

תהליכים ביוטכנולוגיים ב'

2 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 29 עמודים ועמוד אחד של נספח.

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

אנזימי הגבלה חותכים:

- א. קשרים פוספודיאסטריים בין נוקליאוטידים סמוכים באותו גדיל RNA .
- ב. קשרים פוספודיאסטריים בין נוקליאוטידים סמוכים באותו גדיל DNA .
- ג. קשרי מימן בין נוקליאוטידים בשני גדילי DNA שונים.
- ד. קשרי מימן בין נוקליאוטידים סמוכים באותו גדיל RNA .

שאלה 2

רוב הפלסמידים בטבע:

- א. משולבים בגנום החיידק, ומשוכפלים פעם אחת בדור.
- ב. משולבים בגנום החיידק, ומשוכפלים במספר רב של עותקים בדור.
- ג. אינם משולבים בגנום החיידק, ומשוכפלים פעם אחת בדור.
- ד. אינם משולבים בגנום החיידק, ומשוכפלים במספר רב של עותקים בדור.

שאלה 3

בהפרדת מולקולות DNA באמצעות ג'ל אלקטרופורזה:

- א. הכוח המניע הוא משיכה חשמלית, והמולקולות נפרדות על-סמך מטענן.
- ב. הכוח המניע הוא משיכה חשמלית, והמולקולות נפרדות על-סמך גודלן.
- ג. הכוח המניע הוא ריכוזי פרוטונים, והמולקולות נפרדות על-סמך מטענן.
- ד. הכוח המניע הוא ריכוזי פרוטונים, והמולקולות נפרדות על-סמך גודלן.

שאלה 4

מולקולת DNA חד-גדילית המשמשת כגלאי בהספג צפוני מכילה:

- א. רצף בסיסים אקראי, של 10 בסיסים לפחות.
- ב. רצף בסיסים זהה למולקולת המטרה שאותה מעוניינים לזהות.
- ג. רצף בסיסים משלים למולקולת המטרה שאותה מעוניינים לזהות.
- ד. רצף בסיסים המכיל אתרי הכרה לאנזימי הגבלה, הזיהים למולקולת המטרה.

שאלה 5

זיהוי חלבון בתספיג מערבי (אימונובלוטינג) נעשה בעזרת:

- א. נוגדן
- ב. רצף DNA
- ג. רצף RNA
- ד. גן מדווח

שאלה 6

בחיתוך מולקולת DNA מעגלית X באנזים הגבלה מסוים התקבלו 4 מקטעי DNA לינאריים. כמה מקטעים היו מתקבלים, אילו מולקולה X הייתה לינארית?

- א. 2 מקטעים
- ב. 3 מקטעים
- ג. 5 מקטעים
- ד. 6 מקטעים

אימונודיאגנוסטיקה

שאלה 7

איזה חלק באימונוגלובולינים (בנוגדנים) מקנה ספציפיות?

א. שרשרת L כולה

ב. שרשרת H כולה

ג. אזור Fe^{-}

ד. אזור Fab^{-}

שאלה 8

מהי מטרת החסימה של אתרים פנויים על-גבי משטח מוצק במבחן RIA ?

א. מניעת קישור בלתי ספציפי של הנוגדן אל המשטח המוצק.

ב. מניעת קישורו של הנוגדן אל האנטיגן הקשור למשטח המוצק.

ג. הגברה של עוצמת הקרינה המתקבלת מנוגדן המסומן באיזוטופ רדיואקטיבי.

ד. הגברה של עוצמת הקרינה על-ידי קישור חומר פלואורסנטי ל- Fe^{-} של הנוגדן.

שאלה 9

איזה מהמשפטים שלפניך הוא הנכון?

א. כל הדטרמיננטות האנטיגניות המצויות על שטח הפנים של חידק מסוים יכולות להיקשר אך ורק לנוגדן ספציפי אחד.

ב. על שטח הפנים של חידק יכולות להימצא דטרמיננטות אנטיגניות מסוגים רבים, המסוגלות להיקשר לנוגדנים מסוגים שונים.

ג. נוגדן המזהה דטרמיננטה אנטיגנית על שטח הפנים של חידק מסוג מסוים, לעולם לא יזהה דטרמיננטה אנטיגנית על שטח הפנים של חידק מסוג אחר.

