



14.6.25

דף עבודה לתלמיד

השפעת נחשת דו כלורית על קצב נביטה ופעילות אנזים קטלאז בזרעי לוביה (מש)

מבוא

בישראל קיימים אתרים רבים שבהם זוהו רמות זיהום גבוהות בקרקע ובמים, הנגרמות בין היתר על ידי תחנות דלק, מוסכים, מפעלי תעשייה, פסולת בניין ומטמנות ישנות. אחד הגורמים המרכזיים לזיהום הוא שימוש במתכות כבדות, ובהן נחושת, עופרת, ניקל וקדמיום – חומרים הידועים בהשפעתם המזיקה על יצורים חיים.

נחושת דו-כלורית (CuCl_2) היא תרכובת מסיסה במים, שמתפרקת ליוני נחושת (Cu^{2+}) וליוני כלור (Cl^-). יוני הנחושת הם בעלי פוטנציאל רעיל ובין היתר עלולים לגרום לפגיעה בפעילות אנזימטית וכתוצאה מכך לגרום לעיכוב של תהליכי נביטה וצמיחה.

בניסוי זה תבדקו את השפעתם של ריכוזים השונים של נחושת דו-כלורית על קצב הנביטה של זרעים ועל פעילות אנזימטית על מנת להעריך את ההשפעה של זיהום מתכתי מסוג זה על תפקוד ביולוגי בסיסי בצמחים.

תהליך הנביטה מושפע מפעילות אנזימטית - תהליך הנביטה תלוי בפעילות אנזימטית. כאשר מים עוברים אל הזרע, קצב פעילות אנזימטית עולה. אחד התהליכים האנזימטיים שמתרחשים בזרע הוא פירוק חומרי התשמורת למולקולות קטנות אשר מנוצלות להפקת אנרגיה וחומרי בנייה חיוניים. בעזרת האנרגיה והחומרים החדשים שנוצרים הנבט מסוגל להתחיל את תהליך הצמיחה. ללא הפעילות החיונית של האנזימים, הזרע לא מסוגל לנצל את המשאבים האגורים בו ולהתחיל את תהליך הנביטה.

חלק א – השפעת השקיה בתמיסת נחושת דו-כלורית על קצב נביטה בזרעי לוביה

כלים וחומרים

זרעי לוביה, כלי המכיל תמיסת נחושת דו-כלורית, כלי המכיל מים מזוקקים, שתי צלחות פטרי, 6 עיגולים מנייר סינון המתאימים לקוטר של צלחת פטרי, עט לסימון על זכוכית, פיפטת פסטר בנפח 3 מ"ל.

מהלך הניסוי

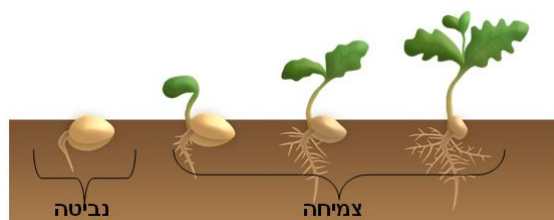
- באמצעות עט לסימון על זכוכית רשמו בתחתית של צלחת פטרי אחת - "מים" ובתחתית של הצלחת השניה - "נחושת דו-כלורית"
- הניחו שני עיגולי נייר סינון בתחתית של כל אחת מצלחות הפטרי המסומנות.
- העבירו 20 זרעי לוביה לכל צלחת.
- באמצעות פיפטת פסטר העבירו 10 מ"ל מים מזוקקים לצלחת המסומנת "מים",
- העבירו 10 מ"ל תמיסת נחושת דו-כלורית לצלחת המסומנת "נחושת דו-כלורית".
- הניחו את הצלחות במקום חמים למשך 24 שעות.



ז. כעבור 24 שעות ספרו את הזרעים שנבטו בכל אחת מן הצלחות (קראו את הקטע "לידיעתכם"). מלאו את הפרטים החסרים בטבלה 1.

לידיעתכם: שלב הנביטה מתחיל ביציאת השורשון ומסתיים ביציאת הנצרון. החל מיציאת הנצרון התהליך המתרחש נקרא צמיחה (ראו איור 1)

איור 1 – שלבי הנביטה והצמיחה



שאלות

1. סכמו את תוצאות הניסוי בטבלה והוסיפו לה כותרת מתאימה.

