



בחינת בגרות במעבדה לתלמידי 5 י"ל

בעיה 1

בבעיה זו תבדוק את פעילות האנזים פוספטאז. אנזים זה נוצר בתאים של אורגניזמים שונים ומזרז פירוק של תרכובות אורגניות המכילות פוספט (זרחה).

השאלות בשאלון זה ממוספרות במספרים 1-14. מספר הנקודות לכל שאלה רשום בסופה.

ענה על כל השאלות במחברת.

חלק א – הכרת שיטה למדידת ריכוז של פנול פתלאין

לרשותך כלי ובו תמיסת פנול פתלאין וכלי ובו מים מזוקקים.

- א. באמצעות עט לסימון זכוכית, סמן שלוש מבחנות בספרות 1, 2, 3.
- ב. לרשותך שתי פיפטות פסטור. על פיפטה אחת רשום "פנול פתלאין", ועל האחרת רשום "מים".
 - לרשותך פיפטה של 2 מ"ל (או 1 מ"ל). רשום עליה "מים".
- ג. לכל אחת מהמבחנות 1-3 העבר פנול פתלאין ומים מזוקקים על פי הנפחים הרשומים בטבלה 1:
 - באמצעות פיפטת פסטור המסומנת "פנול פתלאין", הוסף לכל אחת מהמבחנות טיפות של פנול פתלאין.
 - באמצעות הפיפטה המסומנת "מים", העבר לכל אחת מהמבחנות 2 מ"ל מים מזוקקים.
 - באמצעות פיפטת פסטור המסומנת "מים", הוסף לכל אחת מהמבחנות טיפות של מים מזוקקים (להשוואת הנפח במבחנות).

טבלה 1: הקשר בין ריכוז פנול פתלאין לצבע התמיסה

5	4	3		2	1
		נפח מים מזוקקים		נפח פנול פתלאין (טיפות)	המבחנה
		11 טיפות	2 מ"ל	1	1
		8 טיפות	2 מ"ל	4	2
		2 טיפות	2 מ"ל	10	3



ד. לרשותך בקבוקון עם טפי המסומן "בסיס", ובו תמיסת הבסיס נתון קרבונט.

שים לב: הימנע מלגעת בתמיסת הבסיס.

- לכל אחת מהמבחנות 1-3 הוסף טיפה אחת של תמיסת בסיס.
- טלטל קלות את המבחנות.
- העבר את שתי פיפטות פסטר שהשתמשת בהן לכלי פסולת.
- מסור לבוחן את הכלי המסומן "פנול פתלאין".

ענה על שאלות 1-2.

1. א. העתק את טבלה 1 למחברתך.

- בעמודה 4 רשום את צבע הנוזל שהתקבל בכל אחת מהמבחנות.

- הוסף כותרת מתאימה לעמודה זו. (3 נקודות)

ב. תאר את הקשר בין ריכוז הפנול פתלאין ובין הצבע במבחנות. (3 נקודות)

2. לרשותך הנספח "סולם צבעים" ובו מלבנים שבכל אחד מהם גוון שונה של צבע.

לכל צבע נקבע ערך (ביחידות יחסיות) המבטא את ריכוז הפנול פתלאין.

א. השווה את הצבע של הנוזל במבחנה 1 לצבע שבסולם הצבעים, ורשום בעמודה 5 את הערך המתאים. (2 נקודות)

ערך זה מבטא את ריכוז הפנול פתלאין (ביחידות יחסיות) במבחנה.

ב. חזור על הוראות סעיף א עם מבחנות 2 ו-3. (3 נקודות)

ג. הוסף כותרת מתאימה לעמודה 5. (נקודה אחת)

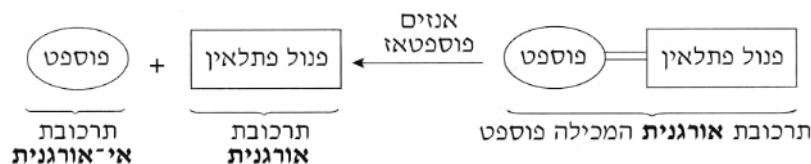
חלק ב - פעילות האנזים פוספטאז בתאי קישוא

פוספטאז הוא אנזים הנוצר בתאים של אורגניזמים שונים. האנזים מזרז פירוק תרכובות אורגניות המכילות פוספט (זרחה).

הסובסטרט (מצע) בניסוי שתבצע הוא **פנול פתלאין פוספט** – תרכובת אורגנית המכילה פוספט, והיא חסרת צבע.

האנזים פוספטאז מזרז את הפירוק של פנול פתלאין פוספט, ותוצרי הפירוק הם פנול פתלאין ופוספט אי-אורגני (ראה איור 1).

איור 1:





הכנת מיצוי מתאי קישוא (סעיפים ה-ז)

- ה. לרשותך פיסה של קישוא וכוס המסומנת "רסק".
- בעזרת המגרדת (פומפייה) רסק את פיסת הקישוא לתוך צלחת.
 - העבר כף **לא גדושה** של רסק (כולל הנוזל שבו) לכוס שברשותך.
- ו. באמצעות משורה, הוסף לרסק כ-20 מ"ל מים מזוקקים.
- באמצעות הכף, בחש היטב את הרסק המהול במים, והעבר אותו למשורה.
 - הוסף למשורה מים מזוקקים עד שנפח הנוזל במשורה יהיה 100 מ"ל.
 - החזר את הרסק והנוזל מהמשורה אל הכוס.
- ז. לרשותך כלי המסומן "תסנין".
- הכנס לכלי זה משפך ורפד את המשפך בגזה (8 שכבות).
 - באמצעות הכף, ערבב היטב את הרסק המהול שבכוס והעבר אותו למשפך שבכלי.
 - המתן עד שרוב הנוזל יסתנן לכלי דרך הגזה.
 - אסוף את שולי הגזה ולחץ עליה, כדי ששארית המיצוי תעבור לכלי.
 - פקוק את הכלי עם פקק.
 - השלך את הגזה לכלי פסולת.

