



אוניברסיטת בר אילן  
בית הספר לחינוך  
המרכז לפיתוח ותמיכה במעבדות הביולוגיה

מדינת ישראל  
משרד החינוך, התרבות והספורט  
הפיקוח על הוראת הביולוגיה, אגף הבחינות

## מכשיר הערכה לבחינת מעבדה 5 יח"ל תשס"ד – 2004

### הנחיות כלליות לבדיקה:

- \* התשובות הניתנות במכשיר ההערכה הן **דוגמאות** בלבד.
- \* על ניסוח לקוי אפשר להוריד **עד 10 נקודות**.
- \* **יש לבדוק התאמה של תשובות התלמיד לתוצאות שקיבל**, אלא אם התלמיד מנמק היעדר התאמה כזו. אם תוצאות התלמיד שונות מהצפוי – יש לקרוא בעיון את תשובותיו ולקבל את ההסבר הגיוני המתבסס על תוצאותיו.

### אין להוריד ציון:

- יותר מפעם אחת על אותה שגיאה.
- אם תשובת התלמיד היא הגיונית ואיננה סותרת ידע ביולוגי בסיסי ומקובל, גם אם איננה תשובה הצפויה או אינה מופיעה כדוגמה בהנחיות ההערכה.
- אם תוצאות הניסויים שקיבל התלמיד שונות מהצפוי.
- אם נמסרו לתלמיד תוצאות צפויים, הוא התייחס אליהן בתשובתיו, ועובדה זו מצוינת באופן ברור.

### בדיקת תכנון הניסוי:

- בכדי לקבל תמונה שלמה של הניסוי המוצע, יש לקרוא את כל תכנון הניסוי ולאחר מכן להעריך את המרכיבים השונים.
- יש לוודא שההשערה מתאימה למשימה.
- כאשר מרכיבי הניסוי (משתנה תלוי ובלתי תלוי, דרכי מדידה ושינוי, גורמים קבועים, בקרה) אינם מתאימים למשימה, אך מתאימים להשערה שניסח התלמיד, התשובה חלקית.

### בדיקת טבלאות:

- בכותרות הטבלאות יכולים להיות מצוינים שמות המשתנים אין דרכי מדידתם.
- הגורמים הקבועים יכולים להופיע כחלק מהטבלה או בצמוד אליה.
- ציון יחידות מידה (מ"ל, % וכד') יכול להופיע בכותרות העמודות או ליד כל נתון.

### בדיקת הצגות גרפיות:

- בכותרת התצוגה הגרפית ובשמות הצירים (בגרף רציף או בדיאגרמת עמודות) אפשר לציין את שמות המשתנים **או** דרכי מדידתם.
- שם המשתנה או המדדים בדיאגרמת עמודות יכול להירשם על ציר X או על העמודות או בסמוך אליהן.
- בשרטוט עקומה, הקו יכול לחבר את הנקודות או לעבור ביניהן, אולם במקרה השני יש לדרוש התאמה בין הנקודות לעקומה.



## בעיה 1 – שלב א

1. א. בסעיפים א-ג מדדת אורך של עלים, ורשמת את תוצאות המדידה בטבלה. חשב את האורך הממוצע של עלי החיטה מנבטים שהונבטו באור, ואת האורך הממוצע של עלי החיטה מנבטים שהונבטו בחושך. הוסף את תוצאות החישוב לטבלה. תן לטבלה כותרת מתאימה. (15 נק)

**כותרת:** השוואה בין עלים של נבטי חיטה שהונבטו בתנאי הארה שונים [דיווח בטבלה על מדידות וחישוב]

| אורך עלה נבט שהונבט באור<br>(בס"מ) | אורך עלה נבט שהונבט בחושך<br>(בס"מ) |             |
|------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| 10.1                               | 8.9                                 |             |
| 6.4                                | 9.2                                 |             |
| 10.0                               | 10.5                                |             |
| 8.5                                | 8.6                                 |             |
| 9.4                                | 11.7                                |             |
| 8.8                                | 9.8                                 | ממוצע [ס"מ] |

- ב. על סמך מדידותיך, באילו תנאי הנבטה האורך הממוצע של עלי החיטה הוא הגדול ביותר? (3 נק)  
יש לקבל כל תשובה המתאימה לתוצאות החישוב  
אורך ממוצע של עלי הנבטים שהונבטו בחושך גדול יותר מאורך ממוצע של עלי נבטים שהונבטו באור  
**אז:** אי אפשר לקבוע באילו תנאים האורך הוא הגדול ביותר / ההבדל בין שתי הקבוצות אינו גדול / מובהק/משמעותי. [תיאור תוצאות]
- ג. לנבטים של צמחים מסוימים הצומחים בשדה מתחת לאבנים (בחושך) יש עלים ארוכים. מהו היתרון שיש לצמח בהתארכות של עלים בחושך? (6 נק)  
היתרון הוא שיש סיכוי שיגיעו לסביבה מוארת [יתאפשר קיום תהליך פוטוסינתזה]. [יישום ידע קודם]
2. האם מדידת האורך של שני עלים בלבד מכל אחת משלוש הצלחות הייתה מאפשרת להסיק מסקנה? נמק את תשובתך על סמך המדידות שביצעת. (12 נק)  
**לא. נימוק:** 2 עלים לא מהווים מדגם מייצג / בין העלים שנמדדו יש שונות/ יש הבדלים גדולים בין תוצאות המדידות [התייחסות ביקורתית לעיבוד תוצאות]
3. א. תאר את צבע העלים בשלוש הצלחות של הנבטים. (5 נק)  
בצלחת 1 צבע העלים ירוק, בצלחת 2 צבע העלים צהוב, בצלחת 3 צבע העלים צהוב/ירקרק (או ירוק בהיר או ירוק). [תיאור תצפית]
- ב. מהו התנאי ההפך ליצירת הצבע הירוק בעלים של נבטי חיטה? נמק את תשובתך על פי הבדלי הצבע בין הנבטים שבשלוש הצלחות. (7 נק)  
חשיפה לאור. **נימוק:** בנבטים שהיו בחושך לא נוצר כלורופיל/צבע ירוק, ובנבטים שהיו בחושך ונחשפו לאור יום אחד התחילה יצירת כלורופיל/צבע ירוק. [הסקת מסקנה ונימוק]
4. אם תבדוק את קצב הפוטוסינתזה בעלים משלוש הקבוצות – באיזו קבוצה של נבטים תצפה שקצב הפוטוסינתזה יהיה הגבוה ביותר? נמק. (12 נק)  
בנבטים שהיו באור/שבצלחת. **נימוק:** בעלים של נבטים אלה כמות הכלורופיל/הצבע הירוק רבה ביותר, הכלורופיל דרוש לתהליך פוטוסינתזה. [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]
5. הנבטים שבדקת בצלחת 2 הונבטו בחושך 8 ימים. האם תצפה כי נבטים כאלה ימשיכו להתפתח בחושך לצמח בוגר? הסבר את קביעתך. (10 נק)  
**לא. הסבר:** בחושך לא מתרחש תהליך פוטוסינתזה, הנבט מנצל את מלאי חומרי התשמורת, לא נוצרים חומרים אורגניים וחומרי מזון. [יישום ידע קודם]



## בעיה 1 – שלב ב

1. א. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שביצעת? (3 נק')  
 צבע העלים / כמות הכלורופיל בעלים [זיהוי מרכיבי ניסוי]
- ב. מהי דרך השינוי של משתנה זה? (3 נק')  
 התשובה בסעיף זה, צריכה להיות דרך השינוי של המשתנה הבלתי תלוי כפי שצוין בסעיף א.  
 מספר ימי חשיפה לאור ולחושך, של הנבטים. [הסבר מערך ניסוי]
2. א. מהו המשתנה התלוי בניסוי? (3 נק')  
 קצב / עוצמה / שיעור / מידת תהליך הפוטוסינתזה [זיהוי מרכיבי ניסוי]
- ב. התבסס על המידע "לידיעתך" (אחר סעיף ו), והסבר מדוע דרך המדידה של המשתנה התלוי מתאימה לניסוי זה. (5 נק')  
 בפוטוסינתזה נפלט חמצן והוא גורם לתזוזה של הנוזל בפיפטה [הסבר מערך ניסוי]
3. א. הכן במחברתך טבלה לסיכום מערך הניסוי ותוצאותיו. הוסף לטבלה כותרת מתאימה, וציין שני גורמים קבועים במערך הניסוי. הוסף לטבלה את תוצאות המדידות שרשמת בסעיפים ט (1) ו-ט (2). (12 נק')  
 כותרת: נפח החמצן שנפלט/ קצב פוטוסינתזה / שינוי בנפח הנוזל בעלים בעלי צבע שונה / בעלים בעלי כמות כלורופיל שונה / בעלים שגודלו מספר שונה של ימים באור.

| מס' תנאי הנבטה/צבע העלים/מס' ימי הנבטה באור | מספר שנתות שהתקדם קו הנוזל |             |              | התקדמות הנוזל ב-15 דקות, בשנתות | שינוי בנפח הנוזל במ"ל/נפח חמצן שנפלט במ"ל ב-15 דק' |
|---------------------------------------------|----------------------------|-------------|--------------|---------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                             | 5 [-0] דק'                 | 10 [-5] דק' | 10 [-10] דק' |                                 |                                                    |
| 1 אור/ירוק/8                                | 10                         | 11          | 10           | 31                              | 0.31                                               |
| 2 חושך/צהוב/0                               | 0                          | 0           | 0            | 0                               | 0                                                  |
| 3 חושך+אור/צהוב/ירקרק/1                     | 8                          | 7           | 7            | 22                              | 0.22                                               |

