**الدهون أو اللیبیدات**

 **Fats or lipids**

تعرف الدهون أو اللیبیدات على إنها مجموعة من المركبات التي تذوب في المذیبات العضویة كالأیثر والبنزین ولا تذوب في الماء وتشمل الدهون والمواد ذات العلاقة كالزیوت أو المواد المشتركة كالستیرولات sterols.

وتعتبر الدهون من المركبات المهمة جدا في جسم الحیوان وغذائه ویلعب بعضها دورا فعالا في التغذیة والفسلجة مثل ergosterol وهو مولد فیتامین D. وكما هو الحال في الكربوهیدرات فان الدهون تحتوي على الكربون والهیدروجین والأوكسجین ولكنها تكون أغنى نسبیا بالكربون والهیدروجین، وتحتوي بعض المركبات الدهنیة على النتروجین والفسفور.

**تصنيف الليبيدات**

لا يوجد نظام واحد متفق عليه لتصنيف الليبيدات ولكن التصنيف الذي نتطرق اليه يستند الى بعض التشابه في التراكيب الكيمياوية , وان اغلب الليبيدات المصنفة تحته ذات أهمية تغذوية , وتقسم الليبيدات الى ثلاثة مجاميع رئيسية هي :

1. الليبيدات البسيطة : وتشمل
2. الكليسيريدات الثلاثية : وهي ايسترات أحماض دهنية وكليسرول.
3. الشموع : وهي ايسترات أحماض دهنية وكحولات ذات سلسلة طويلة.
4. الليبيدات المركبة : وتشمل أحماض دهنية متحدة مع مركبات أخرى.

 أ – الفوسفوليبيدات : وهي ايسترات أحماض دهنية وكليسرول تحتوي على فوسفور ونتروجين , وتدخل

 في تركيب جدار الخلية وتعتبر من المكونات المهمة لأغشية المايتوكوندريا حيث تلعب دورا مهما

 في عملية انتقال المواد عبر الجدران وتعمل أيضا على ايصال الحوافز العصبية وفي عزل الخلايا

 العصبية ولها دور في بعض التفاعلات التي تحفزها الإنزيمات والتي تحدث داخل الخلايا وفي

 تخثر الدم ونقل الليبيدات من الكبد الى الأنسجة والأعضاء الأخرى في اللبائن.

 ب – الكلايكوليبيدات : وهي مركبات من أحماض دهنية وكربوهيدرات ومركبات نتروجينية. توجد بكميات

 كبيرة في الأنسجة العصبية وخصوصا أنسجة الدماغ في المادة البيضاء وبكميات أقل انتشارا في

 أنسجة الجسم الأخرى. والسكر الداخل في تكوينها هو الكالكتوز.

 ج – الليبوبروتينات : وهي مركبات متكونة من الليبيدات والبروتينات.

1. الجزء غير القابل للتصبن: وهي مجموعة من المركبات المختلفة وتشمل ستيرولات , أصباغ نباتية , الفيتامينات التي تذوب بالمذيبات العضوية.

**أهمية الليبيدات**

1. تستعمل الدهون لرفع القيمة الحرارية للعلائق مع المحافظة على أوزانها.
2. تعتبر المصدر الرئيسي لطاقة الجسم لان الجسم يخزن كميات كبيرة من الدهن والتي تكون كمصدر جاهز للطاقة عند قلة المتناول منها.
3. تضاف الدهون والزيوت الى العلائق لتقليل الأتربة في العلف , وبذلك تحسن من استساغة العلف وتزيد من استهلاكه , وهنا يجب الإلتفات الى ان اضافة الدهن الى العلائق بكميات كبيرة له مضاعفات إذ ان الأحماض الدهنية تتحد مع أيون الكالسيوم و المغنيسيوم وتكون الصابون وهو غير ذائب ولا يهضم ولا يمتص ولذا يطرح مع البراز وبذلك تحدث خسارة من ناحية الطاقة والمعادن.
4. يعمل الدهن المترسب تحت الجلد كطبقة عازلة تمنع التسرب السريع لحرارة الجسم وتوفر الدهون الموجودة حول الأعضاء الدعم والإسناد لتلك الأعضاء.
5. تعتبر الدهون كعناصر بنائية وضرورية للتفاعلات الوسطية الايضية.
6. ان الكثير من الدهون الطبيعية تحتوي على الفيتامينات التي تذوب في مذيبات الدهن وهي (E,D,K,A) أي ان الدهون تعتبر حوامل لهذه الفيتامينات إضافة الى كونها تساعد على هضم الكاروتين وفيتامينA.

