غذاء وتغذية الاسماك

محاضرة 4

الدهن & الكربوهيدرات

د.عادل يعقوب الدبيكل

المرحلة الثانية الفصل الثاني

2020- 2021

Lipids/fats

الدهن/اللبيدات

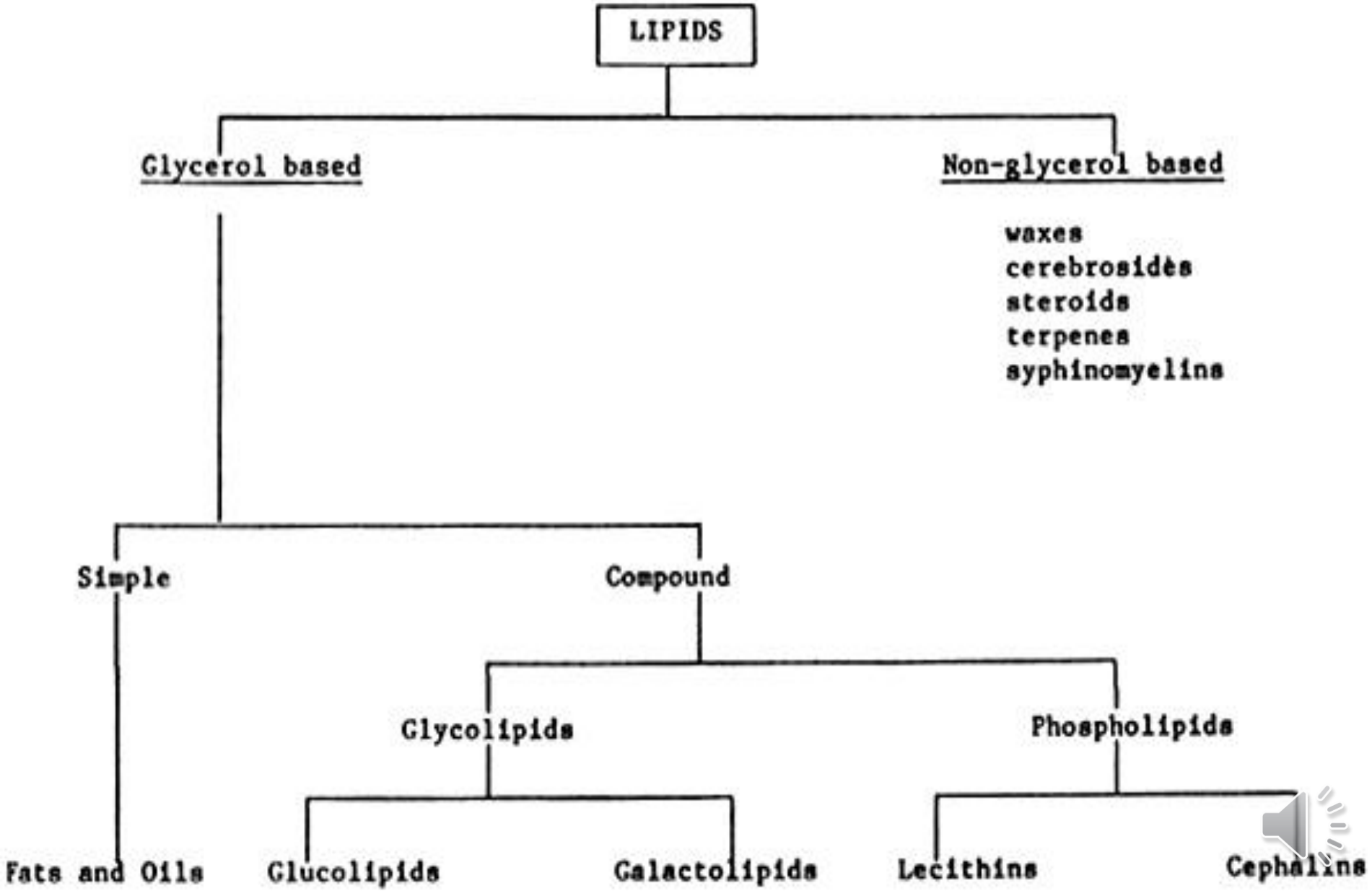
من العناصر الغذائية الرئيسية ، الدهون هي المجموعة التي يسهل هضمها وايضها. توفر طاقة أكثر من الكربوهيدرات أو البروتينات. تتطلب الأسماك أيضًا دهونًا أساسية معينة للتركيب الهيكلي للأغشية مثل جدران الخلايا - فالدهون المتعددة غير المشبعة طويلة السلسلة ضرورية للأسماك حيوانية التغذية، وخاصة السالمونيات. على مر السنين ، زاد محتوى الدهون / الزيت في علائق الاسماك، من حوالي 6 ٪ منذ حوالي 20 عامًا ، إلى 10-12 ٪ قبل 15 عامًا ، 18 - 21 ٪ قبل خمس أو ست سنوات إلى المستويات الحالية من 25 - 33 ٪.
يجب إعطاء ما يسمى بالنظم الغذائية «عالية الطاقة»
(High energy diets) بعناية حيث يمكن أن تحدث بعض المشاكل

Lipids/fats

الدهن/اللبيدات

كما تعمل الدهون الغذائية كحامل لامتصاص العناصر الغذائية الأخرى بما في ذلك الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون والصبغات في لحم في سمك السلمون. يتم توفير الدهون الغذائية من زيوت الأسماك البحرية الغنية بالأحماض الدهنية الأساسية. يجب توخي الحذر فيما يتعلق بالتخزين حيث أن الاحماض الدهنية عديدةعدم التشبع (PUFAs) تتأكسد(Oxidise) بسهولة وتصبح فاسدة خلال الخزن و تتزنخ (Rancid).