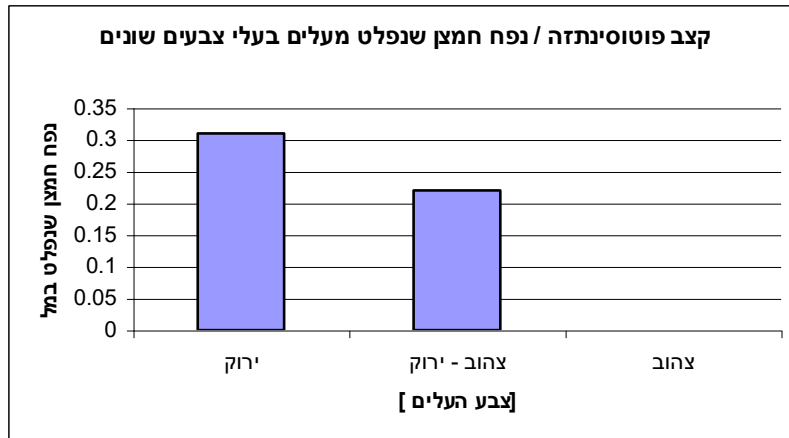
- יש לכלול לפחות שני גורמים קבועים  
 דוגמאות: נפח / ריכוז זהה של תמיסת ביקרבונט/ מספר עלים זהה/ עוצמת אור בה גודלו הנבטים שווה / תנאי ההנבטה/ טמפרטורה זהה / סוג הצמח [בנית טבלה לסיכום מערך ניסוי ותוצאותיו]
- ב. סכם את מספר השנתות שעבר קו הנוזל בפיפטות במשך 15 דקות, בכל אחת מהמערכות.  
 הוסף לטבלה עמודה / שורה, ורשום בה את הסיכום. (3 נק')  
 כותרת: התקדמות הנוזל / נפח חמצן שנפלט ב-15 דקות/ סך הכל, בשנתות.  
 ראו תוצאות בטבלה בסעיף א. [עיבוד תוצאות ניסוי והצגתן בטבלה]
  - ג. הוסף לטבלה עמודה/שורה, והצג בה את השינוי שחל בנפח הנוזל (במ"ל) בכל אחת מהמערכות, במשך 15 דקות. החישוב של שינוי הנפח, בכל מערכת, מבוסס על מספר השנתות שסיכמת בתשובתך לשאלה 3. (3 נק')  
 כותרת: שינוי בנפח הנוזל / נפח חמצן שנוצר ב-15 דקות / בסך הכל, במ"ל.  
 ראה תוצאות בטבלה בסעיף א. [עיבוד תוצאות ניסוי והצגתן בטבלה]
  4. האם קצב התהליך הביולוגי שהתרחש בעלים שבמבחנה "1" ב-5 הדקות הראשונות של הניסוי זהה לקצב התהליך זה ב-5 הדקות האחרונות של הניסוי? נמק את תשובתך על פי תוצאות הניסוי. (5 נק')  
 קצב התהליך בחמש הדקות הראשונות והאחרונות זהה.  
 נימוק: כמות החמצן שנפלט / השינוי במספר השנתות בפיפטה ב-5 הדקות הראשונות של הניסוי זהה לכמות שנפלטה/ לשינוי ב-5 הדקות האחרונות של הניסוי.  
 כנימוק יש לקבל גם כל הסבר ביולוגי הגיוני שמתאים לתוצאות, לדוגמה: הסבר המבוסס על כך שכמות ה- $\text{CO}_2$  במערכת גדולה ולכן נשמר קצב קבוע. [הסבר תוצאות ניסוי]



5. עליך להציג בדרך גרפית את השינוי הכולל בנפח הנוזל (במ"ל) במשך 15 דקות, בכל אחת מהמערכות (כפי שחישבת בשאלה ג3).

א. באיזו דרך גרפית תבחר להציג תוצאות אלה – בגרף רציף או בדיאגרמת עמודות? נמק את בחירתך. (6 נק')  
\* דיאגרמת עמודות. נימוק: המשתנה הבלתי תלוי / צבע העלים / תנאי הנבטה, הוא משתנה בדיד בגרף רציף / עקומה. נימוק: מספר ימים של הנבטה באור הוא משתנה רציף. [הסבר שיטות עיבוד תוצאות]

ב. לרשותך נייר מילימטרי. הצג את התוצאות בדרך הגרפית שבחרת (10 נק')  
יש כותרת, הבחירה של המשתנים וסימונם נכון, סרטוט ההצגה הגרפית כראוי [הצגה גרפית]



6. האם תוצאות הניסוי שביצעת בשלב ב תואמות את תשובתך לשאלה 4 שלב א (היעזר בדף ששמרת משלב א)? נמק את תשובתך על פי תוצאות הניסוי בשלב ב. (10 נק')  
מסקנה: תוצאות הניסוי תואמות את התשובה לשאלה 4 שלב א,  
נימוק: בשלב ב במערכת 1 / בעלים הירוקים, נפילת הכמות הרבה ביותר של חמצן / קצב הפוטוסינתזה היה המהיר ביותר. [הסקת מסקנה מתוצאות ניסוי ונימוקה]

7. הסבר מדוע התבקשת להעמיד כוס מלאה במים בין מקור האור ובין המבחנות שבהן העלים. בסס את תשובתך על תוצאות מדידת הטמפרטורה של המים שבכוס (סעיפים ה, ח) (5 נק')  
הסבר: כדי למנוע עליית טמפרטורה במבחנות הניסוי / החום הנפלט היה יכול להשפיע על פוטוסינתזה. ביסוס: נמצאה עליה בטמפרטורת המים בכוס במהלך הניסוי [הסבר שיטת עבודה]

8. א. הסבר מדוע התבקשת להוסיף למבחנות תמיסה מימית של  $\text{NaHCO}_3$  ולא מים. בתשובתך התייחס לתהליך הביולוגי שבדקת בניסוי. (6 נק')  
תמיסת  $\text{NaHCO}_3$  מהווה מקור לפחמן דו חמצני  $\text{CO}_2$  מגיב / הכרחי בפוטוסינתזה, ריכוז  $\text{CO}_2$  במים נמוך ביותר / אין  $\text{CO}_2$  במים [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]

ב. בניסוי דומה לזה שביצעת, הכניסו עלים של נבטי חיטה שהונבטו באור (צלחת 1) לתמיסה מימית של  $\text{NaHCO}_3$  שריכוזה גבוה בהרבה מריכוז התמיסה שהשתמשת בה.  
בניסוי זה נמצא שכמות הגז שנפלטת ב-15 דקות הייתה זהה לכמות הגז שהתקבלה בניסוי שביצעת. הצע הסבר לתוצאה זו. (6 נק')  
ריכוז  $\text{CO}_2 / \text{NaHCO}_3$  כמו זה שבניסוי כבר אינו מהווה גורם מגביל / ריכוזו היה בעודף, לכן הגדלת ריכוזו אינו גורמת להגדלת קצב התהליך ולהגדלת כמות החמצן שנפלט באותם תנאים.  
יתכן שגורם אחר הדרוש לפוטוסינתזה היה חסר. [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]

צמחי חיטה שגודלו בתנאים זהים טופלו באמצעי המשפיע על מידת פתיחת הפיוניות. כתוצאה מהטיפול, בצמח א כל הפיוניות היו סגורות ובצמח ב – סגורות חלקית. צמח ג, לא טופל וכל הפיוניות בו היו פתוחות. תכנן ניסוי להשוואת קצב הפוטוסינתזה בין שלושה צמחי החיטה (א, ב, ג) באור.

9. נסח את ההשערה שתבדוק בניסוי (7 נק')  
ככל שמידת פתיחת הפיוניות גדולה יותר, כך יגדל קצב הפוטוסינתזה. [ניסוח השערה]

10. מהו הבסיס הביולוגי להשערתך (8 נק').

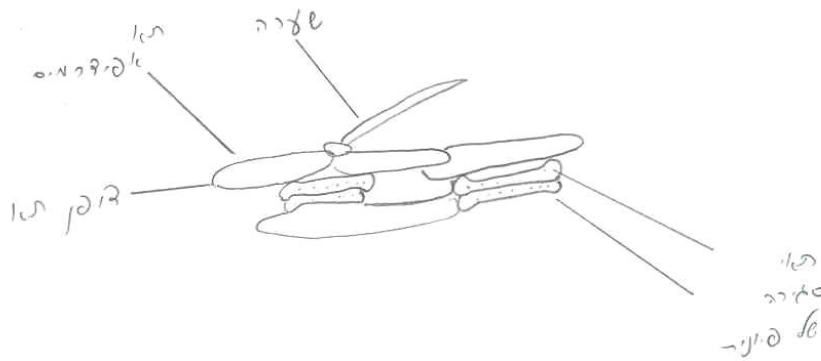


כשהפיוניות פתוחות מתאפשרת קליטה יעילה של  $\text{CO}_2$  המגיב בתהליך הפוטוסינתזה. **[יישום ידע]**



## בעיה 2 – שלב א

8. השכבה השקופה היא שכבת תאי אפידרמיס. בין התאים בתכשיר תבחין גם בשערות ובתאי סגירה של פיונית. צייר במחברתך 4-5 תאי אפידרמיס, וכן תאי סגירה של פיונית ושערות. יתכן שבמהלך גרוד העלה התפזרו בתכשיר כלורופלסטידות ירוקות מהשכבות הפנימיות של העלה. אל תצייר כלורופלסטידות אלה. (14 נק')
- הציור כולל לפחות שני תאי אפידרמיס, תאי סגירה של פיונית ושערה. [ציור על סמך הסתכלות במיקרוסקופ]



9. הוסף לציור כותרת, וציין את ההגדלה שבחרת לעבוד בה. סמן בציור שציירת (שאלה 8) את סוגי התאים שזיהית. הוסף לציור זה סימון של חלקים בתאים, שאתה מזהה בתכשיר שהכנת. (17 נק')
- כותרת: אפידרמיס מעלה של נבט חיטה  
הגדלה: 10X100 או 10X10
- יש לקבל כל הגדלה שרשם בין 100X – 600X, רשומה כמכפלה או תוצאת המכפלה זיהוי תאים: תא אפידרמיס, שערה, תאי סגירה של פיונית/פיונית סימון חלקי תא: דופן תא (לפחות בתא אחד), ציטופלסמה/חלולית/גרעין/כלורופלסטידות בתאי סגירה [סימון על סמך הסתכלות במיקרוסקופ]
10. בתכשיר שהכנת מעלה של חיטה היו כלורופלסטידות ופיוניות. הסבר מה הקשר שלהן לתהליך הפוטוסינתזה המתרחש בעלה. (15 נק')
- בכלורופלסטידות נקלט אור ומתרחש תהליך פוטוסינתזה. דרך פתחי הפיוניות חודר  $\text{CO}_2$ , שהוא חומר מוצא/הכרחי לתהליך פוטוסינתזה. [יישום ידע קודם]
11. א. תאר את צבע העלים של הנבטים שהונבטו בחושך (צלחת 2). (3 נק')
- העלים צהובים / צהבהבים / לבנים [דיווח תצפית]
- ב. מהו התנאי ההכרחי ליצירת הצבע הירוק בעלים של נבטי חיטה? נמק את תשובתך על פי הבדלי הצבעים בין הנבטים שבצלחת 1 ובצלחת 2. (9 נק')
- חשיפה לאור. נימוק: בנבטים שהיו בחושך לא נוצר כלורופיל, ובנבטים שהיו באור נוצר כלורופיל. [הסקת מסקנה ונימוק]
12. הנבטים שבצלחת 2 הונבטו בחושך 8 ימים. האם תצפה שנבטים כאלה ימשיכו להתפתח בחושך לצמח בוגר? הסבר את קביעתך. (12 נק')
- לא. הסבר: בחושך לא מתרחש תהליך פוטוסינתזה, הנבט מנצל את מלאי חומרי התשמורת ולא נוצרים חומרים אורגניים וחומרי מזון. [יישום ידע קודם]

