GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: קיץ תשפ"ב, 2022
מספר השאלון: 043386
שם התלמיד/ה: _____

ביולוגיה

בחינה מעשית (מעבדה)

הוראות

משך הבחינה: שלוש שעות.

חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון.

הוראות מיוחדות: (1) יש לקרוא את ההנחיות ביסודיות, ולשקול היטב את הצעדים. (2) יש לרשום בעֵט את כל התצפיות והתשובות (גם סרטוטים). (3) יש לבסס את התשובות על תצפיותיכם ועל התוצאות שקיבלתם, גם אם הן אינן תואמות את הצפוי.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

מבנה השאלון: בשאלון שש בעיות חלופיות (בעיה 1–6), כל אחת עם שער משלה; כל נבחן מקבל בעיה אחת, מבצע את הניסוי שבה ועונה על כל 12 שאלותיה (100 נקודות). השאלות ממוספרות ברצף בין הבעיות: בעיה 1 – שאלות 1–12, בעיה 2 – 13–24, בעיה 3 – 25–36, בעיה 4 – 37–48 (ולה נספח: טבלת צבעים), בעיה 5 – 49–60, בעיה 6 – 61–72. מספר הנקודות לכל שאלה רשום לימינה.

הערה על הבחינה המעשית: בבחינה עצמה כל נבחן מבצע את הניסוי ועונה על סמך התצפיות שלו ועל סמך התוצאות שקיבל בפועל, גם אם הן אינן תואמות את הצפוי. הפתרונות שלהלן נכתבו על פי התוצאות הצפויות, עם ההסבר המלא לכל תוצאה; מי שקיבל תוצאות אחרות צריך לתאר ולהסביר את מה שקיבל.

בהצלחה!

השאלות

בחינת המעבדה

1. (100 נקודות)

בעיה 1

בבעיה זו תכירו את הפעילות של האנזים קטלאז מתאי צמחים שונים.

השאלות בשאלון זה ממוספרות במספרים **1–12**. מספר הנקודות לכל שאלה רשום לימינה.

ענו על **כל** השאלות **במחברת**.

התרכובת H_2O_2 , "מי חמצן", מתפרקת בתנאים מסוימים למים ולחמצן על פי התגובה:

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

(משמאל לחץ - המגיב; מימין לחץ - התוצרים)

כאשר הגז חמצן משתחרר בסביבה מימית נוצרות בועות בתוך הנוזל, וכשהן מצטברות נוצר קצף על פני הנוזל.

חלק א - הכרת שיטה לבדיקת תהליך של פירוק מי חמצן

עֲטו את הכפפות והַרכיבו את משקפי המגן.

על השולחן:

- מבחנה המסומנת "קטלאז" ובה 1 מ"ל תמיסת האנזים קטלאז
- צלחת המסומנת "0%" ובה נבטי עדשים (שהונבטו במים מזוקקים)
- כלי ובו מי סבון
- כלי המסומן "מי חמצן לחלק א" ובו תמיסת מי חמצן
- כלי ובו מים מזוקקים

א. באמצעות עט לרישום על זכוכית רִשמו "עדשים" על מבחנה ריקה.

- בחרו 10 נבטי עדשים מן הצלחת המסומנת "0%" והַעבירו אותם למכתש.
- באמצעות העלי כִּתשו מעט את הנבטים, ובאמצעות כפית העבירו את הנבטים הכתושים למבחנה המסומנת "עדשים".

ב. רִשמו "מים" על מבחנה ריקה.

- רִשמו "מים" על פיפטה של 1 מ"ל, והַעבירו באמצעותה 1 מ"ל מים מזוקקים למבחנה המסומנת "מים".

שימו לב: בסעיף ג עליכם להוסיף תמיסת מי סבון למבחנות. כדי למנוע יצירת בועות סבון בזמן הוספת מי סבון למבחנות, יש להצמיד את קצה הפיפטה אל דופן המבחנה, ורק אז לשחרר באיטיות את מי הסבון.

ג. רִשמו "מי סבון" על פיפטה של 5 מ"ל, והוסיפו באמצעותה 4 מ"ל מי סבון לכל אחת משלוש המבחנות המסומנות: קטלאז, עדשים, מים.

הערות:

- הסבון יגרום להתייצבות של בועות הגז שייווצרו במהלך התגובה.
- תמיסת מי הסבון היא בריכוז נמוך, ואינה פוגעת בפעילות חלבונים.

ד. רִשמו "מי חמצן" על פיפטה של 1 מ"ל, והוסיפו באמצעותה 1 מ"ל מי חמצן לכל אחת משלוש המבחנות המסומנות. עשו זאת באותה דרך שבה הוספתם למבחנות את תמיסת מי הסבון, בסעיף ג.

רִשמו את השעה _____, והַמתינו כ־5 דקות.

בזמן ההמתנה ענו על שאלה **1**.

1א. הָכינו **במחברת** טבלה (טבלה 1) וסַכמו בה את מערך הבדיקה שערכתם בסעיפים א–ד.

יש להוסיף לטבלה גם עמודה לרישום התוצאות.

(6 נקודות)

1ב. כִּתבו כותרות מתאימות לטבלה ולעמודות.

(3 נקודות)

2א. ה. כעבור כ־5 דקות מן השעה שרשמתם בסעיף ד בִּדקו אם נוצרות בועות בנוזל שבמבחנות או אם מצטבר עליו קצף, וסמנו "+" או "–" במקומות המתאימים בטבלה ש**במחברת**.

ענו על שאלה **2**.

הַציעו הסבר לתוצאות שקיבלתם ב**כל אחת** משלוש המבחנות. בתשובתכם היעזרו בפתיח של חלק א.

(5 נקודות)

2ב. שַׁערו מה היו התוצאות במבחנה המסומנת "עדשים", אִילו תמיסת מי החמצן שהוספתם הייתה בריכוז גבוה יותר. **הַסבירו** את התשובה.

(4 נקודות)

3. ו. הַעבירו את שלוש המבחנות שהשתמשתם בהן לכלי הפסולת.

חלק ב – ניסוי: בדיקת פעילות של האנזים קטלאז מתאי נבטים של עדשים

על השולחן שלוש צלחות ובהן נבטים של עדשים. זרעי העדשים הונבטו במשך יומיים בחושך, בתמיסות של המלח נתרן כלורי ($NaC\ell$) בריכוזים 0%, 2%, 4%. על כל צלחת רשום הריכוז של תמיסת המלח שהזרעים הונבטו בה.

תמיסת 0% היא מים מזוקקים.

הערה: בצלחות יש נבטים ויש זרעים תפוחים. לצורך הניסוי אפשר להשתמש בשניהם. מעתה המושג "נבטים" ישמש גם לציון זרעים שנבטו וגם לציון זרעים שתפחו.

לידיעתכם 1:

בתמיסה מימית המלח נתרן כלורי ($NaC\ell$) מתפרק ליונים. יוני הנתרן חודרים לתאים ומשפיעים על המבנה המרחבי של החלבונים.

ענו על שאלה **3**.

נתון: תלמיד קיבל כלי ובו 10 מ"ל תמיסת מלח בריכוז 10%.

התלמיד הוסיף לכלי 30 מ"ל מים מזוקקים. מהו ריכוז התמיסה שהתקבלה? פרטו את החישוב.

(4 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

4א. שלב ב1 – הכנת מיצויים מנבטים של עדשים

על השולחן כלי ובו תמיסת בופר וכלי ובו מים לשטיפה.

ז. סַמנו כל מבחנה משלוש מבחנות **באחד** מן הריכוזים הרשומים על צלחות ההנבטה: "0%", "2%", "4%".

ח. רִשמו "בופר" על פיפטה של 10 מ"ל.

ט. באמצעות הפיפטה "בופר" הַעבירו 15 מ"ל תמיסת בופר למכתש.

- באמצעות כפית הַעבירו 20 נבטים מצלחת "0%" למכתש.
- באמצעות העלי כִּתשו את הנבטים שבמכתש במשך כדקה אחת, עד שיתקבל מיצוי.

י. על השולחן משפך ופיסות גזה. רפדו את המשפך בפיסת גזה **אחת** (מקופלת), והַכניסו את קצהו למבחנה "0%".

- הַעבירו את המיצוי מן המכתש למשפך, והַמתינו עד שיתקבל תסנין במבחנה. אין לסחוט את הגזה.

הערה: אם הנוזל אינו עובר מן המשפך אל המבחנה, הָרימו מעט את המשפך בלי להוציא את קצהו מן המבחנה, והַמתינו שהנוזל יעבור למבחנה.

- הַשליכו את הגזה עם שאריות הנבטים לכלי הפסולת.
- שִׁטפו במעט מים מן הכלי "מי שטיפה" את המשפך ואת המכתש והעלי מעל כלי הפסולת.

יא. חִזרו על סעיפים ט-י עם נבטי העדשים שבצלחת "2%" ועם המבחנה "2%".

יב. חִזרו על סעיפים ט-י עם נבטי העדשים שבצלחת "4%" ועם המבחנה "4%".

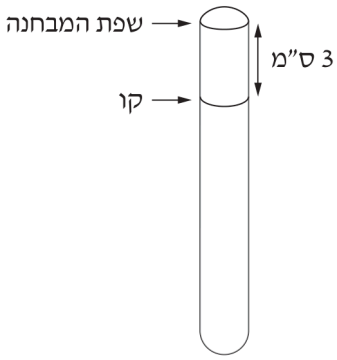
שלב ב2 – בדיקת פעילות האנזים קטלאז במיצוי נבטי עדשים

על השולחן מלקטת (פינצטה) וכלי ובו דסקיות קטנות מנייר סופג.

יג. סַמנו ארבע מבחנות ריקות: א, ב, ג, ד. מבחנות אלה ישמשו "מבחנות בדיקה".

היעזרו בסרגל, וסַמנו קו במרחק 3 ס"מ מן השפה של כל אחת מן המבחנות **א-ד** (ראו איור 1).

איור 1: מבחנת בדיקה



יד. בַּקשו מן הבוחן או הבוחנת תמיסת מי חמצן המסומנת "מי חמצן לחלק ב".

את הפעולות שלהלן יש לבצע מעל כלי הפסולת.

- מִזגו מי חמצן (לחלק ב) ל**כל אחת** מן המבחנות **א-ג** עד לקו המסומן עליהן.
- מִזגו מים מזוקקים מן הכלי "מים מזוקקים" למבחנה **ד**, עד לקו המסומן עליה.

שימו לב: בסעיפים טו-טז יש להניח דסקיות נייר על פני הנוזל במבחנות הבדיקה. בכמה מן המקרים הדסקית תשקע ואחר כך תצוף שוב על פני הנוזל. יש למדוד את משך הזמן (בשניות) מרגע הכנסת הדסקית למבחנה עד שהדסקית תצוף שוב על פני הנוזל. את התוצאות יש לרשום ב**טבלת עזר** (בעמוד 7).

- בכל אחת מן המבחנות יש לערוך שלוש מדידות.
- כדי להקל עליכם את חישוב הזמנים, הקפידו להכניס כל דסקית לנוזל, על פי ההוראות שבהמשך, כאשר השעון מורה על דקה **שלמה**. לדוגמה: 10:05:00 (שעה : דקות : שניות).

לידיעתכם 2:

דסקיות הנייר צפות בגלל שחרור של בועות גז.

בסעיפים טו-טז יש לעבוד **במהירות וביעילות. יש לקרוא את ההוראות בסעיפים אלה ואת ההערות שאחריהן, ורק אחר כך לבצע אותן.**

טו. באמצעות המלקטת קחו דסקית נייר **אחת**, טִבלו את כולה בתמיסת מיצוי הנבטים שבמבחנה "0%", והוציאו אותה מן המבחנה (אין לשחרר את הדסקית מן המלקטת).

- באמצעות המלקטת הכניסו את הדסקית למבחנת בדיקה **א** המכילה מי חמצן, ושַחררו אותה על פני הנוזל.
- רִשמו **מייד** את השעה המדויקת (דקות ושניות) בטבלת העזר, בעמודה "זמן התחלה" של מדידה I במבחנה א.

שימו לב: אם הדסקית לא שקעה, היעזרו בקיסם עץ שעל השולחן כדי לדחוף בעדינות את הדסקית לתוך הנוזל.

טז. עִקבו אחר תנועת הדסקית במבחנה, ומדדו את הזמן מרגע הכנסת הדסקית לנוזל שבמבחנה עד שהיא צפה שוב על פני הנוזל. זמן זה ייקרא **משך זמן הציפה**.

- רִשמו את השעה המדויקת שבה הגיעה הדסקית אל פני הנוזל בטבלת העזר, בעמודה "זמן סיום" של מדידה I.
- בסיום המדידה הוציאו את הדסקית ממבחנה **א** באמצעות קיסם עץ, והַשליכו אותה לכלי הפסולת.
- נַגבו את קצה הקיסם ואת קצה המלקטת במגבת נייר.

הערות:

- גם אם הדסקית לא שקעה עד תחתית המבחנה, יש למדוד את הזמן שעבר מרגע הכנסתה לתוך המבחנה עד שהיא צפה שוב על פני הנוזל.
- אם הדסקית לא שקעה כלל (אף שניסיתם לדחוף אותה) - רִשמו בטבלת העזר בעמודה "משך זמן הציפה": 0 שניות.
- אם כעבור 2 דקות (120 שניות) הדסקית נשארה בתחתית המבחנה - הַפסיקו את המדידה ורִשמו בעַמודה "משך זמן הציפה": "לא צפה". אם הדסקית לא צפה בשתי המדידות הראשונות - אל תמדדו פעם נוספת.
- אם הדסקית נשארה בתחתית המבחנה - אין צורך להוציא אותה.

טבלת עזר - משך זמן הציפה של הדסקית

מבחנת הבדיקה	ריכוז תמיסת המלח שבה הונבטו העדשים (%)	מי חמצן במבחנת הבדיקה (+/−)	מדידה I: זמן התחלה	מדידה I: זמן סיום	מדידה I: משך זמן הציפה (שניות)	מדידה II: זמן התחלה	מדידה II: זמן סיום	מדידה II: משך זמן הציפה (שניות)	מדידה III: זמן התחלה	מדידה III: זמן סיום	מד I מ זמ הצ (שנ
א		+									
ב		+									
ג		+									
ד		−									

יז. חִזרו על ההוראות בסעיפים טו-טז עם דסקית נייר נוספת שתטבלו במבחנה 0%, ורשמו בטבלת העזר את זמן ההתחלה ואת זמן הסיום של המדידה (מדידה II).

- חִזרו על ההוראות בסעיפים טו-טז עם דסקית נייר נוספת שתטבלו במבחנה 0% (מדידה III).

יח. חִזרו על ההוראות בסעיפים טו-יז עם דסקיות שתטבלו במיצוי נבטי העדשים שבמבחנה **"2%"** ועם מבחנת בדיקה **ב** המכילה מי חמצן.

- חִזרו על ההוראות בסעיפים טו-יז עם דסקיות שתטבלו במיצוי נבטי העדשים שבמבחנה **"4%"** ועם מבחנת בדיקה **ג** המכילה מי חמצן.
- חִזרו על ההוראות בסעיפים טו-יז עם דסקיות שתטבלו במיצוי נבטי העדשים שבמבחנה **"0%"** ועם מבחנת בדיקה **ד** המכילה מים מזוקקים.

בהמשך הבחינה אין צורך בכפפות ובמשקפי מגן, לכן הָסירו אותם כעת.

יט. חַשבו את משך זמן הציפה של הדסקית בשניות: ההפרש בין זמן ההתחלה לזמן הסיום, ב**כל אחת** מן המדידות I-III בכל המבחנות.

- רִשמו את תוצאות החישובים במקומות המתאימים בעמודות "משך זמן הציפה" בטבלת העזר.

כ. רִשמו את ריכוזי המלח בתמיסות שבהן הונבטו העדשים בעמודה המתאימה בטבלת העזר.

כא. הַעתיקו **למחברת** את טבלה 2 שלהלן. לנוחותכם תוכלו לסרטט את הטבלה במחברת לרוחב העמוד.

- הַעתיקו לעמודות A, B, C בטבלה 2 ש**במחברת** את הנתונים שנרשמו בעמודות המתאימות בטבלת העזר.

טבלה 2

מבחנת הבדיקה	A: ריכוז תמיסת המלח שבה הונבטו העדשים (%)	B: מי חמצן במבחנת הבדיקה (+/−)	C – תוצאות: משך זמן הציפה של הדסקית (שניות), מדידה I	C: מדידה II	C: מדידה III	תוצאות החישוב: ממוצע משך זמן הציפה (שניות)
א						
ב						
ג						
ד						

ענו על השאלות **4–9**.

חַשבו את **ממוצע** משך זמן הציפה של שלוש המדידות I–III בכל אחת מן המבחנות. רִשמו את תוצאות החישובים במקומות המתאימים בטבלה 2 ש**במחברת**.

- אם יש מדידות שבהן הדסקית לא צפה שוב על פני הנוזל – אל תכללו את תוצאותיהן בחישוב הממוצע.
- אם בכל המדידות במבחנת בדיקה מסוימת שום דסקית לא צפה שוב על פני הנוזל – רִשמו את תוצאת החישוב: "לא צפה".

(8 נקודות)

4ב. בכל אחת מן המבחנות א–ד נערכו שלוש מדידות.

הַסבירו מדוע חשוב לבצע חזרות בניסוי זה.

(5 נקודות)

5א. כִּתבו כותרת לטבלה 2 ש**במחברת**.

(3 נקודות)

5ב. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שערכתם בחלק ב?

(3 נקודות)

6א. מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכתם בחלק ב?

(3 נקודות)

6ב. הסבירו מדוע מדידת משך זמן הציפה של הדסקית היא דרך מתאימה למדידת המשתנה התלוי.

(5 נקודות)

7. היעזרו במידע שבקטע "לידיעתכם 1" בעמוד 3, והַציעו הסבר לתוצאות הניסוי.

