

الوحدة الثالثة: النشاط الإنزيمي للبروتينات

إشكالية الوحدة: يهدف مدخل الوحدة إلى لفت انتباه التلميذ إلى وضعية حقيقية عاشها ويسمع عنها وهي خطر ارتفاع درجة حرارة الجسم وربطها بالتأثير على الإنزيمات من خلال حوار بين مجموعة من التلاميذ يؤدي في النهاية إلى البحث والتوصل إلى الإجابة على أسئلة مرتبطة بالوحدة التعليمية.

أما الصورة فتتمثل بنية فراغية للإنزيم مع الإشارة إلى أهم جزء منه وهو الموقع الفعال الذي يمثل مكان نشاط الإنزيم لأنه مكان ارتباط مادة التفاعل. من خلال الصورة يمكن للتلميذ أن يتساءل عن الموقع الفعال وعلاقته بمادة التفاعل وسوف يجد الإجابة عن ذلك من خلال نشاطات الوحدة.

النشاط الأول: مفهوم الإنزيم وأهميته

يهدف النشاط إلى تذكير التلميذ بالمكتسبات القبلية حول دور الإنزيمات في الهضم وذلك للوصول إلى تحديد مفهوم الإنزيم وتأثيره على النشاطات الأيضية. وتوضيح عواقب غياب نشاط إنزيمات على صحة الإنسان.

النشاط الجزئي 1 :

يهدف إلى لفت انتباه التلميذ إلى تغير درجة تعقيد الغذاء عند انتقاله في الجهاز الهضمي بسبب إنزيمات الهضم التي تعمل على تبسيط الغذاء بسرعة كبيرة مما يذكر التلميذ بمفاهيم تتعلق بدور الإنزيمات.

يجب عدم استعمال هذه الحالة لإعطاء تعريف عام للإنزيمات بأن دورها يقتصر على التفكيك لأن الإنزيمات تقوم بأدوار متعددة سيتم التعرف على بعض منها لاحقا في هذه الوحدة.

وضعية الهضم هي وضعية مناسبة يعرفها التلميذ لذلك تستعمل كوضعية انطلاق.

السؤال 1 : يهدف السؤال إلى دفع التلميذ للوصول إلى إبراز بعض المكتسبات حول عمل الإنزيمات الهاضمة للوصول إلى نواتج هضم النشا.

السؤال 2 : انطلاقا مما توصل إليه في السؤال السابق يستنتج التلميذ تعريفا أوليا للإنزيم .

النشاط الجزئي 2 :

يهدف إلى توضيح عواقب غياب أو نقص إنزيم على النشاطات الأيضية عن طريق تقديم حالتين مرضيتين.

الحالة الأولى: هي خلل في الهضم بعد تناول أغذية محتوية على الحليب من خلال التحاليل التي تم إجراؤها للمريض يمكن التوصل إلى أسباب المرض.

عند إجراء التحاليل لم يتناول المريض حليباً وإنما تناول أحد مكونات الحليب ، لأن الطبيب شك في أن المشكلة تكمن في سكر اللكتوز وليس في الحليب ككل. لذلك يعتمد التحليل على تقديم سكر اللكتوز فقط للمريض للتأكد من ظهور الأعراض المشابهة لأعراض تناول الحليب ومشتقاته.

عدم ارتفاع نسبة الجلوكوز في الدم يشير إلى أن سكر اللكتوز لم يتم هضمه (إماهته) لأن الللكتوز يتكون من جلوكوز وغلكتوز. وجود الحموضة يدل حدوث تخمر لسكر اللكتوز بواسطة بكتريا موجودة في الأمعاء كما أن انطلاق الهيدروجين هو مؤشر على وجود التخمر. كل المؤشرات تشير إلى أن عدم هضم اللكتوز هو السبب. من خلال نتائج التحليل تأكد الطبيب وجود مرض معروف بعدم تحمل اللكتوز.