## בעיה 2 – שלב ב



12. א. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שביצעת? (3 נק')  
 עוצמת האור או אור, חושך, אור חלקי. [זיהוי מרכיבי ניסוי]

ב. מהי דרך השינוי של משתנה זה? (3 נק')  
 כיסוי המבחנה / כיסוי רשת, נייר אלומיניום, ללא כיסוי. [הסבר מערך ניסוי]

13. א. מהו המשתנה התלוי בניסוי? (3 נק')  
 קצב / עוצמה / מידת / שיעור תהליך הפוטוסינתזה. [זיהוי מרכיבי ניסוי]  
 ב. התבסס על המידע "לידיעתך" (אחרי סעיף ו), והסבר מדוע דרך המדידה של המשתנה התלוי מתאימה לניסוי זה. (5 נק')

בפוטוסינתזה נפלט חמצן והוא גורם לתזוזה של הנוזל בפיפטה  
 אין להוריד נקודות אם הזכיר חמצן בסעיף א, ולא חזר על כך בסעיף ב. [הסבר מערך ניסוי]

14. א. הכן במחברתך טבלה לסיכום מערך הניסוי ותוצאותיו. הוסף לטבלה כותרת מתאימה, וציין שני גורמים קבועים במערך הניסוי. הוסף לטבלה את תוצאות המדידות שרשמת בסעיפים ט (1) ו-ט (2). (12 נק')  
**כותרת:** נפח החמצן שנפלט / קצב פוטוסינתזה / שינוי בנפח הנוזל בעלים של חיטה שנחשפו לעוצמות אור שונות / שכוסו בכיסויים שונים.

| מס' / הטיפול / כיסוי המבחנה / עוצמת אור | מספר שניות שהתקדם קו הנוזל |          |           | התקדמות הנוזל ב-15 דקות, בשניות | שינוי בנפח הנוזל במ"ל/נפח חמצן שנפלט במ"ל, ב-15 דקות |
|-----------------------------------------|----------------------------|----------|-----------|---------------------------------|------------------------------------------------------|
|                                         | 0-5 ד'                     | 5-10 דק' | 10-15 דק' |                                 |                                                      |
| 1                                       | 10                         | 11       | 10        | 31                              | 0.31                                                 |
| 2                                       | 6                          | 5        | 6         | 17                              | 0.17                                                 |
| 3                                       | 0                          | 0        | 0         | 0                               | 0                                                    |

יש לכלול **לפחות** שני גורמים קבועים.  
דוגמאות: נפח / ריכוז זהה של תמיסת ביקרבונט / מספר עלים זהה / עוצמת אור בה גודלו הנבטים שווה / תנאי ההנבטה / טמפרטורה זהה / סוג הצמח / צבע העלים [בנית טבלה לסיכום מערך ניסוי ותוצאותיו]

ב. סכם את מספר השניות שעבר קו הנוזל בפיפטות במשך 15 דקות, בכל אחת מהמערות. הוסף לטבלה עמודה / שורה, ורשום בה את הסיכום. (3 נק')

כותרת: התקדמות הנוזל / נפח חמצן שנפלט ב-15 דקות / סך הכל, בשניות.  
 ראו תוצאות בטבלה בסעיף א. [עיבוד תוצאות ניסוי והצגתן בטבלה]

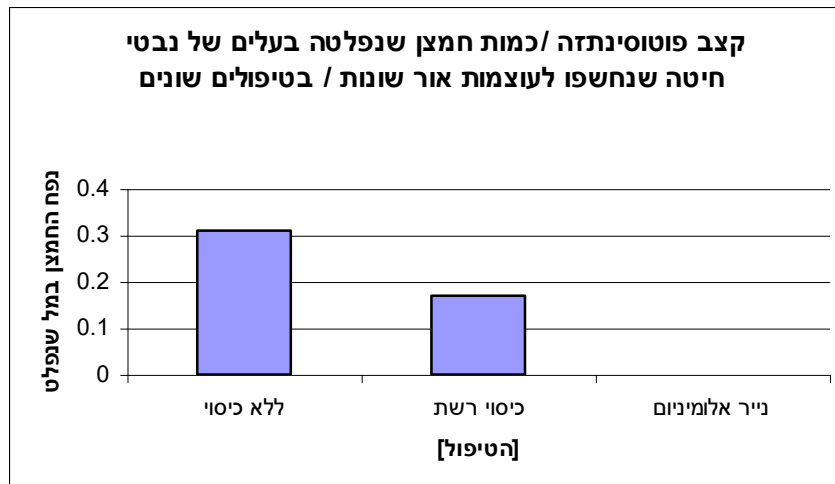
ג. הוסף לטבלה עמודה/שורה, והצג בה את השינוי שחל בנפח הנוזל (במ"ל) בכל אחת מהמערות, במשך 15 דקות. החישוב של שינוי הנפח, בכל מערכת, מבוסס על מספר השניות שסיכמת בתשובתך לשאלה 14. (3 נק')  
 כותרת העמודה מתאימה, כוללת יחידות, החישוב של הנפח מתאים לערכים שנמדדו  
 כותרת: שינוי בנפח הנוזל / נפח חמצן שנוצר ב-15 דקות / סך הכל, במ"ל.  
 ראה תוצאות בטבלה בסעיף א. [עיבוד תוצאות ניסוי והצגתן בטבלה]

15. האם קצב התהליך הביולוגי שהתרחש בעלים שבמבחנה "1" ב-5 הדקות הראשונות של הניסוי זה לקצב תהליך זה ב-5 הדקות האחרונות של הניסוי? נמק את תשובתך על פי תוצאות הניסוי. (5 נק')  
 קצב התהליך בחמש הדקות הראשונות והאחרונות זהה.  
נימוק: כמות החמצן שנפלט / השינוי במספר השניות בפיפטה ב-5 הדקות הראשונות של הניסוי זהה לכמות שנפלט / לשינוי ב-5 הדקות האחרונות של ניסוי. [הסבר תוצאות ניסוי]

16. עליך להציג בדרך גרפית את השינוי הכולל בנפח הנוזל (במ"ל) במשך 15 דקות, בכל אחת  
 א. באיזו דרך גרפית תבחר להציג תוצאות אלה – בגרף רציף או בדיאגרמת עמודות? נמק את בחירתך. (6 נק')  
 דיאגרמת עמודות. נימוק: המשתנה הבלתי תלוי / הטיפול / כיסוי המבחנה / עוצמת האור הוא משתנה בדיד / אינו רציף. [הסבר שיטות עיבוד תוצאות]



ב. לרשותך נייר מילימטרי. הצג את התוצאות בדרך הגרפית שבחרת (10 נק')  
יש כותרת, הבחירה של המשתנים וסימונם נכון, סרטוט ההצגה הגרפית כראוי [הצגה גרפית]



17. הסבר את תוצאות הניסוי. בסס את ההסבר על כל שלוש המבחנות שנבדקו בניסוי. (10 נק')  
ככל שעוצמת האור לה נחשפו העלים הייתה גבוהה יותר כך קצב הפוטוסינתזה היה גדול יותר, נפלט יותר חמצן/תזוזת הנוזל בפיפטה הייתה רבה יותר. [הסבר תוצאות ניסוי]
18. הסבר מדוע התבקשת להעמיד כוס מלאה במים בין מקור האור ובין המבחנות שבהן העלים. בסס את תשובתך על תוצאות מדידת הטמפרטורה של המים שבכוס (סעיפים ה, ח) (5 נק')  
הסבר: כדי למנוע עליית טמפרטורה במבחנות הניסוי / החום הנפלט היה יכול להשפיע על פוטוסינתזה. ביסוס: נמצאה עליה בטמפרטורת המים בכוס במהלך הניסוי. [הסבר שיטת עבודה]
19. א. הסבר מדוע התבקשת להוסיף למבחנות תמיסה מימית של  $\text{NaHCO}_3$  ולא מים. בתשובתך התייחס לתהליך הביולוגי שבדקת בניסוי. (6 נק')  
תמיסת  $\text{NaHCO}_3$  מהווה מקור לפחמן דו חמצני שהוא מגיב הכרחי בפוטוסינתזה, בעוד שבמים בריכוז  $\text{CO}_2$  נמוך ביותר. [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]
- ב. הסבר אפשרי לתוצאות הניסוי שביצעת הוא: בעוצמות אור שונות תמיסת  $\text{NaHCO}_3$  מתפרקת ומשחררת כמויות שונות של גז. תאר את הטיפול שיש לערוך כדי לשלול הסבר זה. נמק את תשובתך (6 נק').  
להוסיף מערכת עם תמיסת  $\text{NaHCO}_3$  ללא עלים, לבדוק את פליטת הגז בכל מערכת, בכל אחת מעוצמות האור שבניסוי. נימוק: מכיוון שבטיפולים אלה תיבדק רק השפעת עוצמת האור על התמיסה. [התייחסות ביקורתית לניסוי]
- גידלו שלוש קבוצות של צמחי חיטה בעוצמות אור שונות.  
צמחי קבוצה א גדלו באור חזק, צמחי קבוצה ב גדלו באור בינוני, צמחי קבוצה ג גדלו באור חלש.  
במעבדה, בתנאי הארה זהים לצמחים מכל הקבוצות, נבדק קצב הפוטוסינתזה בכל הצמחים. עליך לתכנן ניסוי שבו ייבדק קצב הפוטוסינתזה של צמחי החיטה מקבוצות א-ג, בתנאי הארה זהים.  
ענה על שאלות 20-21, שהן השלב הראשון בתכנון הניסוי. תוכל להיעזר בתשובתך לשאלה 11 ב משלב א של הבחינה.
20. נסח את ההשערה שתבדוק בניסוי (7 נק').  
ככל שעוצמת האור בה גודלו הצמחים גבוהה יותר כך קצב הפוטוסינתזה בהם [בעוצמת אור קבועה] יהיה גבוה יותר. [ניסוח השערה]
21. מהו הבסיס הביולוגי להשערתך (8 נק').  
ככל שעוצמת האור בה גודלו הצמחים גדולה יותר, נוצר יותר כלורופיל, וככל שיש יותר כלורופיל בצמח קצב הפוטוסינתזה יהיה גדול יותר. [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]