 \*\*بالرغم من قدرة المجترات على هضم الدهون والاستفادة منها الا ان استخدامها بكميات كبيرة يؤدي الى خفض هضم باقي مكونات الغذاء وتدهور الاستساغة وقد أمكن التغلب على هذه المشكلة باستخدام الدهون المعاملة لتقليل الهضم الميكروبي لدهون الغذاء.

**الاحماض الدهنية The fatty acids**

 تنتج الأحماض الدهنیة من تحلل الدهون النباتیة والحیوانیة وان معظم الأحماض الدهنیة تتكون من عدد زوجي من ذرات الكربون وقديعود السببفي ذلك لأنها تصنع من مركبات acetyl CoA التي تحتوي على ذرتین من الكربون، وتصنف تلك الأحماض الى احماض دهنية مشبعة او غیر مشبعة :

1. **الأحماض الدهنية غير المشبعة Unsaturated fatty acids :**

تحتوي هذه الأحماض على آصرة مزدوجة واحدة أو أكثر ولها أهمية خاصة في التغذية وعند تسمية هذه الأحماض يضاف المقطع enoic للدلالة على عدم التشبع , ومن الجدير بالذكر ان وجود الاواصر المزدوجة ينعكس على الصيغة التركيبية للأحماض غير المشبعة فيقل عدد ذرات الهيدروجين نسبيا مقارنة بعدد ذرات الكربون ويعتبر الأوليك واللينوليك واللينولينيك من أهم الأحماض الدهنية غير المشبعة, ومن أهم الصفات الملحوظة في الأحماض الدهنية غير المشبعة هي :

1. ان درجة انصهارها تكون منخفضة مقارنة بالأحماض الدهنية المشبعة ذات الطول الواحد من السلسلة الكاربونية الواحدة كلما انخفضت درجة انصهارها. كما وتنخفض درجة الانصهار بقصر السلسلة الكاربونية . فاللبيد الذي يتكون من أحماض دهنية مشبعة طويلة السلسلة يكون صلبا بدرجة حرارة الغرفة اما اذا كان حاويا على أحماض دهنية غير مشبعة فيكون سائلا". وبصورة عامة فان الزيوت النباتية تحتوي على نسب أعلى من الأحماض الدهنية غير المشبعة مقارنة بالدهون الحيوانية مما يفسر سبب وجود الزيوت النباتية على شكل سائل والدهون الحيوانية تكون على شكل صلب في درجة حرارة الغرفة.

\*\*ان محتويات الدهن الحيواني من الأحماض الدهنية تتأثر بدهن العليقة خاصة في الحيوانات غير المجترة , بينما الحيوانات المجترة يكون تأثرها قليل بسبب عمل أحياء الكرش المجهرية على تغيير أنواع الأحماض الدهنية الموجودة في دهن العليقة.

**2- الأحماض الدهنیة المشبعة Saturated fatty acids**

تخلو هذه الأحماض من الأواصر المزدوجة في تركیبها الذي یشبه السلسلة وتمتلك في الغالب عدد زوجي من ذرات الكربون. وبالرغم من ان حامضي البالمتیك palmatic والستیاریك stearic هما الحامضان الدهنیان المشبعان الرئیسیان في أنسجة النباتات والحیوانات فانه توجد أحماض أخرى كحامض المیریستیك meristic واللوریك luric في بعض الأنسجة الأخرى وحامضي اللنكوسیریك والبهنیك lingoseric و behanic في أنسجة الدماغ. كما توجد كمیات صغیرة من الأحماض الدهنیة المشبعة التي تحتوي على عدد فردي من ذرات الكربون كحامضي بیتادیكانویك والهبتادیكانویك hiptadecanoic و β-decanoic كما تشمل الأحماض الدهنیة المشبعة مجموعة الأحماض الدهنیة الطیارة قصیرة السلسلة VFA مثل احماض الأستیك acetic والبروبیونیك propionic والبیوتیریك butyric والكابرویك caproic اللذان یعدان من المكونات المهمة لدهن الحلیب.

