المجال التعلمي 1: استعمال المادة و تحويل الطاقة

الوحدة التعلمية 2: تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الأغذية

وضعية الإنطلاق: يتطلب نمو الكائنات الحية تركيب مواد عضوية (مثل البروتينات)، و يتطلب هذا التركيب طاقة.
الإشكالية: ما هو مصدر الطاقة الضرورية لتركيب المادة أثناء النمو؟
التقصي:

النشاط 1: التنفس

التنفس ظاهرة حيوية هامة تسمح بإنتاج الطاقة. فما هي مظاهر التنفس؟

1- المظاهر الخارجية للتنفس:

تجربة 1: نحضّر التركيبين التجريبيين الممثلين في الوثيقة 1 ص 52

* في التركيب التجريبي (أ): بوجود بذور منتشة، نلاحظ بعد مدّة:
- تعكّر ماء الجير.
-ارتفاع مستوى الماء الملوّن، في الأنبوب المعكوف.

التفسير:
- يعود تعكر ماء الجير إلى تثبيته لغاز CO_2، الذي ارتفعت نسبته في الوسط نتيجة طرحه من طرف البذور المنتشة.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

ماء الجير — غاز الفحم — كربونات الكالسيوم — ماء

-يعود ارتفاع مستوى السائل الملوّن في الأنبوب إلى حدوث نقص في الضغط داخل الأنبوب، نتيجة اختفاء إحدى الغازات المكوّنة لهواء الأنبوب.
لمعرفة طبيعة الغاز المختفي، ندخل بسرعة عود ثقاب مشتعل داخل الأنبوب، فنلاحظ إنطفاءه، دليل على أنّ الغاز المختفي هو O_2، الذي امتصته البذور المنتشة.
استنتاج:
تقوم البذور المنتشة بامتصاص O_2 و طرح CO_2، و هذا ما يسمّى بـ"المبادلات الغازية التنفسية".
تنبيه: يرافق طرح CO_2 ، طرح بخار الماء (H_2O) الذي يتكثف على الجدران الباردة للأنبوب الذي توجد فيه البذور المنتشة، مشكّلا قطيرات ماء.

* في التركيب التجريبي (ب): بوجود بذور جافة، نلاحظ بعد مدّة:
-عدم تعكر ماء الجير، دليل على أنّ البذور الجافة لم تطرح CO_2.
-عدم ارتفاع مستوى السائل الملوّن، دليل على أنّ البذور الجافة لم تمتص O_2.
استنتاج: لا تقوم البذور الجافة بمبادلات غازية تنفسية (لأنها في حالة عطالة فيزيولوجية).

تجربة 2: نأخذ زجاجتي ترموس Thermos مزودتين بمحرار. نضع في الزجاجة (أ) بذور منتشة، بينما نضع في الزجاجة (ب) بذور جافة. [الوثيقة 2 ص 52]
الملاحظة:بعد مدّة، نلاحظ ارتفاع درجة الحرارة في الزجاجة الحاوية على بذور منتشة، بينما لا تتغيّر درجة الحرارة في الزجاجة الحاوية على بذور جافة.
التحليل: ارتفاع درجة الحرارة في الزجاجة (أ) فقط دليل على تحرير طاقة حرارية من طرف البذور المنتشة، على عكس البذور الجافة التي لا تحرّر طاقة حرارية.
استنتاج:أثناء التنفس، تحرّر البذور المنتشة طاقة حرارية.

خلاصة:

> تتمثل المظاهر الخارجية للتنفس في امتصاص غاز O_2 و طرح غاز CO_2 و بخار الماء (H_2O)، و تحرير طاقة حرارية.

2- استهلاك المادّة العضوية:

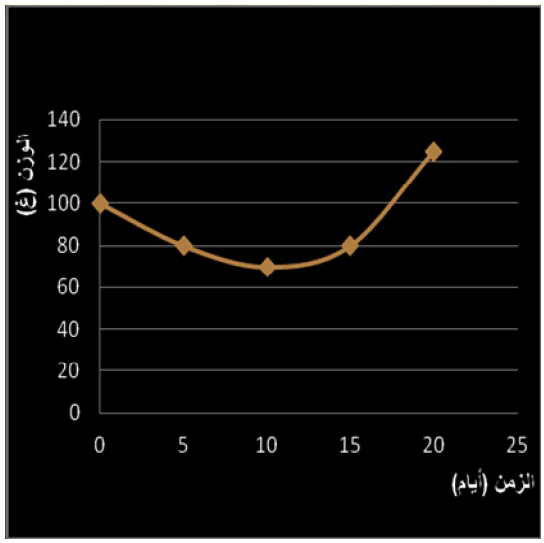
* المقارنة بين الوثيقتين 3 و 4 ص 53:
- في بذور الفاصولياء غير المنتشة: تكون الصانعات النشوية سليمة و كاملة.
- في بذور الفاصولياء المنتشة: تكون الصانعات النشوية متآكلة.
استنتاج: أثناء الإنتاش يتم استهلاك مدخرات البذرة.

* الصورة التي تتواجد عليها الطاقة في البذرة في مرحلتي "الحياة البطيئة" و "الحياة النشطة":
- أثناء الحياة البطيئة: طاقة كيميائية كامنة.
- أثناء الحياة النشطة: طاقة كيميائية قابلة للإستعمال.

*رسم منحنى يمثّل تغيرات الوزن الجاف للبذرة ثمّ النبيتة، بدلالة الزمن:

20 غ

5 أيام



منحنى يبيّن تغيرات الوزن الجاف للبذرة ثمّ النبيتة، بدلالة الزمن (بوجود الضوء).

الزمن (أيام)	0	5	10	15	20
الوزن الجاف للبذرة ثمّ النبيتة (غ)	100	80	70	80	125

* تفسير المنحنى الذي منحنى يبيّن تغيرات الوزن الجاف للبذرة ثمّ النبيتة، بدلالة الزمن (بوجود الضوء):

- من 0 إلى 10 أيام: نلاحظ تناقص الوزن الجاف **للبذرة** بمرور الزمن، دليل على استهلاك المدخرات الغذائية الموجودة فيها، حيث يقوم الجنين بإماهة هذه المدخرات (بمساعدة أنزيمات نوعية) إلى مواد عضوية بسيطة، يستعمل جزء منها في بناء مادة حية جديدة تساعده على النمو، بينما يستعمل الجزء الآخر لإنتاج الطاقة اللازمة لتركيب المادة الحية الجديدة و لحدوث الإنقسامات الخلوية.

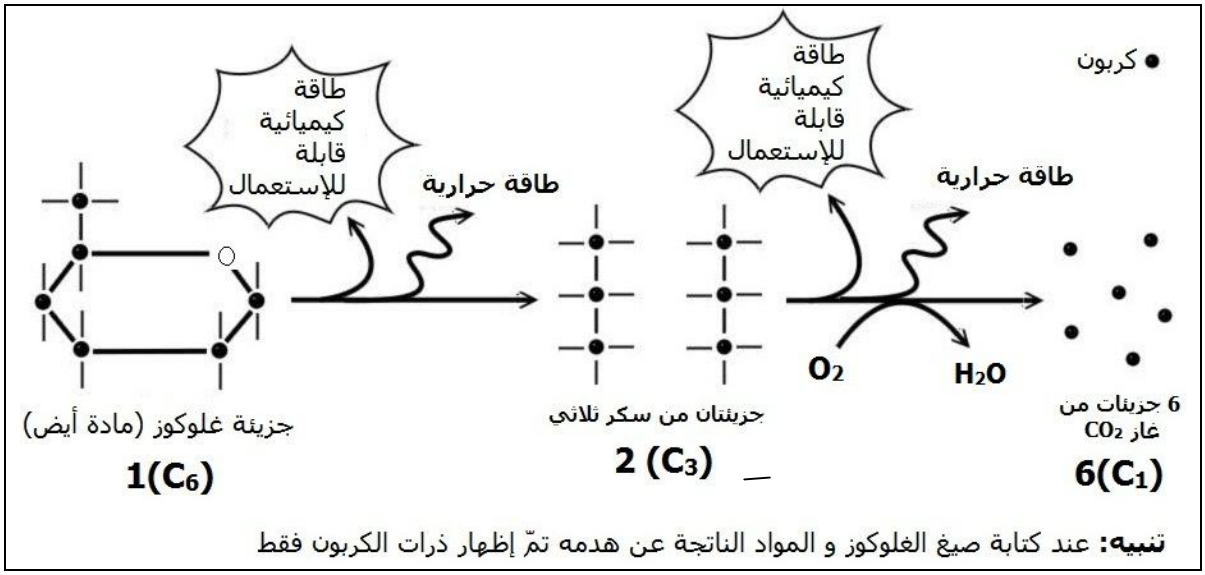
- عند ز = 10 أيام: يصل الوزن الجاف إلى أدنى قيمة له (70 غ).