(6 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

8א. הטיפול שנבדק במבחנה **ד** הוא טיפול בקרה. מהי החשיבות של טיפול הבקרה בניסוי זה?
להלן ארבע אפשרויות לתשובה. **הַעתיקו למחברת** רק את התשובה הנכונה.

- להוכיח שמשך זמן הציפה של הדסקית יכול להיות יותר מ־120 שניות.
- להוכיח שמשך זמן הציפה של הדסקית מושפע מכמות המיצוי שעל הדסקית.
- להוכיח שהציפה של הדסקית מושפעת גם מהימצאות האנזים קטלאז.
- להוכיח שהציפה של הדסקית מושפעת גם מהימצאות מי חמצן בתמיסה.

(3 נקודות)

8ב. בניסוי שערכתם בחלק ב יש טיפול בקרה **נוסף**. מהו טיפול הבקרה הנוסף?
מדוע חשוב לכלול גם אותו בניסוי זה?

(4 נקודות)

9א. צַיינו **שני** גורמים שנשמרו קבועים בניסוי שערכתם.

(2 נקודות)

9ב. בחרו ב**אחד** מן הגורמים שציינתם, והסבירו מדוע חשוב **שדווקא** גורם זה יישמר קבוע בניסוי.

(4 נקודות)

10א. חלק ג – ניתוח תוצאות מחקר: התאמות של צמח היבלית לבית הגידול

בשטחים חקלאיים שמשקים אותם במי קולחין (מי שפכים שעברו טיהור) יש עלייה בריכוז המלחים בקרקע. גורם נוסף לעלייה בריכוז המלחים בקרקע הוא התאדות רבה של המים שבקרקע.

ריכוז גבוה של מלחים בקרקע הוא אחד הגורמים האביוטים המשפיעים על התפתחות צמחים.

חוקרים מצאו זנים של צמחי יבלית שמותאמים לתנאי מליחות, כלומר הם יכולים להתפתח בקרקעות שיש בהן ריכוז גבוה של מלחים. הבנה של מנגנוני ההתאמה של צמחים לתנאי מליחות בקרקע תסייע לפתח צמחים שיוכלו לגדול בתנאים אלה.

ניסוי 1:

החוקרים גידלו צמחי יבלית בני אותו גיל משני זנים – זן א' וזן ב' – בתמיסות שבהן ריכוזים שונים של המלח $NaC\ell$.

לאחר שלושה שבועות הם הכינו מיצויים מן הצמחים משני הזנים, ומדדו את הריכוז של מי החמצן (H_2O_2) במיצויים.

מי החמצן הם תוצר לוואי בתהליך הנשימה התאית, והם רעילים לתאים.

תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה 3 שלהלן.

טבלה 3

ריכוז המלח $NaC\ell$ בתמיסת הגידול (%)	ריכוז מי חמצן במיצוי – זן א' (יחידות יחסיות)	ריכוז מי חמצן במיצוי – זן ב' (יחידות יחסיות)
0	2.5	2.5
0.3	2.3	2.5
0.5	2.5	2.7
0.7	2.3	3.5
1.0	2.4	4.7

(1) איזה סוג של הצגה גרפית הוא המתאים ביותר לתיאור התוצאות המוצגות בטבלה 3 – גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נַמקו את התשובה.

(2) הַציגו **במחברת**, בדרך גרפית מתאימה, את תוצאות הניסוי שבטבלה 3.

(10 נקודות)

10ב. תארו את התוצאות של ניסוי 1 על פי ההצגה הגרפית.

(6 נקודות)

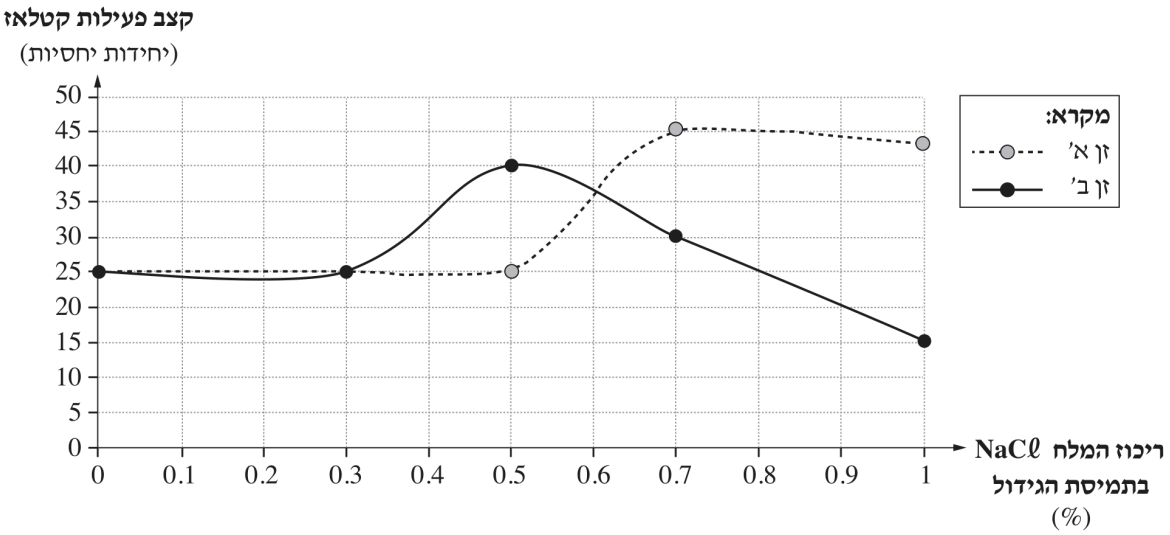
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

11א. ניסוי 2:

החוקרים בדקו את קצב הפעילות של האנזים קטלאז בשני הזנים של צמחי היבלית שהם גידלו.

תוצאות הניסוי מתוארות בגרף שלהלן.

השפעת ריכוזי מלח על קצב פעילות קטלאז בשני זנים של יבלית



היעזרו במידע המובא בתיאור ניסוי 1 בעמוד 10 ובתוצאות הניסויים 1-2 שערכו החוקרים, וקִבעו איזה זן יבלית - זן א' או זן ב' - מותאם לגדול בתנאי מליחות בריכוז 0.7% ומעלה, ואיזה זן אינו מותאם לתנאי מליחות כאלה.

(2 נקודות)

11ב. נַמקו את הקביעות בסעיף א בנוגע ל**כל אחד** משני הזנים, על פי תוצאות הניסויים 1-2 שערכו החוקרים.

(5 נקודות)

12א. היעזרו בתשובתכם על שאלה 7, והַציעו סיבה **אחת** להבדל בין תוצאות הניסוי שערכתם בחלק ב ובין התוצאות שהתקבלו בנוגע לזן ה**מותאם** בניסוי 2 של החוקרים.

(4 נקודות)

12ב. **צַייְנו** השפעה נוספת של המלח המצוי בקרקע על צמחים, מלבד ההשפעה המצוינת בקטע "לידיעתכם 1" בעמוד 3. **הַסבירו** כיצד השפעה זו תשפיע על הצמחים.

(5 נקודות)

2. (100 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

בעיה 2

בבעיה זו תכירו את הפעילות של האנזים קטלאז בשמרים ובצמחים.

השאלות בשאלון זה ממוספרות במספרים **13–24**. מספר הנקודות לכל שאלה רשום לימינה.

ענו על **כל** השאלות **במחברת**.

התרכובת H_2O_2 , "מי חמצן", מתפרקת בתנאים מסוימים למים ולחמצן על פי התגובה:

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

(משמאל לחץ - המגיב; מימין לחץ - התוצרים)

כאשר הגז חמצן משתחרר בסביבה מימית נוצרות בועות בתוך הנוזל, וכשהן מצטברות נוצר קצף על פני הנוזל.

חלק א - הכרת שיטה לבדיקת תהליך של פירוק מי חמצן

עֲטו את הכפפות והַרכיבו את משקפי המגן.

על השולחן:

- מבחנה המסומנת "קטלאז" ובה 1 מ"ל תמיסת האנזים קטלאז
- מבחנה המסומנת "תרחיף שמרים" ובה 1 מ"ל תרחיף שמרים
- כלי ובו מי סבון
- כלי המסומן "מי חמצן" ובו תמיסת מי חמצן
- כלי ובו מים מזוקקים

א. באמצעות עט לרישום על זכוכית רִשמו "מים" על מבחנה ריקה.

- רִשמו "מים" על פיפטה של 1 מ"ל, והַעבירו באמצעותה 1 מ"ל מים מזוקקים למבחנה המסומנת "מים".

שימו לב: בסעיף ב עליכם להוסיף תמיסת מי סבון למבחנות. כדי למנוע יצירת בועות סבון בזמן הוספת מי סבון למבחנות, יש להצמיד את קצה הפיפטה אל דופן המבחנה, ורק אז לשחרר באיטיות את מי הסבון.

ב. רִשמו "מי סבון" על פיפטה של 5 מ"ל, והוסיפו 4 מ"ל תמיסת מי סבון לכל אחת משלוש המבחנות המסומנות: קטלאז, תרחיף שמרים, מים.

הערות:

- הסבון יגרום להתייצבות של בועות הגז שייווצרו במהלך התגובה.
- תמיסת מי הסבון היא בריכוז נמוך, ואינה פוגעת בפעילות חלבונים.

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ג. רִשמו "מי חמצן" על פיפטה של 1 מ"ל, והוסיפו באמצעותה 1 מ"ל מי חמצן לכל אחת משלוש המבחנות המסומנות. עשו זאת באותה דרך שבה הוספתם למבחנות את תמיסת מי הסבון, בסעיף ב.

רִשמו את השעה _____, והַמתינו כ־5 דקות.

בזמן ההמתנה ענו על שאלה **13**.

13א. הָכינו **במחברת** טבלה (טבלה 1) וסַכמו בה את מערך הבדיקה שערכתם בסעיפים א-ג. יש להוסיף לטבלה גם עמודה לרישום התוצאות.

(6 נקודות)

13ב. כִּתבו כותרות מתאימות לטבלה ולעמודות.

(3 נקודות)

14א. ד. כעבור כ־5 דקות מן השעה שרשמתם בסעיף ג בִּדקו אם נוצרות בועות בנוזל שבמבחנות או אם מצטבר עליו קצף, וסַמנו "+" או "−" במקומות המתאימים בטבלה ש**במחברת**.

ענו על שאלה **14**.

הַציעו הסבר לתוצאות שקיבלתם ב**כל אחת** משלוש המבחנות. בתשובתכם היעזרו בפתיח של חלק א.

(5 נקודות)

14ב. שַׁערו מה היו התוצאות במבחנה המסומנת "תרחיף שמרים", אִילו תמיסת מי החמצן שהוספתם הייתה בריכוז גבוה יותר. **הַסבירו** את התשובה.

(4 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

15. ה. העבירו את שלוש המבחנות שהשתמשתם בהן לכלי הפסולת.

חלק ב – ניסוי: בדיקת פעילות האנזים קטלאז בשמרים

שלב ב1 – הכנת תמיסות מלח בריכוזים שונים

על השולחן ארבע כוסות קטנות וכלי ובו תמיסת מלח נתרן כלורי ($NaC\ell$) בריכוז 6%.

ו. סַמנו את הכוסות: 1, 2, 3, 4.

- על השולחן שתי פיפטות של 10 מ"ל. רִשמו על פיפטה אחת "תמיסת מלח" ועל האחרת – "מים".
- באמצעות הפיפטות המתאימות הַעבירו לכוסות 1–4 מים מזוקקים ותמיסת מלח בריכוז 6%, לפי הפירוט בטבלה 2.

טבלה 2

הכוס	נפח מים מזוקקים (מ"ל)	נפח תמיסת מלח בריכוז 6% (מ"ל)	ריכוז סופי של תמיסת מלח (%)
1	20	-	
2	10	10	
3	-	20	
4	20	-	

שלב ב2 – הכנת דסקיות של שמרים מקובעים באָגָר

בניסוי שתערכו תשתמשו בשמרים מקובעים באָגָר.

אגר הוא חומר מוצק למחצה, דמוי ג'לי, המאפשר לחומרים מומסים לעבור דרכו. כאשר הֵכינו את האגר הוסיפו לו שמרים, ולאחר שהוא נקרש התקבלו שמרים מקובעים באגר. אופן הכנת השמרים המקובעים באגר אינו פוגע בתהליכי החיים של תאי השמרים.

על השולחן שתי צלחות פטרי המסומנות "A" ו־"B".

- בצלחת A יש שמרים מקובעים באגר.
- בצלחת B יש רק אגר **ללא** שמרים.

על השולחן קשית שתייה שמסומן עליה קו, וצלחת מרופדת במגבת נייר לחה.

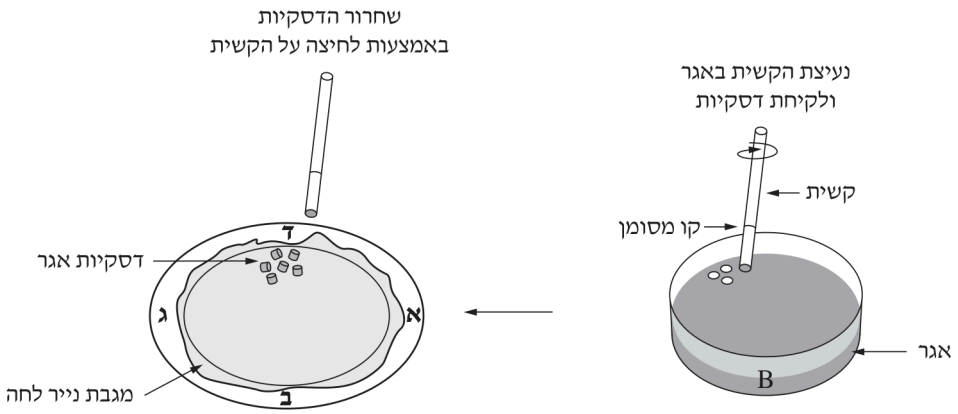
בשולֵי הצלחת מסומנים האזורים א, ב, ג, ד.

באמצעות הקשית יש להכין דסקיות מן האגר שבצלחת B.

יש לקרוא את ההוראות בסעיף ז, ורק אחר כך לבצע אותן.

איור 1 (איור 1א: הכנת דסקיות מן האגר ש**בצלחת** B; איור 1ב: הנחת 6 דסקיות באזור **ד** בצלחת המרופדת)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il



איור 1א:
הכנת דסקיות מן האגר
שב**צלחת B**

איור 1ב:
הנחת 6 דסקיות
באזור **ד** בצלחת המרופדת

ז. הַחזיקו את הקשית כשהקו המסומן עליה קרוב לצלחת **B**, ונעצו את הקשית באגר עד לקרקעית הצלחת (ראו איור 1א).

- סובבו את הקשית חצי סיבוב, הַטו אותה מעט הצידה והוציאו אותה מן האגר.

שימו לב: כעת יש בתוך הקשית דסקית של אגר.

- חִזרו על פעולה זו פעמיים נוספות, כדי שיהיו בתוך הקשית 3 דסקיות.

הערה: הַקפידו ששלוש הנעיצות של הקשית באגר יהיו קרובות זו לזו, כמתואר באיור 1א.

- כעת יש להניח את הדסקיות בצלחת המרופדת בקרבת הסימן "ד". **עשו זאת כך:** הַחזיקו בקשית מעל הקו המסומן ולחצו עליה באצבעותיכם. המשיכו ולחצו עוד כמה פעמים, ובכל לחיצה קַדמו מעט את אצבעותיכם לכיוון הקצה התחתון של הקשית. באמצעות הלחיצות דחפו את דסקיות האגר שבתוך הקשית עד שהן ישתחררו ממנה ויונחו בצלחת באזור **ד** (ראו איור 1ב).
- חִזרו על כל הפעולות האלה, עד שיהיו 6 דסקיות אגר ללא שמרים באזור **ד** שבצלחת.

ח. עִברו כעת לצלחת **A**: חִזרו על ההוראות שבסעיף ז כדי להוציא מצלחת **A** דסקיות של שמרים מקובעים באגר, והניחו אותן באזורים **א–ג** בצלחת המרופדת.

- עשו זאת עד שיהיו 6 דסקיות שמרים מקובעים באגר ב**כל אחד** מן האזורים **א–ג**.

ט. יש להעביר את דסקיות האגר מן הצלחת המרופדת לכוסות 1–4. עשו זאת כך:

- באמצעות כפית הַעבירו בעדינות 6 דסקיות שמרים מקובעים מאזור **א** בצלחת לכוס **1**.
- באותה הדרך הַעבירו דסקיות מאזורים **ב**, **ג** לכוסות **2**, **3** בהתאמה.
- מאזור **ד** הַעבירו 6 דסקיות **אגר ללא שמרים** לכוס **4**.
- רִשמו את השעה _____, והמתינו 10 דקות לפחות.
- בזמן ההמתנה קראו את הקטע "לידיעתכם 1", וענו על שאלה **15**.

לידיעתכם 1:

בתמיסה מימית המלח נתרן כלורי ($NaC\ell$) מתפרק ליונים. יוני הנתרן חודרים לתאים ומשפיעים על המבנה המרחבי של החלבונים.

ענו על שאלה **15**.

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

חַשבו את הריכוזים הסופיים של תמיסות המלח **בכל אחת** מן הכוסות 1–4, ורִשמו את הריכוזים במקומות המתאימים בטבלה 2 שבעמוד 3 בשאלון.

שימו לב: ריכוז תמיסת המלח שהשתמשתם בה הוא 6%.

(3 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-www.guyai.co.il · GuyAI

16א. י. כעבור 10 דקות מן השעה שרשמתם בסעיף ט, הוציאו באמצעות הכפית את דסקיות השמרים המקובעים באגר מכוס **1** והַחזירו אותן לאזור **א** בצלחת המרופדת.