### בעיה 3 – שלב א

15. הסבר מדוע התבקשת להוסיף למבחנות תמיסה מימית של  $\text{NaHCO}_3$  ולא מים. בתשובתך התייחס לתהליך הביולוגי שבדקת בניסוי. (13 נק')  
תמיסת  $\text{NaHCO}_3$  מהווה מקור לפחמן דו חמצני שהוא מגיב הכרחי בפוטוסינתזה, בעוד שריכוז  $\text{CO}_2$  במים נמוך ביותר. [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]
16. א. מהו המשתנה התלוי בניסוי שביצעת? (7 נק')  
קצב / עוצמה / מידת / שיעור פוטוסינתזה [זיהוי מרכיבי ניסוי]  
ב. התבסס על המידע "לידיעתך" (אחרי סעיף ט) והסבר מדוע דרך המדידה של המשתנה התלוי מתאימה לניסוי זה. (8 נק')  
פוטוסינתזה נפלט חמצן והוא גורם לתזוזה של הנוזל בפיפטה [הסבר מערך ניסוי]
17. סכם את תוצאות הניסוי, על פי ההוראות האלה:  
רשום במחברתך את מספר השנתות שקו הנוזל עבר בפיפטה של מערכת "1" החל מ"זמן 0" ועד 10 דקות מתחילת הניסוי. - בדוק באותו אופן את הפיפטה של מערכת "2" ורשום את התוצאה. (15 נק')  
במערכת 1 קו הנוזל עבר 7 שנתות. במערכת 2 אין שינוי בקו הנוזל. [דיווח תוצאות ניסוי]
18. מהי הבקרה בניסוי ומה חשיבותה למערך הניסוי? (11 נק')  
הבקרה בניסוי היא מערכת 2 / המערכת ללא עלים.  
חשיבות הבקרה: מאפשרת להוכיח שתזוזת הנוזל בפיפטה היא תוצאה של תהליך שהתרחש בצמח ושבתנאים אלה  $\text{NaHCO}_3$  אינו פולט גז. [הסבר מערך ניסוי]
19. א. התבונן בנבטים שבכל אחת משלוש הצלחות והשווה את צבע העלים. תאר את תוצאות ההשוואה. (6 נק')  
בצלחת 1 צבע העלים ירוק, בצלחת 2 צבע העלים צהוב, בצלחת 3 צבע העלים צהוב/ירקרק (או ירוק בהיר או ירוק). [דיווח תצפית]  
ב. בניסוי אחר, בדקו את קצב הפוטוסינתזה בעלי נבטים שהונבטו בתנאי הארה זהים לאלה שבצלחות 1-3. דרג את שלוש הצלחות לפי קצב הפוטוסינתזה הצפוי בעלים שבהן, מן הגבוה אל הנמוך. נמק את תשובתך. (10 נק')  
צלחת 1 < צלחת 3 < צלחת 2.  
נימוק א: בתהליך פוטוסינתזה כמות הכלורופיל היא אחד הגורמים המשפיעים על קצב התהליך. ככל שכמות הכלורופיל גדולה יותר, קצב התהליך גובר.  
נימוק ב: ככל שהנבטים נחשפו למשך הארה ארוך יותר כך קצב הפוטוסינתזה יהיה גבוה יותר. [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]



### בעיה 3 – שלב ב

23. א. חשב בעמודה D את קצב הפוטוסינתזה ביחידות של מ"ל חמצן/דקה/גרם עלה.  
תן לעמודה D כותרת מתאימה. העתק למחברת את נוסחת התא D6 (8 נק')  
כותרת עמודה D - קצב פוטוסינתזה במ"ל חמצן/דקה/גרם עלה.  
תוצאות החישוב בעמודה D.  
נוסחת התא D6 היא  $C6/B6 =$  [חישובים]

טבלה 1: השפעת זמן חשיפה לאור על קצב פוטוסינתזה בעלי חיטה

| זמן חשיפה לאור<br>(שעות) | משקל העלים<br>(גרמים) | נפח החמצן שנפלט<br>(מ"ל לדקה) | קצב פוטוסינתזה<br>(מ"ל חמצן/דקה/גרם עלה) |
|--------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------------------------|
| 0                        | 1.40                  | 0.00                          | 0.00                                     |
| 1                        | 1.36                  | 0.10                          | 0.07                                     |
| 2                        | 1.42                  | 0.11                          | 0.08                                     |
| 4                        | 1.37                  | 0.16                          | 0.12                                     |
| 5                        | 1.38                  | 0.41                          | 0.29                                     |
| 6                        | 1.41                  | 0.68                          | 0.48                                     |
| 7                        | 1.37                  | 0.77                          | 0.56                                     |
| 8                        | 1.39                  | 0.89                          | 0.64                                     |
| 16                       | 1.36                  | 1.42                          | 1.04                                     |
| 32                       | 1.41                  | 2.03                          | 1.44                                     |
| 48                       | 1.36                  | 2.10                          | 1.54                                     |

- ב. תן לטבלה כותרת מתאימה (2 נק')  
השפעת זמן / שעות חשיפה לאור של נבטי חיטה על קצב פוטוסינתזה / נפח החמצן שנפלט מעלי חיטה. [כותרת לטבלה]

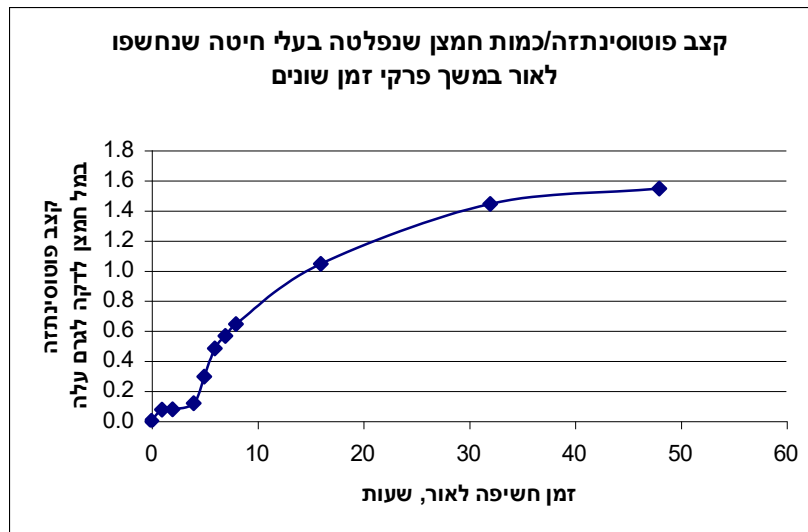
24. מדוע יש לבטא את קצב הפוטוסינתזה ביחידות של מ"ל חמצן/דקה/גרם עלה ולא נכון לבטאו ביחידות של מ"ל חמצן/דקה/לעלה (אף על פי שנלקח מספר שווה של עלים)? (5 נק')  
בכל דגימה משקל שונה של עלים, משקל העלים משפיע על קצב הפוטוסינתזה. לכן משווים פוטוסינתזה ליחידת משקל. [הסבר שיטות עיבוד תוצאות]

25. א. מהי ההצגה גרפית המתאימה לתוצאות הניסוי, דיאגרמת עמודות או גרף רציף? נמק. (6 נק')  
ההצגה הגרפית המתאימה היא גרף רציף / עקומה / גרף פיזור XY.  
נימוק: המשתנה הבלתי תלוי / זמן חשיפה לאור הוא משתנה רציף. [הסבר שיטות עיבוד תוצאות]



ב. הכן את ההצגה הגרפית. (10 נק')

בחירה של צורה גרפית מתאימה, רישום כותרת, בחירת המשתנים וסימון, רישום העקום.  
 [הצגה גרפית]



26. בניסוי 1 שתואר לעיל נבדק קצב הפוטוסינתזה בתנאי טמפרטורה ועוצמת אור קבועים. הסבר את החשיבות של השמירה על הגורמים הקבועים האלה במערכת הניסוי (6 נק')  
 עוצמת אור וטמפרטורה הם גורמים המשפיעים על קצב הפוטוסינתזה. חשוב לשמור על גורמים אלה קבועים, כדי שבניסוי תיבדק השפעתו של גורם אחד בלבד (זמן חשיפה לאור) על קצב פוטוסינתזה.  
 [התייחסות לגורמים קבועים]

27. בניסוי דומה לניסוי 1 נבחרה שיטה שונה למדידת קצב הפוטוסינתזה בעלי נבטים. מדדו את השינוי בנפח הגז CO<sub>2</sub> (במ"ל לדקה) במערכת הניסוי.

א. הסבר מדוע גם זאת דרך מתאימה לבדיקת קצב הפוטוסינתזה (4 נק')  
 הגז CO<sub>2</sub> נקלט בתהליך הפוטוסינתזה. [הסבר התאמת שיטת מדידה לניסוי]

ב. מה תהיה לדעתך מגמת (כיוון) הגרף המציג את התוצאות של ניסוי זה? נמק את תשובתך. (6 נק')  
 צפוי שמגמת הגרף, המציג תוצאות של היעלמות CO<sub>2</sub> תהיה ירידה.  
נימוק: ככל שמשך זמן החשיפה לאור של עלי הנבטים גדל, כך קטן ריכוז CO<sub>2</sub> במערכת הניסוי.  
תשובה אפשרית נוספת: מגמת הגרף היא עלייה, והנימוק מתייחס לכמות CO<sub>2</sub> שנקלטה על ידי הצמח. [התייחסות למגמת גרף של תוצאות צפויות]



28. א. בעמודה E, חשב את הממוצע של ריכוז הכלורופיל בעלים.

