

סוג הבחינה: בגרות לבתי-ספר על-יסודיים

מועד הבחינה: קיץ תשע"א, 2011

סמל השאלון: 842101

נספחים: א. דף תשובות לפרק הראשון

ב. תרשים זרימה של ייצור

חומצה ציטרית

## 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:

1. בפרק הראשון עליך לסמן את התשובות בדף התשובות שבנספח. הדבק את מדבקת הנבחן על-גבי דף התשובות, וצרף אותו למחברתך.

2. בפרק השני ובפרק השלישי עליך לכתוב את תשובותיך במחברת הבחינה.

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

בשאלון זה 12 עמודים ו-2 עמודי נספחים.

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 (לכל שאלה – 2.5 נקודות).

לכל שאלה ארבע תשובות, שרק אחת מהן נכונה. הקף בעיגול את האות המסמלת את התשובה הנכונה בדף התשובות שבנספח. הדבק את מדבקת הנבחן שלך על-גבי הנספח, במקום המיועד לכך. כשתסיים לענות על השאלות של הפרק הראשון, הדק את דף התשובות למחברת הבחינה.

#### שאלה 1

איזה מתנאי הגידול הבאים הוא המיטבי לברירה ולהעשרה של שמרים עמידים לאלכוהול בריכוז הגבוה מ-7% ?

- א. תנאי גידול אירוביים.
- ב. תנאי גידול אנאירוביים.
- ג. מצע גידול המכיל אלכוהול בריכוז הנמוך מ-7%.
- ד. מצע גידול המכיל אלכוהול בריכוז הגבוה מ-7%.

#### שאלה 2

במפעל לייצור אתנול נדרשו 30 שעות להפקת 60 גרם אתנול לליטר אחד של מצע. כשחזרו על התהליך שוב נדרשו 15 שעות להפקת אותה כמות אתנול. המסקנה היא כי הפרודוקטיביות:

- א. עלתה פי 2.
- ב. ירדה פי 2.
- ג. עלתה פי 4.
- ד. ירדה פי 4.

### שאלה 3

לצורך הפקת החומר X המיוצר בתהליך תסיסה בוצעו שלבי ניקוי על-פי הסדר הזה:

- i. סרכוז מצע הגידול ואיסוף המשקע.
- ii. פיצוץ התאים וסרכוז נוסף.
- iii. איסוף הנוזל העליון שהכיל את החומר X .  
מכאן המסקנה היא כי:
  - א. החומר X הוא תוך-תאי.
  - ב. החומר X הוא חוץ-תאי.
  - ג. החומר X הוא חוץ-תאי וגם תוך-תאי.
  - ד. אי-אפשר לקבוע אם החומר X הוא חוץ-תאי או תוך-תאי.

### שאלה 4

- מהו מוטנט אוקסוטרופי?
- א. מוטנט שהוא יצרן יתר.
  - ב. מוטנט שגדל בתנאים קיצוניים.
  - ג. מוטנט שאיבד את יכולתו לייצר חומר הנחוץ לקיומו.
  - ד. מוטנט שיכול לייצר חומר שזן הבר אינו יכול לייצר.

### שאלה 5

באיזה מתהליכי הייצור שלפניך נשארים ריכוזי המגיבים וגם ריכוזי התוצרים קבועים יחסית במהלך תסיסה בפרמנטור?

- א. בתהליך מנתי.
- ב. בתהליך רציף.
- ג. בתהליך מנתי מוזן.
- ד. בתהליך מנתי וגם בתהליך מנתי מוזן.

## שאלה 6

בסיום תהליך ניקוי של תוצר תסיסה מסוים התקבלה ניצולת של 80%. משמעות הדבר היא:

- א. 20% מהכמות ההתחלתית של התוצר הופרדה ונוקתה.
- ב. 80% מהכמות ההתחלתית של התוצר הופרדה ונוקתה.
- ג. ריכוז התוצר בסיום הניקוי גדול פי 20 מריכוזו ההתחלתי.
- ד. ריכוז התוצר בסיום הניקוי גדול פי 80 מריכוזו ההתחלתי.

## שאלה 7

לאחר סיום התסיסה, מפרידים תוצר אנזימתי מתערובת התסיסה. איזו מהפעולות הבאות תגדיל את ריכוז התוצר האנזימתי בתהליך הניקוי?

- א. הוספת מגיבים
- ב. הרתחה
- ג. עיקור
- ד. אוסמוזה הפוכה

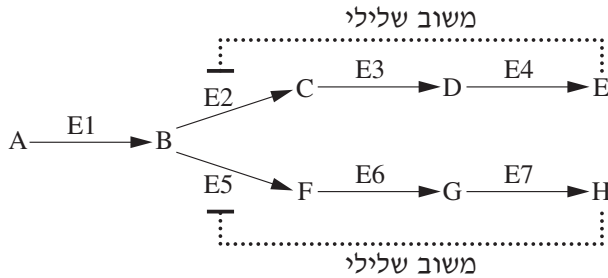
## שאלה 8

בתהליך תסיסה **מבוקר** לייצור יין מקובל להשתמש:

- א. באוכלוסיית השמרים הטבעית המצויה על-פני הענבים.
- ב. בחיידקים שטופלו בגופרית דו-חמצנית.
- ג. באוכלוסיית שמרים מתרבית טהורה של זן שמרים רצוי.
- ד. באוכלוסיית חיידקים בעלת סבולת גבוהה לאתנול.

### שאלה 9

לפניך מסלול מטבולי הקיים בזן הבר של חיידק מסוים. איזו מוטציה בחיידק תאפשר ייצור יתר של החומר D ?



### איור לשאלה 9

- א. מוטציה באנזים E3 , בתוספת החומר E .
- ב. מוטציה באנזים E4 , בתוספת החומר H .
- ג. מוטציה באנזים E6 , בתוספת החומר F .
- ד. מוטציה באנזים E7 , בתוספת החומר G .

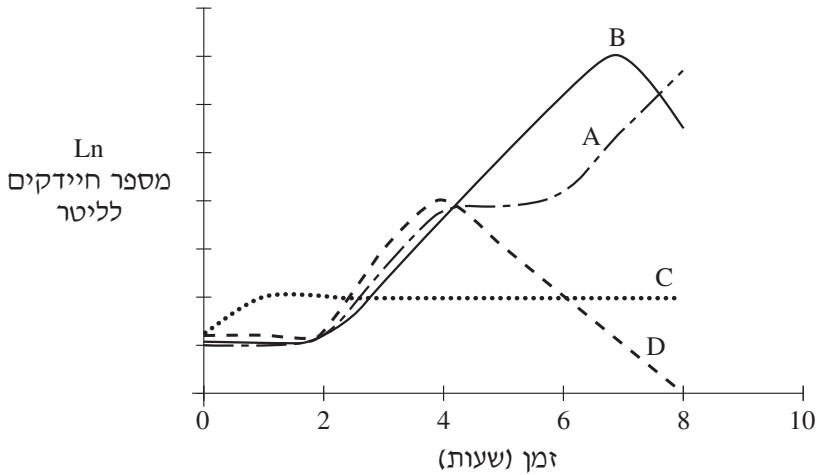
### שאלה 10

איזה מהחומרים הבאים מכיל את הריכוז הגבוה ביותר של **סוכרים זמינים**, המשמשים את השמרים בתהליך התסיסה לייצור בירה?

- א. לתת
- ב. תירוש
- ג. כשות
- ד. בירה

### שאלה 11

חיידקי *E. coli* יכולים להשתמש בגלוקוז או בלקטוז כמקור פחמן יחיד. איזו מהעקומות שלפניך מתארת נכונה גידול חיידקי *E. coli* שהועברו ממצע גידול המכיל גלוקוז כמקור פחמן יחיד למצע גידול טרי המכיל לקטוז כמקור פחמן יחיד בשעה הרביעית לגידולם?



### איור לשאלה 11

- א. עקומה A
- ב. עקומה B
- ג. עקומה C
- ד. עקומה D

### שאלה 12

מהי הבעיה המרכזית בתהליך ייצור האתנול?

- א. הקושי לשמור על ריכוז גבוה של חמצן בפרמנטור.
- ב. תהליך ניקוי התוצר הוא ארוך, מורכב ויקר.
- ג. הצטברות של התוצר גורמת לירידה ברמת ייצורו בתרבית.
- ד. הצטברות של פחמן דו-חמצני יוצרת בועות רבות וערבול יתר.

## פרק שני (60 נקודות)

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

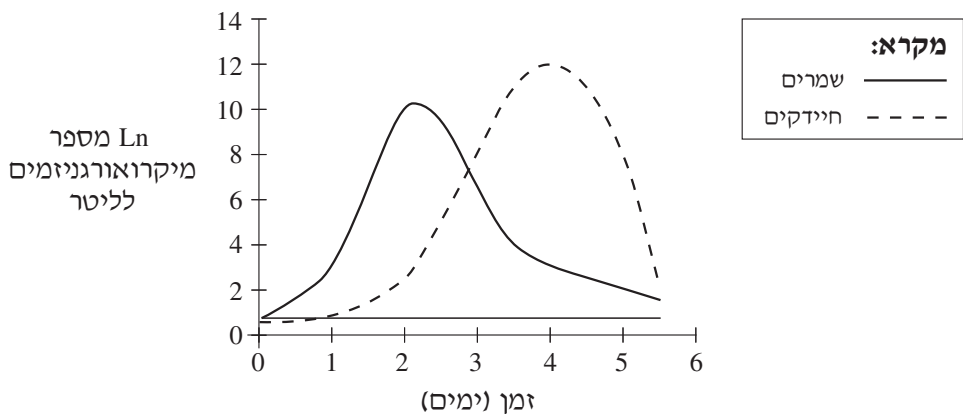
### שאלה 13

פולי קקאו (זרעים של עץ הקקאו) הם חומר הגלם להכנת שוקולד. תחילה מתסיסים את פולי הקקאו, אחר כך מייבשים אותם ולבסוף קולים אותם. כדי לבצע את התסיסה פותחים את תרמילי הקקאו שנקטפו ומרוקנים מתוכם את הפולים. מכסים את הפולים בעלי בננה ומאפשרים תסיסה במשך 5–7 ימים. התסיסה מקנה לקקאו, שממנו מכינים את השוקולד, את טעמו ואת צבעו הייחודיים.

א. הסבר מדוע לא ביצעו תהליך עיקור של פולי הקקאו לפני התססתם, כמקובל בתהליכי תסיסה אחרים.

ב. האם תהליך התסיסה שמתואר לעיל **זומה** לתהליך תסיסה רציף, מנתי או מנתי מוזן? נמק את תשובתך.

בדגימות שנלקחו ממערכת התסיסה של פולי הקקאו בזמנים שונים נמצאו שמרים (*Saccharomyces cerevisiae*) המבצעים תסיסה כוהלית וכן חיידקים (*Lactobacillus*) מייצרי חומצה לקטית. ריכוזי השמרים וריכוזי החיידקים נמדדו במשך חמישה ימים. תוצאות המדידות מתוארות באיור לשאלה 13.



איור לשאלה 13

במהלך הגידול של השמרים והחיידקים נבדקו גם כמה משתנים אחרים. תוצאות הבדיקות נתונות בטבלה שלהלן.

ריכוז (%)			הגורם הנבדק
יום 5	יום 2	יום 0	
0	8.00	12.00	סוכרוז
3.50	3.70	4.50	pH
4.00	4.00	0	אתנול
1.60	0.05	0	חומצה לקטית

ג. בהסתמך על האיור ועל הנתונים שבטבלה, ציין שני גורמים אפשריים לירידה בריכוז השמרים וגורם אחד לירידה בריכוז החיידקים במהלך הגידול. הסבר את קביעותיך.

ד. הסבר ממה נובעת הירידה בריכוז הסוכרוז במהלך התסיסה של פולי הקקאו, מיום 0 ועד יום 5.

## שאלה 14

במפעל המייצר חומצה ציטרית בתסיסת עומק ביקשו לייעל את תהליך הייצור. לשם כך החליטו החוקרים בצוות הפיתוח לבדוק ייצור של חומצה ציטרית על-ידי זן מוטנטי של הפטרייה *Aspergillus niger*. ידוע כי פעולה תקינה של מעגל חומצת הלימון (מעגל קרבס) בזנים מוטנטיים מתאפשרת הודות לקיומם של תהליכים אנפלורטיים.

א. הסבר בעזרת דוגמה מתהליך ייצור החומצה הציטרית, מהו תהליך אנפלורטי.

לפניך שני גורמים העלולים לעכב ייצור חומצה ציטרית בתסיסת עומק:

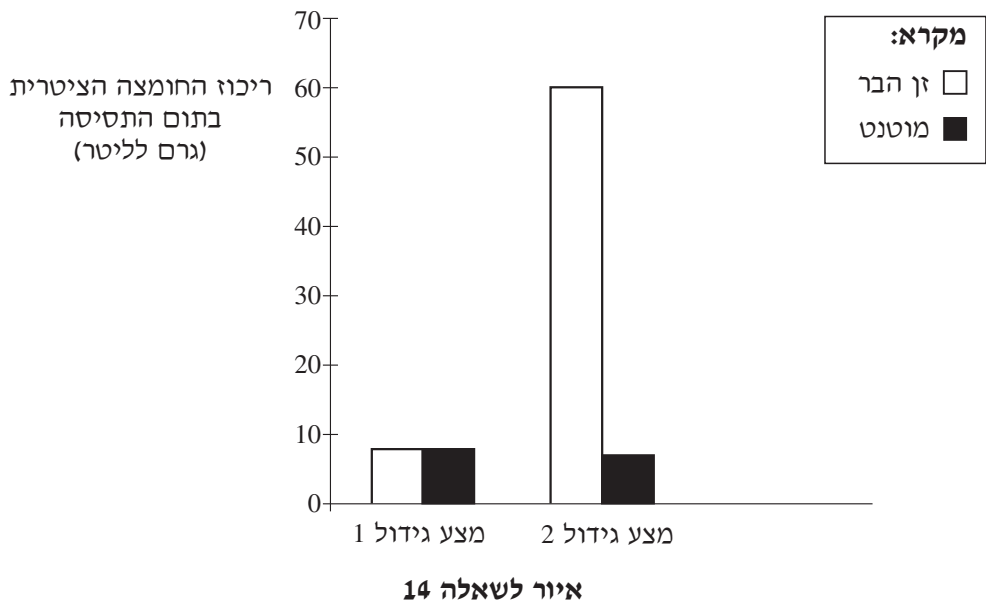
a. סוג החומר המשמש לבניית פרמנטור התסיסה.

b. מבנה התפטיר של הפטרייה המשמשת לביצוע התסיסה.



**ב.** התייחס לאחד משני הגורמים המעכבים a או b, והסבר כיצד אפשר להתגבר על העיכוב שהוא עלול לגרום בייצור החומצה הציטרית.

החוקרים במעבדות המפעל בדקו את השפעת נוכחותם של יוני ברזל על ייצור החומצה הציטרית בזן הבר ובזן המוטנטי של הפטרייה. לשם כך גידלו כל אחד משני הזנים של הפטרייה בשני מצעי גידול הנבדלים זה מזה בריכוז יוני הברזל: מצע גידול 1 הכיל יוני ברזל בריכוז גבוה, ואילו מצע גידול 2 הכיל יוני ברזל בריכוז נמוך מאוד. שאר תנאי הגידול היו זהים. הגרף שבאיור לשאלה מתאר את ריכוז החומצה הציטרית שהתקבלה בכל אחת מהבדיקות בתום תהליך התסיסה.

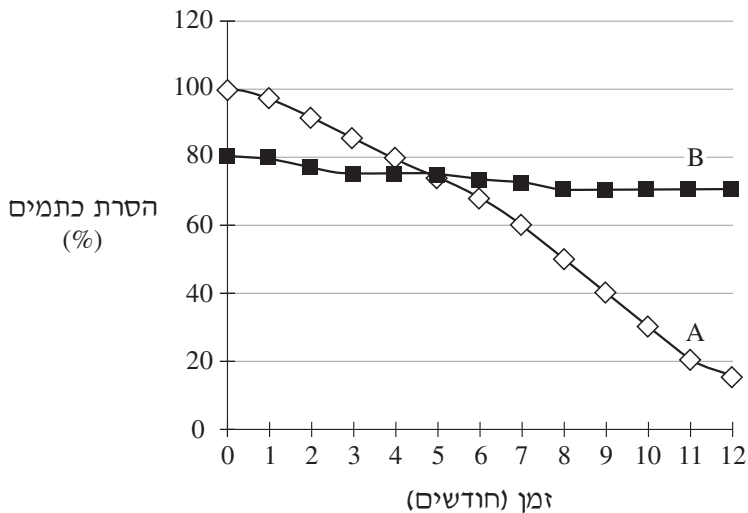


היעזר באיור לשאלה ובנספח ב' לבחינה, וענה על הסעיפים הבאים:

- ג.** היכולת של הפטרייה מזן הבר לייצר חומצה ציטרית שונה בין מצע גידול 1 למצע גידול 2. הסבר את הגורם לכך.
- ד.** ידוע כי בזן המוטנטי המוטציה התרחשה באנזים אקוניטאז. הצע הסבר לכך שבשני מצעי הגידול הזן המוטנטי אינו מייצר חומצה ציטרית בעודף.

## שאלה 15

כיום גובר השימוש באבקות כביסה Bio, משום שהן תורמות לחיסכון באנרגיה ולמניעת זיהום סביבתי. אבקות כביסה Bio מסירות כתמים ביעילות בטמפרטורות נמוכות, משום שפעילותן מבוססת על אנזימים פעילים הנמצאים באבקת הכביסה, זאת בניגוד לאבקות כביסה רגילות המכילות כימיקלים ופועלות בטמפרטורות גבוהות. לצורך השוואת היעילות בהסרת כתמים מאריגים לאורך זמן, נבדקו במפעל שתי אריזות של אבקות כביסה משני סוגים: אבקת Bio ואבקה רגילה. במשך שנה, אחת לחודש נבדקה דגימה זהה מכל אבקה שהשתמשו בה לכיבוס פיסות אריג המוכתמות בכתמים זהים. תוצאות הבדיקה של יכולת הסרת הכתמים לאורך זמן מוצגות בגרף שבאיור לשאלה.



### איור לשאלה 15

א. איזו משתי העקומות (A או B) מתארת את פעילותה של אבקת כביסה Bio? נמק את תשובתך.

אבקות כביסה Bio מכילות אנזימים, ובהם האנזים צלולאז המרכז אריגי כותנה, וגורם לשחרור של לכלוך מהאריג.

בצוות הפיתוח של המפעל ביקשו להשתמש באנזים צלולאז מחיידקים. כדי לבדוד חיידקים המייצרים צלולאז, התבססו על שתי תכונות של האנזים:

a. צולאז מפרק את הרב־סוכר צלולוז שבונה דפנות של תאים צמחים.

b. בתנאים מתאימים צולאז מפרק נייר גרוס לעיסת נייר.

ב. על-פי שתי תכונותיו אלה של האנזים, ציין מאפיין של בית הגידול שממנו יש לאסוף את החיידקים לסריקה, והצע דרך מתאימה לסריקת חיידקים במעבדה. הסבר את תשובתך.

בתהליך הסריקה הצליחו לבדוד שני זנים של חיידקים מייצרי צולאז: L ו-M. נתון כי שני הזנים מייצרים כמות שווה של צולאז באותם תנאי גידול. בתום תהליך ניקוי זהה של האנזים משני זני החיידקים התקבלו התוצאות שלהלן:

זן החיידקים	ניצולת	דרגת הניקיון
L	גבוהה	נמוכה
M	נמוכה	גבוהה

ג. באיזה משני הזנים של החיידקים, L או M, תמליץ להשתמש לייצור האנזים צולאז שיתאים לשימוש באבקת כביסה? נמק את המלצתך.

ד. אבקות כביסה Bio מכילות גם את האנזימים פרוטאז וליפאז. מה תפקידו של כל אחד מהאנזימים הללו באבקת הכביסה?

**פרק שלישי: סיור לימודי (15 נקודות)**  
**ענה על שאלה 16.**

**שאלה 16**

**א.** רשום את שם המפעל שביקרת בו במסגרת הסיור הלימודי וציין את התוצר העיקרי המיוצר במפעל זה.

**ב.** בחר אחד מהתהליכים הביולוגיים שברשימה שלפניך, והסבר מהי תרומתו לתהליך הייצור במפעל שביקרת בו.

a. נשימה אווירנית (אירובית)

b. תסיסה כוהלית

c. תסיסה לקטית

d. תהליך ביולוגי אחר

**ג.** בחר מהרשימה שלפניך שני תהליכים המתאימים לתהליכי הייצור שהכרת בסיור. פרט לגבי כל תהליך שבחרת את חשיבותו ואת אופן ביצועו במפעל שביקרת בו.

a. תהליך הכנה

b. תהליך מנתי

c. תהליך רציף

d. תהליך בקרה

e. תהליך ניקוי התוצר הסופי

f. תהליך ידודותי לסביבה

**בהצלחה!**

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.  
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך.  
לאחר שענית על השאלות, הדק את דף התשובות למחברת הבחינה שלך.

שאלה 1	א	ב	ג	ד
שאלה 2	א	ב	ג	ד
שאלה 3	א	ב	ג	ד
שאלה 4	א	ב	ג	ד
שאלה 5	א	ב	ג	ד
שאלה 6	א	ב	ג	ד
שאלה 7	א	ב	ג	ד
שאלה 8	א	ב	ג	ד
שאלה 9	א	ב	ג	ד
שאלה 10	א	ב	ג	ד
שאלה 11	א	ב	ג	ד
שאלה 12	א	ב	ג	ד

