حوامض دهنية ضرورية

فيتامينات

مكونات الغذاء

مواد عضوية

كربوهيدرات

مكوِّنات الغذاء - مواد البناء الأساسية للكائنات الحية

ب

كولسترول

مواد عضوية
ب1. كربوهيدرات
ب2. ليبيدات
ب3. بروتينات
ب4. فيتامينات
مواد غير عضوية
ب5. أملاح معدنية
ب6. ماء
المواضيع الأساسية في الفصل
مصطلحات مهمة في الفصل

بروتينات

سكر أحادي

متعدد السكريات

أحماض أمينية

مواد إدخارية

ليبيدات

مواد غير عضوية

جلوكوز

تريجلتسيريدات

الفصل الثاني: مكوِّنات الغذاء — مواد البناء الأساسية للكائنات الحية

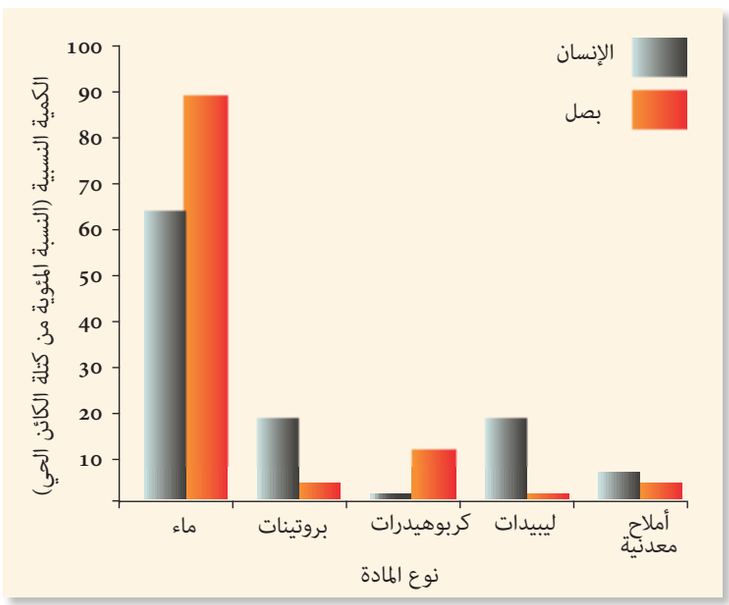
علاقة بموضوع

علم البيئة:
سلسلة غذائية.

تعيش حيوانات مختلفة، نباتات مختلفة، بكتيريا وفطريات مع بعضها في بيئات حياتية مختلفة. المواد التي تبني جسمًا كائنًا حيًّا معينًّا تُستعمل كغذاء لكائن حي آخر.
نتعرف في هذا الفصل على المواد التي تبني أجسام جميع الكائنات الحية وهذا يعني المبنى الكيميائي الأساسي ووظائفها في الكائنات الحية.

من المهم الانتباه إلى الكائنات الحية غير ذاتية التغذية التي يوجد بينها تشابه كبير جدًا في مجموعات المواد التي تكوِّن جسمها وبين مكونات غذاءها. على الرغم من ذلك، من المهم أن تتذكروا أن مكونات الغذاء لا تُستخدم في الكائن الحي كما هي موجودة في الغذاء، بل تتحلل إلى مواد بناء أساسية لبناء الكائن الحي ومكونات جسمه.

ما هي المواد التي تبني الكائنات الحية؟!



الرسمة ب - 1: المواد الأساسية التي تبني الكائنات الحية (على سبيل المثال: الإنسان والبصل) والنسب الكمية بينها.

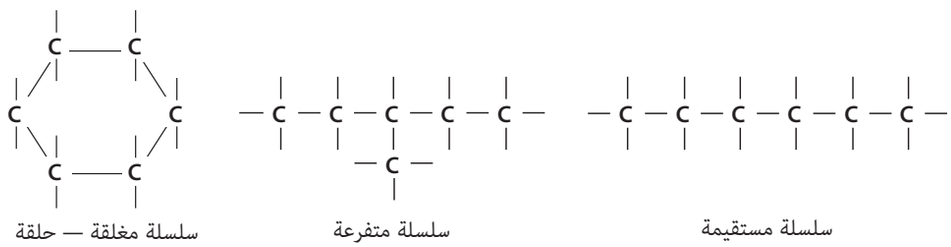
الفكرة المركزية

التجانس والتباين:
الكائنات الحية المختلفة مبنية من نفس المواد.

تصف الرسمة ب - 1 مجموعات المواد التي تبني جسم الإنسان كممثِّل للحيوانات والبصل كممثِّل للنباتات. نلاحظ في الرسمة أن الكائنات الحية المختلفة مبنية من نفس مجموعات المواد، لكنها تختلف عن بعضها في النسب الكمية.

المواد العضوية

المواد العضوية هي مركبات تعتمد على الصفات الخاصة لذرة الكربون. الكربون هو مكون أساسي ومهم في الكائنات الحية وهو يشكِّل أكثر من نصف المادة الجافة الموجود فيها (المادة الجافة هي مجموع المواد في الكائن الحي باستثناء الماء). قدرة الترابط الخاصة لذرة الكربون هي التي تكسبها وظيفة مركزية في الكائنات الحية. تستطيع كل ذرة كربون أن تكوِّن أربعة روابط ثابتة. وهذه الروابط يمكن أن تكون أحادية (فردي)، ثنائية (زوجي) وثلاثي، مما يؤدي ذلك إلى زيادة التنوع في مبنى المواد التي تستطيع أن تكوِّنها.
إضافة إلى ذلك، تستطيع ذرات الكربون المرتبطة ببعضها أن تبني سلاسلًا، أحيانًا تكون طويلة جدًا.
قد تتفرع هذه السلاسل أو تكوِّن مباني خاصة (مثلًا: حلقات) كما نرى ذلك في الرسمة ب - 2.
تُستعمل السلاسل والحلقات كهيكل ترتبط به ذرات هيدروجين، أكسجين وعناصر أخرى، وهكذا يتحول عدد المباني إلى لا نهائي. نعرف اليوم حوالي 10 مليون مركب عضوي يختلف في المبنى وكل الوقت نكتشف مركبات جديدة.



الرسمة ب -2: مباني مركبات كربونيةمختلفة: ترتبط كل ذرة كربون بأربعة ذرات أخرى وتكوِّن سلاسل مستقيمة، سلاسلة متفرعة وحلقات.

نتعرف في البنود القادمة على أنواع المواد العضوية وصفاتها.

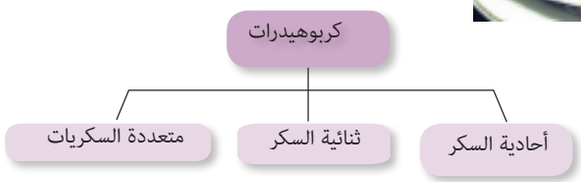
ب1. كربوهيدرات

في معظم المجتمعات، المكون الأساسي للغذاء عند الإنسان هو الكربوهيدرات: الرز في الصين، البسطا في ايطاليا وأنواع خبز مختلفة في جميع أنحاء العالَم.
استعينوا بالرسمة ب - 1، ثم قدِّروا كتلة الكربوهيدرات من كتلة جسم الإنسان.
هل تفاجئتم؟
كما رأيتم، تشكل كمية الكربوهيدرات جزءًا صغيرًا نسبيًا من جسم الأنسان.
إذن إلى أين "تختفي" الكربوهيدرات؟
معظم الكربوهيدرات التي يستهلكها الإنسان والحيوانات تُستغل كمصدر لاستخراج طاقة متوافرة (ATP) خلال عملية التنفس الخلوي.

الكربوهيدرات (carbohydrates) هي مركبات عضوية شائعة في الطبيعة. تشكل الكربوهيدرات مكونًا أساسيًا في مبنى جدار الخلية، لذا فهي تشكِّل مكونًا أساسيًا في الكتلة الجافة للنباتات والبكتيريا (في النبات: 60%-70%). (نقيس الكتلة الجافة بعد تجفيف النسيج في الفرن بشكل مطلق، وهي مقياس لكتلة الكائن الحي دون الماء الذي يحتويه). أما في الحيوانات والإنسان، كمية الكربوهيدرات نسبة للكتلة الجافة العامة للجسم هي أقل بكثير من النباتات.

إضافةً إلى كون الكربوهيدرات مصدرًا أساسيًا لاستخراج طاقة متوافرة في جميع الكائنات الحية، فإنَّ الكربوهيدرات تُستعمل كمادة إدخارية. فيتم تخزينها في النباتات كنشا وفي الحيوان كجليكوجين.
كما أن الكربوهيدرات تُشكل جزءًا من مبنى حوامض النواة (**DNA** وَ**RNA**) وهي مرتبطة أيضًا بالليبيدات (دهنيات) أو بالبروتينات بمبانٍ مختلفة في الخلية.

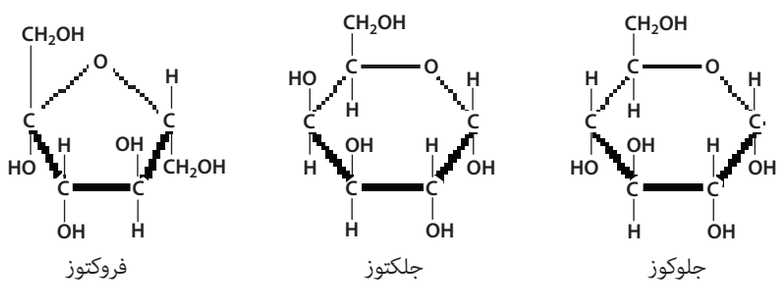
الصيغة العامة للكربوهيدرات هي $C_x(H_2O)_y$، حيث نتعرف منها على النسب الكمية بين العناصر: النسبة بين ذرات الهيدروجين والأكسجين في الكربوهيدرات مماثلة للنسبة بين الأكسجين والهيدروجين في جزيء الماء ومن هنا ينبع اسمها: كربوهيدرات - كربون وماء. تنقسم الكربوهيدرات إلى ثلاث مجموعات أساسية بحسب عدد وحدات السكر الأساسية التي تبنيها (الرسمة ب - 3).



الرسمة ب - 3: المجموعات الثلاث الأساسية للكربوهيدرات

ب1.1 أحادية السكر

أحاديات السكر هي مواد البناء الأساسية للكربوهيدرات. لأحاديات السكر الشائعة يوجد هيكل مكوَّن من 5 أو 6 ذرات كربون مرتبة في الفراغ كحلقات خماسية أو سداسية (في مبنى الحلقة الواحدة، يوجد ذرة أكسجين واحدة والذرات الأخرى هي كربون).
مبنى أحاديات السكر بلوري، مذاقها حلو وهي تذوب جيدًا في الماء.
يوجد أهمية غذائية لثلاثة أحاديات سكر وهي: جلوكوز، جلكتوز وفروكتوز وصيغتها العامة متماثلة $C_6H_{12}O_6$، لكن تختلف عن بعضها بترتيب الذرات في الجزيء، كما نلاحظ ذلك في الرسمة ب - 4.



الرسمة ب - 4: صيغ المبنى لأحاديات السكر الثلاثة الشائعة.

المعروف والشائع من بين أُحاديات السكر هو الجلوكوز (سكر العنب). وهو يُستخدم كمصدر طاقة أساسي في عملية التنفس الخلوي عند النباتات والحيوانات.
الجلوكوز موجود بشكل حر في الثمار المختلفة، بالأساس في العنب، التين والتمر وفي العسل أيضًا.
الجلوكوز هو مادة البناء الأساسية لسكريات معقدة وهو مادة خام لمركبات أخرى.
الجلكتوز غير موجود في الطبيعة كأحادي سكر بحد ذاته، بل هو جزء من سكر الحليب - اللاكتوز (ثنائي سكر).
الفروكتوز موجود في العسل، الفواكه الخضروات وفي رحيق الأزهار. الفروكتوز هو السكر الأكثر حلاوةً . (أحلى من الجلوكوز بضعف ونِصف).

في معظم الكائنات الحية، تستطيع إنزيمات معينة أن تغيِّر الجلوكتوز والفروكتوز إلى جلوكوز وهكذا تستغلها كمصدر للطاقة.

قليلًا من المعلومات عن ...

أهمية السكر لمخ الإنسان

تستطيع معظم خلايا الحيوانات والإنسان أن تستخرج طاقة من تحليل وأكسدة الجلوكوز ومن تحليل وأكسدة حوامض دهنية، أما خلايا الجهاز العصبي فهي تستطيع أن تستغل الجلوكوز فقط كمصدر طاقة. إنَّ النقص في تزويد الجلوكوز للمخ يؤدي إلى فقدان الوعي والموت خلال دقائق. يجب أن نعرف أيضًا أن فائض جلوكوز في الدم يؤدي إلى أضرار مختلفة. لذا يوجد أهمية كبرى للحفاظ على مستوى جلوكوز سليم في الدم.

سؤال ب - 1:

إحدى ظواهر الانخفاض الحاد في مستوى السكر في الدم (هيبوجليكيما، هيبو= منخفض جدًا، جليكيميا= سكر) هي البلبلة.

أ. لماذا، بحسب رأيكم، يؤدي مستوى منخفض للجلوكوز في الدم إلى بلبلة؟

ب. ما هي توصياتكم لعلاج شخص تبدو عليه ظواهر هيبوجليكيميا؟

فكرة مركزية

التنظيم والاتزان البدني:
يتم الحفاظ على مستوى الجلوكوز في الدم بمجال قيم ضيق.

هناك أحاديات سكر أخرى شائعة، مثل: الريبوز والديؤكسي ريبوز التي تختلف قليلًا في مبناها الكيميائي عن أحاديات السكر التي تعرفنا عليها. يتم إنتاج الريبوز والديؤكسي ريبوز في كل خلية حية وهي تشكل مكونًا مهمًا في مبنى حوامض النواة. ويشترك الريبوز أيضًا في بناء مركبات أخرى في عالَم الأحياء، مثلًا الـ **ATP**.

ب2.1 ثنائي السكر

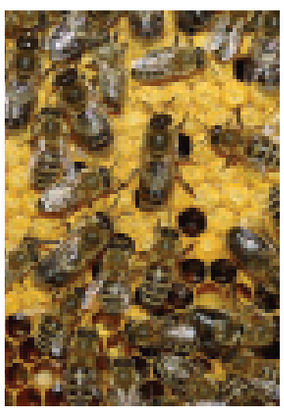
ثنائي السكر مبني من وحدتَيْ أُحادي سكر مرتبطة ببعضها. مذاقه حلو وهو يذوب في الماء. **السكروز** هو أحد ثنائيات السكر الشائعة في الطبيعة، وعندما نقول في حياتنا اليومية "سكر"، فإننا نقصد السكروز الموجود بكثرة في قصب السكر، الشمندر، الجزر وفي معظم الفواكه وأيضًا في السائل الذي تفرزه شجرة القيقب (التي نُنْتِج منها العصير المركّز لشراب القيقب). السكروز مبني من أحاديْ سكر وهما الجلوكوز والفركتوز.

