شكراً لتحميلك هذا الملف من موقع المناهج العمانية

إجابات الوحدة السادسة الطاقة والتنفس

تاريخ نشر الملف على موقع المناهج: 2024-02-13 16:35:07

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر

روابط مواد الصف الثاني عشر على تلغرام

التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر والمادة أحياء في الفصل الثاني

1	تحضير درس حاجة الكائنات الحية للطاقة
2	معايير نجاح المادة منهج كامبريدج
3	المصطلحات العلمية وتعاريف الوحدة التاسعة التصنيف والتنوع البيولوجي والحفاظ عليه
4	المصطلحات العلمية وتعاريف الوحدة الثامنة الأمراض المعدية والمناعة
5	المصطلحات العلمية وتعاريف الوحدة السابعة التمثيل الضوئي

إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

- يجب أن يكون الطلبة قادرين على إدراج بعض العمليات التي تتطلب طاقة (على سبيل المثال، الحركة والنقل النشط). قد يعرف بعضهم أيضًا عن الحاجة إلى الطاقة عند بناء جزيئات كبيرة، كالتي تستخدم أثناء بناء البروتين.
- قد يكون الطلبة قادرين على تلخيص عملية التنفُّس وكتابة معادلة لفظية أو معادلة كيميائية موزونة لها.

ماء + ثاني أكسيد الكربون → أكسجين + جلوكوز

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

- يجب أن يعرف الطلبة أن التنفُّس يحدث في كل خلية في الجسم.

العلوم ضمن سياقها: العلاج بزراعة الميتوكندريا

لا توجد إجابات صحيحة لهذه الأسئلة، فقد يشعر بعض الطلبة أن العملية بأكملها مبررة ويدعم استخدامها، في حين قد يشعر بعضهم الآخر بمخاوف استخدامها.

من المرجح أن تشمل أسباب دعم استخدام هذه العملية السماح للزوجين بالحصول على أطفال مع تجنب احتمال ولادة الطفل ميتًا.

قد تشمل الأسباب المعارضة ما يأتي:

- قضايا الهوية المحتملة للطفل، إذا كان يعلم أن لديه ثلاثة آباء.
- احتمال إمكانية انتقال الميتوكندريا من بويضة المرأة المانحة إلى أطفال/الطفل (لكن هذا غير محتمل إذا كان الطفل ذكرًا كما في هذه الحالة).
- وجود مشكلات صحية محتملة إذا انتقلت بعض ميتوكندريا الأم عن طريق الخطأ مع نواتها، بحيث يكون لدى الطفل ميتوكندريا من كل من الأم والمرأة المانحة، وربما لا يعمل هذان النوعان من الميتوكندريا معًا بشكل جيد.
- اعتبارات دينية حول أخلاقيات تغيير DNA الميتوكندريا التي يرثها الشخص، ورفض أي إشارة إلى تحرير DNA النواة، في هذا الإجراء، بقي DNA النواة بدون تحرير، ولم يتم سوى استبدال DNA الميتوكندريا.
- سيكون رأي الطلبة في قضية عدم موافقة الأبوَين على متابعة طفلهم مختلفًا باختلاف الطلبة، فقد يدعمها بعضهم بشكل كامل، في حين قد يعتبر الآخرون أنه يجب "رد الجميل" للعلماء والمجتمع من خلال السماح بالحصول على المعلومات التي يمكن أن تساعد الآخرين في المستقبل.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. $ADP + P_i(PO_4^{3}) + 30.5\ KJ \rightarrow ATP + H_2O$

٢. قد يكون لدى الطلبة أفكار متنوعة حول الموضوع، ويجب أن يعلقوا على تشابه استخدام ATP واستخدام النقود؛ على سبيل المثال، توجد هذه النقود في مجموعات صغيرة (نقود معدنية أو ورقية)، تمامًا كما يحمل ATP «حزمة» صغيرة من الطاقة. ويمكن إنفاق تلك الأموال مقابل خدمات وسلع، في حين يمكن «إنفاق» ATP للحصول على فوائد من العمليات التي تتطلب طاقة. قد يفكر الطلبة أيضًا في أوجه التشابه بين الحصول على المال والحصول على ATP.

٣. ينتشر ثاني أكسيد الكربون خارج حشوة الميتوكندريون عبر الغشاءَين الداخلي والخارجي لغلافها، إلى السيتوبلازم، ثم ينتشر عبر غشاء سطح الخلية، إلى السائل النسيجي، ومن ثم عبر بطانة الشعيرة الدموية إلى الدم حيث يمكن أن يتم نقله مذابًا في بلازما الدم، أو على شكل كاربامينوهيموجلوبين أو على شكل أيونات كربونات الهيدروجين. في الرئتين، ينتشر ثاني أكسيد الكربون من الشعيرات الدموية، عبر بطانة الأوعية الدموية، وعبر جدار الحويصلات الهوائية، فيتم نقله خارج الجسم مع هواء الزفير، من خلال القصيبات والقصبات الهوائية والقصبة الهوائية.

٤. عن طريق نزع الكربوكسيل، بدءًا من السيترات/ المركب السداسي الكربون (6C)، فيتحول إلى مركبات خماسية الكربون ورباعية الكربون، وأخيرًا تكوّن أكسالوأسيتات، والذي يمكن أن يعمل كمستقبل للجزء/ الوحدة ثنائية الكربون (2C) من أستيل CoA، لإعادة تكوين السيترات مرة أخرى.

٥. أ. **NAD**: جزيء ناقل للهيدروجين، فهو يستقبل الهيدروجين من تفاعل ويمنحه إلى تفاعل آخر.

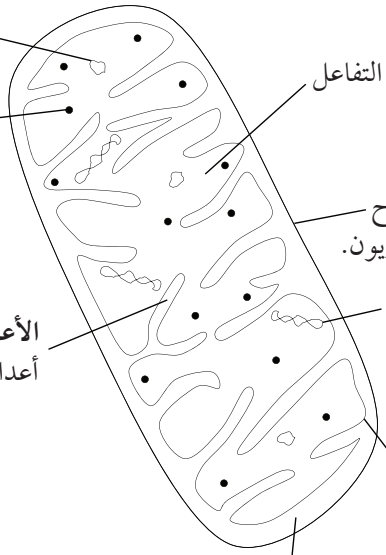
ب. **مرافق الإنزيم A**: ناقل لمجموعة الأستيل CoA من التفاعل الرابط إلى دورة كربس.

ج. **الأكسجين**: مستقبل الإلكترون النهائي ومستقبل أيونات الهيدروجين في الفسفرة التأكسدية: يُخْتَزَل الأكسجين إلى ماء.

٦. سيبتكر الطلبة طريقة لعب الأدوار الخاصة بهم؛ على سبيل المثال، يمكن لبعض الطلبة الوقوف في صفَّين متقابلَين، لتمثيل غشاء الميتوكندريا الداخلي والنواقل فيه، كما يمكن أن ينفصل الطلبة الثلاثة الذين يمثلون NAD المُخْتَزَل، بحيث ينتقل «الإلكترون» على طول النواقل، في حين يُضَخ «البروتون» إلى الجانب الآخر من الغشاء. وعندما يصل «الإلكترون» إلى نهاية السلسلة، ينتقل البروتون عائدًا عبر قناة في ATP سينثيز (يمثلها طلبة آخرون) في الغشاء، ما يسبب ارتباط «الفوسفات» مع «ADP» لتكوين «ATP». يمكن لأي طالب إحداث صوت قوي عند هذه النقطة، بينما يعيد طالب تمثيل الأكسجين ممسكًا بالإلكترون والبروتون ليصبح جزيء ماء.

٧. يجب أن تتضمن الشروحات التوضيحية ما يأتي: إنزيمات في الحشوة لحفز التفاعل الرابط والتفاعلات في دورة كربس، نفاذية الغشاء الخارجي للسماح بحركة المواد المحددة داخل وخارج الميتوكندريون، النفاذية النسبية للغشاء الداخلي لمنع انتقال أيونات الهيدروجين عبره بسهولة كبيرة لإنشاء منحدر تركيز لها، وجود نواقل و ATP سينثيز في الغشاء الداخلي للفسفرة التأكسدية، زيادة مساحة سطح الغشاء الداخلي (الأعراف) للسماح بأعداد كبيرة من النواقل و ATP سينثيز، وجود الرايبوسومات و DNA لبناء البروتين، لتوفير بعض الإنزيمات وغيرها من البروتينات المطلوبة.

٨. د.



حُبيبة: تحتوي على أيونات أو بروتينات للمساعدة في العمليات المتنوعة في الميتوكندريون.

الرايبوسوم: لبناء البروتين، لتوفير بعض الإنزيمات وغيرها من البروتينات المطلوبة.

الحشوة: تحتوي على إنزيمات لحفز التفاعل الرابط والتفاعلات في دورة كربس.

الغشاء الخارجي: نفاذية الغشاء الخارجي للسماح بحركة المواد المحددة داخل وخارج الميتوكندريون.

DNA الميتوكندريون: يحمل جينات تشفر لبناء بعض البروتينات اللازمة لعملية التنفُّس، وبروتينات أخرى.

الأعراف: زيادة مساحة سطح الغشاء الداخلي لتوفير أعداد كبيرة من النواقل و ATP سينثيز للفسفرة التأكسدية.

الغشاء الداخلي: النفاذية النسبية للغشاء الداخلي لمنع انتقال أيونات الهيدروجين عبره بسهولة كبيرة لإنشاء منحدر تركيز لها.

الحيز بين الغشائين: تنتقل إليه أيونات الهيدروجين للمساهمة في الأسموزية الكيميائية وتكوين ATP .

٩. قد يبدو الجدول المحتمل كما يأتي:

الميزة	كيف تساعد نبات الأرز لينمو مع غمر جذوره بالمياه؟
تنمو سيقان نبات الأرز بسرعة في الأرض المغمورة بالماء	يبقى الساق فوق سطح الماء، لذا يمكنه الحصول على ثاني أكسيد الكربون لعملية التمثيل الضوئي وعلى الأكسجين للتنفُّس من الهواء
تحتوي الجذور (والساق) على إيرنشيما	يمكن أن ينتشر الأكسجين عبر نسيج الإيرنشيما بسرعة عبر الساق إلى الجذور ليسمح لها بالحصول على ما يكفي من الأكسجين للتنفُّس الهوائي
تخمر الإيثانول في الجذور	خلايا الجذر قادرة على بناء بعض ATP في الظروف اللاهوائية، إذا لم تكن إمدادات الأكسجين كافية

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. فراغات هوائية – إيرنشيما – الجذور – الأكسجين – تخمر الإيثانول – الإيثانول– إيثانول ديهيدروجينيز.