**الأحماض الدهنية الأساسية**

تحتاج العديد من الحيوانات الى بعض الليبيدات التي تحتوي على واحد أو اكثر من حوامض دهنية معينة وهي عادة حامض (اللينوليك C18:1 , واللينولينيك C18:2 , والأراكيدونيك C20:1) لمنع ظهور أعراض نقصها التي تتميز بصورة عامة \*\* بأضرار للجلد والتحرشف وضعف نمو الشعر , وانخفاض معدلات النمو والتناسل وانتاج الحليب, أما في حالة أفراخ الدجاج فتتمثل أعراض النقص بضعف معدلات النمو وتكوين الريش وزيادة نسبة الهلاكات في الأسابيع الأولى من حياة الأفراخ.

 إن الحوامض الدهنية الأساسية المذكورة لايمكن للحيوانات البسيطة المعدة (دواجن , عجول رضيعة) من تخليقها أو يمكن تخليقها بكميات غير كافية لاحتياجات فعاليات الجسم لذا وجب توفيرها في علائقها. حيث ان انسجة الجسم تستطيع تصنيع الحامض الدهني غير المشبع الاوليك C18:1 ذوالاصرة المزدوجة الواحدة من الحامض الدهني المشبع الستريك C18:0 ولكنه لايستطيع تصنيع الحامض الدهني اللينولييك C18:2 ذو الاصرتين المزدوجتين على الرغم من ان انسجة الجسم تستطيع تصنيع الحامض الدهني اللينولينيك C18:3 الذي يحتوي على ثلاث أواصر مزدوجة والحامض الدهني الأراكيدونيك C20:4 ذي الاواصر الاربعة المزدوجة.

 C18:2 C18 :1 C18:0

بالنسبة للمجترات حيث تعتمد في غذائها على الحشائش فانها تحصل على كفايتها من حامض اللينوليك واللينولينيك على الرغم من انهما معرضان للتغير من قبل الأحياء المجهرية في الكرش , وانها نادرا ما تصاب بنقص في الأحماض الدهنية الأساسية بسبب ما توفره لها الاحياء المجهرية من احماض دهنية اساسية , غير ان العجول والحملان الرضيعة تحتاج الى هذه الاحماض الدهنية.

ويجب الالتفات الى ان هناك مضار من زيادة تناول الأحماض الدهنية الأساسية , حيث ان هذه الأحماض بسبب كونها غير مشبعة فانها تكون سريعة التأكسد مما يؤدي الى زيادة الإحتياطات من فيتامين E والذي يقوم بوظيفته كمضاد للأكسدة في الجسم.

**تزنخ الليبيدات Rancidity**

يعتبر التزنخ أحد ظواهر تلف المواد الغذائية , حيث ينتج من العلف روائح غير مقبولة نتيجة تأثر دهون العلف وليس بالضرورة ان تكون القيمة الغذائية للدهن المتزنخ منخفضة ولكن نتيجة التزنخ عادة يتأثر فيتامين A , E والكاروتين. ويتعرض دهن العلف الى نوعين من التزنخ:

1. **التزنخ نتيجة التحلل المائي Hydrolytic :**

تؤدي الحرارة والرطوبة الى تكسر أواصر الايسترات للكليسيريدات الثلاثية مما يؤدي الى تحرر الأحماض الدهنية , وفي حالة تحرر أحماض دهنية ذات السلاسل الكربونية القصيرة فانه ينتج عنها روائح غير مقبولة , وايضا يمكن ان يكون سبب هذا التحلل هو التلوث بالاحياء المجهرية التي تفرز أنزيم اللايبيز الذي يكسر الايسترات للكليسيريدات الثلاثية ويؤدي الى تحرر الأحماض الدهنية فمثلا في الزبد القديم المتزنخ يتحرر حامض البيوتيريك ذو الرائحة غير المقبولة.

1. **التزنخ التأكسدي Oxidative :**

هذا النوع من التزنخ شائع في الدهون والزيوت التي تحتوي على أحماض دهنية غير مشبعة والتي تخزن في ظروف تكون في تماس دائم مع أوكسجين الهواء. حيث يقوم اوكسجين الهواء بالتفاعل مع ذرات الكربون غير المشبعة , مما يؤدي الى جعل جزيء الحامض الدهني غير المستقر وبذلك يتسبب في تكسره الى الديهايدات ذات سلاسل كربونية قصيرة , وكيتونات وأحماض وهذه المركبات ذات روائح غير مقبولة. ومما يشجع على تأكسد الاحماض الدهنية هذه هي تلوثها بالمعادن الثقيلة مثل النحاس والنيكل والحديد وهذه المعادن تستعمل عادة في أجهزة التعليب.

