       | ٣٠                         |
| البغل     | ٨                           | ١٢/١                       | ٣٠                         |
| الحمار    | ٥                           | ٢٠/١                       | ١٨                         |
| رأس الغنم | ٢                           | ٥٠/١                       | ٧                          |

ويزن المتر المكعب من السماد البلدى حوالى ٦٠٠ كجم، أو ٤ - ٥ حمل جمل أو بغير، أو ١٠ غبيط حمار، أو ٤٠ غلقا، أى أن حمل الجمل أو البعير حوالى ١٢٠ كجم، وغبيط الحمار عبارة عن ٦٠ كجم، والغلق يزن ١٥ كجم.

### القواعد العامة الواجب مراعاتها فى تغذية حيوانات المزرعة

#### :General Considerations for Feeding Farm Animals

- ١- توفير الحيوانات ذات الصفات الوراثية الجيدة، حيث إن إنتاج اللبن فى ماشية اللبن وتكوين اللحم والدهن فى حيوانات التسمين، وإنتاج العمل فى حيوانات العمل، كلها صفات تتبع عوامل وراثية تظهر بأقصى إنتاج لو توفر للحيوان العليقة المناسبة التى تفى باحتياجاته الغذائية كاملة.

- ٢- وضع الحيوانات تحت الرقابة البيطرية لمقاومة الأمراض والطفيليات، وعرضها على الطبيب البيطرى كلما استدعى الأمر ذلك.
- ٣- تعريض الحيوانات لأشعة الشمس المباشرة، وعدم حجزها فى الحظائر نهاراً إلا فى حالة الحرارة الشديدة.
- ٤- المقررات التى تحددها المراجع عبارة عن متوسطات إرشادية يمكن العمل على نمطها أو اختيار المناسب منها، ويمكن تعديلها بالزيادة أو النقص، أو إجراء استبدال لمادة أو مجموعة مواد علف أخرى، طبقاً لظروف المزرعة، وتبعاً لأوزان الحيوانات وحالتها، ونوع وكمية الإنتاج، ومدى استجابتها للعليقة.
- ٥- المقررات الغير مناسبة من العلائق إما أنها تحتوى على مركبات غذائية تزيد عن حاجة الحيوان فتذهب سدى أو تنتج نواتج غير مرغوبة كسمنة مواشى اللبن، وإما أن تحتوى هذه العلائق على مركبات غذائية تقل عن احتياجات الحيوان فتؤدى إلى ضعف إنتاجه وتدهور صفاته.
- ٦- تغذية الحيوانات فردياً بإعطائها مقرراتها كل على حدة حتى تحصل كل رأس على نصيبها من العليقة كاملاً، غير أنه إذا كان القطيع كبيراً فإنه يمكن تقسيمه إلى مجموعات متساوية أو متقاربة فى الوزن أو الإدرار أو نوع الإنتاج وتغذيتها جماعياً على أساس متوسط إنتاج المجموعة، مع وزن الحيوانات دورياً فى الصباح قبل الشرب أو تناول العليقة لمعرفة استجابتها للعليقة وملاءمة العليقة وكميتها للحيوانات.
- ٧- تكوين علائق خاصة لكل نوع من أنواع الإنتاجات المختلفة للحيوانات، أو لكل مرحلة من العمر، أو لكل مدى من الأوزان وذلك لتغطية حاجة الحيوان لحفظ حياته وإنتاجاته المختلفة.
- ٨- لإظهار أثر الغذاء يجب مراعاة تقديم العليقة والماء للشرب فى مواعيد محددة، مع نظافة الحظيرة وتهويتها، واعتدال حرارتها وجفاف مراقدها الحيوانات، ونظافة أجسامها وتوفير الماء النظيف للشرب.
- ٩- توفير العلف الأخضر للحيوانات طوال العام لأهميته للصحة، وتوفيره لفيتامين (أ)، وذلك بعدم قصر التغذية شتاءً على البرسيم وحده، وتجهيز فائض البرسيم إلى دريس للتغذية الصيفية، مع توزيع الدريس على شهور الصيف كلها، مع توفير أعلاف خضراء صيفية كالذراوة وحشيشة السودان والذرة السكرية الرفيعة، ويجب ألا يقل عمر النبات عن ٤٥ يوماً من الإنبات.
- ١٠- عند بدء التغذية على البرسيم شتاءً يكون ذلك تدريجياً منعاً للإسهال وتجنباً للاضطرابات الهضمية، فيستبدل ربع العليقة الجافة بالبرسيم لمدة أسبوع، ثم تزداد كمية البرسيم وتقلص العليقة الجافة تدريجياً حتى تصير التغذية قاصرة على البرسيم مع التبن، وذلك يستغرق ١٠ - ١٥ يوماً.

- ١١- يقدم البرسيم على دفعات بعد حشه كي لا يبعثره الحيوان، وليتناوله بشهية، ولا يري بالطوال إلا الحشة الثانية، وبعد تطاير الندى، مع تقصير مقود الحيوانات لإلزامها بأكل النبات كله، وعدم الرعى ليلا منعا للنفاخ.
- ١٢- يحش البرسيم في المساء ويوضع بعيداً عن الأمطار والندى مع عدم تكويمه بدرجة كبيرة (حتى لا يسخن) ثم يقدم للحيوانات في الصباح لتفادى انتفاخ الحيوانات، أو يجمع في الصباح لتغذية المساء، وذلك لتقليل نسبة الرطوبة به، كما يعطى التبن مع البرسيم لتقليل سرعة مروره في القناة الهضمية لزيادة الاستفادة منه.
- ١٣- ينصح كذلك بعمل سيلاج فائق الجودة من مواد العلف الخضراء، وذلك للمحافظة على المركبات الغذائية في المادة الخضراء دون فقد عند عملها سيلاجاً، على أن يؤخذ في الاعتبار أن التغذية على السيلاج تؤدي إلى ظهور حمض البيوتريك في اللبن والذي يؤدي إلى انتفاخ وتشقق الجبن الجاف المصنعة من هذا اللبن، لذا لا يقدم السيلاج للماشية التي سيصنع لبنها لجبن جاف، أو يقدم بعد الحليب وليس قبله.
- ١٤- الاهتمام بصناعة الدريس بالطريقة المحسنة (طريقة المثلاث) لإنتاج دريس فائق الجودة مع تقليل الفقد الميكانيكي عند التحضير والتخزين، ويخزن الدريس في مخازن مهواة جيداً ومظلة بعيدة عن أشعة الشمس، أو تغطى بمظلات لوقايتها من حرارة الشمس ومن الأمطار.
- ١٥- يراعى التأثير الميكانيكي والفسيولوجي لمواد العلف الداخلة في تكوين العليقة، فلا تكون جميعها مليئة (مسهلة) أو ممسكة، فمن مواد العلف المليئة والمسببة لسيولة الدهن رجيع الكون وكسب السمسم وكسب الكتان وكسب الفول السوداني وحبوب الأذرة والشعير ونخالة القمح والذرة، أما المواد الممسكة والمسببة لصلابة دهن الزبدة فهي كسب بذرة القطن والفول والدريس والأتبان.
- ١٦- وجبة المساء (التسهيرة) من العليقة طويلة، فتعطى فيها المواد المائلة التي تحتاج إلى وقت طويل لهضمها كالدريس والأتبان.
- ١٧- الانتفاع لأقصى حد ممكن من المخلفات النباتية والحيوانية الناتجة من المزارع والمصانع القريبة في تغذية الحيوان لتقليل التكاليف، وعدم شراء أعلاف من مناطق بعيدة إلا بعد حساب سعرها بالنسبة لقيمتها الغذائية، وحساب اقتصادية استخدامها بعد تغطية مصاريف النقل والشحن.
- ١٨- استعمال الحبوب في أضيق الحدود في تغذية الحيوانات، وذلك لارتفاع سعرها وللحاجة إليها للاستهلاك الأدمى، لكن يمكن الاستفادة بمخلفات تصنيعها وتجهيزها.
- ١٩- طحن وجرش مواد العلف يزيد من مدى الاستفادة من المواد الغذائية، وتقطيع مواد العلف الخضراء يسهل تناولها ويقلل المساحة اللازمة لتخزينها.

- ٢٠- مخازن الأعلاف تكون مغلقة، وذات سقف محبوكة مانعة للأمطار، وذات فتحات للتهوية لا تقل عن ٢٥% من مساحة الأرضية، وتكون المخازن جافة خالية من الشقوق، وأرضيتها معزولة عن الرطوبة، وتطهر المخازن بالمبيدات الحشرية، والتخزين يكون على عروق خشبية (طبلية) لمنع الرطوبة وتآكل الأجولة، وذلك في صفوف منتظمة وفي طبقات متعامدة على بعضها وبعبداً عن الحوائط.
- ٢١- توفير مادة معدنية في العلائق، بإضافة مسحوق الحجر الجيري (٢%) مع ملح الطعام (١%) في العليقة المركزة.
- ٢٢- ائزان العليقة من حيث توافر النسبة المطلوبة من العناصر الغذائية المختلفة اللازمة للحيوان، على ألا يستعمل البروتين في إنتاج الطاقة لعدم اقتصادية ذلك، وينبغي اكتمال العليقة من فيتامينات ومعادن لازمة للحيوان.
- ٢٣- ارتفاع نسبة الألياف في العليقة يرتبط بانخفاض معدلات هضمها، ومرتبطة بارتفاع مقدار الجهد المستهلك ليضم هذه العليقة وامتصاصها.
- ٢٤- تختلف سعة الجهاز الهضمي باختلاف نوع الحيوان، لذا يراعى زيادة تركيز العليقة من المواد الغذائية كلما صغرت هذه السعة، بينما تزداد المواد المائلة بكبر هذه السعة. ولا تزيد نسبة المادة الجافة في عليقة المجترات عن ٣% من الوزن الحى.
- ٢٥- تتنوع مصادر مواد العلف يؤدي إلى ارتفاع شبيهة الحيوان، وإمداده بالمواد الغذائية اللازمة، التي قد تكون ناقصة في أحد المكونات فيعوضها وجودها في مكون آخر في العليقة.
- ٢٦- ينبغي أن تكون مواد العلف شبيهة ليقبل الحيوان عليها ولا يعافها، فإذا لوحظ عدم قبول مادة العلف ذات الطعم غير المقبول فيجب خفض نسبتها في العليقة، ويستبعد من العليقة ما يكسب اللحم واللبن رائحة غير مستساغة، كما تستبعد الأعلاف التي تعطى للدهون لونا غير مرغوب فيه عند صناعة الزبد.
- ٢٧- ينبغي كذلك خلو العليقة من مواد العلف التالفة أو المحتوية على مواد سامة أو ضارة بالحيوان وصحته وإنتاجه. ويراعى التأثيرات الفسيولوجية لبعض مواد العلف، ككسب القطن الذى يؤدي بالتغذية الشديدة عليه أثناء الحمل المتأخر إلى أضرار بالجنين، كما أنه ضار بالعجول الصغيرة، وحتى لا يكون الدهن الناتج شمعى اللون صلباً فيخلط كسب القطن بأنواع كسب أخرى.
- ٢٨- قطع النباتات قبل الإزهار لعمل الدريس يؤدي إلى إقلال كميته، لكن تكون جودته عالية، لارتفاع قيمته الغذائية وانخفاض نسبة الألياف، أما قطع النباتات عند الإزهار أو بعده ينتج كمية كبيرة من الدريس، لكنها منخفضة القيمة الغذائية لارتفاع نسبة الألياف. إن زيادة عمر النبات يصحبها زيادة البروتين الحقيقى، وتقل نسبة

البروتين الغير حقيقى الذى تحلله البكتيريا فى القناة الهضمية منتجاً غازات تؤدى لنفاخ الحيوانات، لذا ينصح بعدم التغذية على البرسيم صغير العمر، الذى تزداد فيه نسبة البروتين الغير حقيقى.

٢٩- سرعة جفاف الدريس تقلل من نسبة الفقد فيه (نتيجة تنفس خلايا النباتات التى لم تجف)، ولتفادى الفقد الميكانيكى (الناتج عن تقلب البرسيم يومياً لتجفيفه فيفقد الكثير من الأوراق والسيقان الرفيعة فى عملية التقلب) ينصح باتباع طريقة المثليات لتجفيف الدريس، فيقل زمن التجفيف، ويقل الفقد فى المركبات الغذائية، ولا يحدث الفقد الميكانيكى لعدم الحاجة إلى التقلب.

٣٠- انخفاض نسبة الماء فى الأعلاف تساعد على حفظها، فالكسب يجب أن تكون نسبة الماء فيه ١٠ - ١٢%، وفى الحبوب ومساحيق العلف يجب ألا تزيد نسبة الرطوبة بها عن ١٦% وإلا تتعفن وتتحلل، كذلك فإن قابلية موائد العلف الغنية بالدهن للتخزين قليلة لسهولة ترنخ الدهن، إذا ما خزنت فى أماكن رطبة تنمو عليها الفطريات وتتعفن وتتأثر رائحتها وتنفذ جزء كبير من المواد الغذائية.

٣١- أن تكون مواد العلف متنوعة المصادر أى نشوية (كالحبوب ومخلفات المصانع والمضارب) وبروتينية نباتية (كالأكساب المختلفة والجلوتين) وبروتينية حيوانية (كمخلفات المجازر ومصانع الألبان والأسماك) ودهنية (كالأكساب غير مستخلصة الدهن) ومعذنية (كمسحوق العظام والحجر الجبرى والملح المعدنى وملح الطعام)، علاوة على احتوائها على الإضافات الأخرى كالفيتامينات والمضادات الحيوية إذا لزم الأمر إضافتها.

٣٢- تراعى الناحية الاقتصادية عند اختيار مواد العلف، فقد يكون العلف الغالى هو الرخيص بالنسبة لعائد الإنتاج.

٣٣- عند إضافة فيتامينات أو مضادات حيوية فيكون ذلك أولاً بأول، حتى لا يؤثر خطؤها وتخزينها على تركيبها وفعالية تأثيرها، فتفسد بالتخزين الطويل تحت الظروف غير المناسبة.

٣٤- ملائمة شكل وحجم جزيئات العليقة لكل نوع وعمر من الحيوانات.

٣٥- مخاليط العلائق يجب أن تكون خالية من المواد الناعمة جداً بقدر الإمكان، مع الإقلال من كميات المواد التى يتضاعف حجمها عند ابتلاعها (ككسب جنين الذرة)، وكذا الأعلاف المحتوية على مواد غروية فتصبح لاصقة كالصمغ عند ابتلاعها.

٣٦- عند استعمال التبن فى تغذية المجترات فلا يجب أن تزيد كميته عن ١% من وزن الحيوان يومياً، على أن تتخفض كميته فى الصيف؛ لأن الزيادة تنتج حرارة يصعب على الحيوان التخلص منها بالإشعاع، فتزيد سرعة التنفس ويزيد قلق الحيوان وعصبية، فينصرف عن الغذاء، ويتوقف عن الاجترار. وتبن الشعير أغنى فى

قيمته الغذائية عن تبن القمح وأكثر استساغة وأقل خشونة وصلابة، ويفضل خلط مجموعة أتيان معا من مختلف المحاصيل.

٣٧- عند استعمال كسب القطن الغير مقشور يعطى معه الدريس، نظراً لفقر الكسب فى الكالسيوم والكاروتين، مع إعطاء النخالة أو الرجيع مع الكسب؛ لأن الأخير له أثر ممسك، مع عدم تقديمه لحيوانات اللبن بكثرة، لتأثيره على الجهاز التناسلى، وكذلك عدم تقديمه بكثرة لحيوانات العمل، لأنه يظهر على الحيوان علامات التعب والإجهاد وكثرة رغبتها فى الشرب وإفرازها للعرق بكثرة.

٣٨- يختلف قوام الدهن الناتج من التغذية على الأكساب المختلفة، فالتغذية بكثرة على كسب القطن غير المقشور ينتج عنها دهنا صلبا شمعى القوام، بينما الدهن الناتج من التغذية على كسب الكتان دهن طرى. علماً بأن أكساب الكتان والسمسم والفلو السوداني تأثيرها جميعا ملين.

٣٩- للردة والرجيع تأثير ملين، فيقدمان للحيوانات مع الكسب أو الدريس، كما يؤديان إلى سيولة دهن الزبد فى مواشى اللبن، والنخالة غنية بالفوسفور فقيرة فى الكالسيوم، لذا يضاف إليها الدريس للتغذية، وكثرة رجيع الأرز لحيوانات العمل ترخى العضلات.

٤٠- دق الفول ناتج عن جرش الفول وهو كسر وقشور ويحل محل الفول، وكذلك سن العدس ناتج من جرش العدس وهو عبارة عن كسر وقشور، وتحل محل الفول كذلك.

٤١- ١ جم دهن يعطى باحتراقه ٩,٢ كيلوكالورى، والدهون يمكن الاستفادة من طاقتها كلها، أى أن محتواها من الطاقة = الطاقة القابلة للتحويل منها، لأنها لا تنفد شئ، لأنها لا تدخل فى تكوين الميثان كما فى الكربوهيدرات. ونظراً لاختواء الدهن على بعض المواد عديمة الهضم كالشموع أو المواد الملونة فإنه يحتسب طاقة الدهن النباتى ٨,٦ كيلوكالورى وللدهن الحيوانى ٩,٥ كيلوكالورى/جرام.

٤٢- الفترة التى يحتملها الحيوان من الجوع تتوقف على عمره، وحجمه، وحالة التغذية والعمل، فللحصان والبقر ٨ أيام والكلب ٦٠ يوماً، والدواجن ٣٤ يوماً. وإذا استمرت حالة الجوع أكثر يموت الحيوان ضعفاً. إنتاج الطاقة فى حالة الجوع هذه يسمى بالميتابوليزم الأساسى، وإنتاج الطاقة فى هذه الحالة يأتى من مادة الجسم. ويفقد الجسم حوالى ٥٠% من وزنه، ويكون الفقد فى البروتين أولاً، ثم فى الدهون، ثم فى البروتين ثانية (والذى يؤدى للموت).

