

תהליכים ביוטכנולוגיים ב'

שתי יחידות לימוד

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעתיים וחצי.

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

פרק ראשון 25 נקודות

פרק שני 15 נקודות

פרק שלישי 60 נקודות

סה"כ 100 נקודות

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות: בתשובה לשאלה חישובית, עליך להציג את כל שלבי הפתרון באופן

מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי

דרישה זו.

בשאלון זה 28 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 1–18 (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 בנספח זה, במקום המיועד לכך. כשתסיים לענות על השאלות שבפרק הראשון, הדק את הנספח למחברת הבחינה שלך.

הנדסה גנטית

שאלה 1

כיצד נקשר מקטע DNA (מְחֻדָּר) אל פלסמיד בתהליך השיבוט?

- א. אנזים הגבלה יוצר קשרים קוולנטיים בין המחדר לפלסמיד שעבר חיתוך.
- ב. האנזים DNA-ליגאז יוצר קשרים פוספודיאסטריים בין המחדר לפלסמיד שעבר חיתוך.
- ג. אנזים הגבלה יוצר קשרי מימן בין המחדר לפלסמיד שלא עבר חיתוך.
- ד. האנזים DNA-ליגאז יוצר קשרים קוולנטיים בין המחדר לפלסמיד שלא עבר חיתוך.

שאלה 2

מדוע יש לחמם את מרכיבי התגובה בתהליך ה-PCR לטמפרטורה של 95°C ?

- א. כדי להרוס את האנזים DNA-פולימראז על-ידי דנטורציה בחום ולעצור את התהליך כשהוא מסתיים
- ב. כדי להצמיד את התחלים לאזורים המשלימים בגדילי ה-DNA
- ג. כדי לפרק את מולקולות ה-DNA הדו-גדיליות למולקולות חד-גדיליות
- ד. כדי להפוך את האנזים DNA-פולימראז מבלתי-פעיל לפעיל

שאלה 3

כאשר רוצים ליצור עץ טרנסגנטי, יש להחדיר את הנשא הרקומביננטי:

- א. לתא ביצית מופרית של עז.
- ב. לתא ביצית לא-מופרית של עז.
- ג. לתא עטין של עז בוגרת.
- ד. לכל תא של עז בוגרת.

שאלה 4

מהם ארבעת המרכיבים ההכרחיים לשכפול DNA בשיטת PCR ?

- א. תבנית DNA , אנזימי הגבלה, נוקלאוטידים, DNA-פולימראז
- ב. תבנית DNA , תחלים, נוקלאוטידים, DNA-פולימראז
- ג. תבנית DNA , נוקלאוטידים, גן מדווח, RNA-פולימראז
- ד. תבנית DNA , נוקלאוטידים, תחלים, RNA-פולימראז

שאלה 5

חתכו מולקולת DNA באמצעות אנזים הגבלה, והריצו את תוצרי החיתוך בג'ל אגרוז. אפשר ללמוד מתוצאות ההרצה על:

- א. סוג החיתוך של מולקולות ה-DNA – מדורג או חלק.
- ב. הגודל של מקטעי ה-DNA שהתקבלו.
- ג. המספר הכולל של מקטעי ה-DNA שהתקבלו.
- ד. מספר אתרי ההגבלה של האנזים על-גבי מולקולת ה-DNA .

שאלה 6

מהו ההיגד הנכון?

- א. פלסמיד הוא מולקולת DNA שיכולה לעבור בין חיידקים.
- ב. פלסמיד הוא מולקולת DNA שזהה בגודלה לכרומוזום של חיידק.
- ג. פלסמיד הוא מולקולת DNA שמכילה את כל המידע הגנטי של החיידק.
- ד. פלסמיד הוא מולקולת DNA המשתכפלת רק כאשר הגנום של החיידק משתכפל.

אימונודיאגנוסטיקה

שאלה 7

מהו תפקידם של תאי המיאלומה המוטנטיים בתהליך ההכנה של נוגדנים חד־שבטיים?

- א. לייצר נוגדנים ספציפיים לאנטיגן שבאמצעותו חוסנה חיית המעבדה.
- ב. להקנות לתאי ההיברידומה יכולת התרבות בלתי־מוגבלת.
- ג. לחסן את חיית המעבדה כדי שתייצר נוגדנים ספציפיים.
- ד. לספק לתאי ההיברידומה אנזים סלקציה החיוני לגידולם במצע בררני.

שאלה 8

באיזו שיטה מבין השיטות שלפניך מוסיפים סובסטרט בשלב הזיהוי (דטקציה)?

- א. בתספיג אימונולוגי רדיוגרפי
- ב. במבחן ELISA לא־תחרותי
- ג. בבוחן FIA (בוחן אימונופלוואורסצנטי)
- ד. באגלוטינציה (הצמיתה)

שאלה 9

במבחן ELISA תחרותי לקביעת הריכוז של נוגדן X בתמיסה:

- א. ככל שריכוז הנוגדן X גדול יותר, ריכוז הנוגדן "המסומן" הקשור לנוגדן X קטן יותר.
- ב. ככל שריכוז הנוגדן X גדול יותר, ריכוז הנוגדן "המסומן" הקשור לנוגדן X גדול יותר.
- ג. ככל שריכוז הנוגדן X קטן יותר, ריכוז הנוגדן "המסומן" הקשור לאנטיגן קטן יותר.
- ד. ככל שריכוז הנוגדן X קטן יותר, ריכוז הנוגדן "המסומן" הקשור לאנטיגן גדול יותר.

תרביות תאים

שאלה 10

באיזה היגד מתוארת תכונה המאפיינת **רק** קו תאים רציף?

- א. ניתן להעביר אותו בלי הגבלה.
- ב. הוא מורכב מסוג אחד של תאים.
- ג. הוא אינו יכול להיווצר באופן ספונטני.
- ד. הוא נוצר מתרבית תאים.

שאלה 11

במעבדת מחקר החליטו להשתמש ברטרווירוס בטוח כאמצעי להחדיר גן תקין לתא מטרה לצורך ריפוי גני. מה יש להוסיף לתא המטרה כדי להחדיר אליו את הגן התקין?

- א. את החומר התורשתי של הנגיף בלבד
- ב. את כל מרכיבי הרטרווירוס
- ג. את הפרוויורוס המרפא
- ד. את המעטפת החלבונית של הנגיף

שאלה 12

חוקרים מעוניינים להקנות תכונה **אחת** לצמח. באיזו מהשיטות יבחרו?

- א. בידוד מוטנטים
- ב. וריאציה סומקלונלית
- ג. איחוי פרוטופלסטים
- ד. החדרת T-DNA

ביוטכנולוגיה סביבתית

שאלה 13

איזה היגד מתאר יחסי גומלין מסוג אמנסליזם בין החיידקים X ל-Y החיים באותה מיקרו-סביבה?

- א. חיידקי X מייצרים חומצה אצטית, שהיא רעילה לחיידקי Y.
- ב. חיידקי X מפרקים פסטיצידים, שהם רעילים לחיידקי Y.
- ג. חיידקי X מייצרים תאית, שחיידקי Y יכולים לפרק.
- ד. החיידקים X ו-Y מפרקים יחד דיאזינון ל- CO_2 ול- H_2O .