טבלה 1 - כותרת הטבלה: _____

מספר הזרעים שנבטו	תמיסת השקיה
	מים מזוקקים
	נחשת דו-כלורית

2. תארו את תוצאות הניסוי

3. מהו המשתנה הבלתי תלוי (המשפיע) בניסוי? _____

4. מהו המשתנה התלוי (המושפע) בניסוי? _____

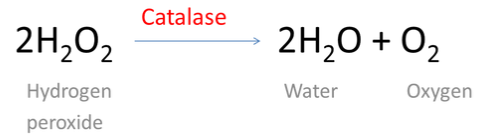
5. מדוע חשוב לכלול בניסוי צלחת המכילה זרעים שהושקו במים בלבד?

6. הסבירו את תוצאות הניסוי. התבססו על הרשום במבוא.



חלק ב – השפעת השקיה בתמיסה המכילה יוני נחושת על קצב פעילות אנזים קטלאז בזרעי לוביה

אנזים הוא חלבון המזרז תהליכים כימיים ביצורים חיים. בכל תא של כל יצור חי מצויים אלפי אנזימים והתא החי אינו יכול לתפקד בלעדיהם. רובן המוחלט של התגובות הכימיות שעליהן מבוססים תהליכי החיים מתרחשים בקצב הנדרש לקיום החיים רק בעזרת האנזימים. קטלאז הוא אנזים המצוי כמעט בכל האורגניזמים הנחשפים לחמצן. האנזים קטלאז מזרז פירוק מיחמצן (H_2O_2) למים ולחמצן



"מי חמצן" (H_2O_2) היא תרכובת של שני אטומי מימן ושני אטומי חמצן. למרות שמה העממי של התרכובת היא אינה תערובת של מים וגז חמצן. מי חמצן יכול להיווצר בתאים כתוצר לוואי של תהליך נשימה תאית. למי חמצן יש יכולת חמצון חזקה, פעולת החמצון גורמת נזק לתא ועלולה לגרום למותו ולכן חשובה פעילותו של האנזים קטלאז בתאים.

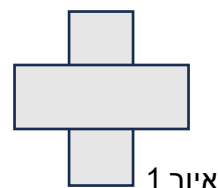
כלים וחומרים

שתי צלחות פטרי המכילות זרעי לוביה שהונבטו בחלק א של הניסוי, כלי המכיל מי ברז, 4 מבחנות המכילות תמיסת מי חמצן המסומנות א-ד בכך מבחנות, מכתש ועלי, 2 מבחנות ריקות, 2 פיטות גזה, משפך, עט לרישום על זכוכית, דסקיות מנייר סינון, נייר מגבת, כפית, פינצטה, פיפטת פסטר, כלי פסולת.

מהלך הניסוי

הכנת מיצוי מזרעי לוביה

- א. סמנו את המבחנות הריקות בספרות 1 ו-2.
- ב. באמצעות כפית העבירו למכתש את הזרעים מצלחת פטרי המסומנת "מים".
- ג. באמצעות פיפטת פסטר הוסיפו 10 מ"ל מי ברז וכתשו את הזרעים בתנועה סיבובית באמצעות העלי, במשך חצי דקה.
- ד. הציבו את המשפך בתוך מבחנה המסומנת "מיצוי".
- ה. קחו פיטת גזה אחת (המקופלת ל-8 שכבות) ופיתחו קיפול אחד בלבד – כך שתתקבל פיטת גזה בצורת מלבן, בעלת 4 שכבות.
- ו. חזרו על הסעיף ד עם פיטת גזה נוספת.
- ז. הניחו את שתי הפיטות הגזה מעל המשפך בהצלבה כפי שמתואר באיור 1.





- ח. באמצעות הכפית העבירו את תכולת המכתש לגזה הפרוסה מעל המשפך.
ט. הרימו את שולי הגזה וסחטו את הזרעים הכתושים כדי שהנוזל (המיצוי) יעבור למבחנה. העבירו את פיסת הגזה עם הזרעים לכלי הפסולת.
י. באמצעות נייר מגבת נגבו את העלי ואת המכתש על מנת להפטר משאריות הזרעים הכתושים.
יא. חזרו על סעיפים ב-ט עם הזרעים מהצלחת המסומנת "נחושת דו-כלורית", פיסת גזה נקייה ומבחנה "2".