قليلًا من المعلومات عن ...

العسل

يحتوي رحيق الأزهار على سكريات مختلفة، من بينها السكروز. لإنتاج 0.5 كغم عسل لتغذية اليرقات والنحل البالغ في خلية نحل، في أشهر الشتاء، نحتاج إلى 160,000 نحلة لكي تجمع رحيق من 2 مليون زهرة. يوجد إنزيمات خاصة في لعاب "ومعدة" النحل، وهي تقوم بتحليل السكروز الموجود في رحيق الأزهار إلى فروكتوز وجلوكوز. ينتقل معظم الرحيق الذي تمَّ تحليله من "معدة النحلة" عبر المريء إلى الفم ومن هناك إلى خلية النحل (حيث يُستعمل قسم قليل منه لتغذية النحلة).

الرحيق الذي تمَّ تحليله ونقله هو مائي، لذا تقوم مجموعة من النحل برفرة جناحها فوقه لتبخّر الماء منه وللحصول على محلول فيه تركيز عالٍ من السكريات. يساهم هذا التركيز العالي في منع تطور البكتيريا التي تضر بالعسل.



الملتوز هو ثنائي سكر، نجده في بذور نباتات مختلفة في مراحل إنبات مختلفة وفي الحيوانات كناتج وسطي أثناء تحليل النشا. الملتوز مبني من وحدتَيْ جلوكوز.

اللاكتوز أو سكر الحليب هو ثنائي سكر موجود في حليب الثدييات وهو يحسِّن استيعاب الكالسيوم من الحليب في الجهاز الهضمي.

يتم تنشيط هضم اللكتوز بواسطة الإنزيم لاكتاز الموجود في الأمعاء وهو يحلِّل اللاكتوز إلى مكوِّناته - جلوكوز وجلكتوز.

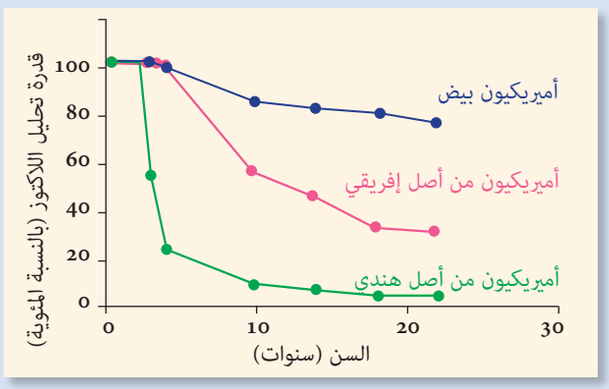
نافذة البحث

عدم تحمل سكر الحليب

في مجموعات مختلفة من بني البشر، معروفة ظاهرة عدم تحمل اللاكتوز. الأشخاص الذين يعانون من هذه الظاهرة ينقصهم بشكل جزئي أو مطلق الإنزيم لاكتاز الذي يحلِّل سكر الحليب. إذا كان في غذاء هؤلاء الأشخاص مواد غذائية تحتوي على اللاكتوز (مثلًا: مُنْتَجات الحليب)، فإنهم يعانون من اضطرابات في الهضم، بما في ذلك إسهال وإطلاق غازات. يؤدي اللاكتوز الذي لم يُحلَّل إلى ارتفاع الضغط الأسموزي في الأمعاء، مما يؤدي ذلك إلى تراكم المياه التي تؤدي إلى الإسهال. إضافة إلى ذلك، اللاكتوز الذي لم يُحلل ويصل بشكل كامل الأمعاء الغليظة، تُحلِّله بكتريا الأمعاء ونواتج التحليل هي غازات تؤدي إلى عدم راحة وإلى آلام. نوصي الأشخاص الذين يعانون من عدم تحمل اللاكتوز أن يقللوا من استهلاك الحليب ومنتجاته وأن يستعملوا بدائل (مثلًا: حليب الصويا، ومُنْتَجات التوفو)، أو يستعملوا مُنْتَجات قليلة اللاكتوز وفقًا للظاهرة الموجودة عندهم.

سؤال ب- 2:

تصف الرسمة 5 قدرة هضم اللاكتوز بالنسبة المئوية عند ثلاث مجموعات مختلفة.



الرسمة ب - 5: قدرة تحليل اللاكتوز بالنسبة المئوية عند ثلاث مجموعات بأعمار مختلفة.

أ. بناءً على رسمة ب - 5، سجِّلوا المميز المشترك لجميع أنواع المجموعات الثلاث حول قدرة هضم اللاكتوز. ما هي أهمية هذا المميز؟

ب. ما هي الفروق الملحوظة بين المجموعات الثلاث في سن 20؟ اقترحوا شرحًا ممكنًا لهذه الفروق.

ج. هل، بحسب رأيكم، الفروق التي ذكرتموها في بند ب تنبع بالأساس من عوامل وراثية أو عوامل بيئية محيطة للتغذية؟ اشرحوا إجاباتكم.

د. هل نستطيع، بحسب رأيكم، مساعدة الأشخاص الذين يعانون من نقص في إنزيم لاكتاز، من خلال تزويدهم بإنزيم لاكتاز عبر الفم؟ اشرحوا.

ب3.1 متعددة السكريات

متعددة السكريات هي جزيئات مبنية من وحدات كثيرة جدًا من أحاديات سكر متماثلة أو مختلفة مرتبطة ببعضها.

بعكس أحاديات السكر وثنائيات السكر، فإنَّ متعددة السكريات لا يوجد لها مذاق حلو ولا تذوب في الماء، لكن لديها القدرة على امتزاز جزيئات ماء، وفي هذه الحالة يكبر حجمها.

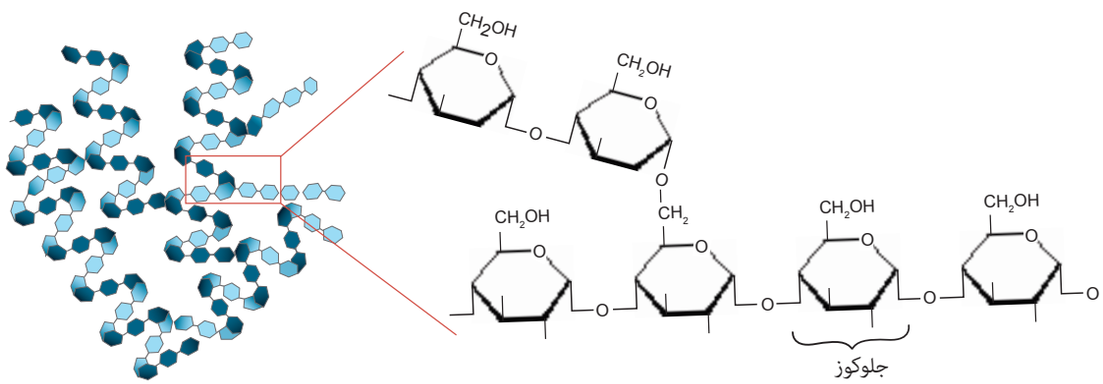
متعددة السكريات التي وحدة بنائها الأساسية جلوكوز هي: نشا، جليكوجين وسيلولوز. تختلف هذه المواد عن بعضها بنوع الرابط الكيميائي بين وحدات البناء الأساسية، أو بشكل تفرع السلسلة.

تنقسم متعددة السكريات الشائعة في الكائنات الحية بحسب وظيفتها إلى مجموعتين:

متعددة سكريات تُستخدم كمواد إدخارية ومتعددة سكريات تُستخدم كمواد بناء.

المادة الإدخارية هي مادة يبنيها الكائن الحي، يخزنها ويستعملها وقت الحاجة، وتُستعمل المواد الناتجة من تحليل المادة الإدخارية كمصدر للطاقة وكمواد لبناء الكائن الحي.

الجليكوجين هو مادة إدخارية في الحيوانات. الجليكوجين مبني من وحدات جلوكوز كثيرة مرتبطة ببعضها بسلسلة متفرعة (الرسمة ب -6).



الرسمة ب - 6: على اليسار: قطعة جليكوجين متفرعة وهي مبنية من وحدات جلوكوز كثيرة. انتبهوا إلى المبنى اللولبي.
على اليمين: تكبير مقطع من السلسلة.

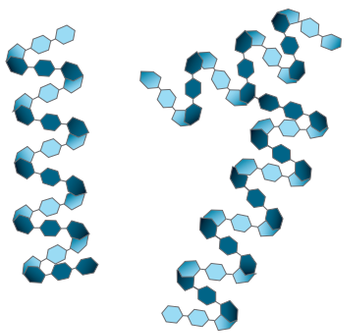
يوجد في جسم الإنسان مخزن صغير للمادة الإدخارية جليكوجين. يتم تخزين الجليكوجين على شكل حبيبات في سيتوبلازما الخلية. نجده بكميات كبيرة بالأساس في الأنسجة التي تستهلك طاقة كثيرة، مثل: الكبد، العضلات والكلى. يشكل الجليكوجين حوالي 3%-5% من كتلة نسيج الكبد وَ 0.5%-1% من كتلة نسيج العضلات.

عندما ينخفض تركيز السكر في الدم، مثلًا: بعد مرور عدة ساعات على وجبة معينة، فإنَّ الجليكوجين يتحلل إلى وحدات جلوكوز تخرج إلى الدم.

سؤال ب - 3:

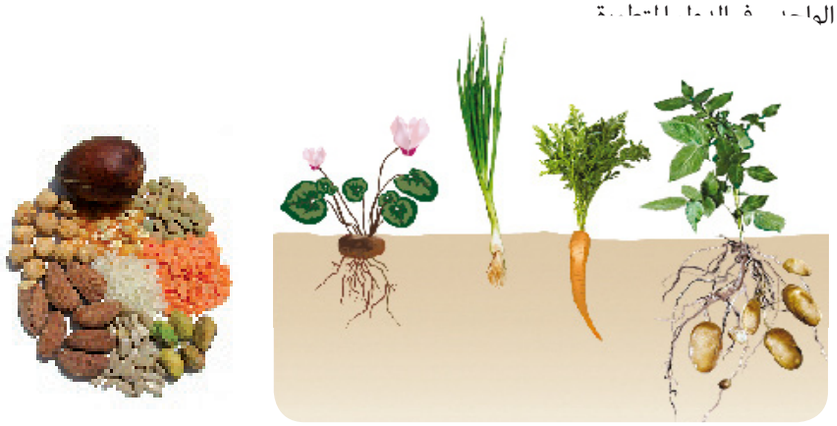
من المعروف أنه يوجد عند الإنسان اضطراب وراثي نادر جدًا نسمّيه "ظاهرة إدخار الجليكوجين" يتراكم الجليكوجين في هذا المرض ولا يستطيع الجسم أن يحلّله. يجب على هؤلاء الأشخاص الذين يعانون من هذا المرض أن يحافظوا على تناول جلوكوز كل عدة ساعات، كما يجب عليهم أثناء النوم أن تكون أجسامهم مرتبطة بأنبوبة تغذية تقوم بتزويد أجسامهم بالجلوكوز. دون هذا الجهاز، قد يموت هؤلاء الأشخاص أثناء نومهم. اشرحوا أهمية تنفيذ هذه الإجراءات لهؤلاء الأشخاص الذين يعانون من هذا المرض. تطرقوا أثناء شرحكم إلى وظيفة الجلوكوز.

النشا هو مادة تخزين في النباتات. وكما هو الأمر مع الجليكوجين، فإنَّ النشا متعدد السكريات وهو مبني من وحدات جلوكوز كثيرة مرتبطة ببعضها بسلاسل لولبية.
قسم من سلاسل النشا متفرعة (كما هو الأمر في سلاسل الجليكوجين) والقسم الآخر غير متفرع. (الرسمة ب - 7).
يتراكم النشا في الخلايا ويُستغل كمصدر جلوكوز متوافر للنبتة في ساعات الليل التي لا تتم فيها عملية التركيب الضوئي.
يتراكم النشا أيضًا في أقسام مختلفة في النبات، مثلًا: في الأقسام التي تُشكل أعضاء تخزين، حيث يتم تخزينه بالأساس في عضيات تخزين موجودة داخل الخلية.
يتم تخزين المواد الإدخارية في البذور أيضًا ،لكي يستغلها الجنين أثناء نموه. أحيانًا، نجد في البذور مواد إدخارية أخرى ليست متعددة السكريات كالدهنيات أو البروتينات.
تصف الرسمة ب - 8 أعضاء تخزين وبذور مختلفة.



الرسمة ب - 7: قطعة من سلسلة متفرعة ومن سلسلة غير متفرعة للنشا.
السلاسل مبنية من وحدات جلوكوز كثيرة وهي ذات مبنى لولبي.

يعتبر النشا مادة غذاء أساسية في تغذية الإنسان، وهو يشكل حوالي 60%-70% من استهلاك الكربوهيدرات في اليوم الوا[illegible]



الرسمة ب - 8: أعضاء إدخارية مختلفة. من اليمين إلى اليسار: درنات بطاطا، جزر، بصل عصا الراعي وبذور نباتات أخرى.

سؤال ب - 4:

من المعروف لكم أن النبات هو كائن حي ذاتي التغذية، هذا يعني يُنْتِج بذاته مواد عضوية من مواد غير عضوية . لماذا يحتاج جنين النبات الموجود في البذرة إلى مخزن من المواد الغذائية؟

ما هي الصفات التي بفضلها يُستخدم النشا والجليكوجين كمواد إدخارية؟!

