

## الدهون lipids

المقدمة :

عند فصل الماء ، الكربوهيدرات والبروتينات عن الخلية او من الكائن الحي فان الباقي يتكون معظمه من الدهون lipid . عمليا الطريقة المستخدمة هي عكس ما ذكر اعلاه . تفصل الدهون من المواد الكيماوية الحياتية الاخرى وذلك باستخلاصها بأثير الاثير ، الايثانول ، الكلوروفورم او اي مذيبات اخرى مشابهة او مزيج من بعض تلك المذيبات . هذه الطريقة هس اساس تعريف الدهن بانها المواد الكيماوية الحياتية الذائبة في المذيبات العضوية غير المستقطبة . تعرف الدهون عامة باسم الشحوم Fats ولكن علماء الكيمياء الحياتي ه يستخدمون اسم الشحم Fat لنوع واحد من الدهون .  
لكون الدهون تعرف بعلاقتها بالاذابة ولوجود انواع كثيرة من المركبات قابله للذوبان في المذيبات الدهنية نجد ان الدهون تتضمن تتضمن مركبات متعددة غير متجانسة . لا تتكون الدهون من نوع واحد من وحدات البناء كما في البروتينات والكربوهيدرات وايضا لانجد اي تقريبا بصورة بوليمر .

### وظائف الدهون Function of lipids

تؤدي الدهون وظائف بايولوجية مهمة يمكن اجمالها بما يأتي :-

- 1- تعد الدهون مصدرا كبيرا للطاقة في الحيوانات وكذلك في البذور الحاوية على نسبة عالية من الدهن . فعند التسدة غرام واحد من الدهن تتولد طاقه تقدر بـ 9 [kcal/g] في حين تتولد طاقه من الكربوهيدرات تقدر بـ 4 [kcal/g] ومن البروتينات 5.5 [kcal/g] .
- 2- تعد الدهون المسماة بالبروتينات الدهنية lipoproteins عناصر تركيبية لاغشية الخلية كالنواة ، المايكروسوم والمايتوكوندريا .
- 3- تخزن في الانسجة الدهنية كخزين للطاقة عند الحاجة بصوره مركزه لايشترك معها الماء ، موازنة بالكربوهيدرات ( الكلايوجين ) الحاوية على كميته عاليه من الماء عند خزنها بحيث يجعلها اقل تركيزا .
- 4- تعد مواد واقية على سطوح كثير من الكائنات الحيه .
- 5- تعد الدهون منشطات activator لبعض الانزيمات لكي تبدي نشاطها التام فالانزيمات glucose 6-phosphatase , stearoyl CoA desaturase , monomxygenase , D-β- hydroxyl butyrate dehydrogenase تحتاج الى فوسفاتايديل كولين لتنشيطها .
- 6- ان مكونات جهاز (نظام) نقل الالكترونات Electron transport system الكائن في الغلاف الداخلي للمايتوكوندريا للحيوان مدفونه في داخل الدهن المفسفره phospholipids . كذلك فان نظام الفسفره الضوئيه phosphorylation في النباتات الخضراء مضموره في غلاف البلاستيدات الخضراء chloroplast .
- 7- يعد الحامض الدهني اراكيدونيك arachidonic acid مولد خصوصي precursor لجميع البروستاغلاندينات حيث يتحول حاكض اراكيدونيك بوساطة انزيم cyclooxygenase الى مركبين من مركبات البروستاغلاندينات وهما ( Thromboxane , prostacyclin A ) يتكون الاول في جدران الاوعيه الدمويه ويقوم بوظيفة توسيع الاوعيه الدمويه vasodilator اما المركب الثاني فيتكون في الاقراص الدمويه blood platelets ويقوم بوظيفة انقباض الاوعيه vasoconstrictor

٨ - يعد فوسفاتايديل سيرين ماده اساس Substrate غير مباشر عند تحويل الحامض الاميني سيرين Serine الى الايثانول امين ethanol amine بوساطة ازالة ثاني اوكسيد الكربون . decarboxylation



اما التحول المباشر للحامض الاميني سيرين الى الايثانول امين بوساطة ازالة CO2 فلا يتم مطلقا .

