

מדינת ישראל

המזכירות הפדגוגית המנהל הפדגוגי
הפיקוח על הוראת הביולוגיה אגף הבחינות

אוניברסיטת בר אילן

הפקולטה לחינוך
המרכז לפיתוח ותמיכה במעבדות הביולוגיה

מכון הנרייטה סאלד
המרכז לבחינות בגרות

מכשיר להערכה של מבחני מעבדה בביולוגיה

תשפ"ד – 2024

שרה ורטהימר, אפרת לינק, תמי בן-דור, הדיה שור-שוסטר

למורה

מכשיר ההערכה (המחווון) משמש את המעריכים בבואם להעריך את בחינות הבגרות במעבדה. אנו מפרסמים אותו לכלל המורים כדי שתשתמשו ותיעזרו בו במהלך ההוראה. בעמודים 4 ו-23 תמצאו תרשימים המסכמים את נושאי הניסויים בכל אחד מחלקי הבחינה. ניסויים 1, 2, 3 שובצו במחזור בוקר ואילו ניסויים 4, 5 שובצו במחזור צהרים. חלק א בכל אחד מהניסויים 1, 2, 3 דומה, אך שונה בגורם המשפיע. בכל אחד מהניסויים 4, 5 חלק א זהה. חלק ב של הניסויים במחזור בוקר דומה, אך שונה בגורם המשפיע. במחזור צהריים הניסויים שונים במשתנה הבלתי תלוי. חלק ג – זהה בכל הניסויים של כל אחד מהמחזורים. לנוחיות המעריכים והמורים העתקנו את השאלות מהבחינה, והן צבועות בצבע אפור, כמו כן העתקנו את הקטעים "לידיעתכם" ששולבו במהלך הבחינה. בכל אחת מהשאלות הוספנו את המיומנות הנבדקת בשאלה והיא מודגשת, לדוגמה:

בניית טבלה לסיכום מערך ניסוי ותוצאותיו

בשאלונים ניתן מספור עוקב לשאלות שבכל חמשת הניסויים. בטבלה מפורטים **מספרי השאלות** בכל הניסויים:

מספר הניסוי	מספרי שאלות
1	1 – 12
2	13 – 24
3	25 – 36
4	37 – 48
5	49 – 60

להלן הערות כלליות המתייחסות למכשיר ההערכה:

- * יש להדגיש שהדוגמאות לתשובות המופיעות בקובץ זה, הן **דוגמאות** בלבד.
- * יש דוגמאות לתשובות שבהן משולבות סוגריים מרובעים [.....]. בסוגריים המרובעים מובאים פרטים שאינם חייבים להופיע בתשובה של התלמידים במבחן. **עם זאת במהלך ההוראה, רצוי לדרוש מהתלמידים תשובה מלאה.**
- * יש דוגמאות לתשובות בהן מופיע הסימן "/". הלכנסן מציין תשובה חלופית, כלומר די באחת התשובות. **לדוגמה בשאלה 1:**
אחד התפקודים של קרום התא:
מפריד בין הסביבה התוך תאית לסביבה החוץ תאית / תוחם את התא / שמירה על סביבה פנימית יציבה / שמירה על הומיאוסטזיס / שמירה על ריכוז מומסים יציב בסביבה הפנימית / שמירה על pH יציב בסביבה הפנימית.
- * **יש לבדוק התאמה של תשובות התלמידים לתוצאות שקיבלו**, אלא אם התלמידים מנמקים היעדר התאמה כזו (הנחיה ברוח זו מופיעה בשאלוני הבחינה ובהנחיות למעריכים).
אם תוצאות התלמידים שונות מהצפוי – יש לקרוא בעיון את תשובותיהם ולקבל הסבר מתאים המבוסס על ידע ביולוגי.
- * בשאלה המבקשת הסבר: "מדוע חשוב לשמור שגורם מסוים יישמר קבוע במערכת הניסוי?", בבחינה בדרך כלל **לא נדרש הסבר המפרט מהי** ההשפעה של אותו גורם על המשתנה התלוי או על דרך המדידה, אך במהלך ההוראה חשוב לדרוש מהתלמידים שיסבירו בפירוט מדוע וכיצד הגורם הקבוע משפיע.
- * בטבלאות: ציון יחידות מידה (מ"ל, % וכד') יכול להופיע בכותרות העמודות או ליד כל נתון.

הצגה גרפית:

- * שם המשתנה בדיאגרמת עמודות יכול להירשם על ציר X או מעל העמודות או בסמוך אליהן.
- * בתצוגה גרפית בה יש שני משתנים בלתי תלויים, אפשר לציין מקרא בסמוך לעקומים או לצד התרשים.
- * בחלק ג של הבחינה, התלמידים נדרשים לסרטט גרף על סמך תוצאות שהתקבלו במחקר מדעי ופורסמו במאמר בעיתונים מדעיים. לאור זאת בתוצאות המוצגות לתלמידים אין סטיות חריגות בתוצאות, ולא נדרש מהתלמידים לחשב ולסרטט קו מגמה, בנתונים כאלו התלמידים יכולים לסרטט גרף רציף ולחבר בין הנקודות או לסרטט דיאגרמת עמודות (בהתאם למשתנה הבלתי תלוי).
סרטוט קו מגמה צריך להתבסס על הנתונים וחישוב מתמטי. פעולות אלו לא ניתנות לביצוע במהלך בחינת המעבדה. עם זאת, תלמידים שיסרטטו קו מגמה ויצרפו נימוק הגיוני – לא יורדו להם נקודות.

בחוברת זו הוספנו למחווה הערות למורה המופיעות בתיבות טקסט. בהערות אלו יש התייחסות לקושי במתן התשובה על ידי התלמידים, הכוונה למרכיבי התשובה המלאה, התייחסות לשגיאות נפוצות של תלמידים או הפניות למאמרים ומצגות המרחיבים בנושא המיומנויות הנדרשות. מאמרים ומצגות אלו מופיעים באתר המרכז לפיתוח ותמיכה במעבדות הביולוגיה באוניברסיטת בר אילן.

תרשים הניסויים במחזור בוקר

	ניסוי 1	ניסוי 2	ניסוי 3
חלק א	הכרה של שיטת המדידה: הכנת סולם צבעים ממיצוי סלק, השפעה של שטח הפנים על יציאת בטנין מתאי סלק.		
חלק ב	הניסוי: השפעה של <u>ריכוז</u> <u>תמיסת אתנול</u> על המידה של חדירות הקרום לבטנין. שיטת המדידה: השוואת הצבע המתקבל בתמיסה לסולם צבעים וקביעה של דרגת הצבע.	הניסוי: השפעה של <u>ריכוז</u> <u>תמיסת דטרגנט</u> על המידה של חדירות הקרום לבטנין. שיטת המדידה: השוואת הצבע המתקבל בתמיסה לסולם צבעים וקביעה של דרגת הצבע.	הניסוי: השפעה של <u>ריכוז</u> <u>תמיסת SDS</u> על המידה של חדירות הקרום לבטנין. שיטת המדידה: השוואת הצבע המתקבל בתמיסה לסולם צבעים וקביעה של דרגת הצבע.
חלק ג	ניתוח תוצאות מחקר: השפעה של המצאות בטנין בצמחים שגדלים בסביבה בה רמת המלח גבוהה, על קצב פירוק של כלורופיל ועל קצב פירוק של חומרים מזיקים בתאים.		

ניסויים 1, 2, 3**בניסוי זה תבדקו את תהליך יציאת הצבען בטנין מתאי שורש סלק****חלק א: שיטת מדידה המבוססת על שימוש בסולם צבעים**

לידיעתכם 1: - בטנין הוא פיגמנט (צבען) בגוון אדום – סגול הנוצר בתאי צמחים מסוימים. - הבטנין נשמר בתוך התא ואינו עובר דרך קרומי התאים.
לידיעתכם 2: - אתנול / דטרגנט / SDS הוא חומר ממס שומנים. - אתנול / דטרגנט / SDS פוגע במבנה המרחבי של חלבונים.

1. 13. 25. א. ציינו שני תפקודים של קרום התא (3 נקודות).**יישום ידע קודם****דוגמאות:**

- מפריד בין הסביבה התוך תאית לסביבה החוץ תאית / תוחם את התא / שמירה על סביבה פנימית יציבה / שמירה על הומיאוסטזיס / שמירה על ריכוז מומסים יציב בסביבה הפנימית / שמירה על pH יציב בסביבה הפנימית.
- מאפשר: מעבר מבוקר של חומרים [אל תוך התא ומחוץ לתא] / חדירות בבררנית / מעבר של חלק מהחומרים / העברה אקטיבית / פסיבית של חומרים.
- קליטת גירויים / תקשורת בין תאית / קולטנים להורמונים [שמשפיעים על תהליכים בתוך התא].
- בקרום יש מולקולות הקשורות למערכת החיסון ומאפשרות להבחין בין עצמי לזר, התפקוד הוא: הבחנה בין עצמי לזר.

למורה:

- יש תלמידים שהתייחסו למבנה הקרום במקום לתפקודו. אומנם מבנה הקרום מאפשר את התפקוד אך אין לבלבל בין השניים.
- תלמידים מתייחסים לתפקוד באופן כללי כגון: הקרום מגן / שומר על התא.
- שגיאה שמופיעה אצל תלמידים מתייחסת לתפקוד "תכליתי" (טלאולוגי):
הקרום מעביר חומרים שנחוצים לתא, או אינו מעביר חומרים שיכולים להזיק לתא.
אפשר להזכיר לתלמידים שיש הרבה רעלים מזיקים שחודרים לתאים גם דרך הקרום הבררני.
- יש תלמידים שהתייחסו לתפקוד דופן תא במקום לתפקוד קרום התא.
לדוגמה: הקרום שומר על צורת התא, מונע כניסת מים והתפוצצות התא.
- יש תלמידים שהתייחסו לקליטה של חומרים ופליטה של חומרים מהתא כשני תפקודים נפרדים של הקרום.

13.1.25. ב. בחרו את אחד התפקודים שציננתם בסעיף א והסבירו כיצד תוספת תמיסת אתנול / דטרגנט / SDS, פוגעת בתפקוד זה. (4 נקודות).

יישום ידע קודם

דוגמה:

הקרום מורכב משומנים [פוספוליפידים] / חלבונים.
אתנול / דטרגנט / SDS, ממס שומנים / פוגע במבנה המרחבי של חלבונים.

- להלן מספר דוגמאות להמשך התשובה (בהתאם לתפקוד שהתלמידים בחרו להתייחס אליו):
- בררנות הקרום תפגע / חדירות הקרום תגדל **או**: תהיה יציאה / כניסה, לא מבוקרת של חומרים מן התא / אל התא.
 - הקרום לא יפריד בין הסביבה הפנימית של התא לבין הסביבה החיצונית / לא תהיה שמירה על הומיאוסטזיס בתא.
 - תפקוד התעלות / הנשאים / המשאבות יפגע.
 - תפגע יכולת חלבונים / קולטנים, בקרום לקלוט גירויים שונים / לקיים תקשורת עם תאים אחרים.

הצרכה:

את מציינים את שמה של קרום התא בנוי מחלבונים, ואתנול / דטרגנט / SDS, פוגע במבנה המרחבי של חלבונים, עליהם להתבסס את תפקוד המבנה של חלבונים (על ידי הדגשת האחרונות).

2. 14.26. א. העתיקו למקום המתאים בטבלה 2 שבמחברת את קביעותיכם בנוגע לדרגת צבע הנוזל במבחנות "בדיקה ו" ו"בדיקה ו". (5 נקודות).

השלמת טבלה לסיכום הבדיקה ודיווח על תוצאות הבדיקה

דוגמה: ראו טבלה 2

טבלה 2:

מבחנה	מספר חלקי הסלק	נפח המים (מ"ל)	נפח תמיסת אתנול / דטרגנט / SDS [6% / 70%] [0.5% (מ"ל)]	דרגת הצבע [הבדיקה]
I	תיבה שלמה	2	2	1 / 1.5 / 2
II	תיבה מחולקת ל-8 חלקים	2	2	3 / 3.5 / 4

אין להוריד ציון אט:

- התוצאות שונות מהצפוי.
- מדווחים על טווח ערכים של דרגות צבע, למשל: 2.5 – 2 או 4 – 2.
- הצרכ המדווח עבור מ"6 / מדגים את צבע התמיסה שרירותית (7 / 8) ומציינים שצבע התמיסה שהתקבל כזה יותר מסולם הצבעים ולא כן אינם יכולים לדגש את צבע התמיסה.

2. 14.26. ב. הציעו הסבר להבדל בתוצאות בין מבחנה "בדיקה ו" למבחנה "בדיקה ו" (4 נקודות).

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

הסבר נכון של תוצאות הניסוי

למורה: בשתי המבחנות I, II היה נפח זהה של סלק

דוגמה:

שטח הפנים / שטח המגע [הכולל], של החלקים [הקטנים] גדול משטח הפנים של התיבה [השלמה].
יותר קרומים / תאי סלק, באים במגע עם אתנול / דטרגנט / SDS, ולכן נפגעים כתוצאה מכך, ולכן כמות גדולה יותר של בטנין / פיגמנט, יוצאת [בדיפוזיה] מן התאים.

למורה:

בתשובה לשאלה זו היו תלמידים שהסבירו שיציאת הבטנין היא **מהתאים שנחתכו**, ולא כתוצאה מהשפעת אתנול / דטרגנט / SDS על קרום התא.
טעות זו נובעת בעיקר מכך שלא הבינו / לא התייחסו, לשתי השטיפות במים של חלקי הסלק לפני העברתם לתמיסת אתנול / דטרגנט / SDS.

האתנול / דטרגנט / SDS באים במגע עם קרומי התאים וגורמים לפגיעה בתפקודם.
במקרים רבים, בהסבר שהציעו תלמידים הייתה התייחסות רק לשטח הפנים או ליחס שטח פנים / נפח, ולא התייחסו ל**השפעה** של תמיסת ההשריה (אתנול / דטרגנט / SDS).

התייחסות ל**יחס** שטח פנים / נפח אינה רלוונטית במקרה זה. הנפח הכולל של התיבה השלמה והתיבות המחולקות הוא זהה. אומנם בהשוואה של תיבה קטנה **אחת** לתיבה **שלמה** יש הבדל ביחס שטח פנים / נפח, אך שאלה זו אינה מתייחסת להבדל זה, אלא להבדל בין שטח הפנים של תיבה אחת, ל**סך כל** שטחי הפנים של 8 תיבות קטנות.
עם זאת, אין זאת שגיאה להתייחס ליחס שטח פנים / נפח, משום שהנפח הכולל זהה.

רצוי להקדים את השאלה על חשיבות שטיפת חלקי הסלק (7.א., 19.א., 31.א.) ולדון עם התלמידים בחשיבות השטיפה **גם** בחלק א של הניסוי.

ניסוי 1: חלק ב: בדיקת ההשפעה של תמיסת אתנול על חדירות קרומי התאים של שורש סלק

ניסוי 2: חלק ב: בדיקת ההשפעה של תמיסת דטרגנט על חדירות קרומי התאים של שורש סלק

ניסוי 3: חלק ב: בדיקת ההשפעה של תמיסת SDS על חדירות קרומי התאים של שורש סלק

3. חשבו את ריכוז תמיסת האתנול בכל אחת מן המבחנות A, B, C, D. רשמו את תוצאות החישוב בעמודה המתאימה בטבלה שבמחברת (5 נקודות).
שימו לב: ריכוז האתנול בתמיסה שהשתמשו בה הוא 70% והנפח הכולל במבחנה הוא 4 מ"ל.

15. חשבו את ריכוז תמיסת הדטרגנט בכל אחת מן המבחנות A, B, C, D. רשמו את תוצאות החישוב בעמודה המתאימה בטבלה שבמחברת (5 נקודות).
שימו לב: ריכוז הדטרגנט בתמיסה שהשתמשו בה הוא 6% והנפח הכולל במבחנה הוא 4 מ"ל.

27. חשבו את ריכוז תמיסת SDS בכל אחת מן המבחנות A, B, C, D. רשמו את תוצאות החישוב בעמודה המתאימה בטבלה שבמחברת (5 נקודות).
שימו לב: ריכוז ה-SDS בתמיסה שהשתמשו בה הוא 0.5% והנפח הכולל במבחנה הוא 4 מ"ל.

יישום ידע קודם

התשובה לשאלה זו רשומה בטבלה 3 שבשאלה 4 / 16 / 28

למורה:

בשאלה זו, התלמידים לא נדרשו להציג את חישוב הריכוזים. עם זאת, רצוי לדרוש מהתלמידים להציג את החישוב ולדון בשגיאות נפוצות כגון אלה המוצגות להלן:

- * כאשר יחידת הריכוז של תמיסת האם היא "%", יש תלמידים שמציבים במחשבון את הריכוז ב-% ותוצאת החישוב קטנה פי 100.
- * לא מכפילים בריכוז תמיסת האם.
- * מחלקים בנפח המים במקום בנפח הכולל.
- * כל התוצאות גבוהות מריכוז תמיסת האם או לא מחלקים בנפח סופי.
- * לא מציינים את יחידות הריכוז.

16.4. 28. א. הכינו במחברת טבלה לסיכום מערך הניסוי בחלק ב ותוצאותיו (סעיפים יא - יז) השלימו את הפרטים החסרים בטבלה שבמחברת (10 נקודות).
בניית טבלה לסיכום מערך ניסוי ותוצאותיו

טבלה 3:

5	4 תשובה לא נכונה 3	3	2	1		
דרגת הצבע	ריכוז תמיסת האתנול (%)	נפח מים מזוקקים (מ"ל)	נפח תמיסת אתנול [70%] (מ"ל)	מספר התיבות [הקטנות / של סלק]	מבחנה	תשובה לא נכונה 4 (כותרות / לא נכונות)
1	0	4	0	4	A	תשובה לא נכונה 4
2	5.25	3.7	0.3	4	B	
4	17.5	3	1	4	C	
5	70	0	4	4	D	

* כל התיבות נשטפו פעמיים והושרו בתמיסה למשך 10 דקות

טבלה 3:

5	4 תשובה לא נכונה 15	3	2	1		
דרגת הצבע	ריכוז תמיסת הדטרגנט %	נפח מים מזוקקים (מ"ל)	נפח תמיסת דטרגנט [6%] (מ"ל)	מספר התיבות [הקטנות / של סלק]	מבחנה	תשובה לא נכונה 16 (כותרות / לא נכונות)
1	0	4	0	4	A	תשובה לא נכונה 16
2	0.45	3.7	0.3	4	B	
4	1.5	3	1	4	C	
5	6	0	4	4	D	

* כל התיבות נשטפו פעמיים והושרו בתמיסה למשך 10 דקות

טבלה 3:

5	4 תשובה לא נכונה 27	3	2	1		
דרגת הצבע	ריכוז תמיסת ה- SDS (%)	נפח מים מזוקקים (מ"ל)	נפח תמיסת ה- SDS [0.5%] (מ"ל)	מספר התיבות [הקטנות / של סלק]	מבחנה	תשובה לא נכונה 28 (כותרות / לא נכונות)
1	0	4	0	4	A	תשובה לא נכונה 28
2	0.04	3.7	0.3	4	B	
4	0.13	3	1	4	C	
5	0.5	0	4	4	D	

* כל התיבות נשטפו פעמיים והושרו בתמיסה למשך 10 דקות

הערות:

1. במקום צמודה 1, אפשר לרשום מתחת לטבלה: "ככל אחת מהמבחנות היו 4 תיבות קטנות / על סלק".
2. במקום רישום על 4 תיבות סלק ככל מבחנה, ניתן לרשום בכותרת צמודה 1: "4 תיבות סלק, ולסמן + ככל מבחנה".
3. דיווח על אורמים קבוצים נוספים כמו שטיפת התיבות ולמן ההשריה, יכול להיכלל בטבלה או מתחת לטבלה.
3. ככל הדיווחים על דרגת הצבע, התלמידים יכולים לדווח על מספר לא שלם כגון 3.5 או על טווח ערכים 3-4 או 4-6.
4. אין להוריד ציון אם התוצאות שונות מהצפוי.

למורה:

ההנחיה לתלמידים הייתה: "הכינו טבלה לסיכום מערך הניסוי בחלק ב ותוצאותיו על פי סעיפים יא – יז." בסעיפים יא – יז נכללו גם שטיפת התיבות, מספר תיבות הסלק בכל מבחנה ומשך זמן ההשריה. כמו כן ניתנה הנחיה להוסיף לטבלה עמודה לרישום תוצאות החישוב של ריכוז התמיסה, ועמודה לרישום דרגת הצבע שתתקבל בכל אחת ממבחנות הבדיקה. יש תלמידים שדיווחו מילולית על הצבע ולא התייחסו לדרגות הצבע כפי שהתבקשו לעשות. יש תלמידים שכללו בטבלה רק את הנתונים של הכנת התמיסות (העתקה מטופס הבחינה), את תוצאות החישוב ואת תוצאות הניסוי. טבלה המסכמת את מערך הניסוי צריכה לכלול מידע גם על הגורמים הקבועים. ניתן להתייחס לגורמים הקבועים בעמודות מתאימות או בהוספת מידע מתחת לטבלה. מידע שחשוב לכלול בטבלה הוא האורגניזם הנבדק (תיבות הסלק) והתכולה של מבחנות הניסוי. בניסוי זה ללא התייחסות לאורגניזם הנבדק אי אפשר להבין מתוך הטבלה את מערך הניסוי ואי אפשר להסביר את התוצאות.

4. 16. 28. ב. - הוסיפו כותרת לטבלה שבמחברת.

- הוסיפו כותרות לעמודות (3 נקודות)

השלמת פרטים בטבלה (כותרת לטבלה וכותרות לעמודות)**כותרת הטבלה:**

הכותרת לטבלה צריכה לכלול **שלושה** רכיבים:

1. התייחסות למשתנה הבלתי תלוי: השפעה של / הקשר בין, ריכוז / נפח, [תמיסת] אתנול / דטרגנט / SDS.
 2. התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה: [קצב] דיפוזיה של / מעבר / יציאת, בטנין או [מידת] חדירות הקרום או [דרגת] צבע הבטנין בתמיסה או [מידת] הפגיעה בקרום.
 3. התייחסות לאורגניזם: [תאי שורש] סלק.
- הערה:** אין להוריד אם לא כלל בכותרת: השפעה על / הקשר בין, ובכותרת יש התייחסות ל-3 הרכיבים הנ"ל, אך בסדר שונה. לדוגמה: בדיקה של חדירות הקרום על תאי סלק, הרכיבים שונים על אתנול / דטרגנט / SDS.

למורה:

בכותרת הטבלה אנו מאפשרים להתייחס למשתנה התלוי או לדרך המדידה.
אם התלמידים כבר הגדירו את שאלת החקר ואת המשתנה התלוי (כמו שנדרש ב"ביוחקר"), רצוי להתייחס בכותרת של טבלת התוצאות למשתנה התלוי.
אך בבחינה, התלמידים לא נדרשו לנסח את שאלת החקר שנבדקה בניסוי, ולא ניסחו את ההשערה, לכן ניתן לקבל בכותרת התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה.
במהלך ההוראה בכיתה, רצוי לדון עם התלמידים ולנסח את שאלת החקר ואת ההשערה. בבניית טבלה או גרף, עדיף להתייחס למשתנה התלוי, בכותרת הטבלה ובכותרת הגרף.

5. 17. 29. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שערכתם בחלק ב? (2 נקודות)

זיהוי של רכיבי ניסוי (משתנה בלתי תלוי)

דוגמה: ריכוז [תמיסת] האתנול / דטרגנט / SDS

למורה:

יש תלמידים שמתקשים בהבחנה בין המשתנה הבלתי תלוי לבין אופן השינוי שלו:
שינוי הנפח של התמיסה והמים הוא אופן השינוי של המשתנה הבלתי תלוי.
תשובה נוספת המעידה על אי הבחנה בין המשתנה הבלתי תלוי לבין אופן השינוי שלו, היא: נפח האתנול / דטרגנט / SDS, (ולא ריכוז) והתלמידים הוסיפו גם את **נפח המים**.
השינוי בנפח המים, בטיפולים השונים, אינו המשתנה הבלתי תלוי (שאת השפעתו רוצים לבדוק בניסוי) אלא קשור לאופן השינוי של ריכוז התמיסה ומאפשר שמירה על גורמים קבועים (ראו שאלה 8 / 20 / 32).
יש תלמידים שמתקשים בהבחנה בין המושגים: נפח / כמות וריכוז.

6. 18. 30. א. מהו המשתנה התלוי בניסוי שערכתם בחלק ב? (3 נקודות)

זיהוי של רכיבי ניסוי (משתנה תלוי)

דוגמה:

קצב / שיעור / מידה / רמה, של חדירות קרומים [לבטנין] / הפגיעה בקרום / יציאת הבטנין [בדיפוזיה] [של תאי הסלק / מתאי הסלק].

למורה:

יש תלמידים שמתקשים להבחין בין המשתנה התלוי (התהליך שנבדק) לבין שיטת המדידה, וענו לדוגמה: דרגת הצבע של התמיסה.
במהלך ההוראה ראוי לנסח את ההשערה שעל פיה תוכנן הניסוי, ולהתייחס לתהליך הנבדק / לתופעה הנבדקת. ניסוח ההשערה יסייע לתלמידים להבחין בין המשתנה התלוי לבין דרך המדידה.
יש תלמידים שמזהים את המשתנה התלוי (התהליך), אך לא מתייחסים לממד הכמותי: קצב / מידה / רמה, של התהליך.

6. 18. 30. ב. האם שיטת המדידה שהשתמשו בה היא שיטה איכותית או כמותית? נמקו את תשובתכם.

(4 נקודות)

הבנה של שיטת המדידה

דוגמה:

שיטה כמותית.

נימוק: יצרנו סולם צבעים / דרגות צבע [של ריכוזים / מיהולים ידועים של מיצוי הסלק] והשוונו אליו / אליהן את תוצאת הצבע שהתקבלה [בכל אחד מהטיפולים].

אז: ניתן לדרג את מידת הפגיעה בקרום התא / מידת יציאת הבטנין / עצמת הצבע.
ניתן גם לקבל תשובה שזאת שיטה איכותית, אם הנימוק מתאים לקביעה.
נימוק: כי הבדיקה לא נעשתה באמצעות מכשיר מדידה / התבססה על ראייה / הערכה של דרגת הצבע.

למורה: אם תבצעו את הניסוי במסגרת "ביוחקר" ובמעבדה יש ספקטרופוטומטר, מומלץ מאד להשתמש בו לקביעת דרגת הצבע של התמיסה, באורך גל 538nm.

7. 19. 31. א. מהי חשיבות השטיפה במים של כל חלקי הסלק, כפי שבצעתם בסעיפים ד, ה ו-יב? (4 נקודות)

הבנה של מהלך ניסוי

דוגמה:

חשוב לשטוף את הבטנין **שיצא כתוצאה** מפגיעה מכנית בתאים בזמן החיתוך של הסלק
אז: כדי לוודא שהבטנין שנמצא בתמיסה מקורו בתאים השלמים / שלא נפגעו בחיתוך.
בניסוי זה בודקים [רק] את השפעת האתנול / דטרגנט / SDS [על חדירות הקרומים] / בניסוי זה לא בודקים את השפעת החיתוך [של תיבות הסלק].

למורה:

תלמידים רבים לא זיהו את חשיבות השטיפה של חלקי הסלק, לפני ההשריה בתמיסות השונות.
חלק מהשגיאות נבעו מהתייחסות לשטיפה כפעולת ניקיון: כדי לנקות את הסלק מלכלוך, מחיידקים, מגורמים זרים.
ניתן להסב את תשומת ליבם של התלמידים להתבונן בצבע של מי השטיפה, במהלך ההשריה. (סעיפים ד, ה) ולשאול אותם לגבי עוצמת הצבע של מי השטיפות.
שימו לב שבתשובה יש שני מרכיבים. המרכיב **השני**, למעשה, מסביר את חשיבות השטיפה כגורם קבוע במערך הניסוי שכן הוא יכול להשפיע במקרה זה על תוצאות המדידה.
טיפול זה אינו טיפול הבקרה בניסוי ואינו משפיע על מהימנות הניסוי.

7. 19. 31. ב. הסבירו את תוצאות הניסוי שהתקבלו בכל אחת מן מבחנות הבדיקה A, B, C, D. (6 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

אם במבחנה A התקבלה תוצאה – 0:

במבחנות A–D, ככל שריכוז האתנול / דטרגנט / SDS, גבוה יותר [בטווח שנבדק], הפגיעה בקרום גדולה יותר, יש יציאה רבה יותר של בטנין, ודרגת הצבע של התמיסה גבוהה יותר.
במבחנה A, שבה לא היה אתנול / דטרגנט / SDS לא הייתה פגיעה בקרום, ובטנין לא יצא מן התא ודרגת הצבע 0.

אם במבחנה A התקבלה תוצאה גבוהה מ-0, בהסבר התוצאות יש להתייחס גם לתוצאה זו:

במבחנה A / בריכוז תמיסה 0%, לא הייתה פגיעה בקרום, ולכן התוצאה לא צפויה
אז: השטיפות לא מספיקות לשטוף את כל הבטנין שיצא מחיתוך התאים.

רכיבי התשובה:

המשתנה הבלתי תלוי	ריכוז האתנול / דטרגנט / SDS
המשתנה התלוי: התהליך הנבדק	מידת החדירות של קרומי התאים / מידת הפגיעה בקרומי התאים
תוצאות התהליך	קצב היציאה של בטנין מתאי הסלק / כמות הבטנין שיוצאת מהסלק. התייחסות למבחנת הבקרה (מבחנה A)
תוצאות הניסוי	הבדלים בדרגת הצבע
יש לכלול במשתנה הבלתי תלוי ובמשתנה התלוי את כיווניות הרכיב (מימד כמותי). ראו בדוגמה	

למורה:

הסבר מלא של תוצאות הניסוי צריך לכלול את קטעי המידע שניתנים לתלמידים, וגם ידע נוסף המבוסס על פרקי הליבה הרלוונטיים לנושא.
רכיבי התשובה צריכים לכלול את המשתנה הבלתי תלוי, את התהליך (המשתנה התלוי), את תוצאות התהליך ותוצאות הניסוי על פי שיטת המדידה (דרגת הצבע היחסית).
בתשובה יש להתייחס גם להסבר התוצאה במבחנת הבקרה (מבחנה A).

למרות ניסוח השאלה: "... תוצאות הניסוי שהתקבלו **בכל אחת** מן מבחנות הבדיקה A, B, C, D", התלמידים **לא** נדרשים להסביר את התוצאות בכל מבחנה לחוד, אלא אפשר להכליל את ההסבר תוך התייחסות גם להסבר התוצאה במבחנה A.
יש תלמידים שמתארים רק את תוצאות הניסוי ללא הסבר.

יש לקבל כל תוצאה שהתקבלה בניסוי, עם זאת, אם התוצאה אינה כצפוי התלמידים נדרשים להתייחס לכך ולומר שהתוצאה אינה צפויה, לשער מהי לדעתם התוצאה הצפויה (או : גדול / קטן מערך מסוים), או להציע הסבר אפשרי ע"פ הדוגמאות בטבלה.

להלן הסברים מתאימים לתוצאות שונות מהצפוי:

מבחנות הבדיקה	תוצאות שהתקבלו	הסבר תוצאות שהתקבלו במבחנות
מבחנות A ו-B	תוצאות זהות / דומות ונמוכות	במבחנה B ריכוז האתנול / דטרגנט / SDS, הנמוך עדיין לא משפיע על חדירות הקרום ולכן דרגת הצבע נמוכה [זוהה למבחנה A].
מבחנות C ו-D	תוצאות זהות / דומות וגבוהות	במבחנה C הייתה כבר פגיעה מקסימלית בקרום ולכן דרגת הצבע הייתה גבוהה [זוהה למבחנה D].
מבחנות B, C ו-D	תוצאות זהות / דומות וגבוהות	במבחנה B הייתה כבר פגיעה מקסימלית בקרום ולכן דרגת הצבע הייתה גבוהה בשלוש המבחנות

7.19.31. ג. הטיפול במבחנה A הוא טיפול בקרה, הסבירו מהי החשיבות של טיפול זה במערך הניסוי. (3 נקודות)

הבנת החשיבות של רכיבי ניסוי (בקרה לשלילת הסבר חלופי / בקרת צבע)

מאוריס: במבחנה A אין אתנול / דטרגנט / SDS

דוגמאות:

1. כדי לשלול הסבר [חלופי] שעל פיו השינוי בצבע התמיסה / בדרגת הצבע, אין מושפע משינוי בחדירות הקרומים / מיציאת בטנין או: אינו מושפע משינוי בריכוז אתנול / דטרגנט / SDS, אלא מושפע מההשריה בנוזל / אלא מושפע מגורם אחר.
2. כדי לשלול הסבר [חלופי] שעל פיו שינוי הריכוז של [תמיסת] האתנול / דטרגנט / SDS אין משפיע על חדירות הקרומים של התאים / יציאת בטנין / שינוי דרגת הצבע, והשינוי בתוצאות נגרם עקב תהליך אחר.
3. כדי לוודא שהשינוי בדרגת הצבע / השינוי בחדירות הקרומים / השינוי בצבע התמיסה, נגרם כתוצאה משינוי בריכוז של [תמיסת] אתנול / דטרגנט / SDS, ולא כתוצאה מגורם אחר / ולא כתוצאה מהשריה בנוזל.
4. כדי לוודא שהשינוי בריכוז האתנול / דטרגנט / SDS משפיע על [קצב] יציאת בטנין מתאי סלק / מידת חדירות הקרום של תאי סלק, והתהליך לא נגרם בהשפעת גורם אחר / בהשפעת ההשריה בנוזל.
5. כדי להשוות את הצבע [הבטנין/ התמיסה] בכל אחת ממבחנות הניסוי לצבע [הבטנין / התמיסה] במבחנה ללא אתנול / דטרגנט / SDS [מבחנה A] [בקרת צבע].

למורה:

ניסוח החשיבות של טיפול הבקרה מהווה אתגר לתלמידים ולמורה.

יש תלמידים שמאפיינים את הבקרה או מתארים אותה: בקרה חיצונית, בקרה ללא המשתנה הבלתי תלוי, חלק מבקרה פנימית, בטיפול לא היה אתנול / דטרגנט / SDS. יש המשתמשים בסיסמאות להסבר חשיבותה כגון: שלילת הסבר חלופי, לתת תוקף למסקנה מהניסוי. חשוב להבחין בין **הסבר התוצאה** במבחנת הבקרה לבין **הסבר חשיבותה** במערך הניסוי.

טעות נפוצה המעידה על אי הבנה של מהות הבקרה, ומעידה על חוסר הבחנה בין חשיבות הבקרה לבין חשיבות החזרות: התוצאות אינן מקריות / התוצאות יותר מהימנות / הניסוי יותר מדויק.

תשובה מלאה המתייחסת ל "שלילת הסבר חלופי" (כמו בדוגמאות 1, 2) מסובכת לתלמידים, ולכן בבחינת הבגרות המעשית, אנו מאפשרים גם ניסוח במשפט חיובי, ובו התלמידים משתמשים במונחים כמו "ל עודד", "להוכיח", אף כי ידוע לנו שהבדיקה הזאת אינה יכולה לוודא באופן מוחלט את השפעת המשתנה הבלתי תלוי על התהליך.

במהלך ההוראה בכיתה, חשוב להשתמש במונחים המדויקים להסבר החשיבות של הבקרה, ולדון עם תלמידים על ההבדל בין הניסוחים הנ"ל. לקריאה נוספת: מאמר "סודות הבקרה"

<https://www.biu-edulab.org.il/research/hs-strategy>

ומצגת: סודות הבקרה – מסע אל תוך החקר

<https://www.biu-edulab.org.il/t-materials>

במהלך ההוראה, כאשר מסבירים את חשיבות הבקרה במבחנה A כמבחנה של "בקרת צבע" (דוגמה 5), אם התוצאה גבוהה מ-0 - רצוי לדון בתוצאה שהתקבלה במבחנה זו. בשלב של עיבוד התוצאות, יש להפחית את הערך של דרגת הצבע במבחנת הבקרה, מהערך שהתקבל בכל אחת ממבחנות הניסוי B - D.

במהלך ההוראה מומלץ להוסיף בקרה לשלילת ההסבר החלופי הזה: הריכוז של תמיסת אתנול / דטרגנט / SDS אינו גורם המשפיע על חדירות הקרום, במהלך ההשרייה בנוזל (כלשהו) [במשך 10 דקות] יש יציאה של בטנין מהתאים, הבטנין מגיב עם התמיסה, וריכוז התמיסה (אתנול / דטרגנט / SDS) משפיע על דרגת הצבע. הבקרה לשלילת הסבר חלופי זה היא בדיקה של מיצוי הסלק בריכוזי אתנול / דטרגנט / SDS שונים (ללא תיבות הסלק). אפשר להשתמש במיצוי הסלק שהוכן ע"י הלבורנט עבור הכנת סולם הצבעים בחלק א של הניסוי.

8.20.32. א. ציינו שני גורמים שנשמרו קבועים במערך הניסוי. (2 נקודות)

זיהוי של רכיבי ניסוי (גורמים קבועים)

מזהה נכון גורמים קבועים

דוגמאות לגורמים קבועים ראו בטבלה בתשובה לסעיף ב.

יש לקבל כל גורם שיכול להשפיע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה.

לעיתים גורם קבוע יכול להשפיע על המשתנה הבלתי תלוי.

למורה:

יש לזהות גורמים שנשמרו קבועים ושהם רלוונטיים לניסוי זה.
 אם הניסוי הוגדר כהליך שנבדק בתאי סלק - קביעה שגורם קבוע הוא "סוג הצמח" אינה מתאימה,
 מאחר שמטרת הניסוי מתייחסת ל**סלק** (ראו בכותרות של חלק א וחלק ב של הניסוי).
 לעומת זאת, הגורמים: מין / זן / מקור / גיל הסלק, הם גורמים שיש לשמור עליהם קבועים.
 לעתים, התלמידים מציינים את הגורם באופן **חלקי**, לדוגמה: הזמן, הסלק, הגודל.

8.20.32. ב. בחרו באחד הגורמים שציינתם בסעיף א, והסבירו מדוע חשוב שדווקא הגורם הזה יהיה גורם קבוע במערך הניסוי. (4 נקודות)

מסבירים נכון את החשיבות של שמירת הגורם קבוע	
תשובה לסעיף א גורם קבוע	תשובה לסעיף ב: התשובה כוללת שני מרכיבים: *הסבר ההשפעה של הגורם הקבוע . * הסבר החשיבות של השמירה על גורם קבוע: לוודא שרק המשתנה הבלתי תלוי הוא הגורם המשפיע.
גודל / נפח, התיבות	משפיע על שטח הפנים ולכן משפיע על קצב דיפוזיה / יציאה, של בטנין מתאי הסלק. בניסוי זה נבדקה השפעה של ריכוז אתנול / דטרגנט / SDS / משתנה בלתי תלוי אחר.
מספר תיבות הסלק	משפיע על כמות הבטנין שיוצאת מהתאים. בניסוי זה נבדקה השפעה של ריכוז אתנול / דטרגנט / SDS / משתנה בלתי תלוי אחר.
טמפרטורה	משפיעה על [מהירות תנועת החלקיקים ולכן על] קצב דיפוזיה / יציאה, של בטנין מתאי הסלק. בניסוי זה נבדקה... או: משפיעה על המבנה המרחבי של חלבונים/ על [ארגון] הפוספוליפידים ולכן על [חדירות] הקרום. בניסוי זה נבדקה...
נפח התמיסה	משפיע על ריכוז הבטנין בתמיסה / על דרגת הצבע של הבטנין שיוצא מהסלק בניסוי נבדקה....
מקור התיבות / הסלק	יתכן שבסלקים שונים כמות הבטנין [שבתאי השורש] שונה. בניסוי נבדקה
משך זמן השהיה בתמיסות האתנול [10 דקות]	משפיע על כמות הבטנין שתצא מתאי הסלק / מידת הפגיעה בתאים. בניסוי נבדקה.....
שטיפה של הסלק	משפיעה על כמות הבטנין שיוצאת מהתאים החתוכים. בניסוי נבדקה ...
דרגת pH של התמיסה	יכולה להשפיע על צבע הבטנין / חדירות הקרום. בניסוי נבדקה ...

למורה:

* יש תלמידים שמסבירים רק באופן כללי: הגורם... משפיע על תוצאות הניסוי. יש להסביר בפירוש כיצד הגורם משפיע. ראו דוגמאות בטבלה.

* "במערך הניסוי יש רק משתנה בלתי תלוי אחד ושאר הגורמים צריכים להיות קבועים" / "כדי לבודד משתנים" - תשובה חלקית זו היא רק אחד המרכיבים של התשובה המלאה.

* תשובות שגויות: שמירה על הגורם קבוע מגדילה את מהימנות הניסוי, התוצאות יותר מדויקות.

בדיון עם תלמידים בנושא הזיהוי והתכנון של גורמים קבועים בניסוי, והסבר החשיבות של שמירתם קבועים, תוכלו להיעזר במאמר: "[גורמים קבועים קל לזהות קשה להסביר](#)".

9. 21. 32. בניסוי המשך תלמיד רוקן ממבחנות A ו-D את הנוזל כולו כך שנשארו בכל אחת מן המבחנות 4 תיבות קטנות של סלק.

התלמיד הוסיף לכל אחת מן המבחנות האלה 4 מ"ל מים מזוקקים והמתין 10 דקות. כעבור 10 דקות הוא השווה את עוצמת הצבעים למבחנות סולם הצבעים. דרגת צבע הנוזל במבחנה A הייתה 1, ואילו במבחנה D דרגת צבע הנוזל הייתה 4.

לפניהם שני הסברים I, II לתוצאות של ניסוי ההמשך שערך התלמיד.

קבעו מהו ההסבר הנכון להבדל בתוצאות בין מבחנה A למבחנה D ונמקו את קביעתכם (5 נקודות).

I. הפגיעה של תמיסת האתנול / דטרגנט SDS בקרומים של תאי הסלק במבחנה D היא פגיעה חולפת.

II. הפגיעה של תמיסת האתנול / דטרגנט SDS בקרומים של תאי הסלק במבחנה D היא פגיעה בלתי הפיכה.

הסבר של תוצאות הניסוי**דוגמאות:**

הסבר II הוא הנכון / הפגיעה של תמיסת האתנול / דטרגנט SDS בקרומים של תאי הסלק היא פגיעה בלתי הפיכה.

נימוק: יציאת הבטנין [בקצב גבוה] נמשכת, לאחר העברת [תיבות] הסלק למים / למבחנות ללא אתנול

או: כי הרס החלבונים / המסת השומנים, כבר נגרם / הוא תהליך בלתי הפיך

[בהשוואה למבחנה שבה הסלק היה רק במים / לא נחשף לאתנול]

או:

נימוק: אם הפגיעה של האתנול / דטרגנט SDS הייתה חולפת [כלומר קרומי התאים היו שוב בריניים] לאחר

ההעברה למים הייתה צריכה להתקבל יציאת בטנין מאוד נמוכה / אפסית / כמו במבחנה A.

ניסויים 1, 2, 3**חלק ג: ניתוח תוצאות מחקר: בטנין וחקלאות העתיד**

10. 22. 34.א. הסבירו מדוע מליחות גבוהה של מי השקיה ושל הקרקע עלולה לגרום להתייבשות של צמחים שאינם מותאמים לסביבה מלוחה. (4 נקודות)

יישום ידע קודם**דוגמאות:**

מליחות גבוהה [במי השקיה / קרקע] מהווה סביבה היפרטונית / יוצרת מפל ריכוזים עם [תאי שורש] של הצמח, ולכן ייצאו מים / תתרחש אוסמוזה / הצמח לא יקלוט מים [באוסמוזה] [כתוצאה מכך הצמח יתייבש].

10. 22. 34.ב. השינוי בחלבונים בעקבות ריכוז מלח גבוה במים או בקרקע עלול לפגוע בתהליך הפוטוסינתזה בצמחים. ציינו והסבירו דוגמה אחת לחשיבות תהליך הפוטוסינתזה לצמחים. (5 נקודות)

יישום ידע קודם**דוגמאות:**

הסבר	ציון החשיבות של תהליך הפוטוסינתזה לצמחים
[גלוקוז] הוא חומר מוצא בתא לבנייה של: חומרים אורגניים נוספים / חומרי תשמורת / רב סוכרים	יצירת גלוקוז
[גלוקוז] הוא חומר המוצא לבנייה של: חומצות אמיניות / בסיסים חנקניים / חלבונים / חומצות גרעין	
[גלוקוז] הוא חומר המוצא / מגיב, בתהליך הנשימה התאית / בתהליך הפקת אנרגיה בתאים	
[חומרים אורגניים] משמשים לבניית רכיבי תא שונים / כמקור להפקת אנרגיה בתאים	יצירת חומרים אורגניים [מתרכבות אנאורגניות]
[חמצן] הוא מגיב בתהליך הנשימה התאית	יצירת חמצן / O_2
[האנרגיה הכימית] משמשת ליצירת תרכובות אורגניות / לתהליכים צורכי אנרגיה	הפיכת אנרגיית אור לאנרגיה כימית

למורה:

בשני הסעיפים בשאלה זו, התלמידים נדרשו ליישם ידע קודם מהליבה. חשוב להזכיר שגם אם נושאי הניסויים פורסמו, בבחינה יכולות להיות משולבות שאלות שאינן עוסקות במישרין בנושאי הניסויים מתוך סילבוס המעבדה. מספר **תפיסות שגויות** הופיעו בתשובות תלמידים:

א. מעבר המים באוסמוזה מתרחש "**כדי** להשוות ריכוזים", או "**למען** השוואת ריכוזים". הסבר תכליתי (טלאולוגי).

במקרה של מליחות גבוהה בקרקע, ומים יוצאים מתאי הצמח, לא תמיד יהיה שוויון ריכוזים בין הסביבה התוך תאית לסביבה החיצונית בקרקע (לא הורידו נקודות לתלמידים שכתבו כך).

ב. פוטוסינתזה היא הנשימה של הצמח.

ג. פוטוסינתזה הוא תהליך של **ייצור** אנרגיה. אין הבחנה בין ניצול אנרגיית האור לבניית תרכובות אורגניות לבין תהליך הנשימה התאית שבו מופקת אנרגיה כימית.

ד. יש להבדיל בין חשיבות תהליך הפוטוסינתזה ברמת המערכת האקולוגית לבין חשיבותו לצמחים (כפי שנדרש בשאלה).

11. 23. 35 א (1). איזה סוג של הצגה גרפית הוא המתאים ביותר לתיאור התוצאות המוצגות בטבלה 4 - גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נמקו את תשובתכם. (3 נקודות)

(1) הסבר השיטה של עיבוד תוצאות

בחירה בסוג הגרף המתאים ונימוק מתאים לבחירת סוג הגרף

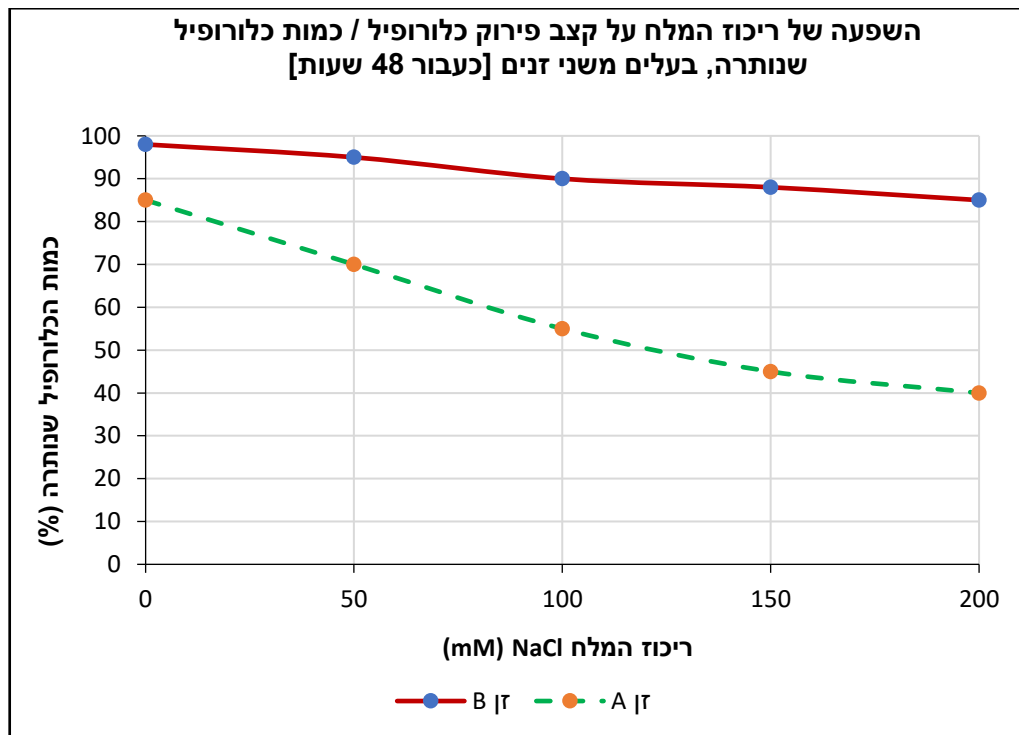
דוגמה: גרף רציף / עקום / פיזור XY .

נימוק: המשתנה הבלתי תלוי / ריכוז המלח [בתמיסה], הוא משתנה רציף / כמותי / מדיד / יש משמעות לערכי הביניים .
הצרכ: אט כחך קדיאצראת צמודות, הנ'מוק האתאיט הוא: האשתנה האלתי תלוי / זן האצחית, הוא קדי.

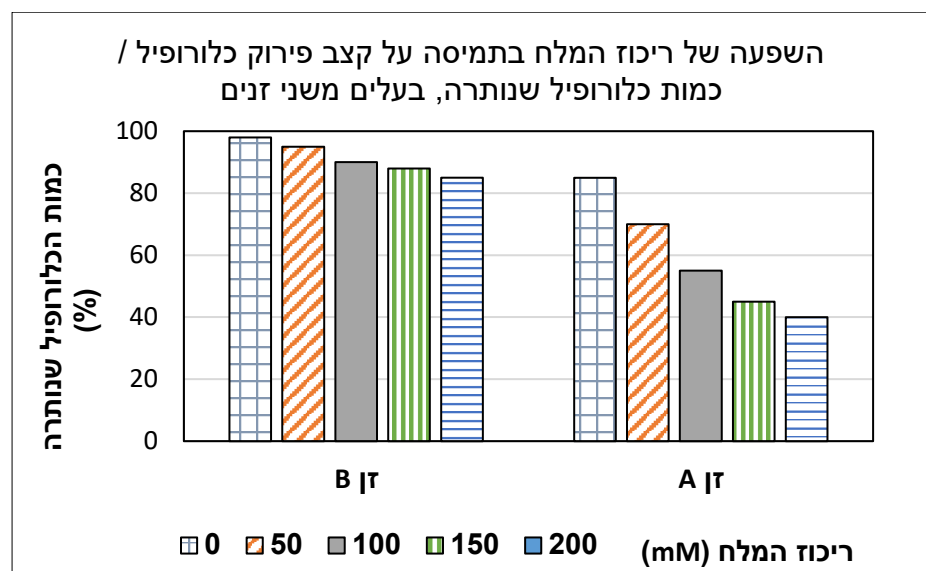
(2). הציגו במחברת הבחינה בדרך גרפית מתאימה, את תוצאות הניסוי שבטבלה 4. (7 נקודות)

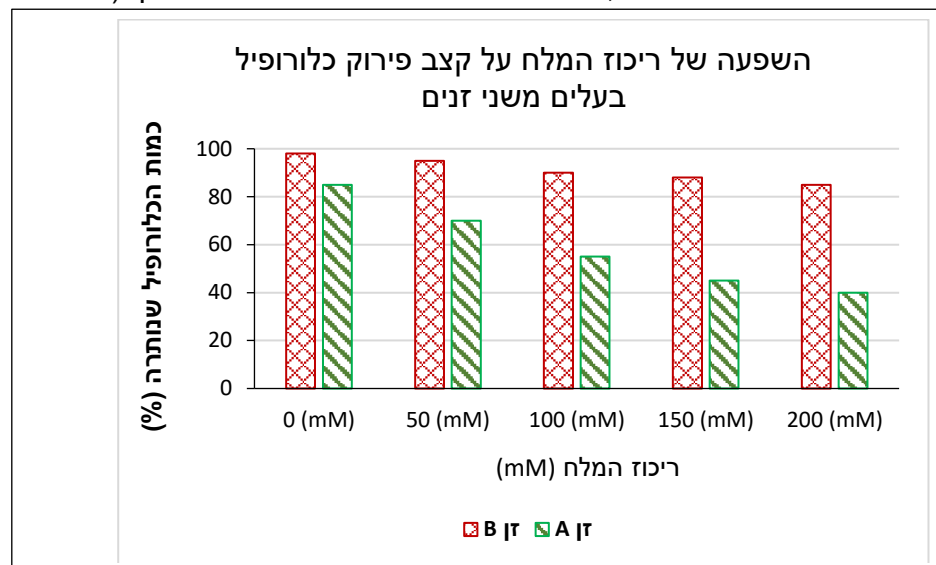
הצגה גרפית מתאימה, יש כותרת, בחירת משתנים וסימוןם נכון, סרטוט ההצגה הגרפית כראוי

דוגמה 1:



דוגמה 2: דיאגרמת עמודות מתאימה למשתנה בלתי תלוי בדיד (זני הצמח)



דוגמה 3: דיאגרמת עמודות שגויה, שאינה מתאימה למשתנה בלתי תלוי רציף (ריכוז המלח)

ליקויים בהצגה הגרפית
ההצגה הגרפית נכונה (דוגמה 1 או דוגמה 2) אך אינה מתאימה לתשובה בסעיף א (1)
סרטט דיאגרמת עמודות שבציר X הציב ריכוז מלח (משתנה רציף) ראו דוגמה 3
אין כותרת להצגה הגרפית
כותרת שגויה להצגה הגרפית / שם משתנה שגוי לציר
חסר ציון שם המשתנה / חסרות יחידות על הציר
חסרים ערכים על הציר
קנה המידה בציר Y או בציר X שגוי / משתנה לאורך הציר
החלפת ציר X בציר Y
סימון הנקודות אינו מתאים לתוצאות הרשומות בטבלה / חסרות תוצאות
בחר גרף רציף ולא חיבר בקו את הנקודות
סרטט רק עקום אחד מתוך שניים
סרטט גרף קטן מאד
חסר מקרא
מקרא שגוי או חלקי
סרטט לכל אחד מהזנים גרף נפרד ובכל אחד כל הרכיבים נכונים
אם בציר Y קיים מרווח קטן בין השנות 0 ל-40 (התכוון לקטוע את ציר Y) יש לסמן שני קווים כמקובל על הציר ברווח שבין 0 ל-40, ושאר השנות (בין 40 ל-100) בקנה מידה מתאים

11. 35.23 ב. תארו את התוצאות המוצגות בגרף שבמחברת. (6 נקודות)

תיאור תוצאות**דוגמאות:**

ככל שריכוז המלח גבוה יותר [בין 0 ל-200 mM], כמות הכלורופיל [שנותרה לאחר 48 שעות] יורדת בשני הזנים. בזן B / בזן המכיל בטנין כמות הכלורופיל, שנותרה לאחר 48 שעות, בתמיסה ללא מלח, גבוהה יותר מאשר בזן A / בזן B, קצב הפירוק של הכלורופיל בדסקיות העלים איטי יותר / הירידה בכמות הכלורופיל היא איטית יותר [בהשוואה לזן A].

או:

ככל שריכוז המלח גבוה יותר [בין 0 ל-200 mM], כמות הכלורופיל [שנותרה לאחר 48 שעות] נמוכה יותר
בזן A / בזן ללא הבטנין, כמות כלורופיל יורדת באופן חד / מ-85% ל-40%.
בזן B / בזן המכיל בטנין, כמות כלורופיל יורדת באופן מתון / מ-100% ל-85%.

למורה:

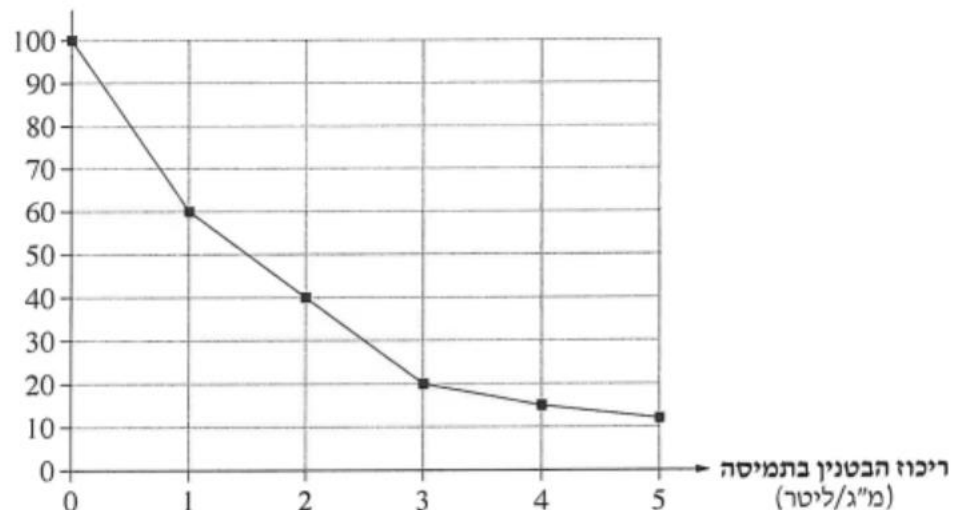
קריאה נוספת בנושא תיאור תוצאות ותרגול דוגמאות שונות עם תלמידים תוכלו למצוא במצגת: תיאור תוצאות, הסקת מסקנות והקשר ביניהם <https://www.biu-edulab.org.il/t-materials>, בפרט בשקפים 10 – 19.

ניסוי 2

חוקרים רצו לבדוק את ההשפעה של בטנין על מידת הפירוק של החומרים המזיקים בעלים. בניסוי זה הם הכניסו עלים של צמח מזן A (שאינו מייצר בטנין) לסדרה של כלים שבכולם תמיסות מלח בריכוז גבוה וקבוע. לתמיסות אלה הוסיפו ריכוזים שונים של בטנין. (הניסוי נערך בעלים שקרומי התאים שלהם עברו טיפול המאפשר מעבר של בטנין דרך הקרום. התהליכים התוך-תאיים מתקיימים בתאים אלה.) כעבור 24 שעות מדדו החוקרים את כמויות החומרים המזיקים שנותרו בעלים, וחישבו את שיעורן (באחוזים) מתוך הכמות ההתחלתית. התוצאות מוצגות בגרף שלפניכם.

גרף: השפעת ריכוז בטנין בתמיסה על קצב פירוק של חומרים מזיקים בעלים של זן A

שיעור החומרים המזיקים שנותרו בעלים (%)



12. 24. 36. א. באיזה ריכוז בטנין בתמיסה היה קצב הפירוק של החומרים המזיקים המהיר ביותר? נמקו את תשובתכם. (3 נקודות)
הסקת מסקנה מתוך גרף

דוגמה:

בריוז בטנין של 5 מ"ג/ ליטר. בריכוז זה, כ-10% מהחומרים המזיקים נותרו בעלים / שיעור החומרים המזיקים שנותר היה הקטן ביותר / כ-90% מהחומרים המזיקים התפרקו בעלים.

למורה:

הגרף המוצג בתוצאות של ניסוי 2 בפרק ג, מבטא שינויים בשיעור החומרים המזיקים שנותרו בעלים (לאחר 24 שעות), בריכוזי בטנין עולים.

כותרת הגרף מתייחסת ל**משנתה התלוי** (קצב פירוק של חומרים מזיקים).

שיטת המדידה מתוארת: החוקרים מדדו את כמויות החומרים המזיקים שנותרו בעלים לאחר 24 שעות, וחיסבו את שיעורן מתוך הכמות ההתחלתית. כותרת ציר Y מייצגת למעשה שיטת המדידה (שיעור החומרים המזיקים שנותרו בעלים).

בתשובה לשאלה זו, תלמידים רבים התייחסו לשיפוע הגרף בין נקודה לנקודה כמייצגים קצב של תהליך הפירוק ולכן ענו: בריכוז בטנין 1 מ"ג / ליטר הייתה הירידה החדה ביותר בכמות החומרים המזיקים (מ 100% ל 60%). למרות שהשאלה התייחסה לריכוז מסוים, ענו: בטווח שבין 0 – 1 מ"ג/ליטר.

אילו ציר ה-X היה זמן, אפשר היה לומר שהשינוי בקצב הפירוק היה הכי מהיר בטווח שבין שתי הנקודות הראשונות (בין 0 ל 1 מ"ג / ליטר).

ציר X מייצג ריכוזים שונים של בטנין ובכל ריכוז נבדק שיעור החומרים המזיקים שנותרו בעלים (לאחר 24 שעות) **וקצב** הפירוק בריכוז 5 מ"ג / ליטר של בטנין, היה המהיר ביותר, כי נשאר רק כ-10% חומרים מזיקים מתוך 100% של הכמות ההתחלתית של החומרים המזיקים.

כאשר ציר Y מוגדר **כקצב תהליך**, שיפוע תלול מייצג **שינוי מהיר יותר** בקצב. השאלה התייחסה לריכוז בטנין שבו קצב הפירוק / התהליך היה המהיר ביותר. טעות זו מדגישה את הצורך לקרוא בעיון את הניסוי המתואר ואת כותרות הצירים, ולא להסיק מסקנה רק על פי צורת הגרף.

אם נתבונן בתרשים המתאר קצב פעילות אנזים בריכוזי סובסטרט עולים, ככל שריכוז הסובסטרט גבוה יותר קצב הפעילות **עולה**, עד לשלב שבו הקצב מתמתן והשיפוע פחות תלול ובהמשך הקצב נשאר קבוע (הקו מתיישר), ובשלב זה קצב פעילות האנזים הוא הקצב המהיר ביותר.

מומלץ לקרוא בעיון את ה**מאמר: לפי הקצב / ד"ר עומר חורש** באתר של המרכז לפיתוח ותמיכה בבר אילן.

מידע שניתן לתלמידים:

החוקרים שיצרו **השפעת הבטנין בתמיסה על צמיח מלן A**, דומה **השפעת הבטנין על צמיח בצמח B**.

12. 24. 36. ב. נמצא כי בקרקע שבה המליחות גבוהה, צמח מלן B (המייצר בטנין) מבצע פוטוסינתזה ביעילות רבה יותר בהשוואה לצמח מלן A (שאינו מייצר בטנין).
הציעו הסבר לממצא זה, בהסברכם התייחסו לתוצאות שני הניסויים – ניסוי 1 וניסוי 2 – ולמידע בפרק זה (פרק ג). (5 נקודות).

יישום ידע מהניסוי / מניסוי החוקרים**דוגמה:**

בזן B המייצר בטנין יש פחות פירוק כלורופיל / פחות פגיעה בכלורופיל [ניסוי 1]. הכלורופיל קולט את האור / הכלורופיל הוא מרכיב [חיוני] בתהליך בפוטוסינתזה.
 בריכוז בטנין גבוה [ניסוי 2] קצב פירוק החומרים המזיקים גבוה יותר [בהשוואה לזן A], הפגיעה בתהליכים אנזימטיים / בתהליך הפוטוסינתזה קטנה יותר [ולכן בזן B יעילות הפוטוסינתזה גבוהה יותר].

רכיבי התשובה
זן B מייצר בטנין
בזן B יש פחות פגיעה בכלורופיל / הבטנין מגן מפני התפרקות כלורופיל / נותר יותר כלורופיל בצמח מזן B
הכלורופיל קולט את האור [ולכן יש יותר פוטוסינתזה] / הכלורופיל הוא מרכיב [חיוני] בתהליך בפוטוסינתזה
בטנין מאפשר פירוק יעיל יותר של חומרים מזיקים
הפגיעה בתהליכים אנזימטיים / בתהליך הפוטוסינתזה קטנה יותר

למורה:

הקושי העיקרי עבור תלמידים הוא קישור בין תוצאות שני הניסויים, שילוב ידע מוקדם, כדי להסביר את יעילות הפוטוסינתזה בתנאי מליחות גבוהה.

תרשים ניסויים במחזור צוהריים

ניסוי 5	ניסוי 4	
הכרה של שיטת המדידה באמצעות תמיסת סמנר ושימוש בסולם צבעים בנספח.		חלק א
הניסוי: השפעה של <u>ריכוז סוכרוז</u> על פעילות אינברטאז בתסנין שמרים.	הניסוי: השפעה של <u>ריכוז תסנין</u> על פעילות אינברטאז בתסנין שמרים.	חלק ב
ניתוח תוצאות מחקר: התרבות יחסית של שני זני שמרים בריכוזים שונים של סוכרוז.		חלק ג

ניסוי 4, 5**בניסוי זה תבדקו את הפעילות של האנזים אינברטאז בתסנין שמרים****חלק א – הכרה של שיטת המדידה באמצעות תמיסת סמנר (ריאגנט)**

37. 49. א. התבוננו בצבעי התמיסות שהתקבלו במבחנות. כתבו בעמודה 5 בטבלה 1 שבמחברת, את הצבע שהתקבל בכל אחת מארבע המבחנות. (8 נקודות)

לידיעתכם 1: החומרים שבתמיסת סמנר, מגיבים עם סוכרים מסוימים בעת חימום בטמפרטורה גבוהה. הצבע הצהוב של תמיסת סמנר משתנה במהלך החימום לצבע כתום עד אדום, בהתאם לריכוז הסוכר. ראו את סולם הצבעים שבנספח.

השלמת טבלה לסיכום הבדיקה ודיווח על תוצאות הבדיקה**דוגמה:** ראו עמודות 1 – 5 בטבלה 1

טבלה 1: בדיקת סוכרים באמצעות תמיסת סמנר

תשובה לשאלה 37. 49. א.						תשובה לשאלה 38. 50
מבחנה	1	2	3	4	5	6
	נפח תמיסת סוכרוז (מ"ל)	נפח תמיסת גלוקוז (מ"ל)	נפח מים (מ"ל)	נפח תמיסת סמנר (מ"ל)	הצבע שהתקבל [לאחר החימום] עם תמיסת סמנר / צהוב - כתום / כתום - אדום / אדום - כתום	ריכוז יחסי של גלוקוז [לפי סולם צבעים]
א	1	-	-	1	צהוב	0
ב	-	1	-	1	אדום / כתום - אדום	3 / 3.5 / 3-4 / 4
ג	-	0.4 / 0.3	0.6 / 0.7	1	כתום / צהוב - כתום	1 / 1.5 / 1-2 / 2
ד	-	-	1	1	צהוב	0

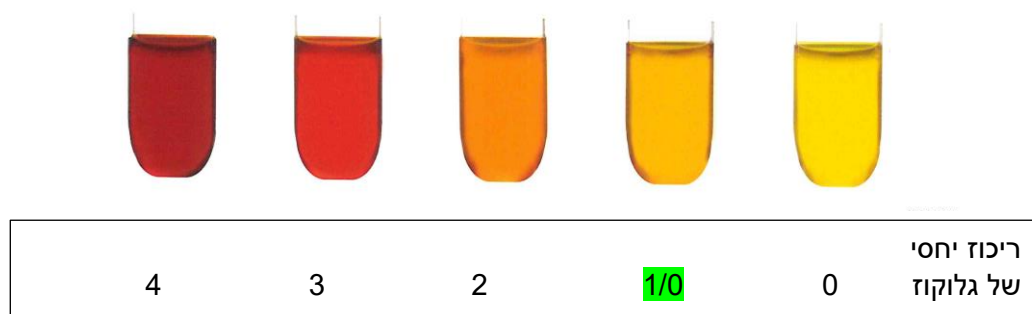
אין להוריד ציון אט:

1. אין סימון בתאי המסומנים ב"–". אפשר להשאירם ריקים, לסמן ב"–", או לרשום "0".
2. התוצאות שונות מהצפוי.

למורה:

בקובץ כלים וחומרים המעודכן, הוספנו הנחיות ללבורנטים לבדיקת הצבע של תמיסת סמנר. בשימוש בסוכרוז נקי (ללא שאריות גלוקוז) הצבע שמתקבל בבדיקה עם תמיסת סמנר במבחנות א (סוכרוז) ו-ד (מים) צריך להיות צהוב, ועל פי סולם הצבעים נמצא שהריכוז היחסי של גלוקוז – 0. במקרה שהתקבל צבע **צהוב כתום** במבחנה ד ו / או א, יש להתייחס לצבע הזה כ"ריכוז יחסי של גלוקוז 0", ולעדכן את התלמידים ואת סולם הצבעים ובמקום ריכוז יחסי של גלוקוז 1 לצבע צהוב כתום, לשנות לריכוז גלוקוז יחסי **0**. ראו דוגמה במקרא מתחת לסולם הצבעים. כאשר מדפיסים את סולם הצבעים במדפסת של ביה"ס, ייתכנו שינויים בגוונים של סולם הצבעים. יש לבדוק את הצבע שמתקבל במבחנות א ו-ד, בהתאם לסולם הצבעים שהודפס אצלכם.

סולם צבעים של ריכוז יחסי של גלוקוז



37. 49. ב. היעזרו במידע שבקטע "לידיעתכם 1" ובתוצאות המפורטות בטבלה, וקבעו איזה סוכר מבין שני הסוכרים שנבדקו אפשר לזהות באמצעות תמיסת סמנר. נמקו את קביעתכם. (3 נקודות)

הסקת מסקנה**דוגמה:**

גלוקוז. רק בתמיסות שבהן היה גלוקוז השתנה הצבע של תמיסת סמנר / בתמיסת סוכרוז לא השתנה הצבע.

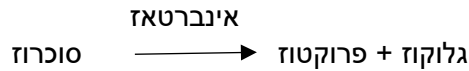
38. 50. היעזרו בסולם הצבעים שבנספח, וקבעו מהו הריכוז היחסי של גלוקוז (מ-0 עד 4) במבחנות א, ב, ג, ד. כתבו בעמודה 6 בטבלה 1 שבמחברת את הריכוז היחסי של גלוקוז במבחנות, לפי סולם הצבעים. **הערה:** אם התקבל במבחנות צבע ביניים שאינו מופיע בסולם הצבעים שבנספח, תוכלו לרשום מספר לא שלם לקביעת הריכוז היחסי של גלוקוז (לדוגמה: 3.5) (4 נקודות)

דיווח על תוצאות ניסוי**דוגמה:** ראו עמודה 6 בטבלה 1.**למורה:**

במהלך ההוראה בכיתה, אפשר להוסיף שאלה על חשיבות הבדיקה במבחנות א ו-ד. טיפולים אלה הם טיפולי בקרה. מבחנה ד – היא מבחנת ייחוס של הצבע. צבע התמיסה במבחנה זו מאפשר להשוות את הצבעים שמתקבלים במבחנות הבדיקה עם הצבע של תמיסת סמנר מהולה במים לאחר חימום באמבט. כמו כן, בקרה זו מאפשרת לשלול הסבר חלופי שהצבע של תמיסת סמנר משתנה לאחר חימום במשך 10 דקות. מבחנה א – טיפול בקרה שמאפשר לשלול הסבר חלופי שעל פיו גם סוכרוז מגיב עם תמיסת סמנר, או סוכרוז מתפרק באופן ספונטני לאחר חימום במשך 10 דקות.

ניסוי 4**חלק ב – בדיקת פעילות האנזים אינברטאז בתסנין שמרים****לידיעתכם 2:**

האנזים אינברטאז מזרז את הפירוק של סוכרוז, שהוא דו סוכר, לשני חד סוכרים (גלוקוז ופרוקטוז):



האנזים אינברטאז נוצר בתאי שמרים ומופרש אל הסביבה החוץ-תאית.

39. חשבו את ריכוז התסנין בכל אחת מן המבחנות 1, 2, 3, 4, 5. **רשמו** את תוצאות החישובים במחברת. **שימו לב:** הריכוז של התסנין שהשתמשו בו להכנת המימוליס ייחשב ל: 100% והנפח הסופי בכל אחת מן המבחנות הוא 1 מ"ל. (5 נקודות)

יישום ידע קודם

דוגמה:

מבחנה	ריכוז תסנין (יחידות) %
1	50
2	30
3	10
4	0
5	50

למורה:

בשאלה זו התלמידים **לא** נדרשו להציג את חישוב הריכוזים. עם זאת, רצוי לדרוש מהתלמידים להציג את החישוב בכל תרגול ולדון בשגיאות נפוצות כגון אלה המוצגות להלן:

- * כאשר יחידת הריכוז של תמיסת האם היא "%", יש תלמידים שמציבים במחשבון את הריכוז ב-% ותוצאת החישוב קטנה פי 100.
- * לא מכפילים בריכוז תמיסת האם.
- * מחלקים בנפח המים במקום בנפח הכולל.
- * כל התוצאות גבוהות מריכוז תמיסת האם או לא מחלקים בנפח סופי.
- * לא מציינים את יחידות הריכוז.

40. א. הכינו במחברת טבלה לסיכום מערך הניסוי שביצעתם בחלק ב ותוצאותיו (סעיפים יג – כ).

- הוסיפו לטבלה עמודה והעתיקו אליה את תוצאות החישוב של ריכוז התסנין (שאלה 39).
- הוסיפו לטבלה עמודה לרישום צבע התמיסה שיתקבל בכל אחת מן המבחנות, ועוד עמודה לרישום הריכוז היחסי של גלוקוז. (3 נקודות)

בניית טבלה לסיכום מערך הניסוי ותוצאותיו

דוגמה: ראו עמודות 1-5 בטבלה 2

טבלה 2

7	6	5	4	3	2	1	
				העתקה מתשובה 39			
ריכוז יחסי של גלוקוז [לפי סולם צבעים]	הצבע שהתקבל [לאחר חימום עם תמיסת סמנר]	נפח תמיסת סמנר (מ"ל)	נפח תמיסת סוכרוז (מ"ל)	ריכוז תסנין (%)	נפח מים (מ"ל)	נפח תסנין (מ"ל)	תשובה לשאלה 40 (כותרות עמודות)
תשובה לשאלה 40		תשובה לשאלה 40					מבחנה
4	אדום	1	0.5	50	0	0.5	1
3	כתום - אדום	1	0.5	30	0.2	0.3	2
2	כתום	1	0.5	10	0.4	0.1	3
0	צהוב	1	0.5	0	0.5	0	4
0	צהוב	1	0	50	0.5	0.5	5

* משך זמן המתנה 8 דקות בטמפרטורת החדר. לאחר הוספת סמנר, העברה לאמבט מים חמים ל-10 דקות.

הערות:

1. במקום רישום של 1 מ"ל תמיסת סמנר בכל מחנה, ניתן לרשום כותרת עמודה 5:
"1 מ"ל תמיסת סמנר", ולסמן "+" בכל מחנה.
2. במקום עמודה 5 של תמיסת סמנר, אפשר להוסיף מתחת לטבלה את המשפט:
"לכל המחנות הוסף 1 מ"ל תמיסת סמנר".
3. בכל הדיווחים של הריכוז היחסי, התלמידים יכולים לדווח על מספר לא שלם כגון 3.5 או על טווח ערכים 3-4.
4. דיווח על האורמים הקבוצים יכול להיכלל בטבלה או מתחת לטבלה.
5. אין להוסיף ציון אם התוצאות שונות מהצפוי.

למורה:

ההנחיה לתלמידים הייתה: "הכינו טבלה לסיכום מערך הניסוי בחלק ב ותוצאותיו על פי סעיפים יג – כ." בסעיפים אלו נכללו גם הכנת התמיסות (טבלה 2), משך זמן ההמתנה, מדידה של טמפרטורת החדר, הוספה של תמיסת סמנר, העברה לאמבט מים חמים והמתנה של 10 דקות. כמו כן ניתנה הנחיה להוסיף לטבלה 3 עמודות: עמודה לרישום תוצאות החישוב של ריכוז התסנין, עמודה לרישום הצבע שיתקבל בכל אחת ממבחנות הניסוי, ועמודה לרישום הריכוז היחסי של הגלוקוז. יש תלמידים שכללו בטבלה רק את הנתונים של הכנת התמיסות (העתקה מטופס הבחינה), את תוצאות החישוב ואת עמודות הצבע והריכוז היחסי של הגלוקוז. טבלה המסכמת את מערך הניסוי צריכה לכלול מידע גם על הגורמים הקבועים. ניתן להתייחס לגורמים הקבועים בעמודות מתאימות או בהוספת מידע מתחת לטבלה. מידע שחשוב לכלול בטבלה זו הוא הוספת תמיסת סמנר. בהיעדר מידע זה, לא ניתן להסביר את התוצאות.

40. ב. רשמו את הצבע שהתקבל בכל אחת מן המבחנות 1, 2, 3, 4, 5, בטבלה שבמחברת.

- היעזרו בסולם הצבעים שבנספח וקבעו את הריכוז היחסי של הגלוקוז בכל אחת מן המבחנות 1, 2, 3, 4, 5. רשמו את התוצאות בטבלה. (8 נקודות)

דיווח על תוצאות הניסוי

דוגמה: ראו עמודות 6 ו-7 בטבלה 2

הערה:

אין להוסיף ציון אם התוצאות שונות מהצפוי, והדיווח על ריכוז יחסי של גלוקוז בהתאם לצבע.

40. ג. - הוסיפו כותרת לטבלה.

- הוסיפו כותרות לעמודות. (3 נקודות)

השלמת פרטים בטבלה (כותרת לטבלה וכותרות לעמודות)**כותרת לטבלה:**הכותרת לטבלה צריכה לכלול **שלושה** רכיבים:

1. התייחסות למשתנה הבלתי תלוי: השפעה של / הקשר בין, ריכוז / נפח, התסנין / האנזים.
2. התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה: [קצב ה] פעילות של אינברטאז / אנזים, פירוק סוכרוז / הצבע שמתקבל לאחר תגובה עם סמנר / ריכוז יחסי של גלוקוז.
3. התייחסות לאורגניזם: [תסנין] שמרים.

הצרה: אין להוריד את f_a כאל f_b כותרת: השפעה של f_e / הקשר בין, ובכותרת יש התייחסות f_3 הרכיבים הנ"ל, אך בסדר שונה. לדוגמה: בדקה f_e פעילות אינברטאז בריכוזים שונים f_e תסנין שמרים.

למורה:

בכותרת הטבלה אנו מאפשרים להתייחס למשתנה התלוי או לדרך המדידה. אם התלמידים כבר הגדירו את שאלת החקר ואת המשתנה התלוי (כמו שנדרש ב"ביוחקר"), רצוי להתייחס בכותרת של טבלת התוצאות למשתנה התלוי. אך בבחינה, התלמידים לא נדרשו לנסח את שאלת החקר שנבדקה בניסוי, ולא ניסחו את ההשערה, לכן ניתן לקבל בכותרת התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה. במהלך ההוראה בכיתה, רצוי לדון עם התלמידים ולנסח את שאלת החקר ואת ההשערה. בבניית טבלה או גרף, עדיף להתייחס למשתנה התלוי, בכותרת הטבלה ובכותרת הגרף.

41. א. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שבוצעתם בחלק ב? (2 נקודות)**זיהוי של מרכיבי ניסוי (משתנה בלתי תלוי)****דוגמה:** ריכוז תסנין / ריכוז אנזים**למורה:**

יש תלמידים שמתקשים בהבחנה בין המשתנה הבלתי תלוי לבין אופן השינוי שלו. שינוי הנפח של התסנין והמים הוא אופן השינוי של המשתנה הבלתי תלוי. תשובה נוספת המעידה על אי הבחנה בין המשתנה הבלתי תלוי לבין אופן השינוי שלו, היא: נפח תסנין, והתלמידים הוסיפו גם את נפח המים. השינוי בנפח המים, בטיפולים השונים, אינו המשתנה הבלתי תלוי (שאת השפעתו רוצים לבדוק בניסוי) אלא קשור לאופן השינוי של ריכוז התמיסה ומאפשר שמירה על גורמים קבועים (ראו שאלה 43). יש תלמידים שמתקשים בהבחנה בין המושגים: נפח / כמות וריכוז.

41. ב. מהו המשתנה התלוי בניסוי שבוצעתם בחלק ב? (3 נקודות)**זיהוי של מרכיבי ניסוי (משתנה תלוי)****דוגמאות:**

1. קצב / שיעור / מידה / רמה, של פעילות האנזים / אינברטאז.
2. קצב / שיעור / מידה / רמה, של פירוק סוכרוז / היווצרות גלוקוז.

למורה:

יש תלמידים שהתקשו להבחין בין המשתנה התלוי (התהליך שנבדק) לבין שיטת המדידה, וענו לדוגמה: צבע התמיסה או ריכוז גלוקוז. במהלך ההוראה ראוי לנסח את ההשערה שעל פיה תוכנן הניסוי, ולהתייחס לתהליך הנבדק / לתופעה הנבדקת. ניסוח ההשערה יסייע לתלמידים להבחין בין המשתנה התלוי לבין דרך המדידה שלו. יש תלמידים שמזהים את המשתנה התלוי (התהליך), אך לא מתייחסים לממד הכמותי: קצב / מידה / רמה, של התהליך.

42. א. הסבירו את תוצאות הניסוי במבחנות 1, 2, 3, 4. היעזרו במידע שבקטע "לידיעתכם 2". (5 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי**דוגמה:**

בתסנין יש אנזים / אינברטאז [המזרז פירוק סוכרוז].
 ככל שריכוז התסנין גבוה יותר [בטווח 0% - 50%], אז: ככל שריכוז האנזים שבתסנין גבוה יותר, כך הקצב של פעילות האנזים גבוה יותר [סיכויי המפגש בין האנזים ובין הסובסטרט גבוהים יותר] / קצב פירוק הסוכרוז גבוה יותר / קצב היווצרות גלוקוז גבוה יותר, נוצר יותר גלוקוז / הריכוז היחסי של גלוקוז גבוה יותר, צבע התמיסה עם תמיסת סמנר יותר אדום / יותר כהה / הופך לגוני כתום-אדום.
 במבחנה 4 שבה אין תסנין / אנזים, לא מתרחש פירוק סוכרוז / לא נוצר גלוקוז וצבע התמיסה הוא צהוב.

רכיבי התשובה	
אנזים [אינברטאז] בתסנין	מידע רלוונטי שניתן לתלמידים
ריכוז תסנין	המשתנה הבלתי תלוי
קצב פעילות אינברטאז / פירוק סוכרוז / היווצרות גלוקוז	המשתנה התלוי
ריכוז יחסי של גלוקוז	תוצאות התהליך, התייחסות לתוצאה במבחנה ללא תסנין / אנזים
שינוי צבע תמיסת סמנר	תוצאות הניסוי
יש לכלול במשתנה הבלתי תלוי ובמשתנה התלוי את כיווניות הרכיב (מימד כמותי). ראו בדוגמה	

הערות:

אין להוריד ציון אט:

- מסבירים את התוצאות של כל טיפול בנפרד אך בתשובתם יש התייחסות למגמת ההשפעה של ריכוז תסנין.
- אין מגמה ברורה של התוצאות. יתקבל הסבר המבוסס על תוצאות התלמידים, אך אינו סותר ידע ביוכימי.
- מסבירים את תוצאות הניסוי מהריכוז הגבוה לריכוז הנמוך (כמו בטבלה): "ככל שריכוז תסנין נמוך יותר....".
- התוצאות לא כצפוי והתלמידים מציינים זאת, או מוסיפים הסבר לתוצאות הלא צפויות.

דוגמה:

אם במבחנה 4 קיבלו צבע צהוב כתום / כתום ודיווחו שהריכוז היחסי של גלוקוז גבוה מ-1, יכולים לציין שזו תוצאה לא צפויה כי אין בה סוכרוז, אז להציג הסבר אפשרי.
 להלן דוגמאות להסברים אפשריים:
 * בתמיסת סוכרוז יש גם מצט גלוקוז (לא נקי)
 * הסוכרוז מתפרק באופן ספונטני במידה מוצט

למורה:

הסבר מלא של תוצאות הניסוי צריך לכלול את קטעי המידע שניתנים לתלמידים, וגם ידע נוסף המבוסס על פרקי הליבה הרלוונטיים לנושא.

רכיבי התשובה צריכים לכלול את המשתנה הבלתי תלוי, את התהליך הביולוגי (המשתנה התלוי), את תוצאות התהליך ותוצאות הניסוי על פי שיטת המדידה. בתשובה יש להתייחס גם להסבר התוצאה במבחנת הבקרה (מבחנה 4).

למרות ניסוח השאלה: "... תוצאות הניסוי שהתקבלו במבחנות 1, 2, 3, 4", התלמידים לא נדרשו להסביר את התוצאות בכל מבחנה לחוד, אלא אפשר להכליל את ההסבר בהתייחס למבחנות 1 - 3 ולהוסיף הסבר של התוצאה במבחנה 4.

יש לקבל כל תוצאה שהתקבלה בניסוי, עם זאת, אם התוצאה אינה כצפוי התלמידים נדרשים להתייחס לכך ולומר שהתוצאה אינה צפויה, לשער מהי לדעתם התוצאה הצפויה (או : גדול / קטן מערך מסוים), או להציע הסבר אפשרי ע"פ הדוגמאות בטבלה.

להלן הסברים מתאימים לתוצאות שונות מהצפוי:

מבחנות הבדיקה	התוצאות שהתקבלו	הסבר תוצאות שהתקבלו במבחנות
מבחנות 1 ו-2	תוצאות זהות וגבוהות	למרות שבמבחנה 1 ריכוז התסנין/האנזים, גבוה יותר מאשר במבחנה 2, והקצב ההתחלתי היה גבוה יותר במבחנה 1, בפרק הזמן של 10 דקות כל הסובסטר התפרק בשתי המבחנות ולכן לא היה הבדל בריכוז הגלוקוז. הסבר אפשרי נוסף: ייתכן שיש הבדל בכמות של הגלוקוז שהתקבל, אך הכמות של תמיסת סמנר במבחנה 1 אינה מספיקה כדי להגיב עם כל הגלוקוז שהתקבל.
מבחנה 4	תוצאה נמוכה (1 / 2)	למרות שאין במבחנה תסנין / אנזים, ולא צפוי שיתקבל גלוקוז, ייתכן שתמיסת הסוכרוז אינה "נקייה" ויש בה מעט גלוקוז, ולכן מתקבלת תוצאה של ריכוז גלוקוז נמוך.

42.ב.1) הסבירו את התוצאה במבחנה 5. (2 נקודות)**יישום ידע קודם וידע מהניסוי****דוגמה:**

[בטיפול זה/ במבחנה 5] אין סוכרוז / אין מצע לפעילות האנזים / יש רק תסנין ומים. ולכן אין פעילות אנזים / אינברטאז, לא נוצר גלוקוז / הריכוז היחסי של גלוקוז הוא 0 [הצבע צהוב].

הערות:

- אין להוריד ציון אם במבחנה 5 מדווחים על צבע זהוב כתום / ריכוז גלוקוז 1 - ובהסבר מתייחסים לתוצאה "אין גלוקוז"
- אם במבחנה 5 מדווחים על ריכוז גלוקוז גבוה מ-1, יתקבל הסבר המבוסס על תוצאות התלמידים, אך אינו סותר ידע ביוכימי. דוגמאות להסברים אפשריים:
* בטיפול זה אין סוכרוז / סובסטר אף: אין פעילות אינברטאז / אנזימית, אך בתסנין / במים יש [מצט] גלוקוז.
** התוצאה שגויה / לא צפויה שיהיה גלוקוז, כי בטיפול זה אין סוכרוז, ולכן אין פעילות אינברטאז / אנזימית.

42. ב. (2). הטיפול במבחנה 5 הוא טיפול בקרה. הסבירו מהי החשיבות של טיפול הבקרה במערך הניסוי שביצעתם בחלק ב. (3 נקודות)

לאורית: מבחנה 5 (טיפול הבקרה) היא טיפול ללא טיפול (סוכרוז) הבנת החשיבות של רכיבי ניסוי (בקרה לשלילת הסבר חלופי / בקרת צבע)

דוגמאות:

1. כדי לשלול הסבר [חלופי] שעל פיו השינוי בצבע תמיסת סמנר / בריכוז היחסי של גלוקוז, אין מושפע משינוי בריכוז התסנין / משינוי בקצב פעילות האנזים / משינוי בקצב הפירוק האנזימטי של סוכרוז, אלא מתרחש עקב גלוקוז שכבר היה בתסנין (ולכן ככל שעלה ריכוז התסנין כך גדל ריכוז הגלוקוז) או מתרחש עקב תגובה של תמיסת סמנר עם תרכובות אחרות בתסנין שגורמת לשינוי הצבע או מתרחש עקב תהליך אחר.
2. כדי לוודא ששינוי הצבע של תמיסת סמנר / הריכוז היחסי של גלוקוז, מקורו בתגובה האנזימטית / מושפע מפעילות האנזים שבתסנין / מושפע מריכוז האנזים שבתסנין, ולא מגלוקוז שכבר היה בתסנין / ולא מתגובת סמנר עם תרכובות אחרות שבתסנין / ולא מגורם אחר.
3. כדי לוודא שרק הסוכרוז הוא הסובסטרט שמאפשר את התהליך האנזימטי / יצירת גלוקוז / שינוי צבע של תמיסת סמנר ולא גורם אחר.
4. כדי לוודא שרק פירוק הסוכרוז המזורז על ידי האנזים / אינברטאז הוא הגורם שמשפיע על הריכוז היחסי של גלוקוז / על הצבע עם תמיסת סמנר, ולא גורם אחר.
5. כדי להשוות את הצבע של תמיסת סמנר במבחנות הניסוי לצבע במבחנה שיש בה רק תסנין [בריכוז הגבוה] / אין בה סובסטרט / אין בה סוכרוז [בקרת צבע / בלנק].

למורה:

ניסוח החשיבות של טיפול הבקרה מהווה אתגר לתלמידים ולמורה.

יש תלמידים שמאפיינים את הבקרה או מתארים אותה: בקרה חיצונית, בקרה ללא המשתנה הבלתי תלוי, חלק מבקרה פנימית, בטיפול לא היה סוכרוז. בטיפול זה (מבחנה 5) הבקרה היא טיפול ללא גורם קבוע (ללא סוכרוז), וזאת שגיאה לאפיין אותה כבקרה ללא המשתנה הבלתי תלוי. יש המשתמשים בסיסמאות להסבר חשיבותה כגון: שלילת הסבר חלופי, לתת תוקף למסקנה מהניסוי.

חשוב להבחין בין **הסבר התוצאה** במבחנת הבקרה לבין **הסבר חשיבותה** במערך הניסוי.

טעות נפוצה, המעידה על אי הבנה של מהות הבקרה, ומעידה על חוסר הבחנה בין חשיבות הבקרה לבין חשיבות החזרות: התוצאות אינן מקריות / התוצאות יותר מהימנות / הניסוי יותר מדויק.

תשובה מלאה, המתייחסת ל "שלילת הסבר חלופי" (כמו בדוגמה 1) מסובכת לתלמידים, ולכן בבחינת הבגרות המעשית, אנו מאפשרים גם ניסוח במשפט חיובי, ובו התלמידים משתמשים במונחים כמו "לדא" "להוכיח", אף כי ידוע לנו שהבדיקה הזאת אינה יכולה לוודא באופן מוחלט את השפעת המשתנה הבלתי תלוי על התהליך.

במהלך ההוראה בכיתה, חשוב להשתמש במונחים המדויקים להסבר החשיבות של הבקרה, ולדון עם תלמידים על ההבדל בין הניסוחים הנ"ל.

לקריאה נוספת: מאמר "סודות הבקרה" <https://www.biu-edulab.org.il/research/hs-strategy>

ומצגת: סודות הבקרה – מסע אל תוך החקר <https://www.biu-edulab.org.il/t-materials>

במהלך ההוראה, כאשר מסבירים את חשיבות הבקרה במבחנה 5 כמבחנה של "בקרת צבע" (דוגמה 5), אם התוצאה גבוהה מ-0 - רצוי לדון בתוצאה שהתקבלה במבחנה זו. בשלב של עיבוד התוצאות, יש להפחית את הערך של דרגת הצבע במבחנת הבקרה, מהערך שהתקבל בכל אחת ממבחנות הניסוי.

בבחינה לא נדרש להסביר את **חשיבות** הבקרה במבחנה 4. עם זאת כדאי לדון עם התלמידים בחשיבות של טיפול בקרה זה. חשיבות בקרה זו, ללא תסנין, מוסברת בהתייחס למבחנה 5 בניסוי 5.

43. א. ציינו שני גורמים (מלבד טמפרטורה) שנשמרו קבועים בניסוי שביצעתם בחלק ב. (2 נקודות)

זיהוי של מרכיבי ניסוי (גורמים קבועים)

דוגמאות לגורמים קבועים ראו בטבלה בתשובה לסעיף ב. יש לקבל כל גורם שיכול להשפיע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה. לעתים גורם קבוע יכול להשפיע על המשתנה הבלתי תלוי.

למורה:

יש לזהות גורמים שנשמרו קבועים ושהם רלוונטיים לניסוי זה. אם הניסוי הוגדר כתהליך שנבדק בשמרים. קביעה שגורם קבוע הוא "האורגניזם" אינה מתאימה, מאחר שמטרת הניסוי מתייחסת לאנזים שמקורו בשמרים (ראו בכותרות של חלק א וחלק ב של הניסוי).

לעומת זאת הגורמים: סוג / מין / זן / מקור / גיל השמרים, הם גורמים שיש לשמור עליהם קבועים. לעתים, התלמידים מציינים את הגורם באופן **חלקי**, לדוגמה: הזמן / השמרים / הנפח.

43. ב. בחרו באחד מן הגורמים שציינתם בסעיף א, והסבירו מדוע חשוב לשמור דווקא את הגורם הזה קבוע במערך הניסוי. (4 נקודות)

תשובה לסעיף א: גורם קבוע	תשובה לסעיף ב: התשובה כוללת שני מרכיבים: *הסבר ההשפעה של הגורם הקבוע. * הסבר החשיבות של השמירה על גורם קבוע: לוודא שרק המשתנה הבלתי תלוי הוא הגורם המשפיע.
סוג השמרים / מקור התסנין	בסוגים שונים של שמרים ייתכן שכמות האנזים שונה / קצב פעילות האנזים שונה. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר / ריכוזים שונים של תסנין.
משך זמן התגובה בטמפ' החדר	משך זמן התגובה האנזימטית משפיע על כמות התוצר / הגלוקוז. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר / ריכוזים שונים של תסנין.
משך זמן התגובה עם תמיסת סמנר	משך זמן התגובה של גלוקוז עם תמיסת סמנר משפיע על ריכוז התוצר [האדום] / עוצמת הצבע שמתקבל. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר / ריכוזים שונים של תסנין.
ריכוז / נפח סוכרוז*	סוכרוז הוא הסובסטרט וריכוזו / וכמותו [במבחנות 1 – 4] משפיעה על קצב פעילות האנזים. בניסוי נבדקה ... * למרות שבמבחנה 5 אין סוכרוז, אך במבחנות שבהן יש סוכרוז ריכוזו קבוע, ולכן נקבל גם תשובה זו.
נפח / כמות / ריכוז תמיסת סמנר	תמיסת סמנר מגיבה עם הגלוקוז שנוצר, והנפח / כמות / ריכוז הסמנר משפיע על כמות התוצר הכתום - אדום / עוצמת הצבע שיתקבל. בניסוי נבדקה...
נפח כולל / סופי במבחנה	אם הנפח הכולל לא יהיה שווה, ריכוז הסובסטרט / ריכוז הסוכרוז ישתנה. בניסוי ריכוז הסובסטרט/סוכרוז חייב להישאר קבוע כי אחרת ישפיע על קצב פעילות האנזים. בניסוי נבדקה...
pH [של תסנין / התמיסה]**	דרגת pH יכולה להשפיע על מבנה חלבונים / מבנה של האנזים / קצב פעילות האנזים. בניסוי נבדקה... ** ניתן לקבל pH כתשובה למרות שלא נבדק.

למורה:

- * יש תלמידים שמסבירים רק באופן כללי: הגורם... משפיע על תוצאות הניסוי. יש להסביר בפירוט כיצד הגורם משפיע. ראו דוגמאות בטבלה.
- * "במערך הניסוי יש רק משתנה בלתי תלוי אחד ושאר הגורמים צריכים להיות קבועים" / "כדי לבודד משתנים" - תשובה חלקית זו היא רק אחד המרכיבים של התשובה המלאה.
- * תשובות שגויות: שמירה על הגורם קבוע מגדילה את מהימנות הניסוי, התוצאות יותר מדויקות. בדיון עם תלמידים בנושא הזיהוי והתכנון של גורמים קבועים בניסוי והסבר החשיבות של שמירתם קבועים, תוכלו להיעזר במאמר: ["גורמים קבועים קל לזהות קשה להסביר"](#).

44. א. מהי הטמפרטורה שבה פעל האנזים בניסוי? נמקו את תשובתכם. (2 נקודות)

הבנה של מערך ניסוי

דוגמה:

[הטמפרטורה שבה פעל האנזים] 22°C .

הצגה: ניתן לקבל כל טמפרטורה בהתאם לטמפרטורה שהייתה בחדר, בטווח $21^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$.

נימוקים:

- * זאת הטמפרטורה, בחדר / שבה שהו מבחנות הניסוי / שבה התרחש הניסוי [במשך 8 דקות]
- * פעילות האנזים נעצרה עם הוספת תמיסת סמנר [לפני הכנסת המבחנות לאמבט].

למורה:

היו תלמידים שענו באופן שגוי, שהטמפרטורה שבה פעל האנזים הייתה $50^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$, ונימקו שזאת הטמפרטורה שבה השתנה הצבע של תמיסת סמנר.

הטעויות שגרמו לתשובה השגויה נבעו מאי הבנה של מערך הניסוי או אי שימת לב להערה בסעיף יז:

"הערה: תמיסת סמנר עוצרת את התגובה של האנזים."

התגובה של גלוקוז עם תמיסת סמנר היא תגובה כימית, והודגמה בחלק א של הניסוי, שבו לא הייתה כלל תגובה אנזימטית. (התגובה בין ריאגנט סמנר לגלוקוז מתקיימת רק מעל $55^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$).

44. ב. תלמיד חזר על הניסוי שביצעתם בחלק ב, אך בסעיף טו הוא הכניס את המבחנות לאמבט שטמפרטורת המים בו 15°C למשך 8 דקות, והמשיך בניסוי על פי ההנחיות בסעיפים יז – כ.

קבעו מה צפוי להיות ריכוז הגלוקוז היחסי במבחנה 2 של התלמיד בהשוואה לתוצאה שהתקבלה במבחנה זו בניסוי שביצעתם: גבוה יותר / דומה / נמוך יותר. נמקו את קביעתכם. (3 נקודות)

סעיף יז. הערה: תמיסת סמנר עוצרת את התגובה של האנזים.

יישום ידע ביולוגי מהניסוי וידע קודם**דוגמאות:**

1. צפוי שריכוז הגלוקוז יהיה נמוך יותר. נימוק: בטמפ' נמוכות, קצב התגובה האנזימטית נמוך יותר / סיכויי המפגש של מולקולות האנזים והסובסטרט נמוכים יותר.
2. צפוי שריכוז הגלוקוז יהיה דומה. נימוק: טמפרטורה של 15°C קרובה לטמפרטורה שהייתה בחדר / ייתכן שטווח הטמפ' האופטימלית הוא בין 15°C לטמפרטורה שהייתה בחדר.

למורה:

הפעילות האנזימטית המתוארת בשאלה (תיאורטית) זו, התרחשה (באופן תיאורטי) באמבט שבו הטמפ' 15°C , במקום בטמפרטורת החדר (סעיף טו). רק אחר כך התלמיד המשיך בניסוי (סעיפים יז – כ), הוסיף את תמיסת סמנר והמבחנות הועברו לאמבט בטמפרטורה של 60°C .

במהלך ההוראה בכיתה, אפשר לבקש מהתלמידים להעתיק למחברת שוב את סעיף טו ואת סעיפים יז, יח – כ. באופן זה השלבים של מהלך הניסוי של התלמיד, בהשוואה לניסוי שבוצע בפועל, יהיו ברורים יותר.

היו תלמידים ששגו וחשבו שהכנסת המבחנות לאמבט בטמפרטורה של 15°C (כפי שמופיע בשאלה) היא במקום הכנסתם לאמבט מים בטמפרטורה של 60°C לאחר הוספת תמיסת סמנר, או שהשהות של 8 דקות באמבט זה היא במקום השהות של 10 דקות באמבט לאחר הוספת תמיסת סמנר.

- 45. א.** סוכרוז אינו עובר דרך הקרום של תאי שמרים, ולעומת זאת הסוכרים גלוקוז ופרוקטוז עוברים דרך הקרום. מהו היתרון של הפרשת האנזים אינברטאז לסביבה החוץ תאית, לתאים הגדלים בתמיסת מזון המכילה סוכרוז ? (4 נקודות)

יישום ידע ביולוגי מהניסוי וידע קודם**דוגמה:**

האנזים / האינברטאז מזרז פירוק סוכרוז בסביבה החוץ תאית / החיצונית, לחד-סוכרים / גלוקוז [שיכולים לחדור דרך קרום התא], וכך התאים יכולים לנצל אותם / להשתמש בהם / להפיק אנרגיה מהחד סוכרים.

- 45. ב.** האנזים סוכראז, המזרז פירוק סוכרוז, מופרש בגוף האדם לחלל מערכת העיכול (סביבה חוץ תאית). לפניכם חמישה משפטים בנוגע לשני האנזימים אינברטאז וסוכראז. רק שניים מן המשפטים נכונים. העתיקו למחברת את שני המשפטים הנכונים. (3 נקודות)

יישום ידע קודם**דוגמה:**

- * פעילות שני האנזימים מושפעת מריכוז הסוכרוז שבסביבתם.
- * בשני האנזימים יש התאמה במבנה המרחבי בין האתר הפעיל לבין הסוכרוז.

- 45. ג.** גליקוגן הוא רב-סוכר הבנוי מיחידות של גלוקוז, ומשמש חומר תשמורת בתאי השמרים. הסבירו מהו יתרון של הרכבת גליקוגן ואגירתו בתאים, במקום אגירת גלוקוז. (3 נקודות)

יישום ידע קודם**דוגמאות:**

1. גליקוגן [לעומת גלוקוז] אינו מסיס ולכן אינו משפיע על הריכוז האוסמוטי / ריכוז המומסים.
2. המבנה [המרחבי] של גליקוגן [לעומת גלוקוז] מאפשר אריזה צפופה / אגירה של כמות גדולה של החומר בנפח קטן יחסית.

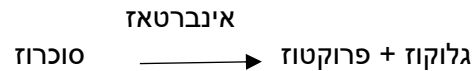
למורה:

במהלך בדיקת התשובות לשאלה זו, התגלו מספר תפיסות שגויות, המתייחסות לחשיבות של אגירת חומרי תשמורת, כגון:

1. תפיסה שגויה: גלוקוז מתפרק כל הזמן ובכך יש "בזבז" אנרגיה, לעומת גליקוגן שמתפרק רק כאשר יש בו צורך. התפיסה הנכונה: יש בקרה גם על תהליכים שבהם מנוצל גלוקוז כגון נשימה תאית, ותהליכי בניית חומרים.
 2. תפיסה שגויה: גלוקוז, בהיותו חד סוכר, יכול לצאת מהתא לסביבה ובכך התא "מאבד" אותו, וגליקוגן, כיוון שהוא רב סוכר, אינו עובר דרך הקרום ולכן נשמר בתא. התפיסה הנכונה: יש בקרה על כניסה ויציאה של גלוקוז מהתאים, גלוקוז אינו "בורח" / הולך לאיבוד" מהתא.
 3. תפיסה שגויה: גליקוגן יכול לספק יותר אנרגיה מאשר גלוקוז. הסיבה לשגיאה: ההשוואה בין אגירת מולקולה אחת של גליקוגן (הבנוי מעשרות אלפי יחידות גלוקוז) לעומת "אגירת" מולקולה אחת של גלוקוז. אי הבנה של המושג "אגירה".
- תלמידים התייחסו בתשובתם לגליקוגן כמקור אנרגיה ולא הסבירו את היתרון שלו כחומר תשמורת בתאי השמרים.

ניסוי 5**חלק ב – בדיקת פעילות האנזים אינברטאז בתסנין שמרים****לידיעתכם 2:**

האנזים אינברטאז מזרז את הפירוק של סוכרוז, שהוא דו סוכר, לשני חד סוכרים (גלוקוז ופרוקטוז):



האנזים אינברטאז נוצר בתאי שמרים ומופרש אל הסביבה החוץ-תאית.

51. חשבו את ריכוז תמיסת סוכרוז (ביחידות mM) בכל אחת מן המבחנות 1, 2, 3, 4, 5. **רשמו** את תוצאות החישובים במחברת.

שימו לב: הריכוז ההתחלתי של תמיסת סוכרוז שהשתמשתם בה להכנת המימולים הוא 20mM. הנפח הסופי בכל אחת מן המבחנות הוא 1 מ"ל. (5 נקודות)

יישום ידע קודם

דוגמה:

מבחנה	ריכוז סוכרוז (יחידות mM)
1	10
2	6
3	2
4	0
5	10

למורה:

בשאלה זו התלמידים **לא** נדרשו להציג את חישוב הריכוזים. עם זאת, רצוי לדרוש מהתלמידים להציג את החישוב בכל תרגול ולדון בשגיאות הנפוצות כגון אלה המוצגות להלן:

- * לא מכפילים בריכוז תמיסת האם.
- * מחלקים בנפח המים במקום בנפח הכולל.
- * כל התוצאות גבוהות מריכוז תמיסת האם או לא מחלקים בנפח סופי.
- * לא מציינים את יחידות הריכוז.

52. א. הכינו במחברת טבלה לסיכום מערך הניסוי שביצעתם בחלק ב ותוצאותיו (סעיפים יג – כ).

- הוסיפו לטבלה עמודה והעתיקו אליה את תוצאות החישוב של ריכוז הסוכרוז (שאלה 51).

- הוסיפו לטבלה עמודה לרישום צבע התמיסה שיתקבל בכל אחת מן המבחנות, ועוד עמודה לרישום הריכוז היחסי של גלוקוז. (3 נקודות)

בניית טבלה לסיכום מערך הניסוי ותוצאותיו

דוגמה: ראו עמודות 1-5 בטבלה 2

טבלה 2

7	6	5	4	3 העתקה מתשובה 51	2	1	
ריכוז יחסי של גלוקוז [לפי סולם צבעים]	הצבע שהתקבל [לאחר חימום עם תמיסת סמנר]	נפח תמיסת סמנר (מ"ל)	נפח תסנין (מ"ל)	ריכוז סוכרוז (mM)	נפח מים (מ"ל)	נפח תמיסת סוכרוז (מ"ל)	תשובה לשאלה 52 (כותרות עמודות)
תשובה לשאלה 52		תשובה לשאלה 52 א					מבחנה
4	אדום	1	0.5	10	0	0.5	1
3	כתום - אדום	1	0.5	6	0.2	0.3	2
2	כתום	1	0.5	2	0.4	0.1	3
0	צהוב	1	0.5	0	0.5	0	4
0	צהוב	1	0	10	0.5	0.5	5

* משך זמן המתנה: 8 דקות בטמפרטורת החדר. לאחר הוספת סמנר, העברה לאמבט מים חמים ל-10 דקות.

הערות:

- במקום רישום של 1 מ"ל תמיסת סמנר בכל מחנה, ניתן לרשום כותרת עמודה 5: "1 מ"ל תמיסת סמנר", ולסמן + בכל מחנה.
- במקום עמודה 5 של תמיסת סמנר, אפשר להוסיף מתחת לטבלה את המשפט: "לכל המחנות הוסף 1 מ"ל תמיסת סמנר".
- בכל הדיווחים של הריכוז היחסי, התלמידים יכולים לדווח על מספר לא שלם כגון 3.5 או על 100 ערכים 3-4.
- דיווח על האוראים הקבועים יכול להיכלל בטבלה או מתחת לטבלה.
- אין להוריד ציון אם התוצאות שונות מהצפוי.

למורה:

ההנחיה לתלמידים הייתה: "הכינו טבלה לסיכום מערך הניסוי בחלק ב ותוצאותיו על פי סעיפים יג – כ". בסעיפים אלו נכללו גם הכנת התמיסות (טבלה 2), משך זמן ההמתנה, מדידה של טמפרטורת החדר, הוספה של תמיסת סמנר, העברה לאמבט מים חמים והמתנה של 10 דקות. כמו כן ניתנה הנחיה להוסיף לטבלה 3 עמודות: עמודה לרישום תוצאות החישוב של ריכוז הסוכרוז, עמודה לרישום הצבע שיתקבל בכל אחת ממבחנות הניסוי, ועמודה לרישום הריכוז היחסי של הגלוקוז. תלמידים רבים כללו בטבלה רק את הנתונים של הכנת התמיסות (העתקה מטופס הבחינה), את תוצאות החישוב ואת עמודות הצבע והריכוז היחסי של הגלוקוז. טבלה המסכמת את מערך הניסוי צריכה לכלול מידע גם על הגורמים הקבועים. ניתן להתייחס לגורמים הקבועים בעמודות מתאימות או בהוספת מידע מתחת לטבלה. מידע שחשוב לכלול בטבלה זו הוא הוספת תמיסת סמנר. בהיעדר מידע זה לא ניתן להסביר את התוצאות.

52. ב. רשמו את הצבע שהתקבל בכל אחת מן המבחנות 1, 2, 3, 4, 5, בטבלה שבמחברת.

- היעזרו בסולם הצבעים שבנספח וקבעו את הריכוז היחסי של הגלוקוז בכל אחת מן המבחנות 1, 2, 3, 4, 5. רשמו את התוצאות בטבלה. (8 נקודות)

דיווח על תוצאות הניסוי

דוגמה: ראו עמודות 6 ו-7 בטבלה 2

הערות:

אין להוריד ציון אם התוצאות שונות מהצפוי, והדיווח על ריכוז יחסי של גלוקוז בהתאם לצבע.

52. ג. - הוסיפו כותרת לטבלה.

- הוסיפו כותרות לעמודות. (3 נקודות)

השלמת פרטים בטבלה (כותרת לטבלה וכותרות לעמודות)**כותרת לטבלה:**הכותרת לטבלה צריכה לכלול **שלושה** רכיבים:

1. התייחסות למשתנה הבלתי תלוי: השפעה של / הקשר בין, ריכוז / נפח, [תמיסת] סוכרוז.
 2. התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה: [קצב ה] פעילות של אינברטאז / אנזים, פירוק סוכרוז / הצבע שמתקבל לאחר תגובה עם סמנר / ריכוז יחסי של גלוקוז.
 3. התייחסות לאורגניזם: [תסנין] שמרים.
- הצרכה:** אין להוריד את לא כלל כותרת: השפעה של / הקשר בין, וכותרת יש התייחסות
ל-3 הרכיבים הנ"ל, אך בסדר שונה. לדוגמה: הפציה של פעילות אינברטאז משמרים בריכוזים שונים של סוכרוז.

למורה:

בכותרת הטבלה אנו מאפשרים להתייחס למשתנה התלוי או לדרך המדידה. אם התלמידים כבר הגדירו את שאלת החקר ואת המשתנה התלוי (כמו שנדרש ב"ביוחקר"), רצוי להתייחס בכותרת של טבלת התוצאות למשתנה התלוי. אך בבחינה, התלמידים לא נדרשו לנסח את שאלת החקר שנבדקה בניסוי, ולא ניסחו את ההשערה, לכן ניתן לקבל בכותרת התייחסות למשתנה התלוי או לדרך המדידה. במהלך ההוראה בכיתה, רצוי לדון עם התלמידים ולנסח את שאלת החקר ואת ההשערה. בבניית טבלה או גרף, עדיף להתייחס למשתנה התלוי, בכותרת הטבלה ובכותרת הגרף.

53. א. מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שביצעתם בחלק ב? (2 נקודות)**זיהוי של מרכיבי ניסוי (משתנה בלתי תלוי)****דוגמה:** ריכוז סוכרוז / ריכוז מצע**למורה:**

יש תלמידים שמתקשים בהבחנה בין המשתנה הבלתי תלוי לבין אופן השינוי שלו. שינוי ה**נפח** של הסוכרוז והמים הוא אופן השינוי של המשתנה הבלתי תלוי. תשובה נוספת, המעידה על אי הבחנה בין המשתנה הבלתי תלוי לבין אופן השינוי שלו, היא : נפח הסוכרוז, והתלמידים הוסיפו גם את **נפח המים**. השינוי בנפח המים, בטיפולים השונים, אינו המשתנה הבלתי תלוי (שאת השפעתו רוצים לבדוק בניסוי) אלא קשור לאופן השינוי של ריכוז התמיסה ומאפשר שמירה על גורמים קבועים (ראו שאלה 55). יש תלמידים שמתקשים בהבחנה בין המושגים: נפח / כמות וריכוז.

53. ב. מהו המשתנה התלוי בניסוי שביצעתם בחלק ב? (3 נקודות)**זיהוי של מרכיבי ניסוי (משתנה תלוי)****דוגמאות:**

1. קצב / שיעור / מידה / רמה, של פעילות האנזים / אינברטאז.
2. קצב / שיעור / מידה / רמה, של פירוק סוכרוז / היווצרות גלוקוז.

למורה:

יש תלמידים שהתקשו להבחין בין המשתנה התלוי (התהליך שנבדק) לבין שיטת המדידה, וענו לדוגמה: צבע התמיסה או ריכוז גלוקוז. במהלך ההוראה ראוי לנסח את ההשערה שעל פיה תוכנן הניסוי, ולהתייחס לתהליך הנבדק / לתופעה הנבדקת. ניסוח ההשערה יסייע לתלמידים להבחין בין המשתנה התלוי לבין דרך המדידה. יש תלמידים שמזהים את המשתנה התלוי (התהליך), אך לא מתייחסים לממד הכמותי: קצב / מידה / רמה, של התהליך.

54. א. הסבירו את תוצאות הניסוי במבחנות 1, 2, 3, 4, היעזרו במידע שבקטע "לידיעתכם 2" (5 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי**דוגמה:**

סוכרוז הוא הסובסטרט / אינברטאז מזרז פירוק סוכרוז. ככל שריכוז סוכרוז גבוה יותר [בטווח 0 – 10mM], כך הקצב של פעילות האנזים [שבתסנין] גבוה יותר [סיכויי המפגש בין האנזים ובין הסובסטרט גבוהים יותר] / קצב פירוק הסוכרוז גבוה יותר / קצב היווצרות גלוקוז גבוה יותר, נוצר יותר גלוקוז / הריכוז היחסי של גלוקוז גבוה יותר, צבע התמיסה עם תמיסת סמנר יותר אדום / יותר כהה / הופך לגווני כתום - אדום. במבחנה 4 שבה אין סוכרוז / סובסטרט, לא נוצר גלוקוז וצבע התמיסה הוא צהוב.

רכיבי התשובה	
סוכרוז הוא הסובסטרט / אינברטאז מזרז פירוק סוכרוז	מידע רלוונטי שניתן לתלמידים
ריכוז סוכרוז	המשתנה הבלתי תלוי
קצב פעילות אינברטאז / פירוק סוכרוז / היווצרות גלוקוז	המשתנה התלוי
ריכוז יחסי של גלוקוז	תוצאות התהליך, התייחסות לתוצאה במבחנה ללא סוכרוז
שינוי צבע תמיסת סמנר	תוצאות הניסוי
יש לכלול במשתנה הבלתי תלוי ובמשתנה התלוי את כיווניות הרכיב (מימד כמותי). ראו בדוגמה	

הערות:

אין להוריד ציון אם:

- מסבירים את התוצאות של כל טיפול בנפרד אך בתשובתם יש התייחסות למאמת ההשפעה של ריכוז סוכרוז
- אין מאמה ברורה של התוצאות. יתקבל הסבר המבוסס על תוצאות התלמידים, אך אינו סותר ידע ביוכימי.
- מסבירים את תוצאות הניסוי מהריכוז הגבוה לריכוז הנמוך (כמו בטבלה): "ככל שריכוז סוכרוז נמוך יותר....".
- התוצאות לא כצפוי והתלמידים מציינים זאת או מוסיפים הסבר לתוצאות הלא צפויות. דוגמה: אם במבחנה 4 קיבלו צבע זהוב-כתום / כתום ודיווחו שהריכוז היחסי של גלוקוז גבוה מ-1, יכולים לציין שזו תוצאה לא צפויה כי אין בה תסנין או להציג הסבר אפשרי. דוגמה להסבר אפשרי: בתסנין יש שאריות גלוקוז.

למורה:

הסבר מלא של תוצאות הניסוי צריך לכלול את קטעי המידע שניתנים לתלמידים, וגם ידע נוסף המבוסס על פרקי הליבה הרלוונטיים לנושא.

רכיבי התשובה צריכים לכלול את המשתנה הבלתי תלוי, את התהליך הביולוגי (המשתנה התלוי), תוצאות התהליך ותוצאות הניסוי על פי שיטת המדידה. בתשובה יש להתייחס גם להסבר התוצאה במבחנת הבקרה (מבחנה 4).

למרות ניסוח השאלה: "... תוצאות הניסוי שהתקבלו במבחנות 1, 2, 3, 4", התלמידים לא נדרשו להסביר את התוצאות בכל מבחנה לחוד, אלא אפשר להכליל את ההסבר בהתייחס למבחנות 1 – 3, ולהוסיף הסבר של התוצאה במבחנה 4.

יש לקבל כל תוצאה שהתקבלה בניסוי. עם זאת, אם התוצאה אינה כצפוי, התלמידים נדרשים להתייחס לכך ולומר שהתוצאה אינה צפויה. לשער מהי לדעתם התוצאה הצפויה (או: גדול/ קטן מערך מסוים), או להציע הסבר אפשרי ע"פ הדוגמאות בטבלה.

להלן הסברים מתאימים לתוצאות שונות מהצפוי:

מבחנות הבדיקה	התוצאות שהתקבלו	הסבר תוצאות שהתקבלו במבחנות
מבחנות 1 ו-2	תוצאות זהות וגבוהות	במבחנה 1 ריכוז הסובסטרט גבוה יותר מאשר במבחנה 2, אך מעל ריכוז 6mM (מבחנה 2) ריכוז הסובסטרט כבר אינו גורם מגביל, ולכן לא יהיה הבדל בריכוז הגלוקוז. הסבר אפשרי נוסף: ייתכן שיש הבדל בכמות של הגלוקוז שהתקבל במבחנות 1 ו-2, אך הכמות של ריאגנט סמנר במבחנה 1 אינה מספיקה כדי להגיב עם כל הגלוקוז שהתקבל.
מבחנה 4	תוצאה נמוכה (1 / 2)	במבחנה 4, למרות שיש תסנין / אנזים אך אין סובסטרט, ייתכן שבתסנין יש מעט גלוקוז שמקורו בשמרים, ולכן מתקבלת תוצאה של ריכוז גלוקוז נמוך.

54. ב. (1) הסבירו את התוצאה במבחנה 5. (2 נקודות)**יישום ידע קודם וידע מהניסוי****דוגמאות:**

1. [בטיפול זה/ במבחנה 5] אין תסנין / אין אנזים / יש רק סוכרוז ומים, אין פעילות אנזים / אין פירוק סוכרוז, לכן לא נוצר גלוקוז / הריכוז היחסי של גלוקוז 0 [הצבע צהוב].
2. סוכרוז אינו מגיב עם תמיסת סמנר. לא נוצר גלוקוז / הריכוז היחסי של גלוקוז הוא 0 [הצבע צהוב].

הערה:

אם במבחנה 5 מדווחים על ריכוז גלוקוז גבוה מ-1, יתקבל הסבר המבוסס על תוצאות התלמידים, אך אינו סותר ידע ביוכימי. דוגמאות להסברים אפשריים:

* בטיפול זה אין תסנין או: אין פצילות אינברטאז / אנזימית, סוכרוז התפרק מעט באופן ספונטני / סוכרוז היה מזהם בגלוקוז.

** התוצאה שגויה / לא צפויה שיהיה גלוקוז, כי בטיפול זה אין תסנין ואין פצילות אינברטאז אנזימית.

54. ב. (2). הטיפול במבחנה 5 הוא טיפול בקרה. הסבירו מהי החשיבות של טיפול הבקרה

במערכת הניסוי שביצעתם בחלק ב. (3 נקודות)

למורים: מבחנה 5 (טיפול בקרה) היא טיפול ללא גורם קבוצ (תסנין)

הבנה החשיבות של מרכיבי ניסוי (בקרה לשלילת הסבר חלופי)

דוגמאות:

1. כדי לשלול הסבר חלופי שעל פיו השינוי בצבע תמיסת סמנר / בריכוז היחסי של גלוקוז אינו מושפע משינוי בריכוז הסוכרוז / משינוי בקצב פעילות האנזים / משינוי בקצב הפירוק האנזימטי של סוכרוז, אלא מתרחש עקב פירוק ספונטני של סוכרוז / (ולכן ככל שעלה ריכוז הסוכרוז כך גדל ריכוז הגלוקוז) או שתמיסת סוכרוז אינה "נקייה" ויש בה גם גלוקוז או מתרחש עקב תגובה של תמיסת סמנר עם סוכרוז שגורמת לשינוי הצבע (למרות שכבר נבדק בחלק א) או מתרחש עקב תהליך אחר.

2. כדי לוודא ששינוי הצבע של תמיסת סמנר / הריכוז היחסי של גלוקוז מקורו בתגובה האנזימטית / מושפע מפעילות האנזים שבתסנין / מושפע מריכוז הסוכרוז, ולא מפירוק ספונטני של סוכרוז / ולא מכך שתמיסת סוכרוז אינה "נקייה" ויש בה גם גלוקוז / ולא מתגובה של סוכרוז עם תמיסת סמנר / ולא מגורם אחר.
 3. כדי לוודא שפירוק הסוכרוז / שיצירת גלוקוז / ששינוי צבע של תמיסת סמנר מושפע רק מהפעילות האנזימטית שבתסנין ולא מגורם אחר.
 4. כדי לוודא שרק בהימצאות התסנין מתקיים התהליך האנזימטי / פירוק סוכרוז / יצירת גלוקוז / שינוי צבע של תמיסת סמנר, ולא גורם אחר.
 5. כדי להשוות את הצבע של תמיסת סמנר במבחנות הניסוי לצבע במבחנה שיש בה רק סוכרוז [בריוז הגבוה] / אין בה תסנין / אין בה אנזים / אין בה תהליך פירוק [בקרת צבע / בלנק].
- הצרכה:** *למרות שחלק א' fe הניסוי כבר נבדקה תמיסת סוכרוז עם סמנר, המבחנות האלה כבר לא בידי התלמיד, ולכן ניתן לקבל את ההסבר הזה.*

למורה:

ניסוח החשיבות של טיפול הבקרה מהווה אתגר לתלמידים ולמורה.

יש תלמידים שמאפיינים את הבקרה או מתארים אותה: בקרה חיצונית, בקרה ללא המשתנה הבלתי תלוי, חלק מבקרה פנימית, בטיפול לא היה סוכרוז. בטיפול זה (מבחנה 5), הבקרה היא טיפול ללא גורם קבוע (ללא תסנין), וזאת שגיאה לאפיין אותה כבקרה ללא המשתנה הבלתי תלוי. יש המשתמשים בסיסמאות להסבר חשיבותה, כגון: שלילת הסבר חלופי, לתת תוקף למסקנה מהניסוי. חשוב להבחין בין **הסבר התוצאה** במבחנת הבקרה לבין **הסבר חשיבותה** במערכת הניסוי. טעות נפוצה המעידה על אי הבנה של מהות הבקרה ומעידה על חוסר הבחנה בין חשיבות הבקרה לבין חשיבות החזרות: התוצאות אינן מקריות/התוצאות יותר מהימנות / הניסוי יותר מדויק. תשובה מלאה, המתייחסת ל"שלילת הסבר חלופי" (כמו בדוגמה 1) מסובכת לתלמידים, ולכן בבחינת הבגרות המעשית, אנו מאפשרים גם ניסוח במשפט חיובי, בו התלמידים משתמשים במונחים כמו "לוודא" "להוכיח", אף כי ידוע לנו שהבדיקה הזאת אינה יכולה לוודא באופן מוחלט את השפעת המשתנה הבלתי תלוי על התהליך. במהלך ההוראה בכיתה, חשוב להשתמש במונחים המדויקים להסבר החשיבות של הבקרה, ולדון עם תלמידים על ההבדל בין הניסוחים הנ"ל. לקריאה נוספת: מאמר "סודות הבקרה" <https://www.biu-edulab.org.il/research/hs-strategy> ומצגת: סודות הבקרה – מסע אל תוך החקר <https://www.biu-edulab.org.il/t-materials> במהלך ההוראה, כאשר מסבירים את חשיבות הבקרה במבחנה 5 כמבחנה של "בקרת צבע" (דוגמה 5), אם התוצאה גבוהה מ-0, רצוי לדון בתוצאה שהתקבלה במבחנה זו. בשלב של עיבוד התוצאות יש להפחית את הערך של דרגת הצבע במבחנת הבקרה, מהערך שהתקבל בכל אחת ממבחנות הניסוי.

בבחינה לא נדרש להסביר את **חשיבות** הבקרה במבחנה 4, עם זאת כדאי לדון עם התלמידים בחשיבות טיפול בקרה זה. חשיבות בקרה זו, ללא סוכרוז, מוסברת בהתייחס למבחנה 5 בניסוי 4.

55. א. ציינו שני גורמים (מלבד טמפרטורה) שנשמרו קבועים בניסוי שביצעתם בחלק ב. (2 נקודות)
זיהוי של מרכיבי ניסוי (גורמים קבועים)

דוגמאות לגורמים קבועים ראו בטבלה בתשובה לסעיף ב.
 יש לקבל כל גורם שיכול להשפיע על המשתנה התלוי או על דרך המדידה.
 לעתים גורם קבוע יכול להשפיע על המשתנה הבלתי תלוי.

למורה:

יש לזהות גורמים שנשמרו קבועים ושהם רלוונטיים לניסוי זה.
 אם הניסוי הוגדר כתהליך שנבדק בשמרים. קביעה שגורם קבוע הוא "האורגניזם" אינה מתאימה, מאחר שמטרת הניסוי מתייחסת לאנזים שמקורו בשמרים (ראו בכותרות של חלק א וחלק ב של הניסוי).
 לעומת זאת הגורמים: סוג / מין / זן / מקור / גיל השמרים, הם גורמים שיש לשמור עליהם קבועים. לעתים, התלמידים מציינים את הגורם באופן **חלקי**, לדוגמה: הזמן / השמרים / הנפח.

55. ב. בחרו באחד מן הגורמים שציינתם בסעיף א, והסבירו מדוע חשוב לשמור **דווקא את הגורם הזה קבוע במערך הניסוי. (4 נקודות)**

תשובה לסעיף א: גורם קבוע	תשובה לסעיף ב: התשובה כוללת שני מרכיבים: *הסבר ההשפעה של הגורם הקבוע. * הסבר החשיבות של השמירה על גורם קבוע: לוודא שרק המשתנה הבלתי תלוי הוא הגורם המשפיע.
סוג השמרים / מקור התסנין	בסוגים שונים של שמרים ייתכן שכמות האנזים שונה / קצב פעילות האנזים שונה. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר / ריכוזים שונים של סוכרוז.
משך זמן התגובה [בטמ'פ' החדר]	משך זמן התגובה האנזימטית משפיע על כמות התוצר / הגלוקוז. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר / ריכוזים שונים של סוכרוז.
משך זמן התגובה [עם תמיסת סמנר]	משך זמן התגובה של גלוקוז עם תמיסת סמנר משפיע על ריכוז התוצר [האדום] / עוצמת הצבע שמתקבל. בניסוי נבדקה ההשפעה של גורם אחר / משתנה בלתי תלוי אחר / ריכוזים שונים של סוכרוז.
ריכוז / נפח תסנין*	בתסנין יש אנזים אינברטאז וריכוזו / וכמותו [במבחנות 1 – 4] משפיע/ה על קצב פעילותו. בניסוי נבדקה ... * למרות שבמבחנה 5 אין תסנין, אך במבחנות שבהן יש תסנין ריכוזו קבוע, ולכן נקבל גם תשובה זו.
נפח / כמות / ריכוז תמיסת סמנר	תמיסת סמנר מגיבה עם הגלוקוז שנוצר, והנפח / כמות / ריכוז הסמנר משפיע על כמות התוצר הכתום - אדום / עוצמת הצבע שיתקבל. בניסוי נבדקה ...
נפח כולל / סופי במבחנה	אם הנפח הכולל לא יהיה שווה, ריכוז התסנין/ ריכוז האנזים ישתנה. בניסוי ריכוז התסנין / אנזים, הוא גורם קבוע / משפיע על קצב פעילותו. בניסוי נבדקה...
pH [של תסנין / התמיסה]**	דרגת pH יכולה להשפיע על מבנה חלבונים / מבנה של האנזים / קצב פעילות האנזים. בניסוי נבדקה ... ** ניתן לקבל pH כתשובה- למרות שלא נבדק.

למורה:

- * יש תלמידים שמסבירים רק באופן כללי: הגורם... משפיע על תוצאות הניסוי. יש להסביר בפירוט כיצד הגורם משפיע. ראו דוגמאות בטבלה.
- * "במערך הניסוי רק משתנה בלתי תלוי אחד ושאר הגורמים צריכים להיות קבועים" / "כדי לבודד משתנים" - תשובה חלקית זו היא רק אחד המרכיבים של התשובה המלאה.
- * תשובות שגויות: שמירה על הגורם קבוע מגדילה את מהימנות הניסוי, התוצאות יותר מדויקות. בדיון עם תלמידים בנושא: הזיהוי והתכנון של גורמים קבועים בניסוי, והסבר החשיבות של שמירתם קבועים תוכלו להיעזר במאמר: ["גורמים קבועים קל לזהות קשה להסביר"](#).

56. א. מהי הטמפרטורה שבה פעל האנזים בניסוי? נמקו את תשובתכם. (2 נקודות)

הבנה של מערך ניסוי**דוגמה:**

[הטמפרטורה שבה פעל האנזים] 22°C .

הערה: ניתן לקבל כל טמפרטורה בהתאם לטמפרטורה שהייתה בחדר, בטווח $21^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}$

נימוקים:

- * זאת הטמפרטורה, בחדר / שבה שהו מבחנות הניסוי / שבה התרחש הניסוי [במשך 8 דקות]
- * פעילות האנזים נעצרה עם הוספת תמיסת סמנר [לפני הכנסת המבחנות לאמבט].

למורה:

- היו תלמידים שענו באופן שגוי, שהטמפרטורה שבה פעל האנזים הייתה $50^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$, ונימקו שזאת הטמפרטורה שבה השתנה הצבע של תמיסת סמנר.
- הטעויות שגרמו לתשובה השגויה נבעו מאי הבנה של מערך הניסוי או אי שימת לב להערה בסעיף יז:
- "הערה: תמיסת סמנר עוצרת את התגובה של האנזים"**.
- התגובה של גלוקוז עם תמיסת סמנר היא תגובה כימית, והודגמה בחלק א של הניסוי, שבו לא הייתה כלל תגובה אנזימטית (התגובה בין ריאגנט סמנר לגלוקוז מתקיימת רק מעל $55^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$).

56. ב. תלמיד חזר על הניסוי שביצעתם בחלק ב, אך בסעיף טו הוא הכניס את המבחנות לאמבט שטמפרטורת המים בו היא 10°C למשך 8 דקות, והמשיך בניסוי על פי ההנחיות בסעיפים יז – כ. קבעו מה צפוי להיות ריכוז הגלוקוז היחסי במבחנה 2 בהשוואה לתוצאה שהתקבלה במבחנה זו בניסוי שביצעתם: גבוה יותר / דומה / נמוך יותר. נמקו את קביעתכם. (3 נקודות)

סעיף יז. הערה: תמיסת סמנר עוצרת את התגובה של האנזים.

יישום ידע ביולוגי מהניסוי וידע קודם**דוגמה:**

- צפוי שריכוז הגלוקוז יהיה נמוך יותר.
- נימוק:** בטמפרטורה נמוכה, קצב התגובה האנזימטית נמוך יותר / סיכויי המפגש של מולקולות האנזים והסובסטרט נמוכים יותר.

למורה:

הפעילות האנזימטית המתוארת בשאלה (תיאורטית) זו, התרחשה (באופן תיאורטי) באמבט שבו הטמפ' 10°C , במקום בטמפרטורת החדר (סעיף טו), רק אחר כך התלמיד המשיך בניסוי **(סעיפים יז – כ)**, הוסיף את תמיסת סמנר והמבחנות הועברו לאמבט בטמפרטורה של 60°C .

במהלך ההוראה בכיתה, אפשר לבקש מהתלמידים להעתיק למחברת שוב את סעיף טו, ואת סעיפים יז, יח – כ, באופן זה השלבים של מהלך הניסוי של התלמיד, בהשוואה לניסוי שבוצע בפועל, יהיו ברורים יותר.

היו תלמידים ששגו וחשבו שהכנסת המבחנות לאמבט בטמפרטורה של 10°C (כפי שמופיע בשאלה) היא במקום הכנסתם לאמבט של מים בטמפרטורה של 60°C לאחר הוספת תמיסת סמנר, או שהשהות של 8 דקות באמבט זה היא במקום השהות של 10 דקות באמבט לאחר הוספת תמיסת סמנר.

57. א. סוכרוז אינו עובר דרך הקרום של תאי שמרים, ולעומת זאת הסוכרים גלוקוז ופרוקטוז עוברים דרך הקרום. מהו היתרון של הפרשת האנזים אינברטאז לסביבה החוץ תאית, לתאים הגדלים בתמיסת מזון המכילה סוכרוז ? (4 נקודות)

יישום ידע ביולוגי מהניסוי וידע קודם**דוגמה:**

האנזים / האינברטאז מזרז פירוק סוכרוז בסביבה החוץ תאית / החיצונית, לחד-סוכרים / לגלוקוז [שיכולים לחדור דרך קרום התא], וכך התאים יכולים לנצל אותם / להשתמש בהם / להפיק אנרגיה מהחד סוכרים.

57. ב. האנזים סוכראז, המזרז פירוק סוכרוז, מופרש בגוף האדם לחלל מערכת העיכול (סביבה חוץ תאית). לפניכם חמישה משפטים בנוגע לשני האנזימים אינברטאז וסוכראז. רק שניים מן המשפטים נכונים. העתיקו למחברת את שני המשפטים הנכונים. (3 נקודות)

יישום ידע קודם**דוגמה:**

- * פעילות שני האנזימים מושפעת מריכוז הסוכרוז שבסביבתם.
- * בשני האנזימים יש התאמה במבנה המרחבי בין האתר הפעיל לבין הסוכרוז.

57. ג. גליקוגן הוא רב-סוכר הבנוי מיחידות של גלוקוז, ומשמש חומר תשמורת בתאי השמרים. הסבירו מהו יתרון של הרכבת גליקוגן ואגירתו בתאים, במקום אגירת גלוקוז. (3 נקודות)

יישום ידע קודם**דוגמאות:**

1. גליקוגן [לעומת גלוקוז] אינו מסיס ולכן אינו משפיע על הריכוז האוסמוטי / ריכוז המומסים.
2. המבנה [המרחבי] של גליקוגן [לעומת גלוקוז] מאפשר אריזה צפופה / אגירה של כמות גדולה של החומר בנפח קטן יחסית.

למורה:

במהלך בדיקת התשובות לשאלה זו, התגלו מספר תפיסות שגויות, המתייחסות לחשיבות של אגירת חומרי תשמורת, כגון:

1. תפיסה שגויה: גלוקוז מתפרק כל הזמן ובכך יש "בזבז" אנרגיה, לעומת גליקוגן שמתפרק רק כאשר יש בו צורך. התפיסה הנכונה: יש בקרה גם על תהליכים שבהם מנוצל גלוקוז כגון נשימה תאית, ותהליכי בניית חומרים.
2. תפיסה שגויה: גלוקוז בהיותו חד סוכר, יכול לצאת מהתא לסביבה ובכך התא "מאבד" אותו, וגליקוגן, כיוון שהוא רב סוכר, אינו עובר דרך הקרום ולכן נשמר בתא. התפיסה הנכונה: יש בקרה על כניסה ויציאה של גלוקוז מהתאים, גלוקוז אינו "בורח" / הולך לאיבוד" מהתא.
3. תפיסה שגויה: גליקוגן יכול לספק יותר אנרגיה מאשר גלוקוז. הסיבה לשגיאה: ההשוואה בין אגירת מולקולה אחת של גליקוגן (הבנוי מעשרות אלפי יחידות גלוקוז) לעומת "אגירת" מולקולה אחת של גלוקוז. אי הבנה של המושג "אגירה".

תלמידים המתייחסו בתשובתם לגליקוגן כמקור אנרגיה ולא הסבירו את היתרון שלו כחומר תשמורת בתאי השמרים.

ניסוי 4 / 5

חלק ג: ניתוח תוצאות מחקר: "ביחד או לחוד"

46. 58. הסבירו כיצד פירוק סוכרוז (בסביבה החוץ-תאית), שהאנזים אינברטאז מזרז, יכול להשפיע על התרבות תאי שמרים. (3 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי

דוגמה:

חד סוכרים / גלוקוז / תוצרי פירוק של הסוכרוז, [שנכנסים לתאי השמרים] משמשים כמקור אנרגיה / כחומרי מוצא לבניית תרכובות, הדרושה / הדרושים להתרבות התאים.

טבלה 3

התרבות יחסית של שמרים (%)		
ריכוז סוכרוז בתמיסה (mM)	זן A (תאים נפרדים)	זן B (צבר תאים)
2	0	20
4	0	95
8	15	100
11	40	100
16	95	100

47. 59. א. (1). איזה סוג של הצגה גרפית הוא המתאים ביותר לתיאור התוצאות המוצגות בטבלה 3 - גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נמקו את תשובתכם. (3 נקודות)

(1) הסבר השיטה של עיבוד תוצאות

בחירה בסוג הגרף המתאים ונימוק מתאים לבחירת סוג הגרף

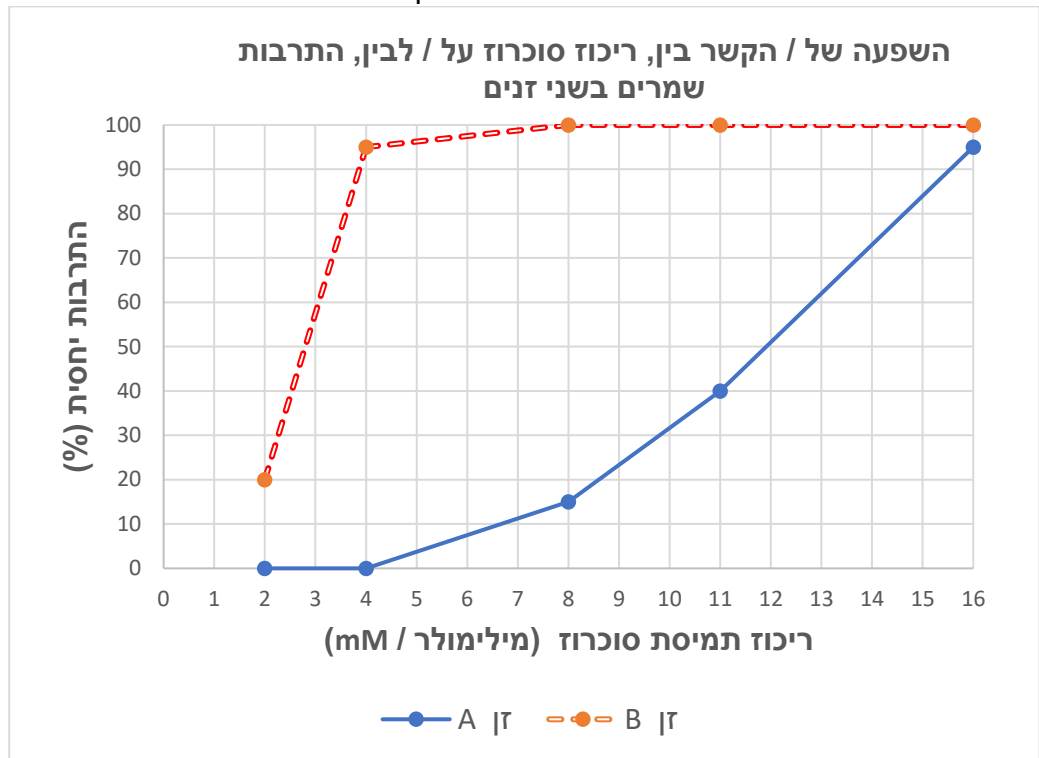
דוגמה: גרף רציף / עקום / פיזור XY .

נימוק: המשתנה הבלתי תלוי / ריכוז סוכרוז, הוא משתנה רציף / כמותי / מדיד / יש משמעות לערכי הביניים.

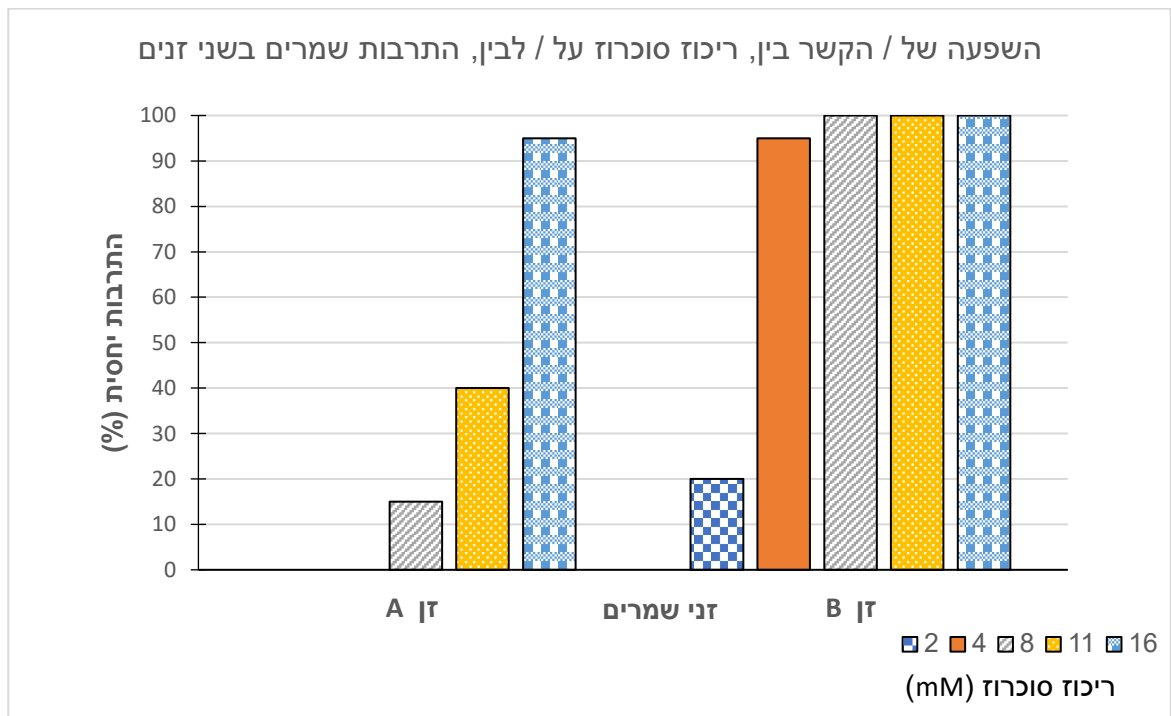
הצעה: אם בחר דיאגרמת עמודות, הנימוק המתאים הוא: המשתנה הבלתי תלוי / זן השמרים, הוא בדיד.

(2). הציגו במחברת, בדרך גרפית מתאימה, את תוצאות הניסוי שבטבלה 3. (7 נקודות)

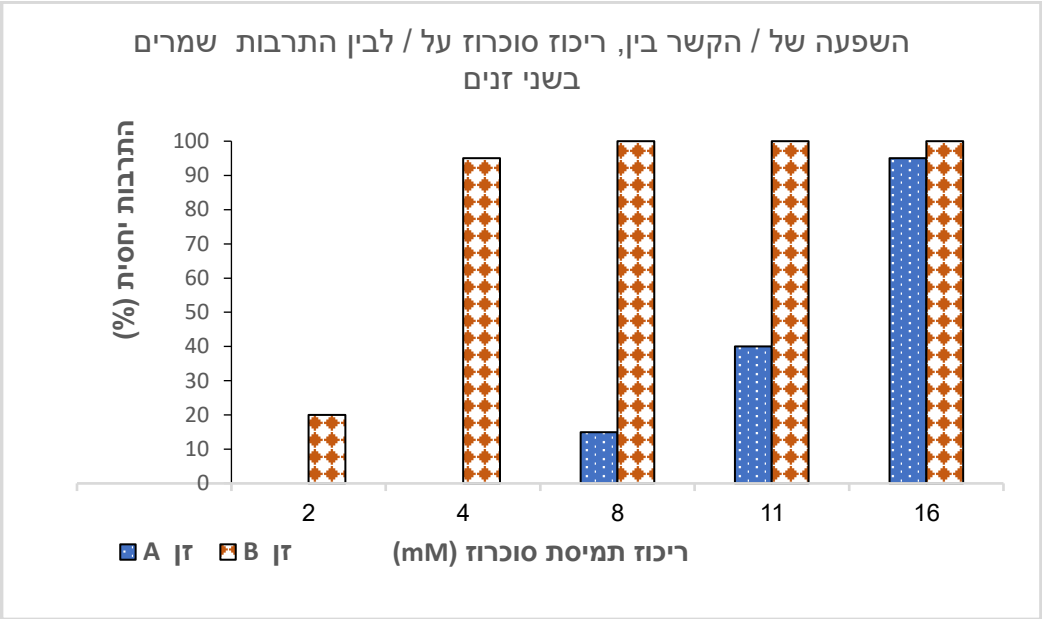
הצגה גרפית מתאימה, יש כותרת, בחירת משתנים וסימונם נכון, סרטוט ההצגה הגרפית כראוי.

דוגמה 1: הצגה גרפית מתאימה למשתנה בלתי תלוי רציף

הצגה: אין להוריד ציון אם ציר x מתחיל בצירק "2" (במקום "0")

דוגמה 2: דיאגרמת עמודות מתאימה למשתנה בלתי תלוי בדיד (זן השמרים):

דוגמה 3: דיאגרמת עמודות שגויה, שאינה מתאימה למשתנה בלתי תלוי רציף (ריכוז סוכרוז):



ליקויים בהצגה הגרפית
ההצגה הגרפית נכונה (דוגמה 1 או דוגמה 2) אך אינה מתאימה לתשובה בסעיף א (1)
סרטט דיאגרמת עמודות ובציר X הציב ריכוז סוכרוז (משתנה רציף) ראו דוגמה 3
אין כותרת להצגה הגרפית
כותרת שגויה להצגה הגרפית / שם משתנה שגוי לציר
חסר ציון שם המשתנה / חסרות יחידות על הציר
חסרים ערכים על הציר
חיבור שגוי לראשית הצירים
קנה המידה בציר Y או בציר X שגוי / משתנה לאורך הציר
החלפת ציר X בציר Y
סימון הנקודות אינו מתאים לתוצאות הרשומות בטבלה / חסרות תוצאות
בחר גרף רציף ולא חיבר בקו את הנקודות
סרטט רק עקום אחד מתוך שניים
סרטט גרף קטן מאד
חסר מקרא
מקרא שגוי או חלקי
סרטט לכל אחד מהזנים גרף נפרד ובכל אחד כל הרכיבים נכונים

47. 59. ב. תארו את התוצאות של הניסוי על פי ההצגה הגרפית. (6 נקודות)

תיאור תוצאות

דוגמה:

בזן A: עד ריכוז סוכרוז של 4 מילימולר אין התרבות. מריכוז זה ומעלה יש עלייה בהתרבות היחסית.
בזן B: בריכוזי סוכרוז 2 - 4 מילימולר יש עלייה [חדה] בהתרבות, מריכוז סוכרוז 4 מילימולר ומעלה התרבות גבוהה [ויציבה / עד ל-100%].
התרבות זן B גבוהה מהתרבות זן A [בריכוזים 2 – 15 מילימולר].

למורה:

קריאה נוספת בנושא תיאור תוצאות ותרגול דוגמאות שונות עם תלמידים תוכלו למצוא במצגת: תיאור תוצאות, הסקת מסקנות והקשר ביניהם <https://www.biu-edulab.org.il/t-materials>, בפרט בשקפים 10 – 19.

48. 60. שני זני השמרים מפרישים את האנזים אינברטאז לסביבה החוץ-תאית.

החוקרים שיערו שבסביבה החוץ-תאית של השמרים מזן B יש ליד כל תא מצבר התאים ריכוז גבוה יותר של מולקולות אינברטאז, בהשוואה לריכוזן בסביבה החוץ-תאית של תא בודד מזן A. א. על סמך השערת החוקרים, הסבירו מדוע יש הבדל בין שני זני השמרים בהתרבות היחסית של תאים בתמיסה שבה סוכרוז בריכוז 8mM. בתשובתכם התייחסו לשני הזנים. (4 נקודות)

יישום ידע מהניסוי להסבר של תוצאות ניסוי**דוגמה:**

בסביבה החוץ תאית של השמרים בצבר / זן B יש ריכוז גבוה של אינברטאז / אנזים, ולכן יש פירוק רב של סוכרוז / קצב פעילות האנזים גבוה, כמות הגלוקוז, שנוצר / שחודר לתא / שמאפשר הפקת אנרגיה, היא גבוהה, ומאפשרת התרבות רבה. בתאים הבוודדים / זן A, ריכוז האינברטאז [מחוץ לתא] נמוך יותר, [ריכוז גלוקוז שחודר לתא נמוך והתרבות התאים מועטה יותר].

הצרות:

1. ההסבר המלא יכול להינתן לאפי זן B או לאפי זן A, והתלמידים לא חייבים לחזור על כל ההסבר לאפי הזן השני.
2. אם בהסבר יש התייחסות של "יותר / פחות" בהשוואה בין שני הזנים, לפחות באחד מרכיבי התשובה, יינתן ניקוד על הרכיב האחרון (ההשוואה).

48. 60. ב. הסבירו מדוע בתמיסה שבה סוכרוז בריכוז 16mM, כמעט אין הבדל בהתרבות היחסית של תאים בין זן A לבין זן B. (4 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי להסבר תוצאות ניסוי**דוגמה:**

בזן A [בריכוז של 16mM סוכרוז], כאשר ריכוז הסוכרוז גבוה, למרות ריכוז האנזים הנמוך יחסית בסביבתו של זן זה, קצב פעילות האנזים גבוה ונוצר הרבה גלוקוז הדרוש להתרבות. בזן B מריכוז סוכרוז 8mM / בריכוז 16mM, ריכוז הסוכרוז כבר לא גורם מגביל. הצרה: אין צורך לחזור על כל ההסבר המתחיל בהתרבות האפיה של זן B (הוסבר בסעיף א)

למורה:**טעויות נפוצות:**

בזן A, ריכוז סוכרוז כבר אינו גורם מגביל - תשובה זו שגויה. על פי הנתונים יש עלייה בהתרבות היחסית מריכוז 8mM – 16mM וריכוז הסוכרוז בטווח זה מהווה גורם מגביל. על פי הגרף אומנם בריכוז 16mM ההתרבות היחסית גבוהה וכמעט הגיעה ל-100%, אך עדיין אי אפשר לקבוע שהוא כבר אינו הגורם המגביל. בזן A ריכוז אנזים כבר אינו גורם מגביל - תשובה זו שגויה. החוקרים שיערו שיש הבדל בין שני הזנים בריכוז האנזים בסביבה החוץ תאית ולכן ההבדל בריכוז האנזים בין שני הזנים נשמר קבוע בניסוי זה.

החוקרים בדקו את ההתרבות היחסית של שני זני השמרים בתמיסת מזון שבה גלוקוז ופרוקטוז, והשוו אותה להתרבות בתמיסה שבה סוכרוז. התוצאות מוצגות בטבלה 4.

התרבות יחסית של שמרים (%)		סוג הסוכר וריכוז הסוכר בתמיסת המזון
זן B (צבר תאים)	זן A (תאים נפרדים)	
100	100	גלוקוז (8mM) ופרוקטוז (8mM)
100	15	סוכרוז (8mM)

48. 60. ג. הסבירו מדוע אין הבדל בין שני הזנים בהתרבות היחסית של השמרים בנוכחות גלוקוז ופרוקטוז בתמיסת המזון. (3 נקודות)

יישום ידע קודם וידע מהניסוי להסבר של תוצאות ניסוי

דוגמה:

אין צורך בפעילות אנזים אינברטאז / בפירוק סוכרוז.

או: גלוקוז ופרוקטוז / חד סוכרים, חודרים דרך קרומי התאים.

הצרה: המדיקה של ההתרבות היחסית של שני זני השמרים בתמיסת מזון שבה גלוקוז ופרוקטוז הייתה אחת הבקורות הניסוי. בקרה זו מאפשרת לשלול הסבר חלופי שיש הבדל בקצב התהליכים בין שני הזנים, המשפיעים על ההתרבות ואינם קשורים לסוג הסוכרים ולריכוזם.