שאלה 14

איזו שיטה **אינה** מסייעת לשמרים ליצור כוהל מתירס?

- א. הוספה של אנזימים הידרוליטיים למערכת התסיסה
- ב. שימוש בשמרים מהונדסים הנושאים את הגן המקודד לאנזים עמילאז
- ג. שימוש בשמרים מהונדסים הנושאים את הגן המקודד לאנזים שמסנתז עמילן
- ד. הוספת חיידקים, שמייצרים את האנזים עמילאז, למערכת התסיסה

שאלה 15

מהי הסיבה לעליית הטמפרטורה בערימת הקומפוסט?

- א. יחסי תחרות בין החיידקים המזופיליים ובין החיידקים התרמופיליים המצויים בערימה
- ב. יחסי הדדיות בין החיידקים המזופיליים ובין החיידקים התרמופיליים המצויים בערימה
- ג. הפעילות הפוטוסינתטית שמקיימים חיידקים ופטריות המצויים בערימה
- ד. הפעילות הביולוגית שמקיימים חיידקים ופטריות המצויים בערימה

ננו-ביוטכנולוגיה

שאלה 16

הביוסנסורים הביתיים המשמשים חולי סוכרת לקביעת ריכוז הגלוקוז בדמם, מבוססים על פעילותו של האנזים גלוקוז אוקסידאז המזרז חמצון גלוקוז לחומצה גלוקונית תוך יצירת מי חמצן.

איזו מבין הבדיקות שלפניך **אינה** יכולה לשמש למעקב אחר חמצון הגלוקוז בתהליך זה?

- א. בדיקת קצב הירידה בריכוז החמצן
- ב. בדיקת קצב העלייה בריכוז מי החמצן
- ג. בדיקת קצב הירידה בריכוז החומצה הגלוקונית
- ד. בדיקת קצב הירידה בריכוז הגלוקוז

שאלה 17

מהו האורך, בקירוב, של המבנה הקטן ביותר שניתן ליצור בשיטת הפוטוליתוגרפיה?

- א. כמחצית מאורך הגל של קרינת ה-UV שמשמשים בה להקרנת הפולימר מבעד למסכה
- ב. כאורך הגל של קרינת המיקרו שמשמשים בה להקרנת הפולימר מבעד למסכה
- ג. כמחצית מאורך הגל של קרינת הגמא שמשמשים בה להקרנת הפולימר מבעד למסכה
- ד. כאורך הגל של קרינת ה-X שמשמשים בה להקרנת הפולימר מבעד למסכה

שאלה 18

איזה מבין התהליכים שלפניך נחשב תהליך מסוג "מלמעלה למטה"?

- א. קישור נוגדן לאנטיגן
- ב. הרכבת המעטפת של הנגיפים
- ג. בניית ביוסנסור בשיטת הננו-ליתוגרפיה
- ד. בניית ביוסנסור המבוסס על קישור DNA לחלבון

פרק שני (15 נקודות)

ענה על שאלה אחת מבין השאלות 19–20 (לכל שאלה – 15 נקודות)

שאלה 19 – ניתוח כתבה

קרא את הקטע וענה על הסעיפים א'–ד' שלאחריו.

הגן המשמיד

מעובד על-פי כתבה מאת ביז'אל פ' טריוודי, סיינטיפיק אמריקן ישראל, גיליון פברואר-מרס 2012

נגיף הדנגי, הנפוץ בעיקר במדינות טרופיות וסוב-טרופיות, מדביק כ־100 מיליון אנשים מדי שנה. הנגיף גורם לקדחת בעלת מגוון תסמינים: החל בכאבים הדומים לכאבי שפעת ועד לדימומים פנימיים, הלם ומוות. למחלה הנגרמת על-ידי הנגיף אין חיסון או מרפא, והיא מועברת בעיקר על-ידי עקיצות יתושים מסוג אג'יפטי (*A. aegypti*). האסטרטגיה העיקרית לשמירת הציבור מפני הידבקות בנגיף הדנגי היא הרחקת היתושים על-ידי ניקוז מים עומדים, ריסוס בקוטלי יתושים וחלוקת כילות. חוקרים מאוניברסיטת קליפורניה חיפשו שיטה חדשה שמבוססת על הנדסה גנטית למיגור נגיף הדנגי. מטרתם הייתה לפגוע רק בנקבות היתושים, שהן אלו שעוקצות ומעבירות את הנגיף. החוקרים זיהו גן שאחראי לשרירי התעופה ביתושים. פגיעה בגן זה לא תפגע ביכולת התעופה של זכרי היתושים כי יש להם גן נוסף שאחראי לתעופה. לעומת זאת, פגיעה בגן זה תפגע ביכולתן של הנקבות לעוף, להזדווג ולהפיץ את המחלה. החוקרים התדירו לגנום היתושים מקטע DNA שכולל גן המקודד לרעלן הפוגע בשרירי התעופה שלהם וכן את אזור הבקרה של הגן. נמצא שהחומר טטראציקלין שנקשר לאזור הבקרה יכול למנוע את פעילות הגן המקודד לרעלן. הניסוי נערך בשני שלבים עיקריים כפי שמוצג באיור לשאלה 19 שבנספח ב'.

- השלב הראשון – נערך במעבדה ומתואר באיור בשלבים 1–5;
- השלב השני – מתואר באיור בשלב 6. בשלב זה משחררים את הזכרים מההונדסים כדי שיוזדווגו עם נקבות מזן הבר.

- א. מהן השיטות המסורתיות להתמודדות עם נגיף הדגני ומדוע חיפשו חוקרים שיטה חדשה למיגור הנגיף?
- ב. כיצד הוספת טטראציקלין למים שהיתושים שוכנים בהם, מביאה להגדלת אוכלוסיית היתושים המהונדסים?
- ג. הסבר כיצד חשיפה של יתושים מהונדסים לאוכלוסייה של יתושים שאינם מהונדסים תורמת להכחדת היתושים המזיקים.
- ד. בשלב 2 שבאיור מצוין שחלק מהזחלים נושאים את הגן. במסגרת לימודיך הוצגו לפניך שיטות לאיתור גנים משובטים. תאר את אחת השיטות.

סיור לימודי

שאלה 20

- העורך של עיתון בית-ספר ביקש ממך לכתוב כתבה המתארת סיור שערכת במסגרת לימודיך במגמת הביוטכנולוגיה.
- א. ציין את שם המקום שסיירת בו ואת נושא הסיור.
- ב. מה הייתה המטרה של הניסוי שביצעת או שהוצג בפניך במהלך הסיור?
- ג. תאר **שתי** שיטות שהשתמשו בהן בניסוי ותאר את חשיבותן למהלך הניסוי.
- ד. תאר שיטה חלופית (שעליה למדת במסגרת לימודיך) לאחת השיטות שתיארת בתשובתך לסעיף ג'.

פרק שלישי (60 נקודות)

ענה על שלוש מבין השאלות 21–30 על-פי ההנחיות (לכל שאלה – 20 נקודות).