٢. أ. نزع الهيدروجين اللازم لاختزال NAD و FAD.

تنتقل النواقل المختزلة إلى سلسلة نقل الإلكترون.

توفير الطاقة اللازمة لبناء ATP في الفسفرة التأكسدية.

الإشارة إلى الأسموزية الكيميائية.

ب. ١. زيادة تركيز أيونات الألمنيوم من 0 إلى 40 µmol تزيد من معدل إنتاج الفيومارات (إلى 60 mmol/min).

الزيادة من 40 µmol إلى 120 µmol لها تأثير ضئيل من (60 mmol/min) إلى (64 mmol/min).

٢. يرتبط الألمنيوم بالإنزيم أو الإشارة إلى مرافق الإنزيم ويغير شكل الموقع النشط ليصبح أكثر تلاؤمًا.

٣. يجب أن تتضمن الإجابات ما يأتي:

- تُحاط الميتوكندريون بغشاء خارجي من الدهون المفسفرة الذي يسمح بنفاذ وحركة المواد الصغيرة المطلوبة والناتجة من التفاعل الرابط ودورة كربس والفسفرة التأكسدية، مثل الأكسجين، وثاني أكسيد الكربون، والفوسفات غير العضوية (Pi)، وADP، وATP.
- غشاء الميتوكندريون الداخلي ينثني نحو الداخل مكونًا طيات تشكل أعرافًا توفر مساحة سطح كلية كبيرة لسلسلة نقل الإلكترون/ لحدوث الفسفرة التأكسدية.
- الرقم الهيدروجيني pH للحيز بين الغشاءَين أقل منه في الحشوة لإنشاء منحدر التركيز للبروتونات اللازم في الأسموزية الكيميائية.
- يحتوي غشاء الميتوكندريا الداخلي على ATP سينثيز لنقل البروتونات بواسطة الانتشار المسهل عبر الغشاء إلى الحشوة، مكونًا ATP من خلال الأسموزية الكيميائية.
- تحتوي الحشوة على الإنزيمات اللازمة للتفاعل الرابط ودورة كربس.
- تحتوي الحشوة على رايبوسومات (70S) و DNA الميتوكندريا لبناء البروتينات اللازمة لعمل الميتوكندريا.

٤. أ. ١. **Y**: ثاني أكسيد الكربون (CO_2) **Z**: أستيل CoA.

٢. **A**–التحلل السكري **B**– التفاعل الرابط **C**–دورة كربس/ دورة حمض السيتريك.

٣. حشوة الميتوكندريا.

ب. ١. يتم أكسدة هذه النواقل المختزلة ثم يتم تمرير الهيدروجين أو الإلكترونات على سلسلة نقل الإلكترون في الأعراف (الغشاء الداخلي) للميتوكندريا، فتولّد حركة الإلكترونات منحدر تركيز البروتونات/منحدر H^+. الإشارة إلى انتشار H^+ عبر قناة البروتين إلى الحشوة. الإشارة إلى ATPase أو ATP سينثيز. ذكر معادلة مثل $ADP + P_i \rightarrow ATP$. يعمل الأكسجين كمستقبل نهائي للإلكترون.

٢. السيترات جزيء سداسي الكربون (6C) والذي يتحول إلى أكسالواسيتات رباعي الكربون (4C) عن طريق نزع الكربوكسيل (أو إزالة الكربون) في عدّة خطوات، والذي يعمل بعد ذلك، كمستقبل للجزء/ الوحدة ثنائية الكربون (2C) من جزيء أستيل CoA (اقبل Z) ليكون جزيء السيترات السداسي الكربون (6C) مرة أخرى.

ج. يتم اختزال البيروفات عن طريق NAD المُختزَل، عند استقباله الهيدروجين أو الإلكترونات متحولًا إلى لاكتات (اقبل أكسدة NAD عن طريق البيروفات). يستخدم NAD بعد ذلك في التحلل السكري، مكونًا ربحًا/كسبًا صافيًا مقداره 2ATP.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات الأنشطة

نشاط ٦-١: التنفُّس اللاهوائي في خلايا فطر الخميرة

١. أ. ١.

نوع المتغير	المتغير	طريقة التغيير والقياس والضبط
المستقل	أنواع السكر المختلفة	أنواع السكر المختلفة التي تم قياسها ووضعها في أنابيب الاختبار الكبيرة / أنابيب غليان
التابع	حجم ثاني أكسيد الكربون الناتج	المسافة التي تحركها السائل الملون، مقاسة على المقياس
الضابط	الزمن (5 دقائق)	يقاس بواسطة ساعة إيقاف
الضابط	درجة الحرارة	تنفذ في حمّام مائي متحكم به
الضابط	تراكيز السكر/ الخميرة	وزن كتلة التركيز الصحيح للسكر/ الخميرة باستخدام ميزان
الضابط	الرقم الهيدروجيني/ pH	إضافة منظم رقمه الهيدروجيني 7
الضابط	حجم السكر/ الخميرة	قياس 10 mL باستخدام ماصة
الضابط	الأكسجين	استخدام المحاليل المغلية/ زيت البارافين/ السدادات

٢. • يستخدم المحقن لإعادة ضبط مستوى السائل الملون على المقياس ليمكن تكرار القياسات، وهو يغلق أنبوبة الاختبار الكبيرة، لذا لا يمكن دخول المزيد من الأكسجين، ويمنع خروج الغازات لذا يسبب ثاني أكسيد الكربون تحرك السائل الملون.

• يمنع زيت البارافين انتشار الأكسجين إلى الخليط محافظًا على بقاء الخليط في ظروف لاهوائية.

• يقلل غلي الماء من محتوى الأكسجين.

• وضع أنبوبة الاختبار الكبيرة التي تحتوي على السكر والأنبوبة التي تحتوي على الخميرة بشكل منفصل في الحمّام المائي لمدة عشر دقائق قبل الخلط، يتيح وصول كل منهما إلى درجة الحرارة المطلوبة قبل بدء التجربة.

٣. تتنفس الخميرة لاهوائيًا، لذا تطلق ثاني أكسيد الكربون لكن لا تزيل الأكسجين. تؤدي زيادة الحجم من ثاني أكسيد الكربون إلى زيادة الضغط في أنبوبة الاختبار دافعًا السائل الملوّن إلى الخارج.

٤. يستخدم الماء كضابط لمعرفة مقدار ثاني أكسيد الكربون الذي تنتجه الخميرة بدون أي مواد متفاعلة أخرى.

ب. ١. 5.0 mL

٢. ب.

٢. أ.

ميزة الجدول	صحيحة (نعم/ لا)	وصف الأخطاء
جميع البيانات الأولية في جدول واحد محددة بخطوط مستقيمة	نعم	
المتغير المستقل في العمود الأول	لا	يبيّن العمود الأول رقم المحاولة. المتغير المستقل هو المادة المتفاعلة
المتغير التابع في أعمدة إلى اليسار (للملاحظات الكمية)، أو الشروح الوصفية في أعمدة إلى اليسار (للملاحظات النوعية)	لا	لم توضع رقم المحاولة في أعمدة إلى اليسار، بل وُضعت في صفوف إلى الأسفل
البيانات التي جرى معالجتها (على سبيل المثال، المتوسطات، المعدلات، الانحرافات المعيارية) في أعمدة إلى أقصى اليسار	لا	يوجد المتوسط الحسابي في قاعدة الجدول/الصف الأخير من الجدول
لا توجد عمليات حسابية في الجدول، بل فقط القيم التي تم حسابها	نعم	
كل عمود مسمّى بوصف مفيد (للبيانات النوعية)، أو بكمية مادية وبوحدات النظام الدولي (للبيانات الكمية)، الوحدات منفصلة عن الكميات المادية باستخدام الشرطة المائلة	لا	لم يدرج مسمى المواد المتفاعلة المختلفة
لا توجد وحدات ضمن بيانات الجدول، بل فقط في مسميات الأعمدة	لا	توجد الوحدات ضمن بيانات الجدول
كتابة البيانات الأولية بعدد المنازل العشرية، والأرقام المعنوية مناسبة لأقل جزء دقيق في الأداة المستخدمة في القياس	لا	يقيس المقياس حتى 0.1 cm. لبعض القياسات أرقام إضافية أو أرقام غير كافية
كتابة جميع البيانات الأولية بالعدد نفسه للمنازل العشرية والأرقام المعنوية	لا	يوجد خليط من أعداد مختلفة من المنازل العشرية
كتابة البيانات التي جرى معالجتها، حتى أكثر من البيانات الأولية بمنزلة عشرية واحدة	لا	يستخدم متوسط حسابي واحد منزلة عشرية واحدة أكثر مما يجب

ب ، ج، د.

المادة المتفاعلة المحتضنة مع معلق الخميرة	المسافة التي قطعها السائل الملوّن في خمس دقائق /cm									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	المتوسط
جلوكوز	6.9	7.3	7.2	8.1	7.5	0.2	7.1	7.8	8.0	7.5	7.49
سكروز	7.4	7.4	7.5	8.5	8.3	7.7	19.2	6.4	6.5	7.3	7.44
مالتوز	3.2	3.4	3.5	2.9	2.7	2.9	3.0	2.8	2.8	3.0	3.02
ماء	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2	0.0	0.2	0.1	0.3	0.18

(*) تجنب تضمين القيم الشاذة عند حساب المتوسط الحسابي.

٣. أ.

المسافة التي قطعها السائل الملوّن (x)/cm	المسافة التي قطعها السائل الملوّن ناقص متوسط المسافة $(x - \bar{x})$/cm	$(x - \bar{x})^2$
6.9	(6.9 – 7.49) = – 0.59	0.35
7.3	(7.3 – 7.49) = – 0.19	0.04
7.2	(7.2 – 7.49) = – 0.29	0.08
8.1	(8.1 – 7.49) = 0.61	0.37
7.5	(7.5 – 7.49) = 0.01	0.00
7.1	(7.1 – 7.49) = – 0.39	0.15
7.8	(7.8 – 7.49) = 0.31	0.10
8.0	(8.0 – 7.49) = 0.51	0.26
7.5	(7.5 – 7.49) = 0.01	0.00

$\sum(x - \bar{x})^2 = 1.35$

$$sd = \sqrt{\frac{1.35}{(9-1)}} = 0.41 \text{ cm}$$

متوسط المسافة التي قطعها السائل الملوّن عندما كان الجلوكوز هو المادة المتفاعلة

7.49 cm ± 0.41 cm

ب.