٤٣- ٣٠° م لمعظم الحيوانات تعتبر درجة حرارة حرجة [فى الجوع]، لو ارتفعت عنها درجة حرارة الجو لا ينخفض فى الحيوان ميتابوليزم الطاقة أكثر، بل يزيد، لأن

الحيوان يلزمه كمية دفي معينة لعمل الأعضاء الداخلية، فإنتاج هذا الكم من الطاقة يرفع درجة حرارة الجسم ويتخلص الجسم من أثرها بالعرق وبشرب الماء.

٤٤- إن طاقة الغذاء لو حولت إلى دفي فإنه لا يمكن تحويلها إلى شكل آخر للطاقة، فتعتبر فقد، عكس الطاقة الحرة المستخدمة في الأغراض الحيوية والإنتاجية. وفي نقص التغذية فإن كلا الطاقين يدخلان لإنتاج الدفي.

٤٥- زيادة دهن الجسم يصحبه نقص البروتين والماء والرماد.

٤٦- أقل احتياج للجسم من أى مادة غذائية هو القدر اللازم لاتزان هذه المادة في الجسم.

٤٧- ١ كيلوم دهن في الجسم يحتاج لتكوينه ٤ كيلو نشا، وبمعرفة كمية الدهن (بتجربة تنفس أو بمعرفة المواد الكلية المهضومة) المتكونة في الجسم من ١٠٠ كيلو علف وضربها  $\times 4$  نحصل على مكافئ النشا للعلف هذا.

٤٨- ١ جرام TDN = 4,4 Kcal DE

4,6 Kcal ME =

1,75 Kcal NE =

0,725 SV =

٤٩- وحدة الغذاء الاسكندنافية = ١ كيلو شعير، والفرق فيها عن معادل النشا هو أن معامل تحويل البروتين لقيمة نشوية (أو لقيمة لبن) ١,٤٣ (بدلاً من ٠,٩٤).

٥٠- الوحدة الغذائية الروسية = ١ كيلو شوفان = طاقة صافية ١٤١٤ كيلوكالورى. وتحسب عادة بنفس العوامل لحساب قيمة النشا، لكن يقسم المجموع في الآخر على ٠,٦.

٥١- وضع Kellner للبقر (وللخنازير) للحفظ ٦٠ جم بروتين مهضوم/١٠٠ كيلو وزن. ووضع Kellner للغنم للحفظ ١٠٠ جم بروتين مهضوم/١٠٠ كيلو وزن.

٥٢- ميجا جول = ٠,١٠١ معادل نشا

٥٣- حيز الجسم التمثيلي (و<sup>٠,٧٥</sup>) = الجذر التربيعي للجذر التربيعي لحاصل ضرب وزن الجسم في نفسه في نفسه.

٥٤- الميتابوليزم القاعدى (أساسى) Basal metabolism هو الطاقة المنطلقة من الجسم في حالة راحة تحت ظروف بيئية مريحة، وفي مرحلة ما بعد الامتصاص (١٢ ساعة بعد تناول الغذاء).

٥٥- معدل الميتابوليزم الأساسى Basal metabolism rate يقصد به الميتابوليزم القاعدى معبراً عنه بالكيلو كالورى لكل وحدة حيز جسم (مسطح الجسم بالمتر المربع، أو الوزن مرفوعاً للأس ٠,٧٥).

- ٥٦- الاستكشاف Biopsy أى إزالة وفحص أنسجة أو مواد أخرى من الجسم الحى، عادة للتشخيص.
- ٥٧- Bolus هى الكتلة الصلبة المبلوعة والمجتررة.
- ٥٨- Chyme هى مادة نصف صلبة تتشأ بفعل عصير المعدة على الغذاء المبلوع.
- ٥٩- Cornlage سيلاج نبات الذرة كامل ناضج مضاف إليه ماء.
- ٦٠- Cud الكتلة الصلبة المبلوعة أثناء عملية الاجترار.
- ٦١- Electrolyte أى مادة تذوب فتتأين وتوصل تيار كهربى.
- ٦٢- Haylage سيلاج سابق التجفيف أو التدبيل.
- ٦٣- Hematocrit أى النسبة المئوية الحجمية لكرات الدم الحمراء فى الدم الكلى أو حجم الخلايا إلى حجم البلازما.
- ٦٤- Kopra أى كسب جوز هند Coconut oil meal، منخفضة البروتين (٢٠ - ٢١%)، عالى الألياف (١٢ - ١٥%)، فقير الاتزان فى الأحماض الأمينية الأساسية، لذلك تقتصر تغذيته على المجترات فقط، ويشبه علف جلوتين الذرة (جلوتين + ردة) بالنسبة لماشية اللبن.
- ٦٥- Soiling crops أى محصول يغذى أخضر دون تدبيل أو تخمر.
- ٦٦- Stalklage هو سيلاج حطب ذرة، بعد إضافة كميات كبيرة من الماء.
- ٦٧- Tankage: مسحوق لحم مطبوخ على درجات حرارة عالية فى أوانى مغلقة بضغط البخار.
- ٦٨- Tricarboxilic acid cycle (Citric acid cycle, Krebs cycle) هى عمليات بيوكيماوية على السكر والأحماض الدهنية والأمينية، فيها يتم ميتابوليزم السلاسل الكربونية إلى ك<sub>٢</sub> أ + يد<sub>٢</sub> أ + طاقة
- ٦٩- Xerosis تعنى جفاف الجلد أو الجفون.





**الفصل السادس**

**تغذية الأسماك**

**Fish Feeding**



## الفصل السادس

### تغذية الأسماك

### Fish Feeding

تقديم:

للأسماك أهمية غذائية عظيمة لارتفاع محتواها من البروتينات عالية القيمة البيولوجية، والأحماض الدهنية الضرورية (عالية عدم التشبع PUFA)، والفيتامينات (وأهمها D, A)، والعناصر المعدنية (Ca, Fe, I... إلخ)، لذا فهي غذاء هام للغنى والفقر، الصحيح منهم والمريض، وكذا غذاء للحيوانات، وتدخل في كثير من الصناعات. لذا قال المولى سبحانه وتعالى: ﴿وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا ۖ وَهُوَ الَّذِي يُضَوِّجُ الْبَحْرَ لِيَتَأَخَذَ مِنْهُ الْكَلْبُ الْحَمِيمُ﴾ (النحل/ ١٤) صدق الله العظيم.

ويقول المثل الصيني "لا تعطنى سمكة، بل علمنى كيف اصطاد"، لذا وجب فهم طبيعة وتركيب وسلوك واحتياجات السمك قبل التعامل معه. فالجهاز الهضمى هو الجهاز المتعامل مع الأغذية، وفيه وبواسطته يتم تناول الغذاء وهضمه وامتصاصه وإخراجه (جزئيا)، ويتطور الجهاز الهضمى بسرعة ليكتمل تشريحيًا ووظيفيًا في خلال أسابيع قليلة. كما يتباين تركيب الجهاز الهضمى في الأسماك عنه في الحيوانات الفقارية الأخرى، سواء من حيث تركيب الأسنان، وضمور اللسان وثباته، ووظيفة كل من الفم والمرئ والمعدة والخلايا الغدية المعدية والأمعاء، وتركيب الكبد والبنكرياس، وموقع فتحة المخرج.

كما يتباين تركيب الجهاز الهضمى كثيرا بتباين أنواع الأسماك، بداية من حجم فتحة الفم وموضعها، وتركيب وعدد ونوع وشكل الأسنان، ووجود المعدة من عدمه، وشكل المعدة، ووجود الزوائد البوابية (الأعورية) من عدمه، وعددها، وعدد فصوص الكبد، وتركيب البنكرياس، وموقع فتحة المخرج.

مما تقدم يتضح مدى تباين الأسماك فيما بينها من حيث التركيب الخارجى والتشريحي للجهاز الهضمى، مما يؤدى إلى تباينها كذلك في عاداتها الغذائية، علاوة على اختلافها في مواقع معيشتها (من عمود الماء)، مما أدى إلى تقسيمها من حيث تغذيتها إلى مجاميع متباينة، منها آكلات أعشاب Herbivores، ومنها آكلات لحوم Carnivores (مفترسة Predators)، ومنها القوارت (الكانسة) Omnivores، أو آكلات هوائى Planktivores (نباتية أو حيوانية)، وآكلات حشرات Insectivores، وآكلات قواقع Snails، وآكلات كائنات قاعية Benthos، وآكلات أسماك Piscivores، وآكلات حشائش، ومتطفلة Parasitis، وآكلات مرجان Coral reef، وآكلات فئات Detritus وطين Mud، إلى غير ذلك بما يتلاءم مع معيشتها، وتحورات أجهزتها الهضمية.

## الاحتياجات الغذائية Nutritional Requirements:

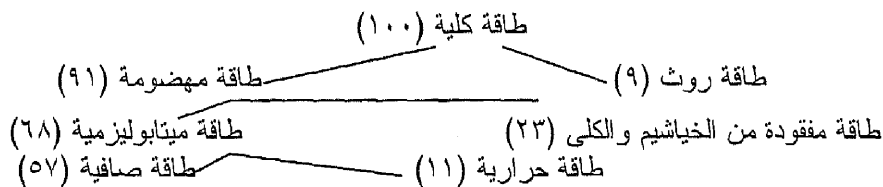
يتم تقديرها تحت ظروف معملية تجريبية، وعلى أنواع محددة، ويتم فيها التغذية بمعدلات محددة، وعلى عدد مرات مقننة حسب رؤية وظروف الباحث نفسه، علاوة على صعوبة تقدير الاحتياجات الغذائية للأسماك للأسباب التالية:-

- ١- تحليل فائض الغذاء في الماء.
- ٢- اختلاف كمية وعدد الوجبات الغذائية اللازمة لأفضل نمو وكفاءة غذائية حسب النوع السمكي.
- ٣- تداخل عناصر الماء مع تلك للغذاء (كالسيوم - ماغنسيوم - صوديوم).
- ٤- تلوث الماء بمركبات الأزوت الخارجة من الخياشيم ومع البول.
- ٥- صعوبة تقدير معاملات الهضم الصحيحة، لذوبان المغذيات من الروث، لاختلاطه بالماء، أو لإخراج غذاء غير مهضوم مع الروث وتلوثه بسوائل الجسم وطلائع الأمعاء.

مما يجعل النتائج المتحصل عليها متضاربة Conflicting، (لاختلاف الظروف التجريبية لكل باحث) مما يستحيل معه تعميمها على الإطلاق، علاوة على قصور المعلومات على أنواع معينة محددة، مما يضطر البعض إلى تغطية بعض المعلومات الغذائية للأسماك على نمط المعلومات الغذائية المتوافرة لذوات الدم الحار، رغم شدة التباين الكبير بين الأسماك والحيوانات الأرضية في هذا الشأن.

وعموماً أوضحت الدراسات اختلافات في الاحتياجات الغذائية بين الأنواع السمكية، إذ تختلف هذه الاحتياجات لأسماك الماء البارد Temperate (Coldwater) عن تلك لأسماك الماء الدافئ Warmwater fishes، وكذلك لأسماك المياه المالحة Marine (salt) water عن تلك لأسماك المياه العذبة Freshwater.

والأسماك محول كفاء للغذاء، نظراً لانخفاض احتياجاتها من الطاقة لتمثيل بروتين الغذاء وبناء بروتين العضلات، وتستخلص طاقة من البروتين أكبر مما تستخلص الحيوانات الأخرى، لإخراج السمك ناتج ميتابوليزم البروتين في صورة أمونيا، ولعدم تطلبها طاقة لحفظ درجة حرارة أجسامها ثابتة (لأنها من ذوات الدم البارد Cold blooded أو متغيرة درجة الحرارة)، علاوة على أنها لا تتأثر سلبياً بزيادة مستوى بروتين العليقة، لاستطاعتها التخلص من نواتج تمثيلها الغذائي، أي أن الاحتياجات الحافظة من الطاقة للأسماك منخفضة، بينما الاحتياجات البروتينية (من الطاقة الكلية للعليقة) مرتفعة للأسماك عنه للحيوانات الأرضية.



وتتطلب الأسماك احتياجات غذائية متنوعة تدخل في بناء أنسجة الجسم المختلفة  
تتلخص فيما يلي:

١- **عناصر معدنية:** كالسيوم والفوسفور والمغنسيوم والصوديوم، والحديد والنحاس والكوبلت واليود والزنك وغيرها، مما يدخل في بناء الهيكل العظمي والقشور، وتجلط الدم، والنقل العصبي، وانقباض العضلات، وتؤثر على النمو، والاتزان الحامضي القاعدي، أو الأسموزي، وتركيب الهيموجلوبين والإنزيمات والهرمونات.

٢- **مركبات آزوتية:** تتناسب مع نوع السمك، فأكلات اللحوم تحتاج مستوى مرتفع من البروتين الغذائي عن احتياجات أكلات الأعشاب، كما أن بروتين عليقة الأسماك آكلة اللحوم يكون مرتفع القيمة الحيوية لكونه حيواني المصدر، بينما بروتين عليقة الأسماك آكلة الأعشاب يكون منخفض القيمة الحيوية لكونه نباتي المصدر، فالنسبة الغذائية أو الزلائية تكون ضيقة لأكلات اللحوم عنها لأكلات العشب. واحتياجات الأسماك بوجه عام من البروتين الغذائي أعلى بمعدل ٢ - ٤ مرات قدر احتياجات الحيوانات الأرضية، لأن الأسماك تفضل استخدام البروتين الغذائي كمصدر للطاقة، فالبلطي يتطلب ٣٠ - ٥٧% بروتين خام في العليقة، بينما القراميط ٢٨ - ٤٠%، والمبروك العادي ٢٨ - ٤٧% كقيم موصى بها، حسب النوع والعمر. والأهم من البروتين الغذائي ذاته هو مراعاة الاحتياجات من الأحماض الأمينية التي تدخل في بناء البروتينات، والفيتامينات والهرمونات والتي تتدخل في الميتابوليزم.

٣- **الدهون:** كمصدر للطاقة (موفر للبروتين)، والأحماض الدهنية الأساسية اللازمة للنمو والوظائف الحيوية، وكمصدر للفيتامينات الذائبة في الدهون، وتحسن من التحويل الغذائي، ويمكن إدخال الدهون والزيوت في علائق الأسماك بنسبة ١٠ - ٢٠% (إلا أن زيادة نسبة الدهن في الغذاء تزيد من تخزين الدهن في الجسم، وتسبب أمراض الكبد في السمك، وتسرع من أكسدة وفساد أنسجته، وتؤثر على طعمه)، ومن الضروري احتواء العليقة على ١% من كل من حمض اللينولييك واللينولينيك.

٤- **الكربوهيدرات:** في غذاء الأسماك كمصدر للطاقة، يوفر البروتين للنمو (بدلاً من استخدامه كمصدر للطاقة)، كما يمكن إحلالها محل الدهون جزئياً في العلائق، ولكن بقدر، لأن الأسماك بوجه عام أقل قدرة عن الحيوانات الأخرى في تمثيلها للكربوهيدرات (لنقص نشاط إنزيمات الهكسوكيناز)، كما أن الأسماك تشبه الحيوانات

المريضة بمرض السكر في استفادتها من الطاقة من أكسدة البروتينات (الأحماض الأمينية) التي تدخل في تخليق الدهون التي تخزن في الكبد، وفي إنتاج الطاقة في الأسماك. وإن كانت الكربوهيدرات أرخص مصادر الطاقة في الغذاء، إلا أن الأسماك أقل احتياجاً للحرارة عن الحيوانات الأرضية، لذلك فإن نسبة البروتين إلى الطاقة ضيقة جداً في علائق الأسماك عن الحيوانات الأخرى. والأسماك آكلة العشب والكانسة يمكن تغذيتها على نسبة عالية من الكربوهيدرات حتى ٥٠% فأكثر، بينما الأسماك آكلة اللحوم لا تحتمل التغذية الغنية بالكربوهيدرات (وإن أمكن أقلمة بعضها على مستويات ١٥ - ٣٠% كربوهيدرات في علائقها دون أضرار).

٥- **الفيتامينات:** هامة للنمو والتناسل، والتمثيل الغذائي ووظائف الأعضاء، ولون لحوم الأسماك، وبناء الهرمونات والإنزيمات، والدم والأنسجة العصبية والعظام والغضاريف والجلد، وإزالة سمية المواد السامة من الجسم، وتقوية الجهاز المناعي ومقاومة الأمراض. وهناك اقتراحات عامة بمستويات الفيتامينات في العلائق لأسماك المياه الباردة، وأخرى لأسماك المياه الدافئة، ويتم تعديلها من وقت لآخر على ضوء نتائج الأبحاث.

#### مصادر الغذاء Feed Resources:

تتغذى الأسماك في الأجسام المائية الطبيعية على أغذية طبيعية Natural، بينما في المزارع السمكية قد تتغذى على الغذاء الطبيعي فقط، أو قد يستكمل أو يضاف إليه كذلك غذاء صناعياً (خارجياً) Supplement، أو قد تكون التغذية صناعية كلية Complete A.D.، كما في الإنتاج المكثف. أي أن الغذاء قد يكون مصدره ذاتياً Autotrophic من الجسم المائي ذاته، أو خارجياً باستخدام التغذية الصناعية، أو الإضافات المختلفة والأسمدة Fertilizers.

**المصادر الطبيعية Natural Resources لغذاء الأسماك:** تتكون من النباتات والطحالب، والهوائم المختلفة، واللافقاريات، والأسماك في دورة بيولوجية بعناصرها الثلاثة (المنتجات، المستهلكات، المختزلات).

ونظراً لعدم كفاية المصادر الطبيعية لتغذية الأسماك للحصول على إنتاج اقتصادي من السمك وتنمية الثروة السمكية، لذا فإنه يتم تسميد الأجسام المائية بالمخصبات المختلفة، سواء غير العضوية أو العضوية، لكن ينبغي إضافة العناصر التي تعوز الجسم المائي (تربة وماء)، إذ أن غزارة التسميد قد لا تؤدي إلى زيادة الإنتاج بل قد تضر به.