تقسيم الاحماض الدهنية حسب الكحول المرتبط مع الاحماض الدهنية Glycerol



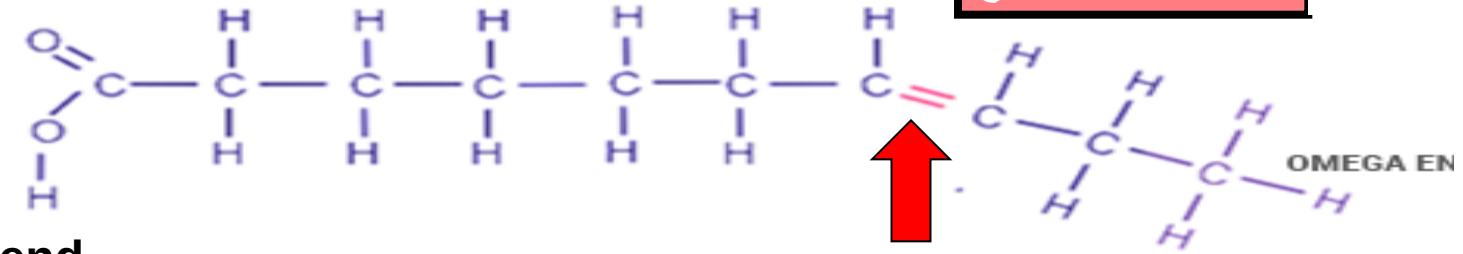
تصنيف وتسمية الأحماض الدهنية مع أمثلة مختارة. في المجال العلمي يشير مصطلح anoic إلى حامض دهني بدون اواصرمزدوجة في سلسلة الكربون ، و enoic إلى حامض دهني مع اصرة مزدوجة واحدة ، و dienoic إلى حامض دهني اصرتين مزدوجة ، و trienoic إلى ثلاثة اواصرمزدوجة ، و tetraenoic إلى أربعة اواصرمزدوجة. عدد ذرات الكربون في السلسلة ، وعدد الاواصرالمزدوجة وموضع أول رابطة مزدوجة تحسب من نهاية الميثيل لجزيء الأحماض الدهنية. الأحماض الدهنية غير المشبعة من سلسلة n-3و n-6هي الأحماض الدهنية (الأساسية) التي لا غنى عنها

التركيب الكيميائي للأحماض الدهنية

Methyl or omega end | **Hydrocarbon chain** | **Carboxyl end**

$$CH_3CHCH_{2(n)}COOH$$

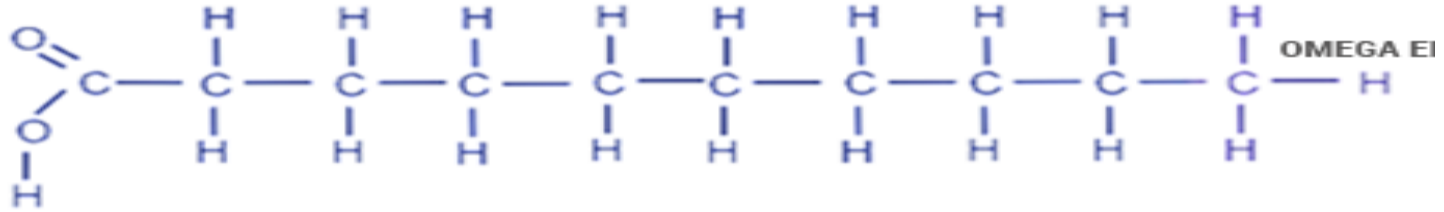
UNSATURATED FATTY ACID ..... حامض غير مشبع



