

דוגמאות לפעילות במסגרת "כיתה חוקרת"

פיתוח: יהבית לוריא, שושי למברגר

1. הנושא: מאפייני הפעילות האנזימטית בתא

נושא מרכזי: מערכות ותהליכים בגוף האדם

נושאי משנה: א. התא כיחידת מבנה ותפקוד בסיסית של יצורים חיים

ב. תפקודים של מערכות / תהליכים ביצורים חיים - הזנה

מיועד לתלמידי כיתה ט'

ידע קודם שנדרש כדי להתמודד עם המשימה: היכרות עם חלבונים ואנזימים.

א. הזמנה לחקר: הדגמת תופעה

חומרים:



- 3 מבחנות ובהן 5 סמ"ק של מי חמצן 3% (H_2O_2).
- 3 פיסות של חומר חי: פיסת כבד עוף, פיסת פלפל ירוק (שגורד בחלקו הפנימי) ופיסת תפוח אדמה שנחתך מחלקו הפנימי. הפיסות הן בגודל זהה (פחות או יותר) ומתאימות להכנסה לתוך מבחנה.
- 3 מלקטות (כל מלקטת לחומר חי אחר).
- קיסם עץ, גפרורים, 2-4 מבחנות עם מי סיד צלולים, ואינדיקטורים נוספים
- 3-6 פקקים למבחנות.

הדגמת התופעה:

1. לתוך כל אחת מהמבחנות עם מי החמצן מכניסים בעזרת מלקטת פיסת חומר חי אחר. סוגרים בפקק וצופים במתרחש. התלמידים מתבקשים לכתוב תצפית. בדיון הכיתתי הם מתארים את שראו (פליטת הגז) ומציעים דרך לקביעת סוג הגז שנפלט ונאסף במבחנות.
2. על פי הצעות התלמידים קובעים את סוג הגז בעזרת האינדיקטורים.

הערה: רצוי להכין ערכה נוספת של מבחנות עם מי חמצן ופיסות מהחומר החי לביצוע נוסף. אם התלמידים ישערו שהגז הוא פחמן דו חמצני, ניתן לבדוק זאת בעזרת בלון שמלבישים על פי המבחנה המכילה מי חמצן וכבד. את הבלון המנופח מלבישים על מבחנה עם מי סיד צלולים, הופכים את המבחנה (מי הסיד נשפכים לבלון) ומיישרים חזרה. משווים למבחנה נוספת עם מי סיד צלולים וקובעים את סוג הגז.

ב. פירוק התופעה לרכיביה

רכיב כללי	רכיב בתופעה
הכלי	מבחנות
החומרים המגיבים	1. מי חמצן 2. החומר החי- כבד, פלפל, תפוח"א
התוצרים	הגז שנפלט

ג. עובדות נוספות להבנת התופעה:

לפניכם עובדות שיכולות לסייע בהבנת התופעה:	
• תוך כדי פעילות הנשימה התאית נוצרים תוצרי לוואי רעילים שמי חמצן הוא אחד מהם.	
• על אף הכמות הזניחה של מי החמצן, הוא מסוכן מאוד לתא ויכול להוביל למותו.	
• על מנת לנטרל את תוצרי הלוואי הרעילים פיתחו היצורים העושים נשימה תאית אנזימים שיכולים לפרק את הרעלים.	

ד. כיצד נשנה את הגורמים שיכולים להשפיע?

גורמים משפיעים	ערכי המשתנה
א. ריכוז מי החמצן	מי חמצן בריכוזים שונים מ-1% - 5%
ב. טמפרטורת מי חמצן	מי חמצן בטמפ' מ- 0°C – 90°C
ג. כמות החומר החי (כבד, פלפל או תפוז"א).	מספר גדל של פיסות זהות בגודלן, מחומר חי אחד.
ד. טמפרטורות החומר החי	חומר חי בטמפ' מ- 0°C – 90°C
ה. רמת חומציות (pH) של החומר החי	דרגות pH שונות (חומצי, ניטרלי ובסיסי)

ה. אילו גורמים יכולים להשתנות במערכת בה התרחשה התופעה? משפיעים ומושפעים

גורמים שיכולים להשתנות ברכיבי התופעה:
1. ריכוז המי-חמצן
2. טמפרטורת המי-חמצן
3. כמות החומר החי (כבד או, פלפל או תפוז"א).
4. טמפרטורות החומר החי
5. רמת חומציות (pH) של החומר החי
6. כמות הגז שנפלט, ביחידת זמן מוגדרת.