תן לעמודה E כותרת מתאימה. (5 נק')

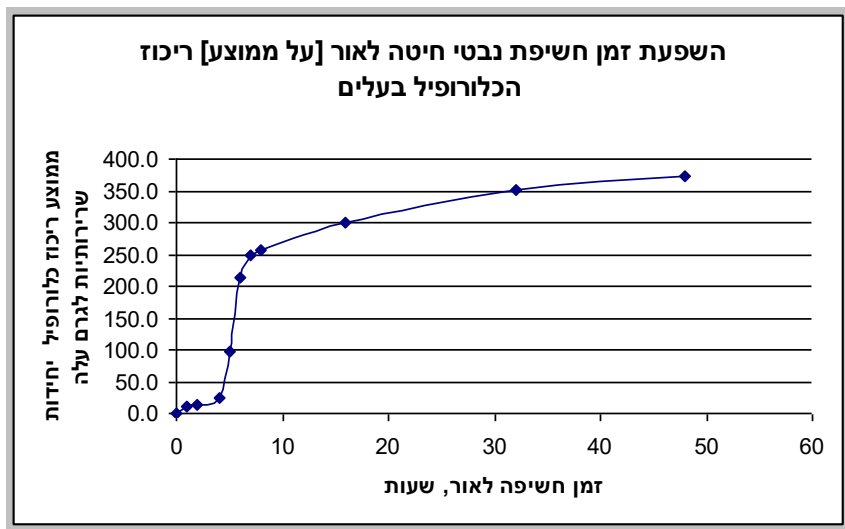
יש לשים לב ל: כותרת עמודה E: ממוצע

תוצאות החישוב בעמודה E [חישובים]

| ממוצע ריכוז כלורופיל<br>[יחידות שרירותיות/גרם עלה] | ריכוז הכלורופיל (יחידות שרירותיות / גרם עלה) |         |         | זמן החשיפה<br>לאור<br>(שעות) |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------|---------|------------------------------|
|                                                    | מדידה 3                                      | מדידה 2 | מדידה 1 |                              |
| 0.00                                               | 0                                            | 0       | 0       | 0                            |
| 11.00                                              | 12                                           | 11      | 10      | 1                            |
| 13.67                                              | 15                                           | 14      | 12      | 2                            |
| 25.67                                              | 26                                           | 27      | 24      | 4                            |
| 98.33                                              | 90                                           | 95      | 110     | 5                            |
| 212.67                                             | 213                                          | 217     | 208     | 6                            |
| 249.00                                             | 248                                          | 242     | 257     | 7                            |
| 256.67                                             | 249                                          | 253     | 268     | 8                            |
| 298.67                                             | 300                                          | 294     | 302     | 16                           |
| 352.00                                             | 361                                          | 355     | 340     | 32                           |
| 372.00                                             | 381                                          | 372     | 363     | 48                           |

ב. הצג (על צג המחשב) את תוצאות ניסוי 2 בהצגה גרפית מתאימה. (5 נק')

בחירת תצוגה גרפית מתאימה, יש כותרת, הבחירה של המשתנים וסימון נכון, רישום העקום כראוי.



29. א. תאר את תוצאות ניסוי 2. (3 נק')

בטווח שבין 0-4 שעות חשיפה של עלי הנבטים לאור, חלה עליה בריכוז הכלורופיל. בטווח שבין 4-8 שעות – חלה עליה תלולה ומשמעותית בריכוז הכלורופיל, בחשיפה לאור מעל פרק זמן זה חלה עליה "מתונה" בריכוז הכלורופיל. [תיאור תוצאות]

ב. תוצאות המדידות בניסוי 2 מאפשרות להסביר את תוצאות ניסוי 1. הסבר כיצד, וקבע מהו הבסיס הביולוגי להסברך. (10 נק')

ככל שעולה ריכוז הכלורופיל כך עולה קצב הפוטוסינתזה.

הבסיס הביולוגי: הכלורופיל הכרחי לקיום תהליך הפוטוסינתזה. [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]



30. א. רשום במחברתך כותרת לציר X וכותרת לציר Y, כולל יחידות. (2 נק')
- ציר X : תנאי הארה / אור וחושך, בשעות או טיפול / זמן.  
ציר Y: ריכוז הכלורופיל, יחידות שרירותיות לגרם עלה. [קביעת שמות לצירים בעקום]
- ב. השווה את התוצאות של ניסוי 2 וניסוי 3. (2 נק')
- ב-4 השעות הראשונות של חשיפה לאור, בשני הניסויים הייתה עליה איטית בריכוז הכלורופיל. בניסוי 2 בו נמשכה החשיפה לאור חלה עליה תלולה בריכוז הכלורופיל, לעומת זאת בניסוי 3 התייצבות בריכוז הכלורופיל כתוצאה מהחזרה לחושך. [תיאור תוצאות ניסויים והשוואת התוצאות]
- ג. הסבר את תוצאות ניסוי 3 (6 נק')
- נדרש מספר מינימלי של שעות הארה כדי שתתרחש יצירת כלורופיל ולכן כאשר הופסקה ההארה, לא המשיכה יצירת הכלורופיל בעלה וריכוזו נשאר קבוע. [הסבר תוצאות ניסוי]
- צמחי חיטה שגודלו בתנאים זהים טופלו באמצעי המשפיע על מידת פתיחת הפיוניות. כתוצאה מהטיפול, בצמח א כל הפיוניות היו סגורות ובצמח ב – סגורות חלקית.  
צמח ג, לא טופל וכל הפיוניות בו היו פתוחות.  
תכנן ניסוי להשוואת קצב הפוטוסינתזה בין שלושה צמחי חיטה (א, ב, ג) באור.
31. נסח את ההשערה שתבדוק בניסוי (7 נק')
- ככל שמידת פתיחת הפיוניות גדולה יותר, כך יגדל קצב הפוטוסינתזה. [ניסוח השערה]
32. מהו הבסיס הביולוגי להשערתך (8 נק').
- כשהפיוניות פתוחות מתאפשרת קליטה יעילה של  $\text{CO}_2$  [חומר מוצא/ מגיב בתהליך הפוטוסינתזה] [יישום ידע קודם]



#### בעיה 4 – שלב א

22. העתק למחברתך את הטבלה והשלם אותה. (16 נק')

[דיווח תוצאות ניסוי בטבלה מוכנה]

| המבחנה | נפח מים (מ"ל) | נפח פנול אדום (מספר טיפות) | נפח מי סודה (מספר טיפות) | צבע הנוזל | נפח NaOH (מספר טיפות שהוספו עד שינוי הצבע) |
|--------|---------------|----------------------------|--------------------------|-----------|--------------------------------------------|
| א      | 5             | 1                          | 0/-                      | ורוד כהה  | 0 /----                                    |
| ב      | 5             | 1                          | 1                        | ורוד בהיר | 8                                          |
| ג      | 5             | 1                          | 2                        | צהוב      | 20                                         |

23. מי סודה הם תמיסה של פחמן דו-חמצני במים. תמיסה זו היא חומצית. היעזר במידע זה והסבר את הקשר שבין תכולת המבחנות א-ג ובין צבע הנוזל שהיה בהן לפני הוספת NaOH (16 נק').

דוגמה א:

ככל שכמות מי סודה גדולה יותר רמת חומציות עולה צבע האינדיקטור משתנה מורוד כהה לורוד בהיר/לכתום - צהוב.

דוגמה ב:

במים (בסביבה ניטרלית) צבעו של האינדיקטור פנול אדום הוא ורוד כהה. בהוספת 1 טיפה של מי סודה למים, הסביבה היא חומצית חלשה והצבע ורוד בהיר, ובסביבה חומצית חזקה הצבע צהוב. [הסבר תוצאות ניסויים]

24. הסבר את ההבדל בין מבחנה ב למבחנה ג במספר טיפות NaOH שנדרשו לשינוי צבע הנוזל במבחנה. (16 נק')

ככל שהתמיסה הייתה יותר חומצית, כך נדרשו יותר טיפות של בסיס הסותר את החומצה עד לקבלת צבע זהה לזה שבמבחנה א. [הסבר תוצאות ניסוי]

25. ציין את ההבדל בין מבחנה ד למבחנה ה בצבע האגר + פנול אדום. אם במבחנה ד יש אזורים שיש להם צבעים שונים, ציין היכן. (6 נק')

במבחנה ד, באזור בו צומח השורשון צבע האינדיקטור צהוב-כתום, באזורים יותר מרוחקים מהשורשון הצבע ורוד / לא השתנה. במבחנה ה, צבע האגר ורוד- סגול / לא השתנה. [תיאור תצפית]

26. הצע הסבר אפשרי להשפעת השורשון על השינוי בצבע האינדיקטור. להסברך היעזר בתוצאות הבדיקות שערכת בסעיפים ב-ג. (16 נק')

בשורשון מתרחש תהליך נשימה שבמהלכו נפלט  $\text{CO}_2$  לסביבה החיצונית, נוצרת סביבה חומצית שגורמת לשינוי צבע האינדיקטור. במרחק מה מהשורשון,  $\text{CO}_2$  עובר דיפוזיה אך ריכוזו נמוך יותר, ולכן יש שינוי קל של הצבע מורוד לכתום.

הסבר אפשרי נוסף: מהשורשון מופרשים חומרים חומציים שגורמים לשינוי צבע האינדיקטור [הסבר תוצאות ניסוי]

#### בעיה 4 – שלב ב



34. הכן טבלה לסיכום מערך הניסוי ותוצאותיו. כלול בטבלה גם שתי עמודות לתוצאות האלה:  
- צבע הנוזל במבחנות לאחר טלטול (סעיף יג),  
- מספר טיפות NaOH (שתוסיף עד להשוואת הצבע, על פי ההוראות המשך בסעיף יד).  
רשום כותרת לטבלה, וציין שני גורמים קבועים בניסוי. (16 נק')

**כותרת: השפעת הטמפרטורה בה שהו שורשוני לוביה על קצב נשימתם/ מספר טיפות NaOH**

| מספר מבחנה | נוכחות שורשוני/ מס' שורשוני | טמפרטורה בה שהו השורשוני מעלות צלסיוס | צבע הנוזל במבחנות לאחר טלטול | מספר טיפות NaOH [שנדרשו להשוואת צבע] |
|------------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 1          | 20/+                        | 40                                    | כתום צהוב                    | 11                                   |
| א1         | 0/-                         | 40                                    | ורוד                         | -----                                |
| 2          | 20/+                        | 25                                    | כתום                         | 5                                    |
| א2         | 0/-                         | 25                                    | ורוד                         | -----                                |
| 3          | 20/+                        | 6                                     | ורוד                         | 0                                    |
| א3         | 0/-                         | 6                                     | ורוד                         | -----                                |

יש לכלול **לפחות** שני גורמים:

נפח הנוזל במבחנה / סוג הצמח / מספר השורשוני / נפח האינדיקטור / ריכוז תמיסת NaOH / זמן ההדגרה באמבט / טמפרטורת הנוזל שבו **בוצעה הטיטציה**. [בניית טבלה ורישום תוצאות ניסוי]