הנדסה גנטית

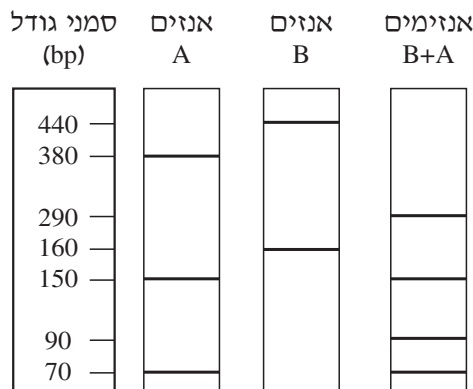
ענה על אחת מבין השאלות 21–22.

שאלה 21

חוקרים היו מעוניינים לבדוד גן X מגנום של אדם. בשלב ראשון הם שיבטו מקטעי DNA מגנום של אדם לתוך חיידקים באמצעות נשא בקטריופאג'.

- א. 1. ציין חמישה שלבים בשיבוט של מקטע DNA לתוך חיידקים באמצעות בקטריופאג'ים.
2. הצע דרך לבידוד מקטע ה-DNA לאחר שיבוטו.

החוקרים בודדו מקטע DNA לינארי שאורכו 600 bp ושבזו מצוי הגן X שברצונם לבדוד. החוקרים חתכו את המקטע פעם על-ידי אנזים ההגבלה A, פעם על-ידי אנזים ההגבלה B ופעם על-ידי שני אנזימי ההגבלה A – B יחד. לאחר מכן הם הריצו את תוצרי החיתוכים בג'ל. באיור א' לשאלה מוצגות תוצאות החיתוכים וההרצה בג'ל ובאיור ב' מוצגת מפת ההגבלה של המקטע לשני האנזימים.



איור א' לשאלה 21



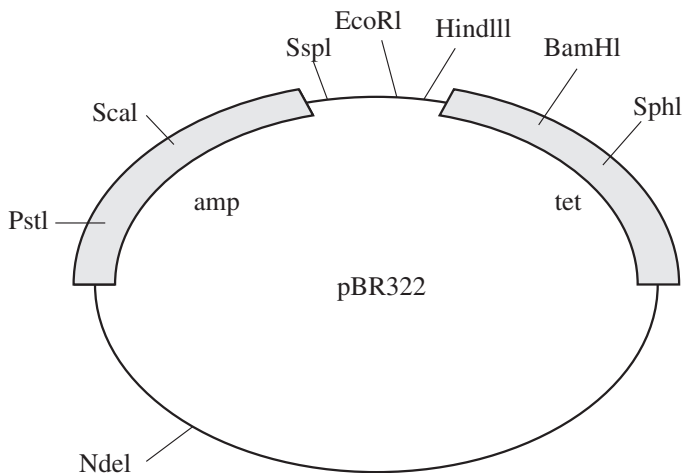
איור ב' לשאלה 21

- ב.** על-פי המידע שבאיורים א' ו-ב' לשאלה, ציין באיזה מיקום על-פני המקטע חתך כל אחד מהאנזימים (A ו-B) את המקטע. הסבר את קביעותיך.
- ג.** החוקרים היו מעוניינים ליצור חיידק המבטא בִּיטָר את הגן X. לצורך כך הם החדירו את הגן X לתוך פלסמיד ואת הפלסמיד החדירו לתוך חיידק. אף-על-פי שהחוקרים וידאו שהפלסמיד חדר לתא החיידק, הם לא זיהו תעתוק ותרגום של הגן בתא החיידק.
- הבא סיבה **אחת** לכך שתהליכי התעתוק והתרגום של הגן לא התרחשו.
 - כאשר החדירו לפלסמיד את המקטע השלם (1-600 בסיסים), המכיל את הגן X, והחדירו את הפלסמיד לתא החיידק, התרחשו תעתוק ותרגום של הגן. האם ממצא זה תומך בסיבה שהצעת בתת-סעיף הקודם? נמק את תשובתך.

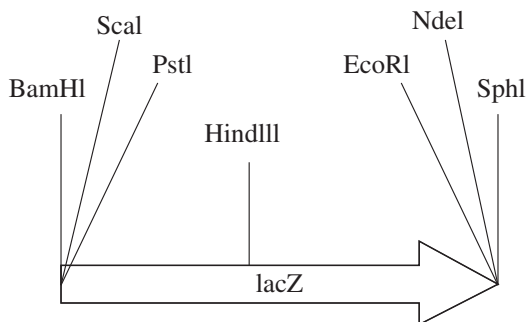
שאלה 22

חוקר רצה לשבט את הגן lacZ לתוך הפלסמיד pBR322. באיור לשאלה מתוארות מפת ההגבלה של הפלסמיד pBR322 המכיל גנים שמקנים לחיידקים עמידות לאמפיצילין (amp) ולטטראציקלין (tet) ומפת ההגבלה של הגן lacZ:

הפלסמיד pBR322:



הגן lacZ:



איור לשאלה 22

- א. 1. מהו אנזים ההגבלה שהשימוש בו יפגע ביכולת לשבט את הגן lacZ בשלמותו? נמק את תשובתך.
2. ישנם שני זוגות של אנזימי הגבלה **שלא כדאי** לחוקר להשתמש בהם כדי להחדיר את הגן lacZ לפלסמיד: הזוג Pst1 ו-Sph1 והזוג Sca1 ו-Sph1. הסבר מדוע.
- ב. לאחר שהחוקר שיבט את הגן לתוך הפלסמיד והחדיר את הפלסמיד המשובט לחיידקים, הוא העביר את החיידקים לצלחת המכילה אנטיביוטיקה. הסבר מהי מטרתו של שלב זה.
- ג. חוקר קיבל לידיו גן לינארי ונאמר לו כי בגן יש שלושה אתרי חיתוך של שלושה אנזימי הגבלה שונים (אין חפיפה בין אתרי החיתוך).
1. כמה תוצרי חיתוך יתקבלו עקב הוספת שלושת האנזימים לגן?
2. החוקר הוסיף למבחנה את שלושת אנזימי ההגבלה ואת הגן הלינארי. החוקר הריץ בג'ל את תוצרי החיתוך, ונצפו בו שלושה פסים (בנדים). הבא **שני** הסברים לתוצאה זו.

ענה על שתיים מבין השאלות 23–30; בחר שאלות משני נושאי לימוד שונים.

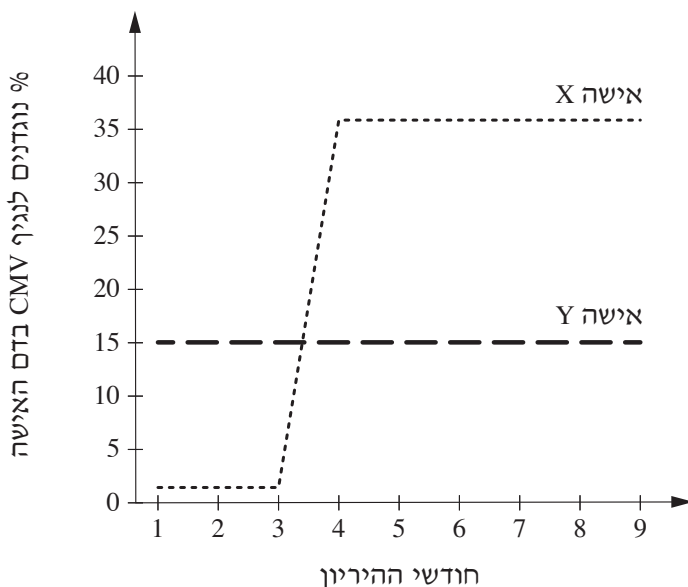
אימונודיאגנוסטיקה

שאלה 23

בדיקה לגילוי היריון מבוססת על זיהוי נוכחותו של ההורמון Beta-hCG בדם או בשתן של נבדקת. ניתן להבחין בקיומו של ההורמון זה כבר בשבוע השני לאחר ההפריה.

א. בבדיקת שתן לזיהוי היריון נוטלים מהנבדקת דגימת שתן ומוסיפים אותה לכלי שיש בתוכו נוגדנים להורמון Beta-hCG. לאחר מכן מוסיפים לכלי כדוריות דם אדומות שקשורות אליהן מולקולות של ההורמון Beta-hCG. בבדיקה זו, אי-הופעת אגלוטינציה פירושה תוצאה חיובית. הסבר מדוע.

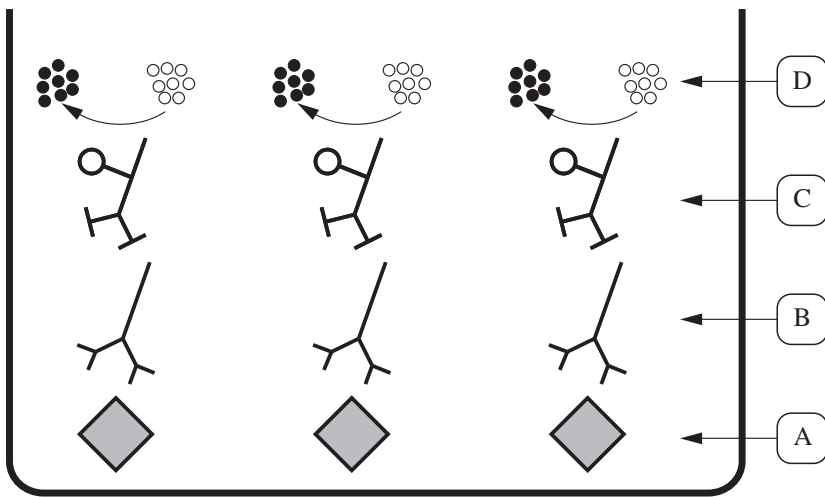
נגיף ה-CMV הוא נגיף המסכן את התפתחות העובר כאשר האישה נדבקת בו במהלך ההיריון. לכן נהוג לבצע במהלך ההיריון כמה בדיקות דם לזיהוי הימצאות נוגדנים לנגיף זה. שתי נשים נמצאות במעקב היריון לבדיקת הימצאות נוגדנים לנגיף CMV. ידוע כי אחת מהנשים נדבקה על-ידי הנגיף כשנתיים לפני שהרתה. תוצאות המעקב מוצגות באיור א' לשאלה.



איור א' לשאלה 23

- ב. 1. קבע איזו מבין הנשים (X או Y) נדבקה על-ידי הנגיף כשנתיים לפני שהרתה. נמק את קביעתך.
2. התפתחותו של איזה עובר – של אישה X או של אישה Y – נמצאת בסכנה? נמק את תשובתך.

בדיקה להימצאות הנוגדנים לנגיף ה-CMV בדם האישה נעשתה בשיטת ELISA לא-תחרותית. באיור ב' לשאלה מתוארים ארבעה מרכיבים עיקריים (D – A) של בדיקת ה-ELISA.



איור ב' לשאלה 23

- ג. 1. ציין מהו כל מרכיב (D – A).
 2. ציין מהו המרכיב שמקורו בדם הנבדקת.
- את בדיקת ההימצאות של הנוגדנים לנגיף CMV בדם ניתן לעשות גם בשיטת ELISA תחרותית. טכנאי בדק דגימת דם של נבדקת לזיהוי הימצאות נוגדנים לנגיף ה-CMV בשיטת ה-ELISA התחרותית. הטכנאי הוסיף למבחנה את כל מרכיבי ה-ELISA בסדר הנכון, וראה שעוצמת הצבע נשארה זהה, בהשוואה למבחנת הביקורת.
- ד. 1. ציין את סדר הפעולות בשיטת ה-ELISA התחרותית.
 2. הסבר את התוצאה שהתקבלה.

שאלה 24

בבנק הדם בודקים כל תרומת דם שמתקבלת: בודקים את סוג הדם (A, B, AB, O), ומוודאים שהדם אינו מכיל נגיפים כגון HIV וצהבת C. טכנאי בבנק הדם מעוניין לערוך בדיקות לזיהוי סוג דם. לשם כך הוא לקח שתי מבחנות: האחת הכילה את הנוגדן אנטי A והאחרת הכילה את הנוגדן אנטי B. בשלב מסוים נמחקו הסימנים שעל-גבי המבחנות והטכנאי לא ידע מה מכילה כל מבחנה. כדי לבדוק זאת, הוא סימן את המבחנות בסימונים X ו-Y, ולקח שתי מנות דם שסוגן היה ידוע – A ו-AB.

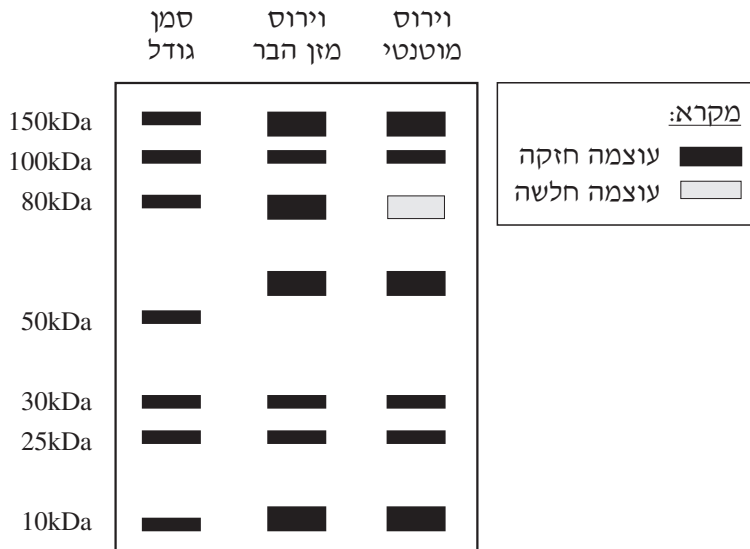
- א. 1. באיזה סוג דם (A או AB) בחר הטכנאי להשתמש כדי לזהות את סוגי הנוגדנים שבמבחנות X ו-Y? נמק את תשובתך.
2. הטכנאי הוסיף דם מסוג B לדגימה ממבחנה X ולדגימה ממבחנה Y. התוצאות מוצגות באיור א' לשאלה. איזה נוגדן מכילה כל מבחנה?



איור א' לשאלה 24

- ב. באחת מהבדיקות בבנק הדם נמצא זן חדש של הנגיף HIV, המכיל מוטציה בדטרמיננטה אנטיגנית (אפיטופ) אחת, במיקום לא ידוע. החוקרים מעוניינים לבודד נגיפים מזן זה כדי לחקור את המוטציה. לרשותם שני סוגי נוגדנים: נוגדנים מונוקלונליים ונוגדנים פוליקלונליים, שניהם כנגד זן הבר של הנגיף HIV (זן ללא מוטציות).
- ג. כדי לקשור נוגדנים לנגיפי HIV מהזן החדש, השתמשו החוקרים בנוגדנים הפוליקלונליים ולא בנוגדנים המונוקלונליים. הסבר מדוע.
- ד. תאר את תהליך בידוד הנגיפים מהזן החדש מדגימת הדם של החולה באמצעות נוגדנים.

ידוע כי לנגיף HIV יש שבעה חלבונים שונים. בתערובת הנוגדנים הפוליקלונליים קיימים נוגדנים לשתי דטרמיננטות אנטיגניות עבור כל חלבון של הנגיף (סך-הכול 14 נוגדנים שונים). כדי לזהות את החלבון שהתרחשה בו מוטציה בנגיפים מהזן החדש, ביצעו החוקרים תספיג אימונולוגי. לאחר ההעברה לנייר הניטרוצלולוז השתמשו החוקרים בנוגדנים הפוליקלונליים הנ"ל ובנוגדנים שניוניים מסומנים לצורך זיהוי חלבוני הנגיף. התוצאות מוצגות באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 24

1. החוקרים הסיקו שהמוטציה התרחשה בחלבון שגודלו 80 KDa . הסבר מה גרם לחוקרים להסיק זאת, ומדוע הופיע פס בג'ל למרות המוטציה.
2. האם ניתן לדעת לפי איור ב' לשאלה באיזו דטרמיננטה אנטיגנית בחלבון התרחשה המוטציה? נמק את תשובתך.

תרביות תאים

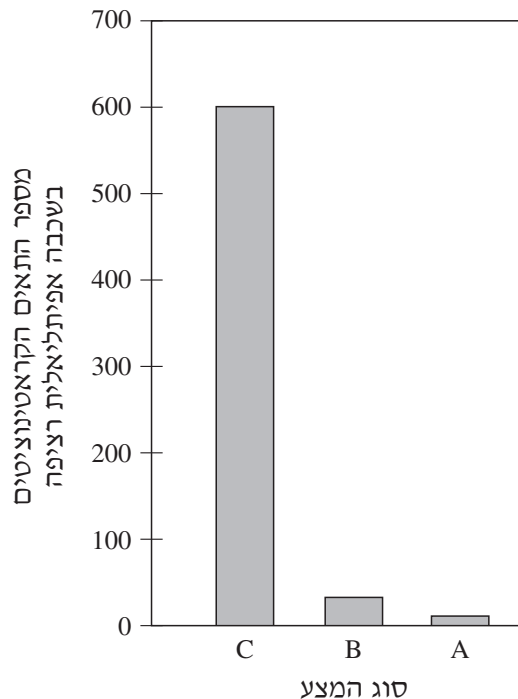
שאלה 25

פציעות עור עקב תאונות או כוויות עלולות להוביל לצורך בהשתלת עור באזור הפצוע. המגבלות שיש לקבלת עור מתורמים ולהשתלתו, הביאו לחיפוש פתרונות חלופיים, כגון ייצור תרבית רקמה של עור.

א. מהו החיסרון שיש לשימוש בתרומות עור במקרים של תאונה או כווייה?

- קבוצת חוקרים בדקה את ההבדלים בהתפתחותה של תרבית רקמת עור בשני סוגי תאים – קראטינוציטים וקורנאוציטים – על שלושה סוגי מצעים:
 - מצע המכיל קולגן ואלסטין
 - מצע המכיל טריפסין
 - מצע המכיל קולגן, אלסטין וטריפסין

מלבד ההבדלים במצעי הגידול, תנאי הגידול בכל התרביות היו זהים. בתום הגידול ספרו החוקרים את התאים בכל מצע ונוכחו לדעת שרק התאים הקראטינוציטים התרבו ויצרו שכבה אפיתליאלית רציפה, ואילו התאים הקורנאוציטים לא התרבו. התוצאות שהתקבלו בתרביות של התאים הקראטינוציטים מוצגות באיור לשאלה.



איור לשאלה 25

- ב.** 1. הסבר מדוע התאים הקורנאוציטים לא התרבו.
2. ציין איזה סוג מצע מייצגת כל אחת מהעמודות שבאיור – A, B ו- C. נמק את תשובתך.
- ג.** חברות קוסמטיקה שוקלות לערוך ניסויים בתרבויות של תאי עור במקום בבעלי־חיים. הבא טיעון **אחד בעד** השימוש בתרבויות תאים וטיעון **אחד נגד** השימוש בהן.
- ד.** מקובל להשתמש בתאים פיברובלסטיים שמקורם בדרמיס לצורך ריפוי גני.
1. מדוע התאים הפיברובלסטיים מתאימים לשימוש בריפוי גני?
2. ציין **שלושה** שלבים עיקריים ביישום השיטה של ריפוי גני.

שאלה 26

חוקרים ביקשו לשחזר צמח שלם מתרבית קלוס של צמח הטבק. לצורך כך הם לקחו תרבית קלוס המורחפת במצע המכיל את המרכיבים האלה: מקור פחמן, מקור חנקן, מלחים אנאורגניים, יסודות קורט, ויטמינים ותמצית שמרים. החוקרים גידלו את התרבית בטמפרטורה של 25°C וב- $\text{pH} = 6$, ולהפתעתם, התאים לא התמיינו כלל.

א. 1. הסבר מדוע לא התמיינו התאים.

2. החוקרים התגברו על הבעיה, והצליחו לשחזר צמח טבק שלם. כשהתפתחו השורשים של הצמח היה צבעם אדמדם, ואילו הצבע של שורשי הצמח המקורי היה צהבהב. הסבר מהי התופעה שהתרחשה.

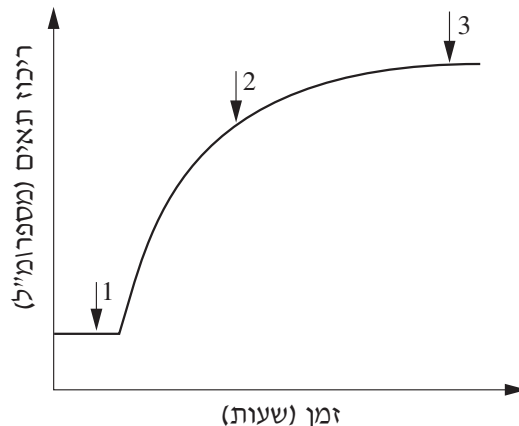
החוקרים חששו שצמח הטבק מכיל נגיף מסוג TMV, ובדקו את נוכחות הנגיף בשלוש תרביות שונות של צמח הטבק: תרבית מריסטמה שגודלה בטמפרטורה של 25°C , תרבית קלוס שגודלה בטמפרטורה של 27°C ותרבית תאים פרוטופלסטיים שגודלה בטמפרטורה של 37°C . תוצאות הבדיקות מוצגות בטבלה שלהלן.

ריכוז הנגיף TMV (מספר הנגיפים \ מ"ל תרבית)	התרבית
50	תרבית X
0	תרבית Y
1000	תרבית Z

ב. ציין איזה סוג תרבית מייצגת כל אחת מהתרביות X, Y ו-Z שבטבלה. נמק את תשובתך.

החוקרים היו מעוניינים לבדוק את ייצור החומר הרעיל ניקוטין (מטבוליט משני) על-ידי תרבית תאים של צמח הטבק.

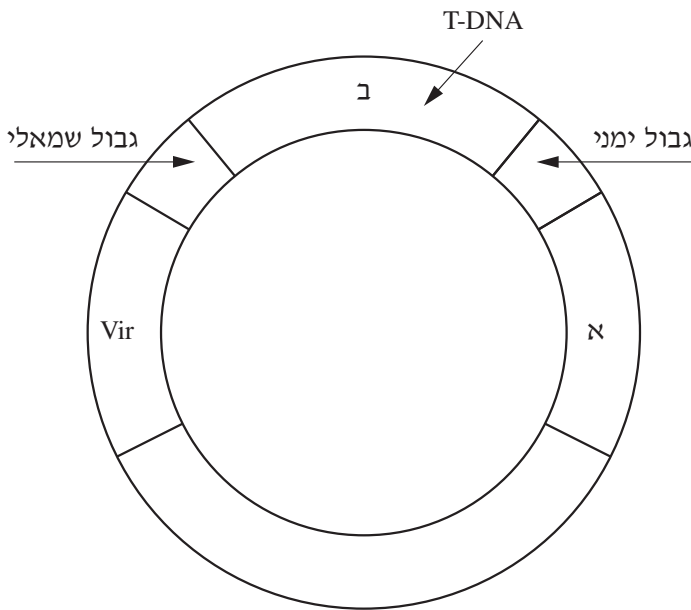
בשלב ראשון הם גידלו תרבית של תאי צמח הטבק וקבעו את ריכוז תאי הצמח שבתרבית בזמנים שונים במהלך הגידול (איור א' לשאלה)



איור א' לשאלה 26

- ג. 1. קבע על-פי האיור, מהם השינויים בריכוז התאים בכל אחד מהשלבים 1-3 .
2. באיזה שלב, מבין השלבים 1-3 , מיוצר רוב הניקוטין בתרבית תאי הטבק? הסבר מדוע רוב הניקוטין מיוצר בשלב שציינת.

בשלב הבא רצו החוקרים לפתח צמח טבק המייצר ניקוטין בקצב מוגבר. לשם כך, הם שיבטו גן האחראי לייצור מוגבר של ניקוטין לפלסמיד Ti של חיידקי אגרובקטריום. באיור ב' לשאלה מתואר הפלסמיד המהונדס. לאחר מכן החדירו החוקרים את הפלסמיד המהונדס לחיידקי אגרובקטריום, והדביקו את צמח הטבק בחיידקים המהונדסים.



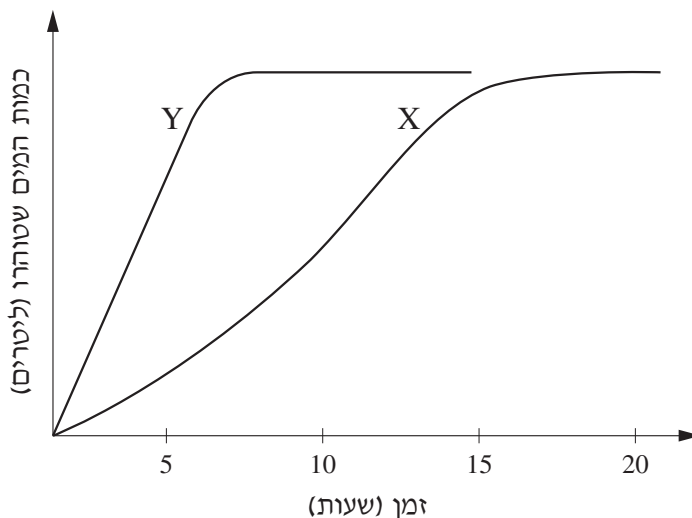
איור ב' לשאלה 26

- ד. 1. לאיזה אזור בפלסמיד שיבטו החוקרים את הגן האחראי לייצור מוגבר של ניקוטין? נמק את תשובתך.
2. החוקרים גילו שאזור ה-Vir בפלסמיד פגוע. האם צמח הטבק ייצר ניקוטין באופן מוגבר? נמק את תשובתך.

ביוטכנולוגיה סביבתית

שאלה 27

חוקרים בחנו שתי שיטות המשמשות לטיהור שפכים – אווירנית ואל-אווירנית, וביקשו לבדוק את היעילות של כל אחת מהן. הם ערכו ניסוי שבו קבעו את כמות המים שטוהרו לאורך 20 שעות בכל אחת מהשיטות. תוצאות הניסוי מוצגות באיור א' לשאלה.



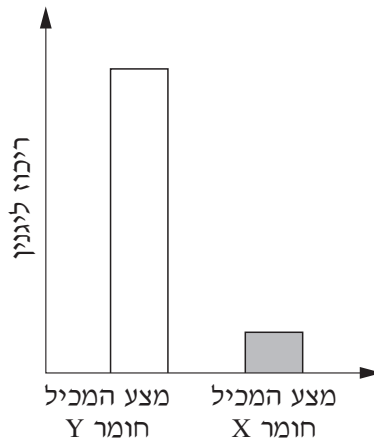
איור א' לשאלה 27

- א. איזו עקומה באיור (X או Y) מתארת תהליך טיהור אווירני ואיזו עקומה מתארת תהליך טיהור אל-אווירני? נמק את תשובתך.
 - ב. 1. החוקרים בחרו להשתמש בתהליך הטיהור האל-אווירני לטיהור השפכים. ציין יתרון אחד של תהליך טיהור אל-אווירני על-פני תהליך טיהור אווירני.
 2. כיצד מתבצע עיכול אל-אווירני (anaerobic digestion) לסילוק בוצה בתהליך טיהור שפכים? תאר את התהליך עד קבלת תערובת של מתאן ופחמן דו-חמצני.
- בהמשך ביקשו החוקרים לבדוק איזה סוג חיידקים מתאים לתהליך טיהור השפכים. הם נטלו פיסת קרקע המכילה ליגנין כמקור פחמן יחיד ובודדו ממנה שני סוגים של חיידקים (A ו-B). הם מצאו שריכוז החיידקים היה דומה.

ג. 1. כיצד ייתכן שריכוז החיידקים – מסוג A ומסוג B – דומה בקרקע, אם ידוע כי חיידקים מסוג B אינם יכולים לפרק ליגנין? נמק את תשובתך.

2. כיצד הכנסה של חיידקים נוספים, מסוג C, אשר אינם יודעים לפרק ליגנין, לאותה מיקרו־סביבה, תשפיע על הריכוז של כל אחד מסוגי החיידקים A ו-B? נמק את תשובתך.

החוקרים רצו לבדוק באמצעות מבחן AMES את יכולת המוטגנזה של חומרים שונים. לצורך כך השתמשו החוקרים בזן מוטנטי של חיידקי A **שאינם מסוגלים לפרק ליגנין**. החיידקים גודלו על שני מצעים המכילים ליגנין באותו ריכוז. למצע אחד הוסיפו החוקרים חומר X ולמצע שני הוסיפו חומר Y. לאחר כמה ימים מדדו החוקרים את ריכוז הליגנין בשני המצעים. תוצאות הניסוי מוצגות באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 27

ד. האם החומר המוטנטי הוא חומר X או חומר Y? נמק את תשובתך.

שאלה 28

החנקן הוא המרכיב הנפוץ ביותר באטמוספירה, אך חנקן אטמוספרי אינו זמין לרוב היצורים החיים מכיוון שהוא אינו משתתף בתגובות כימיות. גילוי מנגנון קיבוע החנקן הביא לשימוש נרחב בדשן מלאכותי ולשיפור עצום בכושרה של האנושות לגדל מזון. ממחצית המאה הקודמת עד ימינו עלה השימוש בדשנים פי 8, דבר שגרם לסחרור במחזור הטבעי של החנקן ולפגיעה בסביבה.

א. דישון יתר עלול להזיק לסביבה. הבא **שתי** דוגמאות לכך.

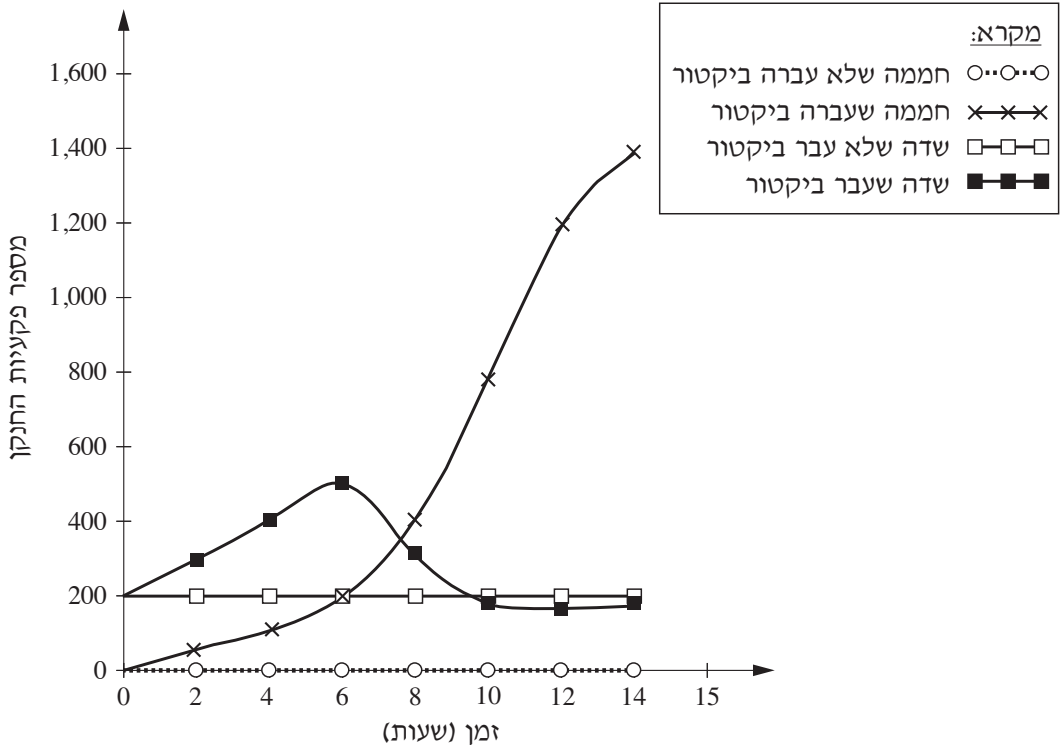
תהליך ייצור הדשן מזיק לסביבה ולכן חוזרים להשתמש בשיטות חקלאיות מסורתיות ומפתחים שיטות מודרניות, ביוטכנולוגיות, לצורך הגדלת היבולים. אחת מן השיטות המסורתיות היא שימוש בקומפוסט, המיוצר מפסולת אורגנית, לשם דישון השדות.

ב. 1. מהן תרכובות החנקן הזמינות לצמח, וכיצד הן נוצרות מפסולת אורגנית? תאר את השלבים השונים בתהליך היווצרותן.

2. אילו חומרים בונה הצמח בעזרת תרכובות החנקן?

חיידקי ריזוביום הם מקבעי חנקן החיים בסימביוזה עם צמחי קטניות. בעבר נהגו לפזר חיידקי ריזוביום בשדות הקטניות (בִּיקְטור) לצורך הגדלת היבולים. כדי לקבל חיידקי ריזוביום המקבעים חנקן בצורה מוגברת, יצרו חוקרים חיידקי ריזוביום מהונדסים שלכל אחד מהם הוחדרו כמה עותקים של מקטע DNA המקודד לאנזימים מקבעי חנקן (מקטע DNA הקרוי NIF).

הם ערכו ניסוי הבוחן את יעילות הביקטור של החיידקים המהונדסים בתנאי חממה מבוקרים ובתנאי שדה. יעילות הביקטור נמדדה על-ידי מספר פקעיות החנקן שנמצאו על שורשי צמחי הקטניות. כביקורת, נבדקו חלקות (חממה ושדה) שלא בוצע בהן ביקטור. החוקרים הקפידו על כך שהגורמים האביוטיים יהיו קבועים בכל החלקות. התוצאות מוצגות באיור שבעמוד הבא.



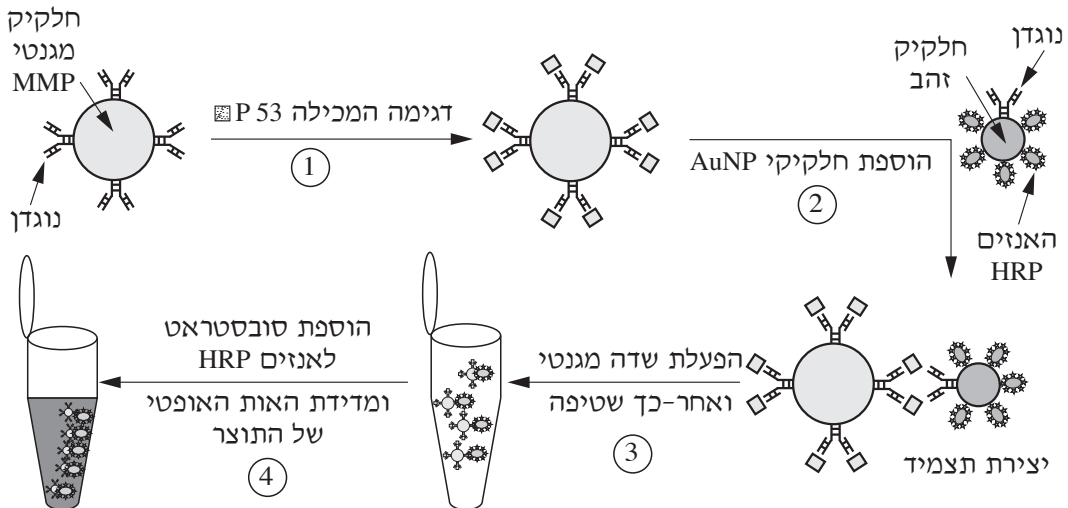
איור לשאלה 28

- ג. הסבר את התוצאות שהתקבלו בכל אחת מהחלקות.
- ד. ישנם חוקרים הממליצים לשבט את מקטע ה-NIF ישירות לצמחים כדי שיקבעו חנקן באופן עצמאי. חוקרים אחרים מתנגדים לשימוש בצמחים מהונדסים מחשש להפצת מקטע NIF המהונדס לצמחים אחרים, דבר שעלול להפר את המאזן האקולוגי בסביבה. הבא סיבה נוספת, מלבד הפרת המאזן האקולוגי, להתנגדות לשימוש בצמחים מהונדסים.

ננו-ביוטכנולוגיה

שאלה 29

החלבון P 53 מצוי בתאי האדם, הוא מדכא התפתחות של גידולים ממאירים וגורם למוות של תאים שה-DNA שלהם ניזוק. חוקרים יצרו ביוסנסור הרגיש לריכוזים נמוכים ביותר של החלבון P 53 ומאפשר לאבחן בשלב מוקדם מחלות הנובעות מביטוי לא-תקין של חלבון זה. החוקרים קשרו לחרוזים מגנטיים זעירים נוגדן ספציפי לחלבון P 53, לקבלת החלקיק MMP. במקביל, יצרו החוקרים חלקיק זהב שאליו קשרו נוגדן ספציפי לחלבון P 53, ואת האנזים המחמצן פראוקסידאז HRP, לקבלת החלקיק AuNP. במהלך הבדיקה, הוסיפו החוקרים את החרוזים המגנטיים למבחנה שהכילה דגימה שנלקחה מנבדק. לאחר מכן הוסיפו למבחנה את חלקיקי הזהב. נוכחותו של החלבון P 53 בדגימה גרמה ליצירת התצמיד MMP-AuNP. בשלב ראשון הפעילו החוקרים שדה מגנטי ושטפו את המבחנה. בהמשך הם הוסיפו סובסטרט לאנזים HRP המצוי על חלקיקי הזהב. נוצר אות אופטי ששיקף את כמות החלבון P 53 שבדגימה, כמתואר באיור לשאלה.



איור לשאלה 29

- הצע דרך אחת לקשור את האנזים HRP לחלקיק AuNP.
- מדוע הופעל שדה מגנטי ובוצעה שטיפה (שלב 3) לאחר הוספת שני סוגי החלקיקים לדגימה?
- הסבר את הקשר בין ריכוז החלבון P 53 בדגימה ובין עוצמת האות האופטי. בתשובתך התייחס לכל השלבים שבאיור.
- האם הביוסנסור המתואר נבנה בגישת "מלמעלה למטה" או בגישת "מלמטה למעלה"? נמק את תשובתך.

שאלה 30

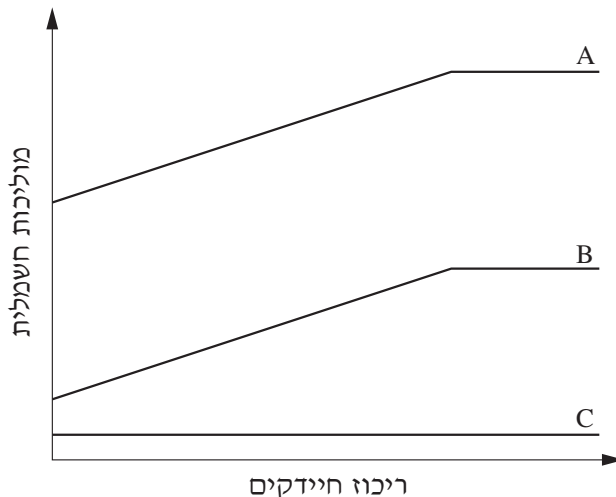
חוקרים רצו ליצור ביוסנסור, שמורכב מאלקטרודת זהב, כדי לזהות נוכחות של חיידקים במוצרי מזון.

- א. 1. כיצד ניתן לקשור נוגדנים, המזהים חיידקים, לאלקטרודת זהב?
2. החוקרים החליטו לצפות את האלקטרודה בסטרפטאבידין. כיצד ציפוי האלקטרודה בסטרפטאבידין יאפשר לנוגדנים להיקשר לאלקטרודה?

לצורך בניית הביוסנסור בדקו החוקרים את יעילותן של שלוש אלקטרודות:

- אלקטרודה ללא ציפוי
- אלקטרודה שמצופה בנוגדנים פחמן שאליהם קשורים נוגדנים המזהים את החיידקים
- אלקטרודה שמצופה בנוגדנים שמזהים את החיידקים

החוקרים מדדו את המוליכות החשמלית של כל אחת מהאלקטרודות בתמיסות שהיו בהן ריכוזים שונים של חיידקים. ידוע שקישור של חיידקים אל הנוגדנים שמוצמדים לאלקטרודה גורם לעלייה במוליכות החשמלית של האלקטרודה. באיור א' לשאלה נתונות שלוש עקומות המתארות את המוליכות החשמלית של כל אלקטרודה כפונקציה של ריכוז החיידקים שהוספו לביוסנסור.



איור א' לשאלה 30

ב. קבע איזו אלקטרודה מייצגת כל אחת מהעקומות – A, B ו- C שבאיור. נמק את קביעותיך.

ג. מדוע המוליכות החשמלית של האלקטרודות אינה משתנה כעבור זמן מסוים?

אחד החוקרים הציע ליצור ארבעה ביוסנסורים על-גבי אותה אלקטרודת זהב, תוך כדי שימוש בארבעה נוגדנים שכל אחד מהם מזהה חיידק אחר (ראה איור ב' לשאלה).

נוגדן L		נוגדן M
נוגדן N		נוגדן O

איור ב' לשאלה 30

ד. תאר את השלבים של הפוטוליטוגרפיה שיש לבצע כדי שכל נוגדן ייקשר רק לפינה המיועדת לו.

בהצלחה!

נספח א': דף תשובות לפרק הראשון
לשאלון 842201, קיץ תשע"ג

הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך.
כשתסיים להשיב על השאלות, הדק את דף התשובות למחברתך.
ענה על עשר מבין השאלות 1-18.

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
שאלה 13	א	ב	ג	ד
שאלה 14	א	ב	ג	ד
שאלה 15	א	ב	ג	ד
שאלה 16	א	ב	ג	ד
שאלה 17	א	ב	ג	ד
שאלה 18	א	ב	ג	ד

נספח ב' לשאלה 19

לשאלון 842201, קיץ תשע"ג