٩ - يعد فوسفا تايديل امينوسيتول ثلاثي الفوسفيت المفتاح لتوليد امينوسيتول ثلاثي الفوسفيت Inositol triphosphate وثنائي اسيل الكليسرول Glycerol diacyl وهما رسولان ثانيان Second messenger اسوة بالرسل الثانيه الاخرى مثل AMP الحلقي و GMP الحلقي والكالسيوم .

١٠ - ان نسبه عاليه من المواد الغذائيه الكربوهيدراتيه تتحول الى دهون قبل ان تتحول الى طاقه .

#### تصنيف الدهون: Classification of lipids

توجد عدة اصناف رئيسيه وتحت الاصناف Subclasses لدهون ويعتمد التصنيف عادة على تركيبها الكيمياوي العام وعلى محتواها من الاحماض الدهنيه .  
اولا :- الاحماض الدهنيه

ثانيا :- الدهون الحمتويه على الكليسرول lipids containing glycerol

١ - الدهون المتعادل neutral fats

أ - الكليسريدات الاحاديه والثنائيه والثلاثيه

Mono-, di-, and triglycerides

ب- ايثرات الكليسريلسريدات (مكسيريديات محفزه ، وفوسفواينوسيتول )

phosphoglyceides and phosphonositol

ثالثا :- الدهون التي لاتحتوي على الكليسرول

١ - سفنجو لييدات sphingolipids

أ - سيراميدات ceramides

ب - سفنجو مابلين sphingomyelin

ج- كلايكو سفنجو لييدات glycosphingolipids

٢ - كحولات اليفاتيه وشموع aliphaticalcohols and waxes

٣ - تريدنات terpens

٤ - ستيرويدات steroids

رابعا :- دهون مرتبطه مع مركبات اخرى

- ١ - لايبو بروتينات (بروتينات دهنيه) lipoproteins  
 ٢ - دهون بروتينية proteolipids  
 ٣ - كلايكولييدات (دهون سكريه) glycolipids

الاحماض الدهنيه The fatty Acids  
 الجدول (١) الحوامض المشبعه : Saturated Fatty Acids

المصدر الشائع	الصيغه	الاسم
الخليك	CH <sub>3</sub> COOH	حامض الخليك Acetic
الزبد	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	حامض البيوتريك Butyric
الزبد	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> COOH	حامض الكابروييك Caproic
الزبد	C <sub>7</sub> H <sub>15</sub> COOH	حامض الكابريليك Caprylic
الزبد ، دهن جوز الهند	C <sub>9</sub> H <sub>19</sub> COOH	حامض الكابريك Capric
دهن جوز الهند	C <sub>11</sub> H <sub>23</sub> COOH	حامض اللوريك Lauric
دهن جوز الهند	C <sub>13</sub> H <sub>27</sub> COOH	حامض الميرستيك Myristic
دهون حيوانيه و نباتيه	C <sub>13</sub> H <sub>35</sub> COOH	حامض البالميك palmitic
دهون حيوانيه و نباتيه	C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH	حامض السيريك Stearic
دهن الفستق	C <sub>19</sub> H <sub>39</sub> COOH	حامض الاراكيديك Arachidic
الانسجه العصبية والدماغية	C <sub>23</sub> H <sub>47</sub> COOH	حامض الكلنوسيريك Lignoceric
شمع النحل ، دهن الصدف	C <sub>25</sub> H <sub>51</sub> COOH	حامض السيروتك Cerotic

الحوامض غير المشبعه An saturated Fatty Acids

المصدر الشائع	عدد الاواصر المزدوج	الصيغه	الاسم
دهون حيوانيه و نباتيه	١	5G29COOH	حامض البالميولييك mitilic
دهون حيوانيه و نباتيه	١	7H33COOH	حامض الاوليك Olic
زيت الكتان (زيت نباتي)	٢	7H32COOH	حامض اللينولييك Linoleic
زيت الكتان	٣	7H29COOH	حامض اللينولينيك Linolenic
الانسجه العصبية الدماغية	٤	9H31COOH	حامض الاراكيديونك chidonic