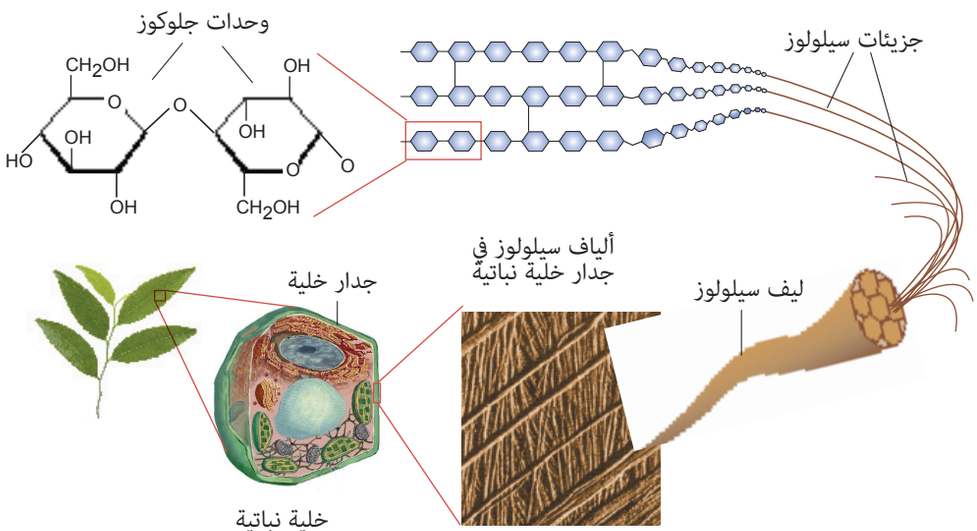
تنبع حسنات النشا والجليكوجين كمواد إدخارية من مبناها الجزيئي:

- اثناهما مبنيان من سلاسل وحدات جلوكوز، وينتظم كل واحد منهما في الفراغ في مبنى لولبي. يمكن رزم المبنى اللولبي في حجم صغير.
- لا يذوبان في الماء، لذا لا يؤثران على الضغط الأسموزي في الخلية.
- تتحلل بمساعدة إنزيمات بوتيرة سريعة إلى مواد البناء الأساسية - جزيئات الجلوكوز.

استخدام متعددة السكريات كمواد بناء

السيلولوز هو جزيء متعدد السكريات ويشكل مكونًا أساسيًا في بناء جدار الخلية النباتية، وهو المركب الكربوني الشائع في الطبيعة. يحتوي السيلولوز على حوالي 50% من كمية الكربون العامة الموجودة في الغلاف الحياتي. جزيئات السيلولوز طويلة وغير متفرعة وهي مبنية من وحدات جلوكوز كثيرة ترتبط فيما بينها بترابط هيدروجيني. تنتظم جزيئات السيلوز بمبانٍ من ألياف (الرسمة ب - 9).

هذا المبنى يُكسب جدران الخلايا النباتية المرونة من ناحية والمتانة والصمود الكيميائي والآلي من ناحية أخرى.



الرسمة ب - 9: مباني من ألياف في النبات، كما يتم التعبير عنها في مستويات التنظيم من الكائن الحي حتى الجزيء.
في الطرف العلوي: مقطع من جزيء السيلولوز المبني من وحدات جلوكوز كثيرة.

للمزيد عن

أهمية الألياف في تغذية الإنسان:
انظروا الفصل السادس، بند الهرم الغذائي، صفحات 177-178.

هضم السيلولوز:
انظروا الفصل الرابع، صفحات 118-119.

الإنسان وحيوانات كثيرة، لا يستطيعون هضم السيلولوز، لأن أجسامهم لا تحتوي على الإنزيمات المطلوبة لتحليل الروابط الخاصة بين وحدات الجلوكوز في جزيء السيلولوز. لذا السيلولوز عكس النشا، لأن الإنسان لا يستطيع أن يستغل السيلولوز كمصدر للطاقة أو كمصدر لمواد بناء أساسية.

على الرغم من الإنسان لا يستطيع أن يهضم السيلولوز، إلا أن هناك توصية كبيرة جدًّا من منظمة الصحة العالمية أن نستهلك غذاء غني بالألياف بسبب مساهمتها لصحة الإنسان. هذه الألياف نسمِّيها **ألياف غذائية** وهي مخلوط لمتعددات سكريات نباتية، مثل: السيلولوز والليجنين.

مقارنة مع الإنسان الذي لا يستطيع استغلال السيلولوز، تعتمد تغذية الحيوانات المجترة (مثلًا: الأبقار) بالأساس على غذاء غني بالسيلولوز.

سؤال ب-5:
ما هي الأفضلية للنبات من أن إدخار السكريات في البذرة يتم كمتعددة سكريات وليس كأحادية سكريات؟

سؤال ب-6:
كيف يمكن أن نشرح وجود الملتوز في البذور، مثلًا: بذور حبوب النجيليات، في مراحل الإنبات بالذات.

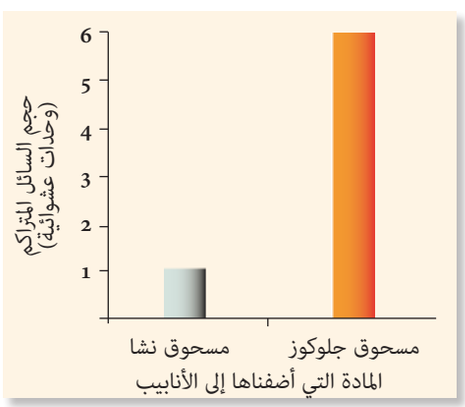
سؤال ب-7:
تعرض الرسمة ب - 10 رسومًا بيانية. يوجد رسم بياني واحد فقط يعرض بالشكل الصحيح التغيير في كمية النشا والجلوكوز، مع مرور الوقت، خلال عملية إنزيماتية لإنتاج النشا. ما هي الرسمة الصحيحة؟ علِّلوا اختياركم.

الرسمة ب - 10: التغييرات في كمية الجلوكوز والنشا، مع مرور الوقت، خلال عملية إنزيماتية لإنتاج النشا.
انتبهوا! رسم بياني واحد صحيح فقط

سؤال ب -8:
قارنوا بين سيلولوز، ملتوز، فروكتوز وجليكوجين بحسب المميزات الآتية: نوع الكربوهيدرات، الحلاوة (نعم / كلا)، ذائبة في الماء، وجودها في النباتات والحيوانات ووظيفتها. ركزوا إجاباتكم في جدول.

سؤال ب -9:
تعرض الرسمة ب - 11 نتائج تجربة. قام باحث بتقطيع مكعبات كوسا متماثلة بالكبر. أدخل 10 مكعبات كوسا إلى كل أنبوبة من الأنابيب الست، ثم أدخل مسحوق جلوكوز إلى 3 منها، أما الأنابيب الأخرى، فقد أضاف إليها مسحوق نشا بنفس كتلة الجلوكوز التي أضافها في الأنابيب الثلاثة الأولى.
بعد مرور ساعة، قاس حجم السائل الذي تراكم في الأنابيب.
تمعنوا في الرسمة وأجيبوا عن الأسئلة الآتية:

أ. اقترحوا عنوانًا مناسبًا للرسمة.
ب. صفوا نتائج التجربة
ج. اشرحوا نتائج التجربة من خلال استعمال المصطلحين ذائبة واسموزا.
تطرقوا إلى الفروق بين النشا والجلوكوز.
د. هل ، بحسب رأيكم، كان من المتوقع أن نحصل على سائل في أنبوبة النشا؟
اقترحوا شرحًا لوجود سائل في هذه الأنبوبة.
هـ. لماذا استعمل الباحث 3 أنابيب في كل فحص؟



الرسمة ب - 11: نتائج التجربة.

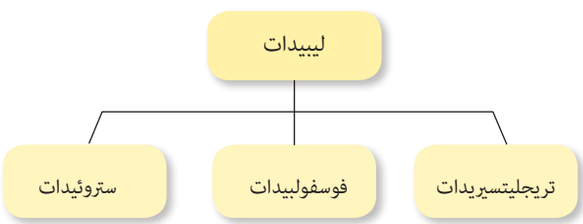
ب2. ليبيدات

الليبيدات في حياتنا اليومية، نسمِّيها دهنيات ويوجد فكرة سلبية عنها وهي تعتبر عند معظمنا مادة "غير صحية". جزء من تصورنا السلبي عنها صحيح، لأن الاستهلاك الزائد لليبيدات يؤدي إلى السمنة وقد يؤدي إلى أمراض في الأوعية الدموية والقلب. وتُشير بعض الأبحاث إلى أن هناك علاقة بين الاستهلاك الزائد لليبيدات وبين تطور أنواع أمراض سرطان مختلفة.
على الرغم من ذلك، من المهم أن نعي أن استهلاك الليبيدت بكمية معينة ضروري للصحة، لذا عندما نقوم بحمية غذائية لتخفيف الوزن، يجب أن تشتمل التغذية على ليبيدات.
تؤدي التغذية التي ينقصها ليبيدات، في المرحلة الأولى، إلى جفاف جلد الوجه وإلى تساقط الشعر.
ومع مرور الوقت، تؤذي الجهاز العصبي وجهاز المناعة وتؤدي إلى مشاكل في ضغط الدم وغير ذلك.

ما هي الليبيدات؟

كما ذكرنا، في حياتنا اليومية نسمِّي عادةً **الليبيدات** باسم دهنيات، لكن الدهنيات هي مجموعة ثانوية في المجموعة الواسعة المسماة ليبيدات. الليبيدات هي مجموعة مواد عضوية متنوعة جدًا من ناحية المكونات والمبنى الكيميائي. الصفة المشتركة لجميع الليبيدات أنها لا تذوب في الماء. (هيدروفوبية **hydro**=ماء، **phobos**=تكره). معظم الليبيدات مكونة من سلاسل أو من حلقات ذرات كربون وهيدروجين وهي تشتمل على عناصر أخرى، مثل: الأكسجين والفوسفور. المجموعات الأساسية لليبيدات هي تريجليتسيريدات، فوسفوليبيدات وسترئويدات (الرسمة ب - 2).

يوجد لليبيدات وظائف متنوعة: فهي تُستعمل مصدر طاقة، مادة حماية وعزل، تكوِّن أغشية الخلايا والعضيات، تُذيب فيتامينات معينة وهي مادة خام لإنتاج مواد مختلفة في الكائنات الحية.
فيما بعد، نعرض أمثلة عن وظائف مجموعات الليبيدات المختلفة، لكن في البداية، نتعرف على المواد الأساسية التي تبني معظم الليبيدات.

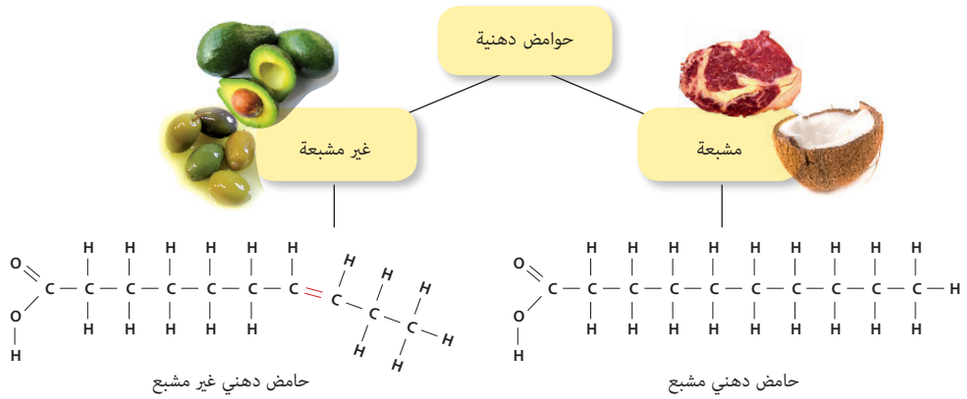


الرسمة ب- 12: المجموعات الأساسية لليبيدات.

ب1.2 الحوامض الدهنية — المواد الأساسية التي تبني الليبيدات

مواد البناء الأساسية لليبيدات كثيرة وهي جزيئات **حوامض دهنية**. لا نجد هذه الجزيئات في الطبيعة بشكل حر، بل هي مرتبطة بمركبات أخرى. الحوامض الدهنية مبنية من هيكل فيه من 2 حتى 36 ذرة كربون مرتبطة ببعضها. ترتبط مجموعة كربوكسيلية (**COOH**)، بالكربون الأخير الموجود في طرف السلسلة. أما باقي الكربونات أو قسم منها فهي مرتبطة بذرات هيدروجين (انظروا الرسمة ب- 13).
تنقسم الحوامض الدهنية إلى مجموعتين: **حوامض دهنية مشبعة وحوامض دهنية غير مشبعة**. في الحوامض الدهنية المشبعة، جميع ذرات الكربون في الهيكل (باستثناء ذرتي الكربون الموجودتان في الطرفين) مرتبطة كل واحدة منها بذرتَيْ هيدروجين، وهذا يعني أنها مشبعة بجميعَ ذرات الهيدروجين الممكنة.
مبنى جزيئات الحوامض الدهنية المشبعة هو مستقيم. في الحوامض الدهنية غير المشبعة، يوجد رابط ثنائي (زوجي) بين ذرتَيْ كربون متجاورتين. يمكن أن يكون أكثر من رابط ثنائي في حوامض دهنية غير مشبعة، وهي تتميز بمبنى منحني. قسم من الحوامض الدهنية المشبعة، يوجد لها تأثير سلبي على صحة الإنسان.

للمزيد عن
الحوامض الدهنية المشبعة وتأثيرها السلبي على صحة الإنسان:
انظروا الفصل السادس، صفحات 193-192



الرسمة ب- 13: حوامض دهنية مشبعة (سلاسل مستقيمة) وغير مشبعة (منحنية)

حوامض دهنية ضرورية

يستطيع جسم الإنسان أن يُنْتِج بذاته معظم الحوامض الدهنية من مواد أخرى. لماذا، إذن، التغذية التي لا يوجد فيها ليبيدات بتاتًا، قد تؤذي أداء جسم الإنسان، حتى لو كانت التغذية متنوعة وتحتوي على عدد كاف من السعرات الحرارية؟ السبب لذلك أن الجسم لا يستطيع أن يبني حامضين دهنيين بذاته وهو بحاجة إليهما ويجب الحصول عليها من الغذاء.

هذه الحوامض الدهنية نسمّيها **حوامض دهنية ضرورية**. الحامضان الدهنيان الضروريان هما: حامض اللينوليك وحامض اللينولنيت، وهما غير مشبعان وقد سُمِّي الأول أومجا - 6 والثاني أومجا 3، يُشير الاسم أومجا إلى مكان الرابط الثنائي (الزوجي) في سلسلة الكربونات.

يوجد للحوامض الدهنية الضرورية وظائف مهمة في إنتاج الهورمونات، تخثر الدم، الحفاظ على ضغط دم سليم، بناء أغشية الخلايا وغير ذلك، وفي حالة نقصها فإنّ أداء الجسم يتضرر.

يحتوي حليب الأم على كميات كبيرة من الحوامض الدهنية الضرورية، وهذا الأمر يُشير إلى أهميتها الكبرى للتطور السليم للطفل، وقد أشارت الأبحاث إلى أن النقص في حوامض دهنية ضرورية عند الأطفال والحيوانات الصغيرة، يعيق النمو ويؤدي إلى ضرر غير قابل للتصحيح (غير منعكس) في الجهاز العصبي.