 من الناحية العملية تستعمل مضادات الأكسدة Anti oxidant مع الدهون والزيوت وذلك لانها تتأكسد اسرع من الأحماض الدهنية اي تستعمل الأوكسجين المتوفر قبل الأحماض الدهنية وبذلك تؤخر تأكسد الأحماض الدهنية وتطيل من مدة حفظها ولكن بعد تأكسد مضادات الأكسدة هذه يبدأ تأكسد الأحماض الدهنية ومن مضادات الأكسدة في الجسم هو فيتامين E **,** وهناك مضادات أكسدة صناعيةمثل ethoxyguin, hydroxyguinane .

 وهناك طريقة أخرى تستخدم للمحافظة على الدهن من التزنخ وهي التشبيع الصناعي للأواصر المزدوجة للأحماض الدهنية غير المشبعة بعملية الهدرجة (Hydrogenation) وذلك لأن الأحماض الدهنية المشبعة أقل عرضة للتزنخ التأكسدي وبذلك يمكن الأحتفاض بالدهن لفترة طويلة. أما الفائدة الثانية لعملية الهدرجة هي تحويل الزيوت النباتية السائلة في درجة حرارة الغرفة الى دهون صلبة.

 **هضم وامتصاص الليبيدات في الحيوانات بسيطة المعدة**

يترك الليبيد المعدة وهو على شكل كرات صغيرة الى الأمعاء الدقيقة . تتكون املاح الصفراء في الكبد وتخزن في كيس الصفراء وتفرز من وقت الى اخر في الجزء العلوي من الامعاء الدقيقة ( الاثني عشري) حيث تقوم باستحلاب الدهن الى أجزاء صغيرة جدا" مما تؤدي الى زيادة المساحة السطحية المعرضة لأنزيم اللايبيز هذا من جهة ومن جهة أخرى فأن أملاح الصفراء تعمل على زيادة فعالية أنزيم اللايبيز المفرز من البنكرياس والأمعاء الدقيقة, وان املاح الصفراء والكليسيريد الأحادي والأحماض الدهنية الحرة والفيتامينات الذائبة في مذيبات الدهن مع الكوليسترول تكون الميسل Micelle. وهي فعالة في تحويل المذاب من الكليسيريد الأحادي والأحماض الدهنية الى محلول مائي رائق أكثر مما هو مستحلب **\*وبذلك تكون قادرة على عبور جدار الخلايا الطلائية.**

 هناك عدة عوامل تؤثر على البنكرياس لافراز عصارته اذ ان حامضية الغذاء القادم من المعدة الى الأمعاء الدقيقة وعند دخوله الأمعاء الدقيقة تحرر هرمون السيكريتين Secretin من الخلايا الظهارية للأمعاء الدقيقة الى الدم وعند وصوله الى البنكرياس فانه يحفز خلايا البنكرياس لافراز سائل مائي ذي تركيز عالي من البيكاربونات وتركيز منخفض من الأنزيمات لمعادلة الحامضية لان أنزيمات الأمعاء والبنكرياس لا تعمل في الوسط الحامضي وانما تعمل في وسط أسه الهيدروجيني يتراوح بين7- 8. وعند وصول دهون وزيوت العلف الى الأمعاء الدقيقة فأن الخلايا الظهارية للأمعاء تفرز هرمون بنكريوزيمين (Pancreozymin) الذي يحفز البنكرياس على افراز أنزيم اللايبيز (Lipase) وأنزيمات أخرى مثل الفوسفولايبيز.

\*\* ان أنزيم اللايبيز يساعد على تحلل جزيء الكليسيريد الثلاثي عن طريق كسر اواصر الايستر بين الأحماض الدهنية وجزيء الكليسرول.

**الامتصاص**

تقترب الجزيئات المتعددة (ميسل Micelle) من الخلايا المخاطية للأمعاء نتيجة لحركة الأمعاء التي تسمح بدخول الكليسيريد الأحادي والأحماض الدهنية الحرة والفيتامينات الى داخل الخلية تاركة أملاح الصفراء التي تذهب الى الجزء السفلي من الأمعاء الدقيقة حيث تمتص هناك لتذهب الى الدورة الدموية لاعادة استعمالها . وان معظم الامتصاص يحدث في الجزء العلوي من الأمعاء الدقيقة . وقد وجد بأن الاحماض الدهنية ذات السلاسل الكاربونية أقل من 10-12 ذرة كاربون تعبر الخلايا المخاطية الى الوريد الكبدي حيث تنقل بصورة حرة الى الكبد وكذلك الحال بالنسبة للكليسرول. أما الأحماض الدهنية ذات السلاسل الكاربونية التي تحتوي على أكثر من من 10-12 ذرة كاربون فإنه يعاد تحولها الى كليسريد ثلاثي في هذه الخلايا (لتصنيع هذه الكليسيريدات الثلاثية , ليس بالضرورة استعمال نفس الكليسرول الناتج من تحلل الكليسيريد الثلاثي في الأمعاء والممتص من قبل هذه الخلايا حيث لها القابلية على تصنيع الكليسرول).