ان اكثر نواتج التحلل شيوعا كوحدات بناء للدهنيات هي الحوامض العضويه احادية الكربوكسيل والتي غالبا ماتدعى بالاحماض ( الشحميه). من جميع الحوامض الدهنيه الممكنه نجد ان المتواجد بكميه معقوله هي فقط الحوامض الحاويه على عدد زوجي من ذرات الكربون . يندر وجود السلاسل المتفرعه او المركبات الحلقية في هذه المركبات على الرغم من وجود مختلف المركبات غير المشبعه ذات الاواصر المزدوجه . يبين الجدول رقم (١) الحوامض الدهنيه المشبعه الشائعه . وجدت بعض الحوامض الدهنيه مربوطه بصوره ضعيفه الى البومين الدم . ان نسبة وجود لحوامض ( الحوامض الدهنيه الحره Free Fatty Acids ) مهم جدا في تشخيص مرض تصلب الشرايين القلبية Cardiovascular disease . اضافته الى الحوامض الدهنيه توجد مركبات اخرى معينه كنواتج لتحلل الدهنيات ، اكثرهم شيوعا الكليسرول ، الكولين Choline والامينوايثانول aminoethanol .

تحتوي دهنيات اخرى على وحدات تركيبه تسمى isoprene

تتواجد وحدة الايسوبرين بشكلي السلسله وكتربيب حلقي كما في ال-β - كاروتين .

تبين الخطوط المتقطعه وحاح الايسوبرين في هذا التركيب المعقد .  
المطاط هو بوليمر مصنع من وحدات الايسوبرين ، وعلى الرغم من صعوبة رؤيتها فان التركيب المعقد المعروف بنواة الستيرويد Steroid nucleus تحتوي على عدة وحدات ايسوبرينية . والتخليق البايولوجي للكوليسترول cholesterol يتضمن اتحاد عدة وحدات من هذا النوع .

امكن مؤخ را استخلاص ودراسة صنف معين من المركبات تدعى بروستاكلاند Prostaglandins وهي حوامض كاربوكسيليه مختلفه ذات عشرين ذرة كاربون تحتوي على حلقة خماسيه الذره . مجاميع هيدروكسيليه واواصر مزدوجه . تصنف هذه المركبات حسب الاذابه كدهنيات .

اعتقد اساسا بان هذه المركبات تأتي من الغده البروستاتيه prostate gland وقد سميت على هذا الاساس ولكن الان اكتشف بانها اساسا من الحويصلات المنويه Seminal Vesicles للذكر كما تتواجد في اجزاء اخرى من الجسم في الذكور والاناث . تؤثر هذه المواد في ضغط الدم blod pressure ، تقلص الرحم contraction of uterus وتأثيرات اخرى التي يظهر انها تحدث لتأثرها على العضلات اللينه الملساء . وتؤثر هذه المواد حتى بكميات قليله جدا .

الاحماض الدهنيه غير الاعتياديه Unusual Fatty Acids  
تحتوي بعض الاحماض الدهنيه على مجاميع حلقيه مثل Chanlmoogric Acid و Lactobacillie Acid

cerobronic Acid

كما توجد بعض الاحماض الدهنيه التي تحتوي على مجاميع Ricinoleic acid ,

اضافه الى ذلك توجد في بعض انواع البكتريا حامض دهني غير اعتيادي يحتوي على بروبان حلقي Cyclopropane ويكون عدد ذرات الكربون فيه مزدوج .

## تفاعلات الاحماض الدهنيه Reaction of Fatty Acids

### ١- الاستره : Esterification

يعتبر تفاعل الاستره من ابرز تفاعلات مجاميع الكربوكسيل التي توجد في الاحماض الدهنيه او تفاعل جزيئة حامض وجزيئة كحول لتنتج جزيئة استر وجزيئة ماء :

يكون تفاعل الاستره بطيئا جدا بعدم وجود العامل المساعد وبالامكان الاسراع عنه بواسطة الحراه او اضافة ايون الهيدروجين الى محيط التفاعل او بكليهما .