הערות:

- לאחר שהוצגו כל הגורמים יש לערוך דיון עם התלמידים ולהגיע לכך שלתלמידים ברור שההתמקדות תהיה רק בגורם משפיע אחד, ואילו כל שאר הגורמים הופכים להיות גורמים קבועים בכל ניסוי שיתכננו.
- ההתייחסות לדרך מדידת הגורמים המושפעים (סעיף ד') יכולה לבוא אחרי ההתייחסות לגורמים המושפעים (סעיף ה'). אך בכל מקרה, חשוב להדגיש בפני התלמידים שבתכנון מערך החקר יש לתכנן את דרך מדידת הגורם המושפע ולוודא שיש ביכולתנו לבצע אותה.

ו. כיצד נמדוד את השפעת הגורמים הללו? אילו גורמים יושפעו?

(להתייחס אל: כלי מדידה, יחידות מדידה, שיטת מדידה)

בניסויים שהתלמידים יערכו, הגורם המושפע יהיה כמות הגז שיפלט ביחידת זמן מוגדרת (10 דקות). על מבחנות הניסוי של התלמידים יולבשו בלונים שיתמלאו בגז שנפלט במשך 10 דקות. את נפח הבלונים הקשורים ידרגו באופן איכותי כשהסימן – ייצג אי פליטת גז ו (+) (++) (+++) ייצגו דרגות שונות של כמויות גז שנפלטו.

ז. טיפים לביצוע התצפית או הניסוי

- הריאקציה עם הכבד היא הרבה יותר עוצמתית מאשר עם תפוז"א, פלפל או גזר. אם פוקקים את המבחנה עם הכבד, יש להיזהר מפני שפעמים רבות הפקק עף בעוצמה לגובה (חשוב להרחיק את התלמידים).
- בניסויים שהתלמידים יעמידו, כדי שכמות הגז שתיפלט תהיה משמעותית והם יוכלו להבחין בהבדלים, כדאי לבצע את הניסויים בבקבוקי קוני קטנים עם כמות גדולה יותר של מי חמצן ולהתאים גם את כמות האנזים. חשוב לנסות לפני שמבצעים את הניסויים.
- בבדיקת השפעת הטמפר' על פעילות האנזים רצוי לבשל היטב את החומר החי מפני שלעיתים (במיוחד בכבד) יש עדיין פליטה של בועות גז גם מפיסות כבד שלא בושלו היטב.
- יש להשתמש במי חמצן טריים מפני שתהליך פירוק מי החמצן מתקיים מעצמו ומי חמצן "ישנים" לא יתנו את אותן התוצאות.
- באם התלמידים יבחרו לבדוק את השפעת רמת החומציות על קצב פעילות האנזים יש לטפף חומצה ובסיס בריכוזים שונים על החומר החי הנבדק.

ח. הפניות לרקע מדעי

- 1) ביולוגיה היום, עדי מרקוזה – הס, הוצאת ספרי תל אביב עמ' 44-49
- 2) ביולוגיה של האדם; עדי מרקוזה – הס, הוצאת ת"ל עמ' 31, 36, 40, 42, 89
- 3) פרקים בהזנה לחט"ב, הוצאת ת"ל עמ' 116-119.
- 4) [שאל את המומחה: מהו קטלאז, דוידסון און ליין](#)

ט. השלמות וסגירת ידע בסיכום

שיתוף כל הכיתה בתוצאות הניסויים יאפשרו סגירה וביסוס של כל מאפייני הריאקציה האנזימטית (באופן כללי) כשריאקציה הקטלאז היא רק דוגמה לכך. באם יהיו מאפיינים שלא נבדקו ע"י התלמידים יש להשלים ולהתייחס אליהם.