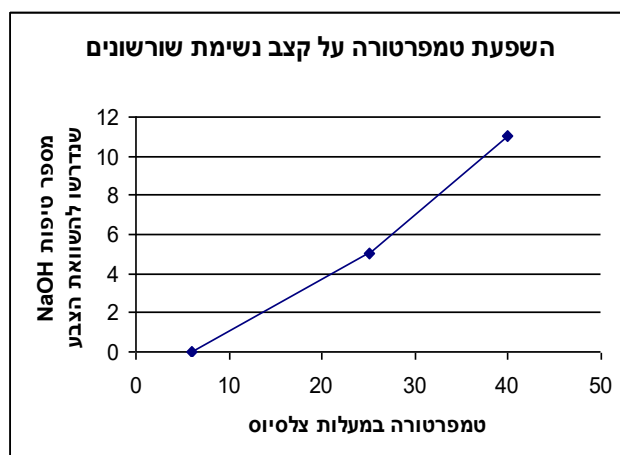
35. א. ציין בטבלה שהכנת את צבע הנוזל שהתקבל בכל אחת משש המבחנות לאחר טלטול (סעיף יג) (אם לא חל שינוי, אף לא במבחנה אחת, פנה לבוחן) (3 נק')  
ראה עמודה "צבע נוזל במבחנות לאחר טלטול" בטבלה. [דיווח תצפית]

ב. באחת המבחנות (או ביותר) השתנה צבע הנוזל. מהו התהליך שהתרחש בשורשוני וגרם לשינוי זה? נמק קביעתך (היעזר בתשובתך לשאלה 23 ששמרת משלב א של הבעיה). (5 נק')  
התהליך שהתרחש בשורשוני הוא נשימה. בתהליך נפלט  $\text{CO}_2$  אשר התמוסס בנוזל והפך אותו חומצי וזה גרם לשינוי הצבע של האינדיקטור פנול אדום. [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]

36. א. באיזו דרך גרפית תבחר להציג את התוצאות שהתקבלו בשלוש המבחנות 1-3, בגרף רציף או בדיאגרמת עמודות? נמק. (6 נק')

גרף רציף כי המשתנה הבלתי תלוי / טמפרטורה היא משתנה רציף או:  
הדרך הגרפית המתאימה היא דיאגרמת עמודות בגלל מיעוט תוצאות. [הסבר שיטות עיבוד תוצאות]

- ב. לרשותך נייר מילימטרי. הצג עליו את תוצאות הניסוי בדרך הגרפית שבחרת. (10 נק')  
יש כותרת, הבחירה של המשתנים וסימונם נכון, סרטוט ההצגה הגרפית כראוי [הצגה גרפית]





37. בניסוי בדקת את מספר הטיפות של NaOH שנדרשו לשינוי צבע הנוזל. הסבר את תוצאות הבדיקה במבחנות 1-3. היעזר בתשובתך לשאלה 24 ששמרת על דף משלב א של הבעיה. (12 נק')
- ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר (מ-6°C עד 40°C) כך גבר קצב תהליך הנשימה וכמות ה-CO<sub>2</sub> שנפלטה עלתה, לכן נדרשו יותר טיפות NaOH עד לשינוי הצבע של האינדיקטור. **[הסבר תוצאות ניסוי]**
38. הסבר מדוע תהליך הנשימה מושפע מהטמפרטורה. (5 נק')
- תהליך הנשימה התאית מזוהר על ידי אנזימים, פעילות האנזימים מושפעת מטמפרטורה אֵין: תהליך חילוף גזים בנשימה מתקיים הודות לדיפוזיה של גזים, תהליך דיפוזיה מושפע משינויים בטמפרטורה. **[יישום ידע קודם]**
39. הסבר מדוע היה צריך להכניס את כל המבחנות לאמבט מי הברז למשך 3 דקות (סעיף יב)? (8 נק')
- חשוב שהבדיקה / מדידת כמות CO<sub>2</sub>, תתבצע בטמפרטורה זהה בכל המבחנות כי הבדיקה יכולה להיות מושפעת מהטמפרטורה. **[הסבר שיטת עבודה]**
40. בניסוי דומה לניסוי שביצעת נבחרה שיטה אחרת למדידה של קצב הנשימה בשורשונים לוביה. בניסוי זה מדדו את השינוי בכמות החמצן במערכת הניסוי לאחר 12 דקות. הסבר מדוע גם דרך זו מתאימה למדידה של קצב הנשימה. (6 נק')
- הגז O<sub>2</sub> נקלט בתהליך הנשימה/ מגיב בתהליך **[הסבר התאמת שיטת מדידה לניסוי]**
41. תלמיד הסביר את תוצאות הניסוי כך: שינוי צבע האינדיקטור פנול אדום מתרחש רק בהשפעת הטמפרטורה. אילו מהטיפולים שביצעת בניסוי מאפשרים לשלול הסבר זה? נמק'. (9 נק')
- טיפולים 1, 2, 3 / אין בהם שורשונים, נימוק: בטיפולים אלה צבע הפנול אדום לא השתנה / מבחנות אלה שהו בטמפרטורות שונות. **[התייחסות לבקרה]**
- עליך לתכנן ניסוי שיבדוק את השפעת הטמפרטורה על קצב הצמיחה של שורשונים של נבטי לוביה.
42. נסח את ההשערה שתבדוק בניסוי (7 נק')
- ככל שהטמפרטורה תעלה, עד גבול מסוים, כך יגבר קצב הצמיחה של השורשון.
- אז:** בטווח טמפרטורות מסוימות קצב הצמיחה של השורשונים גבוה ביותר, מתחת לטווח זה ומעליו קצב הצמיחה נמוך יותר. **[ניסוח השערה]**
43. צפוי שקצב הנשימה בשורשונים ישפיע על קצב צמיחת השורשונים. מהו הבסיס הביולוגי **לטענה זו**? (8 נק')
- בתהליך הנשימה מופקת אנרגיה וזו מנוצלת לביצוע כל תהליכי החיים / לצמיחה של שורשונים. **[יישום ידע קודם]**



## בעיה 5 – שלב א

29. השווה בין שתי הצלחות מבחינת מספר הזרעים שנבטו בהן, ומבחינת מידת התפתחותם של הנצרונים והשורשונים. (13 נק')  
 בצלחת א מספר הזרעים שנבטו גדול ממספר הזרעים שנבטו בצלחת ב.  
 בצלחת א הנצרונים והשורשונים התפתחו יותר מהנצרונים והשורשונים של צלחת ב. [דיווח תצפית]

30. מה אפשר להסיק מהשוואה זו? (12 נק')  
 תמיסת סבון נוזלי פוגעת בתהליך הנביטה והתפתחות. [הסקת מסקנות מתצפית]

31. העתק למחברתך את הטבלה והשלם אותה. (15 נק')  
 [דיווח תוצאות ניסוי בטבלה מוכנה]

| המבחנה | נפח מים<br>(מ"ל) | נפח פנול אדום<br>(מספר טיפות) | נפח מי סודה<br>(מספר טיפות) | צבע הנוזל | נפח NaOH<br>(מספר טיפות<br>שהוספו עד שינוי<br>הצבע) |
|--------|------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------------------------------------------------|
| א      | 5                | 1                             | 0/-                         | ורוד כהה  | 0 /----                                             |
| ב      | 5                | 1                             | 1                           | ורוד בהיר | 8                                                   |
| ג      | 5                | 1                             | 2                           | צהוב      | 20                                                  |

32. מי סודה הם תמיסה של פחמן דו חמצני במים. תמיסה זו היא חומצית.  
 היעזר במידע זה והסבר את הקשר שבין תכולת המבחנות א-ג ובין צבע הנוזל שהיה בהן לפני הוספת NaOH.  
 (15 נק')  
 ככל שכמות מי סודה גדולה יותר רמת חומציות עולה צבע האינדיקטור משתנה מורוד כהה לורוד בהיר.  
 במים/בסביבה ניטרלית צבעו של האינדיקטור פנול אדום הוא ורוד כהה.  
 בהוספת 1 טיפה של מי סודה למים, הסביבה היא חומצית חלשה והצבע ורוד בהיר, ובסביבה  
 חומצית חזקה הצבע צהוב. [הסבר תוצאות ניסוי]

33. הסבר את ההבדל בין מבחנה ב למבחנה ג במספר טיפות NaOH שנדרשו לשינוי צבע הנוזל במבחנה. (15 נק')  
 ככל שהתמיסה הייתה יותר חומצית, כך נדרשו יותר טיפות של בסיס הסותר את החומצה עד לקבלת  
 צבע זהה לזה שבמבחנה א. [הסבר תוצאות ניסוי]



## בעיה 5 – שלב ב

45. הכן טבלה לסיכום מערך הניסוי ותוצאותיו.

כלול בטבלה גם שתי עמודות לתוצאות האלה:

- צבע הנוזל במבחנות לאחר טלטול (סעיף יג),

- מספר טיפות NaOH (שתוסיף עד להשוואת הצבע, על פי ההוראות המשך בסעיף יד).

רשום כותרת לטבלה, וציין שני גורמים קבועים בניסוי. (16 נק')

דוגמה:

כותרת: השפעת הנוזל / ריכוז תמיסת הסבון בו הושרו השורשונים (שורשוני לוביה) על קצב נשימתם/

מספר טיפות NaOH / שינוי צבע האינדיקטור [בניית טבלה ורישום תוצאות ניסוי]

| מספר מבחנה | נוכחות שורשונים / מספר שורשונים | נוזל השרייה / ריכוז תמיסת הסבון בה הושרו השורשונים | צבע הנוזל במבחנות לאחר טלטול | מספר טיפות NaOH [שנדרשו להשוואת צבע] |
|------------|---------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 1          | 20/+                            | מים מזוקקים / 0                                    | כתום צהוב                    | 16                                   |
| 2          | 20/+                            | תמיסת סבון מהולה / סבון 1.8%                       | כתום                         | 11                                   |
| 3          | 20/+                            | תמיסת סבון מרוכזת / סבון 18% / 18%                 | ורוד                         | 7                                    |
| 4          | 0/-                             | -----                                              | ורוד / אדום                  | -----                                |

יש לכלול לפחות שני גורמים קבועים:

נפח הנוזל במבחנה/ סוג הצמח/ מספר שורשונים/ נפח האינדיקטור/ ריכוז תמיסת NaOH

טמפרטורה באמבט/ זמן הדגרה באמבט/ טמפרטורת הנוזל בו בוצעה הטיטציה.