- من 10 إلى 20 يوم: نلاحظ تزايد الوزن الجاف **للنبيتة** بمرور الزمن، حتى يفوق الوزن الإبتدائي للبذرة، دليل على أنّ النبيتة قامت بتركيب مواد عضوية جديدة بقيامها بالتركيب الضوئي، و هذا بعد ظهور الأوراق الخضراء (أي أصبحت النبيتة ذاتية التغذية).

استنتاج:
أثناء الإنتاش، يتم استهلاك المواد العضوية المدخرة في البذرة، إلى أن تصبح النبيتة الناتجة عن الإنتاش قادرة على صنع غذاءها العضوي بنفسها.

3- مصدر الطاقة الناتجة عن التنفس:

إليك الوثيقة التالية:



1- بمقارنة بنيات مادة الأيض و المواد الناتجة عن هدمها، حدّد مقر الطاقة الكيميائية الكامنة في مادة الأيض.

2- إذا علمت أنّ الطاقة الحرارية المحرّرة ما هي إلاّ جزء من الطاقة الإجمالية الموجودة في مادة الأيض، حدّد مصير الجزء الباقي من الطاقة المحرّرة.

3- انطلاقا من معطيات الوثيقة السابقة، عرّف عملية التنفس و اكتب المعادلة الإجمالية التي تلخصها.

الأجوبة:

1- بالمقارنة بين بنية مادة الأيض (الغلوكوز المكوّن من سلسلة كربونية ذات C_6) و بنية المواد الناتجة عن هدمها (CO_2 و H_2O)، نستنتج أنّ مقر الطاقة الكيميائية الكامنة في مادة الأيض هي **الروابط الكيميائية** بين ذرات الكربون فيما بينها، و أيضا بين ذرات الكربون و ذرات الهيدروجين.

عند كسر الروابط الكيميائيةالموجودة في مادة الأيض، تتحرّر الطاقة الكيميائية التي كانت مخزنة فيها.

2-مصير الجزء الباقي من الطاقة المحرّرة:

هذا الجزء عبارة عن طاقة كيميائية قابلة للإستعمال (ATP)، تستعمل من طرف الخلية في مختلف نشاطاتها الحيوية، مثل: بناء مواد عضوية جديدة، التضاعف الخلوي ...إلخ.

3- تعريف التنفس:

التنفس ظاهرة حيوية يتمّ خلالها هدم كلّي لمادّة الأيض (مادة عضوية بسيطة) في الخلية، بوجود O_2، لغرض تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في مادة الأيض إلى طاقة كيميائية قابلة للإستعمال و حرارة. يرافق هذا الهدم طرح مواد لا عضوية هي CO_2 و H_2O.

المعادلة الإجمالية للتنفس:

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 + 6\,H_2O \xrightarrow{\text{أنزيمات تنفسية}} 12\,H_2O + 6\,CO_2 + E$$

غلوكوز غاز الأوكسجين ماء ماء غاز الفحم طاقة

الأستاذة ب. نورة

النشاط 2: التخمّر

يمكن لبعض الكائنات الحيّة المجهريّة (بكتيريا، خمائر) و أيضا لبعض أنسجة الكائنات الحية متعددة الخلايا، أن تحوّل الطاقة الكيميائية الكامنة إلى طاقة كيميائية قابلة للإستعمال، حتّى في غياب O_2.
كيف يتم إنتاج الطاقة الكيميائية القابلة للإستعمال، في غياب O_2؟

تجربة باستور: Pasteur (1857م)
زرعت كميتان متساويتان (2 غ) من خميرة الجعة (فطر مجهري وحيد الخلية) في وسطين (أ) و (ب) يحتويان على نفس الوسط المغذي، إلاّ أنّ:
- الوسط (أ) غني بغاز الأوكسجين (وسط هوائي)
- الوسط (ب) عديم غاز الأوكسجين (وسط لاهوائي)
-