### ٢- الهدرجه Hydrogenation

اذا تحت هدرجه قسم من الاواصر المزدوجه في الزيوت النباتيه فانها تتحول الى مايشبه الشحوم الحيوانيه لتكوين مواد صلبه في درجة حرارة الغرفه . وهناك العديد من الاشخاص الذين يفضلون الدهون الصلبه عن السائله في الخبز ، وهدرجة الزيوت النباتيه تزيد من تجهيز المواد المشابهه لدهن الخنزير . الهدرجه الكامله للحصول على رقم يودي يساوي الصفر عمليه غير مرغوبه تجعل المر كب الناتج هشاً كريبه المذاق . يفضل المصنعون للزيوت النباتيه التجاربه المهدرجه مثل ( Sry, Mixo , Fluffor , Crisco ) تحديد درجة الهدرجه بحيث تترك بعض الاواصر المزدوجه ، يتميز الناتج بانخفاض رقمه اليودي ( من ٥٠ الى ٦٠ تقريبا ) ، درجه عاليه من التشبع ودرجه انصهار تجعله صلباً قشدي القوام في درجة حرارة الغرفه ليكون مشابها لدهن الخنزير او زبد الحليب . زيوت فول الصويا او بذور القطن المنتشره اكثر من الشحوم الحيوانيه هي مواد اوليه للنواتج المهدرجه فلو اضيفت جزيئة واحده من الهيدروجين لجزيئه واحده من التركيب للشحوم المتع ادله لأنخفاض الرقم اليودي من ٨٩ الى ٥٩ ، اي من حدود زيت الزيتون او زيت الفول السوداني الى حدود شحم الخنزير . زيت الفول السوداني في الصنف الشائع لزبد الفول السوداني ماهو الاناتج عمليه الهدرجه الجزيئيه . يصنع السمن الصناعي ( المرغرين ) بواسطة هدرجه الشحوم وال زيوت العاليه النقاوه ، المنقاة بعنايه . وهناك هدف واحد من انتاج مركب نهائي يمكن ان يذوب بسهولة على اللسان ، وهي خاصيه تجعل الزبد ماده مستحبه

### ٣- التزنخ Rancidity

عند تعرض الشحوم والزيوت الى الهواء الرطب الحار لمدة طويلة من الزمن ، فانها تتزنخ ، بمعنى ان تتحول الى مواد غير مقبولة الطعم والرائحة . اذ ان هناك نوعين من التفاعلات تكون مسؤله عن ذلك بصوره رئيسيه :

أ - التحلل المائي لارتباطات الاستر .

ب - اسدة الاواصر المزدوجه .

أ - التحلل المائي لزبد الحليب ينتج انواعا مختلفه من الحوامض الشحميه ذات الرائحة الكريهه والمتطايره نسبيا ، الماء اللازم لعملية تحلل مثل هذه يكون موجودا في الزبد ، بنما تقوم البكتريا الهوائية بتزويد العملية بالانزيمات .

ب - اما اذا كان التفاعل المنت للتزنخ هو اللا كسده ، فان اوكسجين الهواء الجوي يقوم في هذا الجانب بمهاجمة الاواصر غير المشبعة الموجوده في التفرعات الجانبيه للكلاسيرات ثلاثية الاسيل لينتج اخيرا حوامض كاربوكسيليه والديهيدات متطايره السلسله ، وللمواد من كلا النوعين طعم ورائحة غير مقبولتين الى ابعد الحدود .

### توصيف مخاليط الاحماض الدهنيه Characterization of Fatty Acids Mixture

#### ١ - تقدير رقم اليود Iodine- number determination

يعتمد تقدير رقم اليود على تفاعل الاواصر المزدوجه في الاحماض الدهنيه غير المشبعة مثل  $Br_2$  ، على درجة حرارة الغرفة الاعتياديه في محلول لحامض الخليك او في الكحول المثيلي . يعرف رقم اليود بانه عدد غرامات اليود التي تتفاعل مع ١٠٠ (غم) من الدهن . يكون رقم اليود بالنسبه للاحماض الدهنيه المشبعة صفرا ولحامض الاوليك ٩٠ ولحامض اللينوليك ١٨١ ولحامض اللينولينك ٢٧٤

#### ٢ - الوزن المكافئ للتسحيح Filtration Equivalent weight

يقدر معدل الوزن الجزيئي لخليط الاحماض الدهنيه بتسحيح وزن معين من النموذج في محلول مائي للكحول مع قاعده قياسيه standard alkali . تجري عملية التسحيح الى نقطة النهايه End Point قاعديه باستعمال الفينولفثالين كماده كاشفه وبحسب معدل الوزن الجزيئي من المعادله التاليه :