حامض اللينوليك- ينتمي إلى مجموعة الحوامض الدهنية التي نسمِّيها أومجا **6** وهو موجود في زيوت النباتات مثل،: زيت الذرة، زيت القرطم، زيت عباد الشمس، الأفوكادو وغير ذلك.

حامض اللينولنيت - ينتمي إلى مجموعة الحوامض الدهنية التي نسمِّيها أومجا 3 وهو موجود بالأساس في الأسماك التي تعيش في أعماق البحار كالسلمون والتونا، كما نجد هذا الحامض الدهني في جوز الملك (جوز كاليفورنيا)، في زيت الكتان وفي زيت الكانولا.

يحتوي الغذاء الغربي على كميات كبيرة جدًا من حوامض أومجا 6 وعلى كميات قليلة من حوامض أومجا 3. تُشير الأبحاث إلى أن الأداء السليم للجسم يحتاج إلى نسبة متوازنة بين استهلاك حوامض أومجا 3 وحوامض أومجا 6. إنَّ النقص في التوازن بين هذين الحامضين الدهنيين يؤذي أداء الجهاز العصبي، القلب والجلد لذا يوصي المختصون في التغذية، اليوم، الإكثار من تناول الأغذية الغنية بحوامض أومجا 3 وتقليل الأغذية الغنية بأومجا 6.

سؤال ب-10:

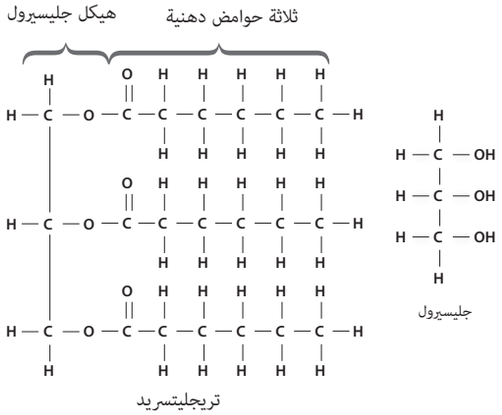
يستطيع جسم الإنسان أن يُنْتِج معظم الحوامض الدهنية بذاته بمساعدة إنزيمات مناسبة موجودة في أجسامنا. بناءً على ما تعلَّمتموه حتى الآن، من أي المواد الخام يستطيع الجسم أن يبني حوامض دهنية؟ اشرحوا إجاباتكم.

ب2.2 تريجليتسيريدت — دهنيات (fats) وزيوت (oils)

كما ذكرنا، في حياتنا اليومية نسمِّي عادةً جميع الليبيدات باسم دهنيات، لكن بحسب ما سنتعلَّمه في هذا البند، من الناحية العلمية، يتطرق المصطلح دهنيات فقط إلى قسم من **التريجليتسريدات** (التي هي إحدى المجموعات الثلاث الرئيسية لليبيدات). التريجليتسريدات (تري = ثلاثة) هي الشائعة من بين الليبيدات. نلاحظ في الرسمة ب - 14 أن التريجلتسريدات مبنية من هيكل جليسيرول مرتبطة به ثلاثة حوامض دهنية.

تحتوي جميع التريجليتسريدات على حوامض دهنية مشبعة وغير مشبعة، لكن بنسب مختلفة. إنَّ نوع الحوامض الدهنية التي تبني التريجلتسريدات هو الذي يحدد صفات التريجلتسريد:

إذا كانت معظم الحوامض الدهنية مشبعة، فإن ذلك يؤدي إلى أن تكون المادة صلبة في درجة حرارة الغرفة، وعندئذ نسمِّيه **دهنًا**. لكن إذا كانت معظم الحوامض الدهنية غير مشبعة فإن ذلك يؤدي إلى أن تكون المادة سائلة في درجة حرارة الغرفة، وعندئذ نسمِّيه **زيتًا** (الرسمة ب- 15).



الرسمة ب-14: مبنى جليسيرول (على اليمين)ومثال لمبنى تريجليتسيريد (على اليسار)

الدهنيات موجودة بالأساس في المواد الغذائية التي مصدرها من الحيوان، مثل: اللحوم، البيض ومنتجات الحليب، من بينها الزبدة، لكن نجدها أيضًا في بعض النباتات، مثل: ثمار جوز الهند والنخيل. الزيوت موجودة بالأساس في النباتات، مثل: ثمار الزيتون والأفوكادو، لكن في الحيوانات أيضًا، مثل: الطيور والأسماك.

في معظم الكائنات الحية تقريبًا، تُستعمل التريجلتسيريدات مخازن طاقة طويلة الأمد. يتم في الحيوانات تخزين كميات كبيرة من التريجلتسيريدات على شكل قطرات من الدهنيات في خلايا النسيج الدهني. في قسم من النباتات، مثل: الفستق، الجوز واللوز، تشكل التريجلتسريدات معظم مواد التخزين للجنين الموجود في البذرة.

تنبع الملاءمة بين التريجلتسيريدات وبين وظيفتها كمخازن للطاقة مما يلي:

- قيمة الطاقة العالية — كمية الطاقة التي نستخرجها من غرام واحد تريجلتسريدات (دهن أو زيت) أكبر بكثير من كمية الطاقة التي نستخرجها من غرام واحد نشا أو جليكوجين.
- عدم الذائبية في الماء — التريجلتسيريدات كما هو الأمر في المواد المتعددة السكريات، لا تذوب في الماء، لذا فهي لا تغيِّر التركيز الأسموزي في الخلايا.

الرسمة ب - 15: رسم تخطيطي لحوامض دهنية في الزيت (زيت الزيتون) وفي الدهن (زبدة).

يوجد للتريجلتسيريدات وظائف إضافية في الأنسجة الدهنية في الحيوانات: حماية أنسجة وأعضاء داخلية في الجسم من إصابات فيزيائية، عزل الجسم عن درجات حرارة منخفضة في البيئة المحيطة، من خلال طبقات دهنية تتراكم تحت الجلد.(عند الحيوانات التي تعيش في بيوت تنمية باردة جدًا، مثل: الحوت والدب القطبي).

للمزيد عن

قيمة طاقة الليبيدات:
انظروا الفصل السادس، صفحة 165.

سؤال ب - 11:
في أي حالات من المتوقع تحليل تريجلتسيريدات في أجسام الكائنات الحية؟ أعطوا مثالًا واحدًا في النباتات ومثالًا واحدًا في الحيوانات.

سؤال ب-12:
مادة الإدخار الأساسية في النباتات هي النشا، أما في الحيوانات فهي الليبيدات. اشرحوا، ما هي الأفضلية للحيوانات من الليبيدات كمادة للإدخار؟

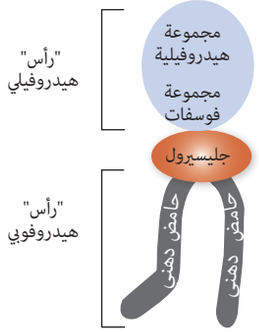
علاقة بموضوع

الخلية - مبنى ونشاط: *الأغشية البيولوجية مبنية من طبقة مزدوجة من الفوسوليبيدات.*

ب3.2 فوسفوليبيدات

تُستعمل **الفوسوليبيدات** كمادة أساسية في بناء أغشية بيولوجية: أغشية خلايا وأغشية عضيات داخل الخلايا.

نلاحظ في الرسمة ب - 16 أن الفوسفوليبيدات مبنية من هيكل جليسيرول مرتبط بطرف واحد بحامضيين دهنيين يشكلان "ذنب هيدروفوبي"، وفي الطرف الثاني مرتبطة مجموعة فوسفورية (فوسفات) ومجموعة كيميائية إضافية تشكل "رأس أو طرف هيدروفيلي"



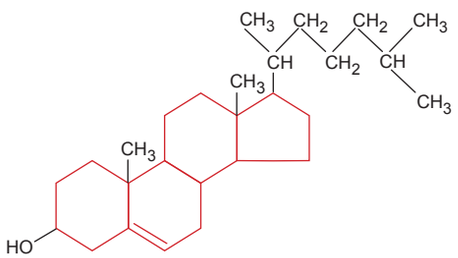
الرسمة ب - 16: مبنى تخطيطي للفوسفوليبيد

ب4.2 ستروئيدات

مجموعة إضافية من الليبيدات هي **الستروئيدات.** هذه المواد عكس التريجلتسريدات والفوسفوليبيدات، لأنها لا تحتوي على حوامض دهنية. في جميع الستروئيدات يوجد هيكل ثابت وهو مكون من أربع حلقات كربونية متلاصقة، وتختلف الستروئيدات عن بعضها في المجموعات المرتبطة بالهيكل وبالأماكن (الكربونات) التي ترتبط بها هذه المجموعات. من بين المواد المختلفة التي تنتمي إلى الستروئيدات هي: الكولسترول، هورمون **D** وهورمونات التناسل.

الستروئيد الشائع في أنسجة الحيوانات هو **الكولسترول.** نعرض مبناه في الرسمة ب - 17. من المهم أن نعرف أن الكولسترول غير موجود في النباتات(من هنا الكولسترول موجود في مواد غذائية مصدرها من الحيوان فقط).

لدينا فكرة سيئة عن الكولسترول، لأنه مرتبط بأمراض الأوعية الدموية والقلب. تشير الأبحاث الطبية إلى أن هناك علاقة بين مستوى كولسترول عالٍ في الدم وبين ارتفاع خطورة الإصابة بنوبة قلبية، لكن الحقيقة أن مستوى منخفض جدًا للكولسترول في الدم هو أيضًا غير مرغوب.



الرسمة ب - 17: الصيغة البنائية للكولسترول.أشرنا **إلى هيكل الستروئيد بلون.**

للمزيد عن

الكولسترول وعلاقته بصحة الإنسان: *انظروا الفصل السادس، صفحات 192-193.*

يوجد **للكولسترول** وظائف مهمة في جسم الإنسان -

- هو أحد مكونات أغشية الخلايا ويوجد له وظيفة في تنظيم مرونتها.
- هو مادة خام لإنتاج مواد كثيرة من بينها هورمونات ستروئيدية (على سبيل المثال هورمونات التناسل استروجن وطوستسطرون)، فيتامين **D** وأملاح المرارة.

قليلًا من المعلومات عن ...

ستروئيدات في الرياضة والطب

عندما نتحدث عن الستروئيدات في سياق الرياضة، فإننا نتحدث عن مواد اصطناعية مبناها يشبه مبنى هورمونات التناسل الذكرية (ستروئيدات بناء). تحفز هذه المواد نمو عضلات وتزيد من ظهور الصفات الجنسية الثانوية "الرجولية". نستعمل الستروئيدات في الطب في حالات فيها جسم الرجل لا يُنْتِج طوستطرون بكمية كافية.

من المهم أن نعرف أنه عندما نستعمل الستروئيدات دون رقابة طبية، قد يؤدي ذلك إلى عوارض جانبية مختلفة، مثل: إيقاف النمو عند الشباب، تضمر الخصيتين عند الرجال، ظهور صفات خارجية "رجولية" عند النساء، أنواع سرطانات مختلفة، إصابة عضلة القلب وغير ذلك.

نستعمل في الطب أيضًا مجموعة أخرى من الأدوية الستروئيدية التي تؤثر على جهاز المناعة وتمنع من إنتاج مواد متعلقة بردود فعل للحساسية، مثل: الربو والإلتهابات كالتهاب المفاصل.

سؤال ب -13:

أ. لخصوا الصفات المشتركة لجميع اللبيدات.

ب. لخصوا لكل مجموعة من اللبيدات ما يلي: وحدات البناء، ووظائفها االأساسية في النباتات والحيوانات. نظِّموا إجاباتكم في جدول.

ب3. بروتينات

يوجد للبروتينات وظائف مركزية ومهمة في الكائنات الحية، حيث يشير إلى ذلك اسم البروتينات – **protein** – في اليونانية الذي معناه الأول أو الأولي. يمكن تجسيد أهمية البروتينات الكبيرة للكائنات الحية، من خلال الأضرار الكثيرة التي قد يسببها عدم أداء بروتينٍ واحد. على الرغم من وجود نشاط لعشرات الآلاف من البروتينات المختلفة في الجسم، إلا أنه عادةً لا يمكن أن نجد في الجسم بروتين بديل لبروتين معين لا يقوم بوظيفته في الجسم، وذلك بسبب الوظيفة الخاصة لكل بروتين.

تقوم **البروتينات** بوظائف كثيرة في الكائنات الحي. تقريبًا في كل نشاط يحدث في خلايا الكائنات الحية، نجد بروتين واحد أو أكثر يشترك في هذا النشاط. تنوع البروتينات في الطبيعة هائل جدًا، وفي الخلية الواحدة نجد آلاف البروتينات التي تعمل بجانب بعضها. معظم كتلة البروتينات في أجسام الكائنات الحية هي **بروتينات بنائية .** وهي تُستخدم لبناء خلايا الجسم وأنسجته كالجولجن في الأوتار، في الجلد في العظام والغضاريف والكارتين في الأظافر والشعر. أما باقي كتلة البروتينات فهي **بروتينات وظيفية** تقوم بنشاطات متنوعة في الكائنات الحية. عندما يحدث نقص في الكربوهيدرات والدهنيات، فإن البروتينات تُستخدم كمصدر للطاقة أيضًا.

علاقة بموضوع

الخلية مبنى ونشاط:
إنزيمات، قنوات، ناقلات.

البروتينات الوظيفية الأساسية هي:

- **الإنزيمات** التي تعمل كمنشطات بيولوجية وتُتيح حدوث تفاعلات كيميائية في أجهزة بيولوجية بوتيرة مناسبة، على الرغم من الشروط المعتدلة التي تسودها.
- **الهورمونات وبروتينات أخرى مسؤولة عن التنظيم**، تشكل إشارات إلى تغيُّرات في مستويات النشاطات في الخلية، أو مستقبلات لإشارات مختلفة.
- **القنوات والناقلات** الموجودة في غشاء الخلية وفي أغشية عضيات داخل الخلية، تُستخدم لعبور ونقل مواد عبر الأغشية.
- **المضادات** التي تشترك في حماية الجسم من العوامل الغريبة ومن الخلايا السرطانية.
- **بروتينات النقل** التي تنقل مواد من عضو إلى آخر (مثلاً: الهيموغلوبين).
- **بروتينات تخثر الدم** التي تساعد على منع فقدان دم أثناء حدوث جُرح في الجسم، حيث يتم ذلك من خلال إيقاف النزيف (من بينها عوامل التخثر والفيبرونجين).
- **بروتينات تقوم بملاءمة وبتنسيق الحركة** وهي تُكسب الخلايا والحيوانات القدرة على الانقباض، وعلى تغيير الشكل والحركة (على سبيل المثال الأكتين والميوزين).
- **بروتينات تشترك في الحفاظ على التركيز الأسموزي في الدم والسوائل** بين الخلايا. البروتين الأساسي المسؤول عن ذلك هو الألبومين.