النتائج: هي مبيّنة في الجدول التالي:

المواد المستهلكة أو المنتجة	الوسط (أ)	الوسط (ب)
كمية الغلوكوز المستهلكة	1 غ	1 غ
حجم O_2 المستهلك	0,75 ل	0 ل
حجم CO_2 المنتج	0,74 ل	0,24 ل
كمية الإيثانول الناتجة	0 غ	0,46 غ
كمية الطاقة الحرارية الناتجة	1722 كيلوجول	79 كيلوجول
كتلة الخميرة الناتجة	2 غ + 0,6 غ	2 غ + 0,02 غ

1- قارن نتائج التنفس و التخمر عند خميرة الجعة.
2فسّر النتائج المحصّل عليها و ماذا تستنتج؟
3-اعتمادا على ما سبق، قدّم تعريفا لظاهرة التخمر، و اكتب المعادلة الإجمالية التي تلخصها.

الأجوبة:
1- مقارنة نتائج التنفس و التخمر عند خميرة الجعة:
- كمية الغلوكوز المستهلكة من طرف الخميرة هي نفسها في الوسطين الهوائي و اللاهوائي.
- استهلكت الخميرة O_2 في الوسط الهوائي، بينما لم تستهلك O_2 في الوسط اللاهوائي.
- أنتجت الخميرة CO_2 في كلا الوسطين، لكن حجم CO_2المنتج في الوسط الهوائي أكبر ممّا هو عليه في الوسط اللاهوائي.
- أنتجت الخميرة إيثانول في الوسط اللاهوائي، بينما لم تنتجه في الوسط الهوائي.
-أنتجت الخميرة طاقة حرارية في كلا الوسطين، لكن كمية الحرارة المنتجة في الوسط الهوائي أكبر ممّا هي عليه في الوسط اللاهوائي.
- نمت الخميرة في الوسطين لكن كتلتها الناتجة في الوسط الهوائي أكبر ممّا هي عليه في الوسط اللاهوائي.

2-تفسير النتائج المحصّل عليها:
تدلّ زيادة كتلة الخميرة على نموها و تكاثرها، و تمّ ذلك باستعمال الطاقة الناتجة عن هدم الغلوكوز.
- نمو و تكاثر الخميرة كان شديدا في الوسط الهوائي لأنّ الطاقة الناتجة عن هدم الغلوكوز بعملية **التنفس** كانت كبيرة. قامت الخميرة بالتنفس نظرا لتوفر O_2 في الوسط.
- نمو و تكاثر الخميرة كان ضعيفا في الوسط اللاهوائي لأنّ الطاقة الناتجة عن هدم الغلوكوز بعملية **التخمر** كانت قليلة. قامت الخميرة بالتخمر نظرا لغياب O_2 في الوسط.
نتج عن هذا التخمر إيثانول (كحول إثيلي)، لهذا يدعى بـ"التخمر الكحولي".
الإيثانول مادّة عضوية طاقوية. إذن، في الوسط اللاهوائي لم يهدم الغلوكوز كليا، لهذا كانت كمية الطاقة المنتجة قليلة.

استنتاج:
مهما كان الوسط (هوائي أو لاهوائي)فإنّ هدم الغلوكوز يؤدّي إلى تحرير طاقة، إلاّ أنّ الطاقة المنتجة في الوسط الهوائي (بعملية التنفس) أكبر من الطاقة المنتجة في الوسط اللاهوائي (بعملية التخمر).

3- تعريف التخمر:
التخمر ظاهرة حيوية يتمّ خلالها هدم جزئي لمادّة الأيض في الخلية، في غياب O_2، فيحدث تحويل جزئي للطاقة الكيميائية الكامنة في مادة الأيض إلى طاقة كيميائية قابلة للإستعمال و حرارة.أمّا باقي الطاقة، فيبقى مخزنا في المادة العضوية الناتجة عن التخمر (مثلا: الإيثانول).
تنبيه: نجد في الطبيعة عدّة أنواع من التخمرات: تخمر كحولي، تخمر لبني، تخمر بوتيري (زبدي)...