כעת ברשותכם שתי מבחנות: מבחנה 1 מכילה מיצוי מזרעי לוביה שהושקו במים מזוקקים ומבחנה 2 – מיצוי מזרעי לוביה שהושקו בתמיסת נחושת דו-כלורית.

בדיקת פעילות אנזים קטלאז

**שימו לב, בסעיפים הבאים עליכם להשתמש בשעון עצר.
קראו בעיון את הסעיפים טו – יז לפני הביצוע**

- יב. באמצעות פינצטה הרימו דסקית נייר אחת וטבלו אותה במיצוי במבחנה 1 בלי לשחרר אותה.
יג. הרימו את המבחנה המסומנת א מתוך כן המבחנות והעבירו את הדסקית הספוגה במיצוי אל תוך הנוזל שבמבחנה.
יד. המתינו עד לשקיעת הדסקית לתחתית המבחנה והפעילו שעון עצר.
טו. עצרו את השעון ברגע שהדסקית מגיעה לפני שטח של הנוזל במבחנה.
טז. רשמו את זמן ציפת הדסקית בטבלה 3 בעמודה המתאימה. (אם הדסקית שקע מעט ומיד צפה – רשמו 2 שניות).
יז. נגבו את הקצוות הפינצטה בעזרת נייר ניגוב לפני לקיחת דסקית חדשה.
יח. חזרו על הסעיפים טו-יח עם המבחנות 2-4 והמבחנות ב-ד בהתאמה. אם הדסקית לא צפה אחרי 60 שניות – רשמו 60 שניות.

יט. באמצעות פינצטה הרימו דסקית נייר אחת וטבלו אותה במיצוי במבחנה 1 בלי לשחרר לתוך המיצוי.
**שימו לב, בסעיפים הבאים עליכם להשתמש בשעון עצר.
קראו בעיון את הסעיפים טו – יז לפני הביצוע**

- כ. הרימו את המבחנה המסומנת א מתוך כן המבחנות והעבירו את הדסקית הספוגה במיצוי אל תוך הנוזל שבמבחנה.
כא. המתינו עד לשקיעת הדסקית לתחתית המבחנה והפעילו שעון עצר.
כב. עצרו את השעון ברגע שהדסקית מגיעה לפני שטח של הנוזל במבחנה.
כג. רשמו את זמן ציפת הדסקית בטבלה 2 בעמודה המתאימה. (אם הדסקית שקע מעט ומיד צפה – רשמו 2 שניות).
כד. נגבו את הקצוות הפינצטה בעזרת נייר מגבת לפני לקיחת דסקית חדשה.
כה. חזרו על הסעיפים כ-כד, טבלו דסקית חדשה במבחנה א והעבירו אותה למבחנה המסומנת ב.
כו. חזרו על הסעיפים כ-כד עם המבחנה 2 ומבחנות ג-ד.



שימו לב! אם הדסקית לא צפה אחרי 60 שניות – רשמו 60 שניות.

שאלות

טבלה 2 כותרת הטבלה: _____

זמן ציפת הדסקית (בשניות)	סוג המיצוי (זרעים שהושקו במים/זרעים שהושקו בתמיסת הנחשת)	סימון המבחנה
	מים	א
	מים	ב
	נחשת דו-כלורית	ג
	נחשת דו-כלורית	ד

1. הוסיפו כותרת מתאימה לטבלה 2.
2. תארו את תוצאות הניסוי, התייחסו גם לבועות הגז סביב הדסקית שצפה.
3. הסבירו מה גרם לציפת הדסקיות שהוטבלו בתמיסת מי חמצן.
במהלך הניסוי ביצעתם שתי חזרות לכל מיצוי, מדוע לדעתכם חשוב לבצע מספר חזרות בכל ניסוי ולא להסתפק במדידה אחת בלבד?

לידיעתכם: יונים של מתכות כבדות כגון יוני נחשת פוגעים בפעילות אנזימטית.

4. הסבירו את תוצאות הניסוי. התבססו על הרשום ב"לידיעתכם".
5. מדוע חשוב לבדוק את קצב פעילות אנזימטית גם במיצוי הזרעים שהושקו במים?