בדיקת פעילות האנזים פוספטאז (סעיפים ח-יג)

ח. על שולחן כלי המסומן "אמבט מים". קבל מהבוחן מים פושרים והכן אמבט שטמפרטורת המים בו היא בטווח $35^{\circ}\text{C} - 37^{\circ}\text{C}$.

- ט. סמן ארבע מבחנות באותיות א, ב, ג, ד.
- רשום "מיצוי" על פיפטה של 1 מ"ל.
 - השתמש בפיפטות המסומנות "מים" ו-"מיצוי", והוסף לכל אחת מהמבחנות מיצוי קישואים ומים מזוקקים על פי הנפחים הרשומים בטבלה 2.

טבלה 2:

המבחנה	נפח המיצוי (מ"ל)	נפל מים מזוקקים (מ"ל)	נפח פנול פתלאין פוספט (מ"ל)
א	1.8	0	0.5
ב	0.5	1.3	0.5
ג	0.2	1.6	0.5
ד	0	1.8	0.5

- טלטל קלות את הנוזל שבמבחנות.



- י. קבל מהבוחן מבחנה ובה תמיסת פנול פתלאין פוספט.
- רשום "פ.פ פוספט" על פיפטה של 1 מ"ל.
- לכל אחת מהמבחנות א-ד הוסף 0.5 מ"ל תמיסת פנול פתלאין פוספט.
- טלטל קלות את הנוזל שבמבחנות.

יא. ודא שטמפרטורת המים באמבט היא בטווח 33°C - 35°C .
- הכנס את המבחנות א-ד לאמבט, ורשום את השעה: _____

יב. המתן 7 דקות. בזמן ההמתנה ענה על סעיף א בשאלה 3.

ענה על שאלה 3א.

3. א. העתק למחברתך את טבלה 2, והוסף לטבלה עמודה שבה תרשום (בהמשך הניסוי) את ריכוז הפנול פתלאין בכל אחת מהמבחנות א-ד.
- הוסף כותרת מתאימה לעמודה שהוספת לטבלה.
- הוסף כותרת לטבלה. (4 נקודות)

יג. 7 דקות לאחר השעה שרשמת בסעיף יא, הוצא את המבחנות מהאמבט והוסף לכל אחת מהן טיפה אחת של בסיס.

שים לב: הימנע מלגעת בתמיסת הבסיס.

- טלטל קלות את המבחנות.

ענה על שאלה 3ב.

3. ב. היעזר בסולם הצבעים שבנספח וקבע את ריכוז הפנול פתלאין (ביחידות יחסיות) בכל אחת מהמבחנות, לפי ההנחיות בשאלה 2.
רשום בעמודה שהוספת לטבלה 2 את ריכוז הפנול פתלאין שקבעת בכל אחת מהמבחנות.

ענה על שאלות 4-5.

4. א. מהו המשתנה התלוי בניסוי שביצעת? (4 נקודות)

ב. הסבר את הקשר בין המשתנה התלוי לבין דרך המדידה. (5 נקודות)

5. מהי המסקנה מתוצאות הניסוי? הסבר את הקשר בין תוצאות הניסוי לבין המסקנה. (5 נקודות)



חלק ג - ניתוח תוצאות ניסוי: פעילות האנזים פוספטאז בשורשי קישוא

בקרקע מצויות תרכובות אורגניות המכילות פוספט, אך הן אינן זמינות לצמח כי הן אינן נקלטות בשורשים. במינים רבים של צמחים האנזים פוספטאז מופרש מתאי השורשים אל הקרקע. אנזים זה מזרז את פירוק התרכובות האורגניות המכילות פוספט שמצויות בקרקע. אחד מהתוצרים של תהליך הפירוק הוא פוספט אי-אורגני (ראה איור בחלק ב). פוספט אי-אורגני יכול להיקלט בשורשי הצמח.

חוקרים בדקו את השפעת הריכוז ההתחלתי של תרכובת אורגנית המכילה פוספט על עמות האנזים פוספטאז שהופרשה משורשי צמחים לתמיסת הגידול.

תיאור הניסוי:

- החוקרים גידלו צמחי קישוא בכלים שבהם תמיסה מימית של מינרלים הכרחיים לקיום הצמחים. בכל כלי גידול 50 צמחים בנפח זהה של תמיסה.
- החוקרים הוסיפו לכל אחד מהכלים נפח קבוע של תמיסות המכילות ריכוזים שונים של תרכובת אורגנית המכילה פוספט. ריכוז התרכובת בכל כלי רשום בטבלה 3.
- לאחר 3 ימים הוציאו את הצמחים מתמיסת הגידול, ובדקו את כמות האנזים שהפרישו השורשים לתמיסה. תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה 3.

טבלה 3:

הכלי	הריכוז ההתחלתי של תרכובת אורגנית המכילה פוספט (מ"ג ל- 100 מ"ל)	כמות האנזים פוספטאז שהופרשה מהשורשים לתמיסת הגידול (יחידות יחסיות)
1	0	1.0
2	2	2.5
3	4	3.3
4	5	3.8
5	10	4.3

ענה על שאלות 6-7.

6. עליך להציג בדרך גרפית את תוצאות הניסוי שערכו החוקרים.

א. מהו סוג ההצגה הגרפית המתאים ביותר לתיאור התוצאות – גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נמק את תשובתך. (5 נקודות)

ב. לרשותך נייר מילימטרי. הצג עליו בדרך גרפית את התוצאות שבטבלה. (6 נקודות)

7. לפניך שתי אפשרויות להסביר את הפרשת האנזים פוספטאז מהשורשים:

I ריכוז התרכובת האורגנית המכילה פוספט, שמצויה בקרבת שורשי הצמח, אינו משפיע על הפרשת האנזים פוספטאז משורשי הצמח.

II ריכוז התרכובת האורגנית המכילה פוספט, שמצויה בקרבת שורשי הצמח, משפיע על הפרשת האנזים פוספטאז משורשי הצמח.

איזו משתי האפשרויות מתאימה לתוצאות הניסוי? נמק על פי התוצאות בהצגה הגרפית.



המשך תיאור הניסוי:

בהמשך הניסוי נבדקה גם כמות הפוספט האי-אורגני בכל אחד מהכלים 1-5, כמפורט בטבלה 4.

טבלה 4: השפעת הריכוז של תרכובת אורגנית המכילה פוספט על כמות הפוספט האי-אורגני

הכלי	הריכוז ההתחלתי של תרכובת אורגנית המכילה פוספט (מ"ג ל- 100 מ"ל)	כמות הפוספט האי-אורגני בתמיסת הגידול (מ"ג ל- 100 מ"ל)
1	0	0
2	2	0.50
3	4	0.65
4	5	0.72
5	10	0.80

ענה על שאלות 8-12.

8. הצע הסבר לכך שבכלי ו לא נמצא כלל פוספט אי-אורגני. (4 נקודות)
9. אפשר להסביר את התוצאות שהתקבלו בכלים 2-5. בטבלה 4 בדך זו:
במשך שלושה ימים התרכובת האורגנית המכילה פוספט, שנמצאת בתמיסת הגידול, מתפרקת מעצמה (פירוק עצמוני = ספונטני) ומתקבל פוספט אי-אורגני.
א. הצע טיפול בקרה שיאפשר לשלול את ההסבר. (3 נקודות)
ב. איזו תוצאה בטיפול שהצעת תאפשר לשלול את ההסבר? נמק. (3 נקודות)
10. החוקרים מצאו שההסבר שהוצע בשאלה 9 אינו נכון, כלומר התרכובת האורגנית המכילה פוספט אינה מתפרקת מעצמה.
א. הצע הסבר אחר לעלייה בכמות הפוספט האי-אורגני בתמיסת הגידול בכלים 2-5 (בטבלה 4). בסס את תשובתך על הנתונים שבטבלה 3. (6 נקודות)
ב. האם התוצאות של הניסוי שביצעת בחלק ב (בדיקת פעילות האנזים פוספטאז במיצוי מתאי קישוא) תומכות בהסבר שהצעת בסעיף א? נמק. (4 נקודות)
11. בכל אחד מהכלים שבהם גדלו צמחי הקישוא, היו 50 צמחים.
הסבר מדוע חשוב היה להכניס לכל כלי 50 צמחים ולא להסתפק בצמח אחד. (5 נקודות)
12. קליטת פוספט אי-אורגני מסביבת הגידול של הצמח (קרקע או תמיסת גידול) מתבצעת באמצעות השורשים. פוספט אי-אורגני משמש חומר מוצא לתרכובות אורגניות המכילות פוספט שהן חיוניות לקיום הצמח ולהתפתחותו.
א. ציין שתי תרכובות אורגניות המכילות פוספט (זרחה), שהן חיוניות לתאי צמחים. (4 נקודות)
ב. בחר באחת התרכובות שצינת בסעיף א, וכתוב מהו התפקוד שלה בתאי הצמח. (3 נקודות)



במינים רבים של צמחים וביניהם צמחי קישוא, האנזים פוספטאז מופרש מהשורשים אל הקרקע. קליטת פוספט אי-אורגני מהקרקע לשורשים מתרחשת גם בהעברה פעילה (אקטיבית). עליך לתכנן את השלבים הראשונים של ניסוי שיבדוק את הקשר בין ריכוז החמצן בקרקע לבין קצב ההעברה הפעילה של פוספט אי-אורגני אל השורשים.

ענה על שאלות 13-14

13. א. נסח את ההשערה שתיבדק בניסוי. (4 נקודות)

ב. מהו הבסיס הביולוגי להשערתך? (5 נקודות)

14. טמפרטורת הקרקע היא גורם שחשוב לשמור עליו קבוע בניסוי שתכננת. הסבר בפירוט מדוע חשוב לשמור על גורם זה קבוע.

מסור לבוחן את השאלון שבידך עם המחברת, וצרף אליהם את הנייר המילימטרי שעליו הצגת את תוצאות הניסוי בחלק ג.

ב ה צ ל ח ה !



בעיה 2

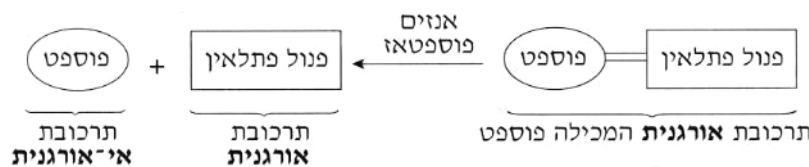
בבעיה זו תבדוק את פעילות האנזים פוספטאז הנוצר בתאים של אורגניזמים שונים.

השאלות בשאלון זה ממוספרות במספרים 16-29. מספר הנקודות לכל שאלה רשום בסופה. ענה על כל השאלות במחברת.

חלק א - פעילות האנזים פוספטאז בשורשונים של נבטי קישוא

פוספטאז הוא אנזים הנוצר בתאים של אורגניזמים שונים. האנזים מזרז פירוק של תרכובות אורגניות המכילות פוספט (זרחה). הסובסטרט (מצע) בניסוי שתבצע הוא **פנול פתלאין פוספט** – תרכובת אורגנית המכילה פוספט והיא חסרת צבע. האנזים פוספטאז מזרז את הפירוק של פנול פתלאין פוספט, ותוצרי הפירוק הם פנול פתלאין ופוספט אי-אורגני (ראה איור 1).

איור 1:



בקרע מצויות תרכובות אורגניות המכילות פוספט, אך הן אינן זמינות לצמח כי הן אינן נקלטות בשורשים. לעומת זאת פוספט אי-אורגני נקלט בשורשי הצמח.

א. על שולחן שני כלים המסומנים I ו-II, שבכל אחד מהם יש אגר. בכלי I הנביטו נבט קישוא, ובכלי II אין נבט. על האגר שבכלים I ו-II, טפטפו טיפות של פנול פתלאין פוספט.

- לרשותך בקבוקון המסומן "בסיס" ובו הבסיס נתרן קרבונט.

שים לב: הימנע מלגעת בתמיסת הבסיס.

טפטף 3 טיפות מתמיסת הבסיס על האגר שבכל אחד משני הכלים. בהמשך, בחלק א2 תחזור לבדוק כלים אלה.

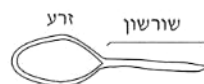
חלק א1 – בדיקת פעילות האנזים פוספטאז בשורשונים של נבטי קישוא

ב. לרשותך ארבע זכוכיות נושאות.

- באמצעות עט לסימון זכוכית, סמן את הזכוכיות במספרים 1, 2, 3, 4, והנח אותן בצלחת לשימוש חד-פעמי.

ג. לרשותך נבטי קישוא שיש להם שורשונים (ראה איור 2).

איור 2: נבט של קישוא



- חתוך שורשונים של שני נבטים, והנח שורשון אחד על כל אחת מהזכוכיות 1 ו-2.



- באמצעות כפית מעך בעדינות את השורשונים שעל הזכוכיות.

ד. לרשותך מבחנה ובה תמיסת פנול פתלאין פוספט.

- רשום על פיפטת פסטר "פ.פ פוספט", ובאמצעותה טפטף שתי טיפות מתמיסת הפנול פתלאין פוספט על השורשון המעוך שעל זכוכית 1.

- טפטף שתי טיפות פנול פתלאין פוספט על זכוכית 3.

ה. לרשותך בקבוקון ובו מים מזוקקים. טפטף שתי טיפות מים מזוקקים על השורשון המעוך שעל זכוכית 2.

ו. לרשותך בקבוקון ובו תמיסת פנול פתלאין. טפטף שתי טיפות של פנול פתלאין על זכוכית 4.

- רשום את השעה: _____.

- המתן 5 דקות. בזמן ההמתנה ענה על סעיף א בשאלה 16.

16. א. הכן במחברתך טבלה, וסכם בה את מערך הניסוי שערכת בחלק א1. כלול בטבלה עמודה נוספת לרישום תוצאות הניסוי. (5 נקודות)

ז. 5 דקות לאחר השעה שרשמת בסעיף ו, טפטף בזהירות טיפה אחת של בסיס מהבקבוקון המסומן "בסיס" על השורשונים המעוכים שבזכוכיות 1 ו-2, ועל התמיסות שבזכוכיות 3 ו-4. התבונן בצבע המתקבל בתמיסות שעל הזכוכיות.

ענה על שאלה 16.ב.

16. ב. רשום בטבלה שהכנת את תוצאות הניסוי. (4 נקודות)

לידיעתך: פנול פתלאין (שהוא תוצר פירוק של פנול פתלאין פוספט) בסביבה חומצית הוא חסר צבע, ובסביבה בסיסית צבעו סגול.

ענה על שאלה 17.

17. הסבר את התוצאה שקיבלת בזכוכית 1. התבסס על המידע שבפתיח לניסוי ובקטע "לידיעתך". בתשובתך התייחס גם לתוצאות שהתקבלו בזכוכיות 2-4. (5 נקודות)

חלק 2 – דרך נוספת לבדיקת פעילות האנזים פוספטאז בשורשוני קישוא

בחלק זה תבדוק את שני הכלים I ו-II שבהם אגר המכיל פנול פתלאין פוספט. האגר מכיל כמות גדולה של מים שהנבט ניצל בתהליך התפתחותו. במהלך ההתפתחות, הנבט בכלי I הצמיח שורשון אל תוך האגר. לפי ההנחיות בסעיף א הוספת לכל אחד מהכלים תמיסת בסיס.

ענה על שאלה 18.

18. א. השווה את צבע האגר בשני הכלים I ו-II. (2 נקודות)

ב. הסבר את התוצאות שקיבלת בשני הכלים. (4 נקודות)

ג. אנזימים נוצרים בתאים. יש אנזימים שהם פעילים בתוך התאים, ויש אנזימים המופרשים אל מחוץ לתאים ופעילים בסביבה החוץ תאית.

מה אפשר להסיק על פעילות האנזים פוספטאז על פי התצפית בכלי I?



נמק על פי ההבדל בין הטיפולים בחלק א1 (זכוכית 1) ובחלק א2. (4 נקודות)

חלק ב - הסתכלות במיקרוסקופ בצינורות הובלה בשורשונים של נבטי קישוא

- ח. חתוך שורשון מנבט קישוא והנח אותו על זכוכית נושאת. טפטף טיפה אחת של מים מזוקקים על השורשון.
 - לרשותך סכין ומלקטת (פינצטה).
 - היעזר במלקטת, ובאמצעות הסכין חתוך את השורשון לפיסות קטנות של רקמה.
 - באמצעות כפית מעך בעדינות את הרקמה שעל הזכוכית, וטפטף עליה טיפה נוספת של מים מזוקקים.
 - כסה את הרקמה בזכוכית מכסה.

- ט. בדוק בהגדלה הקטנה של המיקרוסקופ את המתקן שהכנת. חפש מבנים כהים ומוארכים – אלה הם צינורות ההובלה.
 - עבור להגדלה בינונית או להגדלה גדולה.
- שים לב: בהגדלה הבינונית או הגדולה תוכל לראות שהמבנים המוארכים הם צינורות הובלה בעלי דפנות מעובות בצורת סליל או בצורת טבעות.

ענה על שאלות 19-20.

19. א. צייר במחברתך 2-3 צינורות הובלה של שורשוני קישוא (אל תצייר תאים שבקרבת הצינורות). (4 נקודות)
- ב. רשום את ההגדלה שהתבוננת בה, וכתוב כותרת מתאימה לציור. (5 נקודות)

20. בבדיקת צינורות ההובלה משורשונים שגודלו בכלי I (בחלק א1 של הניסוי) נמצא שיש בתוכם פוספט אי-אורגני. התבסס על בדיקתך בחלק א2 ועל תשובתך לשאלה 18 והצע הסבר לממצא זה. (5 נקודות)

חלק ג – ניתוח תוצאות ניסוי: פעילות אנזים פוספטאז בשורשי קישוא

קרא שנית את הפתיח של חלק א (עד סעיף א).

חוקרים בדקו את השפעת הריכוז ההתחלתי של תרכובת אורגנית המכילה פוספט על כמות הפוספט האי-אורגני שנקלט בצמחי קישוא.

תיאור הניסוי:

- החוקרים גידלו צמחי קישוא צעירים בכלים 1-5 שבהם תמיסה מימית של מינרלים הכרחיים להתפתחות הצמחים. בכל כלי גידלו 100 צמחים בנפח זהה של תמיסה.
- בתחילת הניסוי הוסיפו החוקרים לכל אחד מהכלים נפח קבוע של תמיסות המכילות ריכוזים שונים של תרכובת אורגנית המכילה פוספט. ריכוז התרכובת בכל כלי רשום בטבלה 1.
- 40 ימים לאחר תחילת הניסוי, הוציאו החוקרים את הצמחים מתמיסות הגידול ובדקו את כמות הפוספט האי-אורגני שנשארו בתמיסת הגידול. לפי הכמות שנשארה בתמיסה חישבו החוקרים את כמות הפוספט האי-אורגני שנקלט בצמחים.



תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה 1.

טבלה 1:

הכלי	הריכוז ההתחלתי של תרכובת אורגנית המכילה פוספט (מ"ג ל- 100 מ"ל תמיסה)	כמות הפוספט האי-אורגני שנקלט בצמחים (מיקרוגרם לצמח)
1	0	0
2	1	17
3	2	25
4	4	30
5	10	32

ענה על שאלות 21-27.

21. עליך להציג בדרך גרפית את תוצאות הניסוי שערכו החוקרים.

א. מהו סוג ההצגה הגרפית המתאים ביותר לתיאור התוצאות – גרף רציף או דיאגרמת עמודות?
נמק את תשובתך. (5 נקודות)

ב. לרשותך נייר מילימטרי. הצג עליו בדרך גרפית את התוצאות שבטבלה. (6 נקודות)

22. בכלי נוסף, שבו הריכוז ההתחלתי של התרכובת האורגנית המכילה פוספט היה 10 מ"ג / 100 מ"ל תמיסה, לא גידלו צמחים. לאחר 40 ימים בדקו את הרכב התמיסה, ונמצא שהיא לא הכילה כלל פוספט אי-אורגני. הסבר את החשיבות של הבדיקה הזאת להבנת תוצאות הניסוי. (5 נקודות)

23. הצע הסבר לעלייה בכמות הפוספט האי-אורגני שנקלט בצמחים שגודלו בכלים 1-4. בסס את תשובתך על ההצגה הגרפית ועל תוצאות הניסוי בחלקים א1, א2. (5 נקודות)

24. בניסוי דומה לניסוי בחלק ג גידלו צמחים גם בכלי ובו תרכובת אורגנית המכילה פוספט שריכוזה 20 מ"ג ל-100 מ"ל תמיסת גידול.

נמצא שגם בכלי זה כמות הפוספט האי-אורגני שנקלט בצמחים הייתה 32 מיקרוגרם / צמח. הצע הסבר אפשרי לתוצאה זו. (4 נקודות)

25. בניסוי כל הכלים נשמרו באותה טמפרטורה.

הסבר בפירוט מדוע היה חשוב לשמור על גורם זה קבוע בכל הכלים. (5 נקודות)

26. הסבר מדוע היה חשוב להכניס לכל כלי 100 צמחים ולא להסתפק בצמח אחד. (5 נקודות)

27. קליטת פוספט אי-אורגני מסביבת הגידול של הצמח (קרקע או תמיסת גידול) מתבצעת באמצעות השורשים. פוספט אי-אורגני משמש חומר מוצא לתרכובות אורגניות המכילות פוספט, שהן חיוניות לקיום הצמח ולהתפתחותו.

א. ציין שתי תרכובות אורגניות המכילות פוספט (זרחה), שהן חיוניות לתאי צמחים. (4 נקודות)

ב. בחר באחת התרכובות שציינת בסעיף א, וכתוב מהו התפקוד שלה בתאי הצמח. (3 נקודות)

עליך לתכנן את השלבים הראשונים של ניסוי שבו ייבדק הקשר בין ריכוז תרכובת אורגנית המכילה פוספט בסביבת הגדול לבין קצב הגידול של הצמח.



ענה על שאלות 28-29.

28. א. נסח את ההשערה שתיבדק בניסוי. (4 נקודות)

ב. מהו הבסיס הביולוגי להשערתך? (5 נקודות)

29. א. מהו המשתנה התלוי בניסוי המתוכנן? (3 נקודות)

ב. הצע דרך אפשרית למדידת המשתנה התלוי. (3 נקודות)

בהצלחה!



בעיה 3

בבעיה זו תבדוק את פעילות האנזים פוספטאז הנוצר בתאים של אורגניזמים שונים. אנזים זה מזרז פירוק של תרכובות אורגניות המכילות פוספט (זרחה).

השאלות בשאלון זה ממוספרות במספרים 31-44. מספר הנקודות לכל שאלה רשום בסופה. ענה על כל השאלות במחברת, אלא אם כן התבקשת לעבוד במחשב.

חלק א - הכרת שיטה למדידת ריכוז פנוול פתלאין

לרשותך כלי ובו תמיסת פנוול פתלאין וכלי ובו מים מזוקקים.

א. באמצעות עט לסימון זכוכית, סמן שלוש מבחנות בספרות 1, 2, 3.

ב. לרשותך שתי פיפטות פסטור. על פיפטה אחת רשום "פנוול פתלאין", ועל האחרת רשום "מים".
- לרשותך פיפטה של 2 מ"ל (או 1 מ"ל). רשום עליה "מים".

ג. לכל אחת מהמבחנות 1-3 העבר פנוול פתלאין ומים מזוקקים על פי הנפחים הרשומים בטבלה 1:
- באמצעות פיפטת פסטור המסומנת "פנוול פתלאין", הוסף לכל אחת מהמבחנות טיפות של פנוול פתלאין.
- באמצעות הפיפטה המסומנת "מים", העבר לכל אחת מהמבחנות 2 מ"ל מים מזוקקים.
- באמצעות פיפטת פסטור המסומנת "מים", הוסף לכל אחת מהמבחנות טיפות של מים מזוקקים (להשוואת הנפח במבחנות).

טבלה 1: הקשר בין ריכוז פנוול פתלאין לצבע התמיסה

1	2	3	4	5
המבחנה	נפח פנוול פתלאין (טיפות)	נפח מים מזוקקים		
1	1	2 מ"ל	11 טיפות	
2	4	2 מ"ל	8 טיפות	
3	10	2 מ"ל	2 טיפות	

ד. לרשותך בקבוקון עם טפי המסומן "בסיס", ובו תמיסת הבסיס נתרן קרבונט.

שים לב: הימנע מלגעת בתמיסת הבסיס.

- לכל אחת מהמבחנות 1-3 הוסף טיפה אחת של תמיסת בסיס.
- טלטל קלות את המבחנות.
- העבר את שתי פיפטות פסטור שהשתמשת בהן לכלי פסולת.
- מסור לבוחן את הכלי המסומן "פנוול פתלאין".



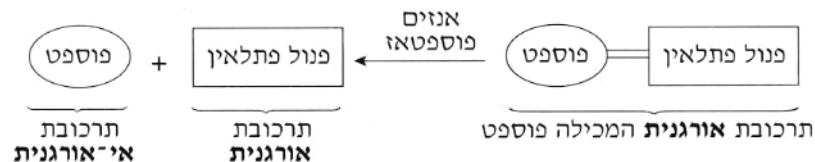
ענה על שאלות 31-32.

31. א. העתק את טבלה 1 למחברתך.
 - בעמודה 4 רשום את צבע הנוזל שהתקבל בכל אחת מהמבחנות.
 - הוסף כותרת מתאימה לעמודה זו. (2 נקודות)
 ב. תאר את הקשר בין ריכוז הפנול פתלאין ובין הצבע במבחנות. (2 נקודות)
 32. לרשותך הנספח "סולם צבעים" ובו מלבנים שבכל אחד מהם גוון שונה של צבע. לכל צבע נקבע ערך (ביחידות יחסיות) המבטא את ריכוז הפנול פתלאין.
 א. השווה את הצבע של הנוזל במבחנה 1 לצבע שבסולם הצבעים, ורשום בעמודה 5 את הערך המתאים. (1 נקודה)
 ערך זה מבטא את ריכוז הפנול פתלאין (ביחידות יחסיות) במבחנה.
 ב. חזור על הוראות סעיף א עם מבחנות 2 ו-3. (2 נקודות)
 ג. הוסף כותרת מתאימה לעמודה 5. (2 נקודות)

חלק ב – פעילות האנזים פוספטאז בתאי קישוא

פוספטאז הוא אנזים הנוצר בתאים של אורגניזמים שונים. האנזים מזרז פירוק תרכובות אורגניות המכילות פוספט (זרח).
 הסובסטרט (מצע) הניסוי שתבצע הוא פנול פתלאין פוספט – תרכובת אורגנית המכילה פוספט והיא חסרת צבע.
 האנזים פוספטאז מזרז את הפירוק של פנול פתלאין פוספט, ותוצרי הפירוק הם פנול פתלאין ופוספט אי-אורגני (ראה איור 1).

איור 1:



הכנת מיצוי מתאי קישוא (סעיפים ה-ז)

ה. לרשותך פיסה של קישוא וכוס המסומנת "רסק".

- בעזרת המגרדת (פומפייה) רסק את פיסת הקישוא לתוך צלחת.
- העבר כף לא גדושה של רסק (כולל הנוזל שבו) לכוס שברשותך.

- באמצעות משורה, הוסף לרסק כ-20 מ"ל מים מזוקקים.
- באמצעות הכף, בחש היטב את הרסק המהול במים, והעבר אותו למשורה.
- הוסף למשורה מים מזוקקים עד שנפח הנוזל במשורה יהיה 100 מ"ל.
- החזר את הרסק והנוזל מהמשורה אל הכוס.



ז. לרשותך כלי המסומן "תסנין".

- הכנס לכלי זה משפך ורפד את המשפך בגזה (8 שכבות).
- באמצעות הכף, ערבב היטב את הרסק המהול שבכוס והעבר אותו למשפך שבכלי.
- המתן עד שרוב הנוזל יסתנן לכלי דרך הגזה.
- אסוף את שולי הגזה ולחץ עליה, כדי ששארית המיצוי תעבור לכלי.
- פקוק את הכלי עם פקק.
- השלך את הגזה לכלי פסולת.

בדיקת פעילות האנזים פוספטאז (סעיפים ח-יג)

ח. על שולחןך כלי המסומן "אמבט מים". קבל מהבוחן מים פושרים והכן אמבט שטמפרטורת המים בו היא בטווח 35°C - 37°C .

ט. קבל מהבוחן מבחנה ובה תמיסת פנול פתלאין פוספט.

- סמן שלוש מבחנות באותיות א, ב, ג.
- רשום "פ.פ פוספט" על פיפטה של 1 מ"ל.
- בעזרת הפיפטה "פ.פ פוספט" והפיפטה "מים", הוסף לכל אחת מהמבחנות פנול פתלאין פוספט ומים מזוקקים על פי הנפחים הרשומים בטבלה 2.

טבלה 2:

המבחנה	נפח פנול פתלאין פוספט (מ"ל)	נפח מים מזוקקים (מ"ל)	נפח מיצוי (מ"ל)
א	1.0	0	1.5
ב	0.3	0.7	1.5
ג	0.1	0.9	1.5

י. רשום "מיצוי" על פיפטה של 2 מ"ל (או 5 מ"ל).

- לכל אחת מהמבחנות א-ג הוסף 1.5 מ"ל מיצוי.
- טלטל קלות את המבחנות.

יא. ודא שטמפרטורת המים באמבט היא בטווח 33°C - 35°C .
הכנס את מבחנות א-ג לאמבט, ורשום את השעה: _____.

יב. המתן 7 דקות. בזמן ההמתנה ענה על סעיף א בשאלה 33.

ענה על שאלה 33 א.

33. א. העתק למחברתך את טבלה 2, והוסף לטבלה עמודה שבה תרשום (בהמשך הניסוי) את ריכוז הפנול פתלאין בכל אחת מהמבחנות א-ג. (2 נקודות)

- הוסף כותרת מתאימה לעמודה שהוספת לטבלה.
- הוסף כותרת לטבלה.



יג. 7 דקות לאחר השעה שרשמת בסעיף יא, הוצא את המבחנות מהאמבט והוסף לכל אחת מהן טיפה אחת של בסיס.

שים לב: הימנע מלגעת בתמיסת הבסיס.

- טלטל קלות את המבחנות.

ענה על שאלה 33ב.

33. ב. היעזר בסולם הצבעים שבנספח וקבע את ריכוז הפנול פתלאין (ביחידות יחסיות) לפי ההנחיות בשאלה 32. (2 נקודות)

רשום בעמודה שהוספת לטבלה 2 את ריכוז הפנול פתלאין שקבעת בכל אחת מהמבחנות.

ענה על שאלות 34-36.

34. א. מהו המשתנה התלוי בניסוי שביצעת? (4 נקודות)

ב. הסבר את הקשר בין המשתנה התלוי לבין דרך המדידה. (5 נקודות)

35. אפשר להסביר את התוצאות שהתקבלו במבחנות א-ג בדרך זו:
בתנאי הניסוי התרכובת פנול פתלאין פוספט מתפרקת מעצמה (פירוק עצמוני = ספונטני) ומתקבל פנול פתלאין.

א. הצע טיפול בקרה שיאפשר לשלול את ההסבר. (3 נקודות)

ב. איזו תוצאה בטיפול שהצעת תאפשר לשלול את ההסבר? נמק. (3 נקודות)

36. מהי המסקנה מתוצאות הניסוי? הסבר את הקשר בין תוצאות הניסוי לבין המסקנה. (6 נקודות)

חלק ג – הפרשה של האנזים פוספטאז משורשים של צמחי תירס וצמחי חומוס

בחלק זה תעבוד באמצעות גיליון אלקטרוני.

האנזים פוספטאז נוצר בתאים של אורגניזמים שונים, ביניהם צמחי תירס וצמחי חומוס. האנזים פעיל בתאים, אך גם מופרש מהשורשים אל סביבת הגידול של צמחים אלה.

ניסוי I

תיאור הניסוי:

חוקרים בדקו כיצד הריכוז ההתחלתי של תרכובת אורגנית המכילה פוספט בתמיסת הגידול משפיע על הפרשת האנזים משורשים של צמחי התירס וצמחי החומוס.

- החוקרים גידלו במכלים נפרדים, נבטים צעירים של תירס ושל חומוס. בכל מכל הייתה תמיסה מימית של מינרלים הכרחיים להתפתחות תקינה של צמחים.

- בכל אחד מן המכלים גידלו 20 צמחים בנפח זהה של תמיסה.

- במכלים 1א-5א גידלו צמחי תירס, ובמכלים 1ב-5ב גידלו צמחי חומוס.

- החוקרים הוסיפו לכל אחד מהמכלים נפח קבוע של תמיסות המכילות ריכוזים שונים של תרכובת אורגנית המכילה פוספט כמפורט בטבלאות א-ב שבעמוד הבא.



החוקרים חזרו על הניסוי 4 פעמים.

תוצאות הניסוי מוצגות בטבלאות א-ב.

הנתונים שבטבלאות הוקלדו בעבורך. כדי להשתמש בהם, עבוד לפי ההוראות האלה:

א. טען את תוכנת הגיליון האלקטרוני אקסל.

שים לב: לרשותך נספח הוראות לעבודה בגיליון אלקטרוני. תוכל להיעזר בו במהלך עבודתך.

ב. פתח את הקובץ Tablees3 שבו שתי טבלאות: "טבלה א", "טבלה ב".

ג. עבור ל"טבלה א". הקלד בתאים המתאימים בטבלה א את כותרת הטבלה ואת כותרות העמודות, על פי טבלה א שלהלן.

ד. חזור על ההנחיות שבסעיף ג עם טבלה ב שבעמוד זה.

F	E	D	C	B	A	
טבלה א:						1
השפעת הריכוז של תרכובת אורגנית המכילה פוספט, על הפרשת אנזים פוספטאז משורשי תירס						2
כמות האנזים פוספטאז שהופרש משורשים של 20 צמחי תירס (יחידות יחסיות)				ריכוז פוספט אורגני בתמיסת גידול בתחילת הניסוי (מ"ג / 100 מ"ל)	מס' המכל	3
חזרה 4	חזרה 3	חזרה 2	חזרה 1			4
0.95	0.98	0.96	1.08	0	א1	5
2.92	3.10	2.95	2.89	2	א2	6
5.12	4.92	4.87	5.12	4	א3	7
6.34	6.21	5.94	5.86	5	א4	8
7.71	7.48	6.95	7.72	10	א5	9

F	E	D	C	B	A	
טבלה ב:						10
השפעת הריכוז של תרכובת אורגנית המכילה פוספט, על הפרשת אנזים פוספטאז משורשי חומוס						2
כמות האנזים פוספטאז שהופרש משורשים של 20 צמחי חומוס (יחידות יחסיות)				ריכוז פוספט אורגני בתמיסת גידול בתחילת הניסוי (מ"ג / 100 מ"ל)	מס' המכל	13
חזרה 4	חזרה 3	חזרה 2	חזרה 1			14
3.10	3.81	2.89	2.96	0	ב1	15
7.91	8.36	8.24	7.63	2	ב2	16
13.94	14.12	13.86	14.53	4	ב3	17
17.88	17.82	18.37	18.25	5	ב4	18
24.28	24.14	23.61	23.73	10	ב5	19

ענה על שאלות 37-39.

37. א. על צג המחשב – בעמודה G שבטבלה א – חשב את הכמות הממוצעת של האנזים פוספטאז בכל אחד מהמכלים א1-א5.

- על צג המחשב – בעמודה G שבטבלה ב – חשב את הכמות הממוצעת של האנזים פוספטאז בכל אחד מהמכלים א1-א5. (3 נקודות)

ב. העתק למחברתך את נוסחת התא G7. (2 נקודות)

ג. על צג המחשב – הכן טבלה נוספת (טבלה ג) שתכלול את ריכוז הפוספט האורגני (עמודה B) ואת הכמויות הממוצעות של האנזים פוספטאז שחישבת בטבלאות א ו-ב. (2 נקודות)

הערה: בהדבקת הנתונים בחר ב"הדבקה מיוחדת / ערכים בלבד".

- כתוב כותרות לכל העמודות בטבלה ג.

- כתוב כותרת לטבלה ג.



ה. הוסף לכותרת של טבלה ג את 5 הספרות האחרונות של מספר תעודת הזהות שלך.
לדוגמה: בעל תעודת זהות שמספרה 034567123 יוסיף לכותרת הטבלה את הספרות 67123.
מספר זה יהיה השם החדש של הקובץ Tables3.
שמור את הקובץ בשמו החדש על פי הנחיות הבוחן.

38. עליך להציג בדרך גרפית את הקשר בין הריכוז ההתחלתי של תרכובת אורגנית המכילה פוספט ובין הכמות הממוצעת של האנזים פוספטאז שהפרישו השורשים של צמחי התירס ושל צמחי החומס (טבלה ג).
א. מהו סוג ההצגה הגרפית המתאים ביותר לתיאור תוצאות הניסוי – גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נמק את תשובתך. (5 נקודות)
ב. הצג (על צג המחשב) את ההצגה הגרפית של תוצאות הניסוי. (6 נקודות)

ו. הוסף לכותרת ההצגה הגרפית את 5 הספרות האחרונות של מספר הזהות שלך.
שמור מחדש את הקובץ, כולל ההצגה הגרפית.

39. תאר את תוצאות הניסוי שבהצגה הגרפית. (3 נקודות)

ניסוי II: כמות הפוספט האי-אורגני שנקלט בשורשים של צמחי תירס והביומסה של צמחי התירס

בקרקע מצויות תרכובות אורגניות המכילות פוספט, אך הן אינן נקלטות בשורשים.
במינים רבים של צמחים, כמו גם בצמחי תירס ובצמחי חומס, האנזים פוספטאז מופרש מתאי השורשים אל הקרקע. אנזים זה מזרז את פירוק התרכובות האורגניות המכילות פוספט המצויות בקרקע. אחד מהתוצרים של תהליך הפירוק הוא פוספט אי-אורגני (ראה איור 1 בחלק ב).
פוספט אי-אורגני יכול להיקלט בשורשי הצמח.

תיאור הניסוי:

- במכל א החוקרים גידלו 20 צמחי תירס.
- במכל ב החוקרים גידלו 10 צמחי תירס וגם 10 צמחי חומס.
- בתחילת הניסוי ריכוז התרכובת האורגנית המכילה פוספט בכל אחד מהמכלים היה 10 מ"ג / 100 מ"ל.
- במכלים לא היה פוספט אי-אורגני.
- לאחר 30 ימים נבדקו כמות הפוספט האי-אורגני והביומסה של צמחי תירס בכל אחד מהמכלים.

ענה על שאלה 40.

40. לאחר 30 ימים מצאו פוספט אי-אורגני במכל א שבו צמחי תירס. הצע הסבר לממצא זה. בהסברך הסתמך על התוצאות במכל 5א בטבלה א.

החוקרים חישוב את כמות הפוספט האי-אורגני שנקלט בשורשים של צמחי תירס שגודלו בכל אחד מהמכלים א-ב, ובדקו את הביומסה של צמחי התירס.
תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה ד.



טבלה ד: כמות הפוספט האי-אורגני שנקלט בצמחי תירס והביומסה של צמחי התירס

המכל	סוג הצמחים במכל		כמות ממוצעת של פוספט אי-אורגני שנקלט בשורשים של צמחי תירס (מ"ג/צמח)	ביומסה ממוצעת של צמחי תירס (גרם/צמח)
	צמחי תירס	צמחי חומוס		
א	+	-	0.1	0.55
ב	+	+	0.5	2.2

ענה על שאלות 41-43.

41. א. עיין בטבלה ד והשווה בין הקליטה של פוספט אי-אורגני בשורשים של צמחי תירס שגודלו במכל נפרד ובין קליטתו בשורשים של צמחי תירס שגודלו במכל עם צמחי חומוס. (2 נקודות)

ב. הצע הסבר להבדל בקליטה של פוספט אי-אורגני בין צמחי תירס שגודלו בנפרד ובין אלה שגודלו יחד עם צמחי חומוס. היעזר בתוצאות שבטבלה ג. בתשובתך התייחס לפעילות האנזים פוספטאז. (5 נקודות)

42. בניסוי II גודלו הצמחים בשני המכלים בתמיסות שבהן הריכוז ההתחלתי של התרכובת האורגנית המכילה פוספט היה 10 מ"ג / 100 מ"ל.

א. הסבר מדוע חשוב היה לשמור על גורם זה קבוע במערך הניסוי. (5 נקודות)

ב. מדוע לדעתך בחרו החוקרים דווקא בריכוז זה כגורם קבוע? היעזר בתוצאות שבטבלה ג. (3 נקודות)

43. הפוספט האי-אורגני שנקלט בצמח הוא חומר מוצא לתרכובות אורגניות המכילות פוספט שהן חיוניות לקיום הצמח ולהתפתחותו.

א. ציין שתי תרכובות אורגניות המכילות פוספט (זרחה) שהן חיוניות לתאי צמחים. (4 נקודות)

ב. בחר באחת התרכובות שצינת בסעיף א, וכתוב מהו התפקוד שלה בתאי הצמח. (3 נקודות)

ג. הצע הסבר אפשרי להבדל בין הביומסה של צמחי תירס שגודלו במכל א ובין הביומסה של צמחי תירס שגודלו עם צמחי חומוס במכל ב. (4 נקודות)

במינים רבים של צמחים וביניהם צמחי תירס, קליטת פוספט אי-אורגני מהקרקע לשורשים מתרחשת גם בהעברה פעילה (אקטיבית).

עליך לתכן את השלבים הראשונים של ניסוי שיבדוק את הקשר בין ריכוז החמצן בקרקע ובין קצב ההעברה הפעילה (האקטיבית) של פוספט אי-אורגני אל השורשים.

ענה על שאלה 44.

44. א. נסח את ההשערה שתיבדק בניסוי. (4 נקודות)

ב. מהו הבסיס הביולוגי להשערתך? (5 נקודות)

בהצלחה!