תובנות אפשריות מהחקר הכיתתי

- א. ישנם מספר גורמים המשפיעים על קצב הריאקציה:
 1. ריכוז האנזים בחומר החי - ככל שריכוז האנזים קטלאז עולה, כך קצב פירוק מי החמצן עולה (חשוב להדגיש לתלמידים שזה יעשה עד גבול מסוים, וכמות מי החמצן הינה גורם מגביל).
 2. ריכוז הסובסטרט (מי החמצן) - ככל שריכוז הסובסטרט עולה כך קצב הריאקציה עולה. (חשוב להדגיש לתלמידים שזה יעשה עד גבול מסוים - כמו בריכוז האנזים).
- ב. גורמים סביבתיים המשפיעים על הפעילות המיטבית של האנזים, כאשר לכל אנזים תנאים מיטביים (אופטימאליים) לתפקודו:

רמת חומציות (pH), טמפרטורה ונוכחותם של חומרים נוספים המעכבים או מזרזים את הפעולה.
- ג. ניתן לקשר חזרה לנושא החלבונים: גורמים המשפיעים על החלבונים בגוף ישפיעו גם על האנזימים.
- ד. אם עובדות אלו לא יעלו מתוך ניסויי התלמידים יש להדגיש בפניהם שהאנזים נקשר למולקולת הסובסטרט שהוא מצע הפעולה שלו. האנזים לא מתכלה בריאקציה ובסופה הוא פנוי להקשר למולקולה נוספת.
- ה. ההתאמה בין האנזים לסובסטרט הינה ספציפית ואנו מדגימים זאת כמו התאמה של "מפתח למנעול".

2. הנושא: הזנה מינראלית בצמחים

עובד מתוך תוצרי פרויקט "דרך המלך בחממות" - פרויקט הטמעה של "דרך המלך" במסגרות של חקר כיתתי (ראה במקורות המידע),

נושא מרכזי: מערכות ותהליכים ביצורים חיים
נושא משנה: תהליכים ביצורים חיים- הזנה מינרלית בצמחים

מיועד לתלמידי כיתה: ט'

ידע קודם שנדרש כדי להתמודד עם המשימה:
התלמידים צריכים להכיר את אבות המזון, את תהליך הפוטוסינתזה ואת המושגים הזנה הטרוטרופית והזנה אוטוטרופית.

א. סיפור מסגרת

"רק בריאות"

סבתא שלי משוגעת על בריאות- היא עושה יוגה, אוכלת מזון בריאות ובין עמידה על הראש והכנת סלט תרד, היא גם בולעת המון כדורים. במטבח יש מדף עמוס בקבוקונים המכילים ויטמינים ומינרלים שסבתא אומרת שהם חשובים מאוד לבריאות: להתחדשות התאים שנהרסים ולתקינות התהליכים החיוניים לתפקוד הגוף.



יום אחד לא התאפקתי ובדקתי בקבוק אחר בקבוק, קראתי מה כתוב על כל תווית. מצאתי שם שמות של מינרלים כמו: ברזל, מנגן, אבץ ואשלגן שנשמעו לי מוכרים ואז נזכרתי מהיכן הם מופיעים גם בתווית הדשן שאמא שלי מוסיפה לעציצים. בהתחלה זה הצחיק אותי – מה, צמחים זקוקים לאותם מינרלים כמונו? ניסיתי לחשוב יותר ברצינות: מה תפקיד מינרלים אלו בצמחים? כיצד הם משפיעים על התפתחותם? לאחר שקראתי בנושא, התברר לי שבדיוק כמונו, גם הצמחים זקוקים למינרלים וכשמנירלים מסוימים חסרים להם, גם הם חולים. למשל, כשחסר לנו ברזל, אנחנו חיוורים וגם העלים של צמח, שסובל מחסר בברזל, מקבלים צבע ירוק בהיר וחיוור.

הערה: סיפור זה מהווה פתיח לנושא וגירוי לחקר. השאלה המובילה (שממנה תיגזרנה שאלות החקר של התלמידים) היא: אילו מינרלים חשובים להתפתחות חלקי הצמח השונים? ובאילו ריכוזים?

ב. פירוק התופעה לרכיביה

- הצמח
- מצע הגידול
- חומר ההזנה
- מי ההשקיה
- אויר

הערה: לאחר שהוצגו כל מרכיבי התופעה יש לערוך דיון עם התלמידים ולהגיע לכך שבתלמידים ברור שההתמקדות תהיה רק ב-2 מרכיבים (הצמח וחומר ההזנה) ואילו שאר 3 הגורמים הופכים להיות גורמים קבועים בניסויים.