معدل الوزن الجزيئي = عدد ملغم الحامض الدهني / مكافئ من القاعده

#### ٣ - رقم الاستيل Acetyl number

تؤدي معاملة الدهن او خليط الاحماض الدهنيه مع حامض الخليك اللامائي Acetic anhydride الى الاستله Acetylation . جميع مجاميع الهيدروكسيل الكحوليه لذلك فان رقم الاسيل عباره عن قياس عدد هذه المجاميع الهيدروكسيليه . يعرف رقم الاستيل بانه عباره عن عدد مليغرامات هيدروكسيد البوتاسيوم اللازم لمعادلة حامض الخليك الموجوده في غرام واحد من الدهن المأستل . Acetylated Fat

ثانيا : الدهون الحاويه على الكليسرول lipids containing glycerol

الدهن المتعادله neutral lipids

اطلقت على استرات الاحماض الدهيه مع الكليسرول اسماء عديده مثل كليسرول الاسيل

Acylglycerol دهون متعادله neutral fats ، او كليسريدات Glycerides . تعتبر الدهون المتعادله الم كونات الرنيسيه للدهون المخزونه في الخلايا النباتيه والحيوانيه . عند استرة مجاميع الهيدروكسيل الثلاث العائده للكليسرول مع الاحماض الدهنيه ، يطلق على التركيب الناتج الكليسرول ثلاثي الاسيل Triglycerol او كليسرول ثلاثي Triglyceride . توجد معظم الدهون المتعادله في الطبيعه على هيئة كليسريدات ثلاثيه ، الا ان ذلك لا يمنع من وجود كليسريدات ثنائيه Diglycerides

وتسمى ايضا كليسرول ثنائي الاسيل **Diacylglycerol** وكليسيريدات احاديه **Monoglycerides** وتسمى ايضا كليسيرول احادي الاسيل **monoacylglycerol** ويلاحظ من التراكيب الكيمياويه ادناه ان ترقيم ذرات الكربون جزيئة الكليسرول يكون 1, 2,3, من الاعلى الى الاسفل او قد تعطى الحروف  $\alpha, \beta, \gamma$  على التوالي .  
ومن الجدير بالذكر ان الموقعين 1 ، 3 لا يختلفان عن بعضهما البعض اذ ان انقلاب الجزيئه لا يغير هذين الموقعين .

توجد الكليسيريدات الثلاثيه على هينات عديده ويعتمد ذلك على نوع الاحماض الدهنيه الثلاثيه المرتبطه بجزيئه الكليسرول وكذلك موقع هذه الاحماض الدهنيه . يطلق على الكليسيريدات الثلاثيه التي تحتوي على نوع واحد للاحماض الدهنيه في الموقع 1 و2 و3 او ( $\alpha, \beta, \gamma$ ) بالكليسيريدات الثلاثيه البسيطة **Simple triacylglycerides** وتكون تسميتها كالتالي : يوضع المقطع في بداية الاسم ونجعل المقطع (**in** ) محل المقطع الاخير (**ic** ) في الحامض الدهني الاصلي ، فمثلا يسمى الدهن البسيط او الدهن المتعادل او الكليسيريدات الثلاثيه الذي يحتوي على ثلاث جزيئات من حامض البيوترين بالبيوترين الثلاثي **Tributyrene** كما موضح ادناه :

وهكذا تسمى الدهون البسيطة الاخرى **Tristearin** تحتوي على ثلاث جزيئات حامض الستريك و **Tripalmitation** الذي يحتوي على ثلاث جزيئات من حامض البالمتيك . اما الكليسيريدات الثلاثيه التي تحتوي على نوعين او اكثر من الاحماض الدهنيه فتسمى الكليسيريدات الثلاثيه المختلطه **Mixed triacylglycerides** قد تحتوي الكليسيريدات الثلاثيه على نوعين من الاحماض الدهنيه (**B,A**) وتوجد كليسيريدات ثلاثيه لهذه على هيئة ست انواع جزيئيه مختلفه **different molecules species**