قليلًا من المعلومات عن ...

سوء التغذية والنقص في بروتين ألبومين

عند قبائل معينة في أفريقيا، بالأساس عند أطفال حديثي السن، ينتشر مرض شائع بسبب نقص بروتين معين في الغذاء. يتميز هؤلاء الأطفال المصابين بهذا المرض ببطن منفوخ جدًا. يظهر هذا المرض عادةً بعد عدة شهور من الفطام الإضراري لهؤلاء الأطفال من حليب الأم والذي يحدث في معظم الحالات في أعقاب ولادة طفل جديد وبسبب الانتقال إلى غذاء غني في الكربوهيدرات وفقير في البروتينات. يعاني الأطفال المصابين بهذا المرض من إعاقة في النمو، من مشاكل في جهاز المناعة بسبب عدم إنتاج مضادات ومن مشاكل تراكم سوائل، حيث يتم التعبير عنها بانتفاخ البطن أيضًا.

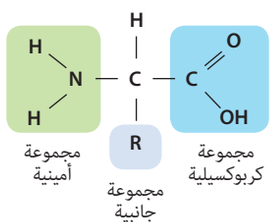
لماذا تتراكم السوائل؟

في حالة نقص بروتينات في الغذاء تَنْتُج في الجسم كمية قلية من الألبومين. نتيجةً لذلك ينخفض التركيز الأسموزي في الدم ونتيجةً لذلك ينخفض الفرق بين تركيز السائل داخل الأوعية الدموية وخارجها ويتراكم ماء في الفراغات الموجودة بين الخلايا. هذه المياه تُنْتج وذمة (تجمُّع سائل) ومع مرور الوقت هي المسؤولة عن ظاهرة البطن المنفوخ الذي نراه عند الأطفال الذين يعانون من الجوع.

الحوامض الأمينية، هي مواد البناء الأساسية للبروتينات. كل البروتينات في جميع الكائنات الحية - الحيوانات، البكتيريا، الفطريات والنباتات مبنية من 20 حامضًا أمينيًا مختلفًا. يوجد مبنى مشترك لجميع الحوامض الأمينية. نلاحظ في الرسمة ب - 18 أنها مبنية من ذرة كربون في الوسط ترتبط بمجموعة كربوكسيلية **(COOH)**، بمجموعة أمينية **(NH_2)**، بذرة هيدروجين **(H)** وبمجموعة جانبية أشرنا إليها في الرسمة بالحرف **R**.

الفكرة المركزية

التجانس والتباين: *يعتمد التنوع الكبير للبروتينات على عدد قليل من الحوامض الأمينية*



الرسمة ب -18: مبنى عام للحامض الأميني

انتبهوا! الحوامض الأمينية مبنية من ذرات كربون، هيدروجين وأكسجين كما هو الأمر في الجلوكوز والحوامض الدهنية، لكن إضافةً إلى كل ذلك، يوجد في كل حامض أميني ذرة **نيتروجين** واحدة على الأقل. تختلف الحوامض الأمينية عن بعضها بالمجموعة الجانبية وتختلف المجموعات الجانبية عن بعضها في المبنى، الكبر، الشحنة الكهربائية التي تحملها، بقدرتها على إنتاج روابط كيميائية وبنشاطها الكيميائي. قوى الجذب والتنافر بين المجموعات الجانبية في البروتين هي التي تحدد المبنى الفراغي للبروتين.

تستطيع النباتات إنتاج جميع الحوامض الأمينية (20 حامضًا أمينيًا) من الكربوهيدرات التي نَتَجت في عملية التركيب الضوئي مع إضافة نيتروجين تحصل عليه النبتة من النيترات الموجود في التربة (مركبات نيتروجين وأكسجين) . أما الإنزيمات في جسم الإنسان والحيوانات الأخرى، تستطيع أن تُنْتج قسمًا من الحوامض الأمينية. يستطيع الإنسان والحيوان إنتاج هذه الحوامض الأمينية بشكل ذاتي من مواد وسطية تَتَّجُ خلال عملية التنفس الخلوي ومسارات بيوكيميائية أخرى، لذا غير ضروري أن تكون في المواد الغذائية. لا يستطيع الجسم أن يُنْتج 8 حوامض أمينية من 20 حامضًا بسبب نقص من الإنزيمات التي يحتاجها الجسم لبناء هذه الحوامض الأمينية. الحوامض الأمينية التي **لا يستطيع** الجسم أن يُنْتجها بذاته نسمِّيها **حوامض أمينية ضرورية.** أما باقي الحوامض الأمينية فهي تَنْتُج في الجسم ونسمِّيها حوامض **أمينية غير ضرورية.**

من المهم أن نذكر أن بناء البروتينات في الجسم يحتاج إلى **جميع** الحوامض الأمينية (20 حامضًا) والمصطلح "ضروري" يتطرق فقط إلى الحاجة لاستيعابها من الغذاء.

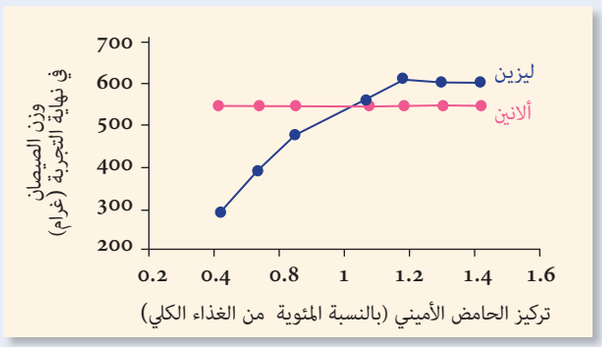
معظم أنواع الغذاء التي مصدرها من الحيوان (اللحوم، البيض ومُنْتَجات الحليب) تحتوي على جميع الحوامض الأمينية الضرورية. نجد الحوامض الأمينية الضرورية في مواد غذائية مصدرها من النبات، لكن كل نوع غذاء مصدره من النبات ينقصه قسم من الحوامض الأمينية الضرورية. لكي يحصل الإنسان الذي تعتمد تغذيته على النباتات أو الغذاء الطبيعي، على جميع الحوامض الأمينية الضرورية، يجب عليه أن يتناول موادًا غذائية من مصادر مختلفة.

سؤال ب -14:

في بعض المدارس، يحصل الأطفال على مواد غذائية مصدرها من النبات. في هذه المدارس، يجب أن يحصل هؤلاء الأطفال في وجبة الغذاء على بقوليات، حبوب النجيليات ومُنْتَجات الحليب (مثل: البرغل، العدس واليوجورت) اشرحوا السبب.

نافذة البحث

لكي نفحص تأثير حامضان أمينيان (ليزين وألنين) على تطور صيصان، نُفِّذ البحث الآتي:
أخذ الباحث 7 مجموعات من الصيصان في كل منها 10 صيصان. وقد حصلت هذه المجموعات على غذاء يختلف عن بعضه في تركيز الليزين، وبالمقابل حصلت 7 مجموعات أخرى من الصيصان على غذاء يختلف عن بعضه في تركيز الألنين.
أما باقي شروط التجربة فبقيت متماثلة، مثل: عُمر الصيصان (أسابيع)، وزنها ، قيمة السعرات الحرارية للغذاء ومكوناته الإضافية وظروف المعيشة الأخرى. بعد مرور خمسة أشهر منذ بداية التجربة، قام الباحث بتوزين الصيصان. أمامكم الرسمة ب - 19 التي تعرض نتائج التجربة.



الرسمة ب - 19: تأثير تراكيز مختلفة من اليزين والأنين في الغذاء على وزن الصيصان

سؤال ب - 15:

أ. لماذا شدَّد الباحث أن تكون 10 صيصان في كل مجموعة تجربة ولم يكتفِ في صوص واحد في كل مجموعة؟

ب. في إحدى مجموعات الصيصان التي حصلت على ليزين، لم يتغيَّر تقريبًا وزن صوص واحد خلال التجربة، أما باقي الصيصان التسعة في نفس المجموعة، فقد ارتفع وزنها بمقدار متساوٍ تقريبًا. الإمكانيات الممكنة أمام الباحث هي:

1. إخراج معطيات هذا الصوص من حِساب المعدل.

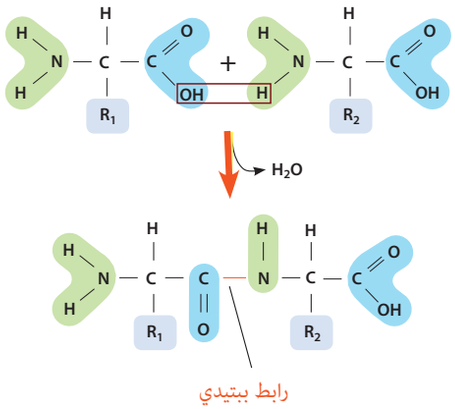
2. ادخال معطيات هذا الصوص في حِساب المعدل.

اختاروا الإمكانية التي ترونها صحيحة، ثم علِّلوا اختياركم.

ج. ما هي أهمية الحفاظ على شروط متماثلة في جميع مجموعات التجربة باستثناء كمية الحامض الأميني في الغذاء؟

د. اعتمدوا على نتائج التجربة وخمِّنوا الحامضي الأميني الضروري للصيصان، هل الليزين أم الألانين؟ اشرحوا إجاباتكم.

هـ. ما هو تركيز الحامض الأميني الضروري الذي من الأفضل إضافته إلى الغذاء؟ كيف توصلتم إلى هذا الاستنتاج؟



الرسمة ب-20: تكوين رابط ببتيدي بين حامضين أمينيين

الرسمة ب -21: مبنى فراغي لبروتين

البروتين هو سلسلة من الحوامض الأمينية المرتبطة ببعضها **برابط ببتيدي** (الرسمة ب -20).
المبنى الفراغي لجزيء البروتين معقد، نحصل عليه من انحناء، انعطاف وطي السلسلة (انظروا الرسمة ب - 21). يتم تحديد المبنى الفراغي للبروتين بحسب الحوامض الأمينية الموجودة في السلسلة، ويتم تصميمه وتثبيته بواسطة الروابط بينها (إضافة للروابط الببتيدية).

علاقة بموضوع

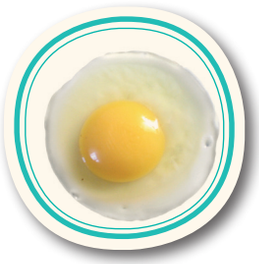
الخلية مبنى ونشاط:
المبنى الفراغي للبروتين ضروري لأدائه، مثلا: الإنزيمات.

نشاط البروتينات الوظيفية (انزيمات، مستقبلات، مضادات، ناقلات) متعلق بمبناها الفراغي وبالملاءمة بين البروتين والمادة التي يعمل عليها: الإنزيم ملائم بشكل خاص لمادة معينة، المضاد ملائم لأنتجين (جسم غريب) معين. وأيضًا صفات البروتينات البنائية متعلقة بمبناها الفراغي. بكلمات أخرى، تقريبًا كل تغيير في مبنى البروتين يؤدي إلى تغيير في أدائه.

الفكرة المركزية

ملاءمة بين المبنى والوظيفة:
المبنى الفراغي السليم للبروتين هو شرط مهم لأداء وظيفته.

الظروف المحيطة الموجود فيها البروتين لها تأثير كبير على مبناه الفراغي. في ظروف متطرفة، مثل: درجة حرارة عالية، تركيز أملاح عالٍ وتغيير في درجة الحامضية ، يفقد البروتين مبناه الطبيعي الفراغي وفي معظم الحالات يفقد نشاطه البيولوجي أيضًا. فقدان المبنى الفراغي الطبيعي للبروتين نسمِّيه هدم المبنى، مثلا: عندما نقلي بيضة، فإن البروتين ألبومين الموجود في المحلول السائل الشفاف يمر بعملية هدم، يتخثر ويتحول إلى صلب أبيض.



سؤال ب -16:
اشرحوا، كيف يؤثر تسلسل الحوامض الأمينية في البروتين على وظيفته؟

سؤال ب-17:
جميع البروتينات، في جميع الكائنات الحية مبنية من نفس الحوامض الأمينية. ما معنى هذه الحقيقية:

أ. من ناحية قدرة الكائنات الحية أن تتغذى الواحدة على الأُخرى؟

ب. كيف يستطيع الإنسان أن يستفيد من الحقيقة أن الشيفرة الوراثية لبناء البروتينات متماثلة في جميع الكائنات الحية؟ أعطوا مثالًا واحدًا على الأقل.

علاقة بموضوع

الخلية مبنى ونشاط:
الشيفرة الوراثية هي معلومات لبناء بروتينات.

ب4. فيتامينات

في سنة 2003، نُشرت عناوين ضخمة في جميع الصحف في البلاد: " مرض غريب أصاب 10 أطفال في مناطق مختلفة في البلاد"، يعاني جميع الأطفال المصابين من ظواهر متشابهة، في البداية أُصيبوا هؤلاء الأطفال في الجهاز الهضمي، أما في مرحلة متأخرة، ظهرت عندهم تشنجات، مشاكل في قدرة تركيز العينين، لا مبالاة ومشاكل عصبية أخرى.

بناءً على الظواهر التي يعاني منها أحد الأطفال، اعتقدت طبيبة الأعصاب التي عالجته أنه يعاني من مرض "بري - بري" الناجم عن نقص في **فيتامين B_1** (ثيامين).

هذا المرض معروف منذ أكثر من 1000 سنة، وقد كان شائعًا بالأساس في جنوب شرق آسيا وقد راح ضحيته مليون شخص.

معنى المرض "بري -بري" باللغة الأجنبية هو ضعف متطرف.

بدأت الطبيبة بحقن الطفل بفيتامين B_1 وبعد الحقنة الأولى، تحسن وضع الطفل بشكل كبير جدًا.

عند بحث الظاهرة، اتضح أن هذا الطفل يتغذي على غذاء مصدره من النبات كبديل لحليب الأم، وقد أُصيب هذا الطفل كسائر الأطفال الذين أُصيبوا بالمرض الغريب. أشارت فحوصات مكونات هذا الغذاء البديل لحليب الأم أنه لا يحتوي على فيتامين B_1 بتاتًا، على الرغم من أنه سُجِّلت على علبة الغذاء أنه يحتوي على هذا الفيتامين بمستوى كاف. تعبر هذه الحالة عن التأثير الحاسم للفيتامينات على الأداء والصحة وحتى على حياة الكائن الحيّ أيضًا.