ג. אילו גורמים יכולים להשתנות במערכת בה התרחשה התופעה? משפיעים ומושפעים

גורמים שיכולים להשתנות ברכיבי התופעה: משפיעים ומושפעים	
7. סוג הדשן: כימי, אורגני	
8. הרכב כימי של הדשן: כל מינרל בנפרד (חנקן, זרחן, אשלגן, ברזל) או תערובת של כמה ביחסים שונים	
9. ריכוז הדשן (חישוב ריכוז המינרל בדשן)	
10. צורת יישום הדשן: פיזור אבקה, השקיית תמיסה, הצנעת קפסולות לשחרור איטי.	
11. קצב שחרור הדשן: דשן מסיס מידית לעומת שחרור מבוקר ואיטי	
12. תדירות הדישון: אחת לחודש /שבוע 3/ ימים /יום	
13. סוג הצמח: זנים/מינים/סוגים שונים.	
14. מדדי צימוח והתפתחות של בית השרשים: אורך שרש מרכזי או כלל השרשים, מספר שרשים, ביומסת שרשים.	
15. מדדי צימוח והתפתחות של הצמח: גובה צמח, קצב התארכות הענף, מידת התפצלות הענף, גוון העלים, כמות כלורופיל, אורך העלה הארוך, מס' עלים, משקל חומר יבש, מועד יצירת ניצני פריחה.	

ד. כיצד נמדוד את השפעת הגורמים הללו? אלו גורמים יושפעו? (כלי מדידה, יחידות מדידה, שיטת מדידה)

בניסויים שהתלמידים יערכו כל קבוצת תלמידים תבדוק השפעה של גורם אחד משפיע, שתתבטא בממד צימוח והתפתחות (לפחות אחד) או של בית השורשים או של הצמח עצמו.

סוג המדידה	כלי המדידה	יחידת מדידה
התפתחות הצמח: שינוי גובה הצמח / התארכות ענפים/ אורך שרשים	סרגל (יש להחליט על נקודת בסיס שתהיה משותפת בכל המדידות, לדוגמה: במדידת גובה הצמחים הסרגל יונח תמיד על הקרקע).	ס"מ
מס' חלקי צמח: שורשים, ענפים, עלים	ספירה	
ביומסה (חומר יבש)	מאזניים, לאחר ייבוש בתנור בטמפרטורה של 60°C במשך 72 שעות.	גר'

ה. כיצד נשנה את הגורמים שיכולים להשפיע?

גורמים משפיעים	שינוי ערכי המשתנה
סוג הדשן: כימי, אורגני	השוק מציע דשנים כימיים שונים ומצעי קומפוסט של חברות שונות. לצורך בידוד המשתנים, מומלץ לתת את הדשן האורגני בצורת מיצוי נוזלי ולא כמצע. שינוי המצע הוא גורם נוסף במערכת.
הרכב כימי של הדשן: כל מינרל בנפרד או תערובת של כמה	רשום על תווית המוצר. ניתן לבחור בדישון של מינרל אחד (N-P-K-Fe-ברזל) מול מינרל אחר או מוצר המכיל תערובת NPK ביחסים שונים.
ריכוז הדשן	להחליט על ריכוזים בטווח שמתאים לצמחים בכלל ולמיני הצמחים שנבחרו בפרט (עודף דישון ישרוף את הצמח). להכין על פי ההוראות שרשומות על האריזה.
צורת יישום הדשן	יש מבחר גדול של מוצרים בשוק ודרכי היישום בהתאם. לקבל המלצה בחנות למוצרי חקלאים. תמיסה- ממיסים את הדשן הכימי בריכוז המתאים (מחשבים על פי ההוראות על התווית), מיצוי- ראה הנחיות בנפרד, פיזור- מחשבים כמות לפי שטח האדמה, סוג הצמח ומשקים מיד אחרי, הצנעה- מצניעים ומערבים עם שכבת הקרקע העליונה ומשקים מיד אחרי.
קצב שחרור הדשן	דשן מסיס וזמין לצמח מיידי לעומת שחרור מבוקר ואיטי
תדירות הדישון	קביעת מרווחי זמן שונים לכל קבוצת טיפול, למתן הדשן לצמחים (אחת לחודש/שבועיים/שבוע/3 ימים).
סוג הצמח	זנים שונים מאותו מין, מינים שונים מאותו סוג, סוגים שונים.