هي (AAA , AAB , ABA , ABB , BAB and BBB ) الكلسريدات الثلاثيه التي تحتوي على ثلاث انواع من الاحماض الدهنيه توجد على هيئة جزيئيه مختلفه .  
تسمى الكلسريدات الثلاثيه المختلفه والتي تحتوي على ثلاث احماض دهنيه مختلفه بالطريقه التاليه :  
يوضع المقطع ( -yl ) في نهايه الحامضين الدهنيين الاوليين ويوضع المقطع ( -in ) في نهايه اسم الحامض الدهني الثالث كما موضح ادناه :

في بعض الاحيان تحتوي الكلسريدات الثلاثيه على حامضين دهنيين لنفس النوع ، اما الحامض الدهني الثالث فيكون مختلفا. في حاله كهذه نستعمل المقطع ( -di ) والمقطع ( -in ) كما موضح ادناه :

**التحلل المائي بوجود الانزيمات Hydrolysis in the presence of enzyme**  
الانزيمات في الاقنيه الهضميه للانسان والحيوان تعمل كعوامل مساعده لعمليات التحلل المائي لروابط الاستر في الكلاسيرولات ثلاثيه الاسيل:

**الصوبنه او التصوبن Saponification**  
عندما تتصوبن روابط الاستر في الدهون المتعادل ( الشحوم المتعادل ) بتأثير قاعده قويه مثل ( NaOH , KOH ) ينتج الكليسرول واملاح الحوامض الدهنيه ، تعطى هذه الاملاح اسم " الصابون "



## الفوسفوليبيدات Phospholipids

الفوسفوليبيدات هي استرات الكليسرول او الاسفنجوسين ، والاسفنجوسين هو سلسله طويله من الكحول الاميني ثنائي الهيدروكسيل ذو اصره مزدوجه واحده .

تمتلك الفوسفوليبيدات المرتكزه على الكليسرول اصرتين من الاستر تمتد من الكليسرول الى الحوامض الدهنيه ، واصرة استر واحده تمتد الى حامض الفوسفوريك التي ترتبط بدورها كما لو كانت استرا فوسفاتياً الى بعض الجزيئات الكحوليه الصغيره . بدون هذا الكحول الصغير تسمى هذه الماده حامض فوسفاتيديك ( Phosphatidic acid ) ومع الكحول تسمى ( Phosphoglyceride ) فوسفوكلسيرايد

تضم الفوسفوكليسيريدات الثلاثه الرئيسيه في جزيئاتها وحدات من الكولين (choline) ، الايثانول امين (Ethanol amine) او السيرين (serine) لتكوين الفوسفاتيديل كولين (لسيثين) ٢ ، فوسفاتيديل ايثانول امين -٣- والفوسفاتيديل سيرين ، ٤ .

كما تبين التراكيب ٢ ، ٤ ، ان جزءاً واحداً من كل جزيئة فوسفو كليسرايد يكون شديد الاستقطاب وله مواقع مشحونه كهربائيه . المتبقي من الجزيئه يكون غير مستقطب ومشابهه للمواد الهيدروكاربونية لهذه الميزات مضامين مهمه في تفهم كيفية استعمال الفوسفوكلسريدات لتصنيع الجدران الخلويه .

### البلازمالوجينات Plasmalogens

البلازمالوجينات ، عائله اخرى من الفوسفوليبيدات المرتكزه على الكليسرول ، تنتشر بكثره في جدران الخلايا العصبية والخلايا النسيجية . تختلف هذه المركبات عن الفوسفوكلسريدات الاخرى باحتوائها على رباط الايثر غير المشبع بدلا من وحدة الاسيل في احدى نهايات وحدة الكليسرول

## الاسفنجوليبيدات Sphingolipids

تحتوي الدهون الاسفنجيه على المركب سفنجوسين Sphingosine وحامض دهني ولاحتوي على كليسيرول .والسفنجوسين كما واضح ادناه هو سلسله طويله من كحول اميني غير م شبع . ان ابسط انواع الدهون الاسفنجيه واكثرها شيوعا هو الاسفنجومايلين Sphingomyelin ، وهو يشبه الفوسفوتايديل كولين الى حد كبير لاحتوائهما على (كولين + حامض دهني + حامض الفوسفوريك ) عدا وحدة الكليسرول الموجوده في الفوسفاتايديل كولين قد حلت محلها جزيئة السفنجوسين