ان تجمعات الكليسيريدات الثلاثية مع الفوسفولبيدات وكوليسترول وغلاف بروتيني تكون معقد كايلومايكرون Chylomicron وهذه الكايلومايكرونات تترك الخلايا المخاطية الى المسافات البينية بين الخلايا وتدخل الى الأوعية اللمفاوية.

ان معظم الفوسفولبيد يتحلل جزئيا بفعل انزيم الفوسفولايبيز الى أحماض دهنية وليسوفوسفولبيد الذي يمتص مع كمية قليلة من الفوسفولبيدغير المتحلل, وان ايسترات الكوليسترول تتحلل بفعل أنزيم اللايبيز الى كوليسترول وبالرغم من ان الكوليسترول وفيتامين D يمتصان بسهولة الا ان الستيرولات الأخرى تكون قليلة الإمتصاص.

س / هل أن جميع الدهون والزيوت تمتص بنفس السرعة؟

لقد لوحظ بأن ليس جميع الدهون والزيوت تمتص بنفس السرعة وبصورة عامة فان الزيوت تمتص أسرع من الدهون وان هضم وامتصاص الدهن يكون أفضل اذا كان يحتوي على أحماض دهنية ذات سلاسل كاربونية قصيرة واذا كان يحتوي على كميات أكبر من الأحماض الدهنية غير المشبعة واذا كان على شكل كليسيريد ثلاثي وليس على شكل أحماض دهنية حرة علما بان معظم الدهون والزيوت المتناولة بكميات معتدلة تهضم وتمتص بنسبة 95% والباقي 5% يطرح مع البراز.

**هضم وامتصاص الليبيدات في المجترات**

ان هضم وامتصاص الليبيد في المجترات الصغيرة العمر (قبل ان تبدأ عملية الإجترار) تكون مشابهة للحيوانات غير المجترة أما بعد ان تبدأ عملية الإجترار فهناك فروقات كبيرة بسبب وجود الكرش.  **هضم اللیبیدات في الكرشDigestion of lipids in the rumen**

في الحیوانات غیر المجترة لا یحدث هضم للدهون في المعدة وتكون معظم الدهون التي تصل الى الاثني عشري duodenum غیر خاضعة الى اي تغیرات كیمیائیة. اما في المجترات فان تغیرات كبیرة تجري على دهون الغذاء في الكرش یترتب علیها اثر كبیر في صورة الأحماض الدهنیة المتوفرة للأمتصاص.

ویعتبر تحلل hydrolysis الأواصر الأستریة ester linkages الموجودة في الكلیسریدات الثلاثیة و الفوسفولیبیدات والكلایكولیبیدات الخطوة الأولى في تمثیل الدهون. ولا یلاحظ وجود للكلیسریدات الثنائیة والأحادیة خلال التحلل مما یدل على حدوث المراحل الوسطیة للتخمر بسرعة كبیرة.

ویحصل تحلل دهون الغذاء lipolysis بشكل اساسي نتیجة لنشاط بكتیریا الكرش لعدم توفر دلیل واضح عن دور للهدبیات وفطریات الكرش او لأنزیم اللایبیز في النبات واللعاب. كما دلت التجارب المختبریة الى ان التحلل یمكن ان یتوقف تماما عند غلي سائل الكرش نتیجة لموت البكتیریا الموجودة فیه.

