



21.7.24

דף למורה

## השפעת תמיסת נחושת דו-כלורית על קצב נביטה וקצב פעילות

### אנזים קטלאז בזרעי לוביה (מש)

חלקים א ו-ב

קהל היעד: ט'

משך הניסוי: חלק א – 15 דקות

חלק ב – 45 דקות (יתבצע כ-24-48 שעות מביצוע חלק א)

#### מטרות

1. המחשת השפעת תמיסת נחושת דו-כלורית  $CuCl_2 \cdot 2H_2O$  על תהליך הנביטה וקצב פעילות של אנזים קטלאז בזרעי לוביה (מש).
2. הכרות עם שיטת מדידה של תהליך אנזימטי.
3. ביצוע ניסויים על פי הוראות מפורטות.

#### התנסות מרכזית

בחלק א' של הניסוי התלמידים ישקו את זרעי לוביה במים או בתמיסת נחושת דו כלורית ויבדקו את קצב הנביטה של הזרעים כעבור 24-48 שעות.  
בחלק ב' של הניסוי התלמידים יכינו מיצוי מהזרעים שהונבטו בחלק א' ויבדקו את קצב פעילות האנזים קטלאז באמצעות מדידת זמן ציפת הדסקיות הטבולות במיצויים השונים במבחנות המכילות תמיסת מי חמצן.

#### קישור לתוכנית הלימודים:

שכבת גיל	תכנים
ט	התא מבנה ותפקוד החומרים המרכיבים את התאים ותפקודם. אנזימים: חלבונים כמעורבים בתהליכים.

#### מושגי מפתח להוראת הניסוי

נביטה, גורמים המשפיעים על נביטה, חלבונים, אנזים, מצע/סובסטרט, תהליך אנזימטי, גורמים המשפיעים על קצב פעילות אנזימטית, מי חמצן, תהליך פירוק אנזימטי של מי חמצן.

#### מידע והערות למהלך הניסוי

- תמיסת נחושת דו כלורית ( $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ) גורמת לירידה בקצב הנביטה עקב השפעה על שניים מהגורמים המשפיעים על קצב הנביטה: פעילות אנזימטית וריכוז אוסמוטי. אחד התנאים שמאפשרים את התרחשותו של תהליך הנביטה הוא כניסת מים אל הזרעים, ועל ידי כך מוגבר קצב הפעילות אנזימטית וכתוצאה מכך מזרז תהליך הנביטה.

- הוספת  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  בריכוזים גבוהים למי ההשקיה יוצרת סביבה היפרטונית, מה שגורם לירידה בכניסת מים אל הזרעים וכתוצאה מכך פוגע בתהליך הנביטה.
- בנוסף לכך, ל- $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  השפעה טוקסית, הגורמת לפגיעה במבנה המרחבי של אנזימים וכתוצאה מכך גורמת לפגיעה בפעולתם, מה שפוגע בתהליך הנביטה.
- בתהליך נשימה תאית אווירנית (תהליך בו מופקת אנרגיה בנוכחות חמצן) נוצרים תוצרי לוואי. אחד התוצרים הוא מימן על חמצני "מי חמצן"  $\text{H}_2\text{O}_2$ . למי חמצן יכולת חמצון חזקה באופן כללי ובתגובה עם חומרים אורגניים בפרט. פעילות החמצון גורמת לשינוי תצורת החומר האורגני ונזק לפעילותו.
- בתהליך נטרול תוצרי לוואי הנוצרים בתהליך נשימה תאית אווירנית משתתפים שלושה אנזימים. אחד האנזימים הוא קטלאז, אשר מזרז פירוק מי חמצן למים וחמצן.
- שיטת הבדיקה של קצב פעילות אנזים קטלאז מבוססת על מדידת זמן מרגע שקיעת הדסקית הטבולות במימיו זרעים לתחתית המבחנה עד להגעתה לפני שטח הנוזל במבחנה (תמיסת מי חמצן). בועות חמצן המשתחררות בתהליך פירוק מי חמצן, גורמות לציפת הדסקיות. ככל שקצב פעילות האנזים גבוה יותר כך נוצרות יותר בועות חמצן וגורמות לציפת הדסקיות תוך זמן קצר יותר.

## כלים וחומרים לכל זוג תלמידים

### חלק א'

כמות	כלים וחומרים
2	צלחות פטרי עם מכסה. צלחות נקיות (אין צורך בצלחות סטריליות)
20 מ"ל	כלי המכיל תמיסת נחושת דו כלורית ( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) בריכוז 1.5%
40	זרעי לוביה
20 מ"ל	כלי המכיל מי ברז
6	עיגולי נייר סינון בקוטר של צלחת פטרי
1	פיפטת פסטר בנפח 3 מ"ל

### חלק ב'

כמות	כלים וחומרים
1	צלחת פטרי המכילה 20 נבטי לוביה שהושקו במים לאחר הנבטה של כ-24-48 שעות
1	צלחת פטרי המכילה 20 זרעי/נבטי לוביה שהושקו בתמיסת נחושת דו-כלורית – לאחר הנבטה של כ-24-48 שעות
1	מכתש ועלי
1	כך מבחנות
2	מבחנות ריקות
2	פיסות גזה
1	משפך



30 מ"ל	כלי המכיל מי ברז
1	עט לרישום על זכוכית
6	דסקיות מנייר סינון (ניתן ליצור באמצעות מחורר)
1	כפית
1	פינצטה
4	מבחנות פקוקות המסומנות א-ד המכילות כל אחת 15 מ"ל תמיסת מי חמצן בריכוז 2%
1	פיפטת פסטר בנפח 3 מ"ל
1	כלי פסולת

**מידע אודות חומרים לשימוש תחת הגבלות המופיעים ברשימת החומרים בניסוי**

\* ריכוז החומרים המופיעים ברשימת החומרים לא דורש שימוש בציוד מגן

<p><b>הצהרות סיכון:</b> סכנה! גורם נזק חמור לעיניים, מזיק בבליעה, מזיק במגע עם העור, גורם לגירוי בעור. <b>אי התאמות:</b> בחימום ממושך (לאחר סילוק מי הגבש) התרכובת מתפרקת ונפלטת גז כלור רעיל. <b>אחסון:</b> סופח מים מהאוויר – לסגור היטב ולוודא שהאריזה אטומה. <b>פינוי:</b> ע"ע נחשת גופרתית.</p>	יא	 מוצק $0.5M \geq [CuCl_2] \geq 0.1M$	L	Copper(II) chloride dihydrate $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ CAS 10125-13-0	נחשת(II) כלורית
	ז		aq		
<p><b>הצהרות סיכון:</b> סכנה! גורם נזק חמור לעיניים, גורם לגירוי העור. <b>טיפול רפואי:</b> מי חמצן בריכוז 30% אינם קורוזיביים לעור בריא במגע קצר, גם כאשר העור נצבע בלבן ומורגש עקצוץ. סימפטומים אלו הם זמניים וחולפים כעבור מספר שעות, ללא נזק לרקמות. חשוב לשטוף היטב את המקום שנפגע ולהסיר בגדים שנספג בהם החומר, שכן ריכוז החומר עולה עם אידוי המים מהתמיסה. אם מופיעות שלפוחיות או מורגש כאב יש לפנות לקבלת טיפול רפואי. <b>אי התאמות:</b> <math>H_2O_2</math> בריכוז 30% מתפרק באלימות תוך שחרור חום ויצירת לחץ רב במגע עם מתכות מעבר ותרובותיהן (למשל <math>FeCl_3</math> ו-<math>KMnO_4</math>) ועם מלחי יוד (כמו KI), עלול לגרום להתהרת של חומר דליק, ומגיב עם אצטון ליצירת תרכובת נפיצה. <b>אחסון:</b> כאשר מי החמצן טהורים, קצב הפירוק שלהם נמוך (פחות מ-1% בשנה). כמויות קטנות של זיהומים מדוזות את תהליך הפירוק – יש לשמור את החומר במקרר בבקבוק המקורי, לא להכניס אליו פיפטה או להחזיר אליו שאריות חומר שנמזג, ולמהול ריכוזים נמוכים בסמך לשימוש. תהליך הפירוק אינו הפיך, ולכן אין יתרון בשמירת לחץ החמצן הגזי שנוצר בתוך הבקבוק – רצוי לאחסן עם פקק שמאפשר שחרור לחץ, או לשחרר לחץ באופן יזום אם הבקבוק מתנפח. <b>פינוי:</b> למהול לריכוז קטן מ-6% ולשפוך לכיור.</p>	יא	 $35\% \geq [H_2O_2] > 6\%$ ללבוש חלוק	מקרר 5.1 8	Hydrogen peroxide $H_2O_2$ CAS 7722-84-1	מי חמצן
	ט	 $6\% \geq [H_2O_2] > 3\%$	מקרר		