

סוג הבחינה: בגרות  
מועד הבחינה: קיץ תשפ"ד, 2024  
מספר השאלון: 43386  
נספח: סולם צבעים

## בחינת בגרות מעשית בביולוגיה

### ניסוי 5

יש לרשום את מספר תעודת הזהות כאן:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

#### הוראות:

א. משך הבחינה: שלוש שעות וחצי.

ב. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון.

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

יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.  
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

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

**בהצלחה!**

## ניסוי 5

**בניסוי זה תבדקו את הפעילות של האנזים אינברטאז בתסנין שמרים.**

השאלות בשאלון זה ממוספרות במספרים 49–60. מספר הנקודות לכל שאלה רשום לימינה. ענו על כל השאלות במחברת.

**חלק א – הכרת שיטת המדידה באמצעות תמיסת סמנר (ריאגנט)**

בחלק זה תכינו תסנין שמרים עבור הניסוי שתבצעו בחלק ב, ותכירו שיטה של מדידה באמצעות תמיסת סמנר. בשיטה זו תשתמשו במהלך הניסוי.

### 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.

על השולחן:

- כן מבחנות ריק המסומן "1"
- כן מבחנות המסומן "2" ובו מבחנות כמפורט להלן:
  - מבחנה ובה תמיסת סוכרוז בריכוז  $20\text{mM}^*$
  - מבחנה ובה תמיסת גלוקוז
  - מבחנה ובה תמיסת סמנר
  - מבחנה ובה מים מזוקקים
- כלי ובו תרחיף שמרים המכיל שמרים שעורבבו במים מזוקקים משפך
- נייר סינון מקופל
- כלי המסומן "אמבט מים" (שתי כוסות חד־פעמיות זו בתוך זו)
- מד טמפרטורה
- כפית, פיפטות, מבחנות, כלי איסוף

### שלב א1 – הכנת תסנין שמרים

- א. באמצעות עט סימון רשמו "תסנין" על מבחנה ריקה. היעזרו בסרגל וסמנו על המבחנה קו במרחק 2.5 ס"מ מתחתית המבחנה.
  - העבירו את המבחנה "תסנין" לכן המבחנות המסומן "1".
  - הכניסו את קצה המשפך למבחנה "תסנין" ורפדו את המשפך בנייר הסינון המקופל.
- ב. באמצעות כפית ערבבו קלות את תרחיף השמרים, כדי שתאי השמרים ששקעו בתחתית הכלי יתפזרו בתרחיף.
  - שפכו **לאט** את התרחיף כולו למרכז נייר הסינון.
  - תהליך הסינון באמצעות נייר סינון הוא איטי, ולאחר פרק זמן יצטבר במבחנה תסנין שאינו מכיל תאים. תסנין זה ישמש אתכם בחלק ב של הניסוי.
  - בזמן ההמתנה לקבלת התסנין, בצעו את שלב א2.

**עטו כפפות והרכיבו משקפי מגן.**

**שימו לב:** במהלך הניסוי תעבירו נוזלים באמצעות פיפטות. כאשר מוסיפים נוזל למבחנה שיש בה נוזל אחר, יש להקפיד שקצה הפיפטה לא ייגע בנוזל שבתוך המבחנה.

**שלב א2 – הכרת שיטת המדידה**

- ג. סמנו ארבע מבחנות ריקות "א", "ב", "ג", "ד". רשמו את הסימון בחלק העליון של כל מבחנה, צמוד לשפתה.
    - הניחו את המבחנות המסומנות בכך המבחנות המסומן "2".
    - סמנו שלוש פיפטות של 1 מ"ל: "סוכרוז", "גלוקוז", "מים".
  - ד. באמצעות הפיפטה "סוכרוז", העבירו 1 מ"ל תמיסת סוכרוז למבחנה א.
  - ה. באמצעות הפיפטה "גלוקוז", העבירו 1 מ"ל תמיסת גלוקוז למבחנה ב.
    - באמצעות אותה פיפטה העבירו 0.3 מ"ל תמיסת גלוקוז למבחנה ג.
    - ו. באמצעות הפיפטה "מים", העבירו 0.7 מ"ל מים מזוקקים למבחנה ג.
    - באמצעות אותה פיפטה העבירו 1 מ"ל מים מזוקקים למבחנה ד.
  - ז. רשמו "סמנר" על פיפטה של 1 מ"ל והוסיפו באמצעותה 1 מ"ל תמיסת סמנר לכל אחת מן המבחנות א, ב, ג, ד.
    - טלטלו קלות את כל המבחנות.
  - ח. על השולחן כלי המסומן "אמבט מים". בקשו מן המורה מלווה המעבדה שיוסיף לכלי זה מים חמים, עד לקו המסומן עליו לפחות.
    - מדדו את טמפרטורת המים. הטמפרטורה צריכה להיות  $60^{\circ}\text{C} (\pm 2^{\circ})$ . לאחר מכן הניחו את מד הטמפרטורה על השולחן.
- שימו לב:** היזהרו שלא לגעת במים החמים.
- ט. העבירו את ארבע המבחנות: א, ב, ג, ד, לאמבט המים.
    - רשמו את השעה \_\_\_\_\_, והמתינו 10 דקות.
- במהלך זמן ההמתנה טמפרטורת המים תרד, אין צורך למדוד שוב את טמפרטורת המים.
- בזמן ההמתנה העתיקו למחברת את טבלה 1 שלפניכם, והשלימו בטבלה שבמחברת בעמודות 1, 2, 3, 4 את הנתונים.

**טבלה 1: בדיקת סוכרים באמצעות תמיסת סמנר**

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 / צהוב-כתום / כתום / כתום-אדום / אדום)	ריכוז יחסי של גלוקוז (לפי סולם הצבעים)
א						
ב						
ג						
ד						

י. כעבור 10 דקות מן השעה שרשמתם בסעיף ט, הוציאו בזהירות את המבחנות מן האמבט והחזירו אותן לכן המבחנות המסומן "2".

ענו על שאלות 49–50.

- 8) (נקודות) **א. 49.** התבוננו בצבעי התמיסות שהתקבלו במבחנות. כתבו בעמודה 5 בטבלה 1 שבמחברת את הצבע שהתקבל בכל אחת מארבע המבחנות.
- 3) (נקודות) **ב.** היעזרו במידע שבקטע "לידיעתכם 1" ובתוצאות המפורטות בטבלה, וקבעו איזה סוכר מִבֵּין שני הסוכרים שנבדקו אפשר לזהות באמצעות תמיסת סמנר. נמקו את קביעתכם.

- 4) (נקודות) **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).

- יא. העבירו לכלי האיסוף את מבחנות א, ב, ג, ד, ורק את המבחנה "גלוקוז" מכֵּן המבחנות 2. – שפכו את המים החמים שבאמבט המים לכלי האיסוף.

**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):

$$\text{אינברטאז} \xrightarrow{\text{סוכרוז}} \text{גלוקוז} + \text{פרוקטוז}$$

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

במבחנה "תסנין" שבכך המבחנות "1" יש כעת תסנין שמרים, שהתקבל מסינון תרחיף השמרים באמצעות נייר הסינון. התסנין אינו מכיל תאים.

**שימו לב:** אם נפח התסנין אינו מגיע לקו שסימנתם על המבחנה – פנו למורה מלווה המעבדה.

יב. אם נפח התסנין מגיע לקו המסומן על המבחנה או מעליו, העבירו את המשפך ואת נייר הסינון (ואת שארית התרחיף, אם נשארה בו) לכלי האיסוף.

יג. סמנו חמש מבחנות ריקות: 1, 2, 3, 4, 5, בחלק העליון של כל מבחנה, צמוד לִשְׁפָּתָהּ. הניחו את חמש המבחנות בכך מבחנות המסומן "1".

– באמצעות הפיטה "סוכרוז", העבירו תמיסת סוכרוז למבחנות 1, 2, 3, 5, על פי המפורט בטבלה 2 שלפניכם. **אל תעבירו סוכרוז למבחנה 4.**

– באמצעות הפיטה "מים", העבירו מים מזוקקים למבחנות 2, 3, 4, 5, על פי המפורט בטבלה 2. **אל תעבירו מים למבחנה 1.**  
יד. רשמו על פיפטה של 1 מ"ל "תסנין".

– באמצעות הפיטה "תסנין", העבירו תסנין למבחנות 1, 2, 3, 4, על פי המפורט בטבלה 2. **אל תעבירו תסנין למבחנה 5.**

**טבלה 2**

מבחנה	נפח תמיסת סוכרוז 20mM (מ"ל)	נפח מים (מ"ל)	נפח תסנין (מ"ל)
1	0.5	0	0.5
2	0.3	0.2	0.5
3	0.1	0.4	0.5
4	0	0.5	0.5
5	0.5	0.5	0

טו. טלטלו קלות את המבחנות. רשמו את השעה \_\_\_\_\_, והמתינו 8 דקות.

– בזמן המתנה ענו על שאלה 51, ובצעו את ההנחיות שבסעיף טז.

ענו על שאלה 51.

51. **חשבו** את ריכוז תמיסת סוכרוז (ביחידות של 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 המיהולים הוא 20mM והנפח הסופי בכל אחת מן המבחנות הוא 1 מ"ל.

טז. מדדו את טמפרטורת האוויר בחדר. טמפרטורת התמיסות במבחנות הניסוי שווה לטמפרטורת האוויר בחדר. טמפרטורת האוויר בחדר היא \_\_\_\_\_.

יז. כעבור 8 דקות מן השעה שרשמתם בסעיף טו, באמצעות הפיפטה "סמנר" הוסיפו 1 מ"ל תמיסת סמנר לכל אחת מן המבחנות 1, 2, 3, 4, 5.  
– טלטלו קלות את כל המבחנות.  
הערה: תמיסת סמנר עוצרת את התגובה של האנזים.

יח. בקשו מן המורה מלווה המעבדה שימזוג מים חמים לכלי הריק "אמבט מים" עד לקו המסומן עליו לפחות.  
– מדדו את טמפרטורת המים. הטמפרטורה צריכה להיות  $60^{\circ}\text{C} (\pm 2^{\circ})$ . לאחר מכן הניחו את מד הטמפרטורה על השולחן. **שימו לב:** היזהרו שלא לגעת במים החמים.

יט. העבירו את מבחנות 1, 2, 3, 4, 5, לאמבט המים.  
רשמו את השעה \_\_\_\_\_, והמתינו 10 דקות. במהלך זמן ההמתנה טמפרטורת המים תרד, אין צורך למדוד שוב את טמפרטורת המים.  
בזמן ההמתנה ענו על שאלה 52 סעיף א.

3) (נקודות) 52. **א.** הכינו במחברת טבלה לסיכום מערך הניסוי שביצעתם בחלק ב ותוצאותיו (סעיפים יג-כ).  
– הוסיפו לטבלה עמודה והעתיקו אליה את תוצאות החישובים של ריכוז תמיסת סוכרוז (שאלה 51).  
– הוסיפו לטבלה עמודה לרישום צבע התמיסה שיתקבל בכל אחת מן המבחנות, ועוד עמודה לרישום הריכוז היחסי של גלוקוז.

כ. כעבור 10 דקות מן השעה שרשמתם בסעיף יט, הוציאו בזהירות את המבחנות מן האמבט והעבירו אותן לכן המבחנות.  
**הערה:** אם אין הבדל בין צבעי התמיסות שבמבחנות 1, 2, 3, 4, שפכו את המים שבאמבט לכלי האיסוף, החזירו את המבחנות לאמבט המים ובקשו מן המורה מלווה המעבדה שימוזג שוב מים חמים לאמבט. המתינו עוד 4 דקות.

ענו על שאלה 52 סעיפים ב-ג.

- (8 נקודות) **ב.** – רשמו את הצבע שהתקבל בכל אחת מן המבחנות 1, 2, 3, 4, 5, בטבלה שבמחברת.  
– היעזרו בסולם הצבעים שבנספח וקבעו את ריכוז הגלוקוז היחסי בכל אחת מן המבחנות 1, 2, 3, 4, 5.  
רשמו את התוצאות בטבלה.  
(3 נקודות) **ג.** – הוסיפו כותרת לטבלה.  
– הוסיפו כותרות לעמודות.

הסירו כעת את הכפפות ומשקפי המגן.

ענו על שאלות 53–57.

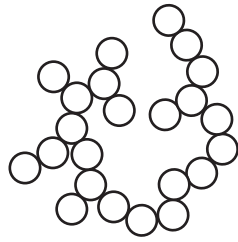
- (2 נקודות) **53. א.** מהו המשתנה הבלתי תלוי בניסוי שביצעתם בחלק ב?  
(3 נקודות) **ב.** מהו המשתנה התלוי בניסוי שביצעתם בחלק ב?  
(5 נקודות) **54. א.** הסבירו את תוצאות הניסוי במבחנות 1, 2, 3, 4. היעזרו במידע שבקטע "לידיעתכם 2".  
(5 נקודות) **ב.** (1) הסבירו את התוצאה במבחנה 5.  
(2) הטיפול במבחנה 5 הוא טיפול בקרה. הסבירו מהי החשיבות של טיפול הבקרה במערך הניסוי שביצעתם בחלק ב.  
(2 נקודות) **55. א.** ציינו שני גורמים (מלבד טמפרטורה) שנשמרו קבועים בניסוי שביצעתם בחלק ב.  
(4 נקודות) **ב.** בחרו באחד מן הגורמים שציינתם בסעיף א, והסבירו מדוע חשוב לשמור **דווקא** את הגורם הזה קבוע במערך הניסוי.  
(2 נקודות) **56. א.** מהי הטמפרטורה שבה פעל האנזים בניסוי? נמקו את תשובתכם.  
(3 נקודות) **ב.** תלמיד חזר על הניסוי שביצעתם בחלק ב, אך בסעיף טו הוא הכניס את המבחנות לאמבט שטמפרטורת המים בו  $10^{\circ}\text{C}$  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.

57. א. (4 נקודות) 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?
- ב. (3 נקודות) 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.
- בשני האנזימים יש התאמה במבנה המרחבי בין האתר הפעיל לבין הגלוקוז.
  - בשני האנזימים יש התאמה במבנה המרחבי בין האתר הפעיל לבין הסוכרוז.
  - פעילות האנזים סוכראז אינה מושפעת מריכוזו, ופעילות האנזים אינברטאז מושפעת מריכוזו.
  - פעילות האנזים סוכראז מושפעת מדרגת pH, ואילו פעילות האנזים אינברטאז אינה מושפעת מדרגת pH.
  - פעילות שני האנזימים מושפעת מריכוז הסוכרוז שבסביבתם.
- ג. (3 נקודות) גליקוגן הוא רב-סוכר הבנוי מיחידות של גלוקוז ומשמש חומר תשמורת בתאי השמרים. הסבירו מהו היתרון של הרכבת גליקוגן ואגירתו בתאים, במקום אגירה של גלוקוז.

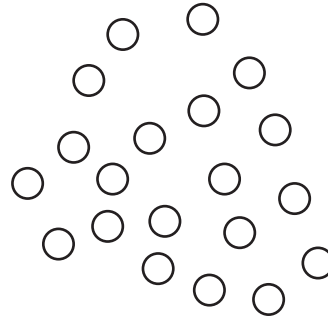


**חלק ג – ניתוח תוצאות מחקר: "ביחד או לחוד"**

שמרים הם פטריות חד־תאיות. השמרים מתרבים באמצעות חלוקת התא. לאחר חלוקת התא נוצרים שני תאים הנקראים תאי בת. חוקרים בודדו שני זנים של שמרים (זן A וזן B). בזן A לאחר חלוקת התא, שני תאי הבת נפרדים זה מזה. בזן B לאחר חלוקת התא, תאי הבת אינם נפרדים זה מזה, ונוצר צֶבֶר (גוש) של כ־ 20 תאי שמרים (ראו איור).



**זן B – צבר תאי שמרים**



**זן A – תאי שמרים בודדים**

שני הזנים (זן A וזן B) מייצרים את האנזים אינברטאז ומפרישים אותו לסביבה החוץ־תאית.

ענו על שאלה 58.

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

חוקרים בדקו את הקשר שבין זן השמרים (זן A או זן B) ובין התרבותו בתמיסות שבהן ריכוזים שונים של סוכרוז. תיאור הניסוי:

החוקרים הכינו סדרת כלים נפרדת לכל אחד משני הזנים A ו־ B: סדרה A וסדרה B. בכל סדרה מזגו לכל הכלים תמיסות מזון שבהן ריכוזים שונים של סוכרוז (טבלה 3). לכל ריכוז סוכרוז הכינו 20 כלים זהים. לתמיסות בכל הכלים הכניסו כמות שווה של תאי שמרים, וגידלו אותם באותם התנאים. לאחר שלושה ימים בדקו בכל אחד מן הכלים אם תאי השמרים התרבו או לא. בכל סדרה חישובו החוקרים את אחוז הכלים שבהם התרבו השמרים בכל אחד מן הריכוזים של סוכרוז בתמיסה. תוצאת החישוב היא ההתרבות היחסית של זני השמרים.

בטבלה 3 שלפניכם מוצגת ההתרבות היחסית של שני זני השמרים בתמיסות לפי ריכוזי סוכרוז.

**טבלה 3**

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

ענו על שאלות 59–60.

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

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

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

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

החוקרים שיערו שבסביבה החוץ-תאית של השמרים מִזֶן B יש ליד כל תא מִצְבֵר התאים ריכוז גבוה יותר של מולקולות אינברטאז, בהשוואה לריכוזן בסביבה החוץ-תאית של תא בודד מִזֶן A.

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

החוקרים הוסיפו עוד כלים לניסוי. בכלים אלה גודלו השמרים בתמיסת מזון ובה חד-סוכרים: גלוקוז ופרוקטוז (ללא סוכרוז).

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

טבלה 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)

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

החוקרים משערים שמחקר זה מדגים את היתרון של התכונה המאפשרת יצירת צבר תאי שמרים לעומת תאים בודדים בתנאים שבהם המשאבים מוגבלים. ייתכן שיצורים בעלי תכונה זו היו שלב בהתפתחות של יצורים רב-תאיים.

מסרו למורה מלווה המעבדה את השאלון שבידכם ואת המחברת.

### בהצלחה!