السؤال 1 : من خلال نتائج التحاليل والأعراض التي تم الإشارة إليها سابقا يقوم الأستاذ بتوجيه التلاميذ نحو اقتراح فرضية لتفسير سبب المرض:

هناك سبب مباشر قد يصل إليه التلميذ بسهولة خاصة إذا انتبه إلى عنوان النشاط عواقب غياب أو نقص إنزيم. فالفرضية تكون غياب أو نقص في نشاط إنزيم اللكتاز المحلل لسكر اللكتوز.

السؤال 2 : يدفع الأستاذ التلاميذ إلى اقتراح علاجا للمرض وهنا قد يتلقى عدة اقتراحات منها :

-لتفادي ظهور الأعراض يمكن تفادي تناول الحليب أو مشتقاته. لكن هل يمكن للشخص أن يتفادي الحليب ومشتقاته كليا؟ إشكالية قد تطرح لإلغاء هذه الفرضية

- يمكن كذلك العلاج عن طريق تناول دواء عبارة عن إنزيم اللكتاز عند تناول غذاء فيه حليب أو مشتقاته.

- يمكن أن يقود النقاش إلى سبب غياب أو نقص في نشاط الإنزيم ، إلى طرح اشكالية السبب الوراثي هل المرض وراثي أم غير وراثي؟

تظهر المعطيات أن أغلب الحالات المرضية يلاحظ فيها أن الشخص لا يصاب بعد الولادة مباشرة وإنما بعد بلوغه سنا معينا يختلف من شخص إلى آخر، وهذا يلغي فرضية السبب الوراثي ا.

- إذا لم يكن سبب المرض وراثيا فما هي الأسباب؟

هناك أسباب مختلفة قد تؤدي إلى الإصابة بالمرض منها الإصابة بالتهاب في الأمعاء أو بعض الأمراض التي تصيب الجهاز الهضمي تؤدي إلى ضعف قدرة الخلايا المفرزة لهذا الإنزيم.

الحالة الثانية: هي لمرض وراثي وهو مرض ليس له علاج .

السؤال 3 : قد يؤدي الخلل في تحلل الغليكوجين إلى نقص نسبة السكر في الدم خاصة في الفترات التي لا يتم فيها تناول غذاء محتويا على السكر .

النشاط الثاني: النشاط الإنزيمي وعلاقته ببنية الإنزيم

يهدف هذا النشاط إلى التعرف على الإنزيمات وكيفية قياس نشاطها من خلال التجربة الاعتيادية ثم من خلال التجربة المدعمة بالحاسوب.

لقد تم إدراج التجارب الاعتيادية أولا لهدف توضيح المميزات التي تتوفر في استعمال التجربة المدعمة بالحاسوب وقد تم التركيز على هذه المميزات حتى لا يكون استعمال ExAO خاليا من هدف تعليمي واضح.

النشاط الجزئي 1:

أ- الإماهة الإنزيمية للسكرز: الهدف منها هو تحديد أهم مميزات الإنزيم وهي تسريع التفاعلات وأن الإنزيمات يتم إنتاجها من طرف الكائنات الحية وفي هذه الحالة تم استعمال كائن وحيد الخلية هو الخميرة.

من خلال الأسئلة:

- السؤال 1: مقارنة نتائج التجريبتين 1 و 2 يتبين أن وجود الخميرة أدى إلى تسريع إماهة النشا .
- السؤال 2 :من خلال مقارنة التجربة 3 و 4 يتبين أن المادة التي سرعت التفاعل هي جزيئات قابلة للترشيح وهي تخرب بالحرارة مما يشير إلى أنها ذات طبيعة بروتينية.
- يصل التلميذ من خلال ذلك إلى أن الإنزيمات هي بروتينات تحفز أو تنشيط التفاعلات
- ب- إظهار النشاط الإنزيمي في بذور القمح: الهدف من التجربة هو إثبات وجود نشاط إنزيمي في بذور القمح عند الإنبات بطريقة مباشرة إذ يمكن أن تشاهد النتائج من خلال تغير الألوان.

استغلال نتائج التجربة:

- السؤال 1 : يهدف إلى دفع التلميذ لتفسير عدم تلون المناطق القريبة من نصف البذرة بالأزرق انطلاقاً من نتائج التجربة ومن معارفه السابقة. عدم التلون يشير إلى عدم وجود النشا وعدم وجود النشا يشير إلى إماهته
- السؤال 2 : تفسير نتائج المرحلتين 1 و 2 من التجربة يشير إلى إماهة بواسطة إنزيمات تم إفرازها من البذرة وانتشرت إلى المنطقة المجاورة مما يؤكد نزع الجليوز المجاور للبذرة والكشف عن نواتج الإماهة الممثلة في الغلوكوز.
- السؤال 3 : الجزء المسؤول عن إماهة النشا هو جزيئات قابلة للترشيح وهذا يؤكد ما تم التوصل إليه في المرحلة الثانية من التجربة من أن هذه الجزيئات هي عبارة عن إنزيمات.

النشاط الجزئي الثاني:

- يهدف هذا النشاط الجزئي إلى التعريف بالتجريب المدعم بالحاسوب والأجزاء المكونة للتركيب التجريبي
- السؤال 1: يهدف السؤال إلى دفع التلميذ لاستخلاص مميزات التجارب الإعتيادية، ومقارنتها بمزايا استعمال التجريب المدعم بالحاسوب اعتماداً على معطيات المعلومات المفيدة في نفس الصفحة .
- السؤال 2: يهدف السؤال إلى جعل التلميذ يقدم تفسيراً لضرورة متابعة تغيرات درجة الحموضة والحرارة أثناء استعمال التجريب المدعم بالحاسوب ، فتغيرات كل منهما تؤثر على النتائج المنتظرة.

النشاط الجزئي الثالث:

- يهدف إلى التعريف بالإنزيم المستعمل في التجارب المدعمة بالحاسوب واكتشاف خاصية من خصائص الإنزيم فهو ذو تأثير نوعي أي أنه لا يعمل إلا على نوع محدد من المواد.

التجربة 1 :

السؤال 1: بعد تحليل المنحنيين يصل التلميذ إلى تفسير سبب انخفاض المنحنى الخاص بوجود الإنزيم وعدم انخفاضه في حالة عدم وجود الإنزيم. اعتماداً على المعادلة التي تشير إلى أن الإنزيم يستعمل الأكسجين وهو ما يؤدي إلى انخفاض تركيزه.

السؤال 2: يصل فيه التلميذ إلى تحديد دور الإنزيم في التفاعل وهو استهلاك الأكسجين لأكسدة الجلوكوز وإنتاج حمض الجلوكونيك وفوق أكسيد الهيدروجين. يمكن كذلك استعمال الزيادة في تركيز هذين المركبين لتحديد نشاط الإنزيم.

التجربة 2: الهدف من التجربة هو تحديد خاصية أخرى من خصائص الإنزيم وهي أن الإنزيم لا يستهلك أثناء التفاعل بينما يتم استهلاك مادة التفاعل (الجلوكوز في هذه الحالة).

السؤال 1: بعد تحليل المنحنى يتمكن التلميذ من تفسير انخفاض تركيز الأكسجين بعد الحقن الثاني فنفس الإنزيم قام بأكسدة الجلوكوز واستهلاك الأكسجين في الحقن الأول والثاني أي أن الإنزيم لم يتأثر بالتفاعل حيث يلاحظ نفس الانخفاض في تركيز الأكسجين.

السؤال 2: المعلومة التي يمكن للتلميذ استخلاصها من خلال نتائج التجربة حول عمل الإنزيم أن الإنزيم لا يستهلك أثناء التفاعل.

التجربة الثالثة: تهدف التجربة إلى دراسة العلاقة بين تغيرات تركيز مادة التفاعل وسرعة التفاعل الإنزيمي والتعريف بمفهوم سرعة التفاعل.

السؤال 1: الهدف من السؤال هو دفع التلميذ إلى رسم المنحنى ليستنتج من التحليل ثبات السرعة عند التراكيز العالية لمادة التفاعل.

السؤال 2: يهدف السؤال إلى دفع التلميذ إلى اقتراح فرضية:

تعتمد الفرضية على محاولة تفسير سبب ثبات سرعة التفاعل الإنزيمي عندما يبلغ تركيز مادة التفاعل حد معين. أي أن الإنزيم لم يعد قادراً على تحويل كميات أكبر من مادة التفاعل أي أن الإنزيم قد بلغ طاقته القصوى. الفرضية تتمثل في تشبع الإنزيم بمادة التفاعل.

التجربة الرابعة: تهدف إلى التعرف على أن الإنزيم نوعي حيث لم يتم التفاعل في حالة الفركتوز بينما تم التفاعل (تم استهلاك الأكسجين) عند استعمال الجلوكوز.

العلاقة بينهما نوعية (الإنزيم متخصص على نوع محدد من مواد التفاعل) قد يصب هذا في الفرضية السابقة.

النشاط الجزئي الرابع:

يهدف إلى مشاهدة البنية الفراغية للإنزيم لتحديد العلاقة بين الإنزيم ومادة التفاعل والإجابة على الفرضية السابقة. في هذا النشاط يمكن استعمال برنامج راستوب Rastop حيث يتم عرض البنية الفراغية للإنزيم في غياب وفي وجود مادة التفاعل لتحديد مكان ارتباط مادة التفاعل.

البنية الفراغية والنشاط كاملا موجود في الموقع في العمود الأفقي في الصفحة الرئيسية للموقع:

www.ens-kouba.dz/arabic/rastop.htm

وهو أول نشاط تم التطرق له في الموقع

السؤال 1: يهدف إلى دفع التلميذ لملاحظة التكامل في البنية الفراغية لجزء صغير من الإنزيم (الذي يأخذ شكل التجويف أو الجيب) ومادة التفاعل.

السؤال 2: يهدف إلى الربط بين هذا الجزء الصغير من الإنزيم الذي يسمح بارتباط مادة التفاعل وثبات سرعة التفاعل أي أن هناك عدد محدد من المواقع عند تشبعها تصل سرعة الإنزيم إلى أقصاها.

السؤال 3: يهدف إلى التأكد من فرضية وجود مواقع من الإنزيم ترتبط بها مادة التفاعل.

السؤال 4: يهدف إلى دفع التلميذ إلى اقتراح تسمية لهذا الموقع : يمكن للتلميذ أن يقترح أسماء كثيرة يمكن للأستاذ بعدها أن يناقشها ويوصل إلى أن تسمية الموقع الفعال هي الأنسب لأنها الموقع الذي يحدث فيه التفاعل.

النشاط الجزئي الخامس:

يهدف هذا النشاط الجزئي إلى توضيح الحالات المختلفة لعمل الإنزيم بعد تعرفه على أحد الإنزيمات. أي أن عمل الإنزيمات متنوع.

السؤال 1: يهدف إلى اكتشاف حالتين مختلفتين في تكامل شكل الموقع الفعال وشكل مادة التفاعل إما قبل الارتباط أو عدم قبوله. الاستنتاج أن التكامل بينهما ضروري لكنه قد يحدث تغير في شكل الموقع الفعال تحت تأثير وجود مادة التفاعل

السؤال 2 : يهدف إلى محاولة التعرف على أنواع مختلفة من النشاطات الإنزيمية مثل إنزيمات التحلل ، والبناء ، التحول الكيميائي

من خلال المقارنة يحاول التلميذ إجراء مقارنة بين المعادلة الأولى الموضحة في الصفحة 63 وإحدى الأشكال الموضحة في الوثيقة (8). الإنزيم GO يحول مادتي الأكسجين و الغلوكوز إلى مادتي الغلوكونيك و H_2O_2 . لذلك فهو أقرب إلى الشكل (ج).

النشاط 3 :دراسة تأثير تغيرات pH الوسط على نشاط الإنزيم

يهدف هذا النشاط إلى دراسة الشروط التي يعمل فيها الإنزيم وفي هذه حالة تغيرات درجة pH.

حيث يقوم التلميذ برسم منحنى تغيرات سرعة التفاعل بدلالة درجة pH واستنتاج تأثير pH.

- السؤال 1: يهدف من خلال تحليل المنحنيان إلى أن التلميذ يصل إلى أن نشاط الإنزيم يتأثر ب pH الوسط فيكون نشاطه أعلى في درجة pH محددة تقدر في هذه الحالة بـ 7 .
- السؤال 2: بعد رسم المنحنى تتضح للتلميذ تفاصيل العلاقة ويصل إلى تحديد درجة pH المثلى التي يكون عندها نشاط الإنزيم أعظميا.
- السؤال 3: لتفسير الآلية يجب دفع التلميذ إلى الرجوع إلى ثبات البنية الفراغية للإنزيم عن طريق الروابط المختلفة التي قد تتأثر بتغير pH مما يؤثر على البنية الفراغية للإنزيم وبالتالي شكل الموقع الفعال.

النشاط 4 :دراسة تأثير تغيرات درجة الحرارة على نشاط الإنزيم

يهدف هذا النشاط إلى دراسة الشروط التي يعمل فيها الإنزيم وفي هذه الحالة درجة الحرارة. حيث يقوم التلميذ برسم منحنى تغيرات سرعة التفاعل بدلالة درجة الحرارة واستنتاج تأثير الحرارة.

- السؤال 1 : من خلال تحليل المنحنيات يصل التلميذ إلى أن نشاط الإنزيم يتأثر بتغيرات درجة الحرارة بينما يكون نشاط أعلى في درجة حرارة متوسطة تقدر بـ 37 °م.
- السؤال 2 : بعد رسم المنحنى تتضح للتلميذ تفاصيل العلاقة ويصل إلى تحديد درجة الحرارة المثلى التي يكون عندها نشاط الإنزيم أعظميا.
- السؤال 3 : لتفسير الآلية يجب دفع التلميذ إلى الرجوع إلى ثبات البنية الفراغية للإنزيم عن طريق الروابط المختلفة وخاصة منها الهيدروجينية التي تتأثر بالحرارة المرتفعة مما يؤثر على البنية الفراغية للإنزيم وبالتالي شكل الموقع الفعال.
- بالنسبة للحرارة المنخفضة قد يتعلق الأمر بحركة الجزيئات وهي حالة تنطبق على جميع التفاعلات سواء كانت إنزيمية أو كيميائية عادية.
- السؤال: الهدف من السؤال يتمثل في إمكانية التوصل باستغلال معطيات الوثيقة 2 إلى أن تغير البنية الفراغية قد يكون بعدة أشكال وصور حسب نوع التأثير (pH أو الحرارة... إلخ) وحسب نوع الروابط التي يتم تكسيروها مما يغير من البنية الفراغية للإنزيم وبالتالي شكل الموقع الفعال. والخلاصة أنه مهما كان نمط التغير سوف يؤدي في النهاية إلى نفس النتيجة وهي فقدان نشاط الإنزيم.

النص العلمي:

في هذا النص العلمي يقوم التلميذ أولاً بوضع قائمة لأهم المعارف التي تم التوصل إليها وشروط العمل ثم يقوم بعد ذلك بوضع كل ذلك في فقرات علمية متسلسلة وهادفة. والهدف من ذلك هو دفع التلميذ إلى توظيف قدراته في التعبير العلمي السليم والربط بين معارف مختلفة تم بناءها من خلال هذه الوحدة.

التمارين

تمرين 1 :

الهدف منه هو التوصل إلى أن الإنزيمات تختلف في درجة pH المثلى أي أنها ليست بالضرورة مساوية دائماً لـ 7 . كما يهدف كذلك إلى دفع التلميذ لكتابة نص أو فقرة علمية وهي فقرة يمكن أن تكمل النص العلمي الذي تمت كتابته في آخر نشاط في الوحدة.

تمرين 2 :

يهدف إلى مقارنة التفاعل الكيميائي بدون تدخل الإنزيم والتفاعل الإنزيمي.
يهدف السؤال 1 إلى الوصول إلى أن سرعتين متشابهتين في المرحلة الأولى لكنهما يختلفان في المرحلة الثانية لأن الإنزيم يتأثر بالحرارة المرتفعة التي تؤدي إلى تخريبه.
السؤال 2 يهدف إلى تمييز درجة الحرارة المثلى ودرجة التخريب الكلي للإنزيم.
السؤال 3 يهدف إلى دفع التلميذ لكتابة فقرة علمية تكمل النص الذي تمت كتابته في آخر الوحدة

تمرين 3 :

الهدف منه وضع التلميذ أمام وضعيات حقيقية تحدث في جسمه ويحاول من خلال التمرين تفسير هذه الظواهر.
يتم لفت انتباه التلميذ إلى اختلاف درجة pH في أجزاء مختلفة من الجهاز الهضمي (المعدة ، الإثنى عشر ، الأمعاء الدقيقة ...)
يطرح التمرين إنزيمين مختلفين يعملان في درجات pH مختلفة.
يهدف السؤال 1 إلى استخراج بعض مميزات الإنزيمات انطلاقاً من نص التمرين وهي اختلاف pH المثلى للعمل والتخصص (النوعية) أي أنها تعمل في مواقع مختلفة داخل البروتين. كما تتميز إنزيمات الهضم بتنشيطها بعد الإفراز.
السؤال 2 يهدف إلى تحديد نواتج الإماهة بفعل الإنزيمات المستعملة عند معاملة الببتيد التالي:

Ala-Gly-Tyr-Arg-Ser-Phe-Glu-Val-Lys-Leu

بانزيم ببسين ينتج 3 قطع ببتيديّة : 4+3+3

وهي

Ala-Gly-Tyr

Arg-Ser-Phe

Glu-Val-Lys-Leu

لأن الإنزيم يحلل الرابطة الببتيديّة عند Tyr و Phe

المعاملة بإنزيم ترسين ينتج : 1+5+4

Ala-Gly-Tyr-Arg

Ser-Phe-Glu-Val-Lys

Leu

نواتج التحلل في الحالتين مختلفة

السؤال 2 يهدف إلى تحديد الاحتمالات والتي تتعلق بالجهة التي يتم فيها التحلل (الجهة اليسرى أو اليمنى من الرابطة الببتيدية) أي الجهة الأمينية أو الكربوكسيلية لأن النواتج في الحالتين تكون مختلفة.

جهة كربوكسيلية	جهة أمينية	جهة كربوكسيلية
لحمض Gly	لحمض Lys	لحمض Lys

Ala-Gly-Tyr-Arg-Ser-Phe-Glu-Val-Lys-Leu

في الإجابة السابقة تم اختيار الاحتمال الأول من الجهة اليمنى (الجهة الكربوكسيلية) أما إذا كان الاحتمال من الجهة اليسرى (الأمينية) فإن النتائج تكون:

في حالة الببسين: النتيجة تكون 2+3+5

Ala-Gly-Tyr-Arg-Ser-Phe-Glu-Val-Lys-Leu

Ala-Gly

Tyr-Arg-Ser

Phe-Glu-Val-Lys-Leu

في حالة التريسين: النتيجة تكون 3+5+2

Ala-Gly-Tyr

Arg-Ser-Phe-Glu-Val

Lys-Leu

تمرين 4 :

يهدف التمرين إلى طرح وضعية حقيقة إدماجية يتم من خلالها محاولة تفسير أسباب ظهور مرض وراثي.

يهدف السؤال 1 إلى دفع التلميذ إلى إدماج المعلومات المختلفة لمحاولة الإجابة على سبب ظهور البقع عند الشخص المصاب. الإجابة تكون عن طريق الربط بين تأثير الأشعة فوق بنفسجية التي تخرب ADN وغياب نشاط الإنزيم في الشخص المصاب بسبب حدوث طفرة وموت الخلايا التي تفسر ظهور البقع البنية (خلايا ميتة)

يهدف السؤال 2 إلى تفسير عدم حدوث المرض عند الشخص السليم الذي يملك الإنزيمات اللازمة لتصحيح الخلل في بنية ADN بسبب حدوث الطفرة. لذلك لا تموت الخلايا ولا تظهر بالتالي البقع البنية.

السؤال 3 يهدف إلى تحديد القاعدة وهي أن الأشعة فوق البنفسجية تؤثر على ADN في كل الحالات لكن الخل يصلح عند الشخص العادي لوجود آلية تصليح الخلل في ADN في الحالة الطبيعية.

تمرين 5 :

يهدف التمرين إلى توضيح مفهوم تثبيط عمل الإنزيم في وجود مركبات ليست مواد تفاعل لكنها تشبهها كثيرا من حيث التركيب الكيميائي.

السؤال 1 بعد تحليل المنحنيين يلاحظ التلميذ تناقص في سرعة التفاعل في البداية (عندما تكون تراكيز مادة التفاعل منخفض نسبيا) لكن الانخفاض في السرعة يقل عند ارتفاع تركيز مادة التفاعل (اللكتوز) ثم يختفي تأثير المثبط وتصبح السرعة القصوى متشابهة في كلا الحالتين.

يقوم الأستاذ بتوجيه التلميذ إلى الاستنتاج أن إضافة مادة ثيولكتوز يكون له تأثير مثبط لنشاط الإنزيم لأنه يقلل من سرعة التفاعل.

ملاحظة: تركيز هذه المادة في التفاعل ثابت ويكون قليل.

يهدف السؤال 1 إلى تفسير آلية التأثير المثبط لهذه المادة علما أن المادة تشبه كثيرا مادة التفاعل. الإحتمال الأقرب هو أن يرتبط هذا المركب بالموقع الفعال مما يعيق ارتباط مادة التفاعل وهو ما يعرف في علم الإنزيمات بالتثبيط التنافسي. أي أن المركب يشبه مادة التفاعل ويحدث بينه وبين مادة التفاعل الطبيعية تنافس على الارتباط بالموقع الفعال. عندما يكون تركيز مادة التفاعل كبيرا تكون هي الغالبة ويكون تأثير المثبط مهملا.

تمرين 6 :

الهدف من التمرين هو إثبات قدرة الكائنات الحية على إفراز الإنزيمات المتخصصة على إماهة المادة الغذائية (مصدر الطاقة).

التجربة الأولى: من خلال تحليل نتائج الجدول يتوصل التلميذ إلى أن الخميرة تنتج إنزيم السكراز وإنزيم المالتاز نظرا لظهور سكر الغلوكوز عند إضافة المستخلص.

التجربة الثانية: من خلال مقارنة نتائج التجريبتين 1 و 2 يتوصل التلميذ إلى عدم إماهة سكر المالتوز في التجربة الثانية.

بالربط بين التغير في الشروط التجريبية يصل التلميذ أنه التجربة الثانية لم يتم استعمال مستخلص الخميرة أما في التجربة الثانية فإنه لم يحدث استخلاص وإنما فقط المحلول الخارجي (محلول الوسط) مما يشير إلى الفرق بين الإنزيمات الداخلية (التي تعمل داخل الخلايا) والإنزيمات الخارجية التي تفرزها الخلية إلى الخارج لغرض تحليل المادة الغذائية.

التجربة الثالثة: تهدف التجربة إلى وضع التلميذ أمام نتائج متحصل عليها بواسطة التجريب المدعم بالحاسوب لقياس النشاط التنفسي لخلايا الخميرة وقدرتها على استعمال مصادر مختلفة من الطاقة (مواد سكرية مختلفة)

يهدف السؤال 1 إلى التأكد من مفهوم الشاهد في التجارب لغرض المقارنة عادة ولمعرفة ما إذا كان هناك استهلاك للأكسجين لسبب آخر.

العلاقة المستهدفة في السؤال 2 هي أن خلايا الخميرة يمكنها استعمال 3 أنواع من السكريات كمصدر للطاقة نظرا لوجود الإنزيمات اللازمة لإماهة السكريات مثل السكروز والمالتوز أو الاستعمال المباشر مثل الغلوكوز. لكن الخميرة لا يمكنها استعمال اللكتوز كمصدر للطاقة لعدم وجود الإنزيمات اللازمة لإماهة السكر. يمكن للأستاذ حسب توفر الوقت توسيع المناقشة لتشمل السبب من وراء ذلك والذي يشمل القدرة على إدخال السكر أم القدرة على إفراز الإنزيمات أم لعدم توفر الإنزيمات أصلا بسبب غياب المورثة.