46. א. ציין בטבלה שהכנת את צבע הנוזל שהתקבל בכל אחת מארבע המבחנות לאחר טלטול (סעיף יד) (אם לא

חל שינוי, אף לא במבחנה אחת, פנה לבוחן) (3 נק')

ראו עמודת "צבע נוזל במבחנה לאחר טלטול" בטבלה. [דיווח תצפית]

ב. באחת המבחנות (או ביותר) השתנה צבע הנוזל. מהו התהליך שהתרחש בשורשונים וגרם לשינוי זה? נמק

קביעתך (היעזר בתשובתך לשאלה 32 ששמרת משלב א של הבעיה). (5 נק')

התהליך שהתרחש בשורשונים הוא נשימה, בתהליך נפלט CO<sub>2</sub> אשר התמוסס בנוזל והפך אותו חומצי

שגרם לשינוי הצבע של האינדיקטור פנול אדום. [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]

47. א. באיזו דרך גרפית תבחר להציג את התוצאות שהתקבלו בשלוש המבחנות 1-3, בגרף רציף או בדיאגרמת

עמודות? נמק. (6 נק')

הדרך הגרפית המתאימה היא דיאגרמת עמודות. נימוק: המשתנה הבלתי תלוי / הטיפול בשורשונים

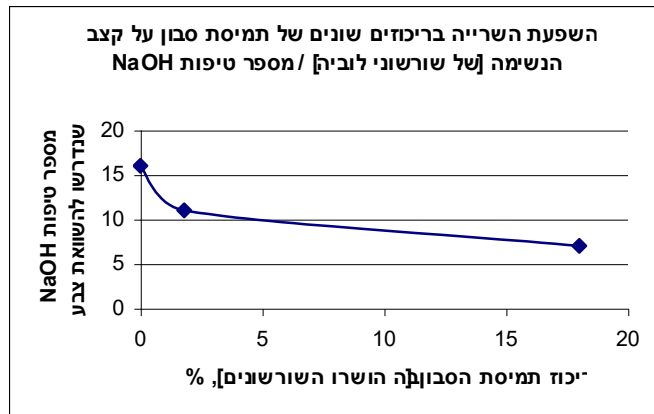
אינו רציף או נימוק: בגלל מיעוט תוצאות.

או: גרף רציף כי המשתנה הבלתי תלוי / ריכוז תמיסת הסבון, בה הושרו השורשונים, הוא משתנה רציף.

[הסבר שיטות עיבוד תוצאות]



ב. לרשותך נייר מילימטרי. הצג עליו את תוצאות הניסוי בדרך הגרפית שבחרת. (10 נק')  
יש כותרת, הבחירה של המשתנים וסימונם נכון, סרטוט הגרף כראוי [הצגה גרפית]



48. בניסוי בדקת את מספר הטיפות של NaOH שנדרשו לשינוי צבע הנזל. הסבר את תוצאות הבדיקה במבחנות 1 - 3. היעזר בתשובתך לשאלה 33 ששמרת על דף משלב א של הבעיה. (12 נק')  
כלל שריכוז תמיסת הסבון בה הושרו השורשונים גבוה יותר (מ-0 ועד 18%) כך קטן קצב תהליך הנשימה וכמות ה- $\text{CO}_2$  שנפלטת פחתה, לכן נדרשו פחות טיפות NaOH עד לשינוי הצבע של האינדיקטור. [הסבר תוצאות ניסוי]

49. א. הצע הסבר ביולוגי להשפעת הסבון על תהליך הנשימה שהתרחש בשורשונים. (6 נק')  
סבון ממס שומנים, פוגע בשלמות המבנה התאי / בקרומי התאים ובתפקודם ולכן נפגעים תהליכי חיים/נשימה תאית [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]

ב. תוצאות הניסוי שביצעת מאפשרות להסביר את המסקנה בתשובתך לשאלה 30. הסבר כיצד. (4 נק')  
תמיסת סבון גרמה לפגיעה בתהליך הנשימה של השורשונים/של הנבט שגרמה להפקת אנרגיה נמוכה, וכתוצאה מכך פגיעה בתהליכי חיים כמו נביטה/ צמיחה/ התפתחות. [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]

50. הסבר מדוע נתבקשת להכניס את מבחנות 1 - 4 לאמבט מים בטמפרטורה של  $40^{\circ}\text{C}$ . (6 נק')  
כדי להאיץ את קצב התהליכים האנזימטיים/קצב הנשימה בשורשונים.  
אז:  $40^{\circ}\text{C}$  היא טמפרטורה אופטימלית לרוב התהליכים האנזימטיים. [הסבר שיטת עבודה]

51. בניסוי שביצעת טפטפת NaOH למבחנות 1 - 3 והשווית בין צבע הנזל במבחנות אלה לבין הנזל במבחנה 4 עד שצבע הנזל במבחנות היה זהה לצבע הנזל במבחנה 4.  
הסבר מדוע חשוב היה להשוות בין צבע הנזל במבחנות 1 - 3 לבין צבע הנזל במבחנה 4. (6 נק')  
במבחנה 4 לא היו שורשונים, ולכן לא התקיים תהליך נשימה ולא נפלט  $\text{CO}_2$ . [התייחסות לבקרה]

52. בניסוי דומה לניסוי שביצעת נבחרה שיטה אחרת למדידה של קצב הנשימה בשורשוני לוביה. בניסוי זה מדדו את השינוי בכמות החמצן במערכת הניסוי לאחר 12 דקות. הסבר מדוע גם דרך זו מתאימה למדידה של קצב הנשימה. (6 נק')  
הגז  $\text{O}_2$  נקלט בתהליך הנשימה/מגיב בתהליך [הסבר התאמת שיטת מדידה לניסוי]

עליך לתכנן ניסוי שיבדוק את השפעת הטמפרטורה על קצב הצמיחה של שורשונים של נבטי לוביה  
53. נסח את ההשערה שתבדוק בניסוי (7 נק')  
כלל שהטמפרטורה תעלה, עד גבול מסוים, כך יגבר קצב הצמיחה של השורשון.  
בטווח מסוים של טמפרטורות קצב הצמיחה של השורשונים גבוה ביותר, מתחת לטווח זה ומעליו קצב הצמיחה נמוך יותר. [ניסוח השערה]

54. צפוי שקצב הנשימה בשורשונים ישפיע על קצב צמיחת השורשונים. מהו הבסיס הביולוגי לטענה זו? (8 נק')  
בתהליך הנשימה מופקת אנרגיה וזו מנוצלת לביצוע כל תהליכי החיים / לצמיחה של שורשונים.



[יישום ידע קודם]

בעיה 6 – שלב א

36. א. רשום במחברתך את תוצאות המדידות שערכת בסעיפים ט - י. (5 נק')
- מבחנה 3 צבע הנוזל ורוד כהה, מבחנה 4 צבע הנוזל ורוד בהיר/כתום.  
למבחנה 4 הוספו 8 טיפות של NaOH עד שצבע הנוזל זהה לזה שבמבחנה 3. [דיווח תוצאות ניסוי]
- ב. מי סודה הם תמיסה של פחמן דו-חמצני במים. תמיסה זו היא חומצית. היעזר במידע זה והסבר את ההבדל בצבע הנוזל במבחנות 3 ו-4 (סעיף ט). (8 נק')
- בסביבה ניטרלית צבעו של האינדיקטור פנול אדום הוא ורוד כהה.  
בהוספת מי סודה למים, הסביבה היא חומצית לכן הצבע ורוד בהיר. [הסבר תוצאות ניסוי]
- ג. בבדיקה שביצעת במבחנה 4, לאחר שהוספת NaOH השתנה צבע הנוזל במבחנה. הסבר מדוע. (8 נק')
- בהוספת בסיס למבחנה 4 הוא הגיב עם החומצה וסתר את החומצה שהייתה בה וצבע האינדיקטור השתנה לורוד כהה. [הסבר תוצאות ניסוי]
37. העתק למחברתך את הטבלה והשלם אותה. (10 נק')
- [דיווח תוצאות ניסוי בטבלה מוכנה]

| מספר המבחנה | נוכחות שורשונים | צבע הנוזל בתחילת הניסוי | צבע הנוזל לאחר 10 דקות | מספר טיפות NaOH שנדרשו לשינוי הצבע |
|-------------|-----------------|-------------------------|------------------------|------------------------------------|
| 1           | +               | ורוד כהה                | כתום / צהוב            | 10                                 |
| 2           | -               | ורוד כהה                | ורוד כהה               | ---                                |

38. א. מהו המשתנה התלוי בניסוי שביצעת במבחנות 1-2? (4 נק')
- קצב / עוצמה / שיעור / מידת הנשימה של שורשונים לוביה  
אז: כמות CO<sub>2</sub> הנפלטת במשך 10 דקות. [זיהוי מרכיבי ניסוי – משתנה תלוי]
- ב. היעזר בתוצאות הבדיקות שביצעת בסעיפים ט-י והסבר מדוע דרך המדידה של המשתנה התלוי מתאימה לניסוי שביצעת בסעיף יב. (8 נק')
- ככל שנפלטת כמות גדולה יותר של CO<sub>2</sub> בתהליך הנשימה שבשורשונים כך יידרשו מספר גדול יותר של טיפות NaOH לשינוי צבע האינדיקטור. [הסבר מערך ניסוי]
39. איזה טיפול מאפשר לשלול את הטענה ששינוי הצבע של תמיסת פנול אדום נגרם בהשפעת טמפרטורה של 40°C? נמק תשובתך. (15 נק')
- מבחנה שבה אין שורשונים (מבחנה 2), נימוק: צבע הפנול אדום לא השתנה בה / מבחנה זו הייתה בטמפרטורה של 40°C. [התייחסות לבקרה]
40. אילו ביצעת את הניסוי באמבט בו הטמפרטורה 10°C, לאילו שינויים היית מצפה במבחנות 1, 2? נמק. (12 נק')
- במבחנה 1 צבע האינדיקטור לא היה משתנה / היו נדרשות פחות טיפות לשינוי צבע האינדיקטור.  
תהליך הנשימה הוא אנזימטי, ובטמפרטורה של 10°C התהליך איטי מאוד. במבחנה 2 לא צפוי שינוי. אין שורשונים, אין תהליך אנזימטי. [יישום ידע קודם]