المادة المتفاعلة	متوسط المسافة التي قطعها السائل الملوّن/ cm	الانحراف المعياري / cm
الجلوكوز	7.49	0.41
السكروز	7.44	0.70
المالتوز	3.02	0.27
الماء	0.18	0.10

ج. يسبب الجلوكوز عندما يكون هو المادة المتفاعلة تحرك/قطع السائل الملوّن المسافة الأكبر على الرغم من أن متوسط المسافة التي يقطعها عندما كان السكروز هو المادة المتفاعلة مرتفعًا بالقدر نفسه تقريبًا.

يسبب المالتوز عندما يكون هو المادة المتفاعلة تحرك السائل الملوّن نصف متوسط المسافة تقريبًا مقارنة بالجلوكوز.

ينتج الماء حركة صغيرة فقط للسائل الملوّن، وهذا الأمر يقترح أن حركة السائل التي يتم مشاهدتها عندما احتُضِنَت الخميرة مع السكريات تعود إلى تأثير الخميرة على السكر.

تكون الانحرافات المعيارية للجميع صغيرة نسبيًا، على الرغم من أن السكروز أعلى قليلًا. هذا يقترح أن المتوسطات دقيقة.

عند النظر إلى متوسطات ±1 الانحراف المعياري، فإن نطاقات حركة السائل الملوّن مع الجلوكوز والسكروز تتداخل، ما يشير إلى أنه على الرغم من أن المتوسطات مختلفة قليلًا، إلا أن هذا ليس فرقًا «حقيقيًا».

عند مقارنة نطاق متوسط المالتوز ±1 الانحراف المعياري، فإن النطاق لا يتداخل مع نطاقات السكروز والجلوكوز، الأمر الذي يوفر المزيد من الدقة وأن الاختلاف في المتوسط هو فرق «حقيقي».

نشاط ٦-٢: كثافة الطاقة والمسعرات الحرارية

١. أ. النشا 5.0 kJ/g، بروتين الكازين 5.7 kJ/g، حمض الستياريك 11.6 kJ/g (الأخذ في الاعتبار أن كتلة الماء 25 g).

ب.
- فقدان الحرارة من خلال: نقل الطعام المحروق من موقد بنزن إلى أنبوبة الاختبار، والتوصيل إلى إبرة التثبيت المعدنية، والإشعاع وتيارات الحمل في الهواء المحيط بأنبوبة الاختبار، بالتوصيل عبر المشبك الذي يحمل أنبوبة الاختبار، فقدان الحراة من الماء إلى البيئة الأبرد.
- الحجم الصغير للماء: يسبب ارتفاعًا كبيرًا في درجة الحرارة، ما يعني أن الحرارة تم فقدها في المنطقة المحيطة بفعل المنحدر العالي / المرتفع/ الكبير لدرجة الحرارة.
- عدم تحريك الماء: التوزيع غير متساوٍ لدرجة الحرارة في الماء.
- احتراق غير كامل للمادة المتفاعلة: ربما لا يتم احتراق كامل للمادة المتفاعلة.
- عدم الدقة في قياس درجة الحرارة القصوى، والتي قد ترتفع وتنخفض بسرعة.

ج. الدهون المشبعة لا تحتوي على روابط مزدوجة C=C، فيتوافر بالتالي المزيد من الهيدروجين.

٢.

الميزة	كيف تعمل الميزة على تحسين الدقة؟
عازل حراري	يمنع فقدان الحرارة بالإشعاع والتوصيل والحمل الحراري
أداة تحريك	توزع الحرارة بالتساوي ما يوفر درجة حرارة متساوية
أداة تسخين داخل الجهاز	تمنع فقدان الحرارة بسبب نقل المادة المتفاعلة المشتعلة
إمداد الأكسجين	يضمن الاحتراق الكامل لكل المادة المتفاعلة
ماء (500 mL)	يؤدي الحجم الكبير من الماء إلى تقليل/انخفاض درجة الحرارة، ما يقلل من فقدان الحرارة، ويكون منحدر درجة الحرارة إلى الخارج أقل
أنبوبة لولبية تمر عبرها غازات العادم	توفر مساحة سطح كبيرة تلامس الماء وفترة زمنية طويلة لمرور الغازات لضمان فقدان أقل للحرارة، وتزيل ثاني أكسيد الكربون المتراكم لمنع إطفاء اللهب

نشاط ٦-٣: تجارب الميتوكندريا

١. أ. (متساوي الأسموزية/التركيز) مع الوسط الداخلي للميتوكندريا: يمنع التلف/الضرر الأسموزي بسبب دخول الماء أو فقدانه.

المحلول المنظم pH 7.4: يمنع الضرر الناتج عن تقلب الحامضية / pH ويحافظ على الحامضية / pH المثالية لنشاط الإنزيم

4°C: تبطئ الهضم الإنزيمي/التحلل المائي.

ب. ١. يحدث التفاعل الرابط ودورة كربس في حشوة الميتوكندريا بدءًا من البيروفات. فالجلوكوز لا يمكنه المرور عبر غشاء الميتوكندريا، بل يحتاج إلى أن يتفكك إلى بيروفات بواسطة التحلل السكري الذي يحدث في السيتوبلازم.

٢. تؤدي إضافة P_i + ADP إلى انخفاض تركيز الأكسجين. يعمل P_i + ADP كعامل محدِّد. لن يعمل إنزيم ATP سينثيز بدون P_i + ADP، حيث لن تمر الإلكترونات إلى الأكسجين لتكوين الماء نتيجة توقف نقل الإلكترونات على طول سلسلة نقل الإلكترون. وعند إضافة P_i + ADP يبدأ العمل من جديد، وتمر الإلكترونات إلى الأكسجين ما يخفِّض/يقلل تركيز الأكسجين.

٢. أ. لإثبات أن الميتوكندريا نشيطة تعمل بدون وجود مثبطات.

ب. يمنع روتينون نقل الهيدروجين (والإلكترونات) من NAD المُخْتَزَل، ما يمنع عمل سلسلة نقل الإلكترون. إضافة السكسينات تسمح بحدوث جزء من دورة كربس: تحويل السكسينات إلى جزيء رباعي الكربون (4C)؛ آخر وسطي رباعي الكربون (4C) في دورة كربس، والذي يولد FAD مُخْتَزَل. يمرر FAD المُخْتَزَل أيونات الهيدروجين (والإلكترونات) التي يحملها إلى ناقل لاحق، متيحًا بالتالي عمل سلسلة نقل الإلكترون.

٣. يوقف كل من السيانيد وأوليجومايسين عمل سلسلة نقل الإلكترون، لكن عند نقاط مختلفة. إضافة كلا المثبطَين يؤدي إلى وقف انخفاض تركيز الأكسجين لعدم استهلاكه. تتيح إضافة DNP حرية / سهولة تدفق أيونات الهيدروجين (البروتونات) إلى الحشوة من دون أن تمر عبر قناة H^+ العادية المرتبطة بـ ATP سينثيز. تتيح إضافة DNP مع أوليجومايسين عمل سلسلة نقل الإلكترون مرة أخرى، حيث تكون أيونات H^+ قادرة على التدفق عبر الغشاء. لا يكون لإضافة DNP تأثير على السيانيد، لأن السيانيد يمنع سلسلة نقل الإلكترون من نقل الإلكترونات إلى الأكسجين، وبالتالي لا تستطيع سلسلة نقل الإلكترون العمل مطلقًا.

نشاط ٦-٤: استخدام مقياس التنفُّس

١. أ. تم غسل البذور والأدوات بمبيّض هيبوكلوريت الصوديوم من أجل التعقيم الذي يزيل كل البكتيريا والفطريات التي يمكن أن تسبب تلف البذور، وقد تتنفس في مقياس التنفُّس الأمر الذي يؤثر على دقة النتائج.

ب. يتم استخدام المحقن لإعادة ضبط مستوى السائل في الأنبوب U.

ج. درجة الحرارة، أنواع البذور، عمر البذور (فترة تخزينها)، البذور مختارة من النبات نفسه، تراكيز الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في أنبوبة الاختبار، المحتوى المائي للبذور، حجم وتركيز هيدروكسيد البوتاسيوم. تؤثر أيضًا على معدل التنفُّس متغيرات أخرى مثل pH، لكن لا يمكن التحكم بها بسهولة.

د. حتى لا تقوم البادرات بعملية التمثيل الضوئي الذي يلزم استخدام ثاني أكسيد الكربون وإطلاق الأكسجين.

هـ. هذه أنبوبة ضابطة توفر مقارنة صحيحة. يؤدي غلي البذور إلى تمسخ الإنزيمات، لذا لا تستطيع البذور التنفُّس.

و. يزيل هيدروكسيد البوتاسيوم ثاني أكسيد الكربون فيحدث تغير في حجم الغاز.

٢. أ–هـ

اليوم	متوسط المسافة التي قطعها السائل الملون / cm		حجم الأكسجين الذي يتم امتصاصه في 15 min/mm³	حجم ثاني أكسيد الكربون الذي يتم إطلاقه في 15 min/mm³
	بوجود هيدروكسيد البوتاسيوم	بوجود الماء		
0	6.3	– 4.1	197.82	326.56
1	7.3	0.1	229.22	226.08
2	7.7	0.9	241.78	213.52
3	6.7	1.1	210.38	175.84
4	6.5	1.6	204.10	153.86
5	6.7	1.8	210.38	153.86
6	7.1	0.2	222.94	216.66
7	7.8	0.0	244.92	244.92

إجابات الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٦-١: تأثير درجة الحرارة على معدل التنفُّس في اللافقاريات

الأهداف التعليمية

- تخطيط التجارب والاستقصاءات.
- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.
- تقييم الأساليب واقتراح التحسينات.

المدّة

ينفذ هذا الاستقصاء على مرحلتَين:

١. التخطيط: يخطط الطلبة لإجراء استقصاء صحيح في تأثير درجة الحرارة على معدل التنفُّس في اللافقاريات باستخدام مقاييس التنفُّس. سيتطلب ذلك (60–30) دقيقة، ويمكن إجراؤه في الحصة إذا توافر الوقت، أو بشكل مستقل.

٢. الإجراء العملي: يكمل الطلبة الإجراء العملي ويحللون النتائج. سيتطلب الإجراء العملي (50–40) دقيقة تقريبًا، وسيستغرق التحليل 45 دقيقة تقريبًا، ويمكن للطلبة إجراؤه بشكل مستقل.