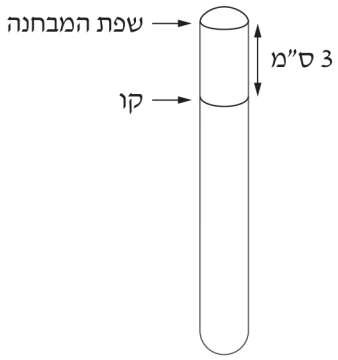
- הוציאו גם את הדסקיות שבכוסות **2**, **3**, **4** והַחזירו אותן לאזורים **ב**, **ג**, **ד** שבצלחת, בהתאמה.

שלב ב3 – בדיקת פעילות האנזים קטלאז בשמרים מקובעים

יא. סַמנו ארבע מבחנות ריקות: א, ב, ג, ד. מבחנות אלה ישמשו "מבחנות בדיקה".

היעזרו בסרגל, וסַמנו קו במרחק 3 ס"מ מן השפה של כל אחת מן המבחנות **א–ד** (ראו איור 2).

איור 2: מבחנת בדיקה



יב. הַחזיקו את מבחנה א מעל כלי הפסולת ומְזגו מי חמצן עד לקו המסומן עליה.

- חִזרו על פעולה זו עם **כל אחת** מן המבחנות **ב–ד**.

שימו לב: בסעיפים יג–יד יש להניח דסקיות אגר על פני הנוזל במבחנות הבדיקה. בכמה מן המקרים הדסקית תשקע ואחר כך תצוף שוב על פני הנוזל. יש למדוד את משך הזמן (בשניות) מרגע הכנסת הדסקית למבחנה עד שהדסקית תצוף שוב על פני הנוזל. את התוצאות יש לרשום ב**טבלת עזר** (בעמוד 7).

- בכל אחת מן המבחנות יש לערוך שלוש מדידות.
- כדי להקל עליכם את חישוב הזמנים הקפידו להכניס כל דסקית לנוזל, על פי ההוראות שבהמשך, כאשר השעון מורה על דקה **שלמה**. לדוגמה: 10:05:00 (שעה : דקות : שניות).

לידיעתכם 2:

דסקיות האגר צפות בגלל שחרור של בועות גז.

שימו לב: דסקיות האגר שקופות וקשה לעקוב אחר תנועתן. כדי להקל את המעקב הַעמידו מאחורי כַּן המבחנות את הנייר הצבעוני שעל השולחן.

- למדידות הבאות יש צורך רק ב־3 דסקיות מכל אזור, לכן בחרו רק דסקיות שלמות, ללא פגם.

בסעיפים יג–יד יש לעבוד **במהירות וביעילות. יש לקרוא את ההוראות בסעיפים אלה ואת ההערות שאחריהן, ורק אחר כך לבצע אותן.**

יג. באמצעות כפית הַעבירו דסקית **אחת** של שמרים מקובעים באגר מאזור **א** שבצלחת למבחנת בדיקה **א** המכילה מי חמצן.

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

- רִשמו **מייד** את השעה המדויקת (דקות ושניות) בטבלת העזר, בעמודה "זמן התחלה" של מדידה I במבחנה א.

שימו לב: אם הדסקית לא שקעה, היעזרו בקשית כדי לדחוף בעדינות את הדסקית לתוך הנוזל.

יד. עִקבו אחר תנועת הדסקית במבחנה, ומדדו את הזמן מרגע הכנסת הדסקית לנוזל שבמבחנה עד שהיא צפה שוב על פני הנוזל. זמן זה ייקרא **משך זמן הציפה**.

- רִשמו את השעה המדויקת שבה הגיעה הדסקית לפני הנוזל בטבלת העזר, בעמודה "זמן סיום" של מדידה I.
- בסיום המדידה הוציאו את הדסקית ממבחנה **א** באמצעות המלקטת (פינצטה) שעל השולחן, והשליכו את הדסקית לכלי הפסולת.
- נגבו את הכפית ואת קצה המלקטת במגבת נייר.

הערות:

- גם אם הדסקית לא שקעה עד תחתית המבחנה, יש למדוד את הזמן שעבר מרגע הכנסתה לתוך המבחנה עד שהיא צפה שוב על פני הנוזל.
- אם הדסקית לא שקעה כלל (אף שניסיתם לדחוף אותה) - רִשמו בעמודת משך זמן הציפה: 0 שניות.
- אם כעבור 2 דקות (120 שניות) הדסקית נשארה בתחתית המבחנה - הַפסיקו את המדידה ורִשמו בטבלת העזר "לא צפה". אם הדסקית לא צפה בשתי המדידות הראשונות - אל תמדדו פעם נוספת.
- אם הדסקית נשארה בתחתית המבחנה - אין צורך להוציא אותה.

טבלת עזר - משך זמן הציפה של הדסקית

מבחנת הבדיקה	ריכוז תמיסת המלח שבה הושרו דסקיות האגר (%)	הימצאות שמרים מקובעים באגר (+/ -)	מדידה I: זמן התחלה	מדידה I: זמן סיום	מדידה I: משך זמן הציפה (שניות)	מדידה II: זמן התחלה	מדידה II: זמן סיום	מדידה II: משך זמן הציפה (שניות)	מדידה III: זמן התחלה	מדידה III: זמן סיום	נ
א		+									
ב		+									
ג		+									
ד		-									

טו. חִזרו על ההוראות בסעיפים יג-יד עם דסקית שמרים נוספת מאזור **א**, ורִשמו בטבלת העזר את זמן ההתחלה ואת זמן הסיום של המדידה (מדידה II).

- חִזרו על ההוראות בסעיפים יג-יד עם דסקית שמרים נוספת מאזור **א** (מדידה III).

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

טז. חִזרו על ההוראות בסעיפים יג-טו עם דסקיות שמרים מקובעים באגר מאזור **ב** שבצלחת ועם מבחנת בדיקה **ב**.

- חִזרו על ההוראות בסעיפים יג-טו עם דסקיות שמרים מקובעים באגר מאזור **ג** שבצלחת ועם מבחנת בדיקה **ג**.
- חִזרו על ההוראות בסעיפים יג-טו עם דסקיות אגר מאזור **ד** שבצלחת ועם מבחנת בדיקה **ד**.

בהמשך הבחינה אין צורך בכפפות ובמשקפי מגן, לכן הָסירו אותם כעת.

יז. חַשבו את משך זמן הציפה של הדסקית בשניות: ההפרש בין זמן ההתחלה לזמן הסיום ב**כל אחת** מן המדידות I-III בכל המבחנות.

- רִשמו את תוצאות החישובים במקומות המתאימים בעמודות "משך זמן הציפה" בטבלת העזר.

יח. הַעתיקו מטבלה 2 את ריכוזי המלח בתמיסות שבהן הושרו דסקיות האגר לעמודה המתאימה בטבלת העזר (בעמוד 7).

יט. הַעתיקו **למחברת** את טבלה 3 שלהלן. לנוחותכם תוכלו לסרטט את הטבלה במחברת לרוחב העמוד.

- הַעתיקו לעמודות A, B, C בטבלה 3 ש**במחברת** את הנתונים שנרשמו בעמודות המתאימות בטבלת העזר.

טבלה 3

מבחנת הבדיקה	A: ריכוז תמיסת המלח שבה הושרו דסקיות האגר (%)	B: הימצאות שמרים בדסקיות האגר (+/−)	C – תוצאות: משך זמן הציפה של הדסקית (שניות), מדידה I	C: מדידה II	C: מדידה III	תוצאות החישוב: ממוצע משך זמן הציפה (שניות)
א						
ב						
ג						
ד						

ענו על השאלות **16–21**.

חַשבו את **ממוצע** משך זמן הציפה של שלוש המדידות I-III בכל אחת מן המבחנות. רִשמו את תוצאות החישובים במקומות המתאימים בטבלה 3 ש**במחברת**.

- אם יש מדידות שבהן הדסקית לא צפה שוב על פני הנוזל - אל תכללו את תוצאותיהן בחישוב הממוצע.
- אם בכל המדידות במבחנת בדיקה מסוימת שום דסקית לא צפה שוב על פני הנוזל - רִשמו את תוצאת החישוב: "לא צפה".

(8 נקודות)

16ב. בכל אחת מן המבחנות א-ד ערכתם שלוש מדידות.
הַסבירו מדוע חשוב לבצע חזרות בניסוי זה.
(5 נקודות)

17א. כִּתבו כותרת לטבלה 3 ש**במחברת**.
(3 נקודות)

17ב. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שערכתם בחלק ב?
(3 נקודות)

18א. מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכתם בחלק ב?
(3 נקודות)

18ב. הַסבירו מדוע מדידת משך זמן הציפה של הדסקית היא דרך מתאימה למדידת המשתנה התלוי.
(5 נקודות)

19. היעזרו במידע שבקטע "לידיעתכם 1" בעמוד 5, והַציעו הסבר לתוצאות הניסוי.
(7 נקודות)

20א. הטיפול שנבדק במבחנה **ד** הוא טיפול בקרה. מהי החשיבות של טיפול הבקרה בניסוי זה?
להלן ארבע אפשרויות לתשובה. **הַעתיקו למחברת** רק את התשובה הנכונה.

- להוכיח שהציפה של הדסקית מושפעת גם מהימצאות מי חמצן בתמיסה.
- להוכיח שהציפה של הדסקית מושפעת גם מהימצאות השמרים.
- להוכיח שמשך זמן הציפה של הדסקית יכול להיות יותר מ־120 שניות.
- להוכיח שמשך זמן הציפה של הדיסקית מושפע מריכוז מי החמצן בתמיסה.

(3 נקודות)

20ב. בניסוי שערכתם בחלק ב יש טיפול בקרה **נוסף**. מהו טיפול הבקרה הנוסף?
מדוע חשוב לכלול גם אותו בניסוי זה?
(4 נקודות)

21א. צַיינו **שני** גורמים שנשמרו קבועים בניסוי שערכתם.
(2 נקודות)

21ב. בחרו ב**אחד** מן הגורמים שציינתם, והַסבירו מדוע חשוב **שדווקא** גורם זה יישמר קבוע בניסוי.
(4 נקודות)

22א. חלק ג – ניתוח תוצאות מחקר: התאמות של צמח היבלית לבית הגידול

בשטחים חקלאיים שמשקים אותם במי קולחין (מי שפכים שעברו טיהור) יש עלייה בריכוז המלחים בקרקע. גורם נוסף לעלייה בריכוז המלחים בקרקע הוא התאדות רבה של המים שבקרקע.

ריכוז גבוה של מלחים בקרקע הוא אחד הגורמים האביוטים המשפיעים על התפתחות צמחים.

חוקרים מצאו זנים של צמחי יבלית שמותאמים לתנאי מליחות, כלומר הם יכולים להתפתח בקרקעות שיש בהן ריכוז גבוה של מלחים. הבנה של מנגנוני ההתאמה של צמחים לתנאי מליחות בקרקע תסייע לפתח צמחים שיוכלו לגדול בתנאים אלה.

ניסוי 1:

החוקרים גידלו צמחי יבלית בני אותו גיל משני זנים – זן א' וזן ב' – בתמיסות שבהן ריכוזים שונים של המלח $NaC\ell$.

לאחר שלושה שבועות הם הכינו מיצויים מן הצמחים משני הזנים, ומדדו את הריכוז של מי החמצן (H_2O_2) במיצויים.

מי החמצן הם תוצר לוואי בתהליך הנשימה התאית, והם רעילים לתאים.

תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה 4 שלהלן.

טבלה 4

ריכוז המלח $NaC\ell$ בתמיסת הגידול (%)	ריכוז מי חמצן במיצוי – זן א' (יחידות יחסיות)	ריכוז מי חמצן במיצוי – זן ב' (יחידות יחסיות)
0	2.5	2.5
0.3	2.3	2.5
0.5	2.5	2.7
0.7	2.3	3.5
1.0	2.4	4.7

(1) איזה סוג של הצגה גרפית הוא המתאים ביותר לתיאור התוצאות המוצגות בטבלה 4 – גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נַמקו את התשובה.

(2) הַציגו **במחברת**, בדרך גרפית מתאימה, את תוצאות הניסוי שבטבלה 4.

(10 נקודות)

22ב. תארו את התוצאות של ניסוי 1 על פי ההצגה הגרפית.

(6 נקודות)

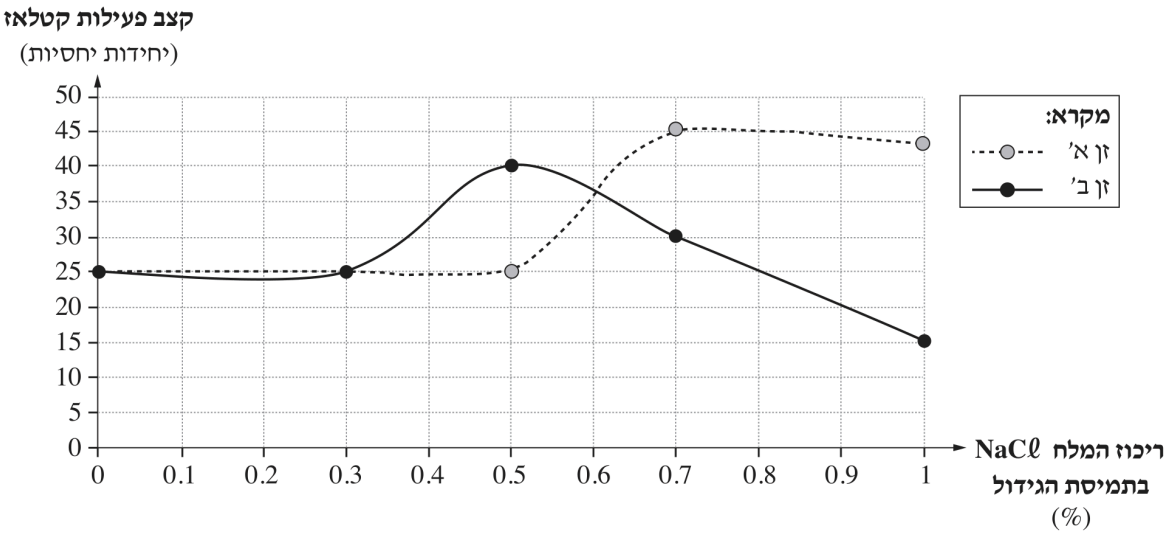
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

א23. ניסוי 2:

החוקרים בדקו את קצב הפעילות של האנזים קטלאז בשני הזנים של צמחי היבלית שהם גידלו.

תוצאות הניסוי מתוארות בגרף שלהלן.

השפעת ריכוזי מלח על קצב פעילות קטלאז בשני זנים של יבלית



היעזרו במידע המובא בתיאור ניסוי 1 בעמוד 10 ובתוצאות הניסויים 1-2 שערכו החוקרים, וקִבעו איזה זן יבלית - זן א' או זן ב' - מותאם לגדול בתנאי מליחות בריכוז 0.7% ומעלה, ואיזה זן אינו מותאם לתנאי מליחות כאלה.

(2 נקודות)

ב23. נַמקו את הקביעות בסעיף א בנוגע ל**כל אחד** משני הזנים, על פי תוצאות הניסויים 1-2 שערכו החוקרים.

(5 נקודות)

א24. היעזרו בתשובתכם על שאלה **19**, והַציעו סיבה **אחת** להבדל בין תוצאות הניסוי שערכתם בחלק ב ובין התוצאות שהתקבלו בנוגע לזן ה**מותאם** בניסוי 2 של החוקרים.

(4 נקודות)

ב24. **צַייְנו** השפעה נוספת של המלח המצוי בקרקע על צמחים, מלבד ההשפעה המצוינת בקטע "לידיעתכם 1" בעמוד 5. **הַסבירו** כיצד השפעה זו תשפיע על הצמחים.

(5 נקודות)

3. (100 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

בעיה 3

בבעיה זו תכירו את הפעילות של האנזים קטלאז מתאי צמחים שונים

השאלות בשאלון זה ממוספרות במספרים **25–36**. מספר הנקודות לכל שאלה רשום לימינה.

ענו על **כל** השאלות **במחברת**.

התרכובת H_2O_2 , "מי חמצן", מתפרקת בתנאים מסוימים למים ולחמצן על פי התגובה:

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

(משמאל לחץ - המגיב; מימין לחץ - התוצרים)

כאשר הגז חמצן משתחרר בסביבה מימית נוצרות בועות בתוך הנוזל, וכשהן מצטברות נוצר קצף על פני הנוזל.

חלק א - הכרת שיטה לבדיקת תהליך של פירוק מי חמצן

עֲטו את הכפפות והַרכיבו את משקפי המגן.

על השולחן:

- מבחנה המסומנת "קטלאז" ובה 1 מ"ל תמיסת האנזים קטלאז
- צלחת ובה רבע פרוסת קולרבי בשקית מסומנת "חלק א"
- כלי ובו מי סבון
- כלי המסומן "מי חמצן לחלק א" ובו תמיסת מי חמצן
- כלי ובו מים מזוקקים

א. באמצעות עט לרישום על זכוכית רִשמו "מים" על מבחנה ריקה.

- רִשמו "מים" על פיפטה של 1 מ"ל והַעבירו באמצעותה 1 מ"ל מים מזוקקים למבחנה המסומנת "מים".

ב. רִשמו "קולרבי" על מבחנה ריקה.

- באמצעות מגררת (פומפייה) רַסקו בזהירות חלק מפרוסת הקולרבי מעל הצלחת.
- הַעבירו מן הצלחת רבע כפית רֶסק למבחנה המסומנת "קולרבי".
- באמצעות הפיפטה המסומנת "מים" דחפו את הרסק לתחתית המבחנה.

שימו לב: בסעיף ג עליכם להוסיף תמיסת מי סבון למבחנות. כדי למנוע יצירת בועות סבון בזמן הוספת מי סבון למבחנות, יש להצמיד את קצה הפיפטה אל דופן המבחנה, ורק אז לשחרר באיטיות את מי הסבון.