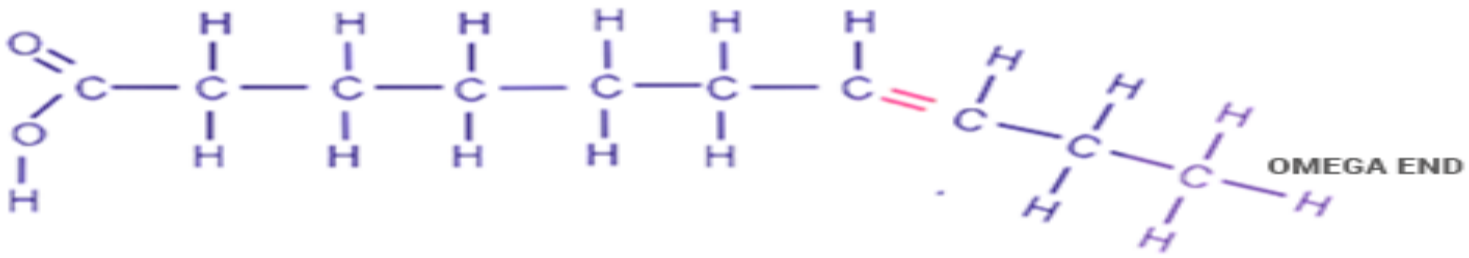
Carboxyl end

SATURATED FATTY ACID ..... حامض دهني مشبع

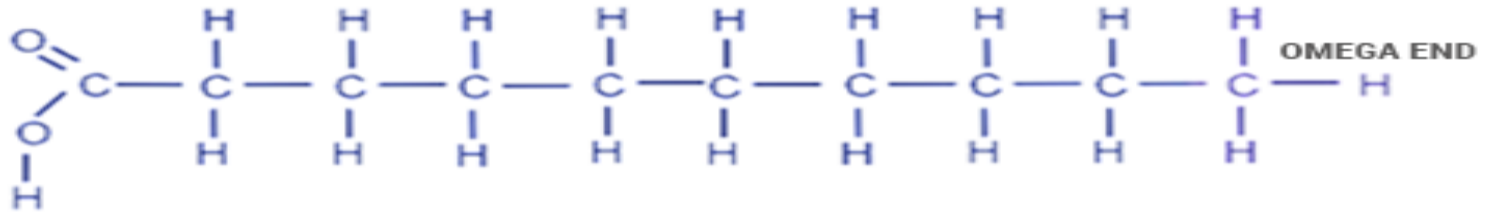
omega end

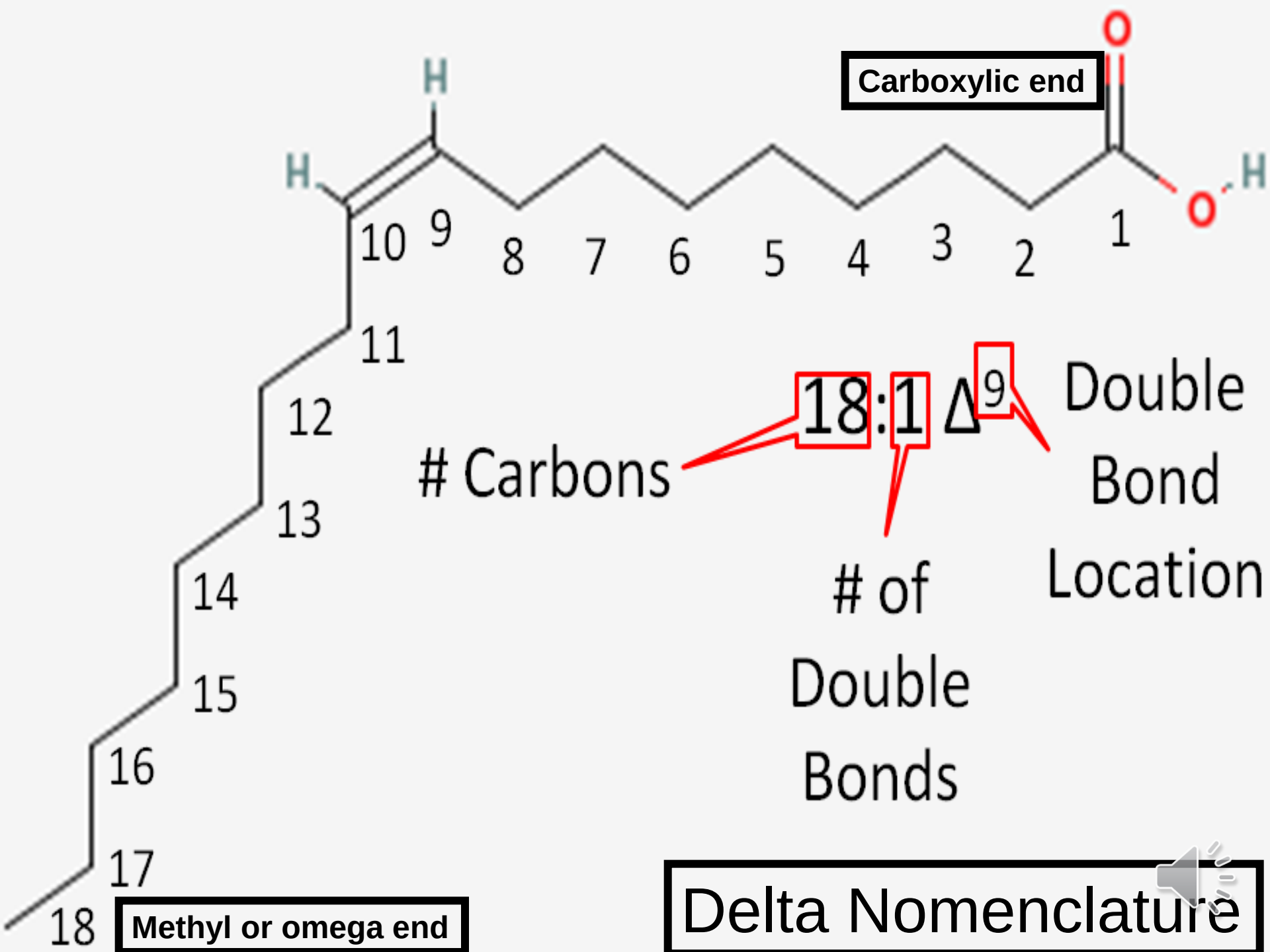


UNSATURATED FATTY ACID

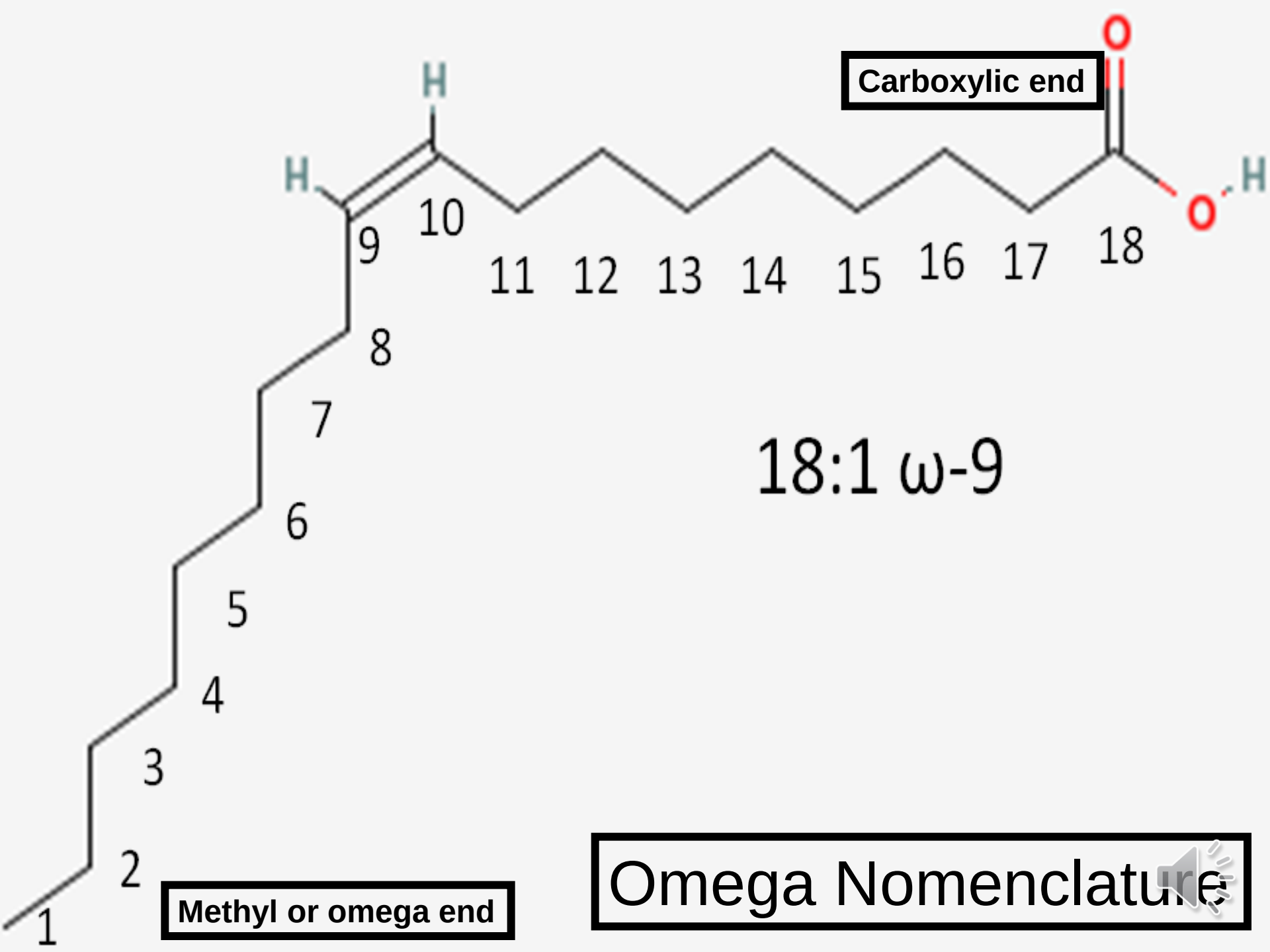


SATURATED FATTY ACID



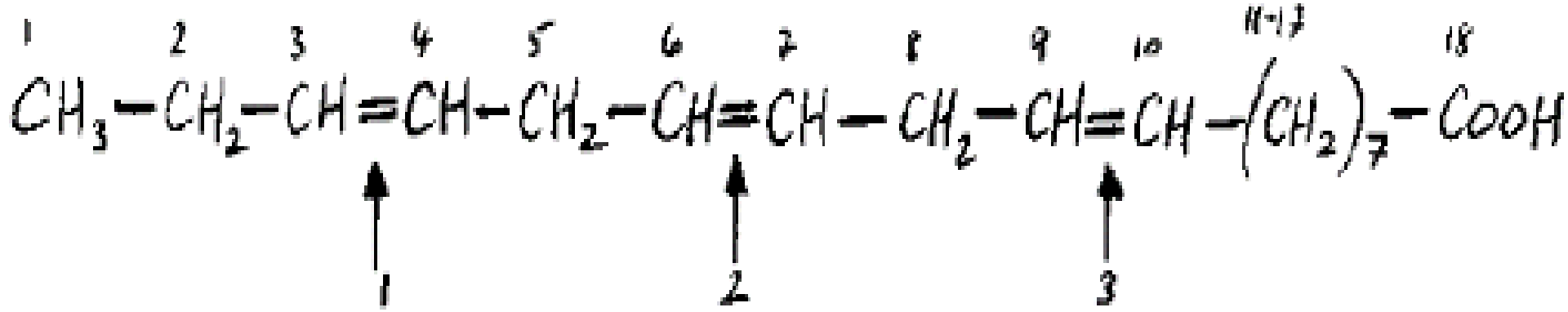


Delta Nomenclature

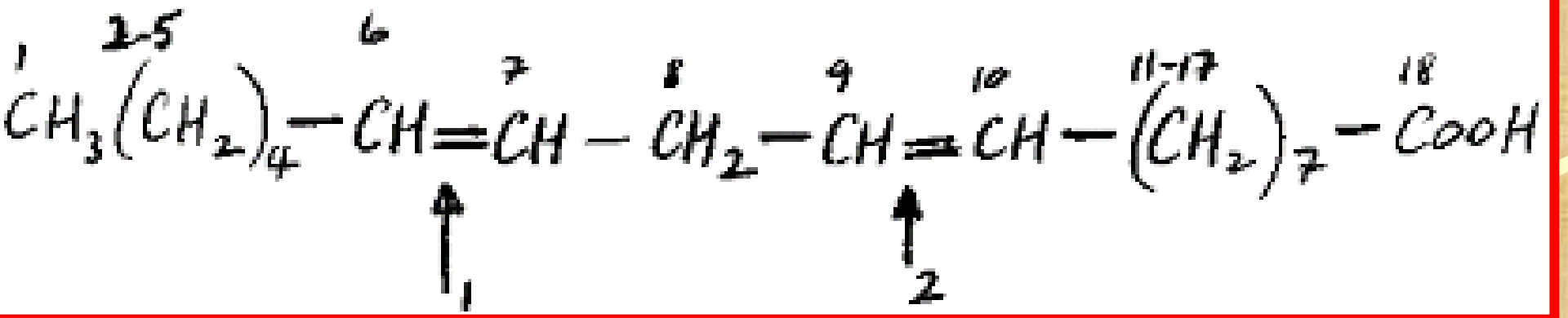


Omega Nomenclature

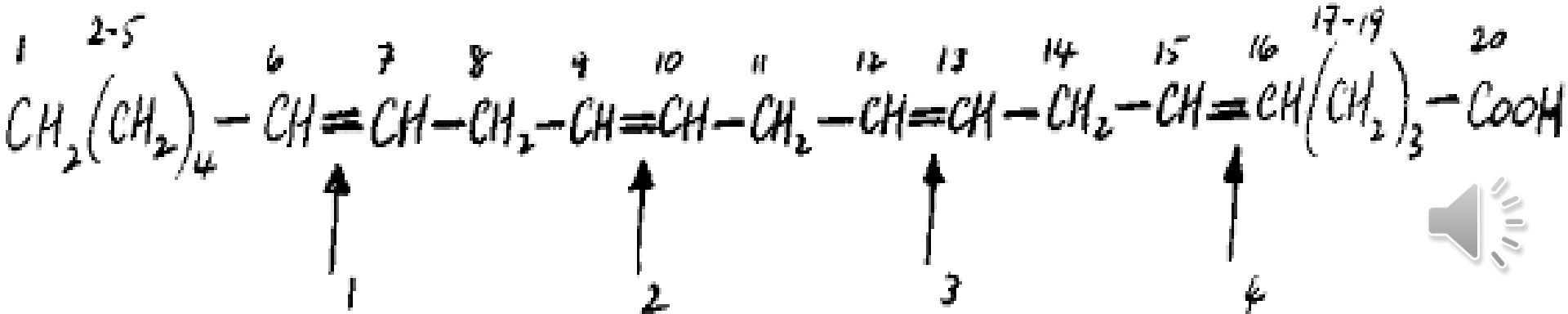
Linolenic acid: 18:3n-3



Linoleic acid: 18:2n-6



Arachidonic acid: 20:4n-6



الأحماض الدهنية لديها عدد كبير من الأسماء الإنجليزية البسيطة مثل حمض البالمتيك palmitic acid 16:0، حمض الأوليك oleic acid 18:1*n*-9 وحمض اللينولينيك linolenic acid 18:3*n*-3 غالبًا وهي تعكس أصولها المشتركة كما في زيت النخيل والزيتون وبذور الكتان ، على التوالي ،
أو أسماء يونانية لاتينية أكثر رسمية مثل حمض eicosapentaenoic 20:5*n*-3 وحمض الدوكوساهيكسانويك docosahexaenoic 22:6*n*-3 والتي تعكس عدد ذرات الكربون
ذرات (20 و 22) والاواصرالمزدوجة (5 و 6) التي تحتوي عليها.

الأحماض الدهنية المشبعة **Saturated Fatty Acids**
تحدث هذه بشكل طبيعي في الحيوانات ، بما في ذلك الأسماك والدهون بأطوال السلسلة تتراوح من C14إلى C24

الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع Polyunsaturated Fatty Acids

يرمز لها PUFA

يمكن أن تحتوي الكائنات البحرية ، وخاصة الطحالب ، على عدد كبير من PUFAطول السلسلة من C16 و C18 و C20 و C22 مع اثنين إلى ستة اواصر مزدوجة. هذه PUFAبشكل عام من سلسلة n-3، على الرغم من أن سلسلة n-6، و سلسلة n-1 موجودة أيضًا. ومع ذلك.

في الأسماك PUFA الرئيسية هي:

1) 20:4n-6 (arachidonic acid; AA)
2) 18:2n-6 (linoleic acid; LA),
3) 20:5n-3 (eicosapentaenoic acid; EPA)
4) 22:6n-3 (docosahexaenoic acid; DHA)

Fatty acid composition in fish oil, palm oil, and soybean oil

	Fish oil* (percentage of total oil)	Palm oil (percentage of total oil)	Soybean oil (percentage of total oil)
16:0	17.1	44.5	10.2
18:0	2.8	4.2	4.5
18:1	11.4	39.4	22.7
18:2	1.5	9.5	54.8
18:3	1.6	0.3	7.8
20:0	0.2	0.2	0.3
20:4 (n-6)	0.9	—	—
20:4 (n-3)	1.4	—	—
20:5	12.0	—	—
22:5	2.82	—	—
22:6	10.26	—	—

Trivial name (scientific designation)	Number of carbon atoms	Number of double bonds	Fatty acid series	Shorthand notation
Saturated fatty acids (SFAs)				
Lauric (dodecanoic)	12	0		12:0
Palmitic (hexadecanoic)	16	0		16:0
Stearic (octadecanoic)	18	0		18:0
Monounsaturated fatty acids (MUFAs)				
Palmitoleic (hexadecenoic)	16	1	n-7	16:1 n-7
Oleic (octadecenoic)	18	1	n-9	18:1 n-9
Erucic (docosenoic)	22	1	n-9	22:1 n-9
Polyunsaturated fatty acids (PUFAs)				
Linoleic (octadecadienoic)	18	2	n-6	18:2 n-6
γ-Linolenic (octadecatrienoic)	18	3	n-6	18:3 n-6
α-Linolenic (octadecatrienoic)	18	3	n-3	18:3 n-3
Highly unsaturated fatty acids (HUFAs)				
Arachidonic (eicosatetraenoic)	20	4	n-6	20:4 n-6
EPA (eicosapentaenoic)	20	5	n-3	20:5 n-3
DHA (docosahexaenoic)	22	6	n-3	22:6 n-3

احتياجات الاحماض الدهنية الاساسية (EFA)

The essential fatty acid (EFA) requirements

1) الحيوانات المائية لديها متطلبات أعلى لسلسلة n-3من الأحماض الدهنية من الحيوانات الأرضية ، حيث تكون سلسلة n-6أكثر أهمية .

2) تؤثر الملوحة على احتياجات الاحماض الدهنية الاساسية.

3) الأسماك البحرية لديها احتياجات أكبر من HUFAمن اسماك المياه العذبة أو الأنواع المهاجرة.

4) اسماك المياه الباردة لديها احتياجات أكبر للأحماض الدهنية من سلسلة n-3من اسماك المياه الدافئة .

5) مستويات أي من نوعي PUFAعالية في العلائق بشكل ضار في التغذية. لذا يجب لمعرفة الاحتياجات المحددة للأنواع لتحسين تركيبة العليقة.

6) العديد من الزيوت النباتية (ولكن ليس تلك الخاصة بالنخيل أو الزيتون أو جوز الهند) عالية في PUFA، لكن أفضل المصادر (الأغلى) من مصادر n-3 HUFAهي الزيوت البحرية. الزيوت النباتية تحتوي مستويات عالية من سلسلة n-6 سلسلة اللينوليك. الشحوم الحيوانية تحتوي مستويات منخفضة من PUFA

إن الحاجة إلى مستويات غذائية عالية من PUFAفي العلائق للحيوانات المائية تجعل من احتمال أن تصبح الدهون متزنخة للغاية. قد تكون هذه سامة أو مثبطة للنمو.

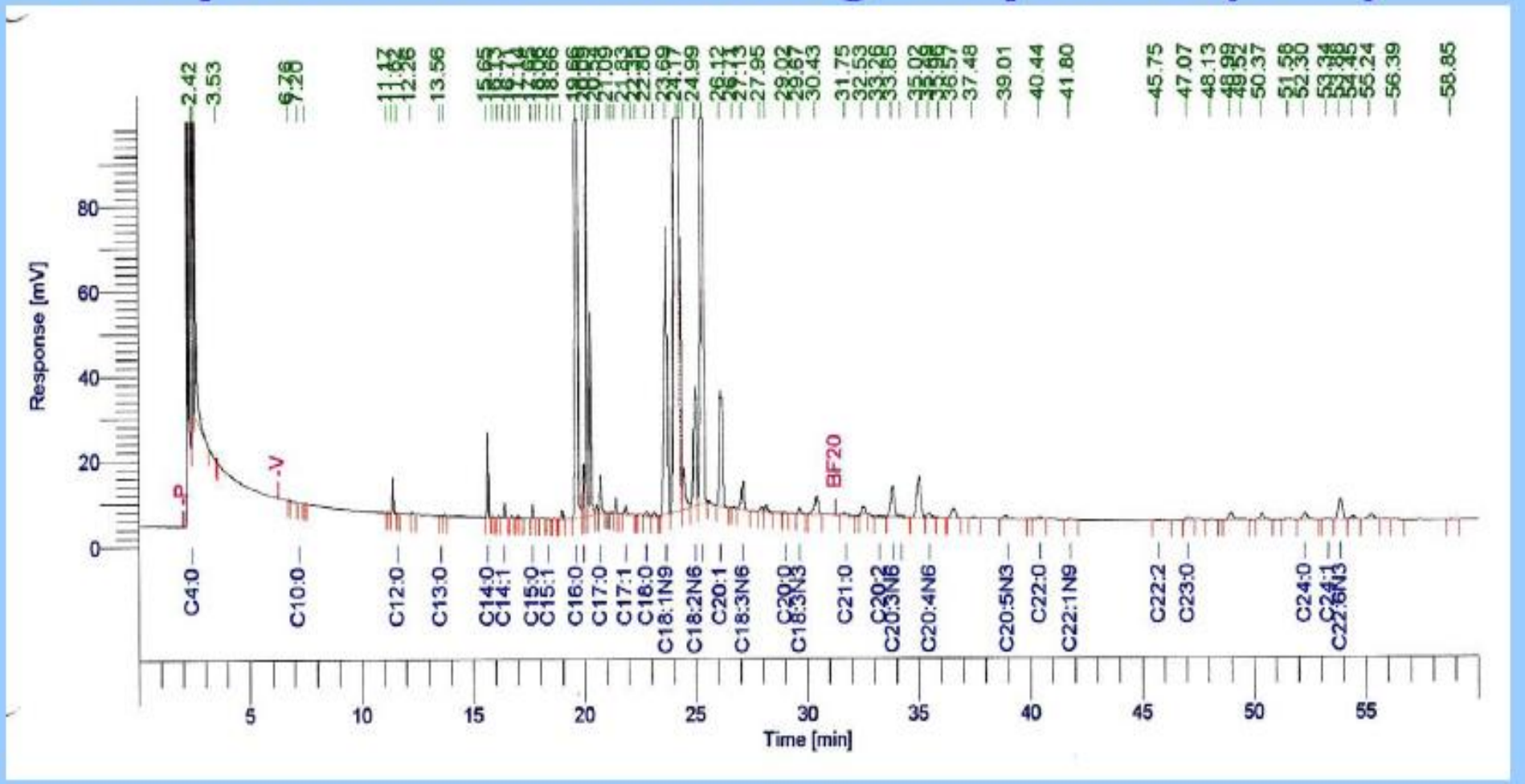
بسبب عدم قدرة الحيوانات على تركيب الأحماض الدهنية الجديدة من سلسلتي n-6و n-3، يجب ان تتوفر هذه الأحماض الدهنية من مصادر الغذاء . بالنسبة للحيوانات الارضية ، حيث سلسلة اللينوليك (n-6) لديها أعلى نشاط من مجموعة الأحماض الدهنية الأساسية (EFA) ، بينما سلسلة اللينولينيك (n-3) لها نشاط اقل.

على العكس من ذلك ، PUFAالسائد في أنسجة الأسماك هو من سلسلة اللينولينيك (n-3)، وهذا ينطبق على المياه العذبة والأسماك البحرية على حد سواء. تركيز (n-6) PUFA في أنسجة الأسماك منخفض بشكل عام ، على الرغم من هناك مستويات أعلى في أنواع أسماك المياه العذبة لان غذاء أسماك المياه العذبة يحتوي على مكونات اصلها مصادر أرضية الغنية بالأحماض الدهنية من سلسلة n-6

الأحماض الدهنية من سلسلة n-3 تسمح بدرجة أكبر من عدم التشبع - وهو شرط لزيادة سيولة الغشاء ، والمرونة والنفاذية في درجات الحرارة المنخفضة.

أن المتطلبات الغذائية للأسماك لسلسلة n-3 EFA، عبر سلسلة n-6، تعود بشكل أساسي إلى انخفاض درجة حرارة الماء في بيئتها المائية (مقارنة بالبيئة الأرضية

Composition in *Clarias gariepinus* (Keli)

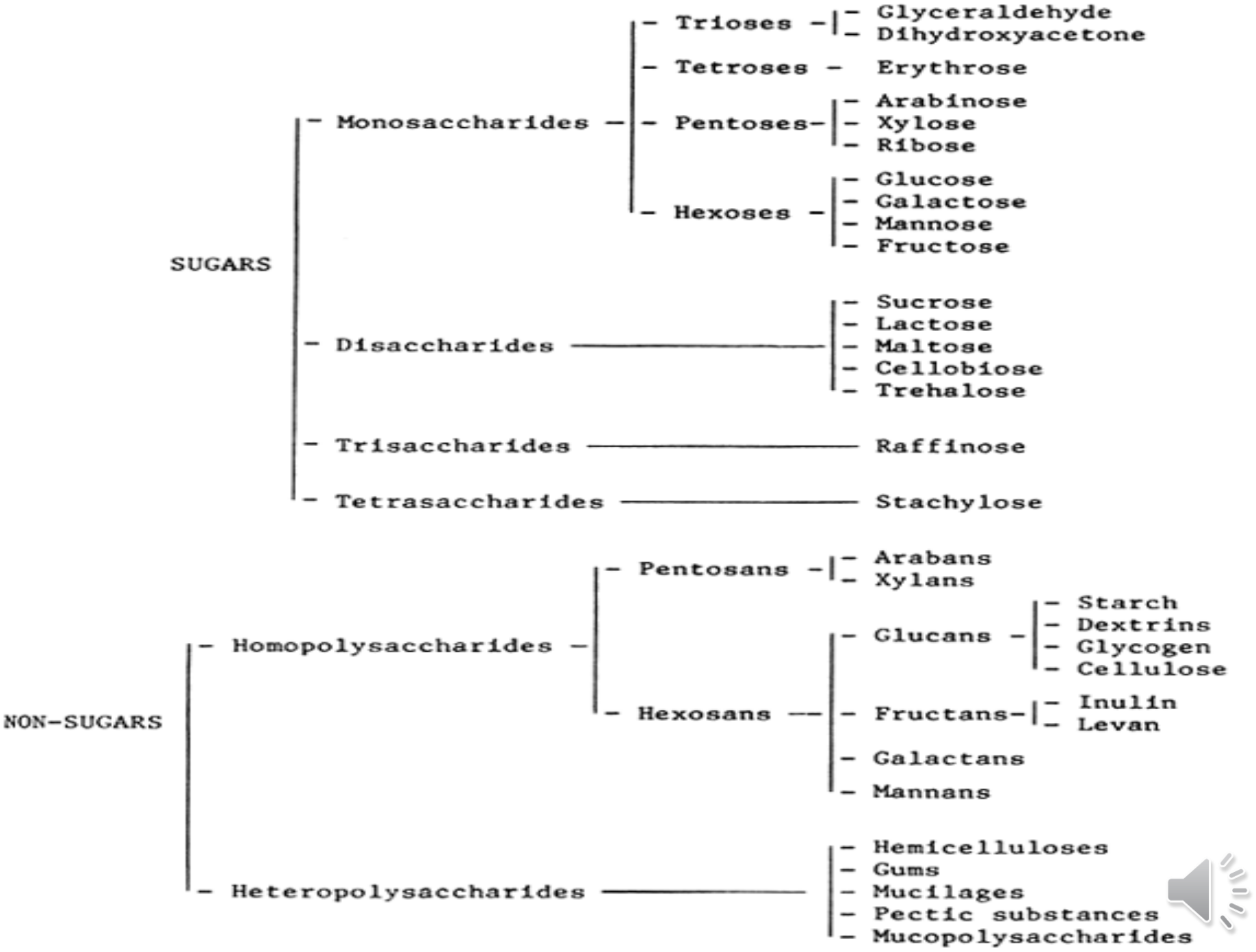


% Fatty Acids	Omega-6	Omega-3		
	C18:2n6	C18:3n3	C20:5n3	C22:6n3
Keli	11.12	0.07	0.08	0.38

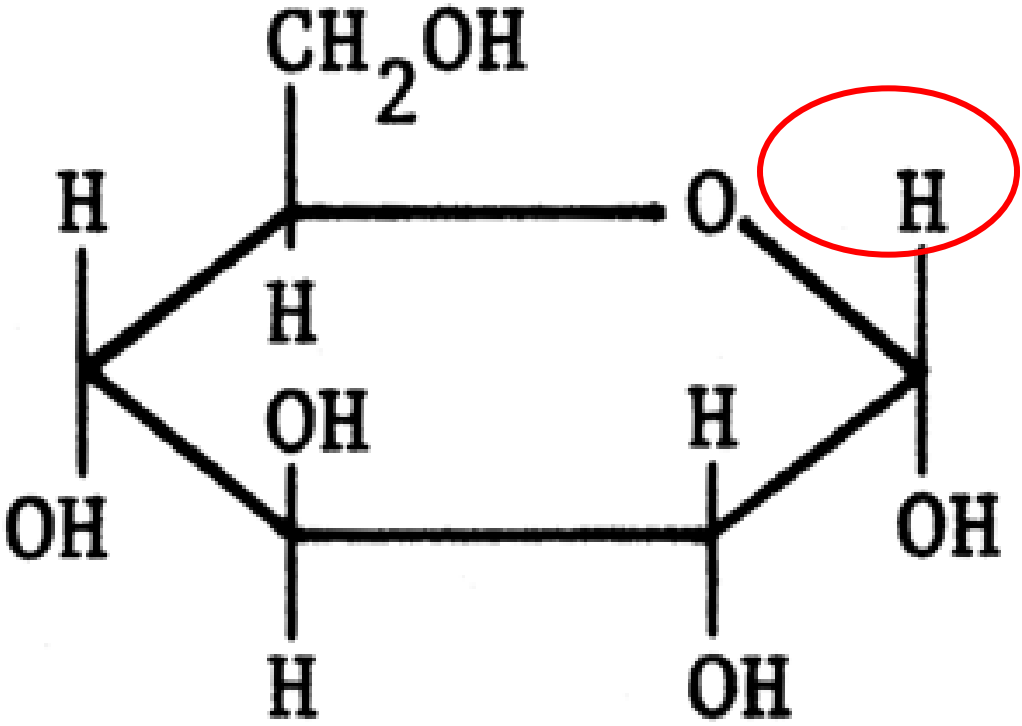
الكربوهيدرات Carbohydrates

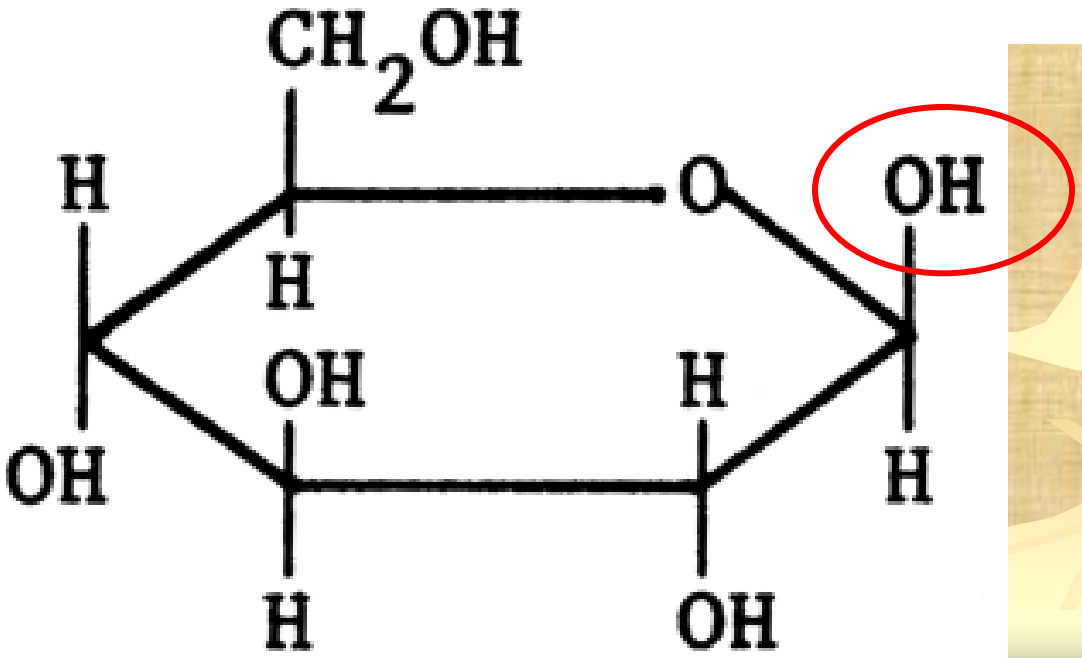
وهي المصدر الثالث للطاقة الغذائية. بالإضافة إلى كونها رخيصة ، فهي تعمل أيضًا كعوامل رابطة وتزيد من استساغة العليقة.

تنقسم الكربوهيدرات إلى مجموعتين رئيسيتين - السكريات sugars وغير السكريات non-sugars. يشمل الأول الكلوكوز والسكروز واللاكتوز بينما يحتوي الأخير على مواد أكثر تعقيدًا مثل النشا والعديد من السكريات. من ناحية تغذية الأسماك ، فإن الكلوكوز والنشا لهما أهمية اكبر. الاسماك حيوانية التغذية ، مثل السلمون تفتقر إلى كميات كافية من الإنزيمات اللازمة لعملية الهضم والايض الفعالة لمعظم الكربوهيدرات. وبالتالي فإن مستوياتها في العليقة منخفضة ، وبالتالي تفسح الكربوهيدرات المجال للزيادة في المكونات الأخرى مثل الزيت. بالنسبة للأسماك النباتية، يكون محتوى الكربوهيدرات في العلائق أعلى.


SUGARS
Monosaccharides
Trioses
Glyceraldehyde
Dihydroxyacetone
Tetroses
Erythrose
Pentoses
Arabinose
Xylose
Ribose
Hexoses
Glucose
Galactose
Mannose
Fructose
Disaccharides
Sucrose
Lactose
Maltose
Cellobiose
Trehalose
Trisaccharides
Raffinose
Tetrasaccharides
Stachylose
NON-SUGARS
Homopolysaccharides
Pentosans
Arabans
Xylans
Hexosans
Glucans
Starch
Dextrins
Glycogen
Cellulose
Fructans
Inulin
Levan
Galactans
Mannans
Heteropolysaccharides
Hemicelluloses
Gums
Mucilages
Pectic substances
Mucopolysaccharides

α-D-glucose





β-D-glucose

يجب التأكيد على الأهمية البيولوجية للفرق الهيكلي بين الكلوكوز β -D-glucose و α -D-glucose ؛ لانه يحدد الخصائص الفيزيائية والبيولوجية للسكريات المتعددة المكونة من وحدات السكريات الفردية. على سبيل المثال ، يتكون السليلوز متعدد السكريات من سلاسل متعرجة (zig-zag) غير قابلة للذوبان من وحدات بيتا -β كلوكوز ، في حين يتكون النشاء والجلايكوجين من سلاسل حلزونية (helical) أو متفرعة أكثر تفاعلية لوحدات الكلوكوز ألفا α.

استخدام الكربوهيدرات الغذائية

قابلية أنواع الأسماك المفترسة على التحلل المائي أو هضم الكربوهيدرات المعقدة محدودة بسبب ضعف نشاط انزيمات الأمليز في الجهاز الهضمي.

بالنسبة لأنواع الأسماك مثل التراوت ، تبين أن مستويات الكربوهيدرات الغذائية المرتفعة تخفض النمو ، وترفع مستويات الجلايكوجين في الكبد ، وتسبب الهلاكات

على العكس من ذلك ، تم العثور على أنواع الأسماك المختلطة أو النباتية التغذية في المياه الدافئة مثل الكارب الشائع والبلطي تكون أكثر قدرة على تحمل النسبة العالية من مستويات الكربوهيدرات في الغذاء، حيث يتم استخدام الكربوهيدرات بشكل فعال كمصدر للطاقة و الفائض يخزن في شكل دهون الجسم

في الأسماك ، لم يتم تحديد أي متطلبات غذائية مطلقة للكربوهيدرات حتى الآن. يتناقض هذا بشكل ملحوظ مع متطلبات البروتين والدهون الغذائية ، حيث تم وضع متطلبات غذائية محددة لبعض الأحماض الأمينية الأساسية والأحماض الدهنية. سبب ذلك هو:

عادات التغذية للاسماك المفترسة ومختلطة التغذية لمعظم أنواع الأسماك المستزرعة.

قدرة الأسماك على تركيب الكربوهيدرات (أي الكلوكوز) من وسائط غير كربوهيدراتية مثل البروتين والدهون عملية تسمى استحداث السكر(**gluconeogenesis**).

قدرة الأسماك على تلبية احتياجات الطاقة من خلال ايض البروتين والدهون .

ومع ذلك ، على الرغم من عدم وجود متطلبات غذائية محددة للكربوهيدرات في الأسماك، الا ان الكربوهيدرات تؤدي العديد من الوظائف البيولوجية المهمة داخل جسم الحيوانات. فمثلا؛ الكلوكوز ، المنتج النهائي لهضم الكربوهيدرات، يعمل كمصدر طاقة رئيسي للدماغ والأنسجة العصبية ، ووسيط ايضي لتركيب العديد من المركبات المهمة بيولوجيًا ، بما في ذلك الهيكل الخارجي للكايتين في القشريات والأحماض النووية RNAو DNA، والإفرازات المخاطية متعددة السكريات (**mucopolysaccharide**).

على الرغم من أن الكربوهيدرات يمكن اعتبارها مغذيات غذائية غير ضرورية للأسماك ، فإن وجودها في العلائق ضروري بسبب:

1) تمثل مصدرًا غير مكلف (رخيص) للطاقة الغذائية المهمة لأنواع الأسماك غير المفترسة.
2) يمكن استخدامها بعناية في العليقة بحيث يتوفر البروتين الأكثر قيمة للنمو بدلاً من توفير الطاقة وهو إجراء يسمى «تعويض البروتين«.**‘protein sparing’**.
3) تعمل كمكونات غذائية أساسية لتصنيع علائق مستقرة في الماء عند استخدامها كمواد رابطة (مثل النشا، CMC، alginates, gums).
4) تعمل بعض مصادر الكربوهيدرات كمكونات غذائية يمكن أن تزيد من استساغة العلف وتقليل محتوى غبار العلائق الجاهزة (مثل المولاس).