ما هي الفيتامينات؟ ولماذا هي ضرورية جدًا لصحة الكائن الحي ⁉

الفيتامينات، هي مجموعة مكونة من 13 مادة عضوية يحتاجها الإنسان والحيوان بكميات قليلة جدًا (**vita** – معناها حياة باللغة اللاتينية; **amin** – أعطي هذا الاسم من الافتراض الخاطئ في الماضي أن الفيتامينات تنتمي إلى مجموعة الحوامض الأمينية).

تختلف الفيتامينات عن الكربوهيدرات، الدهنيات والبروتينات، فهي لا تُستعمل كمصدر للطاقة وهي ليست مادة خام لبناء خلايا وأنسجة، لكنها ضرورية للأداء السليم لعمليات بيوكيميائية كثيرة تتم في جسم الكائن الحي. وقد تعلّمنا ذلك من الأطفال الذين مرضوا بسبب نقص مستمر في أحد الفيتامينات.

أصبح من المعروف اليوم أن كل نوع من أنواع الفيتامينات له نشاط خاص(يمكنكم قراءة ذلك في جدول 1 في الملحق الذي يظهر في نهاية الكتاب). النقص المستمر في فيتامين معين أو فائض كبير فيه، قد يؤدي إلى خلل في الأداءالسليم للخلايا وأنسجة الجسم.

تحتاج النباتات الفيتامينات كما يحتاجها الإنسان والحيوان. تستطيع النباتات أن تُنْتِج بذاتها الفيتامينات من مواد خام مختلفة، لكن الإنسان والحيوانات لا تُنْتِج بذاتها معظم الفيتامينات. ولا تُنْتِج بشكل كافٍ الفيتامينات الأخرى، لذا يجب أن يحتوي غذائها على فيتامينات.

ما هو مصدر الفيتامينات في تغذية الإنسان والحيوان ⁉

النبات هو مصدر معظم الفيتامينات للإنسان والحيوان (الرسمة ب - 22). نجد الفيتامينات بالأساس في الأوراق الخضراء، وداخل قشرة الفواكة والخضروات ونجدها قليلًا في أعضاء التخزين عند النباتات.

الفيتامين B_{12} هو الفيتامين الوحيد الذي لا نجده في النبات، ويمكن الحصول عليه فقط من مُنْتَجات مصدرها من الحيوان، مثل، الكبد، اللحوم، الأسماك، الطيور، البيض، الحليب ومنتجاته.

الرسمة ب-22: المصدر الأساسي لمعظم الفيتامينات هو النبات

النباتيون والأشخاص الذين يتناولون المواد الغذائية الطبيعية، يحصلون على كميات قليلة من الفيتامينات، لذا يجب عليهم الحصول على فيتامينات من خلال تناول أقراص أو حقن تحتوي على فيتامينات. عندما تكون التغذية متوازنة، لا نحتاج إلى إضافة فيتامينات إلى الغذاء أو إضافة مواد غذائية صناعية تحتوي على فيتامينات. في الدول التي فيها التغذية فقيرة في الفيتامينات وغير متوازنة، فإنهم يضيفون فيتامينات إلى مُنْتَجات غذاء شائعة، مثل: الطحين، حبوب الصباح، حليب وزيوت الطعام. في البلاد، يضيف المنتجون فيتامينات إلى حليب قليل الدسم، مرجرين (زبدة نباتية صناعية) وإلى مُنْتَجات كثيرة أخرى.

تختلف الفيتامينات عن بعضها بالمبنى الكيميائي. نقسمها عادةً إلى مجموعتين بحسب ذائبيتها: فيتامينات تذوب في الدهنيات (فيتامينات **A, D, E** وَ **K**) وفيتامينات تذوب في الماء (فيتامينات من مجموعة **B** وفيتامين **C**)**.** صفة الذائبية للفيتامينات هي التي تحدد مدى انتشارها في المواد الغذائية المختلفة، كما أنها تحدد طريقة امتصاصها في الجسم وعملية هدمها وبنائها (العملية الأيضية) وطريقة تخزينها في الجسم. الفيتامينات التي تذوب في الماء ليست ثابتة من ناحية كيميائية. فقد تتحلل في الحرارة، الهواء أو الضوء، لذا يجب استعمال وسائل خاصة للحفاظ عليها. لا تتراكم هذه الفيتامينات في الجسم، لذا من المهم أن نستهلك بشكل دائم مواد غذائية تحتوي على هذه الفيتامينات، ويجب أن نزيد من استهلاكها في فترتي النمو والحمل. الفيتامينات التي تذوب في الماء لا تتراكم في الجسم تقريبًا، لذا لا توجد مشكلة التراكم الزائد لهذه المجموعة من الفيتامينات.

قليلًا من المعلومات عن ...

الفيتامينات وتشوهات (عيوب) في الجنين

ينتمي **حامض الفوليك** (فيتامين B_9) والثيامين (فيتامين B_1) إلى مجموعة فيتامينات **B** التي تذوب في الماء**.** نشرت دائرة الأدوية والغذاء الأميركية (الـ **FDA**) تعليمات مفادها أنه يجب إضافة حامض الفوليك إلى النساء في سن الخصوبة وخاصة أثناء الحمل. إنَّ إغناء المواد الغذائية المختلفة بهذا الفيتامين أدى إلى انخفاض كبير جدًا في الإجهاض النابع من عدم اغلاق العمود الفقري عند الجنين. اتضح أنّ هذه التشوهات تحدث بشكل مباشر بسبب النقص في حامض الفوليك**.**

سؤال ب - 18:

أثر نقص فيتامين B_1 في مادة غذائية مصدرها من النبات وبديلة للحليب على أطفال تتراوح أعمارهم عدة أشهر، أما الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين سنتين إلى ثلاث سنوات والذين تغذوا على نفس الغذاء فقد تأثروا أقل من المجموعة الأولى. ما هو السبب لذلك؟

سؤال ب - 19:

المرض الذي أصاب الأطفال نسمِّيه "بري- بري"، وقد كان هذا المرض شائعًا جدًا في آسيا في القرن الـ 19وفي بداية القرن الـ 20. استعينوا بالمعلومات الموجودة في الإنترنيت واشرحوا سبب ارتفاع تكرارية هذا المرض في تلك الفترة.

سؤال ب -20:

في التجربة التي أُجريت على نبتة Arabidopsis thaliana، وجد الباحثون نباتات شاذة تميزت بنمو بطيء وبإزهار قليل ومتأخر. لكي يفهم الباحثون المشكلة، قاموا بفحص مواد مختلفة في هذه النباتات مقارنة مع نباتات عادية. الفرق الوحيد الذي كان بين المجموعتين هو كمية فيتامين **C** المنخفضة عند النباتات التي كان نموها بطيء. خمَّن الباحثون أن سبب المشكلة عند هذه النباتات هو طفرة وليس نقص من البيئة المحيطة. على ماذا اعتمد الباحثون في تخمينهم؟

Arabidopsis thaliana

الفيتامينات التي تذوب في الدهنيات أكثر ثباتًا من الفيتامينات التي تذوب في الماء وعادةً لا تتحلل في الحرارة، الهواء أو الضوء. تلتصق هذه الفيتامينات بالدهنيات في جميع عمليات الهضم، الامتصاص، النقل وتخزينها في الجسم. وهي تُخزن في الجسم بكميات أكبر بكثير من الفيتامينات التي تذوب في الماء. في الفترة التي يكون فيها الغذاء فقيرًا في فيتامينات تذوب في الدهنيات، فإنَّ الجسم يستغل مخازن هذه الفيتامينات لعدة أسابيع وحتى لعدة أشهر. في حالة نقص هذه الفيتامينات بشكل مستمر، تظهر عوارض النقص. على الرغم من ذلك، التراكم الزائد لهذه الفيتامينات في الجسم، قد يكون أكثر ضررًا من نقصها.
الفيتامينان **A** وَ**D** هما مثالان لفيتامينات تذوب في الدهنيات.

فيتامين D

يساعد **فيتامين D** في الحفاظ على مستويات سليمة للكالسيوم والفوسفور في الدم. إنَّ النقص المستمر في هذا الفيتامين يؤدي إلى مستويات منخفضة جدًا في الكالسيوم والفوسفور في الدم، ونتيجةً لذلك تبدأ عمليات تحليل العظام. عند الأطفال تؤدي هذه الحالة إلى تطور عظام بشكل غير سليم (كساح الأطفال)، أما عند الكبار يؤدي هذا المرض إلى آلام في الظهر، إلى ضعف العضلات وإلى آلام وكسور في العظام. يَنْتُج معظم الفيتامين **D** المطلوب لجسم الإنسان والحيوان من الكولسترول الموجود في الجلد، ويتم هذا الإنتاج بتأثير الأشعة فوق البنفسجية من الشمس. لذا من المهم أن ينكشف الجسم أحيانًا إلى أشعة الشمس، على الرغم من خطر سرطان الجلد. بالمقابل، من المهم الحصول على هذا الفيتامين من خلال المواد الغذائية، لأنه في معظم الحالات، الكمية التي تَنْتُج في الجسم بتأثير أشعة الشمس لا تكون كافية.
مصادر فيتامين **D** في الغذاء: الكبد، صفار البيض، مُنْتجات الحليب، الأسماك، مثل: السردين، السلمون والتونا (الرسمة ب - 23).

الرسمة ب - 23: مصادر فيتامين D.
انتبهوا: يُضاف الفيتامين إلى المرجرين وحبوب الصباح خلال عملية الإنتاج

سؤال ب -21:

تعمل سميرة في مجال الحاسوب، عُمرها 35 سنة، نشيطة وتعمل كل يوم من الصباح حتى المساء في الصناعات المتقدمة المسماة (High Tec). في نهاية الأسبوع تستريح عادةً في البيت. تهتم سميرة بأناقتها وجمالها، لذا فهي لا تأكل تقريبًا موادًا غذائية مصدرها من الحيوان أو غذاءً غنيًا بالدهنيات. في الفترة الأخيرة، تعاني سميرة من آلام في العظام وخاصةً في الظهر. ذهبت سميرة إلى الطبيبة بعد أن طلبت منها إجراء فحوصات كثيرة. في نهاية الفحوصات، اتضح أن مستوى كمية الكالسيوم منخفض في دم سميرة، وقد اعتقدت الطبيبة أن سميرة تعاني من نقص في فيتامين **D**.

أ. ما الذي أدى إلى اعتقاد الطبيبة أن سميرة تعاني من نقص في فيتامين **D**؟

ب. أين من المتوقع أن نجد في العالَم نسبة مئوية كبيرة من السكان الذين يعانون من عوارض نقص فيتامين **D**؟ للإجابة عن هذا السؤال، نوصي الاستعانة بالمعلومات الكثيرة الموجودة في الإنترنيت.

سؤال ب -22:

أُجريت فحوصات على الحليب الذي يتم تسويقه في فصل الشتاء، وقد وجد الفاحصون أن كمية فيتامين **D** في هذا الحليب أقل بحوالي 50% من كمية الفيتامين **D** الموجود في الحليب الذي يتم تسويقه في فصل الصيف. اشرحوا هذا المكتشف.

للمزيد عن
الفيتامينات:
انظروا الفصل السادس، الهرم الغذائي، صفحات 178-179 والملحق في الصفحات 200-201.

فيتامين A

يذوب **فيتامين A** في الدهنيات أيضًا. وهو ضروري للرؤية بشكل عام وللرؤية في الليل بشكل خاص. فيتامين **A** ضروري أيضًا لتمايز الخلايا الطلائية، لذا فهو ضروري لأداء الجلد والأنسجة المخاطية التي تغلف جهاز الهضم وجهاز البول. يؤثر فيتامين **A** على النمو، التكاثر ورد فعل جهاز المناعة أيضًا، كما أن فيتامين **A** ومشتقاته تحمي مكونات الجسم من تأثير المواد المؤكسدة (لذا فهو ينتمي إلى مجموعة المواد المعرّفَة على أنها مضادات التأكسد).

الرسمة ب -24: مواد غذائية غنية في فيتامين A وفي ß كاروتين

تنقسم مصادر فيتامين **A** في الغذاء إلى قسمين (الرسمة ب - 24):

غذاء من الحيوان —نجد فيتامين **A** بصيغته الفعَّالة في المواد الغذائية التي مصدرها من الحيوان وغنية في الدهنيات، مثل: الكبد، الكلى، دهنيات الحليب (كالزبدة واللبن ذا الدسم العالي) والبيض.

غذاء من النبات — نجد فيتامين **A** بصيغته غير الفعَّالة كمادة **بروفيتامين (قبل ـالفيتامين)**، بالأساس كمادة **ß** كاروتين. نجد **ß** كاروتين بالأساس في الخضروات والفواكه البرتقالية اللون، مثل: الجزر، البطاطا، القرع، المشمش، الشمام وفي الخضروات ذات اللون الأخضر الغامق، مثل: السبانخ، البروكلي، والبقدونس. في العمليات الإنزيماتية التي تحدث في الجهاز الهضمي، يتحول ß كاروتين إلى فيتامين فعَّال.

قليلًا من المعلومات عن ...

العمى الليلي وفيتامين A

إنَّ تأثير فيتامين **A** على الرؤية في الظلام متعلق بكونه مكوِّنًا في المادة الصبغية التي نسمِّيها رودودبسين الموجودة في العين، في الخلايا المسؤولة عن الرؤية في الظلام. الضوء الذي يصل الشبكية، تبتلعه المادة الصبغية رودوبسين ويؤدي إلى حدوث عمليات تقوم بتحليله. عندما يكون نقص في فيتامين **A** لا نستطيع الرؤية في الليل. بما أن فيتامين **A** هو مادة تتحلل مع مرور الوقت، لذا يجب الحصول عليه بشكل دائم من المواد الغذائية. في الماضي، أوصت وزارة الصحة على إضافة الفتامينين **A** وَ**D** إلى المواد الغذائية التي يحصل عليها الأطفال الذين تتراوح أعمارهم حتى سن سنة واحدة. ابتداءً من سنة 2007، أوصت وزارة الصحة على إضافة فيتامين **D** فقط، وذلك بسبب الأبحاث التي أشارت إلى أن الأطفال يحصلون على كمية كافية من فيتامين **A** في غذائهم.

إنَّ النقص في فيتامين **A** يشكل مشكلة طبية كبيرة في مناطق واسعة في العالَم الثالث (الدول الفقيرة). يقدِّر الأطباء أنه في كل سنة يصبح حوالي نِصف مليون طفل أعمى في هذه الدول بسبب النقص في فيتامين **A.** بما أن النقص فيه يؤذي جهاز المناعة، يقدِّر الأطباء أن حوالي 3 مليون طفل يموت في كل سنة، في دول آسيا بطريقة غير مباشرة بسبب النقص في فيتامين **A.**

سؤال ب -23:

اقترح باحثون فكرة إغناء الأرز في ß كاروتين بطرق الهندسة الوراثية. يعتقد الباحثون أن إضافة الجين ß كاروتين إلى نبتة الأرز سوف يؤدي إلى زيادة إنتاج ß كاروتين وإلى تقليل حوالي 25% من حالات الموت الناجمة من النقص في فيتامين **A**.