يوجد السفنجوسين بصوره خاصه في صفار البيض والدماغ ويوجد ايضا في الكليه والكبد والدم . يتم تمثيل السفنجومايلين بصوره ابطأ من الدهون المفسفره وعليه فهو اكثر ثباتا واستق رارا لتركييب الخليه . فعلى سبيل المثال ان السفنجومايلين الموجود في غلاف النخاعين Myelin sheath الذي يعد ماده عازله للانسجه العصبية لا يتمثل عند البالغين .

## الدهون السكرية Glycolipids

اضافه الى المجموعه الدهنيه ، تحتوي هذه الدهون على مجموعته سكريه واهم هذه الدهون هي

### أ - السيربروسايدات : Cerebrosides

تتالف من السفنجوسين ( كحول اميني غير مشبع ) والكالكتوز وحمض دهني ، وتوجد هذه المركبات في الدماغ واماكن اكتشاف السيبروسايد في نسيج الطحال الحاويه في تركيبها على الكلوكوز بدلا من الكالكتوز، ان التحلل الانزيمي للسيربروسايد ينتج عنه :

مول واحد ← كلاكوز

مول واحد ← الاسفنجوسين

مول واحد ← حامض دهني

## ب - الدهون الكبريتيه Sulfolipids

تحلل هذه الدهون في محلات الدهون العام ، واهم انواع هذه الدهون كبريتات السيروبروسايد حيث تحتوي على جذر كبريتات تقوم اللييدات الكبريتيه بدور هام في ايض عنصر الكبريت في الجسم الحي وبشكل خاص في نسيج الدماغ .

## ج - الكانكليوسايدات Gangliosides

تدخل في تركيب النسيج الدماغي ، وتحتوي على احماض دسمه والسفنجوسين وسكريات سداسيه (الكلاكوز ، كلوكوز ، او كلاكوز امين ) وحمض السياليك ، كما يدخل في تركيب كريات الدم الحمراء وحيث سميت Hemoside

## الدهون الروتينية Lipoproteins

لا تتنقل الدهون بصوره حره في بلازما الدم ، لكنها تنتقل على هيئة كايلومايكرون والتي هي عباره عن لايبو بروتينات ذات كثافه واطنه جداً ، او قد تنقل الدهون في الدم على هيئة احماض دهنيه حره مرتبطه مع الالبومين بشكل مركب معقد بينهما . اضافه الى ذلك توجد اللايبوبروتينات كأحد مكونات غشاء الخليه .

تعتبر الدهون البروتينيه من اصناف الجزيئات الحيويه Biomolecules ويكون منها الدهون عادة على هيئة كليسيديات ثلاثيه ( دهون متعادلته ) او فوسفوليبيدات او الكوليسترول او استرات الكوليسترول . توجد هذه الدهون بنسب محدد و ثابتة في كل صنف من اصناف اللايبوبروتينات .

تحتوي البروتينات الموجودة في تركيب اللايبوبروتينات على نسبة عالية نوعا ما من الاحماض الدهنيه اللاقطبيه التي تساهم في ربط الدهون . اثبتت الدراسات الحديثه بما لا يقبل الشك على عدم مشاركة الاواصر التساهميه والايونيه الربط المحكم **tight binding** للدهون مع مكونات بروتينيه متخصصه **Specific proteins** . الا ان هذه الدراسات اثبتت ايضا ان الاواصر الرئيسيه بين الدهون والبروتينات عباره عن اواصر غير محبه للماء **Hydrophobic** . تعرف الاواصر غير المحبه للماء بانها الميل او الالفه التي تظهرها المكون ات الهيدروكاربونييه للاتحاد مع بعضها البعض في محيط مائي . توجد اللايبوبروتينات ايضا في الاغشيه المحيطه بالميتوكوندريا والشبكه الاندوبلازميه **Endoplasmic reticulum** وفي النويه كذلك يحتوي النظام الناقل للالكترونات في المايكوندريا على كميات كبيره من اللايبوبروتينات .