فالأسمدة وسيلة رخيصة لزيادة إنتاج السمك، بتنشيطها الدورة البيولوجية، إذ يمتصها قاع الجسم المائي ويحللها ويذوبها في الماء لتصبح صالحة لامتصاصها بواسطة الخلايا النباتية. والأسمدة الفوسفاتية تعتبر أهم العناصر الغذائية لندرة الفوسفور في

الماء، ولشدة حاجة النباتات إليه بنسبة أكبر من أى عنصر آخر. وقد يضاف الفسفور مع النيتروجين بنسب ١ : ٤، وفي حالة قلوية القاع تكون النسبة ١ : ٨، والقاع الطيني الغنى بالغريان ينتج النيتروجين طبيعياً ولا يحتاج للتسميد الأزوتى. والأسمدة الجيرية ترفع من قلوية الماء، وتساعد على تحلل الفضلات العضوية، وتضمن استمرار نمو الحياة النباتية.

كما أن الأسمدة العضوية Organic manures تعيد العناصر الغذائية إلى الدورة البيولوجية Biological cycle، وتحسن من تركيب القاع، وتشجع على نمو البكتيريا، مما يحسن من إنتاج الهوائيم الحيوانية. لكن سوء استخدام الأسمدة العضوية يخفض من تركيز الأوكسجين فى الماء، علاوة على محتواها من السموم ومسببات الأمراض، مما يضر بصحة الأسماك ومستهلكيها، وقد يؤدي إلى زيادة غنى الماء غذائياً Eutrophic، مما يعوق وصول الشمس، فيقف البناء الضوئى Photosynthesis، ويستهلك الأوكسجين، ويتراكم كبريتيد الهيدروجين للحدود السامة.

وعند التسميد تراعى الشروط التالية لتتمام الاستفادة من الأسمدة:

- ١- قبل التسميد تعامل التربة بالجير، لتوفير ظروف متعادلة أو قلوية خفيفة، لأن الحموضة للتربة تقلل امتصاص الأسمدة.
- ٢- أن يحتوى القاع على الغريان Humus باعتدال، مع خلو القاع من الغاب، والحشائش السليولوزية التى تقلل من التحلل والإنتاج.
- ٣- حش النباتات المنافسة للأسماك على الأسمدة.
- ٤- لا تخط الأسمدة الجيرية مع كبريتات الأمونيوم، وتترك فترة أسبوعين بين التسميد بالسوبرفوسفات والتسميد الجبرى، لأن الجير يبطئ من إذابة الفوسفات.
- ٥- تتوقف كمية الأسمدة وأنواعها على تركيب وخواص تربة الجسم المائى.

أما مصادر التغذية الصناعية Artificial Feed Resources للأسماك المستزرعة فتشمل المصادر النباتية والحيوانية، سواء من النباتات والحشائش (أرضية ومائية)، ومخلفات الحقول، ومخلفات التصنيع الزراعى، والإضافات المعدنية والفيتامينية والهرمونية والمضادات الحيوية ومضادات الأكسدة والعقاقير والملونات ومنشطات النمو وغيرها. إذ قد دخلت تغذية الأسماك كثير من المصادر العلفية التقليدية وغير التقليدية، مثل الحبوب والبذور بأنواعها المختلفة، ونواتجها العرضية التصنيعية، وأوراق النباتات المختلفة، والأعشاب البحرية، ومخلفات مصانع الأسماك والألبان والمجازر والمكرونة والبسكويت، والسلع الغذائية المختلفة، ومخلفات المزارع الحيوانية والداجنية، ومخلفات الأسواق والفنادق والمطاعم والمطابخ والمخابز، والخمائر والمولاس والكائنات الدقيقة، وشرانق دود الحرير، والخضراوات والفواكه، والأسماك والحيوانات البحرية. مما أدى



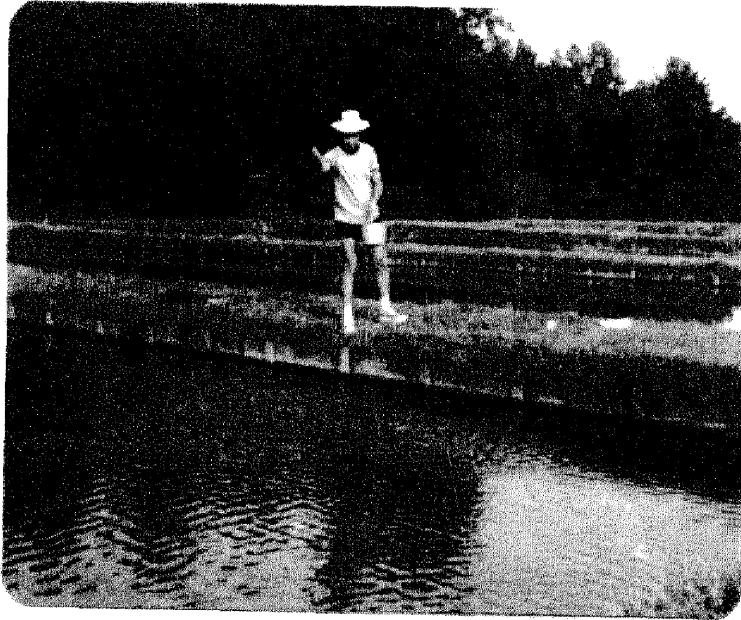
لإشاعات مخرضة من أن هذه التغذية الصناعية قد تؤدي لإنتاج أسماك تتسبب في أمراض وتسمم الإنسان لمحتواها الطفيلي، والبكتيري، والفيروسي، والفطري، وما تحمله من سموم مثل سيجواتوكسين، وسكوميرتوكسين، وسموم المحاريات، عناصر ثقيلة، ديوكسينات، لكن هذه الأمراض لا علاقة لها بالحملة الشرسة التي قادتها وسائل الإعلام ومجموعة وزارية لمحاربة أصحاب الأقفاص السمكية (والتي نعتهم بالأساطرة) وكان الأقفاص السمكية بدعة مصرية، وقام غير المتخصصين بكيل الاتهامات الجرافية (دون سند) من أن الأسماك غير صالحة للاستهلاك الآدمي، وأنها مصدر لتلوث النيل (متناسية مصادر التلوث الصناعي والزراعي والحضري) وتهدد الصحة العامة، وأنها تتغذى على القمامة والأرواث والمخلفات، وهذا على عكس آراء ونتائج أبحاث العلماء والمتخصصين. علماً بأن الاستزراع السمكي هو طوق النجاة للخروج من مشكلتي الاستيراد وانخفاض نصيب الإنسان المصري من البروتين الحيواني عموماً والسمكي خصوصاً.

فالأسمك محول غذائي كفاء لذا وجد أن معامل هضم السمك البلطي للبروتينات ٧٥ - ٩٧%، وللدهون ٧٢ - ٩٠%، وللطاقة ٣٩ - ٨٩% وللكربروهيدرات ٣٢ - ٨٠% حسب المكونات العلفية. ويتأقلم الهضم والامتصاص في الأسماك الكانسة Omnivore مع العليقة، والتي تتكون من مساحيق وسيلاج (نباتات مائية كورد النيل وعدس الماء والطحالب والأوزولا، نفايات الأسماك كالسمك الصغير ونفايات مصانع التدخين والتعليب والتشفية)، وبروتينات وحيدات الخلية S.C.P، ولب البن Coffee pulp، جمبرى المياه العذبة Crayfish، مركّزات بروتين (أوراق نبات أو أسماك)، مخلفات مصانع ألبن ومطاحن ومضارب، إضافة للمكونات العلفية التقليدية (مسحوق سمك، جبوب، بقول، أكساب) وغيرها كثيراً كالخبيزة وكسب نوى البلح وكسب بذور المطاط... الخ.

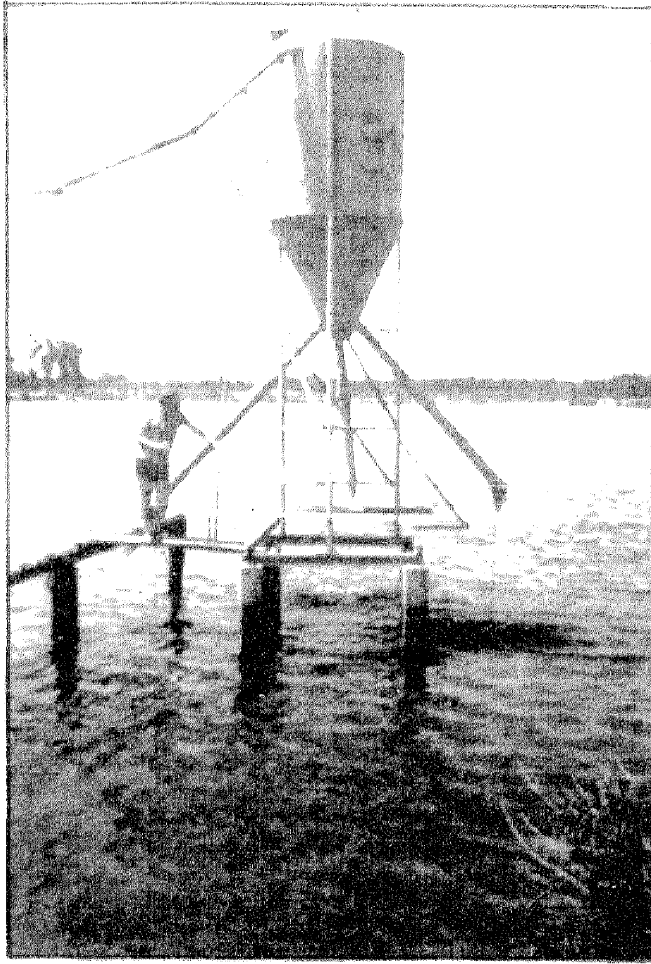
عموماً وبعد انتشار التصحر، وزيادة مساحة المدن على حساب الأراضي الزراعية (وتقلص مساحة المراعي)، والهجرة من الريف إلى المدن والخارج، فليس أمام العالم الثالث Third World (المسمى بعالم الجنوب أو الفقر Poverty) بعد اتفاقية التجارة العالمية GATT والعولمة Globalization (التي كلاهما استنزاف لموارد العالم الثالث لصالح عالم الغنى Wealth أو الشمال) إلا زيادة الاستزراع السمكي وتكثيف إنتاجه كمصدر للبروتين الحيواني رخيص التكاليف، لذا سيزيد الإنتاج السمكي العالمي من الاستزراع عام ٢٠٢٠م إلى ٤١% (بدلاً من ٣١% حالياً) من الإنتاج الكلي، لذا نصت نشرة مركز أسماك العالم WFC/معهد بحوث سياسة الغذاء العالمي IFPRI على أن صغار الصيادين مسئولون عن التغلب على الجوع والفقر، لذا زاد إنتاج أسماك الصين ما بين عامي ١٩٧٣ - ١٩٩٧م من ١٠ إلى ٣٦% من إنتاج العالم مما أدى إلى زيادة استهلاكها من ١١ إلى ٣٦% من إنتاج العالم. إذ يشكل السمك ٣٠% (٥٢ - ٦٨%) من البروتين الحيواني المستهلك في آسيا (بينما هو ٦% في أمريكا، ١٦% في العالم).

يستخدم ٧٠% من صيد العالم ومنتجات المصايد كغذاء آدمي، وتشكل الأسماك ومنتجاتها (ومنتجات القشريات) ١٥,٦% من مصادر الغذاء البروتيني الحيواني، و ٥,٦% من مصادر الغذاء البروتيني الكلية كمتوسط عالمي. ورغم الضجة الإعلامية المغلوطة عن تفشي هرمون التستسترون في الأسماك البرية من سوء استخدام الهرمون لإنتاج أسماك وحيدة الجنس (كلها ذكور)، إلا أنه ثبت أن تركيز هرمون التستسترون أقل في الأسماك وحيدة الجنس الناتجة بالمعاملة الهرمونية عنه في الأسماك البرية غير المعاملة، وذلك لأن المعاملة بالهرمون الخارجى تثبط إنتاج الهرمون الطبيعي، فعند عمر التسويق يكون تركيز الهرمون أقل في الأسماك المعاملة (وهي زريعة) عن الأسماك غير المعاملة.

وتقدم العليقة الإضافية أو الصناعية في شكل ناعم أو مبسوس أو محبيب، طافي (مبتقوق Extruded) أو غاطس Sinking، سواء يدويا أو بموزعات علف، بمعدلات (من وزن الجسم) متناقصة بزيادة العمر.



تغذية يدوية للأسماك المستزرعة.



### الغذائيات الذاتية التغذية حسب الطلب للأسماك

ويجب أن يراعى فى الغذاء الصناعى للأسماك ما يلى:

- ١- أن يكون رخيص الثمن ومتوافر فى البيئة المحيطة.
- ٢- أن يكون مقبول الطعم، وذات معاملات هضم وكفاءة تحويلية عالية.
- ٣- أن يكون تركيبه الكيماوى ملائم لنوع السمك، وفى باحتياجاته المختلفة.

- ٤- أن يتناسب حجم جزيئاته وصفاته الطبيعية مع عمر السمك وعاداته الغذائية.
- ٥- أن يقدم على عدة وجبات يومية.
- ٦- أن يقدم بالكلم المناسب لأعداد الأسماك وأحجامها واستهلاكها.
- ٧- أن يكون متعدد المصادر الحيوانية والنباتية، ومتوازن من حيث الطاقة والبروتين، ومحتويًا دهون وفيتامينات وأملاح معدنية.
- ٨- عند تغيير العليقة بأخرى فيكون الانتقال تدريجيًا.

### هضم الغذاء وامتصاصه:

يتوقف هضم الغذاء على تركيبه الكلى، وتركيب مكوناته، ودرجة طحنه، ومعدلات وتكرار التغذية، وسرعة تفريغ المعدة، وللهم شق ميكانيكى وآخر إنزيمى أو كىماوى. وبعد الهضم يمتص الغذاء المهضوم، ويمثل غذائيا، وتتصرف طاقته فى أشكال ميتابوليزمية وإخراجية وإنمائية، جسدية Somatic وتناسلية Gonad، بنسب متباينة بتباين أنواع الأسماك، حسب طبيعتها الغذائية، إذ أن الأسماك آكلة اللحوم تمتص طاقة غذاء أكثر مما تمتصه آكلات العشب التى تخرج فى أروائها (غير المهضوم) أكثر مما تخرج آكلات اللحوم، وعليه فالطاقة الغذائية المستفاد بها لنمو آكلات اللحوم أعلى من تلك فى آكلات الأعشاب، أى أن التحويل الغذائى عالى فى الأسماك آكلة اللحوم.

### الغذاء العضوى:

وبفيد محتوى عليقة الأسماك من فيتامين E فى تثبيط أكسدة دهون العضلات، كما الإينوسيتول فى العليقة لازم لكفاءة تمثيل الدهون والنمو الطبيعى للسمك ومناعته لليكترويا المرضية. عموماً هناك اتجاه عالمى للزراعة المائية العضوية Organic Aquaculture، والتى لا تستخدم فى تربية كائناتها المائية أى كائنات معدلة وراثياً Genetically modified organisms (GMO)، بما فيها فول الصويا ومساحيق الأذرة من النباتات المعدلة وراثياً، فكل مصادر البروتين من GMO ممنوعة فى كل المواصفات القياسية العضوية Organic standards على مستوى العالم، والتى تحدد المصادر المتاحة من البروتين العالى مرتفع الهضم والأعلاف الاقتصادية الممكن الاستفادة بها كأعلاف للكائنات المائية Aquadeeds. وتنتشر الزراعة المائية العضوية فى دول الاتحاد الأوروبى وكندا والولايات المتحدة، ولكل منها مواصفاتها القياسية التى تتوقف غالباً على وجهة النظر فى تكوين علاقتها. فالأسماك العاشبة Herbivores (كالبلطى) والكانسة Omnivores (كالقرومط) والجمبرى يمكن استزراعها عضوياً بسهولة نظراً لاحتياجاتها الغذائية والمصادر العلفية التى يمكن أن تكفيها.

ورغم كثرة محاولات إحلال بروتين مسحوق السمك (كمكون أناسى وكفاء فى علائق الأسماك) ببروتينات نباتية، لعدم وفرة مسحوق السمك وارتفاع سعره، إلا أن كل

البروتينات النباتية تحتوى بشكل طبيعى على مواد غير غذائية وأخرى ضارة، علاوة على عوزها لواحد أو أكثر من الأحماض الأمينية الأساسية، كما أن هذه البروتينات النباتية أفقر فى هضمها وأقل استساغة للأسماك، مما يجعل من مسحوق السمك فى علائق الأسماك ضرورة، فيزيد الطلب عليه لزيادة الاستزراع، فيرتفع سعره باستمرار. عموماً فإن الجهل بالسلوك الغذائى يزيد من تكاليف التغذية، والتي تعد أعلى عناصر التكلفة فى الاستزراع المائى، فاحتياجات فترة الحضنة تختلف عن فترة النمو، كما أن طول وقطر حبيبات العليقة وطفوها أو غطسها، إضافة للمكونات العلفية، ونسبة البروتين والطاقة للبروتين ٠٠٠ إلخ، كلها من الأهمية بمكان لكفاءة إنتاج اقتصادى.

### البيئة المائية:

هى وسط معيشة الكائنات المائية المأكولة للإنسان والحيوان، علاوة على ما تحتويه من أملاح وكميائيات وكائنات أخرى مفيدة للبشرية. والماء فى حد ذاته سلعة عامة، وحق للإنسان، بجانب أنه حاجة ضرورية للإنسان، لذا وجب المحافظة عليه لاستدامة الاستفادة من خيراته، سواء كماء للشرب أو للمصايد أو كمصدر للطاقة وغيرها، وخاصة فى القارة السمراء المهددة بالجفاف والتصحر والفقر، بجانب الأمراض (التهاب كبـ وبائى/ايدز) والجهل والحروب. ومن الثابت أهمية المصايد والاستزراع السمكى للعالم النامى، سواء للاستهلاك أو للتصدير. فالأسماك غذاء بروتين حيوانى اقتصادى الأسعار، فيشكل مصدر البروتين الحيوانى الأساسى فى غذاء الشعوب النامية، فيزيد الطلب عليه، فيزيد معدل الاستزراع السمكى (لزيادة استهلاك الأسماك فى الدول النامية سنوياً بمعدل ٢% حتى عام ٢٠٢٠م)، وتتكامل الأنشطة السكانية على الشواطئ (زراعة وصناعة وسياحة وفندقة وغوص ورياضات مائية أخرى مع الازدحام العمرانى والردم للمسطحات المائية وإزالة أشجار المنجروف وغيرها كثيراً)، ولاستدامتها لا بد من الاتزان البيئى فيما بينها، حماية للبيئة ولفرص العمل التى توفرها هذه الأنشطة، وما تدره من إنتاجات ذات العائدات الاقتصادية.