أ. ما هي مكونات الغذاء الناقصة - بحسب رأيكم- في دول العالَم الثالث، وما هي المواد الشائعة التي ينقصها في فيتامين **A**؟

ب. لماذا - بحسب رأيكم - تمَّ اختيار نبتة الأرز بالذات لتنفيذ التغيُّرات الوراثية؟

سؤال ب - 24:

تتميز وجبات الغذاء الإسرائيلية بكمية عالية في فيتامين **C** ، لكن لا يوجد توصية من وزارة الصحة بأن نحد من استهلاك هذا الفيتامين، أما بالنسبة لفيتامين **A** فقد أوصت وزارة الصحة عدم إعطائه للأطفال. ما هو - بحسب رأيكم - السبب للفرق بتوجه وزارة الصحة للفيتامينين؟

سؤال ب - 25:

يوصي مختصي التغذية بتحضير سلطة الخضروات في وقت قريب جدًا بقدر الإمكان من وقت تناولها، كما يوصون عدم تقطيعها إلى قِطع صغيرة جدًا وعدم تقشيرها. اشرحوا هذه التوصية.

هل تحتاج جميع الحيوانات نفس الفيتامينات ؟!

تختلف الحيوانات عن بعضها بأنواع الفيتامينات التي تحتاجها في غذائها. مثلا: يحتاج الإنسان، القرد وخنزير البحر فيتامين **C**، أما باقي الحيوانات، فإنها تستطيع على ما يبدو أن تُنْتِجها بذاتها. تحتاج الحيوانات المجترة إلى الفيتامينين **A** وَ **E** في غذائها، لكن فيتامين **K** المهم لعملية تخثر الدم ومعظم الفيتامينات من المجموعة **B** (بما في ذلك فيتامين B_{12})، فإنها تحصل عليها من الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في كرشها.

في الحيوانات غير المجترة (بما في ذلك الإنسان)، يَنْتُج فيتامين B_{12} وفيتامين **K** بواسطة كائنات حية دقيقة. لكن كمية الفيتامينات من هذا النوع التي يحصل عليها الجسم لا تكون كافية عادةً، لأن الكائنات الحية الدقيقة موجودة في الأمعاء الغليظ وإمتصاص المواد منه إلى الدم قليلة جدًا، لذا يجب الحصول على هذه الفيتامينات في الغذاء.

سؤال ب-26:

يوجد علاقة متبادلة من نوع تكافل بين الحيوانات والكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في الأمعاء الغليظ. اشرحوا هذه العبارة، من خلال التطرق إلى مساهمة كل واحد من المشتركين في هذه العلاقة المتبادلة.

النقص الشديد أو الاستهلاك الزائد للفيتامينات، قد يخل في التوازن الحساس المطلوب للأداء السليم للجسم ولصحته.يمكنكم التعلُّم عن أضرار النقص والاستهلاك الزائد للفيتامينات المختلفة من جدول 1 في الملحق (صفحات 200 - 201).

مواد غير عضوية

ب5. أملاح معدنية

في كل اسبوع، يزور حوالي 10 أطفال قسم الدم والأورام السرطانية في مستشفى الأطفال في المركز الطبي لينيادو الموجود في نتانيا. يعاني هؤلاء الأطفال من عوارض فقر الدم، نمو بطيء، اضطرابات في الانتباه والتركيز وتلوثات متكررة. العامل المشترك لجميع هذه العوارض هو النقص الحاد في الحديد. العدد الكبير للذين يحصلون على علاج غير مفاجيء، لأنه وُجد أن **40%-60%** من مجموع الأطفال في إسرائيل يعانون من نقص في الحديد. تزداد تكرارية النقص في الحديد كلما كان الوضع الاجتصادي (الاجتماعي - اقتصادي) للعائلة منخفض. ليس فقط الحيوانات والإنسان يحتاج إلى الحديد، بل النباتات أيضًا. إنَّ النقص المستمر في الحديد عند النباتات يؤذي الكلوروفيل الذي يشترك الحديد في بناؤه. تفقد أوراق النبتة لونها الأخضر تدريجيًا حتى تصبح بيضاء تقريبًا (انظروا الرسمة ب - 25). هذه النبتة لا تستطيع القيام بعملية التركيب الضوئي، وتفقد تدريجيًا القدرة على إنتاج مواد عضوية. والنقص المتكرر في الحديد يؤدي إلى موت النبتة.

الرسمة ب -25: أوراق من نباتات فاصولياء نمَّت في تربة فيها تركيز حديد مختلف

ينتمي الحديد إلى **الأملاح المعدنية** التي هي عناصر أو مركبات غير عضوية بسيطة وضرورية لتطور الكائنات الحية بشكل سليم. المصدر الأولي للأملاح المعدنية على الكرة الأرضية هو المناجم، لذا فهي موجودة بكثرة في الصخور، التربة، المحيطات والبحار الموجودة على قشرة الكرة الأرضية.

علاقة بموضوع

علم البيئة:
سلاسل الغذاء.

تستوعب النباتات الأملاح المعدنية من التربة (التي نتجت من تفكيك الصخور) بمساعدة الجذور وهي تخزنها في أنسجتها. يستوعب الإنسان والحيوان الأملاح المعدنية المختلفة من الغذاء الذي يتغذى عليه، مثل: النباتات والحيوانات التي قامت بتخزين الأملاح المعدنية في أنسجتها. لذا يمكن أن نعتبر النباتات على أنها حلقة وصل في نقل الأملاح المعدنية من التربة إلى الحيوان والإنسان. تشكل الأملاح المعدنية حوالي **4%** من وزن النبات الجاف (تشكل عناصر الكربون، الهيدروجين، والأكسجين حوالي **96%** من المادة الجافة).
تحتاج الكائنات الحية الأملاح المعدنية بكميات قليلة نسبيًا ولا تستطيع أن تقوم الكائنات الحية بوظائفها في حالة نقص في الأملاح المعدنية.

ما هي أهمية الأملاح المعدنية في الكائنات الحية ؟!

- **الأملاح المعدنية تشكل مواد بناء:** النيتروجين، على سبيل المثال، يشترك في بناء الحوامض الأمينية وحوامض النواة. ويشترك الفوسفور في بناء حوامض النواة، بعض البروتينات والفوسفوليبيدات. وفي الحيوانات، يشترك الكالسيوم، المغنيزيوم والفلور في بناء الأسنان والعظام.

- الأملاح المعدنية هي جزء من مركبات ذات أهمية فسيولوجية: فوسفور في الـ **ATP**، حديد في الهيموغلوبين ومغنيزيوم في الكلوروفيل.
- تشترك الأملاح المعدنية في تفعيل العضلات ونقل المحفزات العصبية: يشترك الكالسيوم، الصوديوم والبوتاسيوم في هذه النشاطات.
- تشترك الأملاح المعدنية في تنفيذ التفاعلات البيوكيميائية: مثلاً: يقوم النحاس بتفعيل إنزيمات تقوم بعمليات تأكسد - اختزال.
- تساهم الأملاح المعدنية في التركيز الأسموزي للخلايا والأنسجة وفي النسبة بين الحامض - القاعدة: هذه الوظيفة مهمة في النباتات أيضًا للحفاظ على ضغط طروجور المطلوب لثبات النبات ولحركات معينة في النبتة مثل فتح الثغور.

نقسِّم عادةً الأملاح المعدنية إلى مجموعتين بحسب الكمية التي نستهلكها من كل واحد منها:
ميكرو أملاح معدنية – هي أملاح معدنية يحتاجها الكائن الحي بكميات قليلة جدًا. هذه الأملاح المعدنية مهمة بالأساس لتفعيل تفاعلات بيوكيميائية وهورمونالية.
ماكرو أملاح معدنية– هي أملاح معدنية يحتاجها الكائن الحي بكميات أكبر من المجموعة السابقة، وهي تشترك بالأساس في بناء مبنى الكائن الحي.
على الرغم من تقسيم الأملاح المعدنية بحسب الكميات المطلوبة منها، فإنّنا لا نقصد أن هناك علاقة بين كمية المادة وبين أهميتها للبقاء السليم للكائن الحي، مثلاً: تحتوي جميع الحوامض الأمينية على نيتروجين. الإنزيم الذي يبني الحامض الأميني مثيونين يحتاج بشكل ضروري إلى عنصر الخارصين لكي يقوم بوظيفته. بمساعدة جزيء واحد من الإنزيم تُبنى آلاف الجزيئات من الحامض الأميني مثيونين. من هنا كمية الخارصين المطلوبة أقل بعدة أضعاف من كمية النيتروجين المطلوبة. مع ذلك، النقص في الخارصين يؤذي نشاط الإنزيم وبدونه لا يتم بناء الحامض الأميني (حتى لو كان النيتروجين موجود بكثرة).
التقسيم إلى ماكرو أملاح معدنية وإلى ميكرو أملاح معدنية يختلف عند الحيوانات والنباتات.

كما هو الأمر في الفيتامينات، فإنَّ معظم الأملاح المعدنية ضرورية للأداء السليم للجسم، لكن عندما نستهلكها بكميات كبيرة قد تؤدي إلى ضرر. مثلًا: الصوديوم هو ملح معدني ضروري، وهو أحد مكوِّنات ملح الطعام، وهو يشترك في توازن الماء والأملاح في الجسم وفي نشاط العضلات والأعصاب. لكن يؤدي الاستهلاك الزائد للصوديوم إلى ضغط دم عال، والنقص الحاد فيه يؤدي إلى تشويه العضلات. لذا كما كانت التوصية حول استهلاك الفيتامينات، فإننا نوصي بالتركيز على تغذية متنوعة تحتوي على جميع الأملاح المعدنية المطلوبة، ويجب أن لا نستهلك منها كميات كبيرة دون موافقة طبية.
في جدول 2 في الملحق، ستجدون مصادر، وظائف وتأثير نقص أو فائض أملاح معدنية على الإنسان والحيوان.

سؤال ب -27:
اليود هو عنصر ضروري لنشاط هورمونات الغدة الدرقية. النقص الحاد في اليود يؤدي إلى تضخم الغدة الدرقية وهذه الظاهرة نسمِّيها الدراق.
ابحثوا في ملحق الكتاب وفي الإنترنيت معلومات عن اليود كعنصر ضروري في التغذية.
أ. اذكروا ظاهرتين إضافيتين متعلقتين بنقص اليود في التغذية.
ب. ما هي المصادر التي يحصل الإنسان منها على اليود؟
ج. ما هي الطرق المتبعة لمنع النقص في اليود عند السكان؟

سؤال ب-28:
اذكروا 3 أسباب، على الأقل، لماذا يوصي الأطباء تناول الخضروات بكثرة؟

للمزيد عن
وظائف الأملاح المعدنية في النباتات:
انظروا الفصل الثالث، بند تغذية الأملاح المعدنية في الصفحات 74-76.

نافذة البحث

يشكل الكالسيوم عند جميع الفقريات مادة أساسية لبناء العظام ويتغيَّر استهلاكه بحسب العمر ومرحلة التطور. في الطيور، على سبيل المثال، مستوى الكالسيوم الذي يجب أن نزود الصيصان به يختلف عن المستوى الذي يجب أن نزود به الدجاجات التي تضع بيضًا والدجاجات كبيرة السن. يؤدي الخلل في تزويد الكالسيوم إلى عوارض نقص الكالسيوم في جسم الطير: تصبح عظام الطير قابلة للإنكسار، يقل عنده تناول الغذاء ويحدث عنده انضمار عام. عند الدجاجات التي تضع بيضًا، تصبح قشرة البيضة دقيقة وقابلة للإنكسار ويؤدي النقص الحاد في الكالسيوم إلى إيقاف عملية وضع البيض.

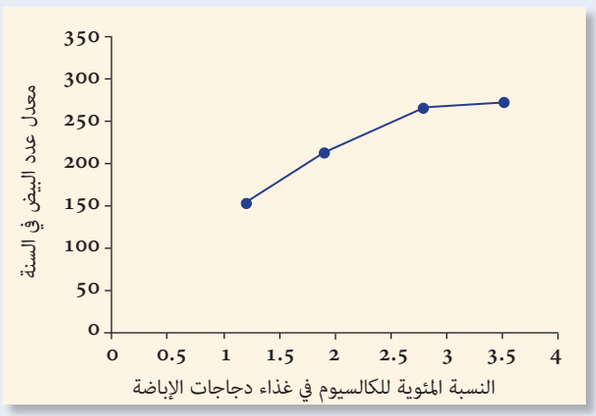
سؤال ب -29:

فحص باحثون تأثير نسبة الكالسيوم في غذاء دجاجات تضع بيضًا على معدل عدد البيض الذي تضعه في السنة الواحدة. تعرض الرسمة ب - 26 نتائج هذه التجربة:

أ. صفوا العلاقة بين نسبة الكالسيوم في غذاء دجاجات تضع بيضًا وبين معدل عدد البيض الذي تضعه في السنة الواحدة.

ب. ادّعى الباحثون أنه عندما تكون نسبة الكالسيوم في الغذاء أقل من **3%**، فإنه يصبح عاملًا محددًا للإباضة. هل تدعم نتائج التجربة ادعائهم؟ على ماذا اعتمد ادعاء الباحثون؟

ج. خمِّنوا، ماذا يمكن أن يكون العامل المحدد لمعدل البيض السنوي عندما يكون تركيز الكالسيوم أكثر من **3%**؟



الرسمة ب -26: تأثير النسبة المئوية للكالسيوم في غذاء دجاجات الإباضة على معدل عدد البيض السنوي

سؤال ب -30:

في سن البلوغ (من سن **9** سنوات حتى **18** سنة)، كمية الكالسيوم اليومية الموصى بها للذكور والإناث هي **1,300** ملغم . في نفس الأجيال، كمية الحديد الموصى بها للذكور هي من **8–11** ملغم لليوم الواحد وللإناث **15** ملغم لليوم الواحد.

أ. هل يمكن الاستنتاج من هذه التوصيات أن الكالسيوم أهم من الحديد للجسم؟ علِّلوا إجاباتكم.

