

תהליכים אנזימטיים במיצוי של פקעת תפוח אדמה (למורה)

ניסויים מקוריים:	בעיה 2, בחינת בגרות במעבדה 5 יח"ל תשנ"ו, בעיה 1, בחינת בגרות במעבדה 5 יח"ל תשע"ד, ניסוי 17 (נושא התא) אוגדן ניסויים בביולוגיה
מיומנויות חקר :	דיווח על תוצאות ניסוי הסבר חשיבותה של בקרה הסבר תוצאות
ידע קודם נדרש:	אנזימים הם חלבונים, מצע (סובסטרט)
מתאים לתלמידים :	כיתות י"א 5 יח"ל
הזמן הנדרש:	2 שיעורים
תמצית השינויים:	א. הניסוי איכותי ונבדקים בו שני תהליכים אנזימטיים המתקיימים באותו מיצוי. ב. עבודה עם נפחים קטנים של תמיסות. ג. המלצה לניסוי המשך

בניסוי התלמיד יבדוק את הפעילות של שני אנזימים המצויים במיצוי של פקעת תפוח אדמה. במיצוי זה, כמו גם במיצויים אחרים, מתקיימים מספר רב של תהליכים שכל אחד מזורז על ידי אנזים אחר. בחלק א התלמיד יבדוק את פעילות האנזים המזרז את יצירת עמילן ובחלק ב יבדוק את פעילות קטלאז המזרז את פירוק מי חמצן. על פעילות אנזימים במיצוי מומלץ לקרוא גם בקובץ "[מה מצוי במיצוי](#)".

1. בשני חלקי הניסוי, פעילות האנזימים נבדקת על פי נוכחות התוצר של התהליך. בחלק א תוצר התהליך הוא עמילן והוא נבדק על פי תגובת צבע בין תמיסת יוד לעמילן. בחלק ב, תוצרי התהליך הם מים וחמצן. בועות חמצן שנוצרות מצטברות כקצף הנראה לעין.

2. אפשר לבצע את הניסוי כפתיחה לנושא אנזימים ולהקנות לתלמידים את המושגים הרלוונטיים לניסוי: קשר בין אנזים למצע (סובסטרט), אתר פעיל, מבנה מרחבי של חלבון ודנטורציה. על פי התוצאות, במבחנה א1 התקיים תהליך יצירת עמילן ובמבחנה ב1 התקיים תהליך

פירוק מי חמצן. לעומת זאת, במבחנות 2א ו-2ב שבכל אחת מהן הוסף מיצוי מורתח לסובסטרט אחר, תהליכים אלה לא התקיימו. התוצאות תומכות בכך שהחומרים הפעילים במיצוי הם אנזימים. אנזימים אלה הם חלבונים אשר בשעת הרתחה עוברים שינוי במבנה המרחבי שלהם, נפגע כושרו של האתר הפעיל לקשור את מולקולת הסובסטרט ולכן לא מתקבל תוצר התהליך. הערה: המיצוי המורתח שהכין הלבורנט הוא לא מאותו תפוח אדמה שבו השתמש התלמיד. ההנחה היא שתכולת התאים בפקעות תפוח אדמה שבהם השתמשו התלמידים והלבורנט היא דומה.

3. על פי הוראות העבודה בסעיפים א - ו התלמיד מכין רסק תפוח אדמה, מוסיף לו מים ומסנן את הרסק פעמיים. בפעולת הסינון הראשונה התלמיד מרחיק את שאריות הרסק והתאים הפגועים וגם חלק מהעמילן שיצא מהתאים. בסעיף ג ההנחיה היא לא לסחוט את הגזה כדי למנוע מעבר של עמילן נוסף למבחנה "מיצוי 1". בסעיף ו ההנחיה היא לא לטלטל את המבחנה "מיצוי 1" ולא לשפוך את המשקע בכדי לצמצם את מעבר העמילן אל המשפך בשלב בו התלמיד מכין את "מיצוי 2". אם ברשותכם צנטריפוגה, במקום לבצע את סעיפים ה- ו תוכלו להעביר את התסנין מהמבחנה "מיצוי 1" למבחנת צנטריפוגה, להפעיל את המכשיר במשך 5 דקות במהירות מרבית ולהפריד בזהירות בין הנוזל העליון ובין המשקע. צפוי שהנוזל העליון במבחנה יהיה חסר עמילן, אך חשוב שהתלמיד יבדוק זאת על פי ההנחיות בסעיף ז וירשום את התוצאות בסעיף ח.

4. בסעיף ו ההנחיה היא להעביר את המשפך למבחנה נוספת המסומנת "מיצוי 2" זאת כדי לאפשר לתלמיד לבדוק את נוכחות עמילן במיצוי בעת שהסינון נמשך. אם יהיה צורך, אפשר לאחד את המיצויים בשתי המבחנות "מיצוי 2". אם ימצא עמילן בבדיקה שבסעיף ז יש לתת לתלמיד מבחנה נוספת שרשום עליה "מיצוי 2" ולהנחות אותו לסנן שוב עם משפך שהוכן מנייר סינון. בתום הסינון התלמיד יבדוק שנית אם יש במיצוי עמילן. במקום לחזור ולסנן את המיצוי אפשר לבקש מהלבורנט שיכין 2-3 מ"ל של מיצוי ללא עמילן (לא מורתח) ולתת את הנפח הנדרש לתלמיד שבמבחנה "מיצוי 2" שלו היה עמילן.

5. בסעיף ז, התלמיד יבדוק נוכחות עמילן בשני המיצויים. הבדיקה של מיצוי 1 מאפשרת לו להכיר את דרך הזיהוי של עמילן באמצעות יוד ולהיווכח שעמילן השתחרר מתאי רקמת תפוח אדמה שריסק. הסינון הנוסף יבוצע כדי לקבל מיצוי ללא עמילן.



- 6.** התהליך האנזימטי של יצירת עמילן נבדק על פי נוכחות עמילן במיצוי לאחר 10 דקות לפחות (סעיף יב). אם לא יורחק העמילן לפני תחילת ביצוע חלק ב יתקבל צבע שחור או כחול או חום במבחנות א1, א2 ו- א4.
- כלומר, לא ניתן יהיה להבדיל בין עמילן שנוצר (במבחנה א1) לבין עמילן שהיה במיצוי לפני תחילה הניסוי (מבחנות א2 ו- א4). הודות לשימוש במיצוי ללא עמילן ניתן יהיה לבדוק רק את העמילן שנוצר במשך הניסוי (שאלה 7).
- 7.** התהליך האנזימטי מתקיים במבחנות א1 ו-ב1 שבהן מצויים הסובסטרט והאנזים. כאמור לעיל (סעיף 2) תוצאות הטיפולים במבחנות א2 ו-ב2 תומכות בכך שהתהליך המתקיים הוא אנזימטי והטיפולים א3, ב3, א4 ו-ב4 הם טיפולי בקרה.
- הטיפולים במבחנות א3 ו-ב3 מאפשרים לשלול הסבר חלופי על פיו בתנאי הניסוי נוצר עמילן או מתפרקים מי חמצן גם ללא תוספת אנזים / מיצוי.
- ידוע שבטמפרטורה גבוהה ובחשיפה לאור מי חמצן מתפרקים באופן ספונטני למים וחמצן. הטיפול ב3 מאפשר לשלול גם את ההסבר שבתנאי הניסוי (במשך זמן הניסוי, בטמפרטורת האוויר בחדר) הבועות שנוצרו הן תוצאה של התפרקות ספונטנית של מי חמצן.
- הטיפולים במבחנות א4 ו-ב4 מאפשרים לשלול הסבר חלופי על פיו ב-10 דקות בהן בוצע הניסוי נוצר עמילן או נוצר חמצן, גם ללא תוספת סובסטרט (שאלה 2 ושאלה 5).
- 8.** המשותף לשני התהליכים אותם התלמיד בדק הוא שכל אחד מהם מזורז על ידי אנזים ספציפי (שאלה 8). תתכנה גם תשובות נוספות, לדוגמה: שני התהליכים מתרחשים גם מחוץ לתא השלם, בשניהם יש מגיב ותוצר, אינם מתרחשים לאחר הרתחה.
- ההבדל בין התהליכים הוא שבחלק א האנזים מזרז תהליך של **יצירת חומר** (עמילן) ואילו בחלק ב, האנזים מזרז תהליך של **פירוק חומר** (מי חמצן).
- בניסויים המבוצעים בבית הספר בדרך כלל נבדקים תהליכי פירוק.
- 9.** בניסוי נבדקו 2 תהליכים אנזימטיים במיצוי תפוח אדמה. כדי לבדוק אם מתקיים במיצוי תהליך אנזימטי אחר צריך להוסיף למיצוי סובסטרט אחר ולבדוק אם לאחר פרק זמן מתקבל תוצר של אותו תהליך (שאלה 9). למידע נוסף על תהליכים המתקיימים במיצוי מומלץ לקרוא בסעיפים ג, ד בקובץ "[מה מצוי במיצוי](#)".
- 10.** בהמשך לידע שנרכש בניסוי זה מומלץ לבצע את ניסוי 21 בנושא "תהליכים וחילוף חומרים בתא", אוגדן ניסויים בביולוגיה" (הוצאת המרכז להוראת המדעים האוניברסיטה העברית בירושלים). הניסוי עוסק בפעילות אנזים בתא השלם ומחוץ לו ובאחידות בתהליכים אנזימטיים.