فمثلاً لا بد من خفض جهد الأكسدة والاختزال (Redox potential (Eh) يقاس بالفولت والملى فولت) فى قاع الأحواض الترابية لتراكم الطين Sludge، سواء بإزالة هذه الطبقة باستمرار، أو تقليب الرواسب أو التهوية، لخفض إنتاج كبريتيد الهيدروجين  $H_2S$  السام للكائنات المائية والناتج من الوسط اللاهوائى Anaerobic السائد تحت قشرة (مليمترات) القاع لأكسدة المادة العضوية واستهلاكها للأوكسجين (Sediment oxygen demand, SOD)، خاصة مع انخفاض pH التربة، وغياب الأوكسجين فى التربة الغدقة، وسيادة البكتريا اللاهوائية فتقوم باختزال النترات لنترت، والكبريتات لكبريتيد، والحديدك لحديدوز، لذا من المهم خفض ظروف الاختزال فى رواسب الجسم المائى ولو كيميائياً، كما فى إضافة المؤكسدات كالنترات (ولو بتركيزات منخفضة) التى تثبط اختزال الحديد، كما يمكن خفض تركيزات الكبريتيد بإضافة مركبات الحديد التى تعمل على تكوين أملاح كبريتيد غير ذائبة، والمركبات الذائبة فعالة وسريعة



فى اختزال الكبريتيد لكنها أقل ثباتاً ومثابرة . وتهوية وتشميس القاع يزيد من تنفس القاع، والتجبير والتسميد بين كل دورة والأخرى يشجع على تحليل المادة العضوية، وتزداد مشكلة كبريتيد الهيدروجين فى الماء المالح (لغناه بالكبريتات) عن الماء العذب، وجهد الاختزال يكون موجب فى الوسط المؤكسد وسالب فى الوسط المختزل .

ولقد وجه معهد بحوث سياسة الغذاء الدولى IFPRI رسالة فى ديسمبر ٢٠٠٤م لأفريقيا، مضمونها أن حلول مشاكلنا تكمن فىنا، فإذا اعتقدنا فى صحة نظافة وسلامة البيئة، فلن نستطيع تحصيل هذا الحق إلا إذا كانت تحكمنا حكومات ديمقراطية تحترم وتعترف بذلك مع الحقوق الأخرى . وإن لم تتوفر الرغبة السياسية والقبول الشعبى لحماية البيئة حول العالم (لأن إدارة البيئة وحمايتها شأن عالمى ومسئولية عالمية) فسنفقد الكثير من الفوائد، وستدفع الأجيال القادمة الثمن . فإسرائيل فى غفلة من العرب ولضعفهم وهوانهم، بعد أن لوثت الأراضى والمياه العربية بمخلفاتها الذرية، وبعد نهب المياه والأرض العربية، ورى باقى فئات الأرض الفلسطينية بدماء عربية ذكية، تغترب الآن الملح من البحر الميت وتصدره للعالم على أنه ملح من إسرائيل (للعناية بالبشرة وكريمات للجسم ولل علاج كحمايات) .

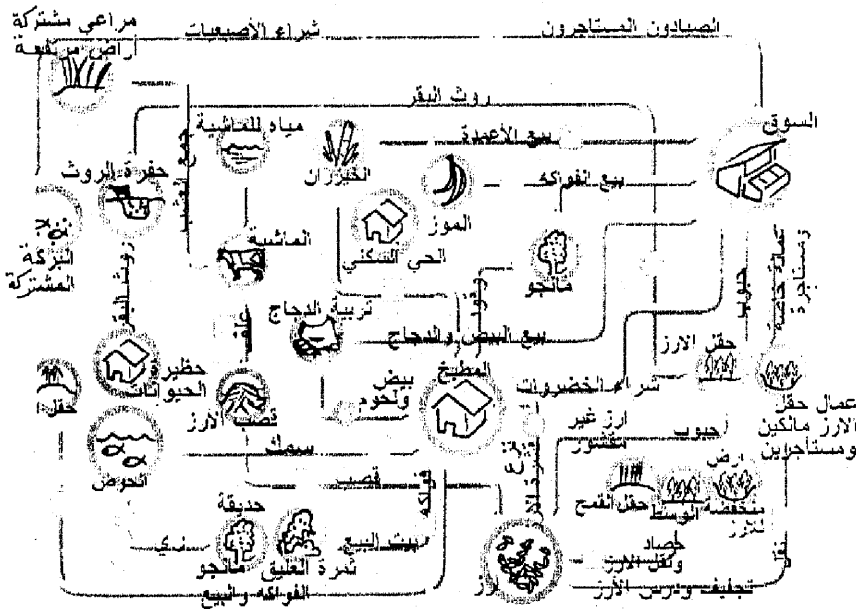
### تكمال الإنتاج:

تستعمل المزارع الصغيرة فى أنحاء العالم طرقاً مختلفة للإنتاج . وهى لا تنقيد بزراعة صنف واحد على مستوى شاسع، كزراعة النخل وقصب السكر أو حتى القمح على مئات الهكتارات، لأن المزارع الصغير ينتج أصنافاً مختلفة من الحبوب والخضراوات، ويربى الدواجن والحيوانات . وهذا النظام الأخير مفيد للمزارع لسببين هما:

- ١- جمع عدة منتجات يخفف من عامل المجازفة الموجودة فى عملية الزراعة، فإذا لم ينجح صنف ما فإن الصنف الآخر سيعوض ويسد حاجة المعيشة .
- ٢- إن المنتجات المختلفة ستتعامل عن طريق التكافؤ والتكامل كى تزيد الإنتاج العام، بحيث تتم الاستفادة من المصادر وتزيد فى سد حاجة المنتج الأساسية . فمثلاً الأشجار تقدم الظل الذى يحمى المزروعات والحيوانات، وفى الوقت ذاته تنتج الفواكه . سماء الحيوانات يستعمل للزراعة، بينما بقايا المحصول الزراعى يقدم كغذاء للحيوانات . إن طرق زراعة صغار الملاك نشأت خلال عصور عديدة . وطرقهم الفنية وعلاقاتهم الاجتماعية تكون جزءاً من بيئتهم الاجتماعية .

فخلال القرون الماضية أدخل المزارعون فى آسيا وأواسط أوروبا تربية الأحياء المائية فى طرق الزراعة المختلفة، باستعمال تكنولوجيا كانت تعتمد على إعادة استعمال المنتجات الثانوية من تربية الحيوان والمحاصيل . فالمغذيات كانت تشمل النخالة والقشور وتقل البذور، فى حين كان روث الحيوانات يستعمل لتسميد الحوض . إن تربية الأحياء

المائية فى أحواض ترابية تعتبر جزءاً مكملاً من أنظمة الزراعة فى كثير من المناطق الريفية فى أوروبا، مثل بافاريا بألمانيا، وقد بنيت تلك الأحواض فى العصور الوسطى على أرض لم تكن صالحة لإنتاج المحاصيل الزراعية التقليدية، وكان الهدف منها وما يزال هو تخزين الماء (لصقاية الحيوانات ومقاومة الحرائق)، ولتحسين الاحتفاظ بالماء، وبالتالي إبقاء المياه الجوفية على مستوى مناسب للزراعة. وقد أصبحت هذه المزارع تحقق هدفاً آخرًا وهو إنتاج سمك الكارب (المبروك)، وفى أيامنا هذه تسهم هذه المزارع المختلطة بإنتاج الكارب (المبروك) فى بافاريا بألمانيا. ومنذ العصور الوسطى لم يحدث تغيير فى إدارة إنتاج الكارب (المبروك) كجزء من نظام زراعى متكامل. فروث الحيوانات يستعمل كسماد فى البرك. سمك الكارب (المبروك) يزرع بكميات وبغذى بالمنتجات الثانوية للحقل. وكثيراً ما كانت تجفف البرك وتزرع أرضها بالمحاصيل للاستفادة من المغذيات الموجودة فى تربتها. وغالباً ما يقوم تجار السمك بجمع سمك



تدفق الموارد وعلاقات العمل في إحدى الحيازات الصغيرة في بنجلاديش



الكارب (المبروك) من البرك بأنفسهم للتخفيف من نفقات التشغيل على المزارع. إن التقديرات الاقتصادية من مثل هذا التعامل أثبتت أن الدخل من بيع السمك يكاد يغطي النفقات فقط. لكن إنتاج السمك يزيد من موارد الحقل، وينوع المردود وبالتالي يقلل من المخاطرة. بالإضافة لذلك فإن أصحاب مزارع الأسماك يدركون أن تكثيف استزراع الأسماك هو وسيلة لضمان معيشتهم وللحفاظ على حاجاتهم.

وتوجد عدة حسنات لتربية الأسماك في البرك خصوصاً من حيث كمية الإنتاج بالنسبة للمحصول الزراعي أو الحيواني. فالأسماك باعتبارها من فصيلة الدم البارد تصرف جهداً أكبر للنمو عوضاً عن صرف ذلك الجهد للمحافظة على درجة حرارة الجسم. كما أنها تتغذى على الأعلاف الطبيعية أو المضافة. إن الأبعاد الثلاثة للبرك توفر عدة بيئات متجانسة تساعد على نمو عدة أحياء مائية مختلفة في آن واحد: ففي الصين مثلاً تجد في البرك المدارة جيداً أكثر من ثمانى أصناف من السمك بحيث تتعايش معاً، لأنها تعيش في أجزاء وزوايا مختلفة من البركة، مستفيدة من الغذاء المتوفر في هذه الزوايا. هناك عدد من الحسّنات الإضافية التي يمكن استخلاصها من دمج تربية الأحياء المائية في الأنظمة الزراعية لصغار الملاك وهي:

١- **تقليل المجازفة:** إن تنوع الأنظمة الزراعية بحيث تشمل تربية الأحياء المائية تقلل من المخاطر المرتبطة بالزراعة في الحيازات الصغيرة، ليس فقط لأنها تعطينا السمك الذي هو سلعة تؤكل وتباع، بل لأنها أيضاً توفر مياهها للرى وسقاية الحيوانات في فصل الجفاف، وبالتالي تزيد من مواصلة الإنتاجية على مدار السنة.

٢- **تحسين الغذاء والأمن الاقتصادي:** إن زيادة إنتاج تربية الأسماك تعنى زيادة في توفير البروتينات للأسرة. كما أن المنتج السمكي يعتبر سلعة تباع نقداً أو تستبدل بسلع أخرى، وكلا الأمرين يزيد في التأمين الاقتصادي للأسرة.

أثبتت دراسة في الفلبين أن التحول من زراعة الأرز منفرداً إلى زراعة الأرز مع تربية الأسماك معاً يزيد من تكاليف العمال بمقدار ١٧%، ويزيد مبالغ الاستثمار بمقدار ٢٢%، إلا أنه يعطى زيادة في الدخل العام نتيجة بيع الأسماك بمعدل ٦٧%. أتضح في مشروع يضم ٢٥٦ مزارعاً في بنجلاديش أن الدخل الناتج عن المشروعات التي دمجت فيها تربية الأسماك مع زراعة الأرز زاد بمعدل ٢٠% عن دخل الحقول المزروعة بالأرز فقط، لأن المزارعين استعملوا كميات أقل من السماد والمبيدات. مجموع الفوائد العامة في مشاريع الدمج زادت بمعدل ٦٤% في فصل الجفاف و٩٨% في الفصول الممطرة.

بعض النباتات القابلة للأكل مثل السبانخ الصيني المائي والكستناء المائية يمكن زراعتها في برك السمك، كما يمكن زراعة الخضراوات والأعشاب الأرضية لو أمكن تعويمها. هناك نباتات أخرى تنمو في البرك مثل حشيشة البط أو عدس الماء والهايسنت المائية (ورد النيل) والأزولا وجميعها تستعمل كسماد للأرض بحيث تزيد خصوبتها

أو كعلف للسمك والحيوانات. أضيف إلى ذلك أن البرك الموسمية التي تغذيها الأمطار يمكن استعمالها للإنتاج الزراعى فى فترة الجفاف دون اللجوء لإضافة ماء أو مغذيات. لقد أتضح أن المناوبة بين تربية الأحياء المائية والزراعة تحسن التربة مع مرور الوقت.

مياه الاستزراع فى البرك تستعمل لأغراض عدة فمثلاً فى جنوب شرق آسيا تستعمل البرك للاستحمام وسقاية الخضار والفواكه وللتخلص من ماء الصرف المنزلى. استعمال مياه البرك للرى مفيد جداً لأنه يحتوى على الطحالب الزرقاء والخضراء التى تحسن خصوبة الأرض. بعد تفريغ البرك فى عملية جمع الأسماك يستعمل الوحل كسماد للزراعة، أو تستعمل أرض البرك لزراعة العلف والمنتجات الأخرى. وفى المناطق التى تنقص فيها المياه فى بعض المواسم تلعب البرك دوراً حيوياً فى تأمين المياه على مدار السنة للإنتاج الزراعى وللحيوانات والاستخدامات المنزلية ولمقاومة الحرائق.

فى الحالات التى تتوفر فيها نفايات الحقل بكميات هامة فإن استعمالها لتربية الأحياء المائية سيزيد فى الإنتاج وفى الوقت ذاته يحول دون إضرارها بالبيئة. إن بعض أنواع الاستزراع المندمج (Integrated) مثل زرع الأرز واستزراع الأسماك قد يخفف أو حتى يزيل الحاجة إلى مبيدات الحشرات. فبعض أنواع السمك تأكل الحشرات التى تتغذى على الأرز، وتأكل أيضاً كائنات حية تضر بالإنسان كالبعوض والبرقات والقواقع المائية. عندما تربي الأصناف الملائمة من السمك فى حقول الأرز، يتغذى السمك عن طريق الأعشاب والطحالب وتوابعها، وهذا يقلل الحاجة لاستعمال مبيدات الأعشاب وفى الوقت ذاته يرفع مستوى الفوسفور والنيتروجين فى المياه، وبالتالي يخفف الحاجة للسماد الكيماوى.

إن وفرة مياه البرك للرى فى أنظمة الزراعة المندمجة فى شمال شرق تايلاند حسن دخول المزارعين، الذين تمكنوا من إنتاج وبيع منتجات زراعية خلال المواسم التى تنقص فيها المياه وبأسعار جيدة. رغم أن جودة مياه البرك تقل خلال مواسم الجفاف، إلا أن الفلاح تكيف مع هذا الوضع عن طريق إنتاج أنواع من السمك القضى (قرايط) الذى يتمكن من العيش فى الظروف الصعبة. بعد معرفة حسنات الازدواج فى استعمال البرك فى إفريقيا أصبحت البرك دارجة الاستعمال. مثلاً على ذلك مشاريع ساعدها صندوق منظمة الأغذية والزراعة الخاص بالأمن الغذائى، بحيث أقدمت خمس دول إفريقية مؤخراً (بوركينافاسو، ساحل العاج، غانا، مالى، زامبيا) على تأسيس شبكة تبين منافع دمج (تكامل) الزراعة مع تربية الأحياء المائية.

لقد استفاد مزارعو الأرز فى بنجلاديش من هجرة الأسماك الموسمية إلى مزارعهم. فعندما تملأ المياه فوق الحقول خلال موسم المونسون (رياح موسمية) تدخل الأسماك البرية إلى هذه الحقول تتغذى على الغذاء الطبيعى وتحتفى فى سيقان الأرز العالية. ولكن عندما تهبط مياه الفيضان تبقى الأسماك سجينه فى الحقول ثم تحصد مع الأرز. مؤسسة "كير" CARE بالاستعانة بموارد مادية من المملكة المتحدة (إدارة

التنمية الدولية) شجعت المزارعين على تحسين وتطوير هذا الأسلوب فى الزراعة. ولقد استفاد من ذلك ما يقارب ٧٠,٠٠٠ مزارع من أسلوب يستلزم زراعة الأرز والسّمك، الأمر الذى يقتضى زيادة مخزون الأسماك فى حقول الأرز أثناء موسمي الأمطار والرّى، مع ما يترتب عليه من تحسين فى أساليب إدارة الحقول. إن دمج زراعة الأرز مع تربية الأسماك يفيد المزارعين بزيادة دخلهم، وزيادة كميات الغذاء، وتقليل ساعات العمل. وفى الوقت ذاته فهو جيد من الناحية البيئية. إن الطاقة والمغذيات يعاد استعمالها عن طريق دورة الغذاء، مما يؤدى إلى خلق نظام ثابت وكبير الإنتاج. إن إزالة الأعشاب البرية من حقول الأرز يتم فى العادة بالطرق اليدوية أو بالكيميائيات. إنما عندما يربى سمك الكارب (المبروك) فى حقول الأرز فإنه يتغذى على هذه الطحالب الأمر الذى يؤدى إلى وفرة فى الجهد والمصروفات.

بالمقارنة فى حالات زرع الأرز لوحده، فإن المزارع يستعمل المبيدات لحماية الأرز. وبقياً هذه المبيدات يمتصها الأرز، ومن الممكن أن تتجمع فى جسم الإنسان بمعدل يزيد ١٥ مرة عن المسموح به وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية. كما أن المبيدات تزيل الحشرات السيئة مع الجيدة، وبهذا تضعف قدرة الأرز على مقاومة الحشرات فى المستقبل. أما المزارع الذى يربى سمكاً فى مزرعة الأرز فإنه لا يستعمل المبيدات الكيميائية، والفوائد الاقتصادية المجنية من الأسماك تزيد عن الأضرار التى تحدث للأرز بسبب الأوبئة.

### كيف نحافظ على استمرارية الدمج والتكامل؟ دروس مستفادة

إن أسباب الاختلاف بين الأقاليم فى تنمية تربية الأحياء المائية كانت موضوع العديد من التقييمات والمشاورات، ومنها اخترنا بعضاً من الدروس المستفادة والتجارب الناجحة لذكرها هنا. كان أحد الأسباب المعوقة لتربية الأحياء المائية فى بعض بلدان إفريقيا وأمريكا اللاتينية هو الترويج الزائد وغير المخطط تكنولوجياً، إذ أدى هذا التوجه إلى عدم إعطاء الاهتمام الكافى للعوامل الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والبيئية الموجودة فى الزراعة التقليدية، فى ظل التركيز على البحث الفنى ونقل التقنية. كما أن الاستزراع السمكى عندما يعزز أو يشجع كتقنية منفردة فإنه لا يقع ضمن إطار النظام الزراعى الريفى المعتاد الذى يهدف بشكل خاص إلى تأمين البقاء. وإن الفشل فى إدخال تربية الأحياء المائية إلى إفريقيا كان من الممكن تجنبه لو أن هذا الأمر قدّم كجزء مكمل فى الزراعة الريفية.

إن العائق الرئيسى لإقامة تربية أحياء مائية على أسس مستدامة فى إفريقيا هو من قضايا سياسات التنمية التى تركز على المشاريع الصغيرة لتربية الأحياء المائية فى أحواض المياه العذبة، والتى أدخلتها معظم وكالات التنمية بهدف تحسين متوازن للأمن الغذائى وتواصل أسباب العيش لأشد الناس فقراً فى الموارد. من سوء الحظ أن هذه الفئة من الناس نادراً ما تقدر على استغلال الفرص التى توفرها تربية الأحياء المائية لعدم

قدرتها على توفير الموارد اللازمة لإقامة وإدامة تكنولوجيا جديدة ومكلفة. وبتركيزها على أقل الفئات موارد، فإن وكالات التنمية تهمل أولئك الذين تتوفر لهم تلك الموارد، وبالتالي تضيق فرصة لتسهيل التنمية المستدامة لتربية الأحياء المائية. إن مبررات سياسات وكالات المساعدة الخارجية في دعم تربية الأحياء المائية من أجل المنافع الاجتماعية والاقتصادية للزراعة الريفية المحدودة قد بنيت على عدد من الافتراضات وهي:

- ١- تقنية استزراع الأسماك تقنية سهلة يستطيع المزارع استيعابها ببسر.
  - ٢- معظم المنتج سيكون للاستهلاك المنزلي، وهذا سيكون حافزاً للمزارع الصغير لامتلاك التقنية.
  - ٣- توفر المواد والموارد اللازمة من غذاء وسماد وعمالة وبأسعار رخيصة.
- لكنه ثبت أن تلك الافتراضات كانت خاطئة. فالتقنية اللازمة لاستزراع الأحواض والمجدية اقتصادياً تتطلب الكثير من الجهد والمال. كما أن تشجيع تربية السمك للاستهلاك المنزلي غالباً ما يكون توجهاً خاطئاً لحفز المزارعين على الاهتمام بتربية الأحياء المائية، لأن السمك عموماً (إلا إذا كان اصطياده في المناسبات وبكميات غير قابلة للتسويق) يعتبر محصولاً نقدياً في المفهوم الإفريقي. ومع أن الأمن الغذائي جزء مكمل من إستراتيجية توفير احتياجات الأسرة الريفية، لكن إنتاج السمك ليس جزءاً من هذه الاستراتيجية، بل ويستعمل دائماً للحصول على السيولة النقدية. كما أن التسميد والتغذية أمران غير مألوفين للمزارع الريفي الصغير في إفريقيا. فتسميد قطع الأرض يتم، إن حدث، بغير انتظام في الزراعات التقليدية الصغيرة. بالإضافة إلى كل ذلك، فإن العلف والسماد اللازم توفرهما لاستزراع الأسماك لهما كلفة محسوسة. وبالتالي فإن من الصعب إقناع المزارعين الصغار باستثمار موارد ولو محدودة، في نظام إنتاج لا يعرفونه. إن استزراع السمك يتطلب الكثير من العمالة حتى وإن تم في حيازات صغيرة. كما أن إمكانية زيادة استهلاك الأسرة من السمك لن تكون حافزاً كافياً لإقناع المزارعين بالاهتمام بالبرك بشكل منتظم، إضافة إلى ذلك فإن استزراع الأسماك يتطلب عمل ساعات طويلة حتى في حالة المشاريع الصغيرة. ولقد اتضح أن استهلاك عائلة المزارع للسمك لا يكفي وحده لحفزهم على الاهتمام بالبرك بشكل منتظم.

تتطلب تربية الأحياء المائية رأس مال كبير حتى عند تطبيقها في الحيازات الصغيرة. ومن سوء الحظ أن رأس المال هذا لا يتوفر لأي استثمار جديد في المناطق الريفية في البلدان النامية. وتُعطي الأولويات في إنفاق النقود للأقساط المدرسية واللوازم الطبية. ويتم إنفاق المال على الزراعة إذا لم يكن هناك مخاطرة، مثل استخدام عمالة إضافية أو تغطية تكاليف تسويق الحصاد. وتعتبر العمالة سلعة نادرة في المناطق الريفية سيما في إفريقيا. بالرغم من هذا فإن المحللين الاقتصاديين كانوا يفترضون أن أجرة العامل لن تكون مرتفعة في الحيازات الصغيرة. وتصوروا أن التقنيات التي تتطلب

عمالة مكثفة مثل استزراع السمك سيكون لها مكان في إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى وأمريكا اللاتينية بسبب وفرة العمالة. والحقيقة أن هذا الافتراض غير صحيح.

كثيراً ما تكون الكمية والنوعية من زريعة الأسماك غير متوفرة للمزارع في الوقت المناسب، أو أن تكون تكلفة الحصول على الأصبعيات (الأسماك الصغيرة) مرتفعة جداً لأنها تنتج في عدد قليل من مراكز التفريخ التي لا يستطيع المزارع الوصول إليها، ولهذا فإن وجود شبكة من مراكز التفريخ بإشراف القطاع الخاص، كانت وراء النجاح في إدخال تربية الأحياء المائية في الأنظمة الزراعية في كثير من البلدان.

لكي تتجح تربية الأحياء المائية في المساهمة المستدامة لمصادر الدخل الريفي لابد لها أن تتطور ضمن القطاع الخاص. إن حكومة مدغشقر Malagasy بالتعاون مع مشروع UNDP-FAO (تطوير تربية الأسماك وخصخصة إنتاج فراخ السمك) قد جاءت بأسلوب جديد لتطوير استزراع الأسماك والأرز معاً في المناطق العليا من مدغشقر، تم بموجبه إنشاء شبكة لمنتجى الأسماك الصغيرة (الأصبعيات) في القطاع الخاص. وعندما أصبحت الشبكة الخاصة فعالة، توقفت الحكومة عن توزيع الأصبعيات في تلك المنطقة. وفي خطوة تالية، استهدفت مصلحة تسويق زريعة السمك في تلك الشبكة تدريب وتأهيل موظفي مصلحة الإرشاد، بإقامة معارض عن عملياتها الخاصة بالأرز والأسماك وتنظيم الاجتماعات. ولتحقيق ذلك، تم تدريب منتجى الأصبعيات على طرق التسويق، ومهارات التعليم، وطرق الإرشاد. وقد دعم هذا النشاط بمجموعة من موظفي الإرشاد الحكومى المؤهلين جيداً.

هناك عوامل أخرى أعاققت تنمية تربية الأحياء المائية، إن إدخال هذا النشاط إلى مناطق لم يعرف فيها تقليدياً قد اعتمد في الغالب على الدعم الفنى من إدارات الإرشاد الخاصة بتربية الأحياء المائية. صحيح أن هناك إدارات للإرشاد في كثير من البلدان، إلا أن فعاليتها لم تصل إلى مستوى التوقعات. وكثيراً ما كانت تتم محاولات الابتكار في جو نظرى بعيداً عن الظروف البيئية والاجتماعية والثقافية التي تحدد نظام زراعة معين، وبواسطة مرشدين تم تدريبهم في مجال واحد من الإرشاد الفنى. ومع ذلك، فإن طرق الإرشاد المجددة التي تركز على مشاركة الفئات المستهدفة تظهر أن دمج تربية الأحياء المائية في المزارع الصغيرة يؤذن ببوادر نجاح مستقبلاً. إن نماذج الدعم الناجح لتربية الأحياء المائية صغيرة النطاق في نظم زراعة الحيازات الصغيرة تشترك كلها عادة في توفر الموارد الضرورية لتحقيق الجدوى الاقتصادية وتوفر الأسواق كذلك، كما أن عنصر تربية الأحياء المائية يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالعناصر الأخرى للنظام الزراعى. إن أمثلة الدمج الناجح لتربية الأحياء المائية في أنظمة الزراعة لصغار الملاك تساهم في توفير المصادر الاقتصادية والأسواق، وأن بند تربية الأحياء المائية مرتبط بشكل وثيق بالبند الأخرى لأنظمة الزراعة.

إن طريق إيصال وتقوية الخبرة الإنسانية لإدارة برنامج مكافحة الآفات المتكامل في فيتنام (IPM) تم بواسطة مدارس الفلاحين الحقلية (FFS) التي تضم كلا منها ٢٥ مزارعاً. يمضى مزارعوا هذه المدارس في بلدان مثل إندونيسيا، فيتنام، كمبوديا، غانا، بوركينا فاسو، مالى وساحل العاج بمضون من ٥ إلى ٦ ساعات معاً فى الأسبوع، ساعتان منها على الأقل فى الحقول لمراقبة العلاقات بين الكائنات الحية وبيئتها. فى فيتنام، تبين من مسح لعينة لأكثر من ألف وثلاثمائة قرية أن المردود المالى من زراعة الهكتار الواحد قد زاد بنسبة ٢٠ إلى ٢٥% فى حقول برنامج إدارة الآفات المتكامل (IPS) عنه فى الحقول العادية، وجاء جزء من هذه الزيادة (٤%) من زيادة المحصول الذى نتج معظمه عن أخذ المزارعين للأموال المخصصة لمكافحة الآفات واستعمالها لشراء الأسمدة، وكذلك من تغيير موعد التسميد الذى نتج عن فهم أفضل للنظام البيئى للمحاصيل، ففى مدارس المزارعين الحقلية (FFS) يواصل المزارعون مراقبة النظام البيئى ويتصرفون بموجب قرارات تؤدى إلى منتج أفضل، وبذلك أصبحت هذه المدارس الحقلية بمثابة قاعدة لتقوية المزارعين. غالباً ما تظل مجموعات فلاحى المدارس الحقلية على صلة ببعضها البعض بعد انتهاء الاستثمارات الخارجية ولوقت طويل.

أكثر المواد اللازمة فى هذه المدارس كانت أكياس البلاستيك وأقلام الرصاص والورق. وقد اعتاد المزارعون أن يضعوا نماذج من الحيوانات اللافقارية فى الأكياس، وبعد الانتهاء من العمل كانوا يلتقون فى جماعات صغيرة ليتحدثوا عن ملاحظاتهم ويحضرون إعلانات ومخططات ويقدمونها للمزارعين الآخرين من زملائهم. كان المزارعون يلاحظون ما فى الحقل من حشرات ويفحصون ترابطها بالتغذية بعمل ما يسمى "حديقة الحشرات" التى كانت تعطى إجابة على أسئلتهم "من يأكل ماذا" و"عدد الحشرات التى تؤكل". كانت مثل هذه المداخلات تحسن معرفة المزارعين وتؤدى إلى مزيد من التجارب. إن التخلص من جميع المبيدات ساعد على زيادة الأحياء التى تستعمل من قبل بعض المزارعين بصورة مستدامة، فالقواقع المائية والضفادع والحشرات المائية وغيرها تكون جزءاً مهماً من غذاء زراع الأرز.

حيثما تنقلص مصادر المياه البرية بسبب تغير المواطن Habitat change تصبح تربية الأسماك فى حقول الأرز أو التجمعات المائية المجاورة أمراً هاماً، سيما وأن السمك يشكل ٥٠% من البروتين الحيوانى الذى يؤكل فى آسيا. معرفة المزارع المسبقة لتنوع الأحياء فى حقول الأرز مع الانخفاض الشديد لمستويات المبيدات يفتح فرصاً جديدة أمام الأمن الغذائى وتحسين الدخل (عدد كبير من المزارعين قرروا الاستعمال المزدوج لحقول الأرز بتربية الأسماك مع الأرز). كما أنهم يجربون خيارات أخرى، كتربية نوع من السمك فى حقل الأرز، أو استعمال حقل الأرز لتربية الأسماك ما بين فترتين من زراعة الأرز، أو تربية الأسماك بعد موسم الأرز الأول بدلاً من زراعة محصول ثان من الأرز. وكثيراً ما يجرى المزارعون تعديلات على طبيعة أراضيهم من أجل زراعة

الأسماك، كحفر القنوات بأشكال وأحجام مختلفة، أو حفر برك صغيرة فى مواقع مختلفة من الحقل. وغالبا ما يبنكون بتعديل أنظمة الإنتاج، وفقاً لظروف السوق المحلية، كتربية أسماك كبيرة الحجم للبيع أو الاستهلاك. أو تربية أسماك صغيرة كفراخ لتستعمل من قبل مربى الأسماك الآخرين فى المنطقة. وهكذا فإن تحسين استعمال الموارد وزيادة الدخل ومحصول جيد من السمك والأرز يزيد من قبول المزارع للبرنامج المتكامل لمكافحة الآفات ورفض استعمال المبيدات الصناعية.

يقول المثل الفيتنامى أن أولى النشاطات المربحة هى تربية الأحياء المائية، تليها الزراعة، ثم البستنة أو الحدائق. وتقيد التقديرات أن حوالى ٣٠% من سكان الأرياف فى فيتنام يملكون بركاً مائية متعددة الأهداف لإنتاج السمك أصلاً. الزراعة المتكاملة هى الطريقة التقليدية لضمان الأمن الغذائى فى المناطق الريفية الفقيرة فى فيتنام، ويعرف نظام الزراعة المتكاملة الذى يضم المنزل والبستان وتربية المواشى وبرك الأسماك بنظام VAC. ويتواجد نظام VAC هذا فى الأراضى المنخفضة المروية والأراضى العليا التى تغذيها الأمطار والمناطق المحيطة بالمدن الفيتنامية، وتكون البرك وحظائر الحيوانات والحدائق والمساكن فى الأراضى العليا متقاربة وذلك لتسهيل إعادة تأهيل الفضلات. كما تتم زراعة مزيج من المحاصيل الثانوية والدائمة تشمل الخضراوات والفواكه، قصب السكر، الشاي، والكاسافا. ويستعمل روث المواشى والخنازير والدواجن للتسميد مرة أو مرتين فى العام، فى حين تستعمل الأوحال من قاع البرك كسماد كل ثلاث أو أربع سنوات. وتتراوح مساحة البركة ما بين ١٠٠ إلى ١,٥٠٠ متراً مربعاً، ويتواجد فيها أجناس كثيرة من أسماك الكارب (المبروك) الهندية والصينية بمعدل أصبعيتين فى كل متر مربع من الماء. تستعمل فضلات المطبخ وروث الحيوانات والزبل الأخضر كسماد للبرك. بعد انقضاء مدة ٣ أشهر من الاستزراع يتم حصاد المحصول. وعادة يصل الحصاد السنوى من ٢,٠٠٠ إلى ٣,٠٠٠ كيلوجرام للهكتار الواحد. فى حالة سمك التيلابيا (البطى) ربما يصل إنتاج الهكتار السنوى من ٤,٥٠٠ حتى ٥,٥٠٠ كيلوجرام.

أنشئ فى جواتيمالا سنة ١٩٨٢م مشروع برك متكامل بتعاون بين مصلحة تربية الحيوان الوطنية وكير CARE ووكالة التنمية الدولية الأمريكية USAID وفيلق السلام Peace Corps. قدمت جامعة أوبورن المساعدات الفنية لكل من الحكومة وكير. ويهدف المشروع إلى تحسين الغذاء والدخل للناس الفقراء فى المناطق الشرقية والساحلية والشمالية من البلاد. ولهذا قام المشروع بتشجيع تربية الأسماك الصغيرة فى مزارع القطاع الخاص صغيرة الحجم، وفى كثير من المزارع تم دمج تربية المواشى مع برك تحفر يدوياً بمساحات تتراوح ما بين مائة إلى مائتين متر مربع. استعملت نفايات الحيوانات كسماد للبرك لزيادة الإنتاج، كما استعمل الوحل فى قاع البرك كسماد للمزارع. وقد أعطى كل من أولئك المزارعين الفقراء معدل ٠,٩ هكتار أرض للعائلة الواحدة، وبلغ معدل دخل العائلة السنوى ٧٠٠ دولار أمريكى، فى حين بلغ عدد البرك التى بنيت أو رمت فى سنة ١٩٨٩م ١,٢٠٠ بركة. وقد دمجت تربية المواشى مع

الأسماك في ١٥% من تلك البرك، في حين دمجت زراعة الخضار في ٢١% منها. وفي سنة ١٩٩٨م زار المنطقة فريق لتقييم التقدم لدى ٦٥١ عائلة من أصحاب المزارع الصغيرة والتي توقفت عنها المعونة المالية. وجد الباحثون أن ١٣% من برك السمك مازالت تدار بحالة جيدة، في حين أن ٤٨% منها كان الاهتمام بها أقل من المتوسط، ٣٩% من البرك قد هجرت. وتبين أن حوالي ٨% من المزارعين مربى السمك كان لديهم حيوانات يعتنون بها بالإضافة إلى البرك، في حين ذكر ٤٠% أنهم دمجوا تربية الأسماك مع المواشي في فترة ما من حياة المشروع.