ب. لماذا كمية الحديد الموصى بها لإستهلاك الإناث أكثر من الكمية الموصى بها لإستهلاك الذكور؟

ج. استهلاك كمية الحديد الموصى بها في فترة الحمل هو ضعفَي الكمية الموصى بها لنساء تتراوح أعمارها من **19-50** سنة . اشرحوا، لماذا من المهم استهلاك الحديد بكمية عالية في فترة الحمل بشكل خاص؟

ب6. الماء

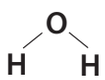
وصل السؤال الآتي إلى أحد منتديات متدينين في الإنترنيت:
"نحن مجموعة من الصائمين بودنا أن نخرج في جولة تعليمية، في غور الأردن(في شهر يوليو). خلال يوم الصوم، سوف نقوم بنشاطات مختلفة، مثل: جولات ترجّل على الأقدام وجولات بالسيارات، وسنقوم أيضًا بمشاهدات وغير ذلك. بحسب رأي الطبيب، يجب علينا أن نشرب كميات سوائل كثيرة خلال اليوم. نرجو من حضرتكم توجهينا والإجابة عن السؤال الآتي: هل من المسموح أن نشرب ماء قبل أن تظهر لدينا علامات الضعف؟ وما هي الكمية المسموحة للشرب؟
الإجابة عن السؤال:
"كل من يتواجد في غور الأردن، يُسمح له أن يشرب خلال الصوم حتى إنْ لم يَقُم بأي نشاط جسماني وحتى إذا لم يشعر بالعطش، وخاصةً إذا قال الطبيب: إنَّ تناول السوائل ضروري بسبب الخطر على الحياة"

لماذا يشكل النقص في الماء خطرًا كبيرًا، وهذا الموقع للمتدينين يسمح تناول الماء في حالات معينة وحتى في يوم صوم؟

الماء هو مورد ضروري للكائن الحي والنقص الحاد فيه قد يؤدي إلى صدمة وحتى إلى موت تنبع أهمية الماء أولًا من كونه المكون الأساسي في أجسام **جميع** الكائنات الحية. البيئة المحيطة الداخلية. في الكائن الحي هي بالأساس بيئة مائية، والماء هو المكون الأساسي للسائل الذي يحيط كل خلية، السائل الموجود داخل الخلية وأجهزة النقل في الكائن الحي. يشكل الماء حتى **90%** من وزن نباتات معينة وحوالي **70%-60%** من وزن جسم الإنسان (انظروا الرسمة ب - 1) . فقط كائنات حية قليلة تستطيع البقاء فترات طويلة نسبيًا دون ماء، لكن عندئذٍ فهي تقوم بعمليات أيضية قليلة جدًا (مثلًا: بكتريا في حالة أبواغ وبذور النباتات).

وظائف الماء في الكائن الحي

الماء هو مادة غير عضوية ذو مبنى بسيط جدًا (انظروا الرسمة ب -27). كل جزي ماء مبني من ذرتين هيدروجين مرتبطتين بذرة أكسجين واحدة برابط قوي.

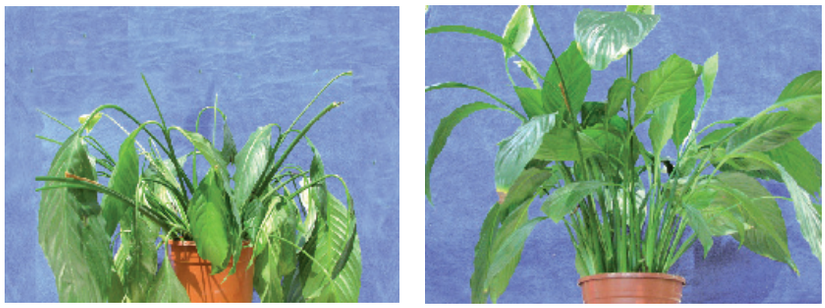


الرسمة ب-27: صيغة بنائية لجزيء الماء

- **الماء مذيب:** تتم تفاعلات كيميائية كثيرة في الخلايا عندما تكون المواد في محلول مائي، ويتم أيضًا نقل المواد من مكان إلى آخر داخل الخلية ذاتها ، أو عبر أغشية الخلايا عندما تكون مذابة في ماء فقط.
- **الماء ناقل مواد:** في الكائنات الحية المتعددة الخلايا الكبيرة والمتطورة، تنتقل المواد من مكان إلى آخر بواسطة أجهزة نقل تعتمد على المحاليل المائية. ويتم إبعاد المواد الضارة من الجسم بواسطة الماء وجهاز الإفراز.
- **أداء أيضي للماء:** في قسم من العمليات الكيميائية التي تتم في الخلايا، يشترك الماء كمادة متفاعلة أو كناتج.
- **الحفاظ على بيئة محيطة ثابتة:** يقوم الماء بوظيفة الحفاظ على البيئة من التغيُّرات في الضغط الأسموزي والـ **pH**، وذلك بفضل قدرته على الانتقال عبر أغشية الخلايا وفقًا لمنحدر التراكيز.

علاقة بموضوع

بيولوجيا الإنسان: *يتم نقل نواتج الهضم، الأجسام المضادة والفضلات في جسم الإنسان، في بيئة مائية، في جهاز النقل.*



الرسمة ب - 28: نبتة منتصبة (على اليمين) ونبتة منكمشة على اليسار.

- **الدعامة والحفاظ على الثبات:** في أعضاء النبتة حديثة السن يكون تطور الأنسجة الداعمة قليلًا وانتصابها متعلق بشكل كبير جدًا بالماء الذي يملئ الفجوة العصارية التي تحتل قسم كبير من حجم الخلية. من السهل أن نميِّز أهمية وظيفة الماء عندما نتمعَّن في النباتات التي لم يتم ريها وهي منكمشة وذبلة (الرسمة ب - 28).
- **تنظيم درجة حرارة الجسم:** يقوم الماء بوظيفة مركزية بتنظيم درجة حرارة جسم الحيوانات والإنسان. يتم التنظيم من خلال عملية تبخر الماء من الجلد (العرق) وجهاز التنفس (الزفير)، ومن خلال استيعاب الحرارة في الأماكن التي تَنْتُج فيها، ثم نقلها بسائل الدم إلى السطح الخارجي للجسم وهناك تنطلق الحرارة إلى البيئة المحيطة الخارجية. وفي النباتات أيضًا، يقوم الماء بوظيفة مهمة للحفاظ على عدم ارتفاع درجة حرارة النبتة من خلال عملية النتح.

للمزيد عن
تنظيم درجة الحرارة في النبات: *انظروا الفصل الثالث، صفحة 53 (النتح).*

استيعاب وفقدان الماء بواسطة الكائن الحي

تستوعب الحيوانات الماء المطلوب لها من خلال تناول الشراب والغذاء، وتفقد الماء خلال عملية التبخر عبر الجلد (العرق) وجهاز التنفس (الزفير)، وأيضًا من خلال إفراز البول والبراز. يوجد حيوانات تفقد ماء خلال عملية اللهث (تبخر الماء عبر اللسان)، وذلك جزء من آلية الحفاظ على درجة حرارة جسم ثابتة. تستوعب النباتات معظم الماء المطلوب لها مباشرةً من التربة عبر الجذور. يتبخر معظم الماء إلى الهواء بالأساس عبر الثغور في عملية النتح.

في الكائن الحي ذاته، يَنْتُج قسم من الماء الذي يستهلكه كناتج مرافق لعملية الأيض (تبادل مواد).

سؤال ب -31:

في الماضي، اعتاد الجنود في الجيش على نظام "الانضباط في شرب الماء"، وهذا يعني، تحديد كمية الماء المسموح شربه. أُلغيت هذه التعليمات بعد إصابة جنود كثيرون "بضربة شمس"، حيث تعتبر هذه الإصابة خطيرة بسبب ارتفاع درجة حرارة الجسم إلى أكثر من 40^oC. تطرقوا إلى وظائف الماء واشرحوا، لماذا أُلغيت هذه التعليمات؟

سؤال ب-32:

معروف للجميع أنه يجب الإكثار من شُرب الماء ، وهناك توصية أن نشرب في اليوم الواحد من 8-12 كأسًا من السوائل. لكن في حالات نادرة، عند شُرب كميات ماء أكثر بكثير من المذكورة أعلاه، فقد يحدث "تسمم ماء". في هذه الحالة، يدخل ماء من أوعية الدم إلى أعضاء مثل الرئتين وإلى الخلايا. اشرحوا هذه الظاهرة.

سؤال ب -33:
هل ، بحسب رأيكم، حيوانات مائية تشرب ماءً؟ علِّلوا إجاباتكم.

سؤال ب-34:
ما هي أهمية الري في المزروعات الزراعية؟

المواضيع الأساسية في الفصل

- الكربوهيدرات هي المركبات الشائعة في الطبيعة. وهي مبنية من ذرات كربون، هيدروجين وأكسجين.
- تنقسم الكربوهيدرات إلى أحادية السكر، ثنائية السكر ومتعددة السكريات.
- يُسخدم الجلوكوز (أحادي السكر) كمصدر طاقة أساسي في عملية التنفس الخلوي في النباتات والحيوانات.
- أحادي السكر هو مادة بناء أساسية لجميع الكربوهيدرات، ثنائي السكر مبني من وحدتين من أحادي السكر. أحاديات السكر وثنائيات السكر، جميعها حلوة المذاق وتذوب في الماء.
- متعددة السكريات مبنية من وحدات كثيرة لأحادي السكر. لا يذوب في الماء وليس حلوًا. يُستخدم قسم معين من متعددة السكريات كمواد إدخارية كالنشا في النباتات والجليكوجن في الحيوانات. ويُستخدم قسم آخر من متعددة السكريات كمواد لبناء الخلايا، مثلاً: السيلولوز الذي يبني جدار الخلية في النباتات.
- اللبيدات هي مركبات متنوعة جدًا، وهي تحتوي على ذرات كربون، هيدروجين وأكسجين. الصفة المشتركة لجميع اللبيدات أنها لا تذوب في الماء.
- المجموعات الثلاث الرئيسية للبيدات هي: التريجلتسيريدات، الفوسفولبيدات والستروئيدات. مواد البناء الأساسية لمعظم الفوسفولبيدات هي الحوامض الدهنية. تنقسم الحوامض الدهنية إلى مجموعتين: حوامض دهنية مشبعة وحوامض دهنية غير مشبعة.
- يستطيع جسم الإنسان أن يبني بذاته معظم الحوامض الدهنية باستثناء حامضين دهنيين ضروريين ومن هنا جاء اسمها.
- التريجلتسيريدات (دهنيات وزيوت) مبنية من هيكل جليسيرول مرتبطة به ثلاثة حوامض دهنية.
- الدهنيات مبنية من تريجلتسيريدات، تحتوي بالأساس على حوامض دهنية مشبعة. مصدرها في معظم الحالات من الحيوانات وهي صلبة في درجة حرارة الغرفة.
- الزيوت مبنية من تريجلتسيريدات، تحتوي بالأساس على حوامض دهنية غير مشبعة. مصدرها في معظم الحالات من النباتات وهي سائلة في درجة حرارة الغرفة.
- الفوسفولبيدات مبنية من هيكل جليسيرول مرتبط به حامضان دهنيان (ذنب) ومجموعة هيدروفيلية (رأس). الفوسولبيدات هي المكون الأساسي للأغشية.
- الستروئيدات مبنية من أربع حلقات كربونية وهي موجودة في أغشية خلايا حقيقية النواة وتعتبر مواد خام لبناء مواد مختلفة من بينها الهورمونات.
- تقوم البروتينات بوظائف كثيرة في الكائن الحي: بروتينات بنائية وبروتينات وظائفية.
- مواد البناء لجميع أنواع البروتينات هي **20** حامضًا أمينيًا وهي مبنية من ذرات كربون، هيدروجين وأكسجين، ويوجد فيها دائمًا ذرة نيتروجين واحدة على الأقل.
- تستطيع النباتات أن تُنْتِج جميع أنواع الحوامض الأمينية من نواتج عملية التركيب الضوئي ومن النيترات (مركبات نيتروجين -أكسَجين) التي مصدرها من التربة. لا يستطيع الإنسان أن يُنْتِج بشكل ذاتي ثمانية حوامض أمينية. هذه الحوامض الأمينية نسمّيها حوامض أمينية ضرورية، لذا يجب على الإنسان أن يحصل عليها من الغذاء.

- تتميز جزيئات البروتينات بمبنى فراغي، حيث يتم تحديد المبنى الفراغي بحسب تسلسل الحوامض الأمينية التي تبني البروتين وبحسب الروابط التي تَنْتُج بين المجموعات الجانبية للحوامض الأمينية القريبة والبعيدة عن بعضها. ومن المعروف أن نشاط البروتين متعلق بمبناه الفراغي.
- الفيتامينات هي مواد عضوية ضرورية لحدوث عمليات بيوكيمائية في الكائن الحي. يذوب قسم من الفيتامينات في الماء (مثلًا: فيتامينات من نوع **B** وفيتامين **C**) ويذوب القسم الآخر من الفيتامينات في الدهن(مثلًا: فيتامين **A** وفيتامين **D**). تستطيع النباتات أن تُنْتِج الفيتامينات بذاتها، أما الحيوانات فيجب أن تحصل على معظم أنواع الفيتامينات من الغذاء.
- الأملاح المعدنية هي عناصر أو مركبات غير عضوية ضرورية لأداء جميع الكائنات الحية، قسم منها مواد بناء، قسم منها لتنفيذ نشاطات بيوكيميائية وقسم منها للحفاظ على التركيز الأسموزي وعلى النسبة بين الحامض والقاعدة.
- نحتاج قسم من الأملاح المعدنية بكميات كبيرة، حيث نسمِّيها ماكرو أملاح معدنية، وقسم منها نحتاجه بكميات قليلة جدًا نسمِّيها ميكرو أملاح. المصدر الأساسي للأملاح المعدنية هو مناجم التربة.
- الماء هو المكون الأساسي في أجسام جميع الكائنات الحية، يُستخدم في الكائنات الحية كمذيب، ناقل مواد ويشترك في عمليات بيوكيميائية كثيرة، كما أنه يحافظ على ضغط أسموزي وَ **pH** سليمين، وينظِّم درجة الحرارة، وفي النباتات يحافظ على الثبات(الدعامة) أيضًا.

مصطلحات مهمة في الفصل

جلوكوز	بروتينات
جليسيرول	تريجلتسيريدات
ثنائي السكر	كولسترول
فيتامينات (فيتامين **A**, فيتامين **D**)	ليبيدات
سكر أحادي	ماء
حوامض أمينية (ضرورية وغير ضرورية)	أملاح معدنية
حوامض دهنية ضرورية	كربوهيدرات
حوامض دهنية (مشبعة وغير مشبعة)	كربون
مواد إدخارية	متعدد السكريات
مواد عضوية	مكونات الغذاء
مواد غير عضوية	سيلولوز