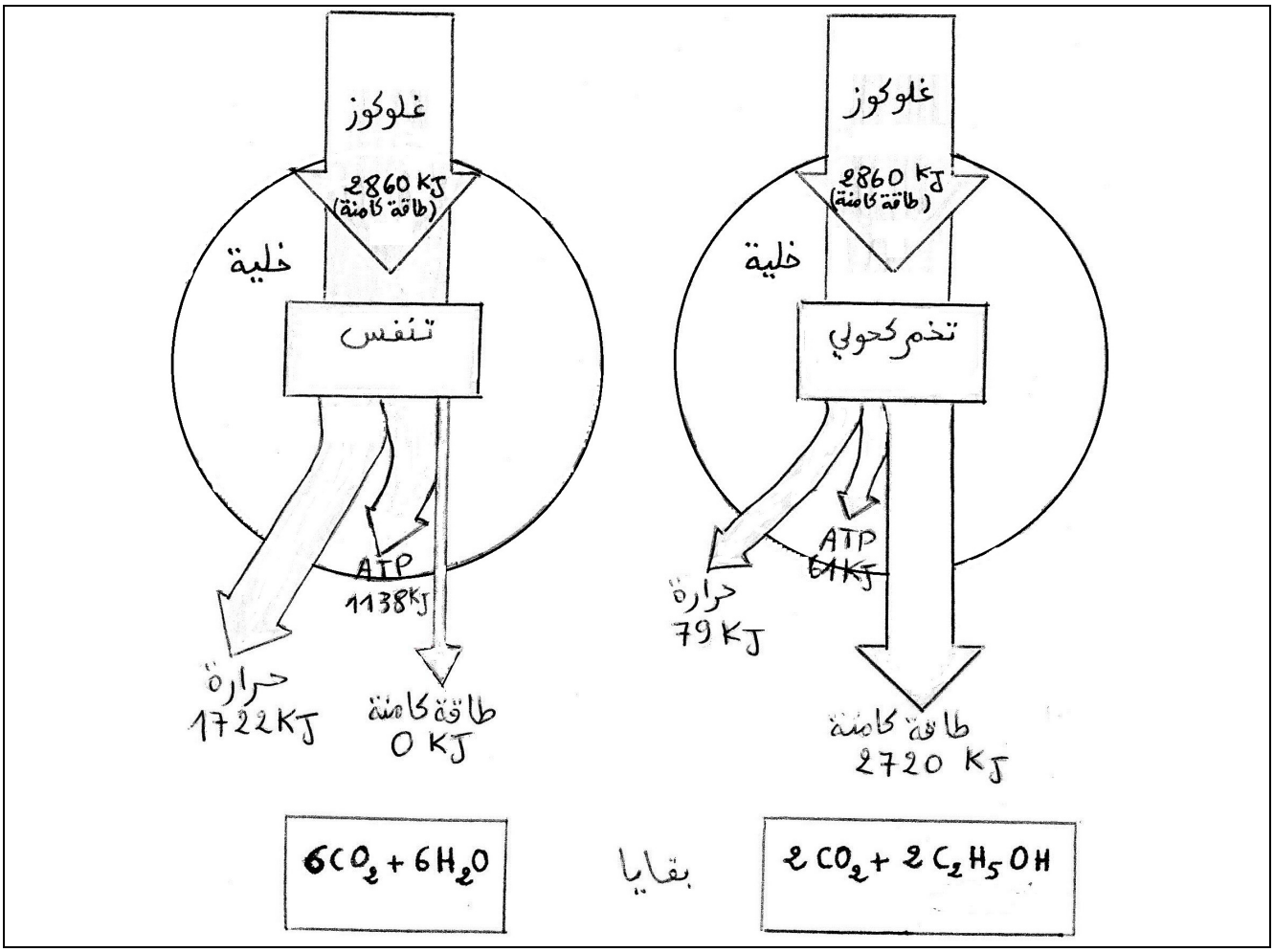
المعادلة الإجمالية للتخمر الكحولي:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{أنزيمات}} 2\,CO_2 + 2\,C_2H_5OH + E$$

غلوكوز — غاز الفحم — إيثانول — طاقة

خلاصة:

التنفس و التخمر ظواهر حيوية تسمح بتحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في المغذيات العضوية إلى طاقة كيميائية قابلة للإستعمال من طرف الخلية.



مخطط مقارن لنتائج التنفس و التخمر

الأستاذة: ب. نورة