الملاحظ أن دمج تربية الحيوانات والبقر الحلوب من جهة مع تربية الأسماك كان أنجح ودام مدة أطول من دمج تربية السمك مع الدواجن. المزارعون السذين يربون السمك ويعتنون في الوقت ذاته بالبقر الحلوب يكونوا عادة في وضع مادي أفضل، ويعتمدون على المراعى في تغذية حيواناتهم. وفي غياب مصدر دائم من الروث لتغذية أسماك البرك يعتمد المنتجون على نفايات المطابخ وأية منتجات حقلية ثانوية لهذا الغرض. من سوء الحظ أن هذا الغذاء لم يكن كافياً لإنتاج كميات كبيرة من السمك. ولهذا كان الدخل السنوي من بيع السمك متواضعاً، رغم أنه يعادل راتب شهرين للشخص الواحد في تلك المناطق الفقيرة. الأمر المهم أن نصف ملاك البرك تقريباً صرحوا بأن الدافع الأهم للحفاظ على برك السمك كان حاجتهم للماء خلال أيام الصيف لسقاية الحيوانات والرعى. وكانت معظم بساتين الفلاحين مقامة على أرض تصلها مياه الحكومة المراقبة والمقننة للسقاية، وكانت المياه توزع بحصص معينة خلال أشهر الجفاف بمعدل مرة كل أسبوعين أو ثلاثة. وهكذا كانت برك السمك تملأ عند توزيع المياه ثم يتم استعمال المياه تدريجياً عندما يتوقف التوزيع. ولولا وجود هذه البرك لما تمكن المزارع من إنتاج الخضار في فصول الجفاف.

تقوم منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) في زامبيا، عن طريق المشروع الخاص للأمن الغذائي وبمساعدة ALCOM، بدعم مشروع تجريبى لتنويع المحاصيل الزراعية عن طريق دمج الرعى مع تربية الأحياء المائية، وبموجب هذا البرنامج قام مزارعو محافظة مكوشى MKUSHI ببناء ٥٠ بركة سمك وملئها بالمياه من نبع أو نهر على أرض منحدرية مع حديقتين إحداها فوق مستوى البركة والأخرى تحته. زرعت الحداق أولاً بالذرة الصفراء التي تشكل الغذاء الرئيسى، ثم باللفت والملفوف (كرنب) والبصل والفاصوليا والعدس والحمص والفول السوداني والبازنجان والبندورة (الطماطم). تمت سقاية الحديقة السفلى بالاستفادة من انحدار الأرض عن طريق الجاذبية، في حين استخدمت المضخات لسقاية الحديقة العليا. فضلات الطعام ومحصول الخضار وأوراق النباتات البرية كانت تشكل عناصر تغذية هامة وتذهب إلى البركة مع نفايات البيرة ونخالة القمح وروث الدجاج والأرانب حسب توافرها. وقد وصل المحصول السنوى أحياناً إلى ٢,٥٠٠ كيلوجرام للهكتار الواحد. يعتبر الاستزراع السمكى نشاطاً هاماً للمزارعين الذين يربون المواشى نظراً لازدياد أمراض الحيوانات، وكذلك سرقتها من قبل



عصابات مسلحة. وتختلف المعوقات من مكان لآخر، وتشمل عموماً الصعوبات الإدارية وعدم توفر أعداد كافية من الأصبعيات الجيدة، ويقوم بعض المزارعين بالتغلب على هذه المصاعب بالاعتماد على أنفسهم في إنتاج الأصبعيات، الأمر الذى يكسبهم خبرة عملية فى أساليب الحصاد والتسميد والتغذية.

لقد خضع موضوع الزراعة المتكاملة لدراسة شاملة ليس فقد من حيث طبيعتها السيكلوجية، وإنما أيضاً من حيث آثارها الاقتصادية والاجتماعية والمؤسسية والبيئية. وإذا كانت تربية الأحياء المائية تعتبر عنصراً إضافياً فى النظام الزراعى، فإن إعادة تقييم المعطيات الحالية لهذا النظام تصبح ضرورية، سيما فى المناطق التى لا تعتبر تربية الأحياء المائية فيها نشاطاً تقليدياً. من سوء الحظ أنه ليس هناك تخطيط مقرر ومستدام لدمج تربية الأحياء المائية مع الطبيعة المتنوعة للنظام الزراعى للملاك الصغيرة، سيما وأن الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية والثقافية التى تختلف من مكان لآخر يجب أن تفحص وتفهم جيداً قبل إدخال تربية الأحياء المائية فى النظام الزراعى. فى جمهورية الصين الشعبية حيث دمج المزارعون الاستزراع السمكى فى الزراعة العادية منذ عصور عديدة وقبل أن تقوم بذلك شعوب أخرى، تبين أن الأنظمة الزراعية قد تطورت بانسجام مع الظروف الاجتماعية والاقتصادية والثقافية. وإذا نقلت هذه الأنظمة لمناطق أخرى فإنه لا يوجد ضمان بأنها ستجح بالصورة ذاتها لأن وفرة الموارد والتقنية وأساليب الزراعة التقليدية تختلف فى المناطق الأخرى، ولذا لا يوجد أى ضمان لنجاحها.

## **الفصل السابع**

### **الأعلاف غير التقليدية**

**Unconventional Feed stuffs**



## الفصل السابع

### الأعلاف غير التقليدية Unconventional Feedstuffs

#### تقديم:

نتج عن الزيادة المستمرة في تعداد السكان، مع تدهور الموارد الطبيعية، وتطور الوعي الغذائي والصحي، وزيادة متوسط دخل الفرد، وسرعة الاتصالات، أن زاد الطلب على البروتين الحيواني، مما دفع المنتجين إلى تكثيف إنتاجياتهم الحيوانية، مما تسبب في زيادة الطلب على الأعلاف، فلم تعد الأعلاف الطبيعية تكفي لتغطية الاحتياجات الغذائية المتزايدة للسلاسل الحيوانية المنتجة لصفة سرعة النمو وزيادة التحويل الغذائي كدعامة أساسية في الإنتاج الحيواني المكثف، وذلك لزيادة سرعة دورة رأس المال، والوفاء بمتطلبات السوق. لذا عكف اخصائيو تغذية الحيوان على دراسة مدى إمكانية إدخال مصادر غير تقليدية (جديدة Novel) في علائق الحيوان، وأخطأ البعض - لقصور في علمه - عندما أخرج الحيوان عن طبيعته التي خلقه الله عليها، فحولوا الحيوانات الرعوية (نباتية التغذية) إلى حيوانات مفترسة (أكلة لحوم)، فعاقبهم المولى بالأمراض التي لا يعرفون علاجاً لها حتى الآن، مثل مرض البقرة المجنونة، والتسمم بالديوكسينات، وانتشار السرطانات (لإضافة الهرمونات الجنسية مثلاً للعلائق كمنشطات نمو)، بل شاخت الحيوانات وضعفت (لهندستها وراثيا Gene modified (GM) بهدف النمو الإنتاج المفرط، وانتهت حياتها الإنتاجية مبكراً، وانتقلت الأمراض من الحيوان للإنسان (لإعادة استخدام المخلفات المختلفة في تغذية الحيوان). وكان الأولى استخدام علائق صديقة للبيئة Environmental friendly diets التي تحتوى احتياجات الحيوان دون زيادة يخرجه الحيوان ملوثة للبيئة، أو استخدام الزراعة العضوية لإنتاج حيوانى عضوى Bio (organic) آمن، وفي ذلك عودة للطبيعة التي سنها المولى عز وجل.

فحديثاً تم حصر ما يزيد عن خمسين تأثيراً ضاراً للتعديل الوراثى للأغذية منها أنه:

- مرفوض لأسباب دينية وصحية واجتماعية، فالغذاء المعدل وراثياً عبارة عن أغذية مطفرة جينياً أى فيها تدخل فى خلق الله، ليس فقط بالتعديل بل بالموت والحياة لأن مقطع Bio يعنى كل من الحياة والموت، والمنتج يحفف حق المستهلك فى معرفة إذا ما كان الغذاء معدل وراثياً أو يحتوى على ما يخالف شريعته الدينية لأنه غير مدون على الغذاء.
- يسبب الموت، سواء السريع لتفاعلات الحساسية الغذائية لعدم حيوية المنتجات المعدلة وراثياً، أو البطئ لتفاعلاته السرطانية وحته تكوين سرطانات.
- يؤدى لنشأة فيروسات فائقة Superviroes لاتحاد جيناتها معا مما يزيد من فتكها.

- يؤدي لشدة الحساسية لعدوى الحيوانات، وكثرة استخدام المضادات الحيوية، وانعكاسها على صحة الإنسان فيصير لديه مناعة ضد هذه المضادات الحيوية.
- إنتاج ذرة معدلة وراثياً باستخدام جين مقاومة الأمبيسلين قد ينتقل للبكتيريا والإنسان فيكتسب مقاومة للمضاد الحيوى.
- يؤدي لتسممات نباتية، وتشوهات خلقية، ونقص المغذيات فى النباتات المعدلة وراثياً.
- يؤدي لانخفاض متوسط العمر (كما حدث بظهور شيخوخة مبكرة على النعجة دوللى وقصر عمر السمك).
- ينتج أغذية غير طبيعية وغير مختبرة لأمانها الصحى لاحتوائها بروتينات جديدة وسموم.
- يؤدي لزيادة استخدام المبيدات، لمناعة المحاصيل، فتتلوث التربة (وتزيد مبيعات شركات الكيماويات).
- البكتيريا المعدلة تلوث التربة لأنها تقتل الفطريات المثبتة للأزوت، وتبيد مغذيات التربة والمحاصيل.
- البكتيريا المهندسة وراثياً لها عمل طويل فى التربة، فتخلق حشائش فائقة Superweeds لانتقال الجين إليها فتقاوم الفراشات والخنفس.
- الرش الجوى لإبادة الحياة فى الغابات باستثناء الأشجار الفائقة Supertrees غير المزهرة العقيمة المقاومة للمبيدات يخل بالتوازن البيئى.
- يؤدي لنشأة الحشرات الفائقة Superpests.
- الغزو البيولوجى للحيوانات Animal Bio-invasion، فالأسماك المهندسة سريعة النمو تغزو الطبيعية وتبيدها.
- المحاصيل المهندسة تقتل الحشرات المفيدة كما أنها سامة للتدبيبات.
- يؤدي لسمنة مفرطة مدهشة كالخنازير الفائقة Superpigs، تتحول إلى كسيحة Super cripple مليئة بإنسداد الشرايين Arthritis.
- يؤدي لتلوث جينى أو وراثى لحمل جراثيم وهبوات مهندسة وراثياً بالرياح والمطر والطيور والنمل والحشرات والفطريات والبكتيريا.
- له عواقب غير متوقعة للقنابل الجينية العشوائية بالانفجار مما يخل بالتوازن الطبيعى.
- يؤدي لضياح اقتصادية لصغار المزارع وفقد اكتفائهم الذاتى، وإنتاج زراعى وحيد القطب، واستعمار بيولوجى، لذا تظاهرت الشعوب النامية ضد اتفاقية التجارة العالمية GATT.
- يتسبب فى فقد النقاوة (ففى ظرف ٥٠ - ١٠٠ عام ستختفى الأغذية العضوية تماماً)، وخط الأنواع، وضياح التنوع والجودة، وعدم استدامة مصادر الاغذية، وتحكم شركات قليلة فى الإنتاج العالمى.

• يؤدي لفقد المبيدات الطبيعية.

ولقد وجد أن ٥٢% من الألمان يخشون الأغذية المعدلة وراثياً (لذلك تدعو أحزاب الخضر والقانون الطبيعي إلى ذكر مواصفات الغذاء إذا ما كان معدلاً وراثياً)، بينما ٧٥% منهم يخشون جنون البقر، رغم أن اللحوم (الماشية) لا تتقل جنون البقر فقط للإنسان، بل هناك أسباباً أخرى لوقف (خفض) استخدامها، من بينها احتواء لحوم الماشية على الديوكسينات (من الرماد على المراعى)، والدهون الحيوانية (سبب لأمراض القلب والضغط العالي)، تسبب التصحر واستهلاك وهدم المراعى (فإنتاج الماشية يتطلب محاصيل ربع الكرة الأرضية وثلاث حبوب العالم)، تحمل مسبب التسمم الغذائى (إيشريشيا كولى)، استخدامها المتزايد فى محلات السندوتشات السريعة (ماكدونالدز، ملك البورجر) أدى لاستحواز المحلات على الشباب [لمظهرها، إذ عين الزبون كمشتري معه، كما يقول المثل الألماني Das Auge des Kunden kauft mit] وغير من عاداتهم واستهلاك الوقت فى الفارغ واستنفذ الاقتصاد المحلى وساعد على انتشار البيئة الصناعية، مما أدى إلى زيادة نسبة الأطفال السمان Obese فى أمريكا فى فترة العمر ٦ - ١١ سنة من ٤% عام ١٩٧١ - ١٩٧٤م إلى حوالى ١٦% عام ١٩٩٩ - ٢٠٠٢م، وهذه السمنة Obesity المفرطة تخفض معدل العمر Survival المتوقع Life expectancy لهؤلاء الأطفال.

عموماً ثلث الأمريكان البالغين سمان، وتضاعفت نسبة السمان بين أطفال أمريكا خلال الـ ٢٥ سنة المنصرمة، وزادت نسبة الأطفال المرضى بالسكر Diabetes ١٠ ضعف فى العقدين الماضيين. علاوة على العلاقة المحتملة بين استهلاك اللحوم الحمراء وحدوث السرطان والتي أكدتها كثير من نتائج الأبحاث العلمية، إذ أن غنى المائدة باللحوم والدهون الحيوانية (خاصة الهامبورجر ربما لطريقة طهيها) يضاعف من خطر سرطان العقد الليمفاوية Non-Hodgkin's Lymphoma (الذى يشكل ٢٣% من مرضى السرطانات فى الولايات المتحدة) وسرطان القولون والبروستاتا حيث أن زيادة البروتين والدهن تزيد حث الجهاز المناعى بما يخفض من قدرته على المقاومة.

والخلاصة تكمن فى الزراعة العضوية التى لها مؤيدوها Pros (من المستهلكين ورجال البيئة والصحة المهتمين بالأمان والسلامة والجودة) ومعارضوها Cons (من المنتجين والمسؤولين السياسيين والتنفيذيين المهتمين بالكم)، وهى معادلة صعبة نظراً لمحدودية الموارد وزيادة السكان واحتياجاتهم الغذائية المتزايدة، مما يغلب الكم على الجودة خاصة فى البلدان الفقيرة (تحت النامية والنامية) خلافاً للدول الغنية (الصناعية والمتقدمة) التى بإمكاناتها المادية أن تغلب الجودة على الكم، ورغم ذلك فالقادر على متطلبات الزراعة العضوية هو القادر كذلك على تفهم أهميتها، لذا يتحمل تكلفتها المادية العالية، ورغم ذلك هو القادر تكنولوجياً كذلك على إنتاج المحاصيل المعدلة (المهندسة) وراثياً للتصدير وكإعانات للشعوب النامية والجائعة والجاهلة والمغيبية ذهنياً، والتى يتخذونها فترناً للتجارب، بينما لا يستهلكها داخل بلاده لجهل عواقبها وعدم التأكد من أمنها وسلامتها لتغذية الإنسان.



زيادة وزن الجسم تحمل كثير من العواقب الوخيمة أكثر من مجرد سمّة، كأمراض القلب والسكر والضغط العالى والسرطانات [مستوى الكوليسترول الطبيعى فى الإنسان أقل من ٢٠٠ مجم/١٠٠ مل، منها كوليسترول منخفض الكثافة أقل من ١٣٠، وكوليسترول عالى الكثافة (حميد) أعلى من ٤٥ مجم/١٠٠ مل]

على أى الحالات فهناك أكثر من ٨٠٠ (٨٢٦) مليون نسمة من سكان الأرض يعانون من جوع مزمن، واقترح (عام ١٩٩٦م فى قمة غذاء العالم فى روما) كهدف للمشاركين من ١٨٦ دولة أن ينتصف هذا العدد على عام ٢٠١٥م، عموماً معظم تقارير الـ FAO تفيد أن نسبة السكان الذين يعانون من نقص الغذاء تقل بالنسبة لإجمالى التعداد، رغم التقدم الكبير فى مناطق معينة، فيظل هذا الهدف صعب الوصول، فالجوع ونقص التغذية ستم لحد الإنذار بالخطر رغم أنه فى بداية القرن الـ ٢١ وجد ٢٠% غذاء متاح أكثر/فرد فى العالم عما كان من ٣٠ سنة سابقة، فقد انخفضت حالات سوء التغذية فى ١٨ دولة بنسبة ٢٥% فأكثر، إلا أن القرن الـ ٢١ بدأ بدول نامية تعداد سكانها ٤,٧ بليون نسمة (أى ما يزيد عن ٧٨% من تعداد العالم) منهم ٨٠٠ مليون يعانون جوع مزمن، ١,٣ بليون بدون ماء نظيف، وهناك ١٥٠ مليون طفل يشكلون ثلث أطفال العالم النامى يعانون سوء التغذية عام ٢٠٠٢م، وهذا يغلب الكم (للأسف) على الكيف (الجودة) فى الإنتاج الغذائى الأدمى.

أهرام ٦/١/٨٠ م ص ١٥  
دنيا الكاريكاتير



أهرام ٦/١/٨٠ م ص ١٥  
دنيا الكاريكاتير



من وحشي بطولة كأس الأمم الأفريقية



الأهرام ٦/١/٢٤ م ٢٠٠٦ ص ١٥

## استاد القاهرة سحاش الأهم الأفريقية

## معرض الكتاب



الأهرام ٦/١/٢٧ م ٢٠٠٦ ص ٩

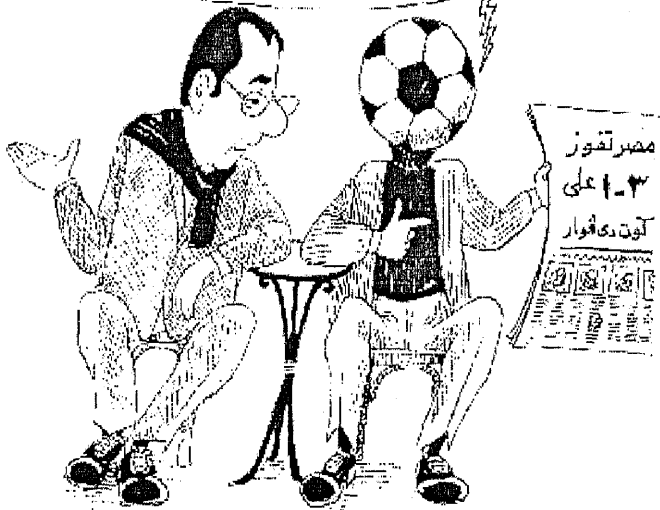
لهوه فيه قمة أفريقية ثانية غير اللي بتلعب عندنا



## دنيا الكاريكاتير

الأهرام ٦/١/٢٠٠٦ م ص ١٥

معرض كتاب ليدري يا هم... اليومين دول أنا عايز اللعب بالدماع  
مش اللعب في الدماغ...



الأهرام ٦/٢/٢٠٠٦ م ص ٩

ياحب أشوف الحاجات  
الواقعية بس...



الأهرام ١٣/٢/٢٠٠٦ م ص ١٢



فقد صدرت تحذيرات أيرلندية ضد التعديل الوراثى للأعلاف، والذي يهدد البيئة والمزارعين خارج أيرلندا، فخرجت مظاهرات ضد الشلجم Rape كأول محصول زيت تم تعديل بذوره وراثيا وأدخل بلادهم، فخشوا على بيئتهم ومحاصيلهم، وحذر الفلاحون من أن عدم حفظ محاصيلهم خالية من التعديل الوراثى يعد انتحار اقتصادى للفلاحين الأيرلنديين، حيث أن المستهلك الأوروبى يتجنب المنتجات المحتوية على أغذية مهندسة وراثيا. ورغم أن ذلك اعتمدت السوق الأوروبية الشلجم Monsanto's GT73 كعلف حيوانى فى أوروبا. فزيادة الرفض للمنتجات المهندسة وراثيا تزيد تكاليف المنتجات مما يجعل من الصعب ضمان خلو المنتجات من التعديل الوراثى، خاصة مع تضائل وفرة المكونات غير المهندسة وراثيا، فالإنزيمات المشتقة من المحاصيل المهندسة وراثيا تستخدم فى المخبوزات ومنتجات الألبان وغيرها، وليس فقط المحاصيل المهندسة وراثيا ذاتها.

## جنون البقر أو مرض المخ الأسفنجي البقري:

### Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE)

انتشر جنون البقر منذ عام ١٩٨٩م (في أيرلندا وفوكلاند وعمان) وحتى عام ٢٠٠٣م (في اليابان)، وفي إحصاء ألماني ثبت أن ٧٥% من السكان يخشون جنون البقر، وقد توفيت ٤ قطط في بريطانيا عند تغذيتها على معلبات غذاء قطط تحتوى فضلات لحوم بقرية مصابة بجنون البقر، فأكتشف المرض عام ١٩٨٤م، إلا أنه شخص عام ١٧٣٢م في الغنم، وسببه التغذية على مساحيق حيوانات حاملة لمسبب المرض، ويتشابه جنون البقر مع أمراض المخ في الإنسان والتي منها:

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| Morbus Alzheimer              | الزهايمر |
| Greutzfeld – Jacob – Sträfler | يعقوب    |
| Gerstmann – Sträfler          | شترويسلر |
| Kurukrankheit (disease)       | كورو     |

وما يزيد الطين بلة هو تصدير دم ماشية ملوث إسرائيلي عن طريق النمسا على أنه آدمي، وأصيب ٣٠٠٠ مريض بريطاني في ١٠٠ مستشفى، وصدرت بريطانيا دم ملوث لـ ٤٦ دولة، ولقى ٢٢ شخصاً مصرعهم في بريطانيا بمرض جنون البقر، وكان الأمريكيان دائماً يشيرون لانتشار جنون البقر في أوروبا دونهم، حتى عرّى Lederman (2001) كذب الأمريكيان (تلفزيون ABC في أخبار يوم ١٢/٢٦/٢٠٠٠م) في عدم وجود مرض جنون البقر لديهم، وفند حججه بأن ما يصاب الأغنام من حكة مماثلة لجنون البقر موجود في أمريكا، وأن ماشيتهم كانت تأكل لحوماً ودماءً وأحشاء وجثث الماشية والقطط والكلاب المعدمة، ومن مخلفات المجازر والمزارع (أرواث)، تماماً كما في أوروبا حتى عام ١٩٩٧م، مما يسهل نقل الأمراض للماشية.

فقد أخرجوا الماشية من طبيعتها العشبية في التغذية وحولوها إلى أكلة لحوم! وهذا لا يحدث في الطبيعة، وغذوها كذلك على فضلات الزيوت والدهون بعد القلى في المطاعم، وورق الصحف والكارتون وحتى وحل كساحة مجارى الإنسان، وتراب أفران الأسمنت (بما يحمله من ديوكسين) . وأضاف أن زرق الكتاكيت بديل علفي رخيص الثمن مستخدم في تغذية الماشية، رغم أنه في حالة عدم إعداده الجيد يحتوى بكتريا مرضية (كاميلو باكتري، سالمونيلا) قد تمرض الإنسان، علاوة على الطفيليات الداخلية، ومتبقيات العقاقير البيطرية، والعناصر الثقيلة السامة (كالزنيك والرصاص والكاديوم والزنك) . وهذه البكتريا والسموم تنتقل في دورة من الماشية إلى الإنسان المستهلك للحوم الماشية، والتي كذلك قد تتلوث بالروث أثناء الذبح (إذ تنتقل ملوثات زرق الدواجن إلى روث الماشية فتلوث لحوم الماشية عند الذبح) . ومعروف أن السماد الحيوان لا يطبخ ولا يعقم، بل يكوم Piling لعدة أسابيع في كومة عميقة، أو يسيلج Ensiling، وكلا العمليتين ليس لهما تأثير على البريونات ولا على متبقيات العقاقير في السماد .

واعتقد أن سبب مرض جنون البقر (Mad Cow Disease (MCD هو بروتين خاص أطلق عليه بريون Prion، وبعض العلماء حديثاً يعتقدون أن سبب المرض المبيدات الفوسفورية العضوية، والتي تنتشر في كل شيء (من غذاء الرضع والتحصينات وحتى أنوية قمل الرأس المستخدم لأطفال المدارس)، ودليلهم على ذلك إصابة قطعان الغزال والأيائل البرية المغذاة على الحشائش (وليس علف مصنع تجارى)، إذ تصاب كذلك بجنون البقر، لكن أطلق عليه في الأيائل والغزلان مرض الضياع المزمن CWD، وهو شبيه كذلك للصورة الأدمية، والتي يطلق عليها مرض كريستفيلد يعقوب CJD، وكل الصور الحيوانية والأدمية تصيب المخ تماماً كما في البقر، أى التهاب المخ الأسفنجي البقري BSE، وكل الصور الحيوانية للمرض تنتقل للإنسان، كما ينتقل المرض من فرد لآخر، وينتقل من البقر للحيوانات الأخرى.

ومن الأسانيد كذلك في انتشار المرض في أمريكا هو موت ٢٦١٤ فرداً في أمريكا ما بين عامي ١٩٧٩ و ١٩٩٠م بمرض يعقوب CJD، وأن التهاب المخ الأسفنجي البقري لعب دوراً في بعض هذه الوفيات. ويرجع العلماء مرض التهاب المخ الأسفنجي البقري BSE لتغذية الماشية على بقايا الأغنام المصابة بالحكة Scrapie (مرض مماثل لمرض BSE)، أو على بقايا الماشية المصابة بالمرض BSE. وثبت أن مسبب المرض (البريون) يثلف البروتين الطبيعي في المخ وخلايا الأعصاب ويحولها لحاملات للمرض، ويعتقد أن ملقحة شاة ملوثة بعلف الماشية كافية لإحداث المرض. وينتقل المرض من الأم المصابة إلى مواليدها التي تظهر عليها الأعراض لاحقاً (بعد ١٩ شهراً)، رغم عدم اتصال هذه المواليد بعلف ملوث أو حيوانات مريضة أخرى، وينتشر المرض في الإنسان CJD في أمريكا وبريطانيا وفرنسا وإيطاليا وشيلي والتشيك والسلوفاك والمجر وإسرائيل واليابان.

كما ينتقل المرض CJD بطريق غير غذائي كذلك، بدليل إصابة شخص نباتي التغذية بالمرض. البريونات لا تحطمها الكيماويات أو الحرارة العادية المستخدمة في التعقيم في المستشفيات، فالحرارة حتى ١٣٤ م° لا تخفض عدواه. لذا ينتقل المرض مع الكترونيات المخ ومع حقن هرمون النمو المأخوذ من جثث، ويعبر خلال الأنسجة المزروعة، كما أن ١٠% من الحالات وراثية. ويصيب المرض الأغنام والخنازير والدجاج المغذى على علف ملوث بمرض الحكة Scrapie أو بمرض التهاب المخ الأسفنجي البقري، وفي حيوان النمس Mink يعرف المرض بالتهاب مخ النمس المنقول TME.

#### التغذية على الأرواح:

﴿وَمَا آتَاكُمُ الرَّسُولُ فَخُذُوهُ وَمَا نَهَاكُمْ عَنْهُ فَانْتَهُوا﴾، قال (ص): "من يرد الله به خيراً يفقهه في الدين، وإنما العلم بالتعلم"، ﴿يَسْأَلُونَكَ مَاذَا أَحَلَّ لَهُمْ قُلْ أَحَلَّ لَكُمْ الطَّيِّبَاتِ﴾ (المائدة/٤)، ﴿وَيُحِلُّ لَهُمُ الطَّيِّبَاتِ وَيُحَرِّمُ عَلَيْهِمُ الْخَبَائِثَ﴾ (الأعراف/١٥٧). فالجماد حلال كله ماعدا النجس والمتنجس (المختلط بنجاسة)

كالمسن الذى ماتت فيه فأرة، إذ قال الرسول (ص) فيه: "القوها، وما حولها فإطرحوه، وكلوا سمنكم" رواه البخارى، هذا فى الجامد أما المائع فإنه ينجس بملاقاة النجاسة، خاصة إذا تغير بالنجاسة. والحيوانات البحرية حلال أكلها إلا ما فيه سم للضرر، أما الحيوان البرى فمنه ما هو حلال أكله ومنه ما هو حرام.

وهذا تفصيل للإجمال المذكور فى سورة الأنعام/١٤٥: ﴿قُلْ لَا أَجِدُ فِيمَا أُوحِيَ إِلَيَّ مُحَرَّمًا عَلَى طَاعِمٍ يَطْعَمُهُ إِلَّا أَنْ يَكُونَ مَيْتَةً أَوْ دَمًا مَسْفُوحًا أَوْ لَحْمَ خَنْزِيرٍ فَإِنَّهُ رَجَسٌ أَوْ فُسْقًا أَهْلَ الْغَيْبِ اللَّهُ بِهِ يَعْلَمُ﴾، ويستثنى من ذلك ميتة السمك والجراد، والدم اليسير فى العروق لحديث ابن عمر، قال الرسول (ص): "أحل لنا ميتتان ودمان، أما الميتتان فالحيوت (السمك) والجراد، أما الدمان فالكدب والطحال". وقالت عائشة: "كنا نأكل اللحم والدم خطوط على القدر". وقد نهى النبى (ص) عن أكل لحوم البغال (رواه أحمد وأبو داود) وعن أكل لحوم الحمر الأهلية (رواه الخمسة)، وأذن فى لحوم الخيول (رواه الترمذى)، لكن نهى عن أكل كل ذى ناب من السباع وكل ذى مخلب من الطير (رواه مسلم)، والجلالة من الإبل والبقر والغنم والدجاج والأوز وغيرها حتى يتغير ريحها (رواه الخمسة إلا ابن ماجه). الجلالة: الحيوانات التى تأكل العذرة والجللة، إن تغير رائحة الحيوان أو طعم لحمه أو لون أو طعم مرقه أو لونه، عندئذ يحرم أكلها وركوبها وشرب لبنها للضرر الحادث بعد أكلها.

#### التركيب الغذائى لزرق الدواجن:

وقد استخدمت فرشة الكتاكيت بنسبة ٢٥% من المادة الجافة فى عليقة ثيران التسمين، ويمكن زيادة مخلفات الدواجن لتحل محل أكثر من ٥٠% من عليقة البقر والعجالات دون ظهور أعراض مرضية. إلا أنها لم تفر حتى الآن من قبل هيئة الأغذية والدواء الأمريكية FDA كمكون علفى.

**البروتين الخام:** فى زرق كتاكيت التسمين (المغذاة على ٢٤% بروتين) يحتوى على حوالى ٣٥% بروتين خام فى المادة الجافة (زرق الدجاج البياض المجمع طازج قد يفقد جزء من أزوته فى صورة أمونيا وهدم) وباستخدام الفرشة لكتاكيت التسمين فتحتوى ٢٠ - ٣٠% بروتين.

**الألياف الخام:** فى زرق كل من كتاكيت التسمين والدجاج البياض تبلغ حوالى ١٠ - ١٥% فى المادة الجافة. وفى حالة الفرشة ترتفع الألياف لتتراوح ما بين ١٥ - ٣٠%، حسب نوع الفرشة المستخدمة ونسبتها من المخلفات الكلية.

**المستخلص الإثيرى:** فى فضلات الدواجن عادة منخفض ويتراوح ما بين ١ - ٤%.

**الرماد:** متباين ويبلغ حوالى ٢٥ - ٤٠% فى المادة الجافة من زرق الدجاج البياض، وحوالى ٢٠% فى زرق كتاكيت التسمين.

المستخلص خالى الآزوت: يتراوح ما بين ٢٥ - ٣٥% فى فضلات الدواجن .

الكالسيوم والفوسفور: يحتوى فضلات كتاكيت التسمين المرباه على فرشاة حوالى ٢ - ٣% كالسيوم فى المادة الجافة وأقل منها فوسفور، بينما زرق الدجاج البياض يحتوى حوالى ٢ - ٣% فوسفور وحوالى ٧ - ٩% كالسيوم .

مجموع مواد غذائية مهضومة TDN: فضلات كتاكيت التسمين المرباه على فرشاة تحتوى ٦٠% TDN فى المادة الجافة، ٣٥ - ٦٥% من البروتين الخام فى مخلفات الدواجن عبارة عن نيتروجين غير بروتينى .

يحتوى زرق الدواجن على ٢٠% علف غير مهضوم (يفرض أن معامل هضم الدواجن للأعلاف حوالى ٨٠%)، كما تبعثر الدواجن ١٠ - ١٥% من العلف، مما يجعل الزرق غنى بالمادة العضوية والبروتين وغيره من المغذيات، لذا تقوم صناعة على تكعيب زرق الدجاج لإعادة استخدامه للمجترات والخنازير وحتى للدواجن ذاتها . ويخشى من أمراض الدجاج (كوكسيدا، أمراض الجهاز التنفسي، نيوكاسل، كوليرا، مارك، أسكارس) والأوز والبط (الطاعون والكوليرا كذلك) والخنازير (الطاعون والباراتيفود والربو)، لذا يخمر الروث أو يعقم بالتبخير بكحول بروميدميثيل . ولرائحة الزرق الكريهة الناتجة من التخمر فلا تقبل عليه إلا الحيوانات التى تعودت، لذا تنزع رائحته بكبريتات الحديدوز (٧%) وتراب الفحم (٣,٥%)، وينبغى ألا يزيد الزرق فى العليقة عن ٢٠% .

لخفض إنتاج الروث ومحتوياته تقنن التغذية حسب الاحتياجات، ويخفض استهلاك الماء (بالتطهير) والبيتاين وبإضافة كلوريد البوتاسيوم وبالتهوية والتبريد وخفض الإضاءة مما يقلل الإجهاد الحرارى . درجات الحرارة فى حفر السماد البلدى على مدار العام مناسبة لمعيشة الذباب المنزلى والخنافس، وتتأثر درجة حرارة السماد بشكل الحفر وعمق السماد ودرجة حرارة الجو . واستخدام فرشاة الدواجن فى إنتاج المحاصيل البستانية مرتبط بزيادة الضرر من عشائر الذباب المنزلى، فكل هكتار معامل بفرشاة الدواجن ينتشر فيه تقريبا ١,٥ مليون ذبابة منزلية و ٠,٢ مليون ذبابة إسطليل .

تحتوى فرشاة وزرق الدواجن والأسمدة الحيوانية على البروتين الميكروبي، ولقد ثبت أن إضافة ٥% بروتين ميكروبي فى عليقة الحملان قد أدت إلى تغييرات نسيجية هدمية فى العضلات الهيكلية والأعضاء الحشوية، مع انخفاض وظيفى للغدة الدرقية Thyroid للحملان . وكذلك فإن تغذية كتاكيت التسمين على روث الخنازير الجاف (٢,٥ - ١٠%) قد أدت إلى اختلافات معنوية فى نشاط إنزيمات نقل الأمين فى الدم، وفى اختبار التذوق، والخصائص الكيميائية للحم ودهن الفرائج مقارنة بالمجاميع الضابطة بدون روث . ونفس الشئ عند تغذية الدجاج البياض على روث خنازير (٢,٥ - ١٠%) فقد أدى ذلك إلى تغييرات معنوية فى تركيب لحوم ودهون الدجاج مقارنة بالدجاج غير المغذى على روث . وحتى عند تغذية العجول والعجلات على روث الخنازير فقد أدى ذلك لانخفاض معنوى فى محتوى العضلة العينية *Longissimus dorsi muscle* من

المادة الجافة والدهن مقارنة بالحيوانات فى المجموعة الضابطة بدون روث، وقد أرجع ذلك لانخفاض طاقة العليقة المحتوية على الروث، وعند تغذية العجول على أرواث جافة من الخنازير والدواجن (٥ - ١٥%) زاد ذلك من محتوى أكباد العجول من النحاس. وحتى عند تغذية الخنازير على روث الماشية (حتى ٢٠%) فقد أدى ذلك لانخفاض استهلاك العلف، والوزن النهائى، ودهن لحوم الخنازير مقارنة بالمجموعة الضابطة.

قطيع ماشية فى البرازيل مكون من ألف رأس يتغذى بشكل جماعى على فرششة دواجن مع مرعى أخضر، نفق منه ١٤٦ حيواناً خلال بضعة شهور قليلة بعد أعراض فقد الشهية، بول مدمم، إمساك أو إسهال، كبد شاحب اللون، كلى بنية غامق، امتلاء المثانة بالبول البنى الغامق، نكرزة كبدية وتمدد القنوات المرارية، وفشل كلوى، ارتفع محتوى النحاس فى كبد الحيوانات النافقة إلى ٤٩٠٦ جزء/مليون (فى المادة الجافة)، بينما احتوت فرششة الدواجن المغذاة عليها الماشية ٣٦٢ جزء/مليون نحاس، والمرعى الأخضر المقدم مع الفرشة للحيوانات احتوى فقط على ٤,٧ جزء/مليون نحاس. فهذا التسمم بالنحاس راجع لشدة استخدام كبريتات النحاس لمقاومة المرض الفطرى Aspergillosis فى الدجاج مما راكم كميات كبيرة من النحاس فى فرششة الدجاج.

تنتشر حالات البوتوليزم بين الدجاج والحيوانات المختلفة (كلاب، ماشية، خيول، غنم) للإصابة ببكتريا كلوستريديوم بوتولينوم (وربما سمومها كذلك) من العلف الملوث (حبوب، سيلاج، جثث، روث) فى مختلف بلدان العالم، ولعبت فرششة الدواجن (عند استخدامها كعلف) الدور الأعظم فى نقشى هذا المرض أو التسمم الذى أدى إلى نفوق الكثير من الحيوانات المصابة.

وعموماً فعند استخدام فرششة الدواجن كعلف حيوانى يعمل حساب زيادة مستوى الرماد فى الفرشة، إذ تؤثر سلباً على القيمة الغذائية (مجموع مواد غذائية مهضومة TDN) للعلائق المحتوية على الفرشة. وإعادة استخدام الأرواث تعتبر أحد العوامل السلبية فى الأمان الغذائى، والذى يتأثر سلباً كذلك بعلف الحيوان (تلوث ميكروبى، سموم)، ورعايته (المراقبة الصحية، كثافة التسمكين، النظافة، التطهير)، وبرامج المعالجة البيطرية (استخدام المضادات الحيوية)، وحتى الذبح (نقل، ذبح)، والتصنيع (حفظ، وإعداد)، مما يحتم استخدام نظام مراقبة جودة HACCP على مستوى المزرعة والسلاخنة. فالعقاقير البيطرية تكسب بكتريا الجهاز الهضمى للحيوانات مناعة بتنشيط جين المناعة فيها، وقدرته على الانتقال لأنواع بكتيرية أخرى فى اللحم (بتلوثه أثناء الذبح بالروث وما يحملها من بكتريا مقاومة للعقاقير) والأغذية الأخرى، مما ينشر البكتريا المقاومة فى الإنسان والحيوان.

من الفطريات الثابت وجودها فى فرششة الدواجن والتربة المستصلحة بفرشة الدواجن أجناس Acremonium, Aspergillus, Eurotium, Parcilomyces, Petriella,



Arthrobacter, Bacillus, ومن أجناس البكتيريا الموجودة فيهما • Scupulariopsis  
• Pseudomonas

وبعد ماء الصرف الصحي أحد مصادر المياه للاستزراع السمكي وتعدد فوائده على أنه عالي الجودة، خالي من المفترسات، خالي من مسببات الأمراض، ويعيبه محتواه من المطهرات Disinfectants (كلورين، كلور أمينات)، علاوة على ارتفاع تكلفته. والانتشار العالمي السريع للاستزراع المائي والإنتاج الحيواني يشير بقوة لكارثة ستقع على صناعة أعلاف الحيوان والكائنات المائية في المستقبل القريب. فالأسماك تعد أكفاً محولات العلف للحوم، إذ تتطلب ٢ - ٤ كيلو علف لإنتاج كيلو سمك. وقد تم اختبار إعادة تدوير المخلفات لتغذية الأسماك (بالتسميد غير المباشر لإنتاج الغذاء الطبيعي). فالغائط المعالج Treated sewage يستخدم لتنمية الهوائم النباتية Phytoplankton التي تستهلكها اللافقاريات، والأخير تستخدم كغذاء للجمبرى والاسناكوزا والأسماك. إلا أن استخدام المخلفات محفوف بالمخاطر الصحية (تراكم عناصر سامة كالزئبق والكاديوم والزرنيخ)، والبيئية (تغيير البيئة الشاطئية)، والتسويقية (إذ أنه صعب تسويق الأسماك المستزرعة تحت ظروف استخدام المخلفات). كما تؤثر المخلفات (كما تؤثر العلائق) على الخصائص الحسية Organoleptic properties للسمك من طعم وقوام وكذلك تركيب الجسم من دهن وبروتين، فالسمك يوصف بأنه أسفنج بيولوجي، بمعنى أنه يمتص عن طريق الخياشيم والأمعاء عديد من المواد الذائبة العضوية وغير العضوية، مما يؤثر على تركيب وطعم السمك.

نظام الاستزراع السمكي في آسيا بتكامل الإنتاج السمكي مع الداجني والحيواني، حيث تغذى الخنازير على زرق الدواجن (البط)، ويغذى السمك على الروث (للخنازير)، ففيه تصاب الخنازير بأنفلونزا الدواجن، والخنازير تصاب أساساً بأنفلونزا الخنازير، مما يؤدي لارتباط فيروسات نوعي الأنفلونزا، وتحدث فيها طفرات في الخنازير منتجة سلالات جديدة، ويصاب الإنسان بأنفلونزا الدواجن وبأنفلونزا الخنازير، مما يجعل آسيا مهددة بسلالات جديدة وكثيرة من فيروسات الأنفلونزا. ويلعب السمك دوراً كحاضن طبيعى للسلالات الجديدة من فيروسات الأنفلونزا.

وتستخدم الصين كذلك دم الخنازير كمادة رابطة في الأعلاف المكعبة للسمك، كما تستخدم شرائق دود الحرير، ودود الأرض في تغذية الأسماك. ويقوم الصينيون منذ ٣ آلاف سنة باستزراع الأسماك بتغذيتها على علائق من الحشائش والسماد العضوى (روث الحيوانات) من الخنازير والدواجن، إذ يستزرع الفلاح الصينى ٦ - ٧ أنواع سمك معاً، ويغذيها على الروث المخلوط بالحشائش لمدة ٦ - ٨ ساعات يومياً، ثم يجمعها ويبيعها. زرق البط أغنى في محتواه من المغذيات عن روث الماشية والخنازير، ويستخدم في تغذية الأسماك في الزراعة المتكاملة (بط/سمك). إلا أن البط يصاب بالأمراض كالكلويرا (باستريبلوزيس) والبوتيلوزم والتي قد تنتشر في القطيع كله، وكذلك

يصاب بالالتهاب المعوى الفيروسي (طاعون البط) والالتهاب الكبدي الفيروسي والتي تسبب نفوق شديد. وهناك أمراض مشتركة بين الطيور المائية والسماك.

وكذلك فإن كل ١٠٠ كيلو جرام ورق توت يتغذى عليها دود الحرير تخلف ٥٠ - ٦٠ كيلوجرام مخلفات تربية دود الحرير Sericulture dregs تنتج ٥ - ٦ كيلوجرام سمك. وفي فيتنام كذلك يزرعون السمك متكاملًا مع البط وعدس الماء Duckweed الذي يعد غذاء لكل من البط والسمك، كما يستخدمون روث الحيوان في تغذية السمك مع الحشائش والأوراق ومخلفات التصنيع الزراعي، بحيث لا يشكل العلف التجاري إلا حوالى ٢٠% من احتياجات السمك، مما يشكل فائدة اقتصادية مساعدة للمزارع الصغير. ويقول Mike Cremer (مدير فنى الاستزراع السمكى لاتحاد الفول الصويا الأمريكى) أن هذا النظام غير كفء، بل تغذية السمك على كسب فول الصويا ينتج أسماكًا عالية الجودة، وبشكل أسرع، مع فوائد اقتصادية وبيئية أكثر للمستزرع. فعلائق فول الصويا أقل تلويثًا، فبينما علائق السمك المعتمدة على الأرواث تترسب فى قاع الحوض، فإن مكعبات كسب فول الصويا المقشور تطفو على سطح الماء، وعليه تتحصل الأسماك على غذاء أكثر، ويقل الفقد المترسب على قاع الحوض.

ورغم أن عليقة فول الصويا أكثر سعرًا، إلا أنها أفضل عائداً لأنها تتطلب عمالة أقل وتؤدي لجودة ماء أفضل، وتنتج أسماكاً أعلى جودة وأقل إصابة بالأمراض، وهذا يتطلبه المستهلك الصينى اليوم. لذلك فإن اتحاد فول الصويا الأمريكى يساعد الصينيين لتطوير صناعة الاستزراع السمكى مع وزارة الزراعة الصينية (مركز الإرشاد السمكى القومى) فى برنامج رسمى لزيادة الأسماك فى البلد (الصين)، وهو فى حد ذاته صيد ثمين للأمريكان بصفتهم نصبوا أنفسهم كموردين لفول الصويا للصين. فالفلاح الصينى ينتقل تدريجياً الآن لتغذية نوع سمكى واحد على عليقة الصويا، ففي عام ١٩٩٠م لم يدخل علف أسماك من الصويا للصين، بينما عام ١٩٩٨م وصل ١١٠ مليون بوشل (مكيال حبوب أمريكى) أى ٨٨٠ مليون جالون من هذه الأعلاف، باعتبار أن معدل التحول (من تغذية على الروث إلى تغذية على الصويا) حوالى ١٥% سنوياً، وعليه ستحتاج الصين عام ٢٠٠٥م إلى ٢٥٧ مليون بوشل (٢٠٥٦ مليون جالون) علف صويا لأسماك الصين المستزرعة بالنظام الجديد بدلاً من التغذية على السماد (السباخ).

يندر استخدام السماد الحيوانى كعلف للحيوانات الزراعية، وذلك للرفض العام لهذا الاستخدام، لاعتبارات خطورته على الصحة العامة، والبديل المقترح هو الإنتاج المتكامل للسمك Integrated fish production، وهذا يتطلب قدرات إدارية عالية للحصول على محصول سمك عالى. والبديل الآخر هو إنتاج الغاز الطبيعى Biogas، وهذا يناسب الدول مرتفعة أسعار الطاقة. أما صرف السائل للماء السطحى وإنتاج أسمدة جافة فمرفوض بيئياً وصحياً.

### من مخاطر السماد العضوى المستخدم كغذاء أو سماد للأحواض السمكية:

- ١- يلوث البيئة لأن ١٥ - ٢٠% من الأزوت و ٨ - ١٢% من الفوسفور تحتجزه الأسماك والباقي يتراكم على رواسب الحوض.
- ٢- يحمل السماد العضوى مسببات الأمراض المباشرة إلى الإنسان، سواء كان مستهلكا أو منتجا أو وسيطا فى الاستزراع السمكى، ومن بينها السالمونيلا والبكتريا المعوية.
- ٣- علاجات الدواجن والخنازير تتخلف متبقياتهما فى أرواثها مما يشجع على إنتاج سلالات من البكتريا تحمل جين مقاومة العلاجات، مما ينعكس على السمك والمستهلك.
- ٤- استخدام زرق الدواجن وروث الخنازير فى تحميل الدواجن والخنازير فى نظام تكاملى مع الاستزراع السمكى ينشر سلالات غريبة من فيروسات الأنفلونزا التى تهدد صحة الإنسان بضرارة.
- ٥- الإثراء الغذائى بالتسميد ينشر إزهارات الطحالب السامة التى تضر بالأسماك وبالثدييات التى تشرب من هذا الماء.

ورغم ذلك فقد تم تغذية البلطي الموزامبيقى فى هونج كونج على علف مزود بكسب (الواح) الغائط (الصرف الحضرى) بمعدلات ٥ - ٣٠% من العليقة، أو كسب الغائط مزال السمية (مزال المعادن النادرة) بمعدل ١٠ - ٣٠% من العليقة لمدة ٦٠ يوما، والمقارنة غذيت على علف بدون إضافات. فاحتوت العلائق المضاف إليها ألواح الغائط (حتى منزوع العناصر النادرة) على أعلى محتوى من عناصر الكاديوم والنحاس والكروم والنيكل والرصاص والزنك مقارنة بالعليقة المقارنة، فيما عدا الرصاص فى العليقة المحتوية ألواح غائط منزوعة العناصر النادرة. وكانت تركيزات هذه العناصر فى أنسجة السمك على اختلافها (رأس - خياشيم - أحشاء - لحم - عظام) مرتبطة نسبيا بمستوى إضافة ألواح الغائط. وكان محتوى السمك من هذه العناصر أقل فى حالة استخدام الألواح منزوعة العناصر عن الألواح بدون معاملة. وانعكست التأثيرات الضارة فى انخفاض معدلات النمو للسمك المغذى على علائق مضاف إليها كسب الغائط، باستثناء المستوى ٥% للكسب. وبزيادة مستوى هذا الكسب تعاني الأسماك من السعال وإفراز المخاط.

تؤثر رائحة الروث على استهلاكه كعلف، ولخفض هذه الروائح الكريهة (الناجمة من التلف البكتيرى) يخفض استهلاك بروتين العلف بإضافة الأحماض الأمينية المخلفة للعليقة، فينخفض إخراج النيتروجين، وتضاف السكريات غير النشوية فتعدل من سبل إخراج النيتروجين، وتستخدم إضافات غذائية إنزيمية وبكتيرية وغيرها مما يكلف كثيرا، بل تستخدم تقنية الترشيح البيولوجى، وفصل الصلب عن السائل، رغم عدم تحقيقها

إزالة كاملة للروائح . بل أن التوصيات الأمريكية (لخفض النشاط البكتيرى فى المخلفات الحيوانية المستخدمة كأعلاف وحرصا على صحة الإنسان) أن تعامل هذه المخلفات حراريا على درجة ٧١ - ٧٧ م° . وعموماً تختلف حياتية مسببات الأمراض (المنتقلة من الحيوان للإنسان) باختلاف الكائن ودرجة الحرارة، وهى عمومأ أطول معيشة فى الأجواء الأبرد، وتتباين حياتيتها حسب حالة الروث سائل أم صلب .

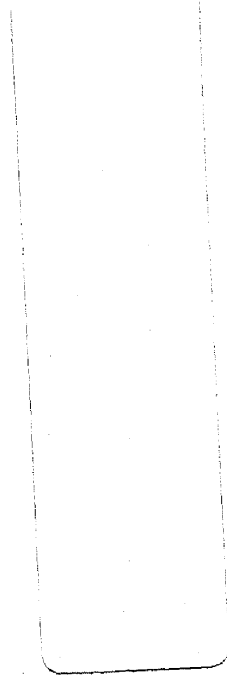
ولمزيد من الاطلاع يمكن الرجوع لكتب المؤلف التالية:-

- ١- رعاية حيوانات المزرعة (١٩٩١م). الناشر: دار النشر للجامعات المصرية بالقاهرة. رقم إيداع: ٧١٣٦/١٩٩٠.
- ٢- رعاية الكلاب (١٩٩١م). الناشر: مكتبة مديولى بالقاهرة. رقم إيداع: ٩٣٢٠/١٩٩١.
- ٣- الأسس العلمية لإنتاج الأسماك ورعايتها (١٩٩٤م). الطبعة الأولى - الناشر: دار النشر للجامعات المصرية بالقاهرة. رقم إيداع: ٣٦٦٧/١٩٩٤.
- ٤- التحليل الحقلى والمعمل فى الإنتاج الحيوانى (١٩٩٦م). الناشر: دار النشر للجامعات المصرية بالقاهرة. رقم إيداع: ١١٣١٨/١٩٩٦.
- ٥- مختصر الكلام فى أضرار الطعام (١٩٩٨م). الناشر: المؤلف - طباعة: دار النيل للطباعة والنشر بالمنصورة. رقم إيداع: ٧١٠٦/١٩٩٨.
- ٦- أضرار الغذاء والتغذية (١٩٩٩م). الناشر: دار النشر للجامعات المصرية بالقاهرة. رقم إيداع: ١١٨٢٨/١٩٩٩.
- ٧- الفطريات والسموم الفطرية (٢٠٠٠م). الناشر: دار النشر للجامعات المصرية بالقاهرة. رقم إيداع: ١٣٧٣٨/١٩٩٧.
- ٨- العناصر المعدنية (٢٠٠٠م). الناشر: المكتبة الجامعية بالإسكندرية. رقم إيداع: ٢٥٤٢/٢٠٠٠.
- ٩- الفيتامينات (٢٠٠٠م). الناشر: المكتبة الجامعية بالإسكندرية. رقم إيداع: ٢٥٤٢/٢٠٠٠.
- ١٠- الأسس العلمية لإنتاج الأسماك ورعايتها (٢٠٠٠م). الطبعة الثانية - الناشر: المؤلف - طباعة: مطبعة جامعة المنصورة.
- ١١- تربية الكلاب (٢٠٠١م). الناشر: منشأة المعارف بالإسكندرية. رقم إيداع: ٢٠٠٠/١٠٤٨٢.
- ١٢- تربية الخيول (٢٠٠٢م). الناشر: منشأة المعارف بالإسكندرية. رقم إيداع: ٢٠٠٢/٢٠٨٢٢.
- ١٣- الأسس العلمية لإنتاج الأسماك ورعايتها (٢٠٠٣م). الطبعة الثانية مكررة - الناشر: المؤلف - طباعة: مطبعة جامعة المنصورة. رقم إيداع: ٢٠٠٣/١٤٢٤.
- ١٤- تغذية الحيوان (٢٠٠٤م). الطبعة الثانية - الناشر: المؤلف - طباعة: مطبعة برلين - طلخا - دقهلية. رقم إيداع: ٢٥٢٨/٢٠٠٤م.
- ١٥- صحة الحيوان (٢٠٠٥م). الناشر: المؤلف - طباعة: مطبعة جامعة المنصورة. رقم إيداع: ٤٥٦٦/٢٠٠٥م.
- ١٦- قاموس الاصطلاحات الأجنبية المستخدمة فى حقل السمكة (٢٠٠٥م). الناشر: دار النشر للجامعات بالقاهرة. رقم إيداع: ١١٨٦١/٢٠٠٤م.
- ١٧- المسرطنات (٢٠٠٥م). الناشر: دار النشر للجامعات بالقاهرة. رقم إيداع: ١٩٤٩/٢٠٠٥م.



Inv:2052789

Date:27/4/2014



رقم الإيداع

٢٠٠٩ / ٤٧٦٧