توجيهات حول الاستقصاء

- سيحتاج الطلبة أثناء التخطيط إلى أن يكونوا على دراية بالمصطلحات: متغير مستقل، متغير تابع، متغير معياري. يجب أن يناقش المعلم مع الطلبة كيفية التخطيط لاستقصاء يوفر استنتاجات صحيحة، ويجب أن يكون الطلبة قادرين على شرح جميع الخطوات العملية الواجب إجراؤها، وتحديد قيم المتغير المستقل الذي سيختبرونه.
- تستخدم التجربة اللافقاريات الحية، لذا يجب أن يكون الطلبة مدركين للقضايا الأخلاقية المرتبطة بمعالجة كائنات حية.
- في حال تنفيذ الإجراء العملي الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، يجب تزويد الطلبة بقائمة الأدوات اللازمة وطريقة العمل.
- يجب على المعلم شرح كيفية إعداد الجهاز واستخدام المحابس ثلاثية الاتجاه والتحقق من عدم وجود تسرب.
- يمكن لكل طالب أو كل مجموعة من الطلبة العمل في جميع درجات الحرارة عند توافر الوقت، ويمكن للمعلم عند عدم توافر الوقت تخصيص درجات حرارة مختلفة للمجموعات المتنوعة ومقارنة بيانات الطلبة.
- يجب استخدام الحمّامات المائية التي يمكن التحكم بها حراريًا؛ وليس من الضروري العمل في درجات الحرارة بترتيب معيّن، وبالتالي يمكن للطلبة التنقل في الغرفة إلى حيث تتوافر حمّامات مائية. ويمكن وضع حمّامات مائية كبيرة في المختبر ليستخدمها الطلبة بدل إعدادها بأنفسهم. وفي حال عدم توافر حمّامات مائية يمكن التحكم بها حراريًا، يجب تأمين مصادر ماء حار وماء بارد وثلج للمحافظة على درجات الحرارة.

التخطيط

ستتنوّع إجابات الطلبة بحسب الفرضية والتبرير.

على سبيل المثال:

الفرضية: يزداد معدل التنفُّس تدريجيًا مع ارتفاع درجة الحرارة حتى قيمة معيّنة، ثم ينخفض بسرعة.

السبب /التبرير: لأن نشاط الإنزيم يزداد مع ارتفاع درجة الحرارة؛ بسبب زيادة طاقة الحركة للجزيئات، وبالتالي زيادة التصادمات بين المواد المتفاعلة والإنزيمات، فيزيد ذلك من معدل التنفُّس. ولكن عند درجات الحرارة المرتفعة جدًا سيحدث تمسخ الإنزيمات وبالتالي سيتوقف التفاعل.

الفرضية: تعتمد درجة الحرارة المثلى لمعدل التنفُّس على نوع الكائن الحي.

السبب /التبرير: يؤثر نوع الكائن الحي اللافقاري المستخدم على درجة الحرارة المثلى للتنفُّس بحسب الموطن البيئي الطبيعي للنوع. على سبيل المثال، يعيش قمل الخشب في بيئات باردة ورطبة، وبالتالي سيكون لديه إنزيمات تعمل بشكل مثالي عند درجة حرارة أقل منها في ذباب الفاكهة (دروسوفيلا)، الذي يستوطن في بيئات ذات درجة حرارة أعلى.

المتغيرات

ستتنوّع إجابات الطلبة حول المتغيرات المستقلة والتابعة والمعيارية.

على سبيل المثال:

المتغيرات المستقلة: درجة الحرارة، نوع الكائن الحي (بحسب الفرضية).

المتغيرات التابعة: معدل التنفُّس.

المتغيرات المعيارية: نوع الكائن الحي اللافقاري أو نوع البذور المستنبتة، السن (العمر) والحجم (القياس)، عدد اللافقاريات أو عدد البذور المستنبتة، زمن التعرض للحرارة، الظروف البيئية كمستوى الضوء والرطوبة وتوفر الماء، توفر الجلوكوز/ الطعام، نوع الطعام (في حال تقديم الطعام).

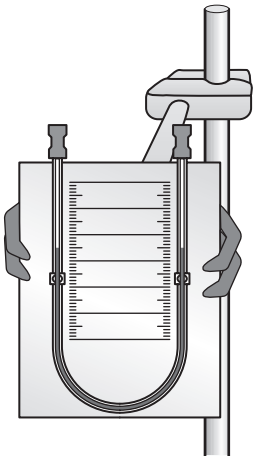
ستحتاج إلى

المواد والأدوات:	
• أنبوبتا اختبار كبيرتان	• قطع شاش أو شبكات سلكية عدد 2
• أنبوبة مانومتر على شكل حرف U معبأة بسائل ملون	• مرابط وحامل حديدي، مجموعتان
• سدادات عدد 2 تحتوي على أنابيب توصيل	• حامل أنابيب اختبار
• خرزات زجاجية	• مقياس حرارة
• حبيبات جير الصودا، 20 g	• ميزان
• محبس ثلاثي الاتجاهات عدد 2	• حمّامات مائية متحكم بها حراريًا على درجة 10°C، 15°C، 20°C، 25°C، 30°C، 35°C
• براغي تثبيت عدد 2	• ماء حار، وبارد، وثلج
• لافقاريات أو بذور مستنبتة	

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- من المفيد صنع أكياس قماش موسلين موزونة مسبقًا ومربوطة، تحتوي على 5 g من جير الصودا، بحيث يمكن إسقاطها ببساطة في أنابيب الاختبار ثم استعادتها وإعادة استخدامها.
- قد تكون اللافقاريات النموذجية يرقات ذبابة اللحم أو قمل الخشب أو الصراصير.
- يمكن أيضًا استخدام أكياس الشاي الفارغة في حال عدم توافر الشاش أو الشبكات السلكية.
- يمكن إعداد حمّامات مائية في حال عدم توافر حمّامات مائية متحكّم بها حراريًا باستخدام كؤوس زجاجية بحجم 250 mL، واستخدام مقاييس الحرارة والماء الدافئ والثلج للمحافظة على درجة الحرارة.

كيف تصنع مقياس تنفُّس مانومتر على شكل حرف U

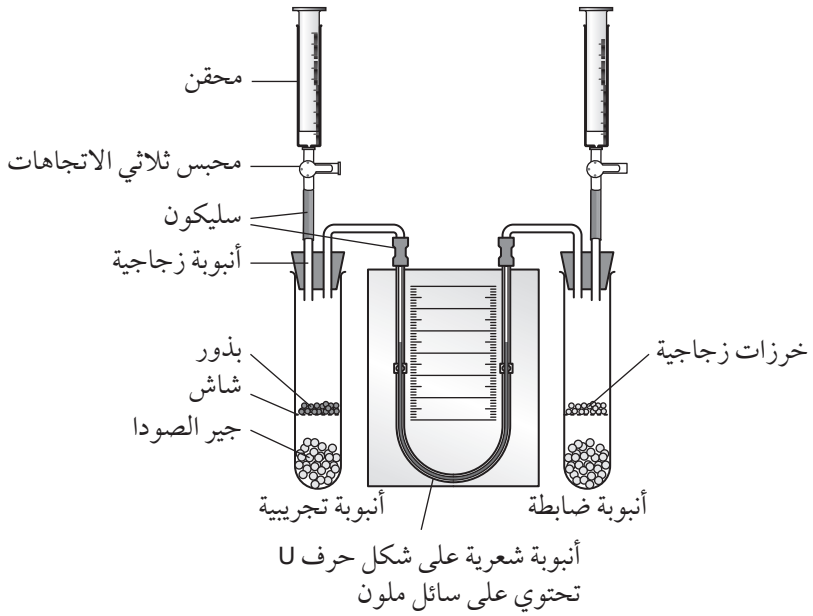


الشكل ٦-١

قصّ أنبوبة شعرية بطول 250 mm وقطر 6 mm (قطر التجويف 1 mm) وقم بصقل طرفيهما بالنار (باللهب) (يُحرص على عدم وجود حواف حادة). ضع علامتَين بقلم جرافيت، كل منهما على مسافة 110 mm من كلا طرفَي الأنبوبة الشعرية، وامسكها بحيث يكون موضع إحدى العلامتَين في لهب موقد بنزن مشتعل أزرق اللون فيصبح الزجاج ليّنًا. ثم أبعد الأنبوبة عن اللهب وكوّن فيها انحناء بزاوية 90° بتأثير ثقلها. دع الزجاج يبرد على سطح مقاوم للحرارة، وكرر الخطوات عند العلامة الثانية. كوّن أنبوبة على شكل حرف U. قص قطعة من البلاستيك أو الكرتون بحجم يكفي لوضع الأنبوبة U عليها، وغطها بقطعة من ورق التمثيل البياني (لعمل مقياس). يمكن ربط الأنبوبة U بالبلاستيك أو الورق المقوى بعمل ثقوب صغيرة وتمرير رباط سلك عبرها، أو ببساطة استخدام رباط مطاطي (كما هو مبيّن في الشكل ٦-١).

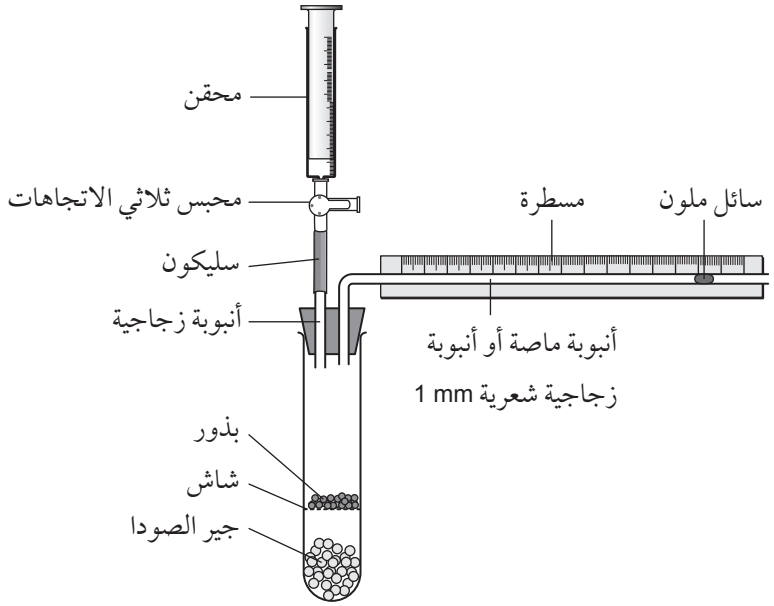
يجب إدخال (توصيل) كل طرف من طرفي الأنبوبة U بأنبوبة سليكون بطول 100 mm و قطر 5 mm. بشكل محكم، كما هو مبيّن في الشكل ٦-١.

توجد طرائق بديلة لربط المانومتر بأنابيب الاختبار: لإعداد سدادتين مطاطيتين لأنبوبتي الاختبار الكبيرين، قصّ أربع قطع من زجاج التوصيل بطول 50 mm، واصقل الأطراف باللهب لئلا تكون هناك حواف حادة، ثم قم بثني اثنين منهما على شكل حرف U وأدخل أحد الأطراف في السدادة المطاطية وأوصل الطرف الآخر بقطعة السيلكون المثبتة على الأنبوبة الشعرية، أما أنبوبتا التوصيل الأخريان فقم بإدخال كل منهما في الثقب الآخر، ثم صل بهما قطعة من السيلكون الشفاف وثبّت محبسًا ثلاثي الاتجاهات ومحقنًا 1 mL كما في الشكل ٦-٢. يمكن استخدام مشابك عند عدم توافر محبس ثلاثي الاتجاهات.



الشكل ٦-٢

يمكن استخدام مقياس تنفُّس بسيط مثل ذلك المبيّن في الشكل ٦-٣ عند عدم توافر مانومترات. ويمكن صنع مقياس تنفس مماثل في المختبر، بحيث تقص قطعة من أنبوبة زجاجية شعرية بطول 300 mm (بثقب قطره 1 mm)، وتصقل الطرفَين باستخدام اللهب للتأكد من عدم وجود حواف حادة، ثم تكون انحناء بزاوية قائمة بطول 70 mm تقريبًا، وتُدخل الأنبوبة في ثقب سدادة مطاطية ذات ثقبَين لأنبوبة اختبار كبيرة (كما يبيّن الشكل ٦-٣). يجب أيضًا قص أنبوبة توصيل زجاجية بطول 50 mm (وقطر 5-6 mm) وصقل الطرفَين باللهب (مرة أخرى للتأكد من عدم وجود حواف حادة)، ويجب إدخال الأنبوبة في ثقب السدادة الآخر، وإدخال أنبوبة سليكون شفاف بطول 50 mm (وقطر 5 mm) في طرف الأنبوبة. يمكن استبدال المحبس ثلاثي الاتجاهات بمشبك.



الشكل ٦-٣

نقاط أخرى تجب ملاحظتها

- يجب أن يكون السائل في المانومتر عبارة عن ماء مع بعض قطرات ملوّن الطعام، وإضافة بضع قطرات من سائل منظف، وحقنه في المانومتر باستخدام إبرة ومحقن، مع الحرص على عدم وجود فقاعة هواء كبيرة. يمثل الإيوسين في محلول الإيثانول سائلًا مناسبًا أيضًا.
- يجب أن تكون السدادات مصنوعة من المطاط، لأن السائل يتسرب من الفلين.
- من المفيد صنع أكياس قماش موسلين موزونة مسبقًا ومربوطة، تحتوي على 5 g من جير الصودا، ليسهل إسقاطها ببساطة في أنابيب الاختبار ثم استعادتها وإعادة استخدامها.
- يمكن استخدام العديد من أنواع البذور، مثل الفاصوليا والبازلاء والقمح والفول.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب أن يقرأ الطلبة قسم إرشادات السلامة الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة قبل إجراء هذا الاستقصاء.
- يجب اتّباع إجراءات السلامة المعيارية في المختبرات دائمًا.
- يجب أن يرتدي الطلبة دائمًا نظارات واقية.
- يجب غسل اليدين بعد معالجة اللافقاريات.

يبيّن الجدول ٦-١ المخاطر وأساليب تقليلها.

المخاطر	طريقة تقليل المخاطر
تتكسر الأنابيب الشعرية الزجاجية وأنابيب التوصيل بسهولة.	• يجب عدم إدخال السدادات والأنابيب بالقوة. • يجب توخي الحذر عند التعامل مع أنابيب السليكون عند أطراف أنابيب التوصيل الزجاجية.
جير الصودا مادة كاوية ويمكن أن تسبب حروقًا شديدة، وهي خطرة بشكل خاص على العيون.	• يجب أن يتم وزنها بدقة، ومسح أي انسكاب. • يجب ارتداء نظارات واقية وغسل الرذاذ عن الجلد بالماء. • يجب غسل أي رذاذ يدخل العين برفق بماء صنبور لمدة 20 دقيقة وطلب الرعاية الطبية.

الجدول ٦-١

الطريقة

فيما يأتي طريقة مقترحة:

١. ضع 5 g من جير الصودا في أنبوبتي اختبار.

٢. ضع فوق جير الصودا في كلا أنبوبتَي الاختبار قطع شاش (أو شبكة سلكية).

٣. زن 5 g تقريبًا من اللافقاريات أو البذور المستنبتة وضعها على الشاش في إحدى أنبوبتَي الاختبار، (سجّل الكتلة بدقة).

٤. زن كتلة مساوية من الخرزات الزجاجية وضعها في أنبوبة الاختبار الثانية (ستكون هذه الأنبوبة الضابطة).

٥. ضع السدادات مع أنابيب التوصيل في أنبوبتَي الاختبار بإحكام حرصًا على عدم وجود أي تسرب. ولا تصل المحبس ثلاثي الاتجاهات حتى تضع أنبوبتَي الاختبار في حمّام مائي 10 °C بحيث يغطي الماء موضع اللافقاريات. (لا تضع الماء في الأنبوبة)، واترك اللافقاريات لمدة 5 دقائق حتى الوصول إلى درجة الحرارة الصحيحة.

٦. ضع سائلًا ملونًا في المانومتر، وثبته بإحكام، ثم صل أنابيب التوصيل مع كلٍّ من أنابيب الاختبار والمحبس ثلاثي الاتجاهات.

٧. أدخل محقن 1 cm^3 في كل من المحبسين ثلاثيي الاتجاه، وتأكد من إغلاقهما.

٨. أدر المحبسين لإغلاق الجهاز (اعزل الهواء الخارجي)، استخدم المحقنين لجعل السائل في مستوى المانومتر، وسجّل موضع السائل على المقياس في أنبوبة المانومتر على شكل حرف U.

٩. سجّل المسافة التي يقطعها سائل المانومتر بعد 5 دقائق، ثم 10 دقائق، ثم 15 دقيقة.

١٠. أدر المحابس ثلاثية الاتجاه بحيث يدخل الهواء النقي في أنابيب الاختبار ويتيح للافقاريات «الراحة» لمدة 5 دقائق.

١١. كرر التجربة على درجة حرارة (30°C، 25°C، 20°C، 15°C).

١٢. سجّل القطر الداخلي لأنبوبة المانومتر على شكل حرف U.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- لن تعمل الأجهزة غير المحكمة كما يجب، لذا على الطلبة (والمعلمين) التحقق من إغلاق المحابس ثلاثية الاتجاه، بحيث يمكن تحريك مستوى السائل عن طريق ضغط المحقن من دون أن يرتفع على الفور إلى الأعلى. وإذا ارتفع على الفور، فمن المرجح وجود تسرب في الجهاز يستوجب إعادة تكوينه.
- سيضع بعض الطلبة السدادات والمانومتر على المحابس ثلاثية الاتجاه بشكل خاطئ، فيسبب تسرب السائل من المانومتر ويتطلب استبداله.
- سيتشبع جير الصودا ويفقد قدرته على امتصاص ثاني أكسيد الكربون إذا استخدم عدة مرات.
- قد يعترض بعض الطلبة على استخدام الحيوانات الحية، لذلك يمكن استخدام بذور مستنبتة كبديل عنها، لكن الأمر سيستغرق وقتًا طويلًا.
- قد يصعب وزن الحيوانات في الأواني. تفيد الملاعق البلاستيكية المستهلكة (للاستخدام مرة واحدة) في نقل يرقات ذباب اللحم. يجب تأمين أغطية على مخزون يرقات ذباب اللحم لمنع هروبها.

- قد تكون المحافظة على درجة حرارة الحمّام المائي سهلة. فمن الناحية المثالية، يجب استخدام الحمّامات المائية التي يمكن التحكم بها حراريًا، وسيعمد الطلبة عند عدم توافرها إلى المحافظة على درجة الحرارة، وسيحتاجون إلى الماء الحار والبارد والثلج.
- قد يحدّ الزمن من عدد درجات الحرارة التي يمكن اختبارها. فإذا كان الزمن غير كافٍ ليختبر كل طالب أو مجموعة كل درجات الحرارة يمكن أن يختبر كل طالب أو كل مجموعة درجة حرارة واحدة فقط ويجب أن تجمع نتائج الطلبة والتأكد من حصول كل طالب على النتائج كاملة.

سيحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في التخطيط. وقد يحتاج الطلبة الذين يعانون اضطراب الحركة إلى الدعم عند كتابة الطريقة بشكل سردي، ويجدون من الأسهل كتابتها على شكل نقاط.

هذا نشاط عملي صعب جدًا، ويصعب غالبًا إعداد مقاييس التنفُّس، لذا على المعلم أن يتجول في الصف ويساعد الطلبة في التحقق من عدم وجود تسرب. سيجد الطلبة الذين يعانون اضطراب الحركة صعوبة في توصيل الأدوات واستخدام المحابس، وقد يحتاجون إلى المساعدة.

قد يحتاج الطلبة الذين يواجهون صعوبة في الرياضيات إلى الدعم في الاختبار الإحصائي، لذا يجب حفزهم على اتباع الخطوات بطريقة منهجية وكتابة جميع طرائق عملهم.

يمكن أن يركز التوسع في العمل على زيادة عدد درجات الحرارة المختبرة (ضمن الحدود الأخلاقية)، أو مقارنة أنواع مختلفة من اللافقاريات.

نتائج عيّنة

انظر الجدول ٦-٢.

درجة الحرارة /°C	المسافة التي قطعها السائل في المانومتر / mm			
	0-5 min	5-10 min	10-15 min	المتوسط
10	8	7	8	7.7
15	7	6	9	7.3
20	11	13	12	12.0
25	16	19	18	17.7
30	23	24	21	22.7
35	34	37	32	34.3

الجدول ٦-٢ جدول النتائج.

كتلة اللافقاريات: 4.90 g.

القطر الداخلي لأنبوبة المانومتر- على شكل حرف U: 1.0 mm

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العيّنة)

١. يجب أن يحسب الطلبة بشكل صحيح المتوسطات باستخدام بياناتهم وتسجيلها (انظر عيّنة نتائج في الجدول ٦-٢ للاطلاع على أمثلة).

٢. يجب أن يحسب الطلبة الحجوم باستخدام معادلة حجم الأسطوانة (انظر عيّنة نتائج في الجدول ٦-٣ للاطلاع على أمثلة).

٣. يجب على الطلبة قسمة إجاباتهم من الجزئية 2 على 5 دقائق لحساب معدل استهلاك الأكسجين لكل دقيقة (انظر عيّنة نتائج في الجدول ٦-٣ للاطلاع على أمثلة).

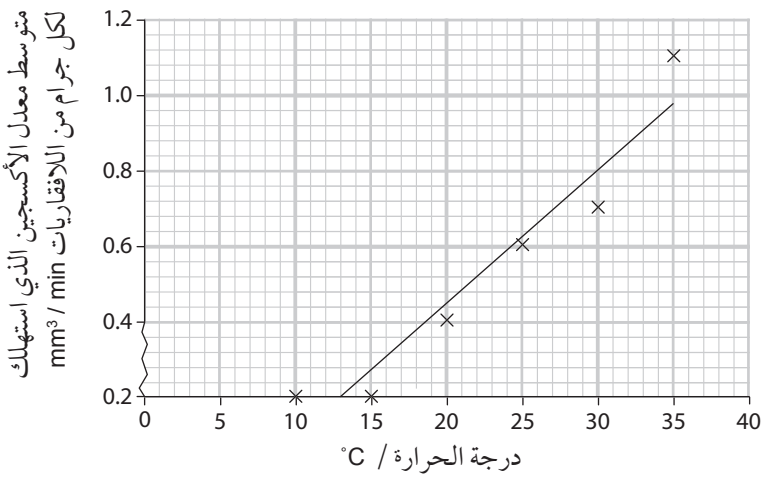
٤. يجب على الطلبة قسمة إجاباتهم من الجزئية 3 على كتلة اللافقاريات (انظر الجدول ٦-٣ للاطلاع على أمثلة).

درجة الحرارة °C	متوسط حجم الأكسجين الذي استهلك في mm^3/5 min	متوسط معدل الأكسجين الذي استهلك mm^3/min	متوسط معدل الأكسجين الذي استهلك لكل جرام من اللافقاريات/ mm^3/min
10	6.0	1.2	0.2
15	5.7	1.1	0.2
20	9.4	1.9	0.4
25	13.9	2.8	0.6
30	17.8	3.6	0.7
35	26.9	5.4	1.1

الجدول ٦-٣ جدول النتائج.

٥. انظر التمثيل البياني لعيّنة نتائج في الشكل ٦-٤. يجب أن تحتوي التمثيلات البيانية على ما يأتي:

- درجة الحرارة على المحور (س) ومتوسط معدل استهلاك الأكسجين على المحور (ص).
- مسميات كاملة تتضمن الوحدات على كلا المحورَين.
- مقاييس خطية تتيح إمكانية تغطية النقاط لنصف الشبكة.
- نقاط دقيقة ± نصف مربع صغير.
- خط أو منحنى مناسب.
- مسمى للتمثيل البياني.



الشكل ٦-٤

٦. يجب أن يقدم الطلبة وصفًا تفصيليًا للنمط المشاهَد لتأثير درجة الحرارة على معدل استهلاك الأكسجين، ويجب أن يرتبط ذلك بالبيانات الحقيقية. كما تجب مناقشة قوة الارتباط ومدى قرب النقاط من أفضل خط أو منحنى. تبيّن عيّنة النتائج زيادة في المعدل.

يجب أن يقدم الطلبة تفسيرًا لسبب زيادة درجة الحرارة من معدل التنفُّس من حيث نشاط الإنزيم، والحركة الأسرع للجسيمات، والطاقة الحركية الأعلى، والاصطدامات الأكثر تكرارًا بين المواد المتفاعلة والإنزيمات، والمزيد من معقد الإنزيم – المادة المتفاعلة، والاستخدام الأسرع للأكسجين.

٧. يجب أن ينظر (يتفحص الطلبة البيانات بدقة) الطلبة إلى البيانات الأولية ويحددوا بشكل صحيح أي قيم شاذة (ربما لا توجد أي منها). قد تشمل الأسباب المحتملة: تقلبات درجة الحرارة، "تعب" اللافقاريات والانخفاض المستمر في طاقة المواد المتفاعلة، تغيرات في تراكيز الغاز، التغيرات المفاجئة في النشاط بسبب شدة الضوء/ الصوت، عوامل أخرى.

٨. على الطلبة مناقشة مدى قرب النقاط من الخط أو المنحنى الأنسب، ومناقشة مدى تشابه قياساتهم المكررة (تشير القيم المتشابهة إلى بيانات دقيقة). فمعظم المتغيرات ثابتة، لكن قد تكون تغيرت عوامل أخرى، مثل: شدة الضوء، إعياء اللافقاريات، تراكيز الغاز، تشبع جير الصودا.

٩. يجب أن تبيّن نتائج معظم المجموعات أنماطًا متشابهة، لكن القيم قد تختلف، وقد يعود ذلك إلى اختلاف اللافقاريات المستخدمة (الوراثة). يجب أن يكون الاتجاه الأساسي للزيادة هو نفسه، حيث حُسِبَت القيم لكل جرام من اللافقاريات.

١٠. الأخطاء المنهجية: الميزان يعطي باستمرار قراءة مرتفعة جدًا أو منخفضة جدًا، القياس بالمسطرة يظهر باستمرار عدم دقة.

الأخطاء العشوائية: التقلبات المفاجئة بسبب التغيرات في شدة الضوء/ الصوت، عدم الاتساق في قطر تجويف الأنبوبة الشعرية.

استقصاء عملي ٦-٢: تأثير تركيز الجلوكوز على معدل تنفُّس الخميرة باستخدام كاشف الأكسدة والاختزال

الأهداف التعليمية

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.
- تقييم الأساليب واقتراح التحسينات.

المدّة

ينفذ الجزء العملي من هذا الاستقصاء في ساعة واحدة تقريبًا، مع (30-45) دقيقة إضافية لأقسام التحليل.

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يكون الطلبة على دراية بأهمية تفاعل الأكسدة والاختزال في عملية التنفُّس، ومناقشة ذلك قبل تنفيذ الاستقصاء (سواء في بداية الحصة أو في حصص سابقة).
- يجب شرح دور أزرق الميثيلين ككاشف.
- يجب القيام بتجربة التفاعل قبل الحصة لأن المجموعات التحليلية من الخميرة يمكن أن تؤدي إلى نتائج مختلفة، كما يجب استخدام تراكيز أقل من الخميرة أو الجلوكوز إذا كانت إزالة اللون سريعة، وزيادة التراكيز إذا كانت بطيئة جدًا.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- 12 أنبوبة اختبار
- كأسان زجاجيتان كبيرتان 500 mL
- موقد بنزن، حامل ثلاثي القوائم، شبكة تسخين سلكية أو مصدر ماء حار وبارد (يمكن استخدام حمّامات مائية يتم التحكّم فيها حراريًا)
- ماصات أو محاقن 10 mL، 5 mL، 1 mL
- مقياس حرارة
- 20 mL محلول أزرق الميثيلين 0.005 %
- 25 mL محلول جلوكوز 10 %
- 100 mL ماء مقطر
- 100 mL معلق خميرة
- 10 mL معلق خميرة مغلي
- ساعة إيقاف
- سدادات أنابيب اختبار
- قلم للكتابة على الزجاج

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- يجب استخدام الحمّامات المائية التي يتحكم بها حراريًا عند توافرها، وإلا فإنك تحتاج إلى عدة كؤوس. كما يمكن استخدام أي طريقة توفر الحفاظ على 12 أنبوبة اختبار عند درجة حرارة ثابتة. وقد يحدث التفاعل عند درجة حرارة الغرفة، لكنه يستغرق وقتًا أطول.
- يمكن استخدام 0.1 % من كاشف (DCPIP) بديلًا عن كاشف أزرق الميثيلين.

محاليل المخزون Stock solutions:

- 10% جلوكوز: لتحضير 1000 mL من المحلول، أذب 100 g من الجلوكوز في 1000 mL (1 L) من الماء المقطر.
- 0.005% محلول أزرق الميثيلين: لتحضير 1000 mL (1 L) أذب 0.05 g من أزرق الميثيلين في 1000 mL (1 L) من الماء المقطر. يمكن عند استخدام كاشف (DCPIP) تحضير 1 L بإضافة 1 g إلى 1000 mL (1 L) من الماء المقطر.
- معلق الخميرة: لتحضير 500 mL (1/2 L) من معلق الخميرة، أضف 100 g من الخميرة الجافة إلى 500 mL (1/2 L) من الماء المقطر في كأس كبيرة (تحتاج إلى جوانب مرتفعة لأن الخميرة ستكوّن رغوة). أضف 1 g من فوسفات أحادي البوتاسيوم (فوسفات البوتاسيوم ثنائي الهيدروجين KH_2PO_4) وتهوية الخميرة على مدى يومَين، في حال عدم توافر مضخة تهوية حرِّك الخليط يدويًا. يجب تحضير المعلق قبل يوم أو يومَين من تنفيذ الاستقصاء.
- معلق الخميرة المغلية: اغلِ بعضًا من معلق الخميرة لمدة دقيقتَين قبل تنفيذ الجزء العملي من الاستقصاء.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- توخَّ الحذر عند استخدام موقد بنزن.
- يصنف أزرق الميثيلين على أنه ضار وقد يكون مهيّجًا. إذا سقط رذاذ منه على جلدك فاغسله بالماء جيّدًا. كما يجب ارتداء النظارات الواقية، وإذا لامس عينيك، فاغسلهما بالماء الوفير.
- مخاطر الجلوكوز منخفضة.
- فطر الخميرة كائن حي دقيق، لذا احرص على ارتداء معطف المختبر وغسل اليدين بعد التجربة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- ربما لا يعود محلول أزرق الميثيلين إلى اللون الأزرق بسهولة بعد رجّه.
- يعود أزرق الميثيلين إلى اللون الأزرق إذا حرّك الطلبة الخليط أثناء التجربة – يجب التأكيد على ذلك للطلبة.
- سينسى بعض الطلبة إعادة المحاليل مرة أخرى إلى الحمّام المائي، مفترضين أن درجة الحرارة تبقى ثابتة.
- سيجد بعض الطلبة صعوبة في معالجة العديد من أنابيب الاختبار في وقت واحد، لذا من الأفضل غالبًا الطلب إليهم تنفيذ العمل في مجموعات.
- قد يجد بعض الطلبة صعوبة في تحديد نقطة الانتهاء، لذا يجب مناقشة هذا الأمر كنقطة ضعف محدِّدة للعمل.

- لن يدرك بعض الطلبة أن اللون لن يتغير في أنبوبة الاختبار التي تحتوي على الخميرة المغلية.
- يمكن التحقق من مدى زيادة تراكيز الجلوكوز من حساب الطلبة للتخفيفات و/ أو وزن الجلوكوز.

نتائج عيّنة

انظر الجدول ٦-٤.

رقم أنبوبة الاختبار	تركيز الجلوكوز (%)	الزمن الذي استغرقه اللون الأزرق ليختفي / s			
		التجربة 1	التجربة 2	التجربة 3	المتوسط
1	0.0	732	741	745	739
2	2.5	236	263	284	261
3	5.0	176	187	169	177
4	7.0	106	115	112	111
5	10.0	95	87	89	90
6	*10.0	لا يتوافر	لا يتوافر	لا يتوافر	لا يتوافر

الجدول ٦-٤

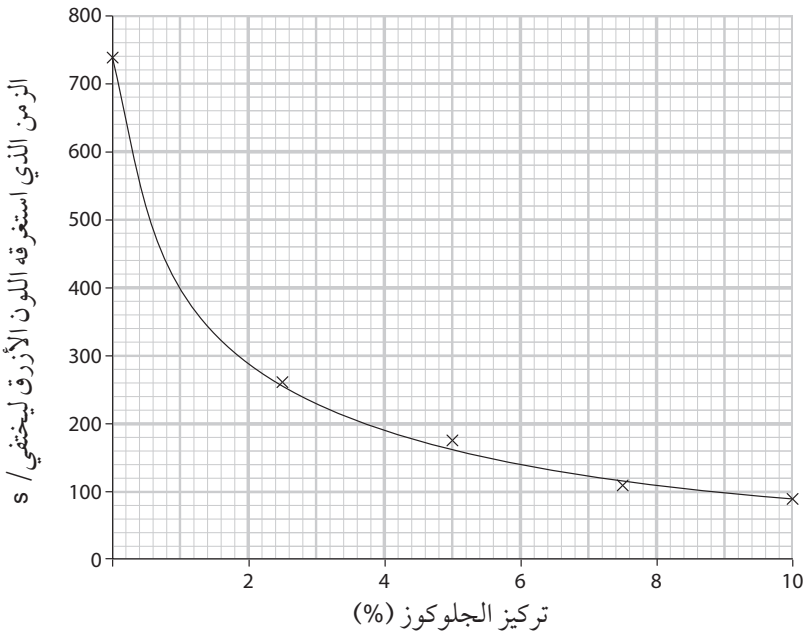
* تحتوي أنبوبة الاختبار 6 على خميرة مغلية.

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام عيّنة نتائج).

١. يجب على الطلبة حساب المتوسطات بشكل صحيح، مع ترك أي قيم شاذة (يبيّن الجدول ٦-٤ عيّنة نتائج).

٢. يجب أن يكون الطلبة قد رسموا تمثيلًا بيانيًا خطيًا مع وصل النقاط أو رسم خط أو منحنى مناسب (انظر الشكل ٦-٥ للاطلاع على مثال للتمثيل البياني باستخدام عيّنة نتائج). تشمل النقاط الرئيسية ما يأتي:

- المحور (س) المسمّى تركيز الجلوكوز (%).
- المحور (ص) المسمّى الزمن الذي استغرقه اللون الأزرق ليختفي/ s.
- النقاط المرسومة ± في حدود نصف المربع الصغير.
- النقاط المتصلة بخطوط مستقيمة أو خط أو منحنى مناسب.



الشكل ٦-٥

٣. على الطلبة تقديم وصف دقيق للتمثيل البياني. يتوقع أن يقل الزمن الذي يستغرقه اللون الأزرق ليختفي مع زيادة تركيز الجلوكوز؛ وقد يبدو التمثيل البياني منحدرًا حادًا في البداية (من النقطة التي لا تحتوي على جلوكوز مضاف).

٤. **أ.** يعمل أزرق الميثيلين كمستقبل للهيدروجين أو الإلكترونات وبالتالي يصبح مختزلًا (يتغير إلى عديم اللون). قد يكون تلقي الهيدروجين أو الإلكترونات من سلسلة نقل الإلكترون، من المواد التنفُّسية المتفاعلة، أو من FAD المُخْتَزَل و NAD المُخْتَزَل.

ب. تعني زيادة تركيز الجلوكوز المزيد من المادة المتفاعلة، وزيادة سرعة عملية التحلل السكري، وبالتالي زيادة سرعة دورة كربس، وهذا يعني سرعة في أكسدة المواد المتفاعلة، وسرعة في اختزال الهيدروجين أو الإلكترونات لأزرق الميثيلين.

٥. تحتوي الأنبوبة 6 على خميرة مغلية، لذا لا يوجد تنفُّس، وتعمل الأنبوبة كتجربة ضابطة توضح أن إزالة لون أزرق الميثيلين يعود إلى التنفُّس.

٦. لا بد من وجود بعض المواد المتفاعلة التنفُّسية (مثل الجلوكوز) في الخميرة.

٧. **أ.** يؤدي رجّ الأنابيب إلى إضافة أكسجين وبالتالي إعادة أكسدة أزرق الميثيلين واستعادة لونه الأزرق.

ب. تجنب هزّ الأنابيب لمنع عودة أزرق الميثيلين إلى اللون الأزرق بفعل الأكسدة.

٨. يجب على الطلبة مقارنة التكرارات من البيانات الأولية، إذا كانت البيانات دقيقة، تكون هذه التكرارات والأنماط متشابهة ودقيقة. ويجب عليهم أيضًا التفكير في مدى التحكم الجيد بالتجربة، ومناقشة مشكلات إعادة اللون الأزرق. فعملية رجّ الخليط لإعادة اللون إلى الأزرق غير دقيقة، لأنه من المستحيل الحصول على تركيز محدد من أزرق الميثيلين المعاد أكسدته. فإذا كانت كمية أزرق الميثيلين المؤكسد الموجودة قليلة فسيكون الزمن المستغرق لتحويل الخليط إلى عديم اللون أقل.

استقصاء عملي ٦-٣: قدرة خلايا فطر الخميرة على استخدام سكّريات مختلفة أثناء التخمّر (إثرائي)

الأهداف التعليمية

- جمع الملاحظات والقياسات والتقديرات وتسجيلها وتقديمها.
- تحليل البيانات الناتجة من التجارب للوصول إلى استنتاجات وتفسيرها.

المدّة

هذا الاستقصاء طويل، وهو يتطلب 70 دقيقة على الأقل، ويفضل أن يخصص له (90-120) دقيقة، فخصص 45 دقيقة تقريبًا لأقسام التحليل خارج الحصص الدراسية (دراسة مستقلة).

توجيهات حول الاستقصاء

- يجب أن يفهم الطلبة التنفُّس اللاهوائي (التخمر)، وأن يدركوا أنه ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون، ويجب أن يكونوا على دراية بالسكريات الأحادية والسكريات الثنائية المختلفة.
- لن تكون الطريقة المستخدمة لقياس إنتاج ثاني أكسيد الكربون مألوفة لمعظم الطلبة، لذا يجب تجريبها قبل إجراء الجزء العملي من الاستقصاء للتأكد من أن الخميرة تعمل بشكل جيد، وليتمكن المعلم من توضيح كيفية ملء أنابيب التخمير.

ستحتاج إلى

الموادّ والأدوات:

- خمس أنابيب اختبار
- خمس أنابيب تخمير Fermentation tubes
- موقد بنزن، حامل ثلاثي القوائم، شبكة تسخين سلكية أو مصدر ماء حار وبارد (يمكن استخدام حمّامات مائية °C (35-40) يتم التحكّم فيها حراريًا)
- كأس زجاجية كبيرة 250 mL
- 10 mL محلول جلوكوز 0.25 mol/L
- 10 mL محلول فركتوز 0.25 mol/L
- 10 mL محلول سكروز 0.25 mol/L
- 10 mL محلول مالتوز 0.25 mol/L
- 10 mL ماء مقطر
- ماصات أو محاقن 10 mL، 5 mL، 1 mL
- مقياس حرارة
- 100 mL معلق خميرة بتركيز 15%
- ساعة إيقاف
- ساق زجاجية للتقليب

ملاحظات وتوجيهات إضافيّة

- في حال عدم توافر أنابيب تخمير، يمكن استخدام محاقن 5 mL إلى جانب أنابيب الاختبار. ضع 15 mL من معلق الخميرة مع 10 mL من محلول السكر في أنبوبة اختبار. ضع سدادة مطاطية في الطرف العلوي من الأنبوب تحتوي على ثقب/فتحة لإدخال فوهة المحقن. أدخل المحقن في السدادة مع الضغط على المكبس بالكامل. بمجرد إنتاج الغازات، سيدفع مكبس المحقن إلى الأعلى.
- يمكن استخدام حمّامات مائية يتم التحكم بها حراريًا، عند عدم توافر الوقت، يجب إعدادها قبل الإجراء العملي للاستقصاء.

محاليل المخزون:

- محلول جلوكوز 0.25 mol/L: لتحضير 1000 mL (1 L)، أذب 45 g من الجلوكوز في 500 mL (1/2 L) تقريبًا من الماء المقطر، ثم أضف إليها الماء المقطر حتى 1000 mL.
- محلول فركتوز 0.25 mol/L: لتحضير 1000 mL (1 L)، أذب 45 g من الفركتوز في 500 mL (1/2 L) تقريبًا من الماء المقطر، ثم أضف إليها الماء المقطر حتى 1000 mL.
- محلول سكروز 0.25 mol/L: لتحضير 1000 mL (1 L)، أذب 86 g من السكروز في 500 mL (1/2 L) تقريبًا من الماء المقطر، ثم أضف إليها الماء المقطر حتى 1000 mL.
- محلول مالتوز 0.25 mol/L: لتحضير 1000 mL (1 L)، أذب 86 g من المالتوز في 500 mL (1/2 L) تقريبًا من الماء المقطر، ثم أضف إليها الماء المقطر حتى 1000 mL.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- تأكّد من قراءة النصائح الواردة في قسم السلامة في بداية هذا الكتاب، واستمع لنصائح معلّمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء.
- توخَّ الحذر عند استخدام موقد بنزن.
- ارتدِ دائمًا النظارات الواقية.
- مخاطر الجلوكوز والفركتوز والسكروز منخفضة.
- الخميرة كائن حي دقيق، لذا احرص على ارتداء معطف المختبر وغسل اليدين بعد التجربة.

توجيهات حول إجراء الاستقصاء

- قد يجد الطلبة صعوبة في ملء أنابيب التخمير، لذا يجب توضيح الطريقة مسبقًا، وإعادة ملء الأنبوبة إذا ظهرت فيها فقاعات، وأن يكون قطر أنابيب التخمير مناسبًا بما يمنع الخليط من السقوط.
- سيستقر معلق الخميرة في القاع إذا لم يحرك، لذا يجب تحريكه قبل جمع العيّنات.

سيحتاج بعض الطلبة، بخاصة من يعانون خلل الآداء Dyspraxia، إلى مساعدة في ملء أنابيب التخمير. وضح لهم ذلك وساعدهم في ملء الأنابيب.

يمكن اختبار كربوهيدرات أخرى مثل اللاكتوز (لا تستطيع الخميرة استخدام اللاكتوز لأنها لا تصنع اللاكتيز)، وسكر التريهالوز والنشا، ويمكن أيضًا اختبار السكر ثلاثي الرافينوز.

المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- ربما لا يدرك بعض الطلبة أن ثاني أكسيد الكربون يُطلق من التخمر.
- لن يدرك بعض الطلبة أن الجلوكوز هو أحد مكوّنات المالتوز والسكروز.

نتائج عيّنة

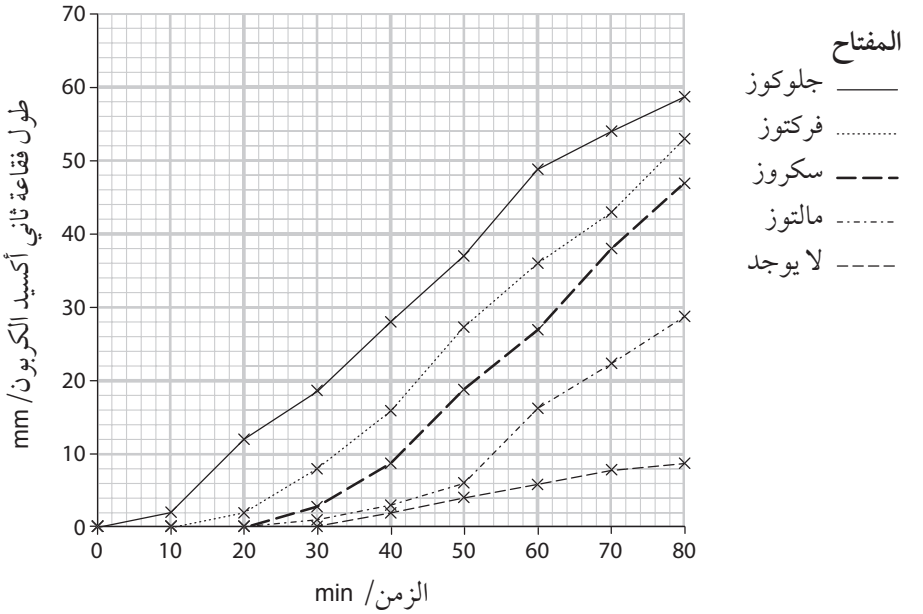
رقم أنبوبة الاختبار	اسم السكر	طول الفقاعة في الفترات الزمنية / mm							
		10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	70 min	80 min
1	جلوكوز	2	12	19	28	37	49	54	59
2	فركتوز	0	2	8	16	27	36	43	53
3	سكروز	0	0	3	9	19	27	38	47
4	مالتوز	0	0	1	3	6	16	22	29
5	لا يوجد	0	0	0	2	4	6	8	9

الجدول ٦-٥

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام عيّنة نتائج).

١. انظر إلى الشكل ٦- ٦ للتمثيل البياني عن عيّنة النتائج. يجب أن يشمل التمثيل البياني ما يأتي:

- تسمية المحور (س) الزمن/ min.
- تسمية المحور (ص) طول فقاعة ثاني أكسيد الكربون /mm.
- المقاييس الخطية المناسبة بحيث تغطي النقاط نصف الشبكة على الأقل.
- نقاط دقيقة ± في نصف المربع الصغير.
- تتصل النقاط بخطوط مستقيمة.
- مفتاح الرسم لكل خط.



الشكل ٦-٦

٢. على الطلبة أن يقدموا وصفًا كاملًا للأنماط المبّينة في كل سطر، مع مقارنة التغيرات لكل من السكر والماء. قد تظهر بعض الأنماط استقرارًا في أوقات لاحقة، في حين تستغرق أنماط أخرى (السكروز والمالتوز) وقتًا أطول لبدء زيادة طول الفقاعة، على سبيل المثال ، يزداد إنتاج ثاني أكسيد الكربون بمعدل ثابت عند استخدام الجلوكوز كمادة متفاعلة بين 10 دقائق و 60 دقيقة، ثم يبدأ في التباطؤ بين 60 و 80 دقيقة.

٣. من المتوقع أن يزداد طول الفقاعة (على الرغم من اختلافه) بمعدل أسرع عند استخدام الجلوكوز، وسيؤدي الجلوكوز إلى إنتاج معظم ثاني أكسيد الكربون، ويعود ذلك إلى أن الجلوكوز هو المادة المتفاعلة الأولية للتنفس أو التخمر.

يُظهر الفركتوز صورة مشابهة للجلوكوز، حيث إنه يمكن أن يحدث له أيضًا التحلل السكري. ينتج السكروز والمالتوز معدلات زيادة أقل، وقد يحدث تأخير زمني في البداية قبل البدء بإنتاج ثاني أكسيد الكربون، وذلك لأن الخميرة يجب أن تبدأ بإنتاج السكريز/ المالتيز للقيام بالتحلل المائي إلى جلوكوز وفركتوز (الجلوكوز فقط عند استخدام المالتوز) قبل أن يمتصّا ويدخلا في التنفُّس. تستغرق الخميرة وقتًا لإنتاج الإنزيمات، وقد يعمل السكروز أسرع من المالتوز، الأمر الذي يشير إلى أن الخميرة تصنع المزيد من السكريز في جميع الأوقات.

٤. كان ذلك للتأكد من أن درجة الحرارة كانت متساوية في المخاليط، وأنه جرى تسخينها جيدًا.

٥. يمكن رسم المنحنيات الملائمة ورسم المماس عند النقطة التي تكون فيها الزيادة شديدة الانحدار، ويمكن حساب منحدر المماس (زيادة طول الفقاعة ÷ الزمن).

إجابات أسئلة نهاية الوحدة لكتاب التجارب العملية والأنشطة:

١. أ.

العبارة	التحلل السكري	التفاعل الرابط	دورة كربس	الفسفرة التأكسدية
اختزال NAD	✔	✔	✔	✘
أكسدة FAD	✘	✘	✘	✔
يحدث نزع الكربوكسيل	✘	✔	✔	✘
يحدث في السيتوبلازم	✔	✘	✘	✘
يحدث في حشوة الميتوكندريا	✘	✔	✔	✘

ب. ATP هو المانح المباشر للطاقة. يحدث له تحلل مائي بسهولة لإطلاق الطاقة، وهو صغير، وقابل للذوبان في الماء. يتفكك ويعاد بناؤه باستمرار/ قابل للتحويل، جزيء وسطي عالمي.

٢. أ. القياس المشاهد AB: 93500 µm = 93.5 mm

$$\text{القياس الحقيقي} = \frac{\text{القياس المشاهد}}{\text{مقدار التكبير}}$$

$$= \frac{93\,500}{62\,000}$$

$$= 1.51\ \mu m$$

أو اقبل (اعتمادًا على القياسات الخاصة) بين 1.46 µm و 1.56 µm.

ب. مع **زيادة** كثافة الأعراف، سيحدث المزيد من الفسفرة التأكسدية أو المزيد من تفاعلات سلسلة نقل الإلكترون، والمزيد من أكسدة NAD و FAD المختزلَين الذي يؤدي إلى المزيد من إنتاج ATP. يجب أن تشير الإجابة إلى منحدر H^+ والإشارة إلى ATPase/ ATP سينثيز.

٣. أ. يجب أن تتضمن الإجابة إشارات إلى الآتية:

- كان ADP عاملًا محددًا أو ما يعادله.
- $ADP + P_i \rightarrow ATP$
- تتدفق H^+ أو البروتونات عبر قنوات البروتين أو إلى الحشوة أو الحيز بين الغشائي.
- تمر الإلكترونات من سلسلة نقل الإلكترون أو البروتين أو السيتوكروم لترتبط مع الأكسجين مكوّنة الماء.
- الإشارة إلى ATPase أو ATP سينثيز.
- هذا يؤدي إلى انخفاض مستوى الأكسجين / استهلاك الأكسجين.

ب. ١. ينخفض أكسجين الدهن البنّي إلى صفر تقريبًا بشكل أسرع.

تتطلب ميتوكندريا الكبد ثلاث إضافات من ADP (اقبل العكس). ويستمر أكسجين الدهن البنّي في الانخفاض الحاد بين إضافات ADP (اقبل العكس).

٢. يجب أن تتضمن الإجابة الإشارة إلى ما يأتي:

- تنتشر أيونات H^+ أو البروتونات عبر UCP-1 من الحيز بين الغشائي للميتوكندريا إلى الحشوة.
- لا يتم إنتاج ATP أو لا حاجة إلى استهلاك ADP.
- (فكرة) استمرار الفسفرة التأكسدية أو حركة الإلكترونات أو انتشار البروتونات.
- انطلاق الطاقة على شكل حرارة.
- من دون حاجة إلى الارتعاش، انقباض العضلات، نشاط الحيوانات أو أمثلة محددة أخرى من النشاط.

٤. أ. يجب أن تشمل الإجابات ما يأتي:

- الجذور المثبتة – تمنع الانجراف، تثبت التربة.
- والجذور المغذية تمتص الأيونات المعدنية أو الأيونات المعدنية المسماة.
- (بواسطة) النقل النشط.
- تتطلب ATP أو طاقة.
- الجذور الهوائية (جذور التنفُّس) تحصل على الأكسجين من الهواء، حين تكون في التربة مغمورة بالمياه حيث يوجد فراغات هوائية قليلة، أو أنها لاهوائية.
- قد يحدث التنفُّس الهوائي في أنسجة الجذر.

ب. يجب أن تشمل الإجابات ما يأتي:

- زيادة الطول لإبقاء الثغور بعيدة عن الماء.
- يسمح نسيج إيرنشيما في الساق بانتشار الأكسجين عبر النبات.
- تحتجز الأوراق الكارهة للماء أو المجعدة/المموجة الهواء.
- تقوم الجذور بالتنفُّس اللاهوائي ولديها مستويات مرتفعة من إيثانول ديهيدروجينيز للسماح بتفكك الإيثانول.