ویجري التحلل المیكروبي للدهون خارج خلایا البكتیریا extracellular وان الكلیسرول والأحماض الدهنیة التي تتحرر من تحلل الكلیسریدات الثلاثیة یجري تمثیلها مباشرة من قبل بكتیریا متخصصة lipolytic bacteria , فیتخمر الكلیسرول بصورة رئیسیة الى حامض البروبیونیك بالرغم من وجود حامضي الأسیتیك واللاكتیك في المراحل الوسطیة من التخمر اما الأحماض الدهنیة فیحصل تشبعها كما سیتضح في الخطوة الثانیة. وقد تخصصت بكتیریا Anaerovibrio lipolytica اكثر من غیرها من السلالات بتحلیل الكلیسریدات الثلاثیة فیما تخصصت بكتیریا Butyrivibrio fibrisolvens بتحليل الفوسفولیبیدات والكلایكولیبیدات التي یجري تخمرها بطریقة مماثلة لتخمر الكلیسرول. وبالرغم من المدى المرتفع للتحلل ( %85 < ) فانه یمكن ان یتأثر بعدد من العوامل فقد لوحظ انخفاض التحلل بزیادة مستوى الدهن في الغذاء او عند تثبیط النمو البكتیري نتیجة لأنخفاض الأس الهیدروجیني لسائل الكرش.

اما الخطوة الثانیة الرئیسیة في التحولات التي تتعرض لها الدهون في الكرش فهي الهدرجة الحیویة biohydrogenation للأحماض الدهنیة غیر المشبعة الناتجة من التحلل البكتیري. وتجري معظم (<%80) تلك الھدرجة في الأجزاء الصغیرة من الغذاء وقد اعزي ذلك الى الأنزیمات التي تفرزها البكتیریا خارج خلایاها. ویعتبر حامض اللینولیك واللینولینیك غیر المشبعین الأكثر عرضة للهدرجة حیث یبلغ مدى هدرجتهما 90-70 % و 100-85 % على التوالي اعتمادا على تركیزهما في الغذاء فیزداد بزیادة مستوى عدم التشبع ولكنه یقل بزیادة مستوى العلف المركز في الغذاء و یعزى ذلك الى انخفاض الأس الهیدروجیني لسائل الكرش.

 في غیر المجترات هناك تباین كبیر بین هضم الأحماض الدهنیة الكلیة وهضم الأحماض الدهنیة الفردیة حیث ینخفض الهضم بزیادة طول السلسلة الهیدروكربونیة للحامض الدهني ویزداد الهضم بزیادة عدد الأواصر المزدوجة، في المجترات یكون التباین المذكور قلیل جدا فقد وجد ان هضم الأحماض الدهنیة 16:0 و 18:0 و 18:1 و 18:2 و 18:3 (البالمتیك والستیاریك المشبعین والأولیك واللینولیك واللینولینیك غیر المشبعة) قد بلغ 75 و 72 و 80 و 78 و 77 % على التوالي. جدیر بالذكر ان هضم المكملات الدهنیة المصنعة من الدهون الحیوانیة المشبعة یكون منخفض و قد لا یرجع ذلك الى انخفاض الكمیة المغذاة انما قد یرجع الى الطبیعة الفیزیائیة للمكمل الدهني التي اضرت على ما یبدو بتخمرات الكرش وحددت من التحلل في الكرش مما ادى الى زیادة كمیات الدهون غیر المتحللة الواصلة الى الأثني عشري وزیادة القیمة الرقمیة للمقام عند احتساب معاملات الهضم.

 ان طبيعة المواد الغذائية التي تتناولها الحيوانات المجترة ( حشائش) تحتوي على أحماض دهنية غير مشبعة بكميات كبيرة كمكونات للكالكتولبيد الذي يكثر وجوده في الحشائش, أو تحتوي على الكليسيريدات الثلاثية بكميات كبيرة كمكونات لزيوت الحبوب , فتقوم أحياء الكرش المجهرية بتحليل الكليسيريدات الثلاثية والكالكتولبيدات الى أحماض دهنية حرة وكليسرول وكالكتوز والمركبان الأخيران يتخمران في الكرش ويتحولان الى احماض دهنية طيارة والتي من اهمها الأسيتيك والبروبيونيك والبيوتريك والتي تمتص معظمها في الكرش. هذا وان لبيد العلف الداخل الى الكرش يكون مختلفا تماما عن الليبيد الخارج من الكرش وذلك بسبب فعل الأحياء المجهرية الموجودة في الكرش. \*\*ويمكن تلخيص ما تقوم به أحياء الكرش المجهرية من تغيرات على اللبيبدات بتشبيع الأحماض الدهنية غير المشبعة, وتصنيع الأحماض الأحماض الدهنية ذات السلاسل الكربونية الفردية, و وانتاج أحماض دهنية ذات سلاسل كاربونية قصيرة أو طويلة , وتصنيع أحماض دهنية ذات الفروع .(Branched)