ג. רִשמו "מי סבון" על פיפטה של 5 מ"ל, והוסיפו 4 מ"ל תמיסת מי סבון לכל אחת משלוש המבחנות המסומנות: קטלאז, קולרבי, מים.

הערות:

- הסבון יגרום להתייצבות של בועות הגז שייווצרו במהלך התגובה.
- תמיסת מי הסבון היא בריכוז נמוך, ואינה פוגעת בפעילות חלבונים.

ד. רִשמו "מי חמצן" על פיפטה של 1 מ"ל, והוסיפו באמצעותה 1 מ"ל מי חמצן לכל אחת משלוש המבחנות המסומנות. עשו זאת באותה דרך שבה הוספתם למבחנות את תמיסת מי הסבון, בסעיף ג.

רִשמו את השעה _____, והַמתינו כ־5 דקות.

בזמן ההמתנה ענו על שאלה **25**.

25א. הָכינו **במחברת** טבלה (טבלה 1) וסַכמו בה את מערך הבדיקה שערכתם בסעיפים א-ד. יש להוסיף לטבלה גם עמודה לרישום התוצאות.

(6 נקודות)

25ב. כִּתבו כותרות מתאימות לטבלה ולעמודות.

(3 נקודות)

26א. ה. כעבור כ־5 דקות מן השעה שרשמתם בסעיף ד בְּדקו אם נוצרות בועות בנוזל שבמבחנות או אם מצטבר עליו קצף, וסַמנו "+" או "–" במקומות המתאימים בטבלה ש**במחברת**.

ענו על שאלה **26**.

הַציעו הסבר לתוצאות שקיבלתם ב**כל אחת** משלוש המבחנות. בתשובתכם היעזרו בפתיח של חלק א.

(5 נקודות)

26ב. **שַׁערו** מה היו התוצאות במבחנה המסומנת "קולרבי", אִילו תמיסת מי החמצן שהוספתם הייתה בריכוז גבוה יותר. **הַסבירו** את התשובה.

(4 נקודות)

27. ו. הַעבירו את חתיכת הקולרבי שהשתמשתם בה, את שארית הרסק ואת שלוש המבחנות שהשתמשתם בהן לכלי הפסולת.

חלק ב – ניסוי: בדיקת פעילות של האנזים קטלאז בקולרבי

שלב ב1 – הכנת תמיסות מלח בריכוזים שונים

על השולחן שלוש כוסות קטנות, כלי ובו תמיסת מלח נתרן כלורי ($NaC\ell$) בריכוז 4% ופרוסת קולרבי בשקית המסומנת "קולרבי חלק ב".

ז. סַמנו את הכוסות: 1, 2, 3.

- על השולחן שתי פיפטות של 10 מ"ל. רִשמו על פיפטה אחת "תמיסת מלח", ועל האחרת – "מים".
- באמצעות הפיפטות המתאימות הַעבירו לכוסות 1–3 מים מזוקקים ותמיסת מלח בריכוז 4%, לפי הפירוט בטבלה 2.

טבלה 2

הכוס	נפח מים מזוקקים (מ"ל)	נפח תמיסת מלח בריכוז 4% (מ"ל)	ריכוז סופי של תמיסת מלח (%)
1	20	-	
2	10	10	
3	-	20	

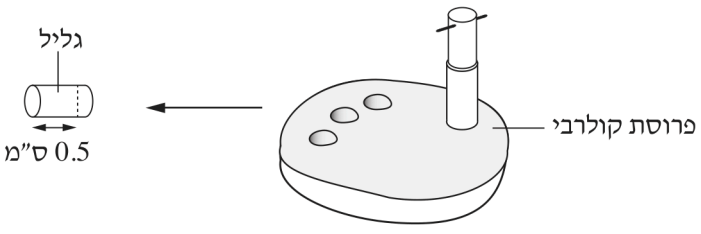
שלב ב2 – הכנת גלילי קולרבי

ח. על השולחן קודח פקקים ומטוש.

- הניחו את פרוסת הקולרבי כשצידה הרחב מונח על גבי מגבת נייר.
- יש להכין 12 גלילים של קולרבי באמצעות קודח הפקקים. עשו זאת כך:

נעצו בפרוסת הקולרבי את החלק הרחב של קודח הפקקים בניצב לפרוסה, כמתואר באיור 1א, ושִלפו אותו מן הפרוסה. לאחר מכן חִלצו את הגליל שנוצר בתוכו, באמצעות החלק הפנימי של קודח הפקקים (או המטוש).

איור 1 (איור 1א: הכנת גלילי קולרבי; איור 1ב: חיתוך הגליל)



איור 1א: הכנת גלילי קולרבי **איור 1ב: חיתוך הגליל**

- הניחו את גליל הקולרבי על מגבת נייר.
- חִזרו על פעולות אלה עד שיהיו ברשותכם 12 גלילים.

הערה: אם באחד הגלילים יש פגמים, הכינו גליל חדש.

ט. מגלילי הקולרבי שהכנתם יש להכין 12 גלילים שאורכם 0.5 ס"מ. עשו זאת כך:

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

- היעזרו בסרגל, וחתכו באמצעות סכין את הקצוות של גליל קולרבי, כדי שאורכו יהיה 0.5 ס"מ (ראו איור 2ב).
- חִזרו על פעולה זו בשאר הגלילים, עד שיהיו ברשותכם 12 גלילים באורך 0.5 ס"מ.
- הַשליכו את שאריות הגלילים ואת הפרוסה לכלי הפסולת.

י. על השולחן כוס מים המסומנת "מי שטיפה".

באמצעות כפית הַעבירו את כל הגלילים לכוס מי השטיפה, וערבבו קלות את המים והגלילים שבתוכם.

- הוציאו את הגלילים והניחו אותם על מגבת נייר.
- באמצעות הכפית הַעבירו 4 גלילי קולרבי ל**כל אחת** מן הכוסות 1–3.
- רִשמו את השעה _____, והַמתינו 10 דקות לפחות.

בזמן ההמתנה קראו את הקטע "לידיעתכם 1", וענו על שאלה **27**.

לידיעתכם 1:

בתמיסה מימית המלח נתרן כלורי ($\mathrm{NaC}\ell$) מתפרק ליונים. יוני הנתרן חודרים לתאים ומשפיעים על המבנה המרחבי של החלבונים.

ענו על שאלה **27**.

חַשבו את הריכוזים הסופיים של תמיסות המלח ב**כל אחת** מן הכוסות 1–3, ורִשמו את תוצאות החישובים במקומות המתאימים בטבלה 2 שבעמוד 3 בשאלון.

שימו לב: ריכוז תמיסת המלח שהשתמשתם בה הוא 4%.

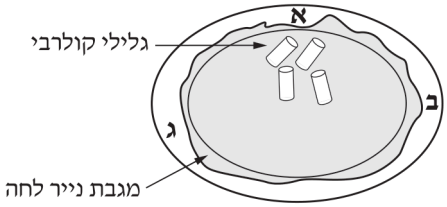
(2 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

28א. יא. על השולחן צלחת מרופדת במגבת נייר לחה ובשולֵי הצלחת מסומנים האזורים א, ב, ג.

- כעבור 10 דקות מן השעה שרשמתם בסעיף י, הוציאו באמצעות הכפית את גלילי הקולרבי מכוס **1** והניחו אותם באזור **א** בצלחת המרופדת (ראו איור 2).

איור 2: הנחת גלילי קולרבי בצלחת המרופדת



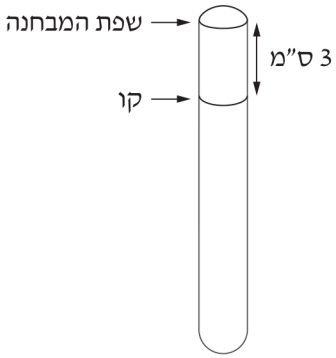
- באותה דרך הוציאו את הגלילים מכוסות **2**, **3** והניחו אותם באזורים **ב**, **ג** שבצלחת, בהתאמה.

שלב ב3 – בדיקת פעילות האנזים קטלאז בקולרבי

יב. סַמנו שלוש מבחנות ריקות: א, ב, ג. מבחנות אלה ישמשו "מבחנות בדיקה".

- היעזרו בסרגל, וסַמנו קו במרחק 3 ס"מ מן השפה של כל אחת מן המבחנות **א–ג** (ראו איור 3).

איור 3: מבחנת בדיקה



בַּקשו מן הבוחן או הבוחנת תמיסת מי חמצן המסומנת "מי חמצן לחלק ב".

- מִזגו מי חמצן ל**כל אחת** מן המבחנות **א–ג** עד לקו המסומן עליהן. עשו זאת מעל כלי הפסולת.

יג. הַעתיקו מטבלה 2 את ריכוזי המלח בתמיסות שבהן הושרו גלילי הקולרבי לעמודה המתאימה ב**טבלת עזר** (עמוד 7).

שימו לב: בסעיפים יד–טו יש להניח גלילי קולרבי על פני הנוזל במבחנות הבדיקה. בכמה מן המקרים הגליל ישקע ואחר כך יצוף שוב על פני הנוזל. יש למדוד את משך הזמן (בשניות) מרגע הכנסת הגליל למבחנה עד שהגליל יצוף שוב על פני הנוזל. את התוצאות יש לרשום ב**טבלת העזר**.

- בכל אחת מן המבחנות יש לערוך שלוש מדידות.
- כדי להקל עליכם את חישוב הזמנים הקפידו להכניס כל גליל לנוזל, על פי ההוראות שבהמשך, כאשר השעון מורה על דקה **שלמה**. לדוגמה: 10:05:00 (שעה : דקות : שניות).

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

לידיעתכם 2:

גלילי הקולרבי צפים בגלל שחרור של בועות גז.

בסעיפים יד-טו יש לעבוד **במהירות וביעילות. יש לקרוא את ההוראות בסעיפים אלה ואת ההערות שאחריהן, ורק אחר כך לבצע אותן.**

יד. באמצעות כפית הַעבירו גליל קולרבי **אחד** מאזור **א** שבצלחת למבחנת בדיקה **א** המכילה מי חמצן.

- רִשמו **מייד** את השעה המדויקת (דקות ושניות) בטבלת העזר, בעמודה "זמן התחלה" של מדידה I במבחנה א.

שימו לב: אם הגליל לא שקע, היעזרו במטוש כדי לדחוף בעדינות את הגליל לתוך הנוזל.

טו. עקבו אחר תנועת הגליל במבחנה, ומדדו את הזמן מרגע הכנסת הגליל לנוזל שבמבחנה עד שהוא צף שוב על פני הנוזל. זמן זה ייקרא **משך זמן הציפה**.

- רִשמו את השעה המדויקת שבה הגיע הגליל לפני הנוזל בטבלת העזר, בעמודה "זמן סיום" של מדידה I.
- בסיום המדידה הוציאו את הגליל ממבחנה **א** באמצעות המלקטת (פינצטה) שעל השולחן, והַשליכו אותו לכלי הפסולת.
- נַגבו את הכפית ואת קצה המלקטת במגבת נייר.

הערות:

- גם אם הגליל לא שקע עד תחתית המבחנה, יש למדוד את הזמן שעבר מרגע הכנסתו לתוך המבחנה עד שהוא צף שוב על פני הנוזל.
- אם הגליל לא שקע כלל (אף שניסיתם לדחוף אותו) - רִשמו בעמודת משך זמן הציפה: 0 שניות.
- אם כעבור 2 דקות (120 שניות) הגליל נשאר בתחתית המבחנה - הַפסיקו את המדידה ורִשמו בטבלת העזר "לא צף". אם הגליל לא צף בשתי המדידות הראשונות - אל תמדדו פעם נוספת.
- אם הגליל נשאר בתחתית המבחנה - אין צורך להוציא אותו.

טבלת עזר - משך זמן הציפה של הגליל

מבחנת הבדיקה	ריכוז תמיסת המלח שבה הושרו גלילי הקולרבי (%)	מי חמצן במבחנת הבדיקה	מדידה I: זמן התחלה	מדידה I: זמן סיום	מדידה I: משך זמן הציפה (שניות)	מדידה II: זמן התחלה	מדידה II: זמן סיום	מדידה II: משך זמן הציפה (שניות)	מדידה III: זמן התחלה	מדידה III: זמן סיום	ר (ש
א		+									
ב		+									
ג		+									

טז. חִזרו על ההוראות בסעיפים יד-טו עם גליל קולרבי נוסף מאזור **א**, ורִשמו בטבלת העזר את זמן ההתחלה ואת זמן הסיום של המדידה (מדידה II).

- חִזרו על ההוראות בסעיפים יד-טו עם גליל קולרבי נוסף מאזור **א** (מדידה III).

יז. חִזרו על ההוראות בסעיפים יד-טז עם גלילי קולרבי מאזור **ב** שבצלחת ועם מבחנת בדיקה **ב**.

- חִזרו על ההוראות בסעיפים יד-טז עם גלילי קולרבי מאזור **ג** שבצלחת ועם מבחנת בדיקה **ג**.

בהמשך הבחינה אין צורך בכפפות ובמשקפי מגן, לכן הָסירו אותם כעת.

יח. חַשבו את משך זמן הציפה של גליל הקולרבי בשניות: ההפרש בין זמן ההתחלה לזמן הסיום ב**כל אחת** מן המדידות I–III בכל המבחנות.

- רִשמו את תוצאות החישובים במקומות המתאימים בעמודות "משך זמן הציפה" בטבלת העזר.

יט. הַעתיקו **למחברת** את טבלה 3 שלהלן. לנוחותכם תוכלו לסרטט את הטבלה במחברת לרוחב העמוד.

- הַעתיקו לעמודות C, B, A בטבלה 3 ש**במחברת** את הנתונים שנרשמו בעמודות המתאימות בטבלת העזר.

טבלה 3

מבחנת הבדיקה	A: ריכוז תמיסת המלח שבה הושרו גלילי הקולרבי (%)	B: מי חמצן במבחנת הבדיקה	C – תוצאות: משך זמן הציפה של הגליל (שניות), מדידה I	C: מדידה II	C: מדידה III	תוצאות החישוב: ממוצע משך זמן הציפה (שניות)
א						
ב						
ג						

ענו על השאלות **28–33**.

חַשבו את **ממוצע** משך זמן הציפה של שלוש המדידות I–III בכל אחת מן המבחנות. רִשמו את תוצאות החישובים במקומות המתאימים בטבלה 3 ש**במחברת**.

- אם יש מדידות שבהן הגליל לא צף שוב על פני הנוזל – אל תכללו את תוצאותיהן בחישוב הממוצע.
- אם בכל המדידות במבחנת בדיקה מסוימת שום גליל לא צף שוב על פני הנוזל – רִשמו את תוצאת החישוב: "לא צף".

(8 נקודות)

28ב. בכל אחת מן המבחנות א–ג ערכתם שלוש מדידות.

הַסבירו מדוע חשוב לבצע חזרות בניסוי זה.

(5 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

29א. כִּתבו כותרת לטבלה 3 ש**במחברת**.

(3 נקודות)

29ב. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שערכתם בחלק ב?

(3 נקודות)

30א. מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכתם בחלק ב?

(3 נקודות)

30ב. הַסבירו מדוע מדידת משך זמן הציפה של הגליל היא דרך מתאימה למדידת המשתנה התלוי.

(5 נקודות)

31. היעזרו במידע שבקטע "לידיעתכם 1" בעמוד 4, והַציעו הסבר לתוצאות הניסוי.

(6 נקודות)

32א. בניסוי שערכתם בחלק ב יש טיפול בקרה. מהו טיפול הבקרה? מדוע חשוב לכלול אותו בניסוי זה?

(4 נקודות)

32ב. תלמיד הציע להוסיף טיפול בקרה לַניסוי. בטיפול זה, במבחנת בדיקה ד יש מים מזוקקים ולא מי חמצן. מכניסים למבחנת הבדיקה גליל קולרבי שהושרה במים מזוקקים (כמו בכוס 1).

שַערו אם במבחנה זו הגליל ישקע או יצוף. הסבירו את התשובה.

(2 נקודות)

32ג. מהי החשיבות של טיפול הבקרה שהתלמיד הציע?

להלן ארבע אפשרויות לתשובה. **הַעתיקו למחברת** רק את התשובה הנכונה.

- להוכיח שמשך זמן הציפה של גליל הקולרבי יכול להיות יותר מ־120 שניות.
- להוכיח שהציפה של גליל הקולרבי מושפעת גם מהימצאות האנזים קטלאז.
- להוכיח שמשך זמן הציפה של גליל הקולרבי מושפע מגודלו.
- להוכיח שהציפה של גליל הקולרבי מושפעת גם מהימצאות מי חמצן בתמיסה.

(3 נקודות)

33א. צַיינו **שני** גורמים שנשמרו קבועים בניסוי שערכתם.

(2 נקודות)

33ב. בחרו ב**אחד** מן הגורמים שציינתם, והַסבירו מדוע חשוב **שדווקא** גורם זה יישמר קבוע בניסוי.

(4 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

34א. חלק ג – ניתוח תוצאות מחקר: התאמות של צמח היבלית לבית הגידול

בשטחים חקלאיים שמשקים אותם במי קולחין (מי שפכים שעברו טיהור) יש עלייה בריכוז המלחים בקרקע. גורם נוסף לעלייה בריכוז המלחים בקרקע הוא התאדות רבה של המים שבקרקע.

ריכוז גבוה של מלחים בקרקע הוא אחד הגורמים האביוטים המשפיעים על התפתחות צמחים.

חוקרים מצאו זנים של צמחי יבלית שמותאמים לתנאי מליחות, כלומר הם יכולים להתפתח בקרקעות שיש בהן ריכוז גבוה של מלחים. הבנה של מנגנוני ההתאמה של צמחים לתנאי מליחות בקרקע תסייע לפתח צמחים שיוכלו לגדול בתנאים אלה.

ניסוי 1:

החוקרים גידלו צמחי יבלית בני אותו גיל משני זנים – זן א' וזן ב' – בתמיסות שבהן ריכוזים שונים של המלח $NaCl$.

לאחר שלושה שבועות הם הכינו מיצויים מן הצמחים משני הזנים, ומדדו את הריכוז של מי החמצן (H_2O_2) במיצויים.

מי החמצן הם תוצר לוואי בתהליך הנשימה התאית, והם רעילים לתאים.

תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה 4 שלהלן.

טבלה 4

ריכוז המלח NaCl בתמיסת הגידול (%)	ריכוז מי חמצן במיצוי – זן א' (יחידות יחסיות)	ריכוז מי חמצן במיצוי – זן ב' (יחידות יחסיות)
0	2.5	2.5
0.3	2.3	2.5
0.5	2.5	2.7
0.7	2.3	3.5
1.0	2.4	4.7

(1) איזה סוג של הצגה גרפית הוא המתאים ביותר לתיאור התוצאות המוצגות בטבלה 4 – גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נַמקו את התשובה.

(2) הַציגו **במחברת**, בדרך גרפית מתאימה, את תוצאות הניסוי שבטבלה 4.

(10 נקודות)

34ב. תארו את התוצאות של ניסוי 1 על פי ההצגה הגרפית.

(6 נקודות)

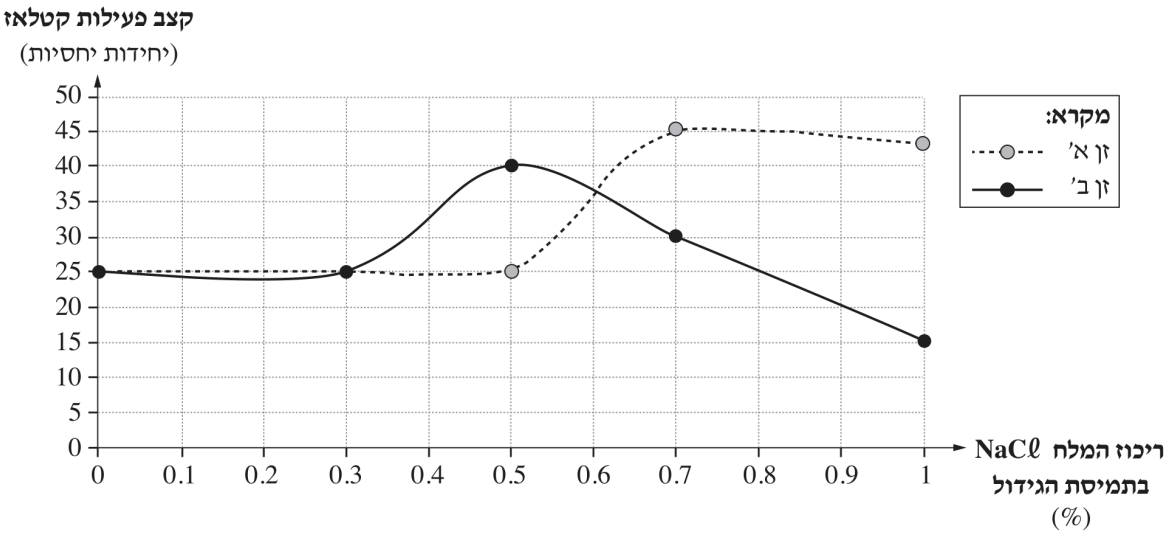
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

35א. ניסוי 2:

החוקרים בדקו את קצב הפעילות של האנזים קטלאז בשני הזנים של צמחי היבלית שהם גידלו.

תוצאות הניסוי מתוארות בגרף שלהלן.

השפעת ריכוזי מלח על קצב פעילות קטלאז בשני זנים של יבלית



היעזרו במידע המובא בתיאור ניסוי 1 בעמוד 10 ובתוצאות הניסויים 1-2 שערכו החוקרים, וקִבעו איזה זן יבלית - זן א' או זן ב' - מותאם לגדול בתנאי מליחות בריכוז 0.7% ומעלה, ואיזה זן אינו מותאם לתנאי מליחות כאלה.

(2 נקודות)

35ב. נַמקו את הקביעות בסעיף א בנוגע ל**כל אחד** משני הזנים, על פי תוצאות הניסויים 1-2 שערכו החוקרים.

(5 נקודות)

36א. היעזרו בתשובתכם על שאלה **31**, והַציעו סיבה **אחת** להבדל בין תוצאות הניסוי שערכתם בחלק ב ובין התוצאות שהתקבלו בנוגע לזן ה**מותאם** בניסוי 2 של החוקרים.

(4 נקודות)

36ב. **צַיינו** השפעה נוספת של המלח המצוי בקרקע על צמחים, מלבד ההשפעה המצוינת בקטע "לידיעתכם 1" בעמוד 4. **הַסבירו** כיצד השפעה זו תשפיע על הצמחים.

(5 נקודות)

4. (100 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

בעיה 4

בבעיה זו תעסקו בתהליכים ביולוגיים המתרחשים בפקעת תפוח אדמה ובעלים.

השאלות בשאלון זה ממוספרות במספרים **37–48**. מספר הנקודות לכל שאלה רשום לימינה.

ענו על **כל** השאלות **במחברת**.

לבעיה זו מצורף **נספח** – טבלת צבעים:

נספח: טבלת צבעים של כמויות שונות של עמילן בנוכחות יוד

הצבע						
כמות יחסית של עמילן (יחידות שרירותיות)	0	1	2	3	4	5

(הצבעים מצהוב בהיר (0) דרך צהוב, צהוב־חום וחום ועד חום כהה מאוד (5); כמות יחסית של עמילן ביחידות שרירותיות: 0, 1, 2, 3, 4, 5.)

חלק א – בדיקת הימצאות עמילן ברסק ובתסנין מתפוח אדמה

הכנת תסנין בשני שלבים

א. על השולחן תפוח אדמה, כלי המסומן "רֶסק", מגררת (פומפייה), צלחת, סכין (או קולפן), כף, משפך, פיסת גזה, נייר סינון מקופל.

- באמצעות סכין (או קולפן) קִלפו את תפוח האדמה, והַשליכו את הקליפות לכלי פסולת.
- באמצעות המגררת (פומפייה) גררו את תפוח האדמה אל תוך הצלחת.

ב. הַעבירו לכלי המסומן "רסק" 3 כפות גדושות מן הרסק, והוסיפו לכלי את כל הנוזלים שבצלחת.

- באמצעות פיפטה של 10 מ"ל הוסיפו לכלי 15 מ"ל מים מן הכלי המסומן "מים מזוקקים".
- בעזרת הכף עָרבבו את תכולת הכלי.

ג. באמצעות עט לסימון על זכוכית סַמנו מבחנה רגילה: "תסנין א", ומבחנה קצרה – "תסנין ב".

- היעזרו בסרגל וסמנו קו על המבחנה "תסנין **ב**", בגובה 1 ס"מ **מתחתית** המבחנה.
- הציבו משפך במבחנה "תסנין **א**", וַרפדו את המשפך בפיסת הגזה.
- באמצעות הכף הַעבירו את הרסק שבכלי אל המשפך המרופד בגזה. אם נותר נוזל בכלי, שפכו גם אותו למשפך.

אין לסחוט את הגזה עם הרסק.

- הַמתינו כ־3 דקות, עד שהנוזלים יסתננו אל המבחנה, ויצטבר משקע לבן בתחתית המבחנה.

ד. הַעבירו את הגזה ואת הרסק שבה לצלחת.

- לרשותכם כלי המסומן "מים לשטיפה". הוציאו את המשפך מן המבחנה ושִטפו אותו במים מעל כלי הפסולת. נַגבו את המשפך במגבת נייר.

ה. הציבו את המשפך במבחנה "תסנין ב", ורפדו את המשפך בנייר הסינון המקופל.

ו. יש למזוג **את רוב הנוזל** (בלי המשקע הלבן) מן המבחנה "תסנין א" אל המשפך. עשו זאת כך:

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

מִזגו את רוב הנוזל ממבחנה "תסנין א" **בלי לטלטל** את המבחנה, **ובלי לשפוך** את המשקע שבתחתית המבחנה, אל מרכז נייר הסינון במשפך שבמבחנה "תסנין ב".

במבחנה "תסנין א" יישארו מעט נוזל ומשקע.

- הַמתינו עד שהנוזלים יסתננו אל המבחנה וגובה התסנין יגיע לקו הסימון (או מעבר לו).

בזמן ההמתנה בַּצעו את ההנחיות בסעיפים ז-ח.

בדיקת הימצאות עמילן ברסק, בתסנין א ובתסנין ב

ז. על השולחן בקבוקון עם טפי ובו תמיסת יוד.

הוסיפו טיפה אחת של תמיסת יוד לשאריות הרסק של תפוח האדמה שבצלחת.

ח. לרשותכם פיפטה של 1 מ"ל עם פרופיפטה מתאימה וזכוכית נושאת.

סמנו את הפיפטה "א".

- רִשמו "א" בקצה אחד של הזכוכית הנושאת, ובקצה האחר רִשמו "ב". הָניחו את הזכוכית על מגבת נייר שעל השולחן.
- טלטלו מעט את מבחנה "תסנין א", ובאמצעות פיפטה "א" הַעבירו טיפה אחת של תסנין מן המבחנה אל קצה "א" של הזכוכית הנושאת.
- הוסיפו טיפה אחת של תמיסת יוד לטיפת התסנין שעל הזכוכית הנושאת.

ט. על השולחן פיפטת פסטר, סמנו אותה "ב".

כאשר גובה הנוזל במבחנה "תסנין ב" יגיע עד קו הסימון (או מעבר לו), הוציאו את המשפך עם נייר הסינון והַעבירו אותם לכלי הפסולת.

- אם כל הנוזל הסתנן אך הוא לא הגיע לקו הסימון - פנו לבוחן או לבוחנת.
- באמצעות פיפטת פסטר "ב" הַעבירו טיפה אחת ממבחנה "תסנין ב" לקצה "ב" של הזכוכית הנושאת.
- הוסיפו טיפה אחת של תמיסת יוד לטיפת תסנין ב שעל הזכוכית הנושאת.
- פנו לבוחן או לבוחנת אם הצבע שהתקבל בטיפת תסנין ב הוא חום כהה או צהוב מנוקד בגרגרים שחורים.

לידיעתכם: הצבע של תמיסת יוד הוא צהוב־כתום.

בתגובה בין עמילן לבין יוד צבע התמיסה משתנה לכחול כהה או לשחור או לחום כהה.

ענו על שאלה **37**.

37א. הַעתיקו את טבלה 1 למחברת.

- רִשמו בטבלה ש**במחברת** את הצבע שהתקבל בכל אחת מן הדגימות שהוספתם להן תמיסת יוד.
- קִבעו על פי המידע שבקטע "לידיעתכם" אם יש עמילן ב**כל אחת** מן הדגימות, וסמנו זאת במקומות המתאימים בטבלה.

טבלה 1

הדגימה הנבדקת	הצבע לאחר הוספת יוד	הימצאות עמילן (יש/אין)
רסק		
טיפת תסנין א		
טיפת תסנין ב		

(5 נקודות)

37ב. קִבעו אם העמילן שברסק עבר דרך נייר הסינון שבמשפך. בססו את הקביעה על התוצאות שבטבלה 1.

הערה: אם הכנתם "תסנין ב" חדש על פי הנחיית הבוחן או הבוחנת, כִּתבו בטבלה את התוצאה בנוגע לתסנין זה.

(2 נקודות)

38א. חלק ב – תהליך היווצרות עמילן מגלוקוז פוספט, המתרחש בתסנין מתפוח אדמה

במהלך ריסוק תפוח האדמה נפגעו קרומי התאים וקרומי האברונים שבהם, ולכן בתסנין שהתקבל יש גם אנזימים שהיו בתאים ובאברונים.

גלוקוז פוספט הוא גלוקוז שאליו קשורה קבוצת פוספט (זרחה).

י. לרשותכם לוח שקעים. הָניחו את הלוח על השולחן, כמודגם בטבלה 2 שלהלן.

- בשוליים העליונים של הלוח סמנו "2 דקות" ו־"10 דקות" בראש שתי עמודות שקעים צמודות, כמודגם בטבלה 2.
- בשוליים הימניים של הלוח סמנו את האותיות: **א, ב, ג, ד**, כמודגם בטבלה 2.

טבלה 2 (לוח השקעים)

שורה (טיפולים)	עמודה "2 דקות"	עמודה "10 דקות"
א	◯ כמות יחסית של עמילן: ____	◯ כמות יחסית של עמילן: ____
ב	◯ כמות יחסית של עמילן: ____	◯ כמות יחסית של עמילן: ____
ג	◯ כמות יחסית של עמילן: ____	◯ כמות יחסית של עמילן: ____
ד	◯ כמות יחסית של עמילן: ____	◯ כמות יחסית של עמילן: ____

שימו לב:

- בניסוי זה ארבעה טיפולים. כל אחת מן השורות א-ד בלוח השקעים מיועדת לטיפול אחר.

את התוצאה של כל טיפול תבדקו בלוח השקעים בכל אחד מפרקי הזמן הרשומים בעמודות: 2 דקות ו־10 דקות מתחילת הניסוי.

- בניסוי שתערכו על פי ההנחיות תשתמשו בנפח קטן של חומרים (טיפות). את הטיפות יש לטפטף לשקעים שבלוח.
- יש להקפיד על טפטוף מדויק.

יא. באמצעות פיפטת פסטר "ב" טפטפו טיפות של "תסנין ב" (מן המבחנה הקצרה) על פי ההנחיות האלה:

- טפטפו **3** טיפות לכל אחד משני השקעים בשורה **א**.
- טפטפו **2** טיפות לכל אחד משני השקעים בשורה **ב**.
- טפטפו **1** טיפה לכל אחד משני השקעים בשורה **ג**.

לשני השקעים בשורה **ד אל תוסיפו** תסנין.

יב. סמנו פיפטת פסטר "מים". באמצעות הפיפטה טפטפו טיפות מים מזוקקים על פי ההנחיות האלה:

שימו לב: אין לטפטף מים לשקעים בשורה **א**.

- טפטפו **1** טיפה לכל אחד משני השקעים בשורה **ב**.
- טפטפו **2** טיפות לכל אחד משני השקעים בשורה **ג**.
- טפטפו **3** טיפות לכל אחד משני השקעים בשורה **ד**.

בסעיפים יג–טו יש לעבוד במהירות. קִראו את ההוראות בסעיפים אלה, ורק אחר כך בַּצעו אותן.

יג. סמנו פיפטת פסטר "גלוקוז פוספט".

- באמצעות הפיפטה טפטפו 2 טיפות של גלוקוז פוספט לכל אחד מארבעת השקעים בעמודה "2 דקות", ולכל אחד מארבעת השקעים בעמודה "10 דקות".

שימו לב: הניסוי החל מייד עם סיום הוספת גלוקוז פוספט.

- רִשמו את השעה: _____ . יש להמתין 2 דקות. בזמן ההמתנה בַּצעו את סעיף יד.

יד. על השולחן קיסמי עץ קטנים.

באמצעות אחד הקיסמים עַרבבו בזהירות את התמיסות בשני השקעים בשורה א. הַשליכו את הקיסם לכלי הפסולת.

- חִזרו על פעולת הערבוב בשורות ב, ג, ד באמצעות קיסמים, בכל שורה השתמשו בקיסם **אחר**.

הַשליכו את הקיסמים לכלי הפסולת.

טו. לאחר שעברו 2 דקות מן השעה שרשמתם בסעיף יג, טפטפו טיפה אחת של תמיסת יוד לכל אחד מן השקעים בעמודה "2 דקות" (שורות א, ב, ג, ד).

- עַרבבו את הנוזל בכל אחד מן השקעים בעמודה "2 דקות" באמצעות קיסם **אחר** לכל שקע.
- הַשליכו את הקיסמים לכלי הפסולת.

טז. לרשותכם טבלת צבעים (ראו נספח) המתארת את הקשר בין צבע הנוזל שהתקבל בשקע לבין הכמות היחסית של עמילן שנוצר בו. לכל צבע נקבע מספר.

- היעזרו בטבלת הצבעים, וקבעו את הכמות היחסית של עמילן שנוצר בכל אחד מן השקעים שבעמודה "2 דקות".

רִשמו בטבלה 2 שבעמוד 4 בשאלון את המספר המתאים לצבע שבשקע.

הערה: אם התקבל צבע ביניים שאינו מופיע בטבלת הצבעים, תוכלו לרשום את הכמות היחסית של העמילן במספר לא שלם (לדוגמה: 3.5).

יז. לאחר שעברו 10 דקות מן השעה שרשמתם בסעיף יג, טפטפו טיפה אחת של תמיסת יוד לכל אחד מן השקעים בעמודה "10 דקות".

- עַרבבו את הנוזל בכל אחד מן השקעים בעמודה "10 דקות" באמצעות קיסם **אחר** לכל שקע.
- חִזרו על ההוראות בסעיף טז ורִשמו בטבלה 2 (בעמוד 4) את הכמות היחסית של העמילן בכל אחד מן השקעים שבעמודה "10 דקות".

הערה: עם הזמן עשויים לחול שינויים בצבעים של התמיסות שבשקעים. יש להתעלם משינויים אלה.

ענו על השאלות **38–45**.

הכינו במחברת טבלה וסַכמו בה את מערך הניסוי שערכתם בסעיפים יא–יז.

- הוסיפו לטבלה עמודה **אחת** לרישום התוצאות של כמות יחסית של עמילן לאחר 10 דקות.

העתיקו לעמודה זו רק את התוצאות של העמודה "10 דקות" מטבלה 2 שבעמוד 4.

(8 נקודות)

38ב. הוסיפו כותרות מתאימות לעמודות בטבלה ש**במחברת**.

הוסיפו כותרת מתאימה לטבלה.

(3 נקודות)

39א. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי, על פי הטבלה ש**במחברת**?

(2 נקודות)

39ב. כיצד שיניתם את המשתנה הבלתי תלוי?

(2 נקודות)

40א. מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכתם בחלק ב?

(3 נקודות)

40ב. הַסבירו מדוע שיטת המדידה שהשתמשתם בה בניסוי זה מתאימה למדידת המשתנה התלוי.

(5 נקודות)

41. הַסבירו את תוצאות הניסוי בטיפולים (שורות) א-ד, שסיכמתם בטבלה ש**במחברת**.

(8 נקודות)

42א. בטבלה 2 (בעמוד 4) רשמתם את תוצאות המדידה שערכתם לאחר 2 דקות ולאחר 10 דקות.

בחרו אחת מן השורות א **או** ב, והַסבירו מדוע יש הבדל בין התוצאה שהתקבלה לאחר 2 דקות לבין התוצאה שהתקבלה לאחר 10 דקות.

(4 נקודות)

42ב. הַסבירו מדוע היה חשוב לוודא כבר בתחילת הניסוי (סעיף ט) שהתסנין שהשתמשתם בו בניסוי (תסנין ב) אינו מכיל עמילן.

(4 נקודות)

43א. בכל אחד מן השקעים בניסוי הנפח הכולל של הנוזלים נשמר קבוע - אותו הנפח בכל השקעים.

הַסבירו כיצד נשמר נפח כולל קבוע של נוזלים בכל השקעים.

(3 נקודות)

43ב. לשם מה חשוב לשמור על נפח כולל קבוע של נוזלים בכל השקעים?

להלן ארבע אפשרויות לתשובה. **הַעתיקו למחברת** רק את התשובה הנכונה.

- כדי שהריכוז ההתחלתי של התסנין יישמר קבוע בכל הטיפולים.
- כדי שהריכוז ההתחלתי של גלוקוז פוספט יישמר קבוע בכל הטיפולים.
- כדי שנפח האנזים יישמר קבוע בכל הטיפולים.
- כדי שמשך הזמן עד לסיום התגובה יהיה זהה בכל הטיפולים.

(3 נקודות)

44א. ריכוז תמיסת גלוקוז פוספט שהשתמשתם בה הוא 0.5%.

תלמיד הוסיף 4 מ"ל מים ל־1 מ"ל תמיסת גלוקוז פוספט בריכוז 0.5%.

חַשבו מהו ריכוז התמיסה שהתקבלה. פָּרטו את החישוב.

(3 נקודות)

ב44. התלמיד חזר על הניסוי שערכתם בחלק ב והשתמש בתמיסת גלוקוז פוספט שהכין כמתואר בסעיף א.

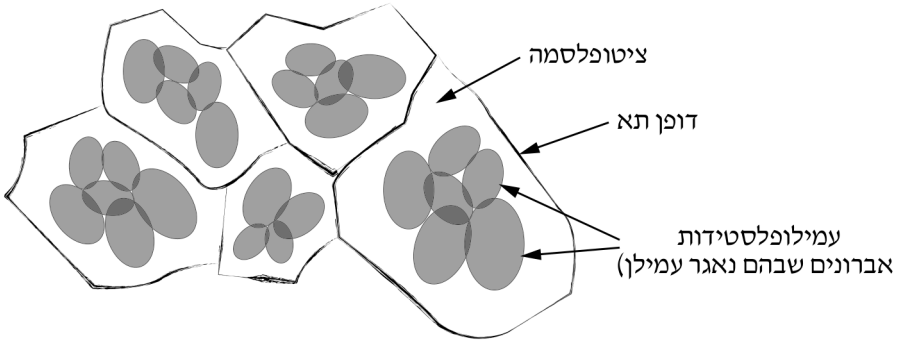
שַׂערו אם התוצאה שקיבל בשורה **א** לאחר 10 דקות הייתה גבוהה או נמוכה מן התוצאה שקיבלתם בטיפול זה או שווה לה. נַמקו את השערתכם.

(4 נקודות)

א45. פקעת היא איבר תת־קרקעי של הצמח, שבו נאגרים חומרי תשמורת.

להלן איור של תאים מפקעת תפוח אדמה לאחר צביעה ביוד, כפי שנראים במיקרוסקופ.

איור 1: תאים מפקעת תפוח אדמה לאחר צביעה ביוד



לפי איור 1, אפשר לראות שהעמילן בתאי פקעת תפוח אדמה נאגר בעמילופלסטידות שהם אברונים תוך־תאיים.

אברונים תוך־תאיים בתאים אאוקריוטים מוקפים בקרום. צַיינו מאפיין **אחד** של הקרום, המשותף לאברונים האלה.

(3 נקודות)

ב45. להלן שני תיאורים, I, II, בנוגע למקום יצירת עמילן בתאים. קִבעו איזה מהם נכון.

נַמקו את קביעתכם. תוכלו להיעזר באיור.

- I. עמילן נוצר ב**ציטופלסמה** מגלוקוז פוספט בתהליך המזורז על ידי אנזים. העמילן חודר לעמילופלסטידות ונאגר בהן.
- II. גלוקוז פוספט חודר לעמילופלסטידות. עמילן נוצר ב**עמילופלסטידות** מגלוקוז פוספט בתהליך המזורז על ידי אנזים, ונאגר בהן.

(5 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

46א. חלק ג – ניתוח תוצאות ניסוי: השפעת הטמפרטורה על תהליך הפוטוסינתזה

העמילן שנוצר בפקעות תפוח אדמה מקורו במולקולות גלוקוז שנוצרו בתהליך הפוטוסינתזה בחלקי הצמח הירוקים.

בשנים האחרונות נמדדת עלייה בטמפרטורת האוויר הממוצעת בעולם (למשל בעקבות שימוש הולך וגובר בדלק ובפחם). חוקרים רבים בודקים את ההשפעה של עלייה זו על תהליך הפוטוסינתזה בצמחים.

בתהליך הפוטוסינתזה יש שני שלבים עיקריים התלויים זה בזה: בשלב הראשון אנרגיית האור מנוצלת להפקת אנרגייה כימית. אנרגייה זו מנוצלת בשלב השני שבו מתרחש קיבוע CO_2 (פחמן דו־חמצני), כלומר CO_2 שנקלט מן הסביבה נקשר לתרכובת אורגנית. בהמשך נוצר גלוקוז בעלים.

אחת הדרכים למדידת הקצב של תהליך הפוטוסינתזה הוא באמצעות מדידת הקצב של קיבוע CO_2 בעלים.

ניסוי 1:

חוקרים מדדו בצמחים ממינים שונים את השפעת הטמפרטורה על קצב קיבוע CO_2.

תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה I שלהלן.

טבלה I: השפעת הטמפרטורה על קצב קיבוע CO_2 בעלים

הטמפרטורה (°C)	ממוצע קצב קיבוע CO_2 (מיקרומול CO_2/יחידת שטח/יחידת זמן)
25	32
30	35
35	42
40	45
45	28

בכל הצמחים המבצעים פוטוסינתזה האנזים "רוביסקו" מזרז קיבוע CO_2.

נמצא כי אנזים אחר, "אקטיבאז" (רוביסקו אקטיבאז), מזרז הפעלה של האנזים רוביסקו, כמתואר בתרשים שלהלן.

תרשים: השפעת האנזים אקטיבאז על הפעלת האנזים רוביסקו

אנזים רוביסקו לא פעיל ← (אנזים אקטיבאז) ← אנזים רוביסקו פעיל

ניסוי 2:

בניסוי המשך, חוקרים בודדו מצמחי טבק* את האנזים רוביסקו הפָּעיל ואת האנזים אקטיבאז. הם בדקו את השפעת הטמפרטורה על פעילותו של האנזים רוביסקו הפָּעיל, ונוסף לכך בדקו בנפרד את השפעת הטמפרטורה על פעילותו של האנזים אקטיבאז. תוצאות ניסוי 2 מוצגות בטבלה II שבעמוד הבא.

* התופעה שבאה לידי ביטוי בתוצאות של ניסוי 2 מתרחשת גם בצמחים אחרים.

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

טבלה II

טמפרטורה (C°)	פעילות רוביסקו פעיל (יחידות תוצר/מ"ג אנזים/יחידת זמן)	פעילות אקטיבאז (יחידות תוצר/מ"ג אנזים/יחידת זמן)
25	1.00	1.25
30	1.75	1.50
35	2.50	2.00
40	3.00	2.50
42	4.00	2.00
45	4.50	0.75

ענו על שאלות **46–48**.

(i) איזה סוג של הצגה גרפית הוא המתאים ביותר לתיאור התוצאות המוצגות בטבלה II – גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נמקו את התשובה.

(ii) הַציגו **במחברת**, בדרך גרפית מתאימה, את תוצאות הניסוי שבטבלה II.

(10 נקודות)

46ב. תארו את תוצאות ניסוי 2 על פי ההצגה הגרפית.

(6 נקודות)

47א. חוקרים משערים שאחד ההסברים להשפעת הטמפרטורה על קצב הפוטוסינתזה (טבלה I) קשור בפעילות האנזימים רוביסקו ואקטיבאז בתאי הצמח.

היעזרו בתרשים שבעמוד 8 ובתיאור של ניסוי 2 ותוצאותיו, והַסבירו את ההשפעה של השינויים בטמפרטורה על קצב הקיבוע של CO_2 בעלים (ניסוי 1, טבלה I).

בתשובה התייחסו לכל אחד מטווחי הטמפרטורות האלה:

25°C – 40°C.

(5 נקודות)

47ב. 40°C – 45°C.

(4 נקודות)

48א. שַׁערו מה צפויה להיות השפעת עלייה של טמפרטורת האוויר הממוצעת באזור מסוים בעולם לטמפרטורה ממוצעת של יותר מ־40°C, על כל אחד מן המאפיינים האלה:

הביומסה של כלל הצמחים באזור זה. נמקו את התשובה על פי תוצאות ניסוי 1 (טבלה I).

(4 נקודות)

48ב. המגוון הביולוגי באזור זה. נַמקו את התשובה.

(4 נקודות)

5. (100 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

בעיה 5

בבעיה זו תבדקו תהליכים המתרחשים בעלים של צמחים.

השאלות בשאלון זה ממוספרות במספרים **49–60**. מספר הנקודות לכל שאלה רשום לימינה.

ענו על **כל** השאלות **במחברת**.

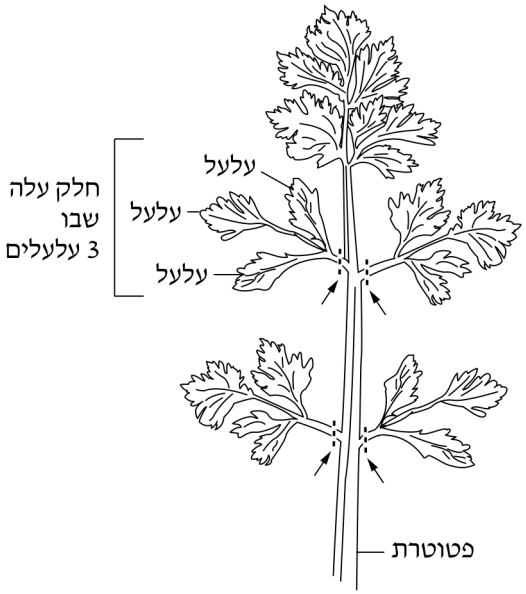
חלק א – בדיקת תהליך ביולוגי המתרחש בעלעלי סלרי (כרפס)

על השולחן עלים של סלרי בכלי מים, שתי שקיות ריקות עם סוגר, שתי מדבקות נייר, פיסת רדיד אלומיניום, מנורת שולחן, מספריים, מגבות נייר.

א. לעלה סלרי פטוטרת ארוכה ועלעלים (ראו איור 1).

הוציאו מן הכלי עלה סלרי. הָניחו את העלה בין שתי מגבות נייר וַנגבו אותו בעדינות כדי לייבש אותו.

איור 1: עלה סלרי

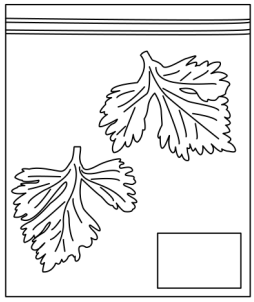


ב. היעזרו במספריים, גִזרו את עלה הסלרי במקומות המסומנים בחיצים באיור 1 כך שיהיו ברשותכם 4 חלקי עלה שבכל אחד מהם 3 עלעלים.

- הגוון של הצד התחתון של העלה בהיר יותר מן הגוון של הצד העליון, וה"עורקים" שבו בולטים. התבוננו בעלעלים וזַהו את הצד התחתון ואת הצד העליון שלהם.
- הַכניסו 2 חלקי עלה (שבכל אחד שלושה עלעלים) לכל אחת משתי השקיות הריקות כך שהצד **התחתון** שלהם יופנה כלפי מעלה. השתדלו שהעלעלים לא יהיו מקופלים (ראו איור 2).

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

איור 2: חלקי עלה בשקית



ג. סְגרו את שתי השקיות.

הַדביקו מדבקה על אחת השקיות ורִשמו עליה "אור" ואת שמכם.

- כַּסו את השקית השנייה משני צידיה ברדיד אלומיניום (בלי לקפל את השקית). הַקפידו שלא יישארו סדקים שדרכם יחדור אור אל השקית.
- הַדביקו מדבקה על רדיד האלומיניום, ורִשמו עליה את שמכם.

ד. מְסרו את שתי השקיות לבוחן או לבוחנת.

הבוחן או הבוחנת יניחו את שתי השקיות זו ליד זו מתחת לנורה דולקת. הצד התחתון של העלים יופנה כלפי מעלה בשתי השקיות.

ה. יש להמתין 45 דקות **לפחות** עד לבדיקת התוצאות בשקיות.

רִשמו את השעה _____.

בזמן ההמתנה בַּצעו את חלק ב של הניסוי.

חלק ב – מדידת תהליך פוטוסינתזה בעלעלי סלרי

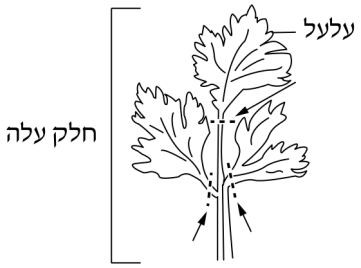
על השולחן מטוש וצלחת המחולקת לשלושה אזורים: א, ב, ג.

שלב ראשון: הכנת קבוצות של עלעלי סלרי

ו. באמצעות עט לרישום על זכוכית, סַמנו ארבע מבחנות: א, ב, ג, ד.

לכל אחת מן המבחנות א, ב, ג, יש להכניס 3 עלעלים (ראו איור 3) לפי ההנחיות בסעיף ז.

איור 3: חלק עלה עם עלעלים



ז. כדי שסך השטח של העלעלים יהיה דומה בכל המבחנות, הָכינו שלוש קבוצות של עלעלים.

עשו זאת כך:

- הוציאו מן הכלי עלה סלרי. גִזרו את החיבור של 9 עלעלים במקומות המסומנים בחיצים, כמתואר באיור 3.

- בחרו שלושה עלעלים ב**גודל דומה**. הָניחו עלעל אחד באזור א בצלחת, את השני באזור ב ואת השלישי באזור ג.
- חִזרו על בחירת שלושה עלעלים דומים בגודלם והָניחו אותם בשלושת האזורים פעמיים נוספות. כך בכל אחד מן האזורים א-ג בצלחת יהיו 3 עלעלים.

הערה: בכל סבב של בחירת עלעלים הם צריכים להיות דומים בגודלם, אך אינם חייבים להיות דומים בגודלם לעלעלים שבחרתם בסבבים הקודמים.

שלב שני: הכנת מערכות הניסוי

ח. יש להכניס את העלעלים שהכנתם למבחנות א-ג. כדי להקל עליכם לעשות זאת, יש להרטיב את החלק הפנימי של המבחנות.

עשו זאת כך: מִזגו למבחנה **א** מים מן הכלי המסומן "מים" עד למחצית גובה המבחנה בערך (אין צורך לדייק), ולאחר מכן שִפכו אותם לכלי הפסולת.

ט. קחו את אחד העלעלים מאזור א בצלחת, החזיקו אותו בין האצבעות ביד אחת, וביד האחרת אחזו במבחנה.

הַכניסו את קצה העלעל למבחנה **א**, ובעזרת המטוש דחפו אותו בעדינות בצמוד לדופן המבחנה עד לתחתית המבחנה (ראו איור 4 בעמוד 5).

- באותו אופן הַכניסו **שני** עלעלים נוספים מאזור א בצלחת, ודחפו כל אחד מהם עד שקצה העלעל ייגע בקצה העלעל שהוכנס לפניו (ראו את סידור העלעלים במבחנה באיור 4).
- הָניחו את המבחנה בכן המבחנות.

י. חִזרו על ההוראות בסעיפים ח-ט עם מבחנות **ב** ו־**ג** ועם עלעלים מאזורים **ב** ו־**ג** בהתאמה.

למבחנה **ד אין להכניס** עלעלים.

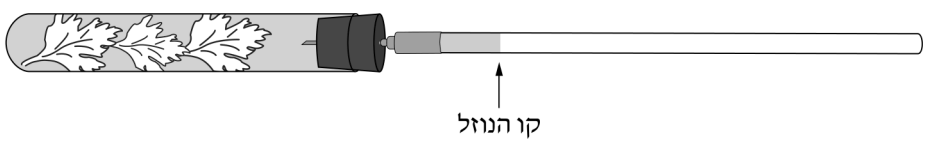
יא. על השולחן כלי ובו תמיסה מימית של נתרן ביקרבונט בריכוז 2% (**בקיצור**: תמיסת ביקרבונט).

לידיעתכם 1: תמיסה מימית של נתרן ביקרבונט ($NaHCO_3$) היא מקור של פחמן דו־חמצני לצמח.

לרשותכם פקקים שבכל אחד מהם נעוצה מחט המחוברת לפיפטה באמצעות צינורית.

- הַחזיקו את מבחנה א מעל כלי הפסולת ומַלאו אותה עד לשפת המבחנה בתמיסת ביקרבונט בריכוז 2%.
- פִקקו אותה היטב בפקק המחובר לפיפטה כך שכמות קטנה מן הנוזל שבה תעבור דרך המחט אל הצינורית, וממנה אל הפיפטה (ראו איור 4).

איור 4: מערכת הניסוי



- **הערה:** הנוזל שנשפך מן המבחנה אינו מסוכן למגע.
- אם אינכם רואים את קו הנוזל בפיפטה, הָרימו את המבחנה והסירו את הפקק ממנה.

הוסיפו תמיסת ביקרבונט, ושוב הַדקו היטב את הפקק. הָניחו את מערכת הניסוי על השולחן.

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

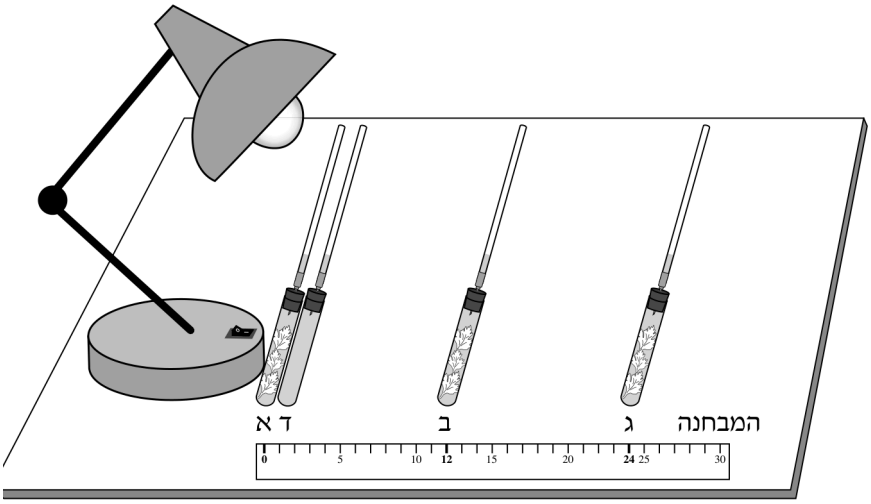
יב. חִזרו על הוראות סעיף יא עם מבחנות ב, ג, ד.

יג. הָניחו את מבחנה א צמוד לבסיס המנורה. הָניחו את מבחנה ד צמוד למבחנה א (ראו איור 5). היעזרו בסרגל וכַוונו את הנורה כך שתהיה בגובה של כ־15 ס"מ משתי המבחנות.

יד. הָניחו סרגל ליד מבחנה א, והָניחו את מבחנה ב במרחק 12 ס"מ ממבחנה א.

- הָניחו את מבחנה ג במרחק 12 ס"מ ממבחנה ב (ראו איור 5).

איור 5: הצבת מערכות הניסוי



טו. הדליקו את המנורה ורִשמו את השעה _____ .

הַמתינו 2 דקות להתייצבות מערכות הניסוי. כעבור 2 דקות סַמנו את המקום של קו הנוזל בכל אחת מארבע הפיפטות. זהו קו הנוזל ההתחלתי.

לידיעתכם 2: פליטת גז במבחנה גורמת לדחיקת הנוזל מן המבחנה אל הפיפטה, על כן תיראה התקדמות של קו הנוזל בפיפטה.

טז. רִשמו את השעה: _____ . זאת שעת תחילת הניסוי.

יש להמתין 10 דקות. בזמן ההמתנה ענו על שאלה **49. א.**

49א. הָכינו ב**מחברת** טבלה וסַכמו בה את מערך הניסוי (סעיפים ו–טו). הוסיפו לטבלה גם עמודה לרישום התוצאות.

(8 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

49ב. יז. כעבור 10 דקות מן השעה שרשמתם בסעיף טז מדדו באמצעות הסרגל את המרחק שעבר קו הנוזל בפיפטה המחוברת למבחנה א.

- אם תזוזת הנוזל בפיפטה הייתה קטנה מ־1 ס"מ, הַמתינו 5 דקות נוספות.
- סַמנו את קו הנוזל בפיפטות שבמבחנות א–ד. זהו קו הנוזל הסופי.
- מִדדו את המרחק בין קו הנוזל ההתחלתי לקו הנוזל הסופי שעל **כל אחת** מן הפיפטות המחוברות למבחנות, ורִשמו את המרחקים שמדדתם בעמודה המתאימה בטבלה ש**במחברת**.
- כבו את האור במנורה.

ענו על שאלות **49. ב.–55.**

הוסיפו כותרות מתאימות לעמודות בטבלה ש**במחברת**.

הוסיפו כותרת מתאימה לטבלה.

(3 נקודות)

50א. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שערכתם בחלק ב?

(2 נקודות)

50ב. כיצד שיניתם את המשתנה הבלתי תלוי בניסוי?

(2 נקודות)

51א. מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכתם בחלק ב?

(3 נקודות)

51ב. הַסבירו מדוע שיטת המדידה שהשתמשתם בה בניסוי זה מתאימה למדידת המשתנה התלוי.

(5 נקודות)

52א. הַסבירו את תוצאות הניסוי בכל אחת מן המבחנות א–ד.

(8 נקודות)

52ב. הטיפול במבחנה ד הוא טיפול בקרה. מהי החשיבות של טיפול הבקרה בניסוי זה?

להלן ארבע אפשרויות לתשובה. **הַעתיקו למחברת** רק את התשובה הנכונה.

- להוכיח שהתקדמות הנוזל בפיפטה מושפעת מן הגז פחמן דו־חמצני שנפלט מן העלה במהלך הפוטוסינתזה.
- להוכיח שהתקדמות הנוזל בפיפטה אינה תוצאה של השפעת האור על שחרור גז מתמיסת ביקרבונט.
- להוכיח שהתקדמות הנוזל בפיפטה מושפעת מהימצאות של תמיסת ביקרבונט במבחנה.
- להוכיח שהגז המשתחרר בתהליך הפוטוסינתזה הוא חמצן.

(3 נקודות)

53א. הנורה שהשתמשתם בה בניסוי אינה מפיצה חום ולכן הטמפרטורה נשמרה קבועה בכל הטיפולים.

הַסבירו מדוע בניסוי זה חשוב לשמור את הטמפרטורה קבועה.

(4 נקודות)

253ב. בחרו גורם **אחד** שנשמר קבוע (מלבד הטמפרטורה וריכוז תמיסת ביקרבונט), והַסבירו מדוע חשוב לשמור **דווקא** אותו קבוע.

(4 נקודות)

254א. תלמיד הוסיף 50 מ"ל מים ל־150 מ"ל תמיסת ביקרבונט בריכוז 2%.

חַשבו את ריכוז התמיסה שהתקבלה. פָּרטו את החישוב.

(3 נקודות)

254ב. התלמיד חזר על הניסוי שערכתם בחלק ב והשתמש בתמיסת ביקרבונט שהכין כמתואר בסעיף א.

שָׂערו אם תזוזת הנוזל בפיפטה המחוברת למבחנה א הייתה גדולה או קטנה מן התזוזה בניסוי שערכתם או שווה לה. נמקו את השערתכם.

(4 נקודות)

255א. אחד מתוצרי תהליך הפוטוסינתזה הוא גלוקוז, סוכר החיוני לתהליכים שונים בצמח.

צַיינו תהליך **אחד** המתרחש בתאי הצמח, שבו דרוש גלוקוז.

(2 נקודות)

255ב. מה קורה בתאי הצמח לעודפי הגלוקוז שנוצרים בו בשעות האור?

(2 נקודות)

256א. בדיקת תוצאות חלק א של הניסוי

יח. לאחר שעברו 45 דקות **לפחות** מן השעה שרשמתם בסעיף ה, בַּקשו מן הבוחן או הבוחנת את שתי השקיות שמסרתם.

- הָסירו את רדיד האלומיניום מן השקית.
- התבוננו בשתי השקיות, ב**שתי הדפנות** של כל שקית.

באיזו שקית הצטברו טיפות מים זעירות על דופנות השקית?

הערה: אם בשתי השקיות הצטברו טיפות מים, הַשוו בין שתי השקיות וכִתבו באיזו שקית הצטברו יותר טיפות.

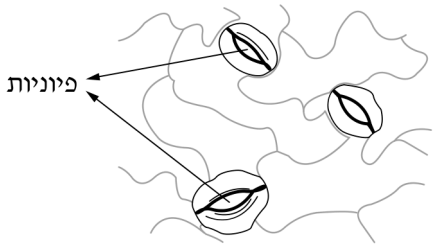
(5 נקודות)

256ב. איזה תהליך ביולוגי שהתרחש ב**עלעלים** גרם להצטברות טיפות מים על דופנות השקית?

(2 נקודות)

57א. לפניכם איור של שכבת האפידרמיס התחתון של עלעל סלרי.

איור 6: אפידרמיס תחתון של עלעל סלרי



הַסבירו את ההבדל בין התוצאות בשתי השקיות. בתשובה התייחסו למצב הפיוניות בעלעלי הסלרי בכל אחת מן השקיות.

(3 נקודות)

57ב. הַסבירו את הקשר בין התהליך שנבדק בחלק א של הניסוי (שאלה 56. ב) ובין תהליך הפוטוסינתזה בצמחים.

(4 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

58א. חלק ג – ניתוח תוצאות ניסוי: השפעת הטמפרטורה על תהליך הפוטוסינתזה

בשנים האחרונות נמדדת עלייה בטמפרטורת האוויר הממוצעת בעולם (למשל בעקבות שימוש הולך וגובר בדלק ובפחם). חוקרים רבים בודקים את ההשפעה של עלייה זו על תהליך הפוטוסינתזה בצמחים.

בתהליך הפוטוסינתזה יש שני שלבים עיקריים התלויים זה בזה: בשלב הראשון אנרגיית האור מנוצלת להפקת אנרגייה כימית. אנרגייה זו מנוצלת בשלב השני שבו מתרחש קיבוע CO_2 (פחמן דו־חמצני), כלומר CO_2 שנקלט מן הסביבה נקשר לתרכובת אורגנית. בהמשך נוצר גלוקוז בעלים.

אחת הדרכים למדידת הקצב של תהליך הפוטוסינתזה הוא באמצעות מדידת הקצב של קיבוע CO_2 בעלים.

ניסוי 1:

חוקרים מדדו בצמחים ממינים שונים את השפעת הטמפרטורה על קצב קיבוע CO_2 .

תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה I שלהלן.

טבלה I: השפעת הטמפרטורה על קצב קיבוע CO_2 בעלים

הטמפרטורה (°C)	ממוצע קצב קיבוע CO_2 (מיקרומול CO_2 /יחידת שטח/יחידת זמן)
25	32
30	35
35	42
40	45
45	28

בכל הצמחים המבצעים פוטוסינתזה האנזים "רוביסקו" מזרז קיבוע CO_2 .

נמצא כי אנזים אחר, "אקטיבאז" (רוביסקו אקטיבאז), מזרז הפעלה של האנזים רוביסקו, כמתואר בתרשים שלהלן.

תרשים: השפעת האנזים אקטיבאז על הפעלת האנזים רוביסקו

אנזים רוביסקו לא פעיל ← (אנזים אקטיבאז) ← אנזים רוביסקו פעיל

ניסוי 2:

בניסוי המשך, חוקרים בודדו מצמחי טבק* את האנזים רוביסקו הפָּעיל ואת האנזים אקטיבאז. הם בדקו את השפעת הטמפרטורה על פעילותו של האנזים רוביסקו הפָּעיל, ונוסף לכך בדקו בנפרד את השפעת הטמפרטורה על פעילותו של האנזים אקטיבאז. תוצאות ניסוי 2 מוצגות בטבלה II שבעמוד הבא.

* התופעה שבאה לידי ביטוי בתוצאות של ניסוי 2 מתרחשת גם בצמחים אחרים.

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

טבלה II

טמפרטורה (C°)	פעילות רוביסקו פעיל (יחידות תוצר/מ"ג אנזים/יחידת זמן)	פעילות אקטיבאז (יחידות תוצר/מ"ג אנזים/יחידת זמן)
25	1.00	1.25
30	1.75	1.50
35	2.50	2.00
40	3.00	2.50
42	4.00	2.00
45	4.50	0.75

ענו על שאלות **58–60**.

(i) איזה סוג של הצגה גרפית הוא המתאים ביותר לתיאור התוצאות המוצגות בטבלה II – גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נמקו את התשובה.

(ii) הַציגו **במחברת**, בדרך גרפית מתאימה, את תוצאות הניסוי שבטבלה II.

(10 נקודות)

58ב. תארו את תוצאות ניסוי 2 על פי ההצגה הגרפית.

(6 נקודות)

59א. חוקרים משערים שאחד ההסברים להשפעת הטמפרטורה על קצב הפוטוסינתזה (טבלה I) קשור בפעילות האנזימים רוביסקו ואקטיבאז בתאי הצמח.

היעזרו בתרשים שבעמוד 9 ובתיאור של ניסוי 2 ותוצאותיו, והַסבירו את ההשפעה של השינויים בטמפרטורה על קצב הקיבוע של CO_2 בעלים (ניסוי 1, טבלה I).

בתשובה התייחסו לכל אחד מטווחי הטמפרטורות האלה:

25°C – 40°C.

(5 נקודות)

59ב. 40°C – 45°C.

(4 נקודות)

60א. שַׁערו מה צפויה להיות השפעת עלייה של טמפרטורת האוויר הממוצעת באזור מסוים בעולם לטמפרטורה ממוצעת של יותר מ־40°C, על כל אחד מן המאפיינים האלה:

הביומסה של כלל הצמחים באזור זה. נמקו את התשובה על פי תוצאות ניסוי 1 (טבלה I).

(4 נקודות)

60ב. המגוון הביולוגי באזור זה. נַמקו את התשובה.

(4 נקודות)

6. (100 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

בעיה 6

בבעיה זו תבדקו תהליכים המתרחשים בעלים של צמחים.

השאלות בשאלון זה ממוספרות במספרים **61–72**. מספר הנקודות לכל שאלה רשום לימינה.

ענו על **כל** השאלות **במחברת**.

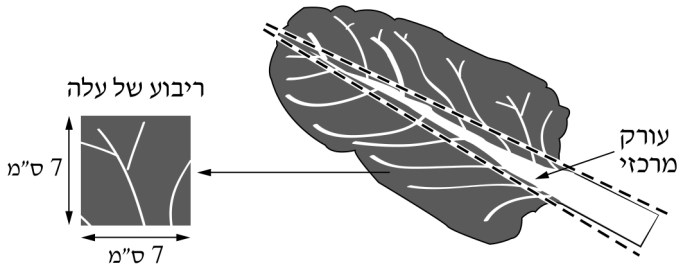
חלק א – בדיקת תהליך ביולוגי המתרחש בעלי סֶלק (מנגולד)

על השולחן עלי סלק בכלי מים, שתי שקיות ריקות עם סוגר, שתי מדבקות נייר, פיסת רדיד אלומיניום, מנורת שולחן, מספריים, מגבות נייר וסרגל.

א. הוציאו מן הכלי עלה אחד. הָניחו את העלה בין שתי מגבות נייר ונגבו אותו בעדינות כדי לייבש אותו.

ב. לעלה הסלק יש "עורק" מרכזי לבן החוצֶה אותו לאורכו (ראו איור 1).

איור 1: עלה סלק

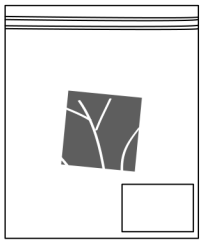


- הָניחו את העלה על מגבת נייר. גִזרו את העלה משני צידי העורק המרכזי שלו, כמתואר בקו המקווקו באיור 1. הַעבירו את העורק המרכזי לכלי פסולת.
- היעזרו בסרגל וגִזרו במספריים ארבעה ריבועים בגודל כ־7X7 ס"מ משתי חתיכות העלה שנותרו.
- אם שטח העלה קטן מדי, השתמשו בעלה נוסף, על פי ההנחיות בסעיפים א–ב.

ג. הגוון של הצד התחתון של העלה בהיר יותר מן הגוון של הצד העליון, וה"עורקים" שבו בולטים. התבוננו בעלה וזַהו את הצד התחתון ואת הצד העליון שלו.

הַעבירו ריבוע אחד של עלה לכל אחת משתי השקיות הריקות כך שהצד **התחתון** של העלה יופנה כלפי מעלה (ראו איור 2).

איור 2: ריבוע עלה בשקית



שני הריבועים הנוספים ישמשו אתכם בחלק ב של הניסוי.

ד. סְגרו את שתי השקיות.

- רִשמו על מדבקה אחת "אור" ועל השנייה "חושך", והדביקו כל אחת על שקית אחרת.

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

- כַּסו את השקית המסומנת "חושך" משני צידיה ברדיד אלומיניום (בלי לקפל את השקית). הַקפידו שלא יישארו סדקים שדרכם יחדור אור אל השקית.

ה. הָניחו את שתי השקיות זו ליד זו על השולחן צמוד לבסיס המנורה, הצד התחתון של העלים יופנה כלפי מעלה בשתי השקיות.

- הַדליקו את האור במנורה.

ו. יש להמתין 45 דקות **לפחות** עד לבדיקת התוצאות בשקיות.

רִשמו את השעה _____ .

בזמן ההמתנה בַּצעו את חלק ב של הניסוי.

חלק ב – מדידת תהליך פוטוסינתזה בעלי סלק

שלב ראשון: הכנת תמיסות נתרן ביקרבונט

ז. על השולחן כלי ובו תמיסה מימית של נתרן ביקרבונט (בקיצור: תמיסת ביקרבונט) בריכוז 2% המסומן "נתרן ביקרבונט 2%", כלי ובו מים מזוקקים, כוסות קטנות ופיפטה בנפח 10 מ"ל.

יש להכין תמיסות ביקרבונט בריכוזים שונים. עשו זאת כך:

- באמצעות עט לרישום על זכוכית, סמנו שתי כוסות: ב, ג.
- באמצעות הפיפטה הַעבירו לכוסות ב ו־ג מים מזוקקים, על פי הפירוט בטבלה 1 שלהלן.
- באמצעות אותה הפיפטה הַעבירו לכוסות ב ו־ג תמיסת "נתרן ביקרבונט 2%", על פי הפירוט בטבלה 1.
- באמצעות כפית עַרבבו את התמיסה בכוס ג, ואחר כך ערבבו את התמיסה בכוס ב.

טבלה 1: הכנת תמיסות ביקרבונט בריכוזים שונים

הכוס	נפח מים מזוקקים (מ"ל)	נפח תמיסת ביקרבונט בריכוז 2% (מ"ל)	ריכוז תמיסת ביקרבונט (%)
ב	20	20	
ג	30	10	

שלב שני: הכנת מערכות הניסוי

ח. גִזרו 6 רצועות עלה בגודל 7X1.5 ס"מ, משני ריבועי העלה שהכנתם בסעיף ב.

ט. סַמנו ארבע מבחנות: א, ב, ג, ד.

יש להכניס שתי רצועות עלה לכל אחת מן המבחנות א, ב, ג. כדי להקל עליכם לעשות זאת, יש להרטיב את החלק הפנימי של המבחנות.

עשו זאת כך: מִזגו למבחנה **א** מים מזוקקים עד למחצית גובה המבחנה (אין צורך לדייק), ולאחר מכן שִפכו אותם לכלי הפסולת.

י. על השולחן מטוש.

- קחו את אחת מרצועות העלה והַחזיקו את הקצה שלה בין האצבעות ביד אחת, וביד האחרת אחזו במבחנה.

- הַכניסו את קצה הרצועה למבחנה א. בעזרת המטוש דחפו את רצועת העלה בעדינות בצמוד לדופן המבחנה עד לתחתית המבחנה.

הַקפידו שהרצועה תהיה צמודה לדופן המבחנה ופרושׂה לאורכה (ראו איור 3).

הערה: גם אם הרצועה נקרעה - אפשר להמשיך להכניס את החלקים שלה.

- באותו אופן הַכניסו רצועה נוספת למבחנה ודחפו אותה עד שהקצה התחתון של הרצועה השנייה ייגע בקצה העליון של הרצועה הראשונה (ראו איור 3).
- הניחו את המבחנה בכן המבחנות.

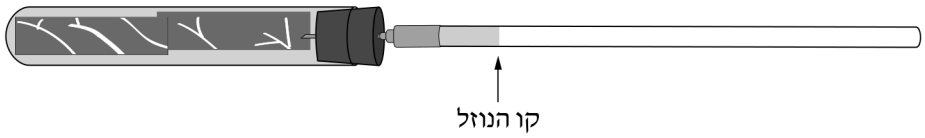
יא. חִזרו על הוראות סעיפים ט-י עם רצועות עלה ומבחנות **ב** ו־**ג**.

למבחנה **ד אין להכניס** רצועות עלה.

יב. לרשותכם פקקים שבכל אחד מהם נעוצה מחט המחוברת לפיפטה באמצעות צינורית.

- הַחזיקו את מבחנה **א** מעל כלי הפסולת ומַלאו אותה עד לשפת המבחנה בתמיסת ביקרבונט מן הכלי "נתרן ביקרבונט 2%".
- פִּקקו אותה היטב בפקק המחובר לפיפטה כך שכמות קטנה מן הנוזל שבה תעבור דרך המחט אל הצינורית, וממנה אל הפיפטה (ראו איור 3).

איור 3: מערכת הניסוי



הערה: הנוזל שנשפך מן המבחנה אינו מסוכן למגע.

- אם אינכם רואים את קו הנוזל בפיפטה, הָרימו את המבחנה והסירו את הפקק ממנה, הוסיפו תמיסת ביקרבונט, ושוב הַדקו היטב את הפקק.
- הָניחו את המערכת על השולחן **רחוק** מן המנורה.

יג. חִזרו על הוראות סעיף יב עם מבחנה ד (ללא רצועות עלה).

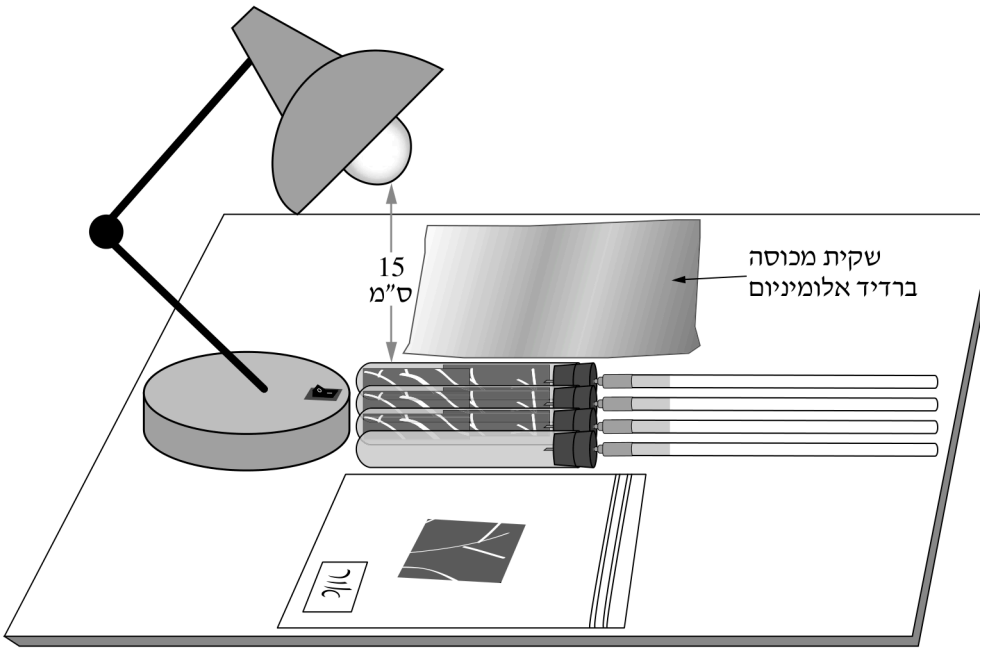
לידיעתכם 1: תמיסה מימית של נתרן ביקרבונט ($NaHCO_3$) היא מקור של פחמן דו־חמצני לצמח.

יד. חִזרו על הוראות סעיף יב עם מבחנה **ב** ותמיסת ביקרבונט מכוס **ב**, ועם מבחנה **ג** ותמיסת ביקרבונט מכוס **ג**.

טו. את השקיות שמונחות צמוד לבסיס המנורה הרחיקו זו מזו, כדי לפנות מקום למבחנות.

- הַצמידו את כל המערכות לבסיס המנורה. כַּוונו את הנורה כך שתהיה בגובה 15 ס"מ מקצה המבחנות (ראו איור 4).
- הָניחו את השקיות משני צידי המבחנות (ראו איור 4).

איור 4: הצבת מערכות הניסוי



טז. רִשמו את השעה _____ .

- הַמתינו 2 דקות להתייצבות מערכות הניסוי. כעבור 2 דקות סַמנו את המקום של קו הנוזל בכל אחת מארבע הפיפטות. זהו קו הנוזל ההתחלתי.

לידיעתכם 2: פליטת גז במבחנה גורמת לדחיקת הנוזל מן המבחנה אל הפיפטה, על כן תיראה התקדמות של קו הנוזל בפיפטה.

יז. רִשמו את השעה: _____ . זאת שעת תחילת הניסוי.

יש להמתין 10 דקות. בזמן ההמתנה ענו על שאלות **61-62.א.**

ענו על שאלות 61-62.א.

61. חַשבו את הריכוזים של תמיסות ביקרבונט בכל אחת מן הכוסות ב, ג. פָּרטו את החישובים.

(4 נקודות)

62.א הָכינו במחברת טבלה וסַכמו בה את מערך הניסוי (סעיפים ז-טו). הוסיפו לטבלה גם עמודה לרישום התוצאות.

(8 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

62ב. יח. כעבור 10 דקות מן השעה שרשמתם בסעיף יז מָדדו באמצעות הסרגל את המרחק שעבר קו הנוזל בפיפטה המחוברת למבחנה א.

- אם תזוזת הנוזל בפיפטה א הייתה קטנה מ־1 ס"מ, הַמתינו 5 דקות נוספות.
- סַמנו את קו הנוזל בפיפטות שבמבחנות א–ד. זהו קו הנוזל הסופי.

- **אין לכבות את האור במנורה**, כדי שהנורה תמשיך להאיר את השקיות.

- מָדדו את המרחק בין קו הנוזל ההתחלתי לקו הנוזל הסופי שעל **כל אחת** מן הפיפטות המחוברות למבחנות, ורִשמו את המרחקים שמדדתם בעמודה המתאימה בטבלה ש**במחברת**.

ענו על שאלות **62.ב.–67.**.

הוסיפו כותרות מתאימות לעמודות שבטבלה ש**במחברת**.

הוסיפו כותרת מתאימה לטבלה.

(3 נקודות)

63א. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שערכתם בחלק ב?

(3 נקודות)

63ב. מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכתם בחלק ב?

(3 נקודות)

63ג. הַסבירו מדוע שיטת המדידה שהשתמשתם בה בניסוי זה מתאימה למדידת המשתנה התלוי.

(5 נקודות)

64א. הַסבירו את תוצאות הניסוי בכל אחת מן המבחנות א–ד.

(8 נקודות)

64ב. הטיפול במבחנה ד הוא טיפול בקרה. מהי החשיבות של טיפול הבקרה בניסוי זה?

להלן ארבע אפשרויות לתשובה. **הַעתיקו למחברת** רק את התשובה הנכונה.

- להוכיח שהגז המשתחרר בתהליך הפוטוסינתזה הוא חמצן.
- להוכיח שהתקדמות הנוזל בפיפטה מושפעת מן הגז פחמן דו־חמצני שנפלט מן העלה במהלך הפוטוסינתזה.
- להוכיח שהתקדמות הנוזל בפיפטה מושפעת מהימצאות של תמיסת ביקרבונט במבחנה.
- להוכיח שהתקדמות הנוזל בפיפטה אינה נגרמת משחרור גז מתמיסת ביקרבונט.

(3 נקודות)

65. תלמיד חזר על הניסוי שערכתם בחלק ב והשתמש בתמיסת ביקרבונט בריכוז 4%.

שָערו אם תזוזת הנוזל בפיפטה המחוברת למבחנה א צפויה להיות גדולה או קטנה מן התזוזה בניסוי שערכתם או שווה לה. נמקו את השערתכם.

(4 נקודות)

66א. הנורה שהשתמשתם בה בניסוי אינה מפיצה חום ולכן הטמפרטורה נשמרה קבועה בכל הטיפולים.

הַסבירו מדוע בניסוי זה חשוב לשמור את הטמפרטורה קבועה.

(4 נקודות)

ב66. בחרו גורם **אחד** שנשמר קבוע (מלבד הטמפרטורה) והַסבירו מדוע חשוב לשמור **דווקא** אותו קבוע.

(4 נקודות)

א67. אחד מתוצרי תהליך הפוטוסינתזה הוא גלוקוז, סוכר החיוני לתהליכים שונים בצמח.

צַיינו תהליך **אחד** המתרחש בתאי הצמח, שבו דרוש גלוקוז.

(2 נקודות)

ב67. מה קורה בתאי הצמח לעודפי הגלוקוז שנוצרים בו בשעות האור?

(2 נקודות)

א68. בדיקת תוצאות חלק א של הניסוי

יט. לאחר שעברו 45 דקות **לפחות** מן השעה שרשמתם בסעיף ו, הָסירו את רדיד האלומיניום מן השקית המסומנת "חושך".

- התבוננו בשתי השקיות, ב**שתי הדפנות** של כל שקית.

באיזו שקית הצטברו טיפות מים זעירות על דופנות השקית?

הערה: אם בשתי השקיות הצטברו טיפות מים - הַשוו בין שתי השקיות וכִתבו באיזו שקית הצטברו יותר טיפות.

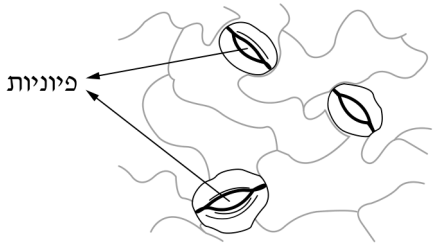
(5 נקודות)

ב68. איזה תהליך ביולוגי שהתרחש ב**עלים** גרם להצטברות טיפות מים על דופנות השקית?

(2 נקודות)

א69. לפניכם איור של שכבת האפידרמיס התחתון של עלה סלק.

איור 5: אפידרמיס תחתון של עלה סלק



הַסבירו את ההבדל בין התוצאות בשתי השקיות. בתשובה התייחסו למצב הפיוניות בעלי הסלק בכל אחת מן השקיות.

(3 נקודות)

ב69. הַסבירו את הקשר בין התהליך שנבדק בחלק א של הניסוי (שאלה 68. ב) ובין תהליך הפוטוסינתזה בצמחים.

(4 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

70א. חלק ג – ניתוח תוצאות ניסוי: השפעת הטמפרטורה על תהליך הפוטוסינתזה

בשנים האחרונות נמדדת עלייה בטמפרטורת האוויר הממוצעת בעולם (למשל בעקבות שימוש הולך וגובר בדלק ובפחם). חוקרים רבים בודקים את ההשפעה של עלייה זו על תהליך הפוטוסינתזה בצמחים.

בתהליך הפוטוסינתזה יש שני שלבים עיקריים התלויים זה בזה: בשלב הראשון אנרגיית האור מנוצלת להפקת אנרגייה כימית. אנרגייה זו מנוצלת בשלב השני שבו מתרחש קיבוע CO_2 (פחמן דו־חמצני), כלומר CO_2 שנקלט מן הסביבה נקשר לתרכובת אורגנית. בהמשך נוצר גלוקוז בעלים.

אחת הדרכים למדידת הקצב של תהליך הפוטוסינתזה הוא באמצעות מדידת הקצב של קיבוע CO_2 בעלים.

ניסוי 1:

חוקרים מדדו בצמחים ממינים שונים את השפעת הטמפרטורה על קצב קיבוע CO_2 .

תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה I שלהלן.

טבלה I: השפעת הטמפרטורה על קצב קיבוע CO_2 בעלים

הטמפרטורה (°C)	ממוצע קצב קיבוע CO_2 (מיקרומול CO_2 /יחידת שטח/יחידת זמן)
25	32
30	35
35	42
40	45
45	28

בכל הצמחים המבצעים פוטוסינתזה האנזים "רוביסקו" מזרז קיבוע CO_2 .

נמצא כי אנזים אחר, "אקטיבאז" (רוביסקו אקטיבאז), מזרז הפעלה של האנזים רוביסקו, כמתואר בתרשים שלהלן.

תרשים: השפעת האנזים אקטיבאז על הפעלת האנזים רוביסקו

אנזים רוביסקו לא פעיל ← (אנזים אקטיבאז) ← אנזים רוביסקו פעיל

ניסוי 2:

בניסוי המשך, חוקרים בודדו מצמחי טבק* את האנזים רוביסקו הפָּעיל ואת האנזים אקטיבאז. הם בדקו את השפעת הטמפרטורה על פעילותו של האנזים רוביסקו הפָּעיל, ונוסף לכך בדקו בנפרד את השפעת הטמפרטורה על פעילותו של האנזים אקטיבאז. תוצאות ניסוי 2 מוצגות בטבלה II שבעמוד הבא.

* התופעה שבאה לידי ביטוי בתוצאות של ניסוי 2 מתרחשת גם בצמחים אחרים.

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

טבלה II

טמפרטורה (C°)	פעילות רוביסקו פעיל (יחידות תוצר/מ"ג אנזים/יחידת זמן)	פעילות אקטיבאז (יחידות תוצר/מ"ג אנזים/יחידת זמן)
25	1.00	1.25
30	1.75	1.50
35	2.50	2.00
40	3.00	2.50
42	4.00	2.00
45	4.50	0.75

ענו על שאלות 70–72.

(i) איזה סוג של הצגה גרפית הוא המתאים ביותר לתיאור התוצאות המוצגות בטבלה II – גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נמקו את התשובה.

(ii) הַציגו **במחברת**, בדרך גרפית מתאימה, את תוצאות הניסוי שבטבלה II.

(10 נקודות)

70ב. תארו את תוצאות ניסוי 2 על פי ההצגה הגרפית.

(6 נקודות)

71א. חוקרים משערים שאחד ההסברים להשפעת הטמפרטורה על קצב הפוטוסינתזה (טבלה I) קשור בפעילות האנזימים רוביסקו ואקטיבאז בתאי הצמח.

היעזרו בתרשים שבעמוד 8 ובתיאור של ניסוי 2 ותוצאותיו, והַסבירו את ההשפעה של השינויים בטמפרטורה על קצב הקיבוע של CO_2 בעלים (ניסוי 1, טבלה I).

בתשובה התייחסו לכל אחד מטווחי הטמפרטורות האלה:

25°C – 40°C.

(5 נקודות)

71ב. 40°C – 45°C.

(4 נקודות)

72א. שַׁערו מה צפויה להיות השפעת עלייה של טמפרטורת האוויר הממוצעת באזור מסוים בעולם לטמפרטורה ממוצעת של יותר מ־40°C, על כל אחד מן המאפיינים האלה:

הביומסה של כלל הצמחים באזור זה. נמקו את התשובה על פי תוצאות ניסוי 1 (טבלה I).

(4 נקודות)

72ב. המגוון הביולוגי באזור זה. נַמקו את התשובה.

(4 נקודות)

כל הבגרויות בביולוגיה עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/bagrut/biology