- **הערה:** ההתייחסות לדרך מדידת הגורמים המושפעים (סעיף ד') יכולה לבוא אחרי ההתייחסות לגורמים המושפעים (סעיף ה'). אך בכל מקרה, חשוב להדגיש בפני התלמידים שבתכנון מערך החקר יש לתכנן את דרך מדידת הגורם המושפע ולוודא שיש ביכולתנו לבצע אותה.

ו. טיפים לביצוע התצפית או הניסוי

- בכל הניסויים שיבדקו הזנה מינרלית, חשוב להקפיד שהתלמידים יתמקדו בהשפעה של גורם אחד בלבד בכל ניסוי, בעוד שכל שאר הגורמים שיכולים להשפיע יישארו קבועים, כמו: סוג המצע, מקור המים, כמות המים, תדירות ההשקיה, תנאי הסביבה (קרנה, רוח..).
- יש לוודא שגודל הצמחים בתחילת הניסוי יהיה זהה עד כמה שניתן.
- בניסויים הבודקים מדדי צימוח והתפתחות של הצמח, יש חשיבות למימד הזמן - ניתן להעמיד ניסוי למשך חודש ימים ופעם בשבוע לבצע מדידות, סה"כ 5 מדידות (מדידה ראשונה - בזמן 0).
- ניסויים אלו יכולים להתבצע במצעי גידול ליד חלונות מעבדה, בחממה או בחווה חקלאית.
- מומלץ לבצע את הניסויים בצמחים חד-שנתיים שצומחים מהר כמו: חסה, צנונית, בוטנים, מלפפונים, עגבניות, נענה, פטרוזיליה, כוסברה, בזיליקום, וכן מיני פרחים חד שנתיים.

ז. הפניות לרקע מדעי

- פרקים בהזנה לחט"ב, הוצאת ת"ל עמ' 55-59
- "חוקרים חקלאות" - מילון מושגים: מינרלים, דישון
<http://www.edugal.org.il/hokrim/default.htm>
- חוקרים חקלאות" - יסודות חיוניים לצמח
<http://www.edugal.org.il/hokrim/library/ma116.htm>
- "חוקרים חקלאות" - השפעת דישון חנקני וזרחני
<http://www.edugal.org.il/hokrim/library/ma107.htm>
- "חוקרים חקלאות" – מיקום הדשן (דרך היישום) כאמצעי להגברת יעילותו
<http://www.edugal.org.il/hokrim/library/ma027.htm>
- צמחי מים ושיפור איכות קולחים
http://www1.snunit.k12.il/heb_journals/allon/145093.html
- הזנה בבעלי חיים וצמחים- בהיבט חקלאי – הרצאה מוקלטת של גלילה אלדאג
http://www3.cet.ac.il/WindowedPlayerProf.aspx?sVidPath=http://storage.cet.ac.il/video/Lectures/Biology/RonitBiologia355492_1.flv
- "דרך המלך בחממות" – מיניפרויקטים לחקר כיתתי בנושא: הזנת צמחים
<http://www.edugal.org.il/kingsite/schools5.htm>

ח. השלמות וסגירת ידע בסיכום

התלמידים אמורים להבין ולהפנים שהצמח זקוק למינרלים הן לבניית תרכובות החשובות לבניית תאי הגוף והן כדי לקיים את תהליך הפוטוסינתזה בו הצמח מייצר בעצמו סוכרים, המשמשים לו כמקור אנרגיה לכל תהליכי החיים.

בכדי שכל תלמיד יגיע לתובנה זו, יש לקשר ניסויים אלו לרעיון שהזנה מינרלית הינה הזנה הטרוטרופית שנעשית לשם קיום תהליכי חיים שונים בצמח, וכן לשם קיום הזנה אוטוטרופית (דשן ברזל בתהליך הפוטוסינתזה). כמו כן חשוב בניסויים שבדקים את השפעת החנקן, לבנות את הקשר לחלבונים שבצמחים.