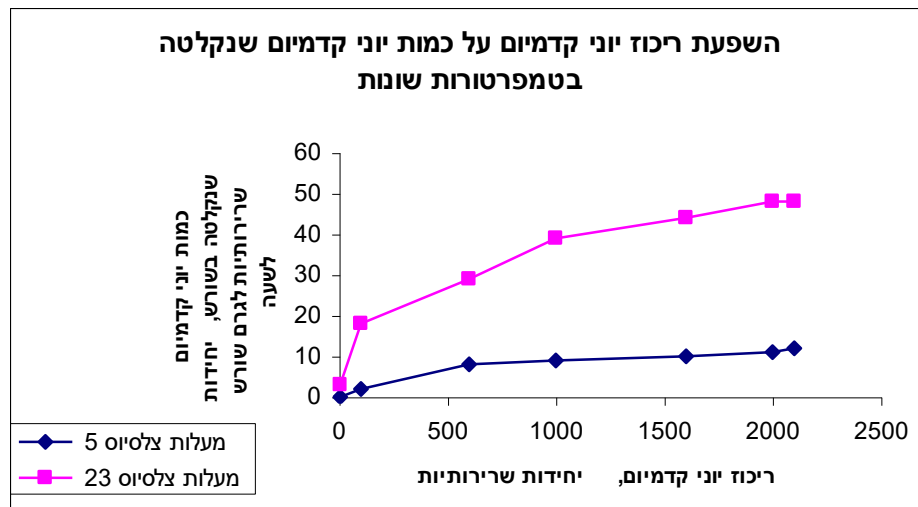


## בעיה 6 – שלב ב

56. מה הם שני המשתנים הבלתי תלויים בניסוי זה? (6 נק')  
ריכוז קדמיום, טמפרטורת הניסוי [זיהוי משתנה בלתי תלוי]

57. א. מהי ההצגה גרפית המתאימה לתוצאות הניסוי, דיאגרמת עמודות או גרף רציף? נמק'. (6 נק')  
גרף רציף / פיזור XY, נימוק: המשתנה הבלתי תלוי / ריכוז הקדמיום הוא משתנה רציף.  
[הסבר שיטת עיבוד תוצאות]

ב. הצג (על צג המחשב) את תוצאות הניסוי בהצגה גרפית מתאימה. (10 נק')  
בחירת תצוגה גרפית מתאימה, יש כותרת, הבחירה של המשתנים וסימונם נכון, רישום העקום כראוי.



58. תאר את ההשפעה של ריכוז יוני קדמיום בתמיסת הגידול על כמות יוני קדמיום שנקלטו בשורשים בטמפרטורה של 5°C ובטמפרטורה של 23°C. (6 נק').

ככל שריכוז יוני קדמיום בקרקע גבוה יותר כך עולה כמות יוני קדמיום שנקלטו בשורש. באותו ריכוז של קדמיום בקרקע, כמות הקדמיום הנקלטת בשורש ב- 23°C גבוהה בהרבה מזו הנקלטת בטמפרטורה 5°C. [תיאור תוצאות ניסוי]

59. א. הסבר את ההשפעה של ריכוז יוני קדמיום בתמיסת הגידול על תוצאות הניסוי (6 נק').  
כשריכוז הקדמיום בתמיסת הגידול גבוה, קצב הדיפוסיה גדול. [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]

ב. הסבר את ההשפעה הטמפרטורה על תוצאות הניסוי. (4 נק').  
ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר גדל קצב תנועת החלקיקים וגדל קצב הדיפוסיה [שילוב ידע קודם עם ידע מהניסוי]

60. בעמודה E חשב את המשקל הממוצע של הצמחים. הוסף כותרת מתאימה לעמודה E. העתק למחברת את נוסחת התא E19. שמור מחדש את הקובץ. (5 נק')

כותרת העמודה E: ממוצע משקל הצמח בגרם

נוסחת התא E19:  $E19 = \text{AVERAGE}(B19:D19)$  או  $= (B19 + C19 + D19) / 3$   
תוצאות חישוב משקל ממוצע בעמודה E נכונות [חישובים]



טבלה 2: השפעת ריכוז יוני קדמיום בקרקע על משקל צמחי לוביה

| משקל הצמח בגרם            |        |        |        | ריכוז יוני קדמיום<br>(מ"ג/ק"ג אדמה) |
|---------------------------|--------|--------|--------|-------------------------------------|
| ממוצע<br>[משקל הצמח בגרם] | חזרה 3 | חזרה 2 | חזרה 1 |                                     |
| 12.13                     | 12.40  | 12.60  | 11.40  | 0.0                                 |
| 11.33                     | 11.80  | 11.60  | 10.60  | 2.5                                 |
| 10.70                     | 10.90  | 10.80  | 10.40  | 5.0                                 |
| 8.47                      | 8.40   | 8.20   | 8.80   | 10.0                                |
| 6.63                      | 6.60   | 6.80   | 6.50   | 20.0                                |

61. א. תאר את ההשפעה של ריכוז יוני קדמיום באדמה על משקל הצמחים. (3 נק')  
ככל שריכוז יוני הקדמיום באדמה גבוה (בטווח שבין 0 עד 20 מ"ג), כך משקל הצמח קטן יותר.  
[תיאור תוצאות ניסוי]

ב. התבסס על התוצאות שבטבלה 1 ועל המידע שקיבלת בתחילת שלב זה של הבעיה (עמוד 2), והסבר את התוצאות שהתקבלו בניסוי 2. (10 נק')  
לקדמיום יש השפעה רעילה על הצמחים ולכן פוגע בתהליכי חיים והגדילה של הצמח מעוכבת.  
[הסבר תוצאות ניסוי]

62. בניסוי 2 שמרו על עוצמת האור והטמפרטורה קבועים.  
בנוגע לכל אחד משני הגורמים האלה, הסבר מדוע חשוב שיהיה קבוע במערך הניסוי. (8 נק')  
עוצמת אור – משפיעה על תהליך פוטוסינתזה.  
טמפרטורה – משפיעה על קליטת קדמיום בשורשים / קצב פוטוסינתזה / תהליכים אנזימטיים / גדילה.  
חשוב לשמור על הגורמים האלה קבועים, כדי שבניסוי תיבדק השפעתו של גורם אחד בלבד (כמות הקדמיום בקרקע) על משקל הצמח. [התייחסות לגורמים קבועים]

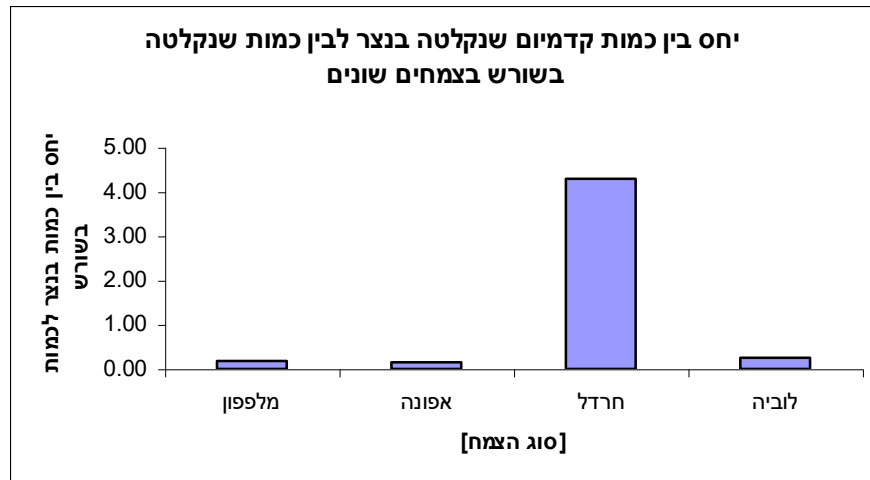
63. א. לכל אחד מארבעת הצמחים, חשב בעמודה D את היחס בין כמות יוני קדמיום שנקלטה בנצר לבין הכמות שנקלטה בשורש, על פי הנוסחה (6 נק') [חישובים]

טבלה 3: כמות יוני הקדמיום שנקלטו בצמחים שונים, בנצר ובשורש

| סוג הצמח | כמות יוני קדמיום שנקלטה<br>(יחידות שרירותיות/גרם/שעה) |       | יחס בין כמות יוני קדמיום<br>שנקלטה בנצר לבין<br>הכמות שנקלטה בשורש |
|----------|-------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------|
|          | בנצר                                                  | בשורש |                                                                    |
| מלפפון   | 1.58                                                  | 8.68  | 0.18                                                               |
| אפונה    | 1.30                                                  | 8.50  | 0.15                                                               |
| חרדל     | 1.63                                                  | 0.38  | 4.29                                                               |
| לוביה    | 1.60                                                  | 6.30  | 0.25                                                               |



ב. הצג בהצגה גרפית מתאימה את היחס שהתקבל בסעיף א. (7 נק')  
 בחירת תצוגה גרפית מתאימה, יש כותרת, הבחירה של המשתנים וסימון נכון, [רישום העקום כראוי]



ג. מבין הצמחים שנבדקו, איזה צמח מתאים ביותר לטיפול בקרקע המכילה יוני קדמיום? נמק. (3 נק')  
 חרדל, נימוק: היחס בין כמות קדמיום שנקלטת בנצר לבין הכמות שנקלטת בשורש הוא הגבוה ביותר.  
 [הסקת מסקנה ונימוקה]

יש צמחים שיכולתם לקלוט יוני קדמיום מהקרקע גבוהה מאד, אך הם גדלים לאט בקרקע שמזוהמת בקדמיום. חוקר מבקש למצוא את התנאים שבהם צמחים אלה יגדלו מהר למרות נוכחות קדמיום בקרקע.  
 עליך לתכנן ניסוי שיבדוק את ההשפעה של תנאי ההשקיה על קצב הגידול של צמחים אלה.

64. מהי ההשערה שתיבדק בניסוי? (7 נק')  
 א. ככל שכמות המים שיקבל הצמח תגדל, עד גבול מסוים, כך יעלה קצב גידולו.  
 ב. השקיה בכמות מים גדולה תפגע בקצב גידול הצמח [השערה]

65. מהו הבסיס הביולוגי להשערתך? (8 נק')  
 א. המים דרושים לכל תהליכי החיים של הצמח: לתהליך פוטוסינתזה, לשמירה על פיוניות פתוחות המאפשרות קליטת  $\text{CO}_2$  לשמירה על טורגור.  
 או: השקיה מוהלת את ריכוז הקדמיום בקרקע, ובכך נמנעת הרעלת הצמח.  
 ב. מעבר לכמות מסוימת עודף מים יכול לפגוע בגידול הצמחים עקב חוסר אורור באזור השורשים.  
 [יישום ידע קודם]



מכשיר הערכה לבחינת מעבדה 5 יח"ל, תשס"ד  
שלב א - 043004, שלב ב - 043005