ד. על שטח הפנים של חידק יש תמיד דטרמיננטה אנטיגנית מסוג אחד בלבד, שיכולה להיקשר לנוגדנים מסוגים שונים.

תרבויות תאים

שאלה 10

איזה מהמשפטים שלפניך מתאר נכונה את מהלך ההתרבות של תאים דורשי תאחיזה למשטח?

- א. (1) התאים משתטחים עקב נוכחות גליקופרוטאינים; (2) מתרחשת חלוקת תאים; (3) כל התאים שנוצרו נצמדים למשטח.
- ב. (1) התאים משתטחים עקב נוכחות גליקופרוטאינים; (2) התאים נצמדים למשטח; (3) מתרחשת חלוקת תאים.
- ג. (1) התאים נצמדים למשטח עקב נוכחות גליקופרוטאינים; (2) מתרחשת חלוקת תאים; (3) התאים שנוצרו משתטחים.
- ד. (1) התאים נצמדים למשטח עקב נוכחות גליקופרוטאינים; (2) התאים משתטחים; (3) מתרחשת חלוקת תאים.

שאלה 11

מערכת הבקבוק הסובב מיועדת לגידול של תרביות:

- א. תאים מותמרים, ומבוססת על חשיפת התאים למצע באופן רציף.
- ב. תאים מותמרים, ומבוססת על חשיפת התאים למצע ולאוויר לסירוגין.
- ג. תאים דורשי תאחיזה, ומבוססת על חשיפת התאים למצע באופן רציף.
- ד. תאים דורשי תאחיזה, ומבוססת על חשיפת התאים למצע ולאוויר לסירוגין.

שאלה 12

מאיזה אזור בצמח לא ניתן לגדל תרביות מריסטמיות?

- א. מקצות העלים.
- ב. מחיקי העלים.
- ג. מקדקודי צמיחה בשורשים.
- ד. מקדקודי צמיחה בקצות הגבעולים.

ביוטכנולוגיה סביבתית

שאלה 13

בטיהור שפכים בשיטת הבוצה המשופעלת, השפכים מאווררים כדי:

- א. להגדיל את כמות החמצן במים, ולאפשר מטבוליזם אווירני.
- ב. להקטין את כמות החמצן במים, ולאפשר מטבוליזם אל-אווירני.
- ג. להעלות את הטמפרטורה במים, ולאפשר מטבוליזם אווירני.
- ד. להוריד את הטמפרטורה במים, ולאפשר מטבוליזם אל-אווירני.

שאלה 14

בתהליך הפוטוסינתזה:

- א. נקלטים מים וחמצן, ומשתחררים גלוקוז ואור.
- ב. נקלטים מים ו- CO_2 , ומשתחררים גלוקוז וחמצן.
- ג. נקלטים מים וגלוקוז, ומשתחררים CO_2 וחמצן.
- ד. נקלטים אור וחמצן, ומשתחררים CO_2 ומים.

שאלה 15

בתעשיית העורות, המזהם העיקרי הוא:

- א. גזים המכילים גופרית.
- ב. גזים המכילים כלור.
- ג. שפכים המכילים כרום.
- ד. שפכים המכילים אמוניה.

ננוביוטכנולוגיה

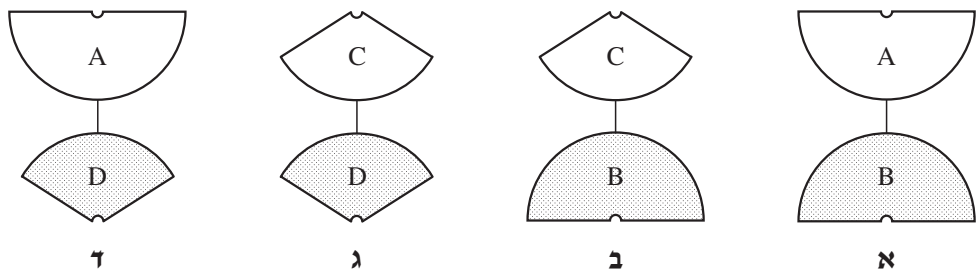
שאלה 16

בשיטת הפוטוליתוגרפיה:

- גודל המבנה **הקטן** ביותר שאפשר ליצור, שווה בקירוב לאורך גל האור שמשתמשים בו.
- גודל המבנה **הקטן** ביותר שאפשר ליצור, שווה בקירוב למחצית אורכו של גל האור שמשתמשים בו.
- גודל המבנה **הגדול** ביותר שאפשר ליצור, שווה בקירוב לפעמיים אורכו של גל האור שמשתמשים בו.
- גודל המבנה **הגדול** ביותר שאפשר ליצור, שווה בקירוב לאורך גל האור שמשתמשים בו.

שאלה 17

נתונים ארבעה חלבונים: A, B, C ו-D. חלבונים A ו-B יוצרים הומודימרים, ואילו חלבונים C ו-D יוצרים הומוטרימרים. חוקרים יצרו איחויים שונים בין החלבונים. איזה מבין האיחויים א-D שבאיור לשאלה מתאים ליצירת מבנים סיביים?



איור לשאלה 17

שאלה 18

איזו מהשיטות שלפניך **אינה** מתארת גישה להצמדת חלבונים לננו-חלקיקים אי-אורגניים?

- קישור **קוולנטי** בין קבוצות תיול על-פני החלבון לבין ננו-חלקיקי זהב.
- קישור **לא-קוולנטי** בין מולקולת נוגדן קושר ביוטין לבין ננו-חלקיק קושר סטרפאבידין.
- ספיחה **אלקטרוסטטית** בין שייר ציסטאין בחלבון לבין קבוצות טעונות חיובית על-פני ננו-חלקיקי כסף.
- ספיחה **אלקטרוסטטית** בין חומצות אמיניות טעונות חיובית על-פני החלבון לבין קבוצות טעונות שלילית על-פני ננו-חלקיקים.

פרק שני (15 נקודות)

ענה על שאלה אחת מבין השאלות 19 – 20.

שאלה 19 – ניתוח כתבה

לפניך קטע מתוך הכתבה "ריפוי גנטי של עיוורון צבעים הצליח עם קופים". קרא את הקטע וענה על הסעיפים א'–ג'.

ריפוי גנטי של עיוורון צבעים הצליח עם קופים

מאת יונת אשחר ונעם לויתן, מדור החדשות, "גלילאו" – כתב עת למדע ולמחשבה מקבוצת מוטו תקשורת, גיליון 136

עיוורון צבעים נפוץ מאוד בבני־אדם. כאחד מכל 12 גברים ואחת מ־230 נשים לוקים בתסמין זה. חוסר היכולת להבדיל בין אדום לירוק הוא הסוג הנפוץ ביותר, והוא נגרם על־ידי מוטציה באחד מצבעני הראייה – החלבונים האחראים לקליטת אור בתחום אורכי גל מסוים.

במחקר חדש השתמשו מדענים בריפוי גנטי כדי להחדיר גן תקין, המקודד יצירת צבען ראייה הקולט את אורכי הגל הארוכים ("האדומים"), לעיניהם של שני קופי סנאי, שחסרים גן זה באופן טבעי. התאים בעיניהם של הקופים ביטאו את הגן – ומה שמפתיע יותר, הקופים היו מסוגלים לפענח את המידע ולראות צבעים שלא היו מסוגלים לראותם קודם.

ברשתית של קופי הסנאי הללו, כמו בזו של אנשים עיוורי צבעים, ישנם שני סוגים של מדוכים (פוטורצפטורים, תאי חישה לאור, הפועלים בעוצמות אור גבוהות יחסית, ומאפשרים הבחנה בצבעים): כאלו המייצרים צבען ראייה הבולע אורכי גל קצרים (כחול), וכאלו המייצרים צבען ראייה הבולע אורכי גל בינוניים (ירוק).

החוקרים הזריקו אל הרשתית נגיפים מהונדסים, שהחדירו לתאים את הגן לצבען הראייה הבולע אור אדום. הגן היה מתוכנן כך שהתבטא רק בתאים קולטי האור שקלטו אור ירוק באופן טבעי. כך נוצרו שלושה סוגים של תאים: קולטי אור כחול, קולטי אור ירוק, ותאים שבהם שני סוגים של חלבונים, קולטי אור ירוק וקולטי אור אדום. ארבעה חודשים לאחר ההזרקה מצאו החוקרים כי חלק מהתאים ברשתית אכן מגיבים – כלומר מעבירים אות עצבי – כאשר הם בולעים אורכי גל ארוכים. אבל זה החלק הקל – הגן הוכנס לתא והחלבון פעל. השאלה הגדולה הייתה, האם המוח של הקופים יצליח לפענח נכונה את האותות, וייתