Machine Translated by Google

كلية الصيدلة - جامعة الزيتونة الأردنية
Faculty of Pharmacy
Al-Zaytoonah University of Jordan

جـامعـة الـزيتـونـــة االردنيــة
Al-Zaytoonah University of Jordan
كلية الصيدلة
كلية الصيدلة

الكيمياء الحيوية للتمريض

0201163

دكتور. بيان المومني

الفصل الدراسي الأول2023-2024 /

Machine Translated by Google

مواضيع الجزء الثالث

•الكربوهيدرات •الدهون •هضم وامتصاص الجزيئات الغذائية الكبيرة

هضم وامتصاص الكربوهيدرات

هضم وامتصاص الدهون

هضم وامتصاص البروتين

Machine Translated by Google

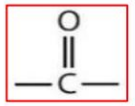
الكربوهيدرات

الكربوهيدرات (C2H2O)هي مركبات عضوية لها الصيغة العامة: (CH2O)n(كربون)

(هيدرات).

وهي عبارة عن ألدهيدات أو كيتونات متعددة الهيدروكسيل، أي أنها تحتوي على ثلاث مجموعات وظيفية مميزة:

مجموعة الهيدروكسيل مجموعة الكيتون مجموعة الألدهيد



-OH ,

الكربوهيدرات تشمل السكريات وبوليمرات السكريات

الوظائف:

-الطاقة: تعتبر الكربوهيدرات المصدر الأساسي لفيتامين Eلجسم الإنسان (مصدر نظيف أيضًا).

-التخزين: مثل النشا في النباتات، الجليكوجين في الحيوانات.

-هيكلية: مثل السليلوز في جدران الخلايا النباتية.

Machine Translated by Google

تصنيف CHO

يتم تصنيف CHOوفقًا لعدد جزيئات السكر المرتبطة ببعضها البعض إلى:

أ) السكريات الأحادية: 1مول.

ب) السكريات الثنائية: 2مول.

ج) السكريات القليلة التسكر: 10 – 3مول.

د) السكريات المتعددة: 10 <مول.

متعدد السكاريد المتجانس

متعدد السكاريد غير المتجانس

Machine Translated by Google

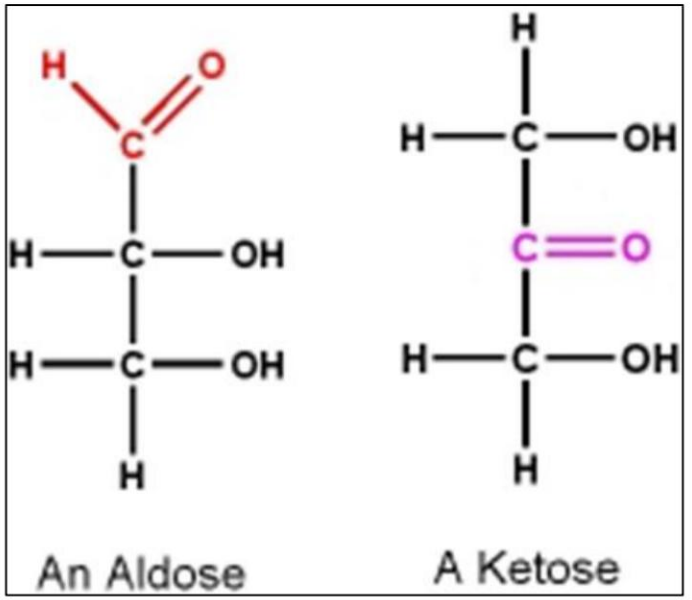
السكريات الأحادية

السكريات الأحادية هي السكريات البسيطة. وهي في الأساس اللبنة الأساسية لجميع الكربوهيدرات المعقدة، سواء كانت سكريات ثنائية أو سكريات متعددة.

يمكن تصنيف السكريات الأحادية حسب عدد ذرات الكربون:

ديوز (2ج) ثلاثي (3ج) رباعية اللون (4ج) البنتوز (5ج) الهكسوز (6ج) هيبتوز (7ج)

يمكن تصنيف السكريات الأحادية على أساس المجموعة الكربونيلية المرتبطة بها:



الألدوز: تحتوي السكريات على مجموعة أديهيد _____

الكيتوز: تحتوي السكريات على مجموعة الكيتون _____

الكربون الذي ترتبط به هذه المجموعة يسمى الأنوميريك الكربون.

ثلاثي (3ج)

Machine Translated by Google

السكريات الأحادية الهامة

(كلها متزامرات، لها

نفس الصيغة الكيميائية:

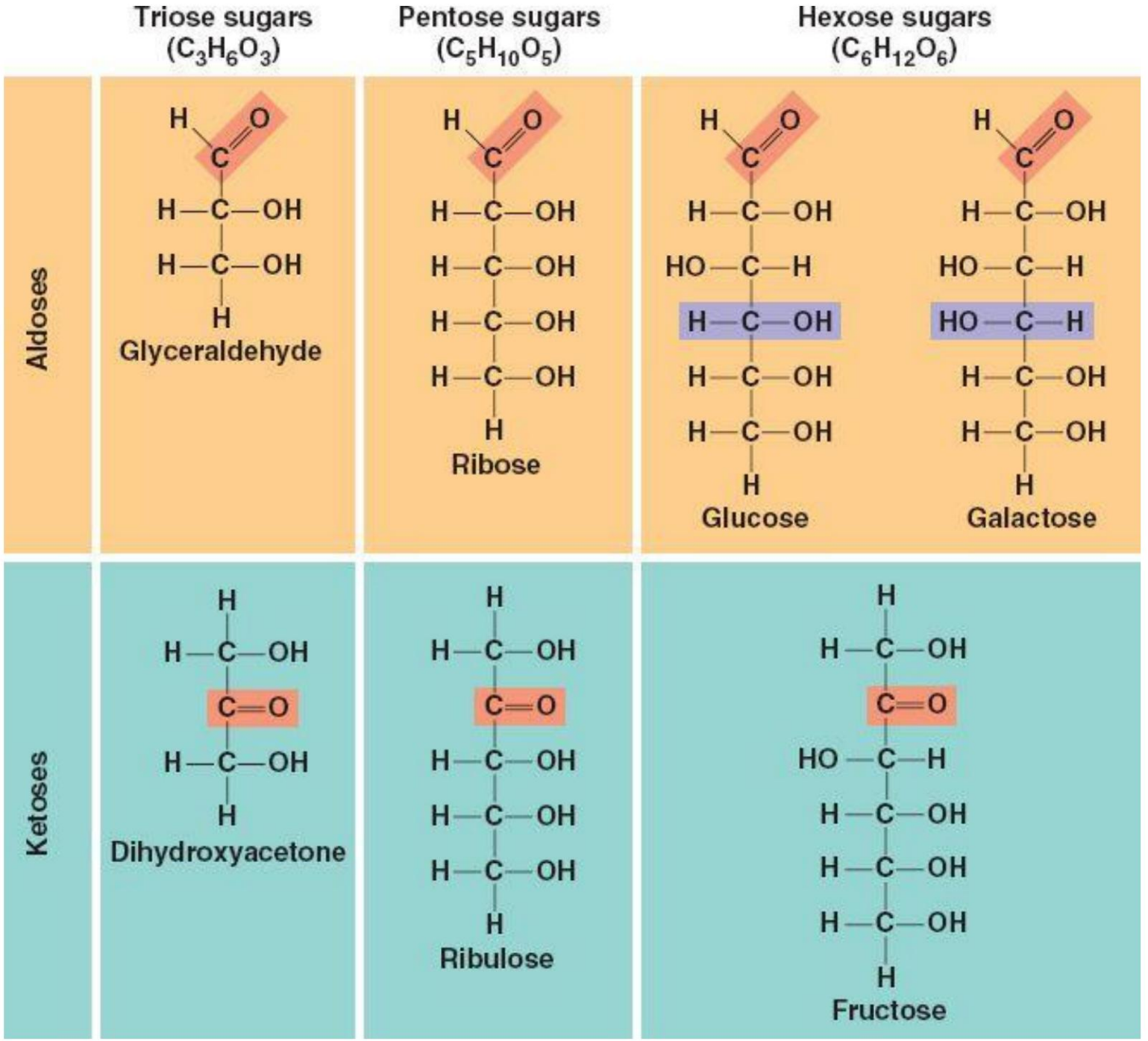
الهكسوزات : (C6H12O6)

-الجلوكوز

-الفركتوز

-الجلاكتوز

-مانوز



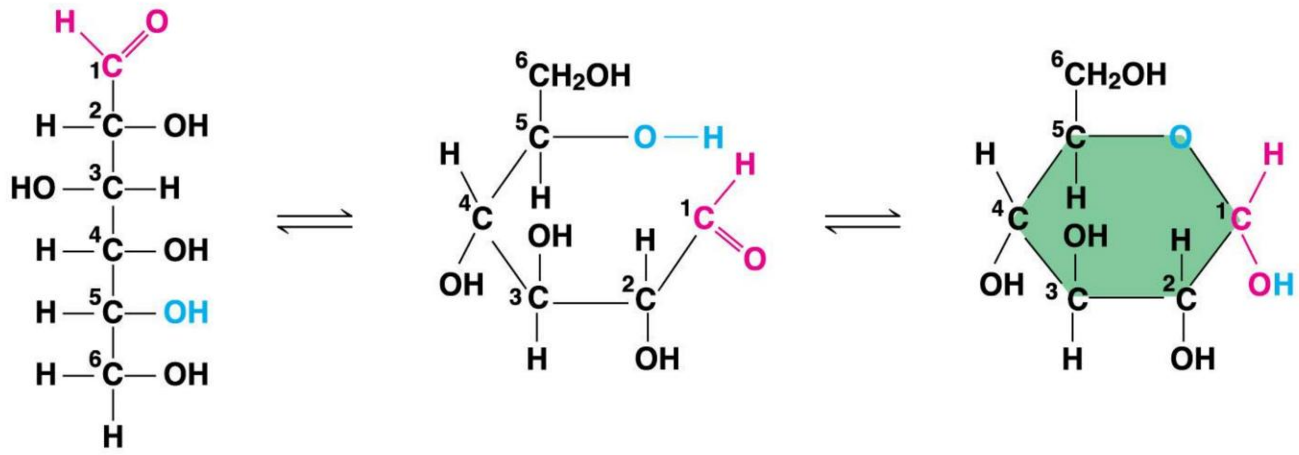
Machine Translated by Google

تكوين السكريات في صورة حلقات

تتواجد السكريات الأحادية في شكلين:

-الشكل الدائري.

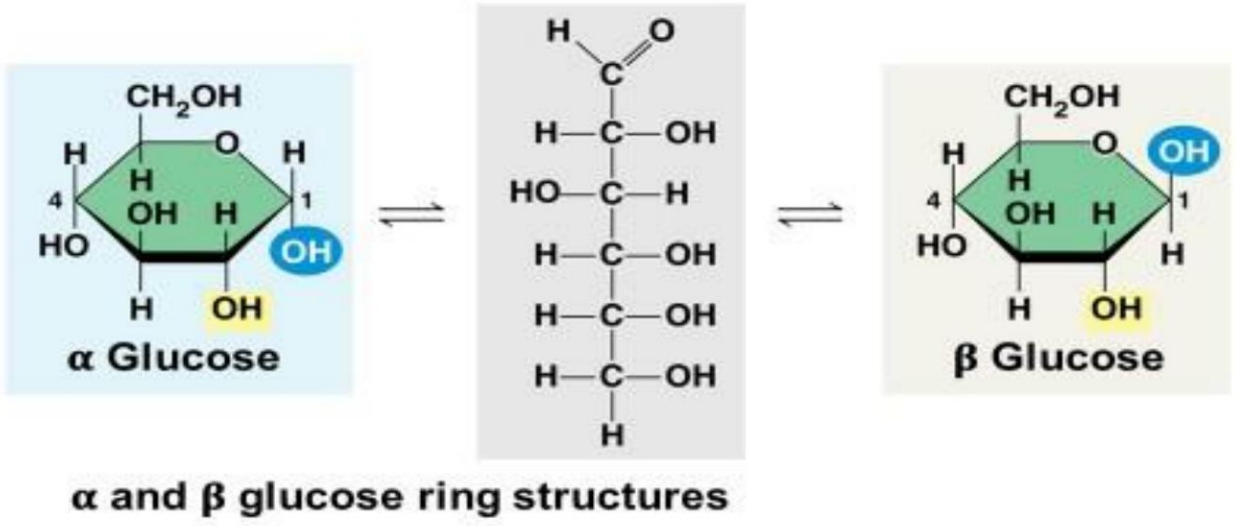
-الشكل غير الدوري (خطي، سلسلة مفتوحة).



الأشكال الخطية والحلقية

الشكل السائد للسكر في المحلول المائي هو الشكل الدوري (>99%).

تؤدي عملية تدوير السكر إلى تكوينين مختلفين من السكر (α- و β-).

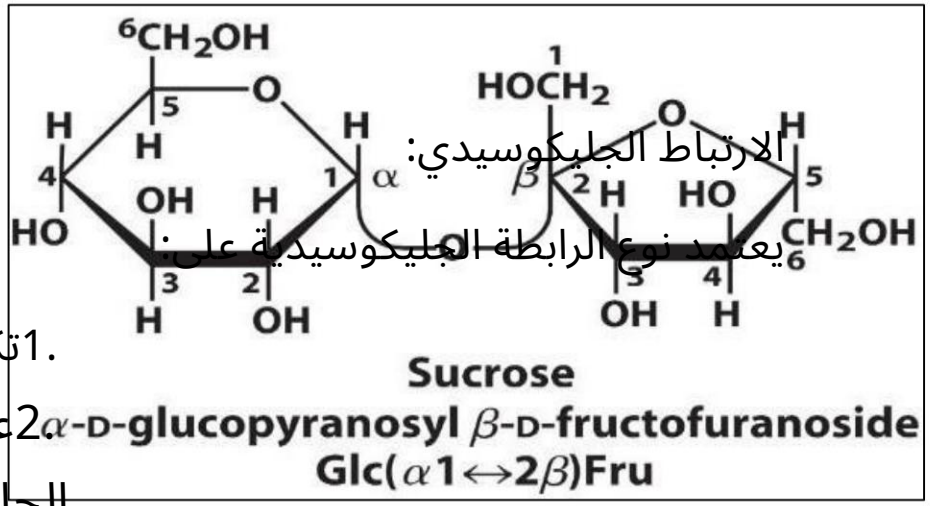


α and β glucose ring structures

Machine Translated by Google

ثنائيات السكاريد

يتشكل ثنائي السكاريد عندما يتحد اثنان من السكريات الأحادية معًا عن طريق تفاعل الجفاف الذي يربط الجزيئين برابطة تساهمية تسمى "الرابطة الجليكوسيدية".



الارتباط الجليكوسيدي:

يعتمد نوع الرابطة الجليكوسيدية على:

1. تكوين السكر (α- و β-).
2. عدد ذرات الكربون المشاركة في الارتباط. على سبيل المثال، يحتوي الجليكوجين على روابط α 1-6 و α 1-4.

-الرابطة الجليكوسيدية O: عندما يرتبط السكر بـ OH-.

-الرابطة الجليكوسيدية N: عندما يرتبط السكر بـ NH2-.

في السكريات الثنائية والمتعددة، يكون الارتباط الجليكوسيدي من النوع O.

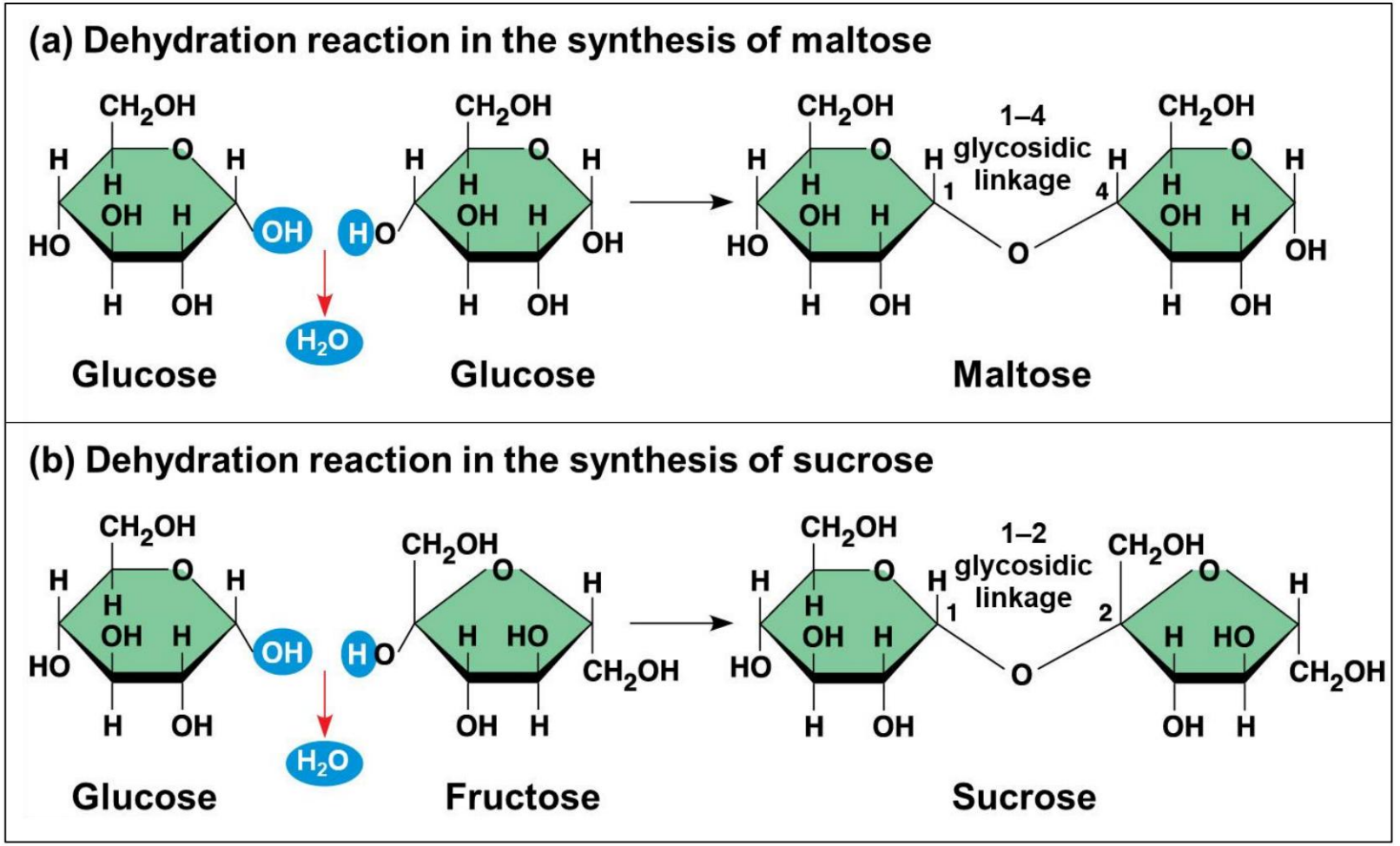
Machine Translated by Google

السكريات الثنائية الهامة

-السكروز (سكر المائدة): α(1□2)
الجلوكوز +الفركتوز:

(سكر الحليب): جلوكوز +جلاكتوز:

أ(1□4)-المالتوز (سكر الشعير): جلوكوز +
جلوكوز:



Machine Translated by Google

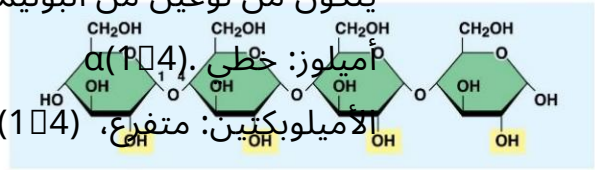
السكريات المتعددة

تعد السكريات المتعددة عبارة عن بوليمرات من السكريات. يتم تحديد نوع السكريات المتعددة من خلال مونومرات السكر ومواضع الروابط الجليكوسيدية الخاصة بها.

السكريات المتعددة الهامة (جميعها عبارة عن سكريات جلوكوز):

1. النشا: شكل تخزين CHOفي النباتات، وخاصة الخضروات النشوية مثل البطاطس، وبنجر السكر، والجزر...

يتكون من نوعين من البوليمرات:



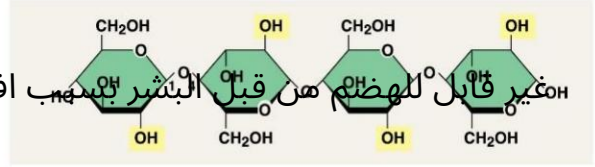
أميلوز: خطي. α(1→4)

الأميلوبكتين: متفرع، α(1→4)في السلاسل الخطية، α(1→6)في نقاط التفرع.

2. الجليكوجين: أكثر تشعبًا من الأميلوبكتين، نفس الروابط الجليكوسيدية: α(1→4)في السلاسل الخطية،
α(1→6)عند نقاط التفرع. شكل تخزين CHOفي الحيوانات. في البشر: في الكبد والعضلات.

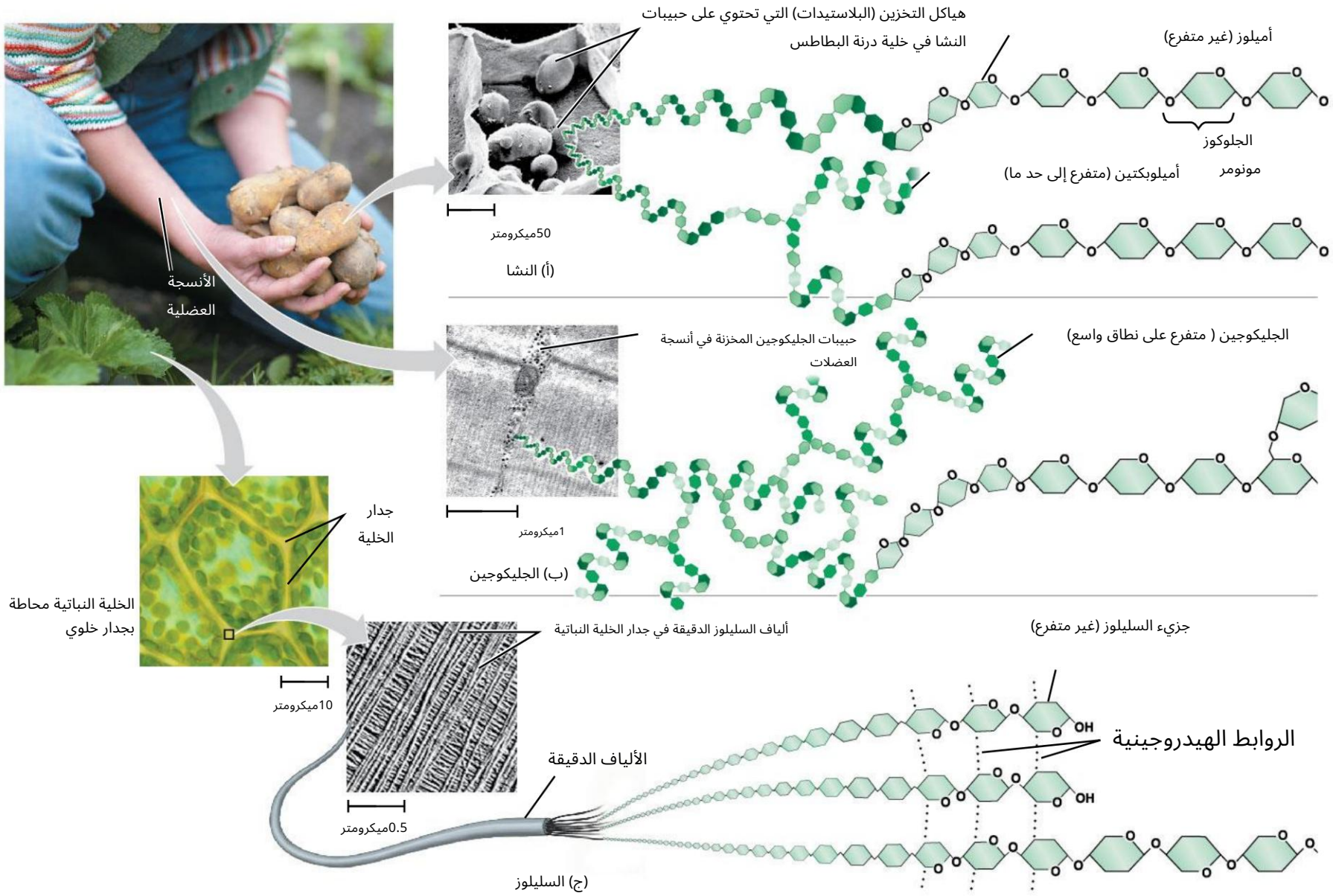
3. الدكسترين: خليط من شظايا الأميلوبكتين المحللة جزئيًا.

4. السليلوز: β(1→4):المكون الرئيسي في جدران الخلايا النباتية. خطي ولكنه يختلف عن الأميلوز في أنه يتكون من "خيوط من الألياف" →الصلابة.



غير قابل للهضم من قبل البشر بسبب افتقار الإنسان إلى البيتا أميلاز →الألياف الغذائية.

Machine Translated by Google



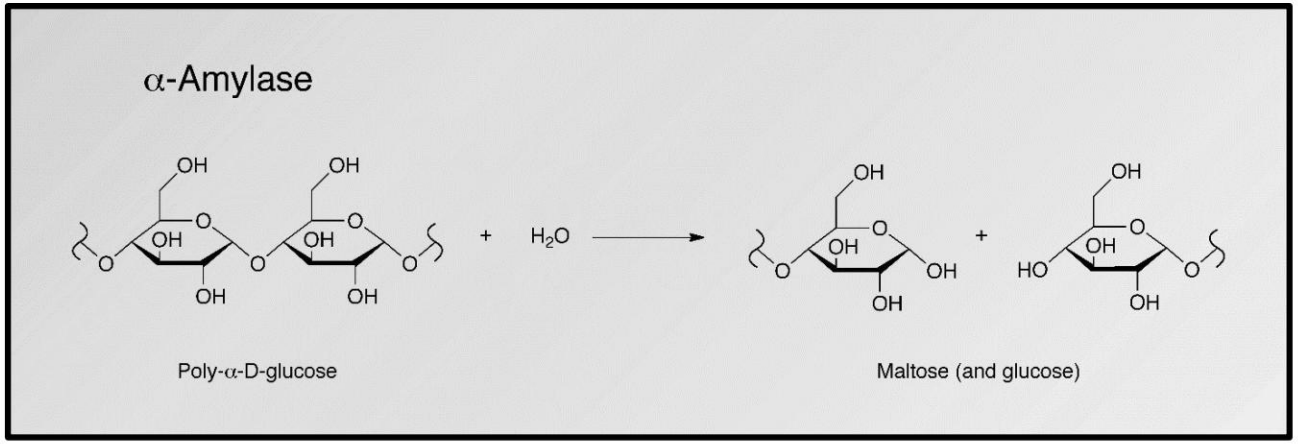
في النشا والجليكوجين، تميل سلاسل البوليمر إلى تكوين حلزونات في المناطق غير المتفرعة بسبب زاوية الروابط بين جزيئات الجلوكوز

السليلوز، مع نوع مختلف من ارتباط الجلوكوز، غير متفرع دائمًا

Machine Translated by Google

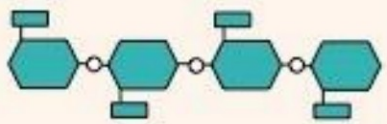
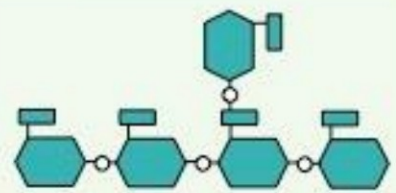
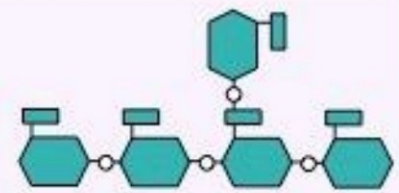
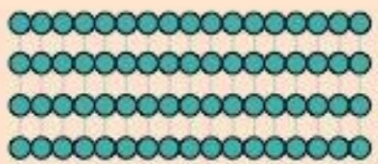
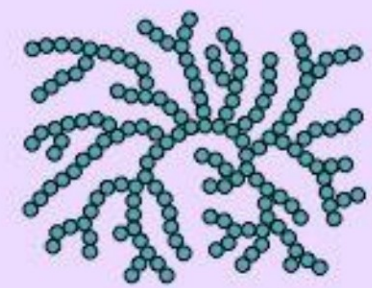
لا تستطيع الإنزيمات التي تهضم النشا عن طريق تحليل الروابط ألفا تحليل الروابط بيتا في السليلوز .

يحتوي الجسم على إنزيمات يمكنها هضم الرابطة الجليكوسيدية ألفا- ولكن ليس بيتا-، ولهذا السبب فإن السليلوز في الإنسان يمر الطعام عبر الجهاز الهضمي على هيئة "ألياف غير قابلة للذوبان". تمتلك بعض الميكروبات الإنزيمات التي يمكنها هضم السليلوز.



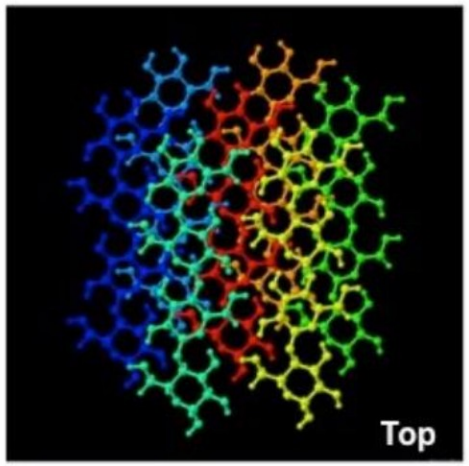
العديد من الحيوانات العاشبة، من الأبقار إلى النمل الأبيض، لديه تكافلية العلاقات مع هؤلاء الميكروبات

Machine Translated by Google

	Cellulose	Starch		Glycogen
		Amylose	Amylopectin	
Source	Plant	Plant	Plant	Animal
Subunit	β-glucose	α-glucose	α-glucose	α-glucose
Bonds	1-4	1-4	1-4 *and* 1-6	1-4 *and* 1-6
Branches	No	No	Yes (~per 20 subunits)	Yes (~per 10 subunits)
Diagram				
Shape				

Machine Translated by Google

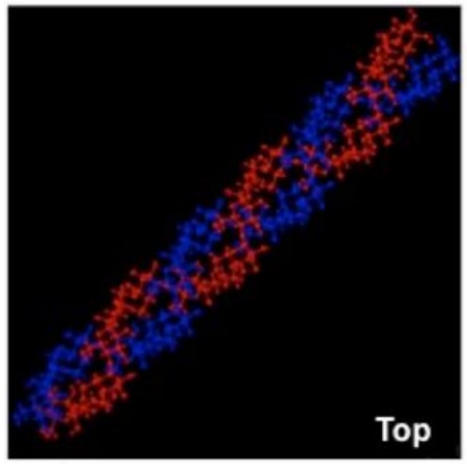
Molecular Images of Glucose Polymers



Cellulose

Linear chains (β-glucose)

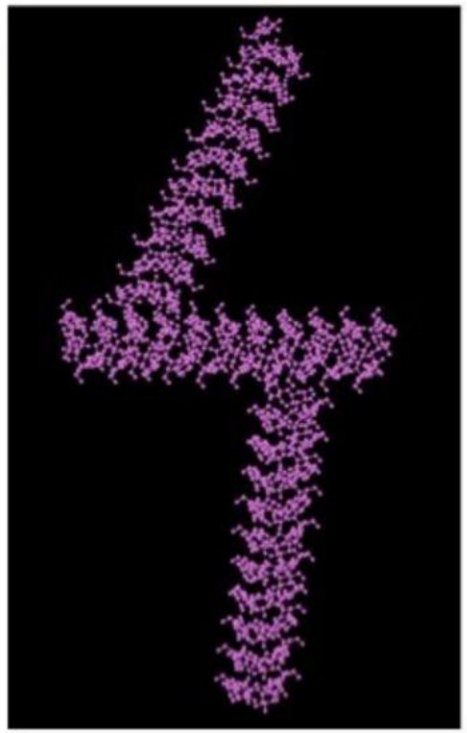
Cell wall structure (plants)



Amylose

Helical chains (α-glucose)

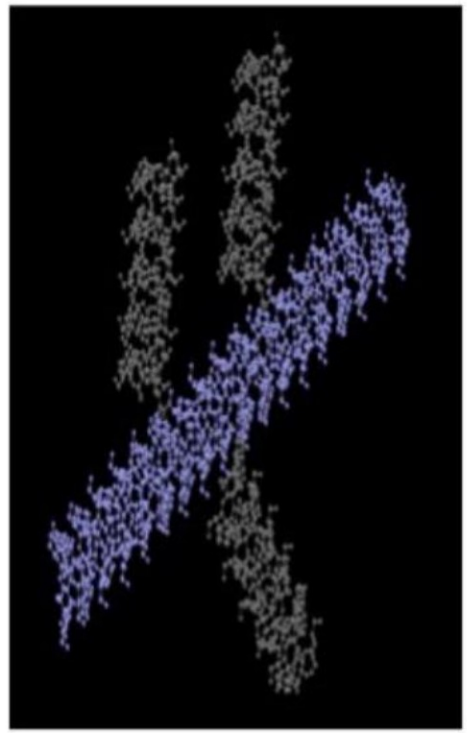
Energy storage (plants)



Amylopectin

Branched chains (α-glucose)

Energy storage (plants)



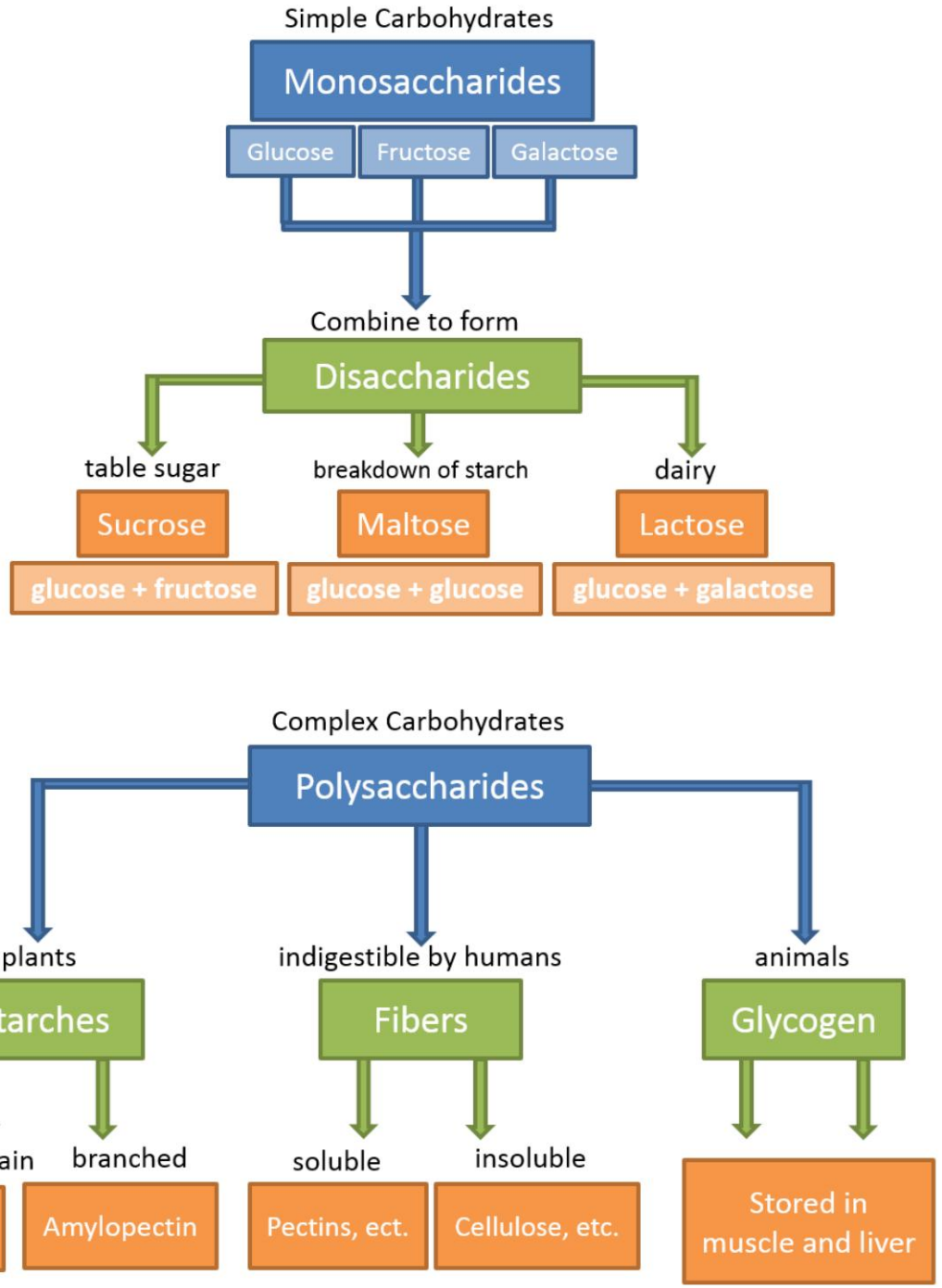
Glycogen

Branched chains (α-glucose)

Energy storage (animals)

Machine Translated by Google

ملخص



Machine Translated by Google

الدهون

الدهون هي مجموعة متنوعة من الجزيئات الكارهة للماء

الدهون هي الفئة الوحيدة من الجزيئات البيولوجية الكبيرة التي لا تشمل البوليمرات الحقيقية

الميزة الموحدة للدهون هي أنها "كارهة للماء"، أي أنها تختلط بشكل سيئ، إن اختلفت على الإطلاق، مع الماء .

الدهون كارهة للماء لأنها تتكون في الغالب من الهيدروكربونات، والتي تشكل روابط تساهمية غير قطبية

الدهون الأكثر أهمية بيولوجيًا هي الدهون والفوسفوليبيدات والستيرويدات

Machine Translated by Google

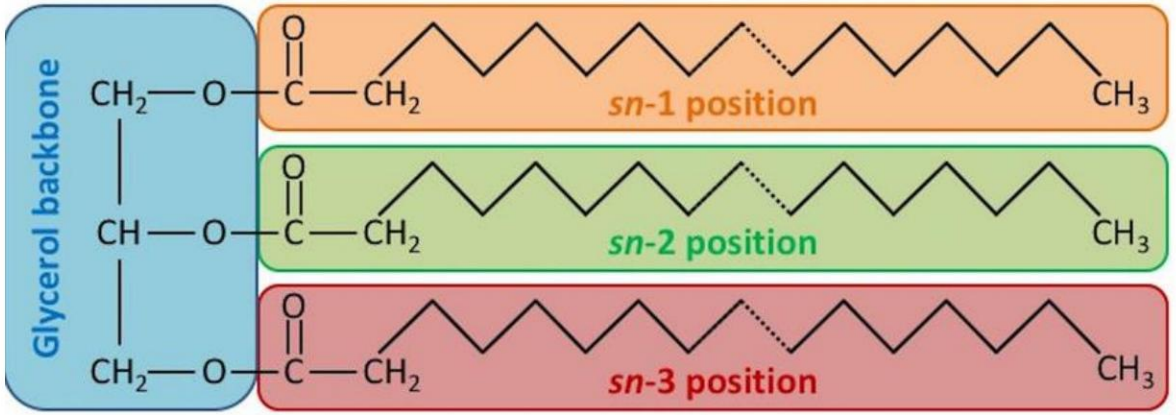
الدهون

يتم تشكيل الدهون (ثلاثي الجلسرين) عن طريق ربط جزيء واحد من الجلسرين بثلاث جزيئات من الأحماض الدهنية بواسطة "رابطة استرية".

وبالتالي فإن اسمها الكيميائي هو "ثلاثي أسيل الجلسرين"، والعملية/التفاعل الذي يربط الجلسرين بالأحماض الدهنية الثلاثة تسمى "الأسترة".

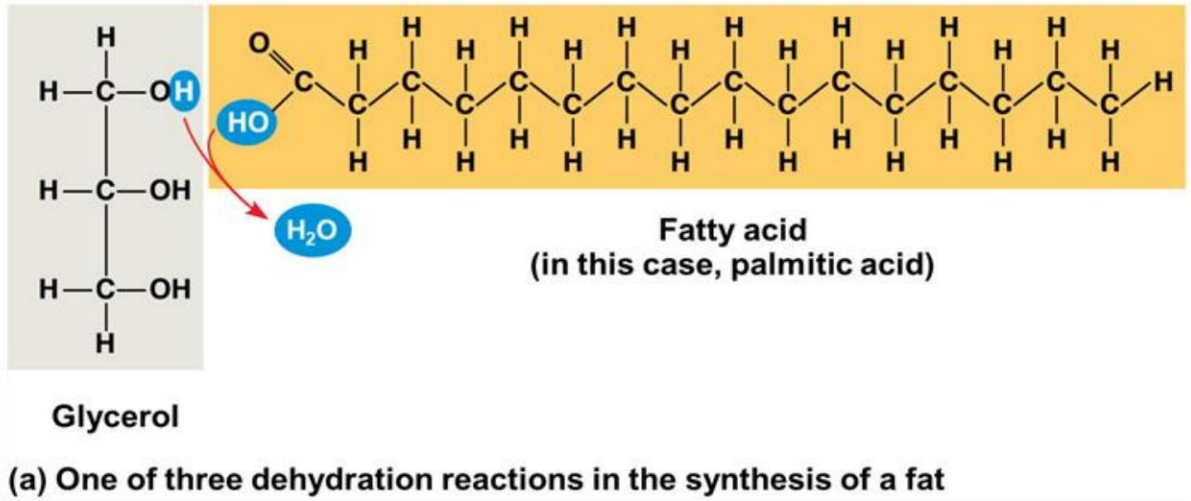
يمكن أن تكون الأحماض الدهنية الموجودة في الدهون متشابهة أو من نوعين أو ثلاثة أنواع مختلفة.

الجلسرين هو كحول ثلاثي الكربون مع مجموعة هيدروكسيل مرتبطة بكل ذرة كربون.

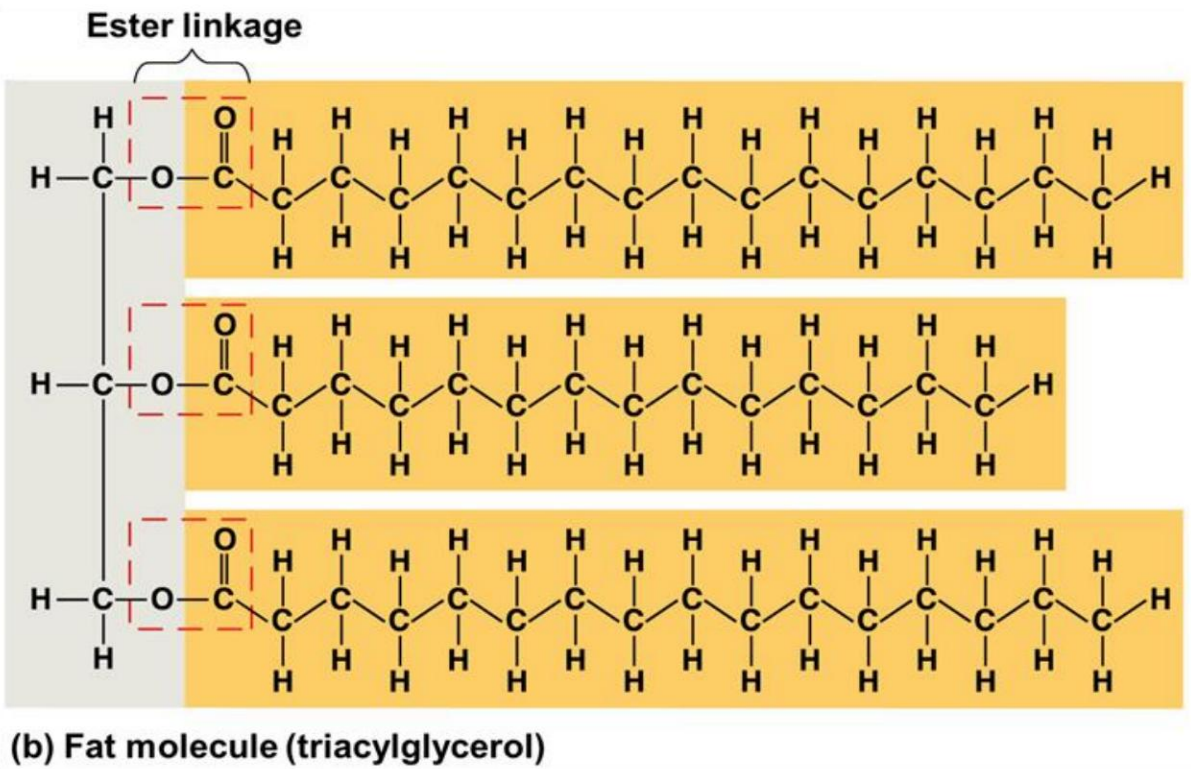


يتكون الحمض الدهني من مجموعة كربوكسيل مرتبطة بهيكل كربوني طويل

Machine Translated by Google



الرابطة الإسترية هي رابطة تتكون من تفاعل إزالة الماء بين مجموعة هيدروكسيل ومجموعة كربوكسيل



تتكون الدهون الناتجة، والتي تسمى أيضًا ثلاثي أسيل الجلسرين أو الدهون الثلاثية، من ثلاثة أحماض دهنية مرتبطة بجزيء جلسرين واحد.

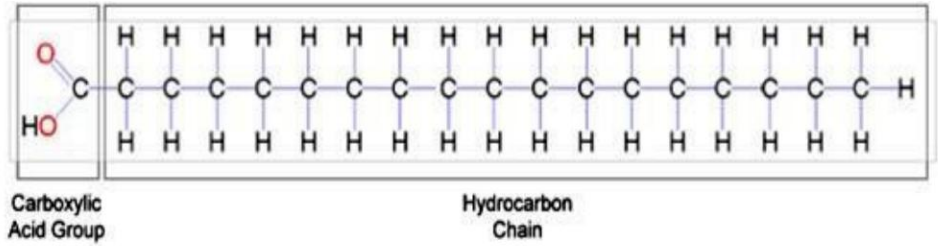
يمكن أن تكون الأحماض الدهنية الموجودة في الدهون متشابهة أو من نوعين أو ثلاثة أنواع مختلفة

تختلف الأحماض الدهنية في الطول (عدد ذرات الكربون) وفي عدد ومواقع الروابط المزدوجة

Machine Translated by Google

الأحماض الدهنية

يتكون من ذيل هيدروكاربون ومجموعة كربوكسيلية



الأحماض الدهنية تصنيف

تَغذِيَة

1. FA الأساسية (ليس (مُصنَّع في الجسم)
2. FA غير الأساسية
3. FA شبه الأساسية

موقع رابطة مزدوجة

- تسمية لـ الأحماض الدهنية غير المشبعة:

التشبع

1. الأحماض الدهنية المشبعة: ذيل هيدروكربوني بدون رابطة مزدوجة
2. الأحماض الدهنية غير المشبعة: بعضها ذرات الكربون في ترتبط ذيل الهيدروكربون معًا عن طريق روابط مزدوجة

طول ذيل الهيدروكربون

1. قِصَر القامة F.As: < 6 الكربونات.
2. سلسلة متوسطة F.As: 6-12 الكربونات.
3. طول العنق الطويل F.As: >12 الكربونات.

Machine Translated by Google

ف.أ التشبع:

(1الأحماض الدهنية المشبعة: ترتبط جميع ذرات الكربون في ذيل الهيدروكربون معًا بروابط أحادية وبأقصى عدد من ذرات الهيدروجين.

_____ _____

الذرات.

(2الأحماض الدهنية غير المشبعة: ترتبط بعض ذرات الكربون في ذيل الهيدروكربون معًا بروابط مزدوجة وبأقل من العدد الأقصى لذرات الهيدروجين:

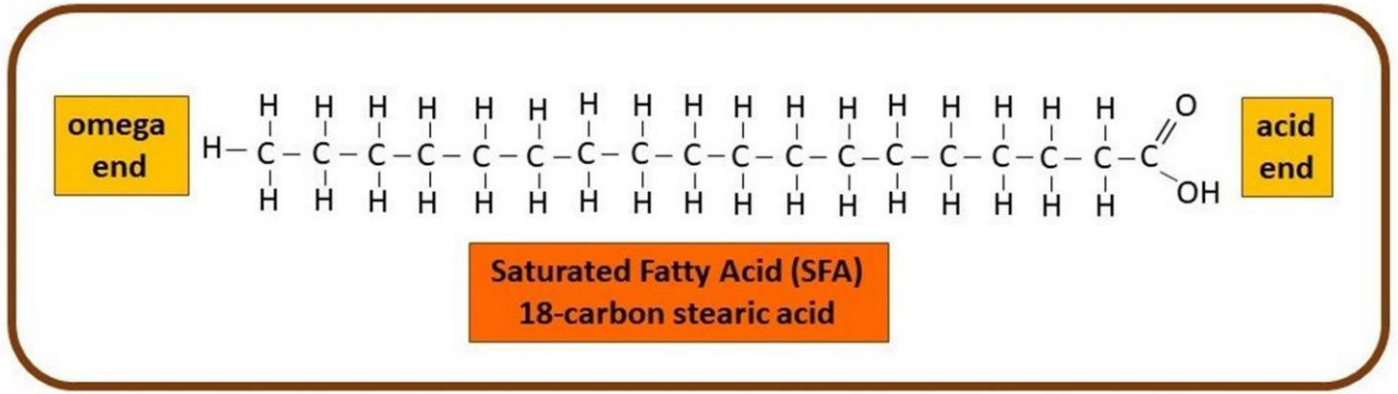
_____ _____

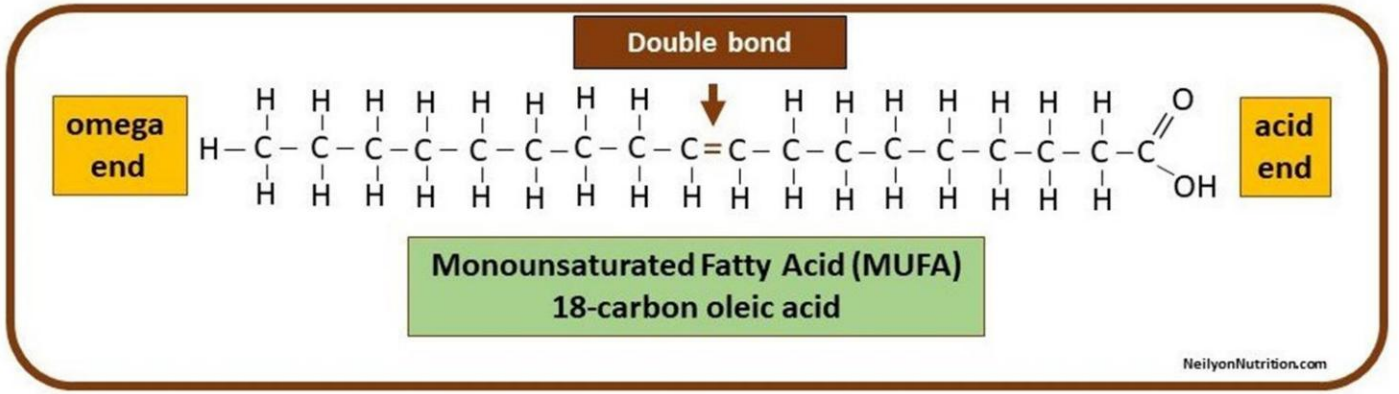
MUFA: أحماض دهنية أحادية غير مشبعة (رابطة مزدوجة واحدة). PUFA: أحماض دهنية متعددة غير مشبعة (>رابطة مزدوجة واحدة)

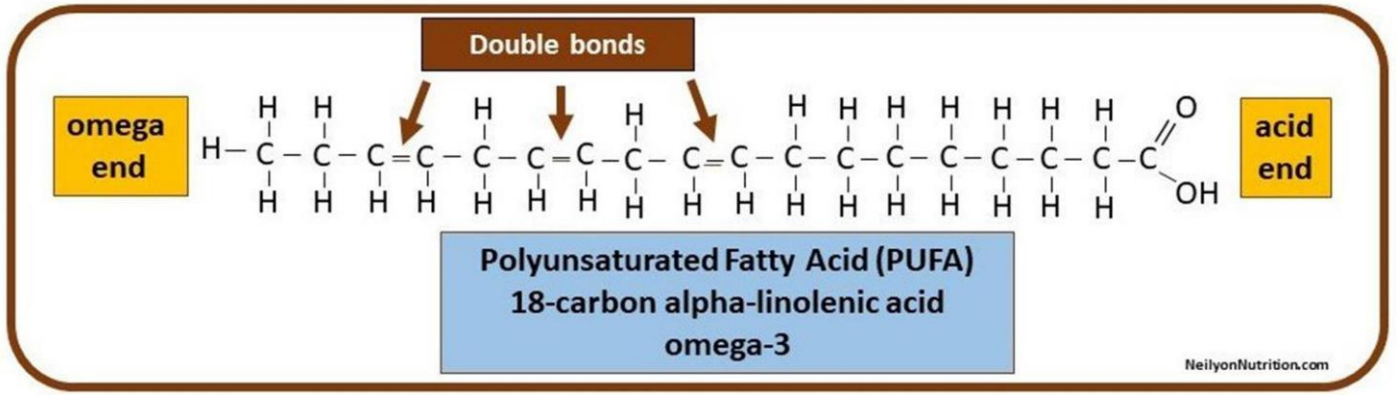
رابطة).

موقع الرابطة المزدوجة:

يتم تصنيف الأحماض الدهنية غير المشبعة باستخدام تسمية -ωوفقًا لعدد الرابطة المزدوجة الأولى التي تبدأ العد من نهاية الميثيل. والأهم من ذلك هي .F.As 9-ωو 6-ωو 3-ω





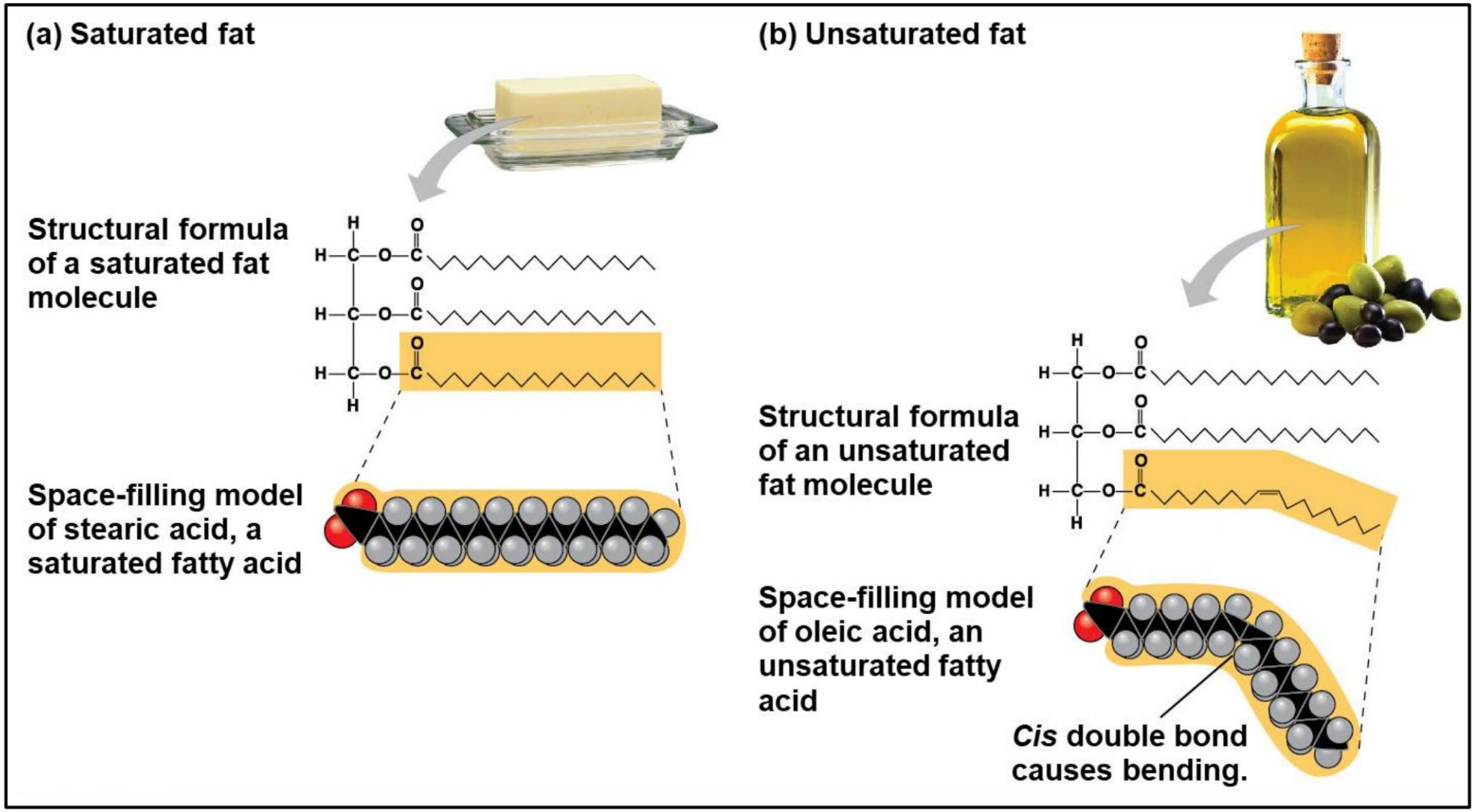


Machine Translated by Google

تسمى الدهون المصنوعة من الأحماض الدهنية المشبعة بالدهون المشبعة وتكون صلبة في درجة حرارة الغرفة.

معظم الدهون الحيوانية مشبعة. الدهون المصنوعة من الأحماض الدهنية غير المشبعة تسمى الدهون غير المشبعة أو الزيوت وتكون سائلة في درجة حرارة الغرفة.

الدهون النباتية ودهون الأسماك عادة ما تكون غير مشبعة.



Machine Translated by Google

أمثلة على SFAs(احفظ العناصر المميزة!)::

2ج-	حمض الخليك(حمض الإيثانويك)
3ج-	حمض البروبيونيك
4ج-	حمض الزبديك
5ج-	حمض البنتاويك
6ج-	حمض الهكسانويك
12ج-	حمض اللوريك
14ج-	حمض الميريستيك
16ج-	حمض البالمتيك
18ج-	حمض دهني
20درجة مئوية	حمض الأراكيديك

توجد الأحماض الدهنية المشبعة في المصادر الحيوانية (الزبدة والسمن، لبن...)

تتواجد الأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة بكثرة في زيت الزيتون.

أمثلة على الأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة: حمض الأوليك .9-ω ،(18:1)

توجد الأحماض الدهنية غير المشبعة في الزيوت النباتية (زيت الذرة وزيت عباد الشمس) زيت...).

أمثلة على الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة: (1أحماض أوميغا 6الدهنية: حمض اللينوليك (LA)، حمض الأراكيدونيك .(AA)

(2أحماض أوميغا 3الدهنية: حمض ألفا لينولينيك ،(ALA)حمض إيكوسابنتانويك (EPA)، حمض الدوكوساهيكسانويك .(DHA)

Machine Translated by Google

العناصر الغذائية المهمة فسيولوجيًا:

المتطلبات الأساسية

1. حمض اللينوليك .2 .6-ω ،18:2 :(LA)حمض ألفا لينولينيك
3. ω-3 ،18:3 :(ALA)
3. أحماض الأراكيدونيك 6-ω ،20:4 :(AA)
4. حمض ايكوسابنتانويك .3-ω ،20:5 :(EPA)
5. حمض الدوكوساهيكسانويك .3-ω ،22:6 :(DHA)

الأحماض الدهنية الأساسية هي تلك الأحماض الدهنية التي لا يتم تصنيعها في جسم الإنسان ويجب توفيرها في النظام الغذائي.

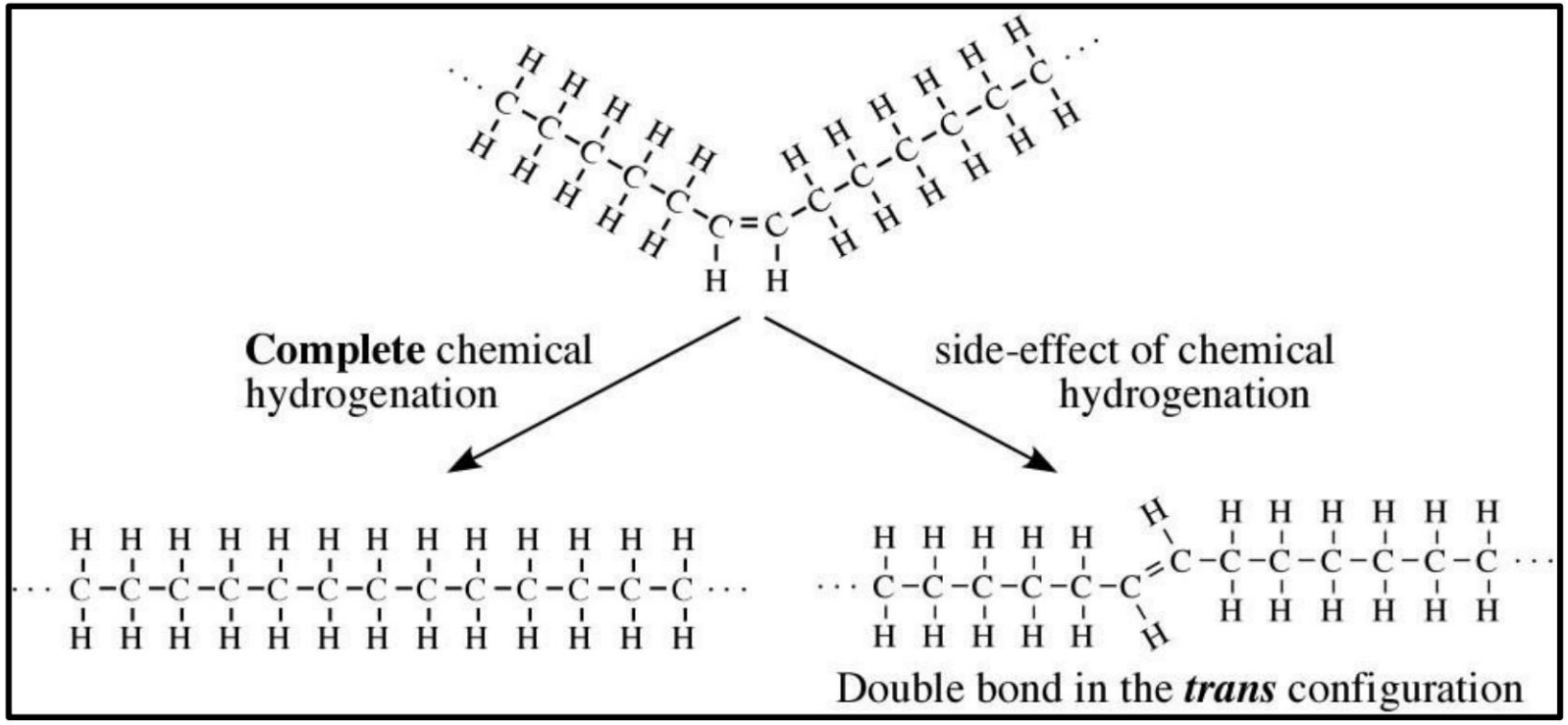
الأحماض الدهنية الأساسية هي: حمض اللينوليك: 6ω ،18:2وحمض ألفا لينولينيك .3ω ،18:3 :(ALA)

Machine Translated by Google

الهدرجة

الهدرجة هي إضافة الهيدروجين (H)إلى USFAلتحويلها إلى SFA.
تؤدي عملية هدرجة F.Asإلى تحويل تكوينها من cisإلى trans (cisهو التكوين الطبيعي لـ F.As).

ترتبط trans-F.Asو SFAبفرط شحميات الدم وتصلب الشرايين والسرطان .



يؤدي هدرجة الزيوت النباتية أيضًا إلى إنشاء دهون غير مشبعة ذات روابط مزدوجة متحولة

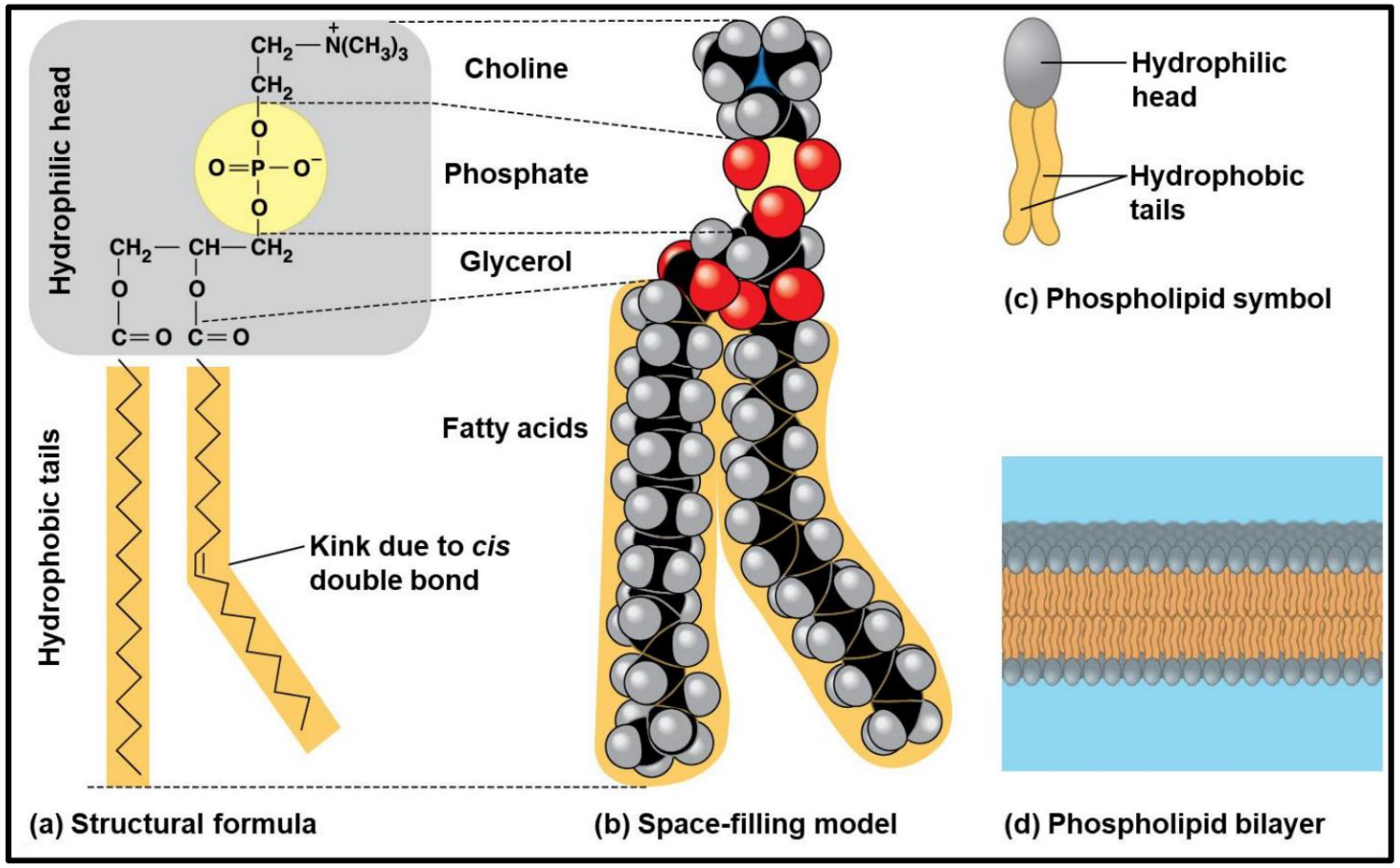
Machine Translated by Google

الفوسفوليبيدات

•يتم تشكيل الفسفوليبيد عن طريق ربط حمضين دهنيين ومجموعة فوسفات بالجلسرين.

•ذيلا الأحماض الدهنية كارهان للماء، لكن مجموعة الفوسفات وملحقاتها تشكلان ذيلًا محبًا للماء.

الرأس جزيئات متعادلة (رأس محبة للماء وذيل كاره للماء)



•وهكذا، عندما تضاف الفسفوليبيدات إلى الماء، فإنها تتجمع ذاتيًا في هياكل مزدوجة الطبقات تسمى الطبقات الثنائية.

تشكل الطبقات الثنائية الفوسفوليبيد البنية الأساسية لغشاء الخلية.

•على سطح الخلية، توجد الفسفوليبيدات كما تم ترتيبها في طبقة ثنائية، مع ذيول كارهة للماء تشير إلى الداخل. تموت الخلايا إذا تعرضت طبقاتها الثنائية من الفوسفوليبيد للتلف.

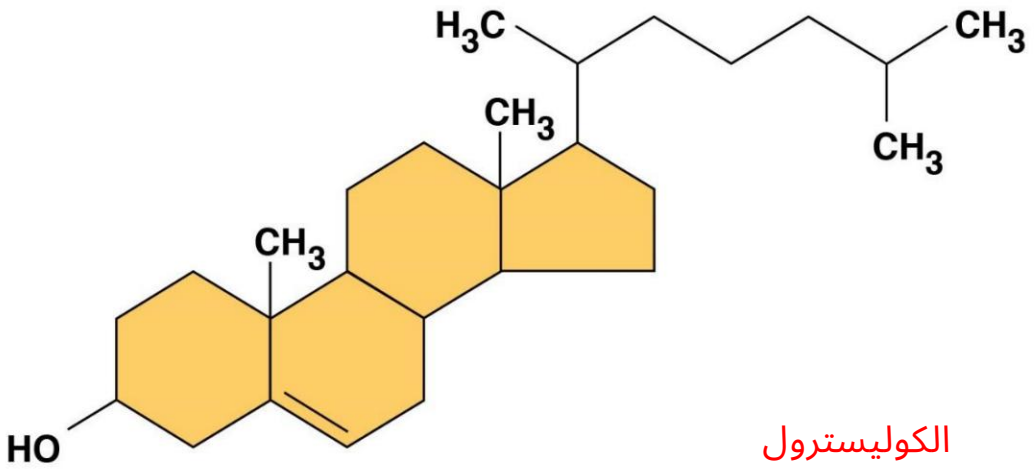
Machine Translated by Google

الستيرويدات

•الستيرويدات هي دهون تتميز بهيكل كربوني يتكون من أربعة جزيئات مندمجة حلقات.

•الكوليسترول والهرمونات الجنسية الستيرويدية (مثل التستوستيرون والإستروجين) والكورتيزول هي أمثلة على الستيرويدات المهمة والنشطة فسيولوجيًا.

•الكوليسترول هو أحد مكونات الأغشية الخلوية الحيوانية والمادة الأولية التي يتم من خلالها تصنيع الستيرويدات الأخرى (الهرمونات الجنسية، بيتا امين د، الأحماض الصفراوية...).



الكوليسترول

•ارتفاع مستوى الكوليسترول في الدم هو أحد عوامل الخطر للإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية.

لاحظ الحلقات الأربع المندمجة المميزة للستيرويد

Machine Translated by Google

هضم وامتصاص الجزيئات الغذائية الكبرى

الهضم: تحليل الطعام إلى مكونات أصغر وأصغر، حتى يتمكن الجسم من امتصاصها واستيعابها.

الجزيئات الكبيرة جزيئات أصغر (مونومرات) عن طريق تفاعل الهيدرولوسيس .

امتصاص:

تجويف الأمعاء الغشاء المخاطي الدم.

يتم الهضم عن طريق عمليات ميكانيكية وكيميائية. تشمل العمليات الميكانيكية المضغ والتمعج.. في حين أن العمليات الكيميائية هي في الأساس إنزيمية (تساهم الصفراء وحمض الهيدروكلوريك والبيكربونات أيضًا في الهضم الكيميائي).

يتم التحكم في عملية الهضم عن طريق هرمونات مختلفة بما في ذلك السيكريتين، والكوليسيستوكينين، والجاسترين.

Machine Translated by Google

هضم وامتصاص الكربوهيدرات

هضم الكربوهيدرات (الشكل :(4

- الفم: ألفا أميليز اللعابي، يكسر ألفا (1-4) الروابط الجليكوسيدية.

المعدة : يتوقف هضم الكربوهيدرات بسبب ارتفاع الحموضة.

- الأمعاء الدقيقة (SI):

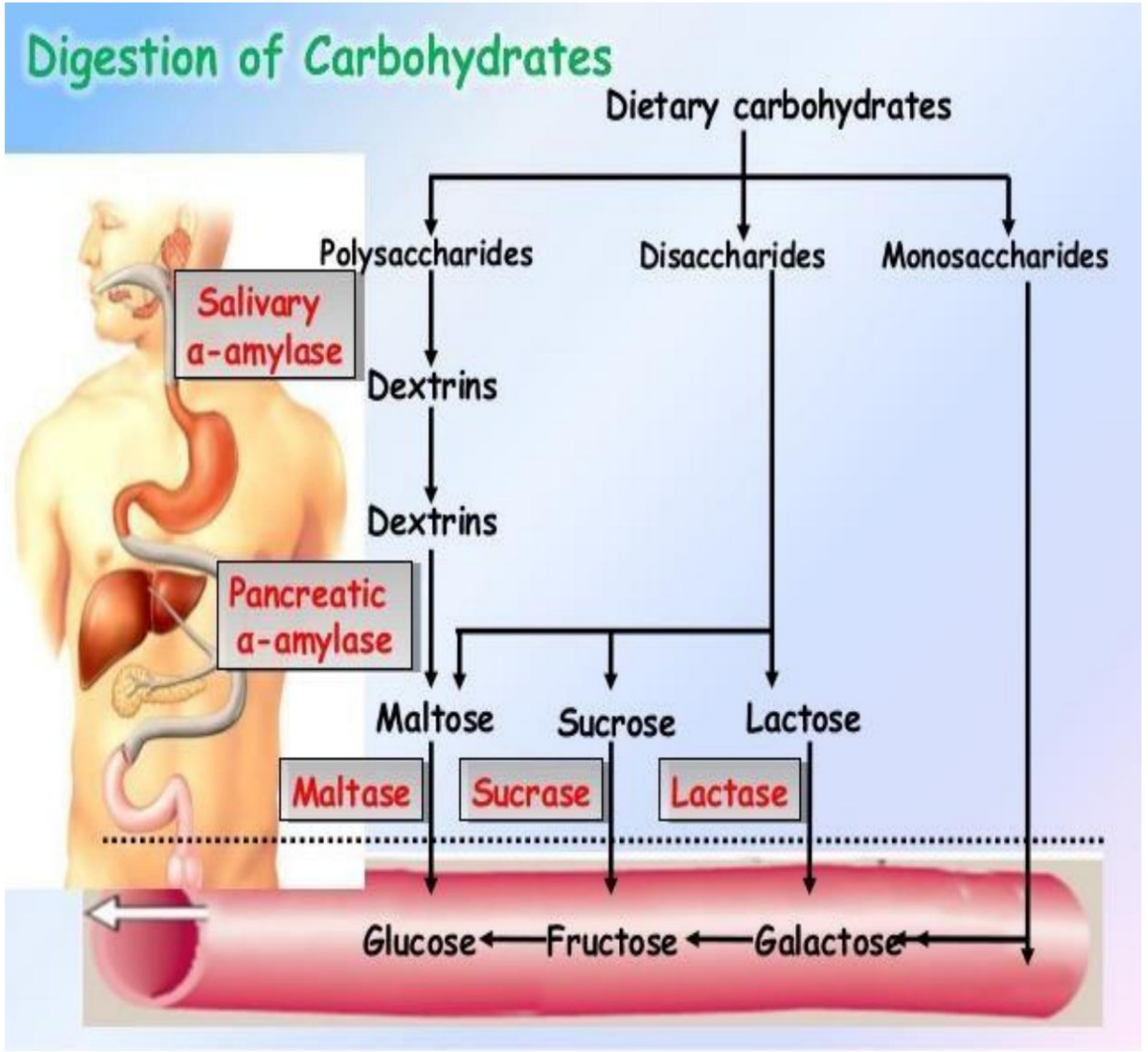
إفرازات البنكرياس: البيكربونات: لتحييد الرقم الهيدروجيني في SI + ألفا أميليز البنكرياسي: يكسر الروابط الجليكوسيدية .α (1-4)

الإنزيمات المعوية: إيزومالتاز: يكسر الروابط α (1-6) + ديساكاهريداز (مثل السكراز، اللاكتاز، المالتاز).

امتصاص CHO:

جميع CHO الجلوكوز +الجلاكتوز +الفركتوز.

يتم نقل الجلوكوز والجلاكتوز والفركتوز بشكل نشط من خلال "ناقلات الجلوكوز ."GLUT""



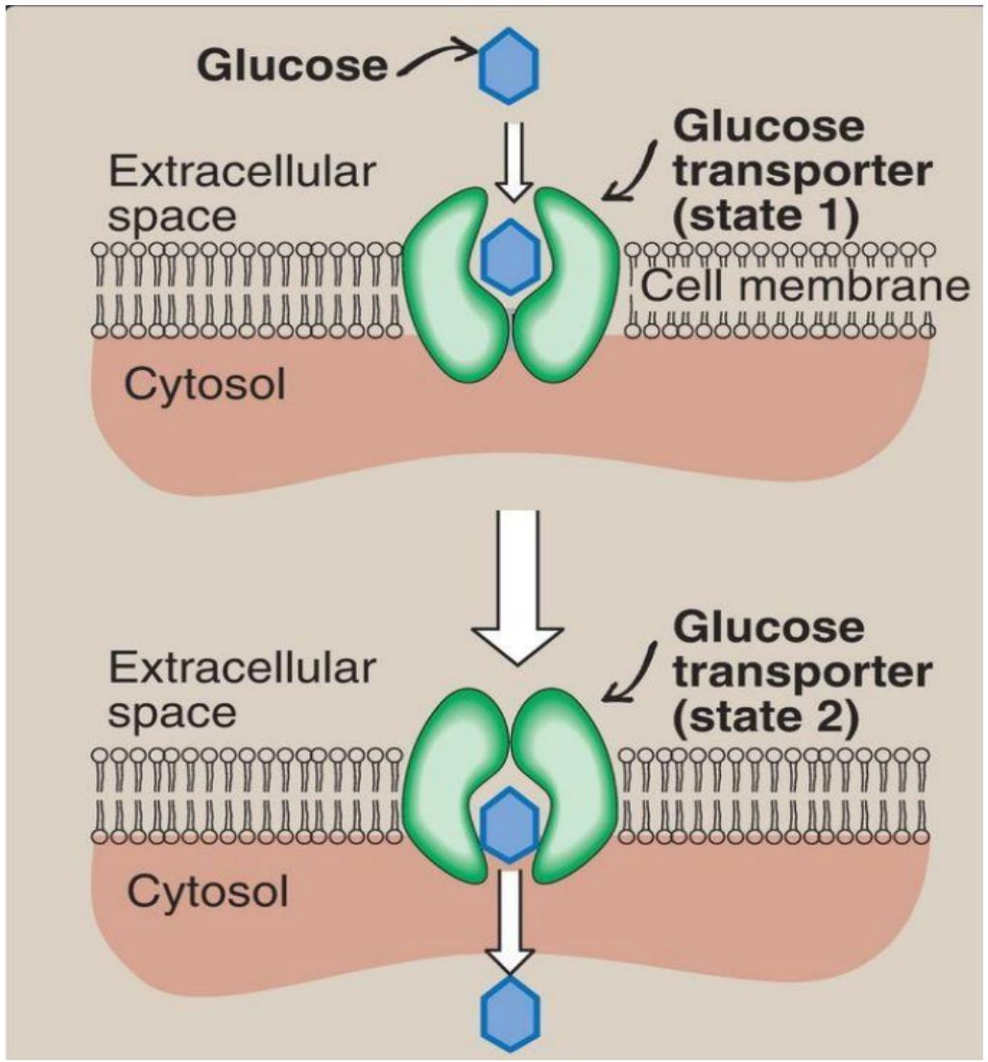
Machine Translated by Google

Carbohydrate digestion

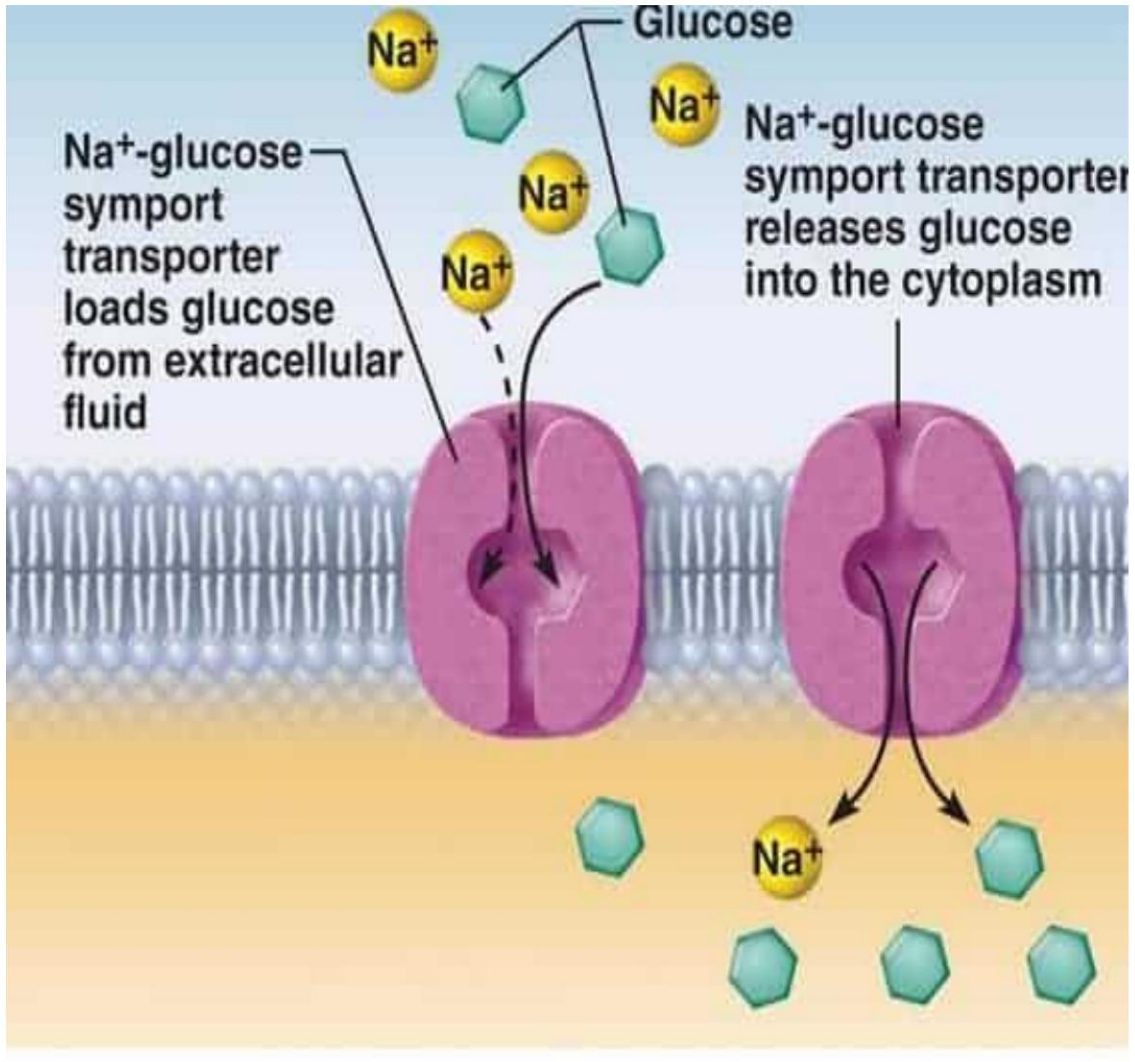
Foodstuff	Enzyme(s) and source	Site of action	Path of absorption
Starch and disaccharides	Salivary amylase	Mouth	• Glucose and galactose are absorbed via cotransport with sodium ions. • Fructose passes via facilitated diffusion. • All monosaccharides leave the epithelial cells via facilitated diffusion, enter the capillary blood in the villi, and are transported to the liver via the hepatic portal vein.
Oligosaccharides and disaccharides	Pancreatic amylase	Small intestine	
Lactose, Maltose, Sucrose → Galactose, Glucose, Fructose	Brush border enzymes in small intestine (dextrinase, gluco-amylase, lactase, maltase, and sucrase)	Small intestine	

Machine Translated by Google

أ. نظام نقل انتشاري مُيسَّر مستقل عن الصوديوم

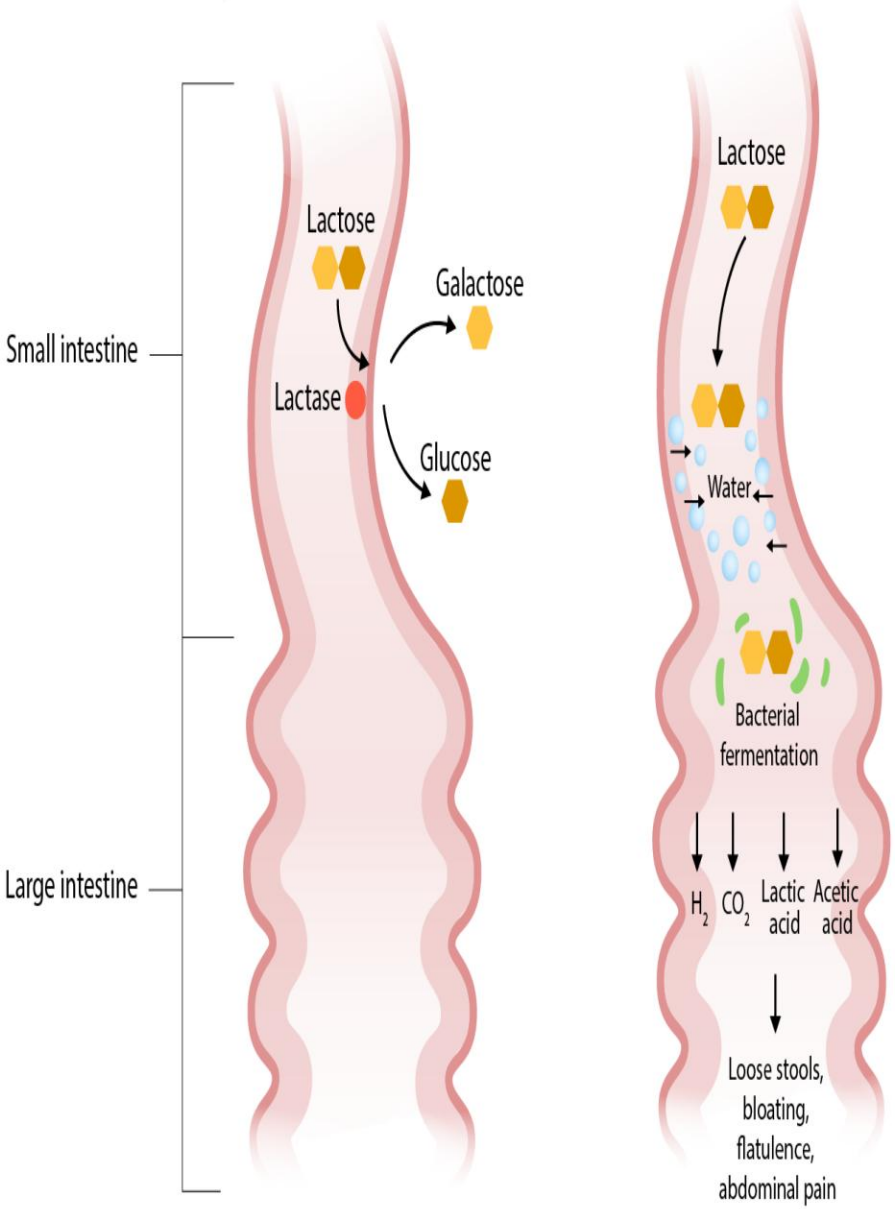


ب. نظام نقل أحادي السكاريد الصوديوم



Machine Translated by Google

الارتباط السريري: نقص الإنزيمات الهضمية



يمكن للكربوهيدرات غير المهضومة، الناجمة عن نقص في نشاط ثنائي السكاريداز معين، أن تنتقل من الأمعاء الدقيقة إلى الأمعاء الغليظة، مما يسبب:

-1الإسهال الأسموزي

-2التخمير الزائد بواسطة البكتيريا المعوية

إنتاج كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين مما يسبب تقلصات في البطن والإسهال وانتفاخ البطن.

مثال على نقص إنزيمات الجهاز الهضمي: "نقص اللاكتاز" سوء هضم اللاكتوز عدم تحمل اللاكتوز.

Machine Translated by Google

هضم وامتصاص البروتين

المعدة: (1حمض الهيدروكلوريك: -تفرزه "الخلايا الجدارية" في جدار المعدة.

-دوره في الهضم: •يحلل البروتينات. •يساعد في تقطيعها إلى بولي ببتيدات. ينشط البيبسينوجين ويحوله إلى بيبسين (يقتل البيبسينوجين الجراثيم).

•
•

(2البيبسين: -البروتينات البوليببتيدات.

الأمعاء الدقيقة: البنكرياس: ببتيدازات البنكرياس +التربسين والكيموتريبسين.

أمينوببتيدازات: بولي ببتيدات أحماض أمينية.

Machine Translated by Google

Protein digestion

Foodstuff	Enzyme(s) and source	Site of action	Path of absorption
Protein → Large polypeptides	Pepsin (stomach glands) in presence of HCl	Stomach	• Amino acids are absorbed by cotransport with sodium ions. • Some dipeptides and tripeptides are absorbed via cotransport with H^+ and hydrolyzed to amino acids within the cells. • Amino acids leave the epithelial cells by facilitated diffusion, enter the capillary blood in the villi, and are transported to the liver via the hepatic portal vein.
Large polypeptides → Small polypeptides, small peptides	Pancreatic enzymes (trypsin, chymotrypsin, carboxypeptidase)	Small intestine	
Small polypeptides, small peptides → Amino acids (some dipeptides and tripeptides)	Brush border enzymes (aminopeptidase, carboxypeptidase, and dipeptidase)	Small intestine	

Machine Translated by Google

هضم وامتصاص الدهون

مصطلحات هامة:

-الاستحلاب: تحلل كرات الدهون الموجودة في الاثني عشر إلى قطرات صغيرة، مما يوفر مساحة سطح أكبر يمكن أن يعمل عليها إنزيم الليباز البنكرياسي لهضم الدهون إلى أحماض دهنية وجلسرين.

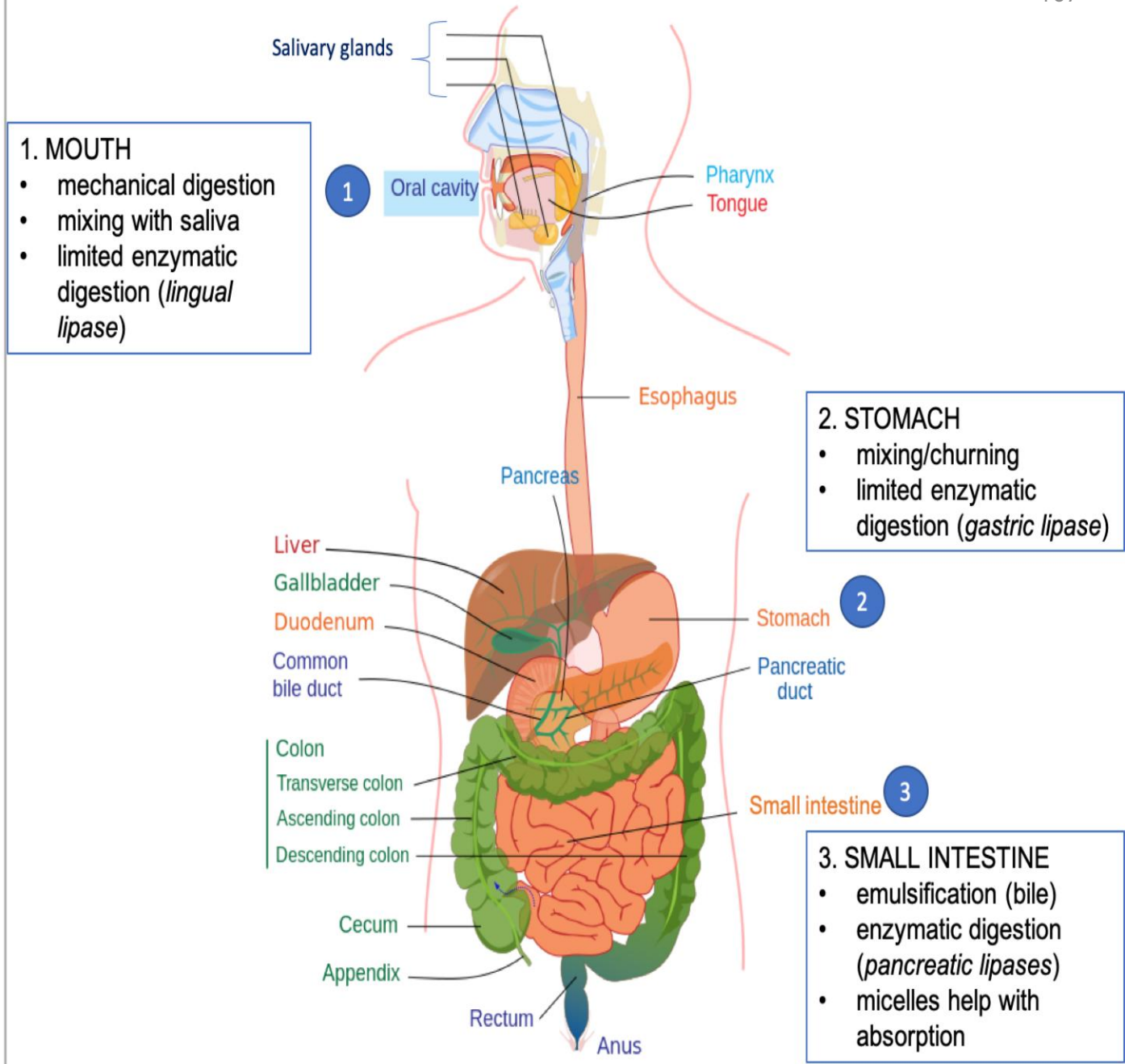
-الصفراء: سائل أخضر داكن إلى بني مصفر، يفرزه الكبد، ويخزن في المرارة، بعد الأكل تفرز الصفراء إلى الاثني عشر.

Machine Translated by Google

خطوات هضم وامتصاص الدهون

•معالجة محدودة للدهون بواسطة إنزيمات مستقرة للحمض في: •الفم (ليباز اللسان) •المعدة (ليباز المعدة) •الأمعاء الدقيقة:

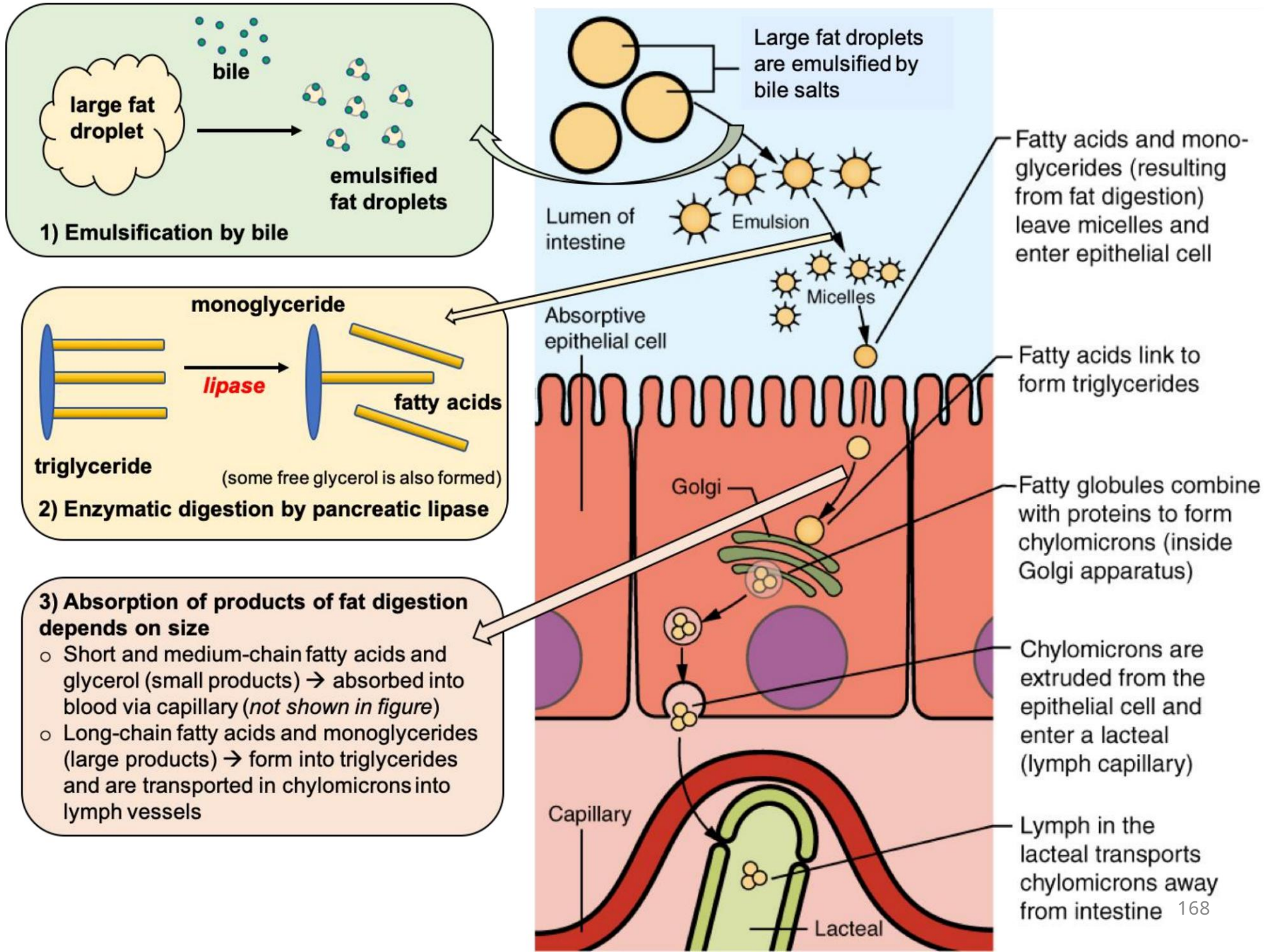
1. استحلاب الدهون الغذائية
2. تحلل الدهون الغذائية بواسطة إنزيمات البنكرياس إلى قطرات صغيرة من الدهون
3. تكوين الميسيلات
4. امتصاص الدهون بواسطة الخلايا المخاطية المعوية (الخلايا المعوية)
5. إعادة تكوين TAG 6. تشكل الكيلوميكرونات.
7. تنتقل الكيلوميكرونات من الغشاء المخاطي المعوي إلى الجهاز الليمفاوي عن طريق الشعيرات الدموية الليمفاوية ثم تدخل الدم.
8. يتم التعرف على الكيلوميكرونات بواسطة المستقبلات الموجودة على سطح العضلات والأنسجة الدهنية بشكل أساسي (وأيضًا الأنسجة الأخرى) حيث يتم تحللها.



Machine Translated by Google

هضم الدهون بشكل

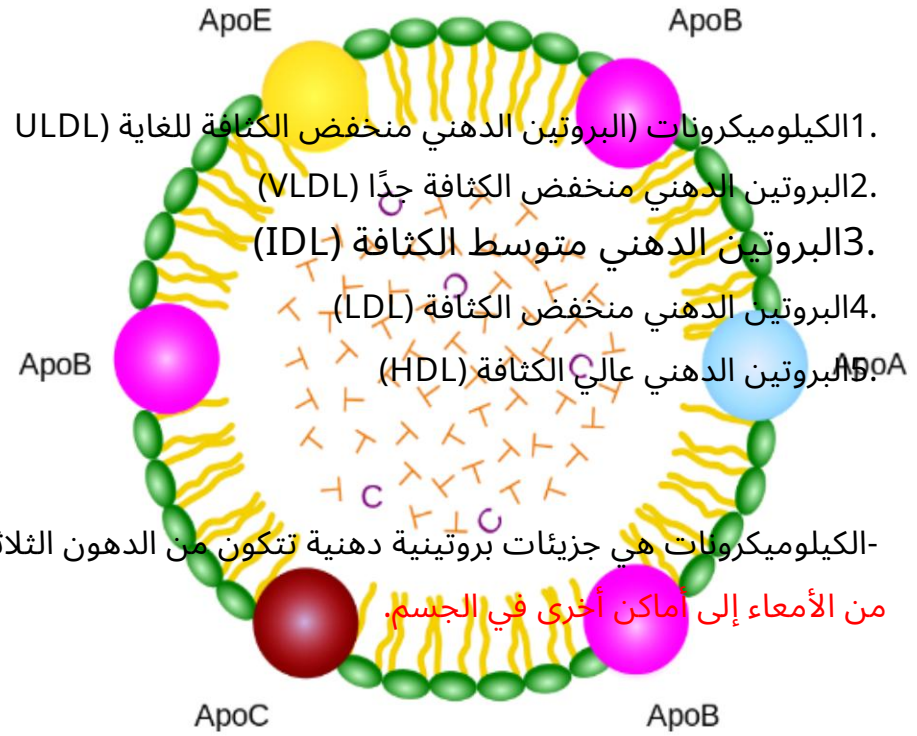
عام في الأمعاء الدقيقة



Machine Translated by Google

هناك خمس فئات من البروتينات الدهنية:

1. الكيلوميكرونات (البروتين الدهني منخفض الكثافة للغاية ULDL)
2. البروتين الدهني منخفض الكثافة جدًا (VLDL)
3. البروتين الدهني متوسط الكثافة (IDL)
4. البروتين الدهني منخفض الكثافة (LDL)
5. البروتين الدهني عالي الكثافة (HDL)



جزيء البروتين الدهني. لاحظ البروتينات ومجموعات الفوسفات "الجزء المحب للماء" الذي يغطي الكرة، بينما يتم تضمين مجموعات الدهون الثلاثية (T) والكوليسترول (C) "الجزء الكاره للماء" في الجزء الداخلي من الكرة.

-الكيلوميكرونات هي جزيئات بروتينية دهنية تتكون من الدهون الثلاثية (85-92%) والفوسفوليبيدات (6-12%) والكوليسترول (1-3%) والبروتينات (1-2%). وهي تنقل الدهون الغذائية من الأمعاء إلى أماكن أخرى في الجسم.

-الغدد اللبنية: وهي عبارة عن شعيرات لمفاوية تعمل على امتصاص الدهون الغذائية (الكيلوميكرونات) الموجودة في زغابات الأمعاء الدقيقة.

Machine Translated by Google

Fat digestion

Foodstuff	Enzyme(s) and source	Site of action	Path of absorption
Unemulsified fats	Emulsification by the detergent action of bile salts ducted in from the liver	Small intestine	• Fatty acids and monoglycerides enter the intestinal cells via diffusion. • Fatty acids and monoglycerides are recombined to form triglycerides and then combined with other lipids and proteins within the cells, and the resulting chylomicrons are extruded by exocytosis. • The chylomicrons enter the lacteals of the villi and are transported to the systemic circulation via the lymph in the thoracic duct. • Some short-chain fatty acids are absorbed, move into the capillary blood in the villi by diffusion, and are transported to the liver via the hepatic portal vein.
	Pancreatic lipases	Small intestine	
Monoglycerides and fatty acids Glycerol and fatty acids			

Machine Translated by Google

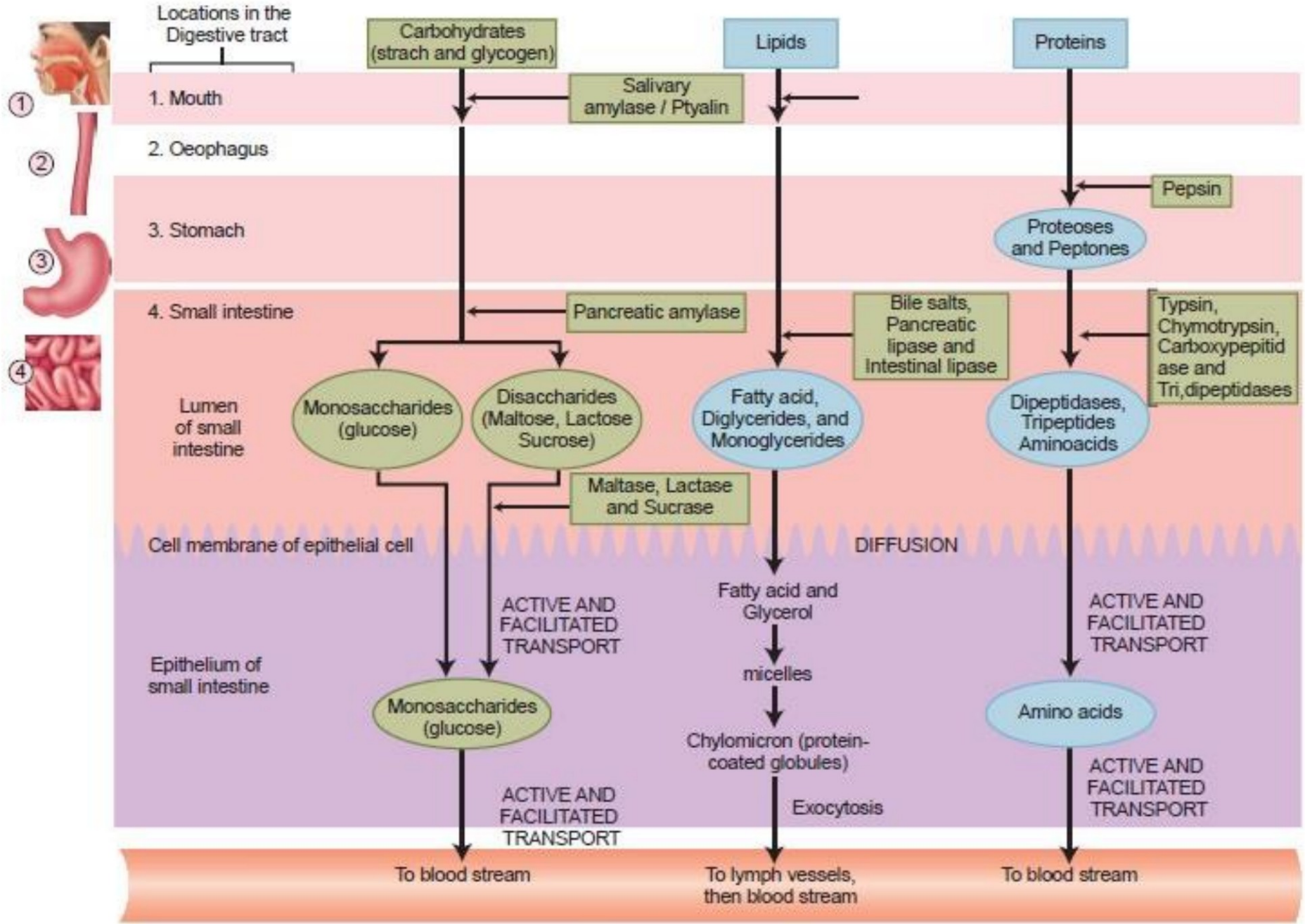


Figure 5.9 Process of Digestion and absorption