 يدخل لبيد العليقة الى الأمعاء وهو في حالة أحماض دهنية حرة مغطيا جزيئات العلف على هيئة طبقات رقيقة وكذلك يدخل الأمعاء لبيد العلف غير المتأثربالأحياء المجهرية ولبيد خلايا الأحياء المجهرية التي تدخل الأمعاء مع الكتلة الغذائية فيجري عليها الهضم بفعل أملاح الصفراء وافرازات البنكرياس والأمعاء من الانزيمات التي تم ذكرها. غير ان أغلب الإمتصاص يحدث في المجترات في الثلاثة أرباع الأخيرة من الصائم وان اللبيد يترك خلايا الغشاء المخاطي للأمعاء الى الأوعية اللمفاوية على شكل قطيرات صغيرة تشكل الكيلومايكرونات 25% منها و 75% الأخرى على شكل ليبوبروتينات ذات كثافة واطئة جدا (VLDL) وهي عكس الحالة في غير المجترات.

 **أيض** **الليبيدات**

 ينتقل اللبيد في الدم بعدة حالات منها

1. الاحماض الدهنية الحرة وهي ليست حرة بمعنى الكلمة وانما تكون مرتبطة مع بروتينات مصل الدم ( البومين وكلوبيولين) , وان عمر هذه الأحماض الدهنية قصير جدا"مما يساعد على سرعة نقل هذه الأحماض الدهنية الى خلايا الأنسجة لغرض الإستفادة منها.
2. تكوين معقدات الليبوبروتينات التي تحتوي على الفوسفوليبيدات والكوليسترول والأحماض الدهنية الحرة واستراتها والأستيرولات والبروتين وقد تم عزل مجموعتين من الليبوبروتينات اعتمادا" على مكونات الليبوبروتين فعندما تكون كمية الليبيد في الليبوبروتين عالية وكمية البروتين واطئة تكون الليبوبروتينات ذات كثافة واطئة اما اذا كان الليبيد قليل والبروتين عالي يكون ذو كثافة عالية.
3. الكيولوميكرونات.

وجميع هذه المصادر بالاضافة الى الأحماض الدهنية ذات السلاسل الكربونية القصيرة تزود الكبد والأنسجة الأخرى بالمواد الدهنية.

 ان نوع وكمية لبيد العليقة والوقت بعد تناول وجبة العليقة تعتبر العامل الرئيس الذي يحدد تركيز ومكونات ليبيدات الدم. اضافة الى العوامل الأخرى , مثل النوع والعمر والإفرازات الهرمونية. هذا وان مستوى كوليسترول الدم يتأثر بعاملين هما عامل العليقة وعامل التصنيع الذي يحدث في الكبدولكن نسبة الكوليسترول الحر الى ايستر الكوليسترول والكوليسترول الحر الى الفوسفولبيد هي ثابتة في الحيوانات الطبيعية (ذات الصحة الجيدة) لذلك النوع من الحيوانات.

\*\*\* ان تغذية الحيوانات انواعا" معينة من الدهون بكميات كبيرة سوف يؤثر على تركيب الدهن المخزون في أنسجة الجسم , فمثلا عند تغذية الخنازير على زيت فستق الحقل ينتج ذبائح ذات شحوم لينة غير مرغوبة.

**المكملات الدهنیة المحمیة Protected lipid supplements**

 تستخدم المكملات الدهنیة كوسیلة لرفع تركیز الطاقة في الغذاء ومن الضروري ان یكون المكمل الدهني او الحامض الدهني المكمل تاثیرا" قلیلا على تخمرات الكرش ولضمان ذلك فأن المكملات الدهنیة غالبا ما یتم حمایتها من التحلل في الكرش rumen protected لتفادي التاثیرات الضارة للمستوى الدهني المرتفع على تخمرات الكرش. وتعتمد الطرق الحدیثة للحمایة على التباین في الأس الهیدروجیني للكرش (6.7-5.8) والمعدة الرابعة (4-2) وتشمل تلك الطرق المعاملة بالفورمالدیهاید والتغلیف بالدهون غیر الذائبة (لحمایة الأحماض الدهنیة الحرة أو الدهون) او استخدام امیدات الحامض الدهني او املاح الكالسیوم للحامض الدهني (لحمایة الأحماض الدهنیة الحرة ) وتعتبر الطریقة الأخیرة Ca-fatty acid complex الأكثر استخداما في الولایات المتحدة. وقد اشارت الدراسات بان استخدام الدهون المحمیة في علائق ابقار الحلیب یؤدي الى رفع محتوى الحلیب الدهني دون التأثیر على المكونات الأخرى. وبالنظر لأعتماد المجترات على حامض البروبیونیك لتخلیق الكلوكوز في مسار gluconeogenesis فان مستویات ذلك الحامض الدهني الطیار في كرش الأبقار المغذاة على العلائق التي احتوت على 15 % من الشحوم الحیوانیة المحمیة یعد اكثر التاثیرات الضارة لأستخدام الدهون المحمیة.

**حالة الدهن في الجسم (ديناميكية الدهن)**

كان يعتقد سابقا ان دهن الأنسجة الدهنية ثابت لا يتبدل الا عند الحاجة ولكن وباستعمال الأحماض المعلمة labeled في تجارب تغذية الحيوانات ظهر بان الأحماض الدهنية في الأنسجة الدهنية هي في حالة تبدل مستمر , \*\*حيث ان دهن الأنسجة الدهنية يتحلل ويستعمل للطاقة وفي نفس الوقت يقوم الجسم بالتعويض عن الدهن المستعمل من دهن الغذاء المتناول. وهناك ثلاث احتمالات لحالة الدهن في الجسم هي:

1. يكون الجسم في حالة تعادل اذا كان المتناول من الطاقة يساوي المستهلك من قبل الجسم (الدهن المتحلل من الأنسجة الدهنية يعادل كمية الدهن المتناول).
2. اذا كان المتناول من الطاقة أقل من المستهلك من قبل الجسم فانه يتسبب في سحب الدهن من الأنسجة الدهنية لغرض سد حاجة الجسم الطاقة.
3. اذا كان المتناول من الطاقة اكثر من المستهلك من قبل الجسم فانه يؤدي الى خزن الدهن في الأنسجة الدهنية.

 على مستوى غشاء الخلية هناك نوعان من الليبيد هما:

1. الدهن الذي يدخل في تركيب غشاء الخلية والأجزاء الأخرى من الخلية وهذا الدهن لا يستخدم في حالات الجوع.
2. الدهن المتعادل (neutral fat) المخزون في خلايا الأنسجة الدهنية ويكون على شكل قطيرات في السايتوبلازم وهذا الدهن هو الذي يستعمل في وقت الحاجة مثل الجوع.

\*\*هناك عدة أنسجة تستطيع تصنيع الأحماض الدهنية من اسيتيل – كو A إلا ان الكبد والغدة اللبنية والأنسجة الدهنية تعتبر الموضع الرئيس لتصنيع الأحماض الدهنية والكليسيريد الثلاثي, ويعتبر الكبد العضو المركزي لتحويرات الليبيدات المتناولة وأيضها ويمكن تلخيص ما يقوم به الكبد من فعاليات في أيض الليبيدات (دور الكبد في أيض الليبيدات) بما يلي:

1. تصنيع الأحماض الدهنية من الكربوهيدرات والأحماض الأمينية.
2. تصنيع الكوليسترول من اسيتيل - كو A.
3. تصنيع الفوسفوليبيدات والليبوبروتينات.
4. تصنيع الأجسام الكيتونية(اسيتون,حامض بيتا-هيدروكسي بيوتريك وحامض اسيتو اسيتيك).
5. تكسير الأحماض الدهنية والفوسفولبيدات ورفع الفوسفولبيدات والكوليسترول من الدم.
6. زيادة وتقصير أو تشبيع أو عدم تشبيع السلسلة الكربونية للأحماض الدهنية.

 7-السيطرة على خزن الدهن في الأنسجة الدهنية وخزن الدهن في الكبد.  **لبيدات البراز Fecal lipids**

یتكون مستخلص الأیثر للبراز من الدهون القابلة للهضم والتي أفلتت من فعل العصارات الهاضمة ومن الدهون غیر القابلة للامتصاص مثل الستیرولات النباتیة ومن المواد اللادهنیة في العلف المستهلك مثل الصبغات بالإضافة الى الدهن الأیضي الذي مصدره جسم الحیوان مثل العصارات الهضمیة المتبقیة .و لا یتوقع ان یكتمل هضم الدهون في المجترات لأن السلیلوز البطئ الهضم قد یحیط بالدهن ویعیق عملیة الهضم بشكل عام. جدیر بالذكر ان مستخلص الأیثر في اغذیة المجترات یحتوي في الغالب على كمیة من المواد غیر القابلة على الامتصاص مثل الصبغات.