

## תהליכים ביוטכנולוגיים א'

יחידת לימוד אחת

### הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעה וחצי.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים.

|           |           |
|-----------|-----------|
| פרק ראשון | 25 נקודות |
|-----------|-----------|

|         |           |
|---------|-----------|
| פרק שני | 60 נקודות |
|---------|-----------|

|           |           |
|-----------|-----------|
| פרק שלישי | 15 נקודות |
|-----------|-----------|

|      |            |
|------|------------|
| סה"כ | 100 נקודות |
|------|------------|

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

בתשובה לשאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון במפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

בשאלון זה 11 עמודים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

## השאלות

### פרק ראשון (25 נקודות)

ענה על עשר מבין השאלות 1–12 בתשובון שבעמוד 19 במחברת הבחינה שלך (לכל שאלה – 2.5 נקודות).

לכל שאלה ארבע תשובות, שרק אחת מהן נכונה. סמן X במשבצת שמתחת לאות המציינת את התשובה שבחרת.

#### שאלה 1

חיידק מוטנטי מסוים יכול לגדול על מצע גידול עני שמכיל רק את החומצה האמינית ליזין, והוא אינו יכול לגדול על מצע גידול עני שמכיל רק את החומצה האמינית ואלין.

מה אפשר לומר על חיידק זה?

- א. החיידק אוקסוטרוף רק לוואלין.
- ב. החיידק אוקסוטרוף רק לליזין.
- ג. החיידק אוקסוטרוף לוואלין ולליזין.
- ד. החיידק אינו אוקסוטרוף לוואלין ולליזין.

#### שאלה 2

מהו היתרון של תסיסת שטח על-פני תסיסת עומק?

- א. בתסיסת שטח יש ניצולת גבוהה יותר של התוצר.
- ב. בתסיסת שטח נצרכת פחות אנרגיה.
- ג. בקרת התהליך בתסיסת שטח היא ממוחשבת, ואילו בתסיסת עומק היא ידנית.
- ד. קל יותר לשמור על סטריליות בתסיסת שטח.

### שאלה 3

חוקר העביר חיידקים ממצע גידול עשיר למצע גידול עני. כיצד ישפיע שינוי המצע על החיידקים?

א. קצב הגידול של החיידקים בשלב הלוגריתמי ( $\log$ ) יהיה מהיר יותר.

ב. החיידקים יפרישו מטבוליטים משניים בשלב הלוגריתמי ( $\log$ ).

ג. שלב ההשהיה ( $\log$ ) יהיה ארוך יותר.

ד. זמן הדור של החיידקים יתקצר.

### שאלה 4

חוקרים גידלו שני זני חיידקים, A ו-B, על מצע גידול זהה ועשיר; המצע מיטבי לגידול של שניהם.

נתון כי זמן הדור של זן A הוא 40 דקות, וזמן הדור של זן B הוא 30 דקות. בתחילת השלב הלוגריתמי נמצאו בתרבית 300 חיידקים למ"ל מזן A ו-200 חיידקים למ"ל מזן B.

מה תצפה למצוא בתרבית כעבור שעותיים?

א. ריכוז גבוה יותר של חיידקים מזן B, מכיוון שזמן הדור שלהם קצר יותר.

ב. ריכוז גבוה יותר של חיידקים מזן A, מכיוון שריכוזם ההתחלתי היה גדול יותר.

ג. ריכוז זהה של חיידקים משני הזנים, כי היתרון הכמותי שהיה לזן A יתקזז עם זמן הדור הארוך יותר שלהם.

ד. ריכוז זהה של חיידקים משני הזנים, כיוון שהחיידקים גדלו על מצע גידול מיטבי לגידול של שניהם.

### שאלה 5

מה נכון לומר על האנטיביוטיקה פניצילין?

א. הפניצילין מכיל שייר סוכרי.

ב. הפניצילין מכיל לקטון מעגלי.

ג. הפניצילין מכיל טבעת בטא-לקטאם.

ד. הפניצילין מכיל תרכובות ארומטיות.

## שאלה 6

מה נדרש לעשות בתהליך הייצור של חומצה ציטרית כדי למנוע את ניצולה במעגל קרבס?

- א. להעלות את ריכוז האנזים ציטרט סינתאז במצע
- ב. להוריד את ריכוז האנזים ציטרט סינתאז במצע
- ג. להעלות את ריכוז יוני הברזל הדו־ערכיים במצע
- ד. להוריד את ריכוז יוני הברזל הדו־ערכיים במצע

## שאלה 7

מהם התנאים האופטימאליים להפקת חומצה ציטרית בתהליך של תסיסת עומק?

- א. רמת ה- $\text{pH}$ : 5.5 – 6.2 ; הטמפרטורה:  $33^{\circ}\text{C}$  –  $37^{\circ}\text{C}$
- ב. רמת ה- $\text{pH}$ : 1.5 – 2.8 ; הטמפרטורה:  $33^{\circ}\text{C}$  –  $37^{\circ}\text{C}$
- ג. רמת ה- $\text{pH}$ : 3.5 – 4.2 ; הטמפרטורה:  $28^{\circ}\text{C}$  –  $33^{\circ}\text{C}$
- ד. רמת ה- $\text{pH}$ : 1.5 – 2.8 ; הטמפרטורה:  $28^{\circ}\text{C}$  –  $33^{\circ}\text{C}$

## שאלה 8

חוקרת הכינה מצע לגידול חיידקים מזן מסוים. מצע זה כלל תמצית שמרים ואת האנטיביוטיקה פניצילין. מה מאפיין את מצע הגידול הזה?

- א. זהו מצע פשוט לגידול זן של חיידקים שעמידים לפניצילין.
- ב. זהו מצע מורכב לגידול זן של חיידקים שעמידים לפניצילין.
- ג. זהו מצע פשוט לגידול זן של חיידקים אוקסוטרופיים לפניצילין.
- ד. זהו מצע מורכב לגידול זן של חיידקים אוקסוטרופיים לפניצילין.

## שאלה 9

בהיגדים שלפניך נערכת השוואה בין אנזים מקובע ובין אנזים חופשי. מהו ההיגד הנכון?

- א. קצב הפעילות של אנזים מקובע גבוה יותר מזה של אנזים חופשי.
- ב. מולקולות הסובסטרט זמינות יותר לאנזים מקובע מאשר לאנזים חופשי.
- ג. האנזים המקובע מוקף בשכבת נרנסט, והאנזים החופשי אינו מוקף בשכבת נרנסט.
- ד. קשה יותר להפריד את האנזים המקובע מתערובת התגובה מאשר את האנזים החופשי.

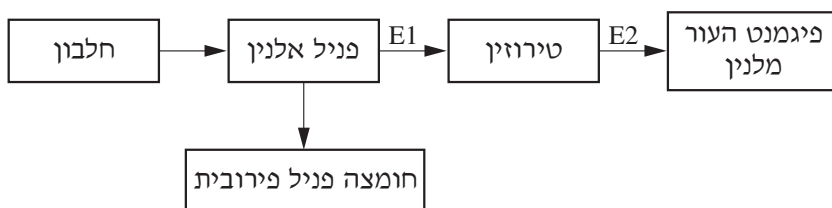
## שאלה 10

ההיגדים שלפניך עוסקים בתהליך ייצור מסחרי של אנזים מיקרוביאלי. מהו ההיגד הנכון?

- א. יש לייצר את האנזים בטמפרטורה גבוהה כדי לזרז את תהליך התסיסה.
- ב. יש להרחיק ממסים אורגניים ממערכת הייצור כדי שלא יפגעו במבנה המרחבי של האנזים.
- ג. יש לייצר את האנזים בסביבה חומצית כי זוהי הסביבה המיטבית לייצור.
- ד. יש לייצר אנזים מיקרוביאלי תוך-תאי כי הפקתו זולה יותר מהפקתו של אנזים חוץ-תאי.

## שאלה 11

המחלה פנילקטונוריה היא מחלה גנטית המתבטאת בפיגור שכלי ובצבע עור בהיר (בשל חוסר במלנין) של החולים בה. ריכוז הטירוזין בדמם של החולים נמוך מאוד, ובשתן שלהם מתקבלים ריכוזים גבוהים של החומצה האמינית פניל אלנין ושל החומצה פניל פירובית. בתרשים שלפניך מתואר מסלול ביוכימי המתרחש בגופם של החולים במחלה.



איזה היגד **אינו** נכון?

- א. ריכוז החומצה פניל פירובית בשתן של החולים עולה מאוד כאשר הם צורכים במזונם חלבון.
- ב. בדמם של החולים קיים ריכוז נמוך של טירוזין בגלל פגיעה גנטית באנזים E1.
- ג. צבע העור של החולים בהיר בגלל פגיעה גנטית באנזים E2.
- ד. צבע העור של החולים בהיר בגלל פגיעה גנטית באנזים E1.

## שאלה 12

במפעל מבקשים לאתר מיקרואורגניזם מסוים לצורך ייצור אנזימים בתהליך תסיסה. באיזה מיקרואורגניזם **לא כדאי** להם לבחור?

- א. מיקרואורגניזם שהוא יצרן יתר
- ב. מיקרואורגניזם שקצב הגידול שלו מהיר
- ג. מיקרואורגניזם שיכול לגדול על מצע גידול זול
- ד. מיקרואורגניזם שזמן הדור שלו ארוך

## פרק שני (60 נקודות)

ענה על שתיים מבין השאלות 13–15 (לכל שאלה – 30 נקודות).

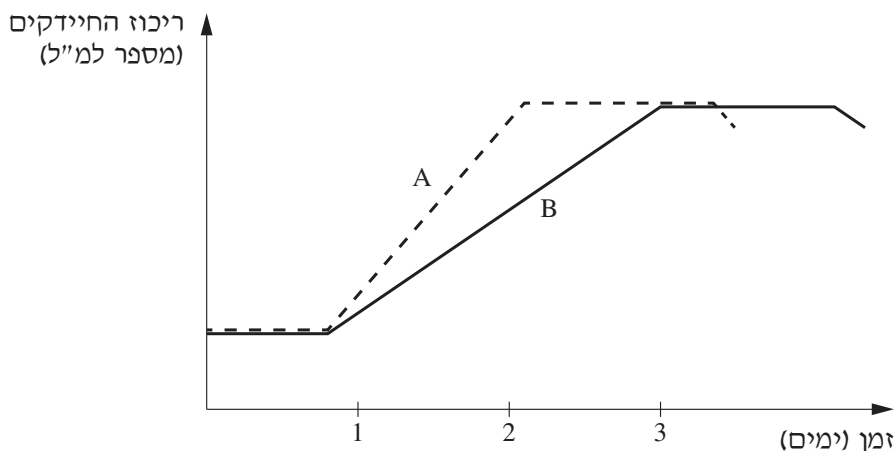
### שאלה 13

חוקרת גידלה חיידקים שזמן הדור שלהם הוא 30 דקות.

החוקרת לקחה דגימה מהתרבית בשלב הגידול הלוגריתמי, ומצאה שריכוז החיידקים בדגימה היה 100 חיידקים למ"ל.

א. כעבור 120 דקות לקחה החוקרת דגימה נוספת מהתרבית. חשב את ריכוז החיידקים בתרבית, בהנחה שהם עדיין בשלב הגידול הלוגריתמי.

החוקרת ערכה ניסוי: היא גידלה את החיידקים הנ"ל בשני כלים שונים: לכלי אחד היא הוסיפה את החומר X ולכלי האחר היא לא הוסיפה את החומר X. החוקרת בדקה את ריכוז החיידקים בכל אחד מהכלים במשך 24 שעות. תוצאות הניסוי מוצגות באיור לשאלה.



### איור לשאלה 13

ב. התייחס לעקום A, וציין את ארבעת שלבי הגידול של החיידקים על-פי העקום הזה. הסבר מה מתרחש בכל שלב.

ג. ידוע כי בנוכחות החומר X זמן הדור של החיידקים מתקצר. איזו מהעקומות (A או B) מייצגת את הכלי שהכיל את החומר X? נמק את תשובתך.

החוקרת מעוניינת להפיק מהחידקים מטבוליט משני.

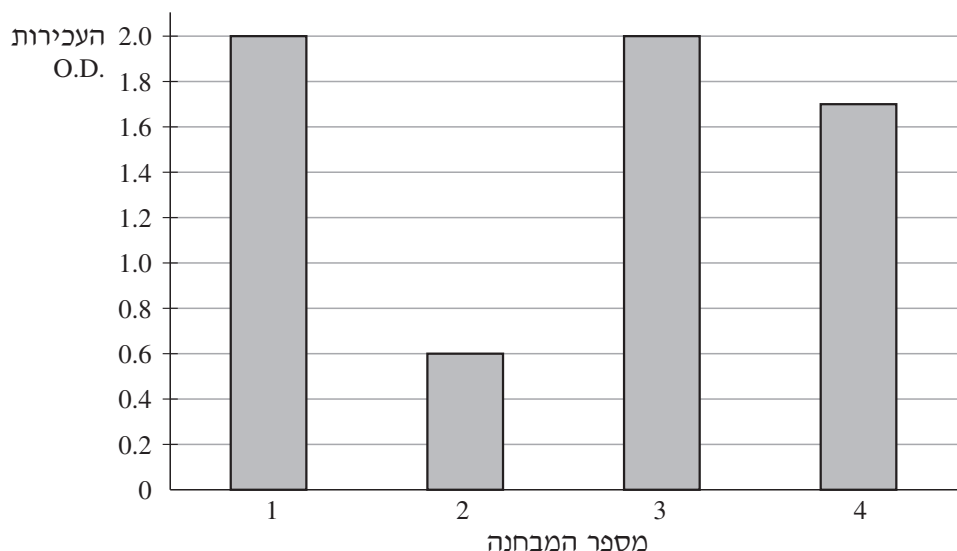
- ד. 1. הסבר מהו מטבוליט משני.
2. האם עדיף לחוקרת לגדל את החידקים בנוכחות החומר X או בהיעדרו? נמק את תשובתך.

## שאלה 14

- קבוצת חוקרים ביקשה לבדוק את השפעת האנטיביוטיקה פניצילין G על חיידקים מזנים שונים.
- א. הסבר כיצד האנטיביוטיקה ממשפחת הפניצילינים פוגעת בחיידקים.
- בטבלה שלפניך מתוארים ארבעה זנים של חיידקים.

| סימון הזן | תיאור הזן                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| A         | חיידקים גרם שליליים                                                               |
| B         | חיידקים גרם שליליים המבטאים ביתר את האנזים פניצילין $\beta$ - לקטמאז (פניצילינאז) |
| C         | חיידקים גרם חיוביים                                                               |
| D         | חיידקים גרם חיוביים המבטאים ביתר את האנזים פניצילין $\beta$ - לקטמאז (פניצילינאז) |

החוקרים בדקו את השפעת האנטיביוטיקה פניצילין G על ארבעת זני החיידקים. הם לקחו ארבע מבחנות (1-4), הוסיפו להן מצע גידול שהכיל פניצילין בריכוז זהה, והכניסו לכל אחת מהמבחנות זן שונה של חיידקים בריכוז זהה. החוקרים מדדו את עכירות התמיסות (O.D.) לאחר כארבע שעות. התוצאות מוצגות באיור לשאלה.



#### איור לשאלה 14

**ב.** איזה זן של חיידקים (A-D) סביר להניח שהיה בכל מבחנה (1-4)? נמק את תשובתך.

**ג.** ציין שני מנגנוני פעולה של תרופות אנטיביוטיות (מלבד המנגנון של הפניצילין).

הערה: אינך צריך לציין את שמות התרופות.

החוקרים החליטו לנסות לייצר בעצמם את האנטיביוטיקה פניצילין בתהליך תסיסה של הפטרייה פניציליום. בשלב הראשון גידלו החוקרים את הפטרייה פניציליום במשך כ-40 שעות, תוך כדי שמירה על אספקת חמצן לפטרייה. בשלב השני הוסיפו החוקרים למצע הגידול של הפטרייה את החומרים האלה: חומר מוצא שמתאים להיווצרות השייר האצילי, כמות גדולה של גלוקוז כמקור פחמן וכמות גדולה של אמוניה כמקור חנקן. לאכזבת החוקרים, התקבלה תפוקה נמוכה מאוד של פניצילין.

**ד.** הסבר מדוע לדעתך קיבלו החוקרים תפוקה נמוכה של התוצר פניצילין.

## שאלה 15

חוקרים הפיקו מפטרייה, בתהליך תסיסה, את האנזים החוץ-תאי פיטאז (phytase). בתום 96 שעות של תסיסה הגיעה הביומסה של הפטרייה למקסימום וכמות האנזים במצע הגידול גדלה פי 90 מכמותו בתחילת התסיסה.

**א.** האם האנזים פיטאז הוא מטבוליט ראשוני או מטבוליט שניוני? נמק את תשובתך.

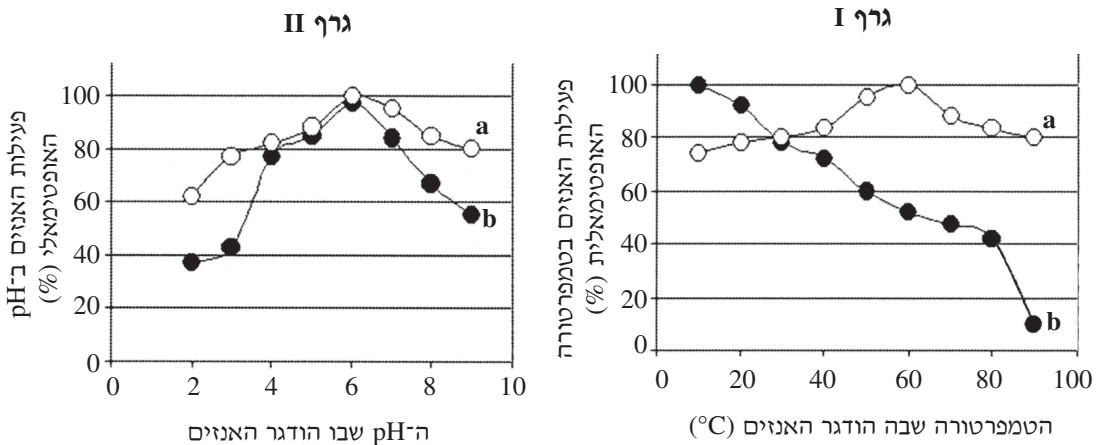
החוקרים קיבעו את האנזים פיטאז בשיטה של קיבוע קוולנטי.

**ב.** 1. מהו העיקרון של שיטת הקיבוע הקוולנטי?

2. ציין יתרון אחד וחיסרון אחד שיש לשיטת הקיבוע הקוולנטי לעומת שיטות קיבוע אחרות.

החוקרים בדקו את **העמידות** של האנזים המקובע ושל האנזים המסיס (בדיקת העמידות נעשית על-ידי הדגרת האנזים לזמן מסוים בטמפרטורות שונות ובערכי pH שונים, ואחר-כך העברתו לתנאים אופטימאליים ובדיקת פעילותו).

באיור לשאלה מוצגות תוצאות הניסוי – עמידות לטמפרטורה (גרף I) ועמידות ל- $\text{pH}$  (גרף II).



## איור לשאלה 15

ג. עיין באיור לשאלה, וקבע איזה עקום (a או b) מתאר את עמידות האנזים המסיס, ואיזה עקום מתאר את עמידות האנזים המקובע. נמק את קביעתך לגבי כל אנזים בכל אחד מהגרפים.

בקליפות של זרעי דגנים וקטניות ישנו מרכיב בשם חומצה פיתית. כאשר אדם אוכל דגנים וקטניות, החומצה הפיתית נקשרת למינרלים המצויים במזון שהוא אוכל (כגון סידן, ברזל, אבץ ומגנזיום) ומונעת את ספיגתם במעי.

ידוע כי האנזים פיטאז מפרק חומצה פיתית. כמו־כן ידוע שמנירלים, המורכבים ממתכות, פוגעים בפעילות של האנזים פיטאז. חברה מסחרית פיתחה תוסף מזון המכיל אנזים פיטאז לשיפור ספיגת המינרלים במעי. בחברה בדקו את הפעילות של האנזים פיטאז (במצב מקובע ובמצב מסיס) בנוכחות מינרלים שונים וללא נוכחותם. התוצאות מוצגות בטבלה לשאלה.

| המינרל                      | הפעילות של האנזים המסיס<br>יחסית לביקורת (ב-%) | הפעילות של האנזים המקובע<br>יחסית לביקורת (ב-%) |
|-----------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| ביקורת – ללא נוכחות מינרלים | 100                                            | 100                                             |
| ברזל                        | 70                                             | 90                                              |
| נחושת                       | 40                                             | 80                                              |
| קובלט                       | 70                                             | 40                                              |
| אבץ                         | 78                                             | 87                                              |

**הערה:** 100% פעילות של האנזים המסיס זהה ל-100% פעילות של האנזים המקובע.

ד. עיין בנתונים המוצגים בטבלה, וקבע, לגבי כל מינרל, בנוכחות איזה אנזים (מסיס או מקובע), הספיגה שלו תהיה טובה יותר. נמק את קביעותיך.

## **פרק שלישי: סיור לימודי (15 נקודות)**

**ענה על שאלה 16 – שאלת חובה.**

### **שאלה 16**

במסגרת לימודיך במגמת ביוטכנולוגיה השתתפת השנה בסיור.

- א.** כתוב את שם המפעל שבו סיירת, וציין את התוצר העיקרי המיוצר במפעל.
- ב.** במסגרת הסיור נחשפת לתהליך ביוטכנולוגי. הסבר כיצד ניתן לקבוע שתהליך הייצור במפעל שבו סיירת הוא תהליך ביוטכנולוגי.
- ג.** ציין **שני** גורמים (או תנאים) שחשוב לבצע בקרה שלהם בעת ביצוע של תהליך ביוטכנולוגי. הסבר את חשיבות הבקרה של כל אחד מהגורמים (או התנאים) שציינת, ואת אופן ביצוע הבקרה במפעל שבו סיירת.
- ד.** לאחרונה נתקלת בידיעה מעניינת בעיתון. בידיעה צוין כי חל שיבוש בתהליכי הייצור במפעל שבו סיירת, ועקב כך חלה ירידה ביעילות היצרנית (הפרודוקטיביות) של המפעל.
  1. הסבר מהי יעילות יצרנית.
  2. הצע סיבה אפשרית **אחת** לפגיעה ביעילות היצרנית של המפעל, והסבר אותה בקצרה.

### **בהצלחה!**