الجمهورية العربية السورية
جامعة حماه
كلية الهندسة الزراعية
قسم الإنتاج الحيواني

المحاضرة الثالثة

اللبيدات

مقرر تغذية الحيوان والدواجن

السنة الرابعة

العام الدراسي 2024 - 2025

الاثنين 2024/10/14

الشحميّات (الليبيدات) (Lipids)

هي مركبات عضوية غير متجانسة ذات منشأ نباتي أو حيواني، يدخل في تركيبها الكربون والأوكسجين والهيدروجين، لا تنحل في الماء لفقدان خاصية الاستقطاب في جزيئاتها، لكنها تذوب في المذيبات العضوية غير القطبية مثل الكحول والبنزين والأسيتون والإيثر، أو بالمذيبات ضعيفة القطبية كالميثانول وذلك بسبب طبيعتها الكارهة للماء. تحتوي الدهون على كمية أقل من الأوكسيجين وكمية أكبر من الكربون والهيدروجن مقارنة بالمواد العضوية الأخرى.

يكون عمل الليبيدات من حيث أنها مواد ناقلة للإلكترون وناقلة للركيزة في التفاعلات الإنزيمية.

تؤلف الشحميات نحو 5% من المواد العضوية الداخلة في تركيب الخلية وتؤدي دوراً حيوياً مهمّاً ، إذ تدخل في بنية الأغشية الخَلَويّة الحيوانية والجدران الخلوية النباتية، وتشكل مصدراً مهمّاً من مصادر الطاقة ومُدّخراً غذائياً فائضاً، إضافةً لحماية الجسم من الإصابات والصدمات، كما تدخل في تركيب بعض الفيتامينات والهرمونات. وقد تكون الشحميات بشكل دهون احتياطية تتوضع عند الحيوان ضمن الأنسجة الضامة تحت الجلد أو حول بعض الأعضاء مثل القلب والكلى.

تقسم الليبيدات النباتية إلى قسمين رئيسين بنائية وتخزينية.

الليبيدات البنائية **تشكل سطوح حماية** لكثير من أوراق النباتات العليا (7% من الأوراق) وأهمها أنواعها الشموع مع مساهمات طفيفة نسبيا من الهيدروكربونات طويلة السلسلة، والأحماض الدهنية. كما أن بعضها **يدخل في تركيب أغشية** الميتوكوندريا والشبكة السيتوبلاسمية الداخلية وأغشية البلازما، هي غليكوليبيدات بشكل رئيسي (40-50 % من العضيات) وفوسفوليبيدات.

الليبيدات التخزينية تتواجد في الفواكه والبذور، وهي عبارة عن ثلاثي الغليسيريد .تم عزل أكثر من 300 من الأحماض الدهنية المختلفة من الأنسجة النباتية، أكثر الأحماض الدهنية المشبعة شيوعاً هو حمض البالماتيك، وأكثر الأحماض الدهنية غير المشبعة شيوعاً هو حمض الأوليك.

تعد الدهون الشكل الرئيس لتخزين الطاقة عند الحيوانات. يبلغ إنتاج الطاقة من الأكسدة الكاملة للدهون حوالي 9 كيلو كالوري/غ مقارنة مع حوالي 4 كيلو كالوري/غ للسكريات والبروتينات.

تتألف الشحوم البسيطة من ارتباط أحماض دسمة طويلة السلاسل برابطة أستيرية مع الكحولات أو مشتقاتها. مثل الغليسيرول والكوليسترول، وكيميائياً تتكون الشحوم من جزيئة غليسرول مرتبط برابط استيرية مع ثلاث حموض دسمة.

يتم استخدام الإيثر في الطرق المخبرية لاستخلاص الدهن الخام (Crude Fat) ويسمى مستخلص الإيثر (Ether Extract) (EE). ويشمل الدهن الخام أو مستخلص الإيثر مركبات عديدة ذات صلة بالدهون أو تستخلص معها، وتشمل الدهن الحقيقي والزيوت والشموع والكلوروفيل والمواد الملونة كالكاروتين والحموض العضوية والفوسفوليبيدات بالإضافة إلى مركبات أخرى غير الدهون ولكنها هامة جداً مثل الأرجسترول وهو أحد مولدات فيتامين D.

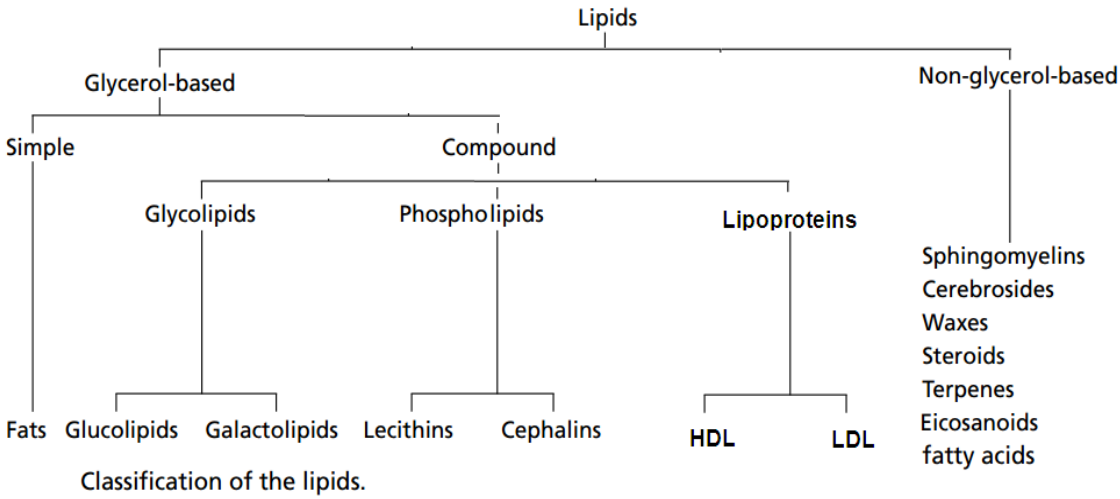
يختلف محتوى الأعلاف من الدهون باختلاف نوع العلف. فالبذور والحبوب تحتوي على كمية أكبر من الدهون بالمقارنة مع السوق والأوراق أو الجذور والدرنات، وتحتوي حبوب القمح والشعير على 1 -2% دهن، أما في حبوب الذرة

الصفراء فقد تصل نسبة الدهن إلى 5 ـ 6% بينما تحتوي بذور المحاصيل الزيتية مثل بذور عباد الشمس والكتان والقطن والسمسم والصويا وثمار زيت الزيتون على نسبة عالية من الدهون تتراوح بين 25 – 40 %.

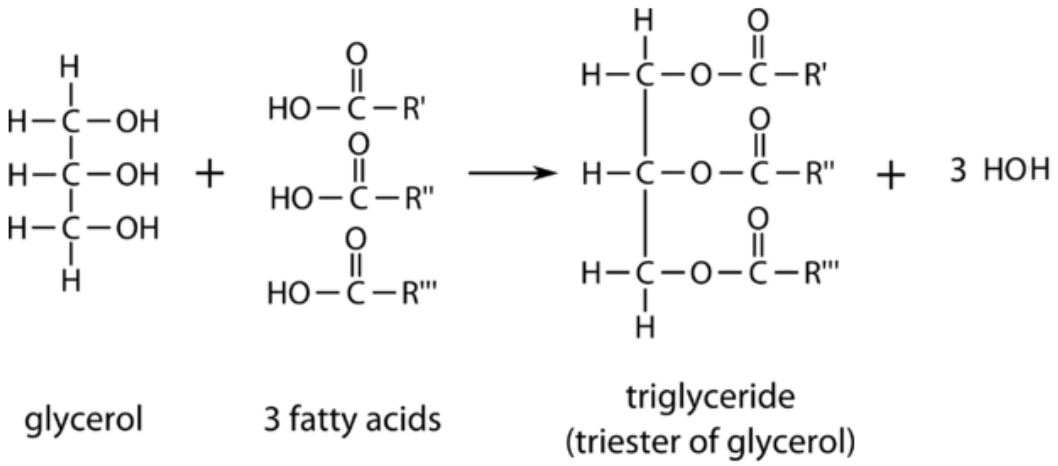
وتتراوح نسبة الدهن في جسم الحيوان بشكل كبير تبعاً لعدة عوامل كالنوع والعُمُر والجنس، فقد وُجد أن محتوى جسم عجل حديث الولادة من الدهن يبلغ 3 – 4 % أما في جسم الثور البالغ فتبلغ 40 % وفي جسم الغنمة المكتنزة 45 % بينما تبلغ في جسم النعجة النحيلة 20 % فقط.

أقسام الليبيدات:

1. **ليبيدات يدخل في تركيبها الغليسرول (Glycerides):** تتكون من اتحاد الحموض الدهنية مع الغليسرول أي هي أسترات الحموض الدهنية مع الغليسيرول وتشمل:
   - A. **غليسريدات بسيطة** مثل **الدهون والزيوت**.
   - B. **غليسريدات مركبة:** وهي استرات الحموض الدهنية مع الغليسرول إضافة إلى مجاميع أخرى غير دهنية وتشمل:
     - الفوسفوليبيدات (Phospholipids): وهي ليبيدات يدخل في تركيبها حَمْض الفوسفوريك وقاعدة آزوتية.
     - جليكوليبيدات (Glicolipids): ليبيدات يدخل في تركيبها السكريات
     - البروتوليبيدات (Proteolepids) : وهي ليبيدات يدخل في تركيبها البروتينات.
2. **ليبيدات لا يدخل في تركيبها الغليسيرول:** تشمل الحموض الدهنية الحرة والستيرولات (النباتية أو الفطرية أو الحيوانية) والهيدروكربونات وبعض الفيتامينات الذوابة في الدهون وبعض الصبغات.



مخطط يوضح تصنيف الليبيدات



ارتباط الغليسرول مع الحموض الدهنية لتشكيل ثلاثي الغليسريد

أهم أنواع الليبيدات المرتبطة بتغذية الحيوان:

أولاً ـ الدهون :

وهي غليسيريدات ثلاثية للحموض الدهنية المشبعة أو غير المشبعة. تدخل الدهون والزيوت في تركيب النباتات والحيوانات وهي مصادر مهمة للطاقة المخزنة. يمتلك كلاً من الدهون والزيوت نفس التركيب العام ولكن الخصائص الفيزيائية مختلفة حيث أن. الزيوت تكون سائلة في درجات حرارة الغرفة وتميل إلى أن تكون أكثر تفاعلًية كيميائياً مقارنة بالدهون الصلبة. تكون الدهون صلبة في درجة حرارة الغرفة في حال كانت معظم الأحماض الدهنية الداخلة في تركيبها من الحموض الدهنية المشبعة. مثل الدهون الحيوانية التي يدخل في تركيبها الستياريك والبلماتيك. بينما تكون سائلة إذا كانت النسبة الكبرى من مكوناتها من الحموض الدهنية غير المشبعة. ويستثنى من الدهون الحيوانية دهون بعض الكائنات البحرية كزيت السمك وزيت كبد الحوت التي تكون سائلة في الحرارة المعتدلة حيث تحتوي على حموض دهنية غير مشبعة بنسبة أكبر من الحموض المشبعة. كثيرا ما يستخدم مصطلح الدهون بمعنى عام ليشمل كلا المجموعتين.

بالإضافة إلى وظيفتها الرئيسية المتمثلة في توفير الطاقة، فإن لها دور هام كعازل حراري، وكمصدر للحرارة كما أن لها دور هام في الحفاظ على درجة حرارة الجسم في بعض الحيوانات ذوات الدم الحار، وهذا مهم بشكل خاص في الحيوانات التي تولد دون فراء أو شعر، أو تلك التي تدخل في مرحلة السبات الشتوي، يضاف لما سبق الحيوانات التي تتكيف مع البرد القارس كالحيوانات القطبية. هذه الحيوانات تمتلك نوع خاص من الدهون يسمى بالدهون البنية. تحتوي خلايا الدهون البنية على كمية أقل من الدهون وهي تكتسب اللون البني لأنها غنية بالميتاكوندريا التي تحتوي على كميات كبيرة من أنزيمات السيتوكروم.

ملاحظة: إن تشكيل الدهون في جسم الحيوان ابتداءً من المواد العضوية له خاصية مميزة جداً حيث يكون للدهن الحيواني خصائص فيزيائية وكيميائية مميزة للنوع الحيواني إذا كان مصدره الكربوهيدرات والبروتينات الداخلة في تكوين العليقة، أما إذا كان مصدر دهن جسم الحيوان من دهون نباتية وزيت السمك يفقد الدهن الحيواني خصائصه

المميزة، وبالتالي فإن الخصائص النوعية للمنتجات الحيوانية مثل درجة الصلابة والطعم والرائحة يحددها كمية وتركيب الدهون النباتية والحيوانية المتواجدة في العلف.

توجد الغليسيريدات الثلاثية داخل هُيولى الخلايا الشحمية (Fat Cells) بشكل قطيرات كروية الشكل. تتحلل الغليسريدات الثلاثية في الجسم إلى أحماض دهنية حرة وغليسيرول وذلك أثناء الصيام الطويل حيث تُستخدم كمصدر للطاقة بديل عن السكريات.

ثانياً ـ الزيوت النباتية:

وهي عبارة عن دهون في حالة سائلة في درجة حرارة الغرفة لأن معظم الأحماض الدهنية الداخلة في تركيبها غير مشبعة مثل (زيت الزيتون، زيت الذرة، زيت بذرة القطن، زيت فول الصويا، زيت السمسم، زيت عباد الشمس). وتأخذ القوام الصلب في درجة الحرارة المنخفضة. كما أن بعض الزيوت النباتية كزيت بذر الكتان تتصلب تحت تأثير أوكسيجين الهواء ولهذه الخاصية أهمية في صناعة مواد الطلاء والدهان. تمتاز الزيوت النباتية بأنها أكثر ثباتاً تجاه عمليات الأكسدة ولا تتطلب إضافة مضادات الأكسدة بسبب غناها بفيتامين (E) والكاروتينات.

إن المحتوى العالي من الحموض الدهنية مثل اللينوليك واللينولينك يضع الزيوت النباتية ضمن المواد العلفية عالية القيمة الغذائية لأن الحمضين السابقين من الأحماض الدهنية الأساسية (أي لا يستطيع الجسم تركيبها) الضرورية لجميع الحيوانات، وبالتالي تدخل في تركيب جميع أنواع الخلطات العلفية.

ثالثاً ـ الأحماض الدهنية (Fatty Acids):

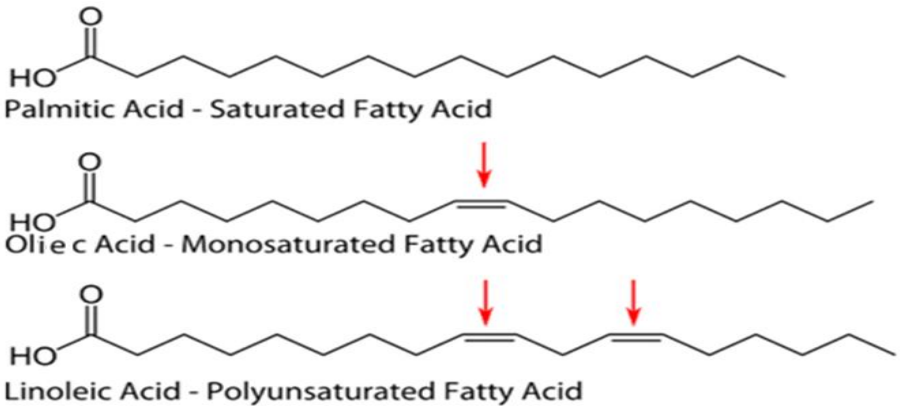
وهي أحماض عضوية هيدروكربونية تحتوي على المجموعة الهيدروكسيلية (COOH)، وقد تكون ذات عدد منخفض من ذرات الكربون (2- 10) وتذوب في الماء مثل حمض الخليك والبيوتريك أو تكون ذات عدد مرتفع.

تقسم الأحماض الدهنية إلى نوعين:

الأحماض الدهنية المشبعة (Saturated Fatty Acids):

أشهرها حَمْض الزبدة (Putyric Acid) وحَمْض جوز الهند (Caprytic Acid) وحَمْض النخيل (Palmatic Acid) وحمض السيتياريك (StearicAcid) وحمض الأراشيديك (Arashidic Acid).تتميز هذه الحوض **بأنها لا تحتوي على رابطة مضاعفة** بين ذرات الكربون وتتميز بارتفاع درجة انصهارها. وتعد الدهون الحيوانية المصدر غنية بالحموض الدهنية المشبعة مقارنة بالدهون نباتية المصدر. الصيغة العامة لها CH3 (CH2)nCOOH

من الحموض الدهنية المشبعة حمض الخليك والبروبيونيك والبوتريك والتي هي نواتج الهضم الجرثومي للكبروهيدرات في الكرش عند المجترات.



صيغ توضح عدم احتواء الحموض الدهنية المشبعة على رابطة مضاعفة بينما تحتوي الحموض الدهنية غير المشبعة على رابطة مضاعفة أو أكثر.

Saturated Fatty Acids		
Formula	**Common Name**	**Melting Point**
$CH_3(CH_2)_{10}CO_2H$	lauric acid	45 °C
$CH_3(CH_2)_{12}CO_2H$	myristic acid	55 °C
$CH_3(CH_2)_{14}CO_2H$	palmitic acid	63 °C
$CH_3(CH_2)_{16}CO_2H$	stearic acid	69 °C
$CH_3(CH_2)_{18}CO_2H$	arachidic acid	76 °C

أهم الحموض الدهنية المشبعة ودرجة انصهارها

Unsaturated Fatty Acids		
Formula	**Common Name**	**Melting Point**
$CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7CO_2H$	palmitoleic acid	0 °C
$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7CO_2H$	oleic acid	13 °C
$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7CO_2H$	linoleic acid	-5 °C
$CH_3CH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7CO_2H$	linolenic acid	-11 °C
$CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)_4(CH_2)_2CO_2H$	arachidonic acid	-49 °C

أهم الحموض الدهنية غير المشبعة ودرجة انصهارها

الأحماض الدهنية غير المشبعة (Unsaturated Fatty Acids):

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

الصيغة العامة لها CH3 (CH2)n-1 COOH في حال احتوت على رابطة مضاعفة وفي حال احتوت على رابطتين مضاعفتين تصبح (n-2) وهكذا ..

يعد حمض اللينوليك حمضاً أساسياً عند الحيوانات ذات المعدة البسيطة وغيابه عند الحيوان يؤدي لظهور حالات مرضية غذائية (توقف النمو، تكون قشور على الجلد، نفوق) وعند تجريع هذا الحمض تم شفاء الحالة، ولم يتم الشفاء عند إعطاء البلمتيك أو الإستياريك، حيث وجد أن هذا الحمض لا يستطيع الحيوان تركيبه، ومن هذه الحموض الأساسية أيضاً الأوليك والأراشيدونيك واللينولينك.

تحتوي بذور الكتان وبذور القطن وفول الصويا على نسبة عالية من الدهون تقدر ب (20 ـ 40%) مقارنة بالقمح والشعير والذرة (1- 6%).

تسمية الحموض الدهنية:

تسمى الحموض الدهنية باسم شائع أو باسم منهجي . تسمى الأحماض الدهنية المشبعة تبعاً لأطوالها ، والحموض الدهنية اللامشبعة تبعا لموضع الرابطة المضاعفة

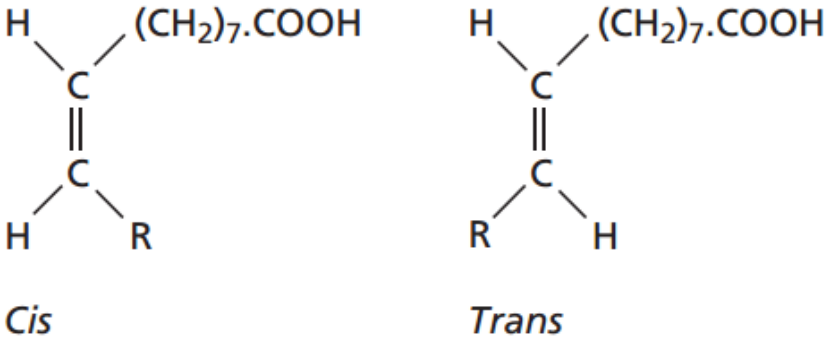
يوجد منهجين لترقيم للحموض الدهنية المشبعة:

1- نظام الترقيم دلتا: حيث تصنف فيه الحموض الدهنية بثلاثة أرقام : عدد ذرات الكربون، عدد الروابط المضاعفة ، وموضع الروابط المضاعفة.

فمثلا حمض اللينوليك يسمى (18:2 Δ9,Δ12) أي أن عدد ذرات الكربون 18 وعدد الروابط المضاعفة 2 وموقع الرابطتين المضاعفتين بعد الكربون 9 والكربون 12 من النهاية الكربوكسيلية.

2- نظام الترقيم أوميغا : تصنف ابتداءً من الكربون الأبعد عن الوظيفة الكربوكسيلية التي تدعى الكربون أوميغا (ω). مثلا الحموض الدهنية أوميغا-3 لها رابطة مضاعفة بين الكربون الثالث والرابع من نهاية الجزيء.

ملاحظة : يشير الرمزان اللاحقان إلى موقع السلسلة الكربونية في اليمين (Trans) أو اليسار (Cis) من الرابطة المضاعفة مع العلم أن معظمها على اليسار كما في الشكل اللاحق

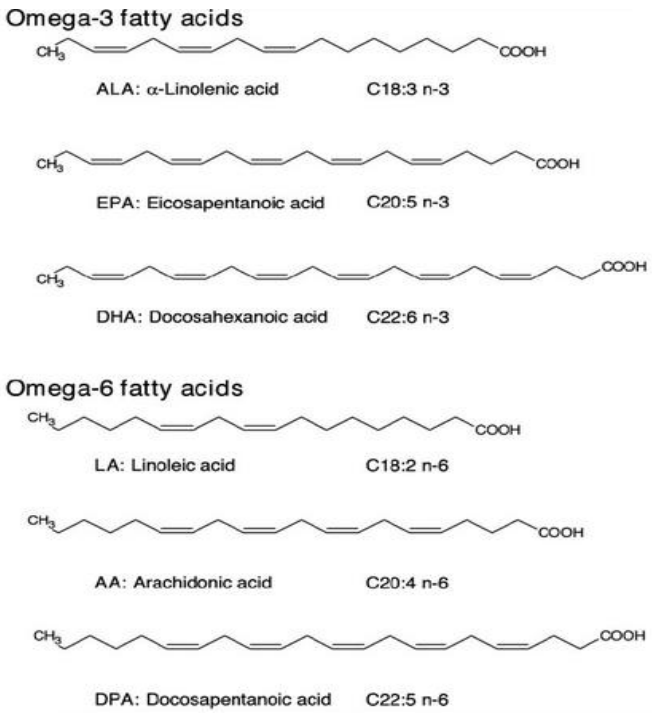


ذرات الكربون عدد	الرابط المضاعف عدد	الاسم المنهجي	الاسم الشائع
16	0	Hexadecanoic	بالمتيك
18	0	Octadecanoic	ستيريك
16	1	*Cis*-Δ^9-hexadecanoic	بالميتولئيك
18	1	*Cis*-Δ^9-octadecanoic	اوليك
18	2	All-*cis*-Δ^9,Δ^{12}-octadecadienoic	لينولئيك
18	3	All-*cis*-$\Delta^9,\Delta^{12},\Delta^{15}$-octadecatrienoic	لينولينيك
20	4	All-*cis*-$\Delta^5,\Delta^8,\Delta^{11},\Delta^{14}$-eicosatetraenoic	أراكيدونيك

نظام التسمية دلتا للحموض الدهنية

النهاية الكربوكسيلية										النهاية ω-
	COOH—	CH_2—	CH_2—	CH_2—	CH_2—	CH_2—	CH_2—	CH_2—	CH_2—	CH_3
الترقيم Δ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الترقيم ω	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
دلالة الحرف		α	β	γ	δ					

الترقيم دلتا والترقيم أوميغا لذرات الكربون في الحموض الدهنية



الترقيم دلتا و أوميغا للحموض الدهنية

الحموض الدهنية الأساسية وأهميتها (Esiental Fatty Acids):

الأحماض الدهنية الأساسية:

في عام 1930 تبين أن حمض اللينوليك فعال في منع تطور بعض الحالات المرضية في الفئران التي أعطيت وجبات خالية تقريبًا من الدهون. حيث أظهرت هذه الحيوانات آفات في الجلد على شكل قشور وانخفاض في النمو والتكاثر والرضاعة. وفي النهاية حدث النفوق نتيجة العَوَز الغذائي. وأثبتت الأبحاث اللاحقة ظهور مجموعة واسعة من الأعراض في مجموعة متنوعة الحيوانات، بما في ذلك الإنسان نتيجة خلو نظامها الغذائي من الدهون.

ويمكن تعريف الحمض الدهني الأساسي بأنه حمض يحتاجه الحيوان ولا يستطيع جسمه تصنيعه ويجب الحصول عليه من مصادر غذائية .

ثبت أن حمض الأراشيدونيك يحتوي على نشاط مساوي أو أكبر من حمض اللينوليك، وحمض اللينولينيك فعال حوالي 1.5 مرة أكثر من حمض اللينوليك. الثدييات لا تستطيع تصنيع الأحماض الدهنية التي لديها روابط مزدوجة أقرب من ذرة الكربون 9 من طرف مجموعة الميثيل. يجب توفير هذه الأحماض في النظام الغذائي. حمض اللينوليك وحمض اللينولينيك من المتطلبات الغذائية. يتم تصنيع حمض الأراشيدونيك في الجسم من حمض اللينوليك. ومع ذلك ، وقد يكون الإنتاج بطيئًا ويكون الإمداد الخارجي مفيدًا (انظر الإطار 3.1). يشار إلى أحماض اللينوليك واللينولينيك على أنها من الأحماض الدهنية الأساسية .(EFA) وهي تشكل جزءًا من الأغشية الخلوية وتلعب دورًا في نقل الدهون وبعض إنزيمات البروتين الدهني. بالإضافة إلى أنها من تشكل مصدر لتركيب مجموعة من المشتقات الدهنية تسمى (eicosanoids)وتشمل هذه

البروستاجلاندين ، الثرموبوكسانات والليوكوترين ، وهي مواد شبيهة بالهرمونات تنظم العديد من الوظائف ، بما في ذلك تخثر الدم وضغط الدم وتقلص العضلات الملساء والاستجابة المناعية. كما أنها مصدر لأحماض C20 المهمة الأخرى في تشكيل العديد من المشتقات الدهنية التي تشارك في الحفاظ على تدفق السوائل خلال أغشية الخلايا عند الثدييات.

يوضح المخطط اللاحق العلاقة بين بعض الحموض الدهنية الأساسية وتشكيل المشتقات الدهنية (الإيكوسانويدات) التي هي مواد شبه هرمونية ويشتق منها مواد أخرى أهمها البروستاغلاندينات.

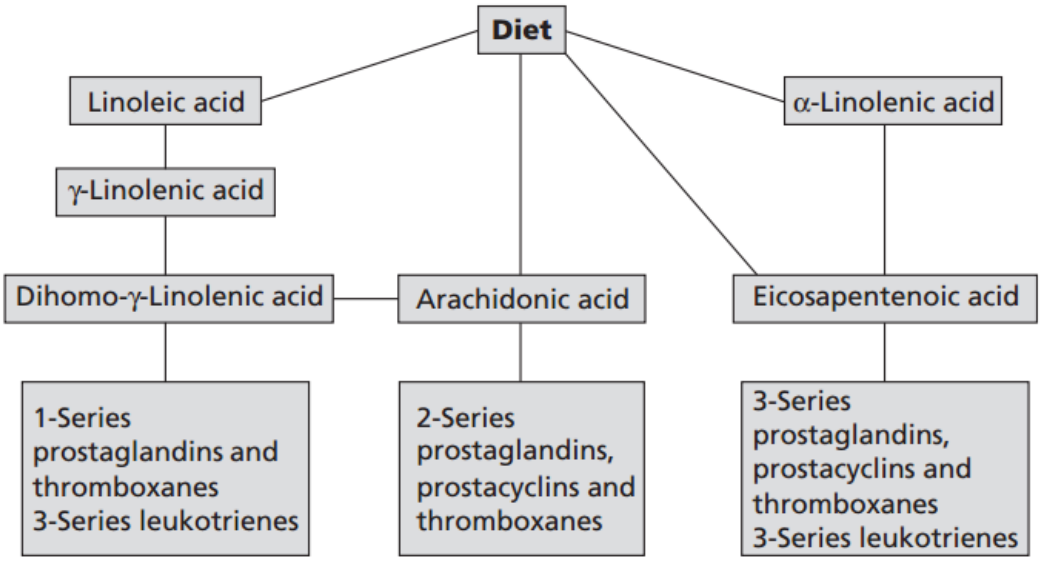


Fig. 3.2 Relationship between the essential fatty acids and the eicosanoids.

.البروستاجلاندين 1 و 3 سلسلتان مضادان للالتهاب ويمنعان تجمع الصفائح الدموية ، بينما السلاسل 2 محفزة للالتهابات ومحفزة لتجمع الصفيحات. سلسلة الثرموبوكسانات تحفز بشكل معتدل تراكم الصفائح الدموية وتحفز تقلص العضلات الملساء في الجهاز التنفسي والأمعاء والأوعية الدموية ، وهكذا يعمل الليكوترين .تتمتع الثرموبوكسانات ذات السلسلة 2 بعمل أقوى بكثير في هذا الصدد .

كقاعدة عامة ، لدى الثدييات متطلبات من الحموض الدهنية الأساسية تبلغ 3% من متطلبات الطاقة (en3٪) والحاجة بالأساس هي لحمض اللينوليك ، على الرغم من أن التقديرات تشير إلى أن النسبة تراوحت بين 1 في المائة و 15 في المائة. التقديرات للأنواع الفردية أكثر تحديدا.

تعد البذور الزيتية بشكل عام مصادر غنية بحمض اللينوليك ، وبذور الكتان بشكل خاص مصدر جيد لحمض اللينولينيك. الخنازير والدواجن التي عادة ما تحصل على كميات معتبرة من بقايا البذور الزيتية في حصصهم الغذائية بالتالي ستحصل على إمدادات كافية من الأحماض الدهنية الأساسية .

تعتمد الحيوانات المجترة بشكل كبير على الأعشاب والأعلاف في احتياجاتها الغذائية وبالتالي يتم تزويدها بكميات متحررة من أحماض اللينوليك واللينولينيك .على الرغم من أن الهدرجة الكبيرة للأحماض غير المشبعة إلى المشبعة تحدث في الكرش ، مع ما يترتب على ذلك من انخفاض إجمالي في إمدادات الحموض الدهنية الأساسة (في المتوسط يتم فقدان 85-95 في المائة بين الفم والأمعاء الدقيقة) ، فإن احتمال إصابة الحيوانات المجترة بنقص هو احتمال ضئيل. نسبة معينة من EFA الموجودة في الأغذية تفلت من عملية الهدرجة (حوالي 5-15 في المائة من المادة الغذائية المتناولة) وهذا يسمح بالتمثل الفعال والحفاظ على الحموض الدهنية الأساسية بشكل كافٍ في الظروف العادية.

تحتوي العلائق التي يدخل في تركيبها الحبوب وكسبة فول الصويا وكسبة بذرة القطن على كميات كافية من الحموض الدهنية الأساسية. بينما الأكساب التي تنتج من استخلاص الزيت بالمذيبات العضوية فقد تكون فقيرة بهذه الخموض.

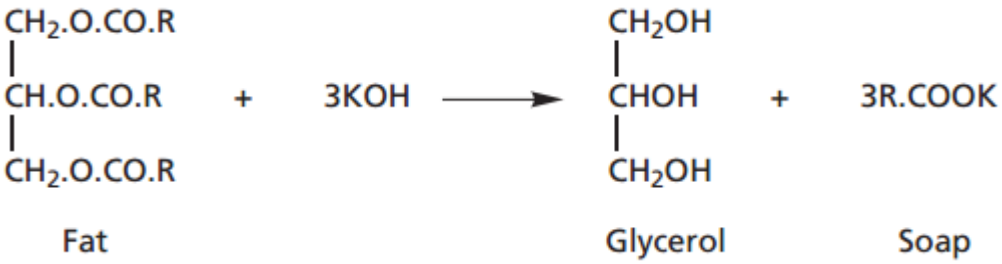
الأعراض المصاحبة لنقص الأحماض الدهنية الأساسية

- تأخر النمو
- زيادة نفاذية الماء وزيادة استهلاك المياه
- زيادة التعرض للعدوى البكتيرية
- العقم
- أغشية حيوية أقل استقرارا
- هشاشة الشعيرات الدموية
- تلف الكلى ، بيلة دموية وارتفاع ضغط الدم
- انخفاض حدة البصر
- انخفاض انقباض عضلة القلب
- انخفاض تخليق ATP في الكبد والقلب
- انخفاض احتباس النيتروجين.
- ضعف ترييش.

بعض خصائص الدهون :

التحلل المائي والتزنخ:

يمكن أن تتحلل الدهون بالغلي مع مواد قلوية لتكوين الغليسرول والصابون.

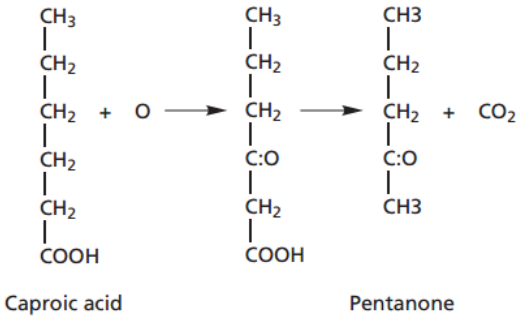


يسمى هذا التحلل المائي بالتصبن حيث ينتج عنه الصابون، وهو أملاح الأحماض الدهنية. وقد تحدث عملية تكسير الدهون بشكل طبيعي تحت تأثير الإنزيمات المعروفة باسم الليباز، قد يكون للإنزيمات خصوصية معينة وتحفز بشكل تفضيلي التحلل المائي في مواضع معينة في الجزيء.

في ظل الظروف الطبيعية، عادة ما تكون منتجات تحلل الدهون عبارة عن خليط من أحادي وثنائي الغليسيريد مع خليط من الأحماض الدهنية الحرة. معظم هذه الأحماض عديمة الرائحة والطعم، لكن بعض الأنواع قصيرة السلسة مثل مثل البوتريك والكابرويك تمتلك طعم ومذاق قوي للغاية وكريه. يجعل الدهون الغذائية المتزنخة غير صالحة للاستهلاك البشري، ويتم اشتقاق الليباز الذي يخرب الدهون الغذائية من البكتيريا والعفن غالبا وتسمى هذه الحالة بالتزنخ

في الجهاز الهضمي . يتم تحلل الدهون في العفج وفي الأمعاء الدقيقة. يسبق تحلل الدهون أيضا هدرجة الدهون في الكرش عند المجترات.

الأكسدة :



تخضع الأحماض الدهنية غير المشبعة للأكسدة بسهولة عند ذرة الكربون المجاورة للرابطة المزدوجة لتكوين هيدروبيروكسيدات: والتي تتحول إلى منتجات ذات سلسلة أقصر، بما في ذلك الجذور الحرة، والتي بعد ذلك تهاجم الأحماض الدهنية الأخرى بسهولة أكبر بكثير من الأكسجين الأصلي. حيث يزداد إنتاج الجذور الحرة، مما يؤدي إلى زيادة سرعة الأكسدة بشكل كبير. في النهاية يصبح تركيز الجذور الحرة بحيث تتفاعل مع بعضها البعض وينتهي التفاعل. يوصف هذا التفاعل بأنه محفز ذاتي وهو أكسدة أوتوماتيكية. كما يتم تحفيز تكوين الجذور الحرة بواسطة الأشعة فوق البنفسجية وأيونات معدنية معينة، وخاصة النحاس، ووجود أي منهما يزيد من المعدل من الأكسدة بشكل كبير. تشمل منتجات الأكسدة الأحماض الدهنية ذات السلسلة القصيرة، وبوليمرات الأحماض الدهنية وألدهيدات وكيتونات وهيدروكربونات. يعد مركب الالكانالس مساهماً رئيسيّاً في الروائح والنكهات المرتبطة بأكسدة الدهون.

تتم الوقاية من أكسدة الدهون بواسطة إضافة مضادات الأكسدة إلى الأعلاف وأهمها فيتامين (E).

رابعاً ـ الشحميات الشمعية (Waxes):

تنتج عن طريق أسترة الأحماض الدهنية الطويلة السلسلة بأغوال طويلة السلسلة وتنصهر معظم الشموع ما بين الدرجة (30 ـ 90) مْ.وتوجد الشموع في كلا المملكتين النباتية والحيوانية إذ تغطي الأوراق والثمار وتمنعا من التبلل بالماء ، كما

تغطي السطح الخارجي للجلد والصوف والشعر عند الحيوانات. ومن الشموع الحيوانية شموع الحوت البيضاء وشمع عسل النحل ومن الشموع النباتية شمع كرنوبا الذي يتشكل على أوراق النخيل البرازيلي، وليس للشموع أي أهمية غذائية عند الحيوانات لأنها لا تستطيع هضمها.

خامساً ـ الكاروتينات (Carotenoids):

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

سادساً ـ الفوسفوليبيدات (Phospholipids):

تتكون الفوسفوليبدات من الحموض الدهنية والغليسرول إضافة إلى حمض الفوسفوريك وقاعدة آزوتية وأهمها الليسيثين لاحتوائه على الكولين حيث يشكل الليسيثين حوالي 25% من مستخلص الإيثر للحبوب البقولية. وأفضل المصادر الحيوانية له بيض الدجاج. كما تشمل الفوسفوليبيدات مركبات أخرى هامة مثل السيفالين والسفينجوميلين اللذان يتواجدان بكثرة في المخ. تعد دهون الحليب مصدر هام للفوسفوليبيدات.

وللفوسفوليبيدات أهمية كبيرة في كل من النبات والحيوان وقد يرجع ذلك لاحتوائها على نسبة من الحموض الدهنية غير المشبعة أعلى مما هو في الدهون الحقيقية. ويلاحظ أن الدهن المخزن في الجسم يكون معظمه على صورة دهون حقيقية. عند أكسدة الدهون لإنتاج الطاقة تتحول بعض الحموض الدهنية المشبعة إلى حموض دهنية غير مشبعة ثم تتحول هذه الدهون إلى فوسفوليبيدات، فالفوسفوليبيدات هي الصورة التي توجد عليها الدهون في الدم وسوائل الجسم الأخرى.

سابعاً ـ الجليكوليبيدات (Glycolipids):

توجد هذه المركبات بكثرة في الأعلاف الخضراء التي تشكل مصدراً أساسياً للدهون في علائق المجترات. وتتميز هذه المركبات بغناها بحمض اللينوليك (95%). وتتحلل هذه المركبات في الكرش بواسطة الأحياء الدقيقة منتجةً جالاكتوز وحموض دهنية وجليسيرول.

ثامناـ البروتيوليبيدات (Protoelepids):

وهي ليبيدات يدخل في تركيبها البروتينات . تقوم بنقل الكوليسترول من وإلى خلايا الجسم ويوجد منها نوعان :

البروتينات الشحمية عالية الكثافة (High-density lipoproteins) والبروتينات الشحمية منخفضة الكثافة. (Low density lipoproteins) ترتبط زيادة نسبة النوع الثاني في الدم عند الإنسان بأمراض الشرايين حيث تساعد على ترسب الدهون الثلاثية في الشرايين.

تاسعاً ـ الستيرولات (Sterols) :

وهي عبارة عن كحولات ذات وزن جزيئي مرتفع تحتوي ثلاث حلقات سداسية وحلقة واحدة خماسية وسلسلة تحتوي على 8-10 ذرات كربون وتحتوي على مجموعة هيدروكسيل واحدة ويمكن تقسيم الستيرولات إلى ثلاثة أقسام نباتية أو فطرية أو حيوانية ومن أهم الستيرولات الحيوانية **الكوليسترول** الذي يدخل في تكوين الستيروئيدات والتي هي شحميات لا تحتوي على غليسرول، بل تحتوي على كوليسترول. يدخل الكوليسترول في تركيب الأغشية السيتوبلاسمية وأغشية العضيات الخلوية في الخلايا الحيوانية كما يوجد في المصورة الدموية على شكل شحوم بروتينية كما يوجد في النسيج العصبي. وتشتق من الكوليسترول جميع الهرمونات الستيروئيدية كالهرمونات الجنسية الذكرية والأنثوية و هرمونات قشرة الكُظر كما يشتق منه فيتامين د. حيث تعمل الأشعة فوق البنفسجية على تحويل المركب طليع فيتامين د3 (7 -Dehydrocholestrol) إلى فيتامين د3.

ومن الستيرولات الهامة أيضاً الأرجسترول وهو طليع فيتامين د2 كما أن الحموض الصفراوية من الستيرولات التي لها دور في عملية الهضم حيث تساعد على استحلاب الدهون وتنشيط أنزيم الليباز.

أهمية الدهون في التغذية:

1. الدهن مصدر هام من مصادر الطاقة حيث تعطي طاقة أكبر بـ 2.5 مرة مقارنة بالكربوهيدرات، لذلك تستخدم الدهون لرفع الطاقة في العلائق مع المحافظة على وزنها.
2. ضروري لبناء الأنسجة الدهنية الإحتياطية في الجسم.
3. تعد الدهون مصدراً للحموض الدهنية الأساسية اللازمة لنموه.
4. يعد مصدر جيد للفيتامينات الذوابة في الدهون مثل فيتامينات (A,D,E,K).
5. الدهون ضرورية في امتصاص فيتامين (A)، والكاروتينات وعنصر الكالسيوم.
6. تعمل الدهون كمواد حماية ووقائية وعازلة في جسم الحيوان وتقلل الفقد الحراري.
7. تدخل في تركيب الهرمونات والبروستاغلاندينات وبروتوبلازما الخلايا.
8. تحسين الاستجابة المناعية.
9. هي مصدر للكولين.
10. هامة جدا للحيوانات الرضيعة حيث تبلغ نسبة الدهون في الحليب 30-40% من المادة الجافة في الحليب.
11. عند تصنيع علف الدواجن، يلعب دوراً مهما في تحسين استساغة العلف وتقليل الغبار عند استخدام العلف الجريش، وربط الجسيمات الناعمة (المعادن والفيتامينات والأحماض الأمينية المضافة) مع الجسيمات الخشنة عند عملية التحبيب (تصنيع العلف المحبب).
12. تسهم في تقليل معدل مرور الغذاء عبر الجهاز الهضمي، مما يتيح امتصاص أفضل لجميع العناصر الغذائية.
13. تسهم الدهون في زيادة حجم البيض عند الدجاج البياض.

14.إحدى الاستراتيجيات للحفاظ على تناول الطاقة عندما يكون استهلاك العلف منخفضا أثناء تعرض الطيور للإجهاد الحراري هي إضافة الدهون، مما يوفر كثافة طاقة متزايدة عند جرم حراري أقل مقارنة بالكربوهيدرات أو البروتينات (الحرارة المتولدة من استقلاب الدهون داخل جسم الطائر أقل بالمقارنة مع الكربوهيدرات أو البروتينات).

هضم واستقلاب الدهون:

تتحول الدهون إلى أحماض دهنية و غليسيرول. يتم هضم الدهون بمساعدة الأملاح الصفراوية التي تقوم بما يلي:

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

- ❖ يساهم في عملية هضم الدهون جميع الأنزيمات البنكرياسية خاصة الليباز والليباز المعوية.
- ❖ يُعاد بناء نواتج هضم الدهون في الأنسجة المخاطية في الأمعاء على شكل قطيرات صغيرة من الدهن المرتبط مع البروتين تسمى الكايلوميكرونات (Chilomicrons) والتي تتكون من ارتباط الغليسريدات الثلاثية ونسبة بسيطة من الفوسفوليبيدات والكوليسترول المؤستر بالحموض الدهنية مع طبقة رقيقة من البروتين على سطحها.
- ❖ تمر الكايلوميكرونات عبر الجهاز اللمفاوي إلى الدم ثم إلى الأنسجة الدهنية لتخزن فيها أو تمر إلى الكبد فتتحول إلى حموض دهنية وغليسرول ليتم تخزينها. وتوجد دائما الحموض الدهنية والغليسرول في الدم مرتبطة مع ألبيومين الدم، وفي الكبد ينفصل الألبيومين عن الحموض الدهنية حيث يعود إلى الدم ، أما الحموض الدهنية فيتم استقلابها. ويُعَد الكبد العضو الأهم في استقلاب الدهون.
- ❖ تُخَزَّن الدهون في الأنسجة الدهنية التي تعد أنسجة حية تحدث فيها تفاعلات عديدة ومختلفة حيث يتم فيها تحول الحموض من نوع لآخر وتكون دهون جديدة.
- ❖ وتؤثر نوعية دهن الغذاء على نوعية دهن الجسم فاستخدام دهون جامدة في التغذية يعطي دهون جامدة في الأنسجة كما تؤثر نوعية دهون التغذية على دهن الحليب بينما لا تؤثر على نوعية دهن البيض.

الاحتياطات الواجب مراعاتها عند استخدام الدهون في تغذية المجترات :

1. يجب أن يكون الدهن المستخدم غير متزنخ.
2. في حال إضافة الدهون إلى عليقة المجترات يجب زيادة الأعلاف الخشنة ففي حال نسبة الدهن 4% من العلف يجب أن تكون الأعلاف الخشنة 50%.

3. إن إضافة الدهون غير المحمية (الزيوت..إلخ) خلال الفترة المبكرة من الإدرار عند المجترات ذو تأثير سلبي على الكبد، حيث يزيد من الحمولة عليه والتي في الأساس مرتفعة نتيجة لجوء البقرة إلى الاعتماد على الدهن داخلي المنشأ (مما يزيد خطورة تعرض البقرة للكيتوزس والكبد الدهني).
4. الإفراط في إضافة الدهون لعلائق الأبقار الحلوب يؤثر بشكل سلبي في نشاط الكرش، ويؤدي إلى انخفاض الكمية الجافة المتناولة والامتصاص المعوي للدهون. كما يؤدي إلى انخفاض هضم الألياف في الكرش نتيجة تغليف الجزء الليفي من النظام الغذائي بالدهون مما يحول دون وصول البكتريا المحللة للسيللوز، ويسهم في تعديل هذه البكتريا وتسممها، ولذلك ينصح بإعطاء نوع خاص من الدهن المحمي (المغلف) والذي يستطيع الهروب من الكرش ليتم هضمه في الأمعاء خلال الفترة المبكرة من الإدرار عند الأبقار.
5. يجب حساب نسبة جميع الدهون في العليقة التي تسهم بها الحبوب أو البذور الزيتية أو السيلاج أو الذرة المقطرة. ويجب ألا تزيد نسبة الدهون عن 6% من الكمية الجافة المأكولة للبقرة، والتي تتوزع إلى 3/1 الدهن أي حوالي 2% يأتي من الحبوب والمخلفات الزراعية. و3/1 آخر يأتي من بذور الصويا أو بذور القطن. و3/1 آخر يأتي من الدهون المحمية (المغلفة).
6. عند إدخال الدهون المحمية في خلطات الأبقار يجب تعويد الحيوانات ببطء على الخلطات الجديدة وذلك بالتدريج ولفترة لا تقل عن 14 يوم حتى لا تتأثر عمليات التخمر في الكرش، ومن الأفضل تدريج الحيوانات على خلطة كاملة Total Mixed Ration (TMR)، أي وضع المادة المالئة والمركز والدهن الخامل مع بعضها البعض وتقديمها للحيوان.
7. عند إضافة الدهن في عليقة المجترات يجب رفع مستوى الكالسيوم والمغنيزيوم في العليقة لتعويض النقص في توفر هذين المعدنين، لأن الدهون تتحد مع الكالسيوم والمغنيزيوم في الأمعاء لتشكل معها اتحاداً كالصابون مما يقلل من امتصاص الكالسيوم والمغنيزيوم.

الاحتياطات الواجب مراعاتها عند استخدام الدهون في تغذية الدواجن :

1. يجب ضبط الدهن في علائق الدواجن بشكل دقيق لأن زيادتها تخفض من استهلاك العلف نتيجة ارتفاع قيمة الطاقة الحرارية لتلك الخلطات وبالتالي انخفاض معامل التحويل الغذائي. ويمكن إضافة الدهون حتى نسبة 8% لحد أقصى ويتراوح على العموم (3- 6%). حوالى 2.5 % 3 –فى حالة علائق الدجاج البياض 5-6% فى حالة علائق دجاج اللحم.
2. تعد الأحماض الدهنية اللينوليك واللينولينيك والأراشيدونيك هامة جد في تغذية الدواجن. ولا يجوز استعمال زيت السمك بنسب أكثر من 2%، لأنه يكسب اللحم رائحة غير مرغوبة.
3. لا ينصح بإضافة الزيوت للخلطات العلفية خلال الفترة المبكرة من عمر الطيور بمعدلات كبيرة، وذلك لأن هضم الدهون ما زال منخفضاً حيث أن الإنزيمات المتخصصة (الليباز) بحاجة إلى 10 – 14 يوم بعد الفقس كي تعمل بشكل كامل، ولذلك ينصح حالياً بإضافة المستحلبات والليباز إلى خلطات البادئ والتي تحسن من هضم الدهون.

4. لا ينصح بإضافة الزيوت في خلطات الدواجن المحببة بنسب تزيد عن 5 % من الخلطة، وذلك بسبب تأثيرها السلبي في جودة الحبيبات العلفية.

احتياجات الحيوانات الزراعية من الدهون:

إن حاجة الحيوانات من الدهون قليلة إذا ما قورنت بحاجتها من البروتينات والكربوهيدرات، ونادراً ما يحدث نقص الدهون في العليقة، وبالعكس قد تكون زيادة الدهون في العليقة هي المشكلة حيث تؤدي إلى اضطرابات هضمية وحيوية..

تناولت الدراسات وضع الحد الأعلى والأدنى من الدهون الواجب توفرها في علائق الحيوانات لكن لم تتوصل إلى أرقام نهائية دقيقة.

كما تتباين الحيوانات حسب العمر حيث تتحمل الحيوانات الرضيعة نسبة 40% من الدهن على أساس المادة الجافة للحليب. لذلك من الصعب وضع مقننات غذائية للحيوانات تمثل احتياجاتها من الدهون.

وقد وجد أنه يمكن إضافة الدهن الحيواني بمعدل 4% إلى علائق أبقار اللحم وتكون هذه الإضافة مجدية إذا احتوت العليقة 50% على الأقل من دريس الفصة الجيد. وإذا لم تحتوي العليقة على الدريس الجيد فستسبب إضافة الدهون بالنسبة السابقة مشاكل هضمية.

عند أبقار الحليب يمكن أن تكون نسبة الدهن 4 – 6 % من المادة الجافة.

عند الدواجن لا تزيد عن 5 % في الخلطة.

وفي كل الأحوال يشترط أن تكون الدهون غير متزنخة وأن تبقى العلاقة متوازنة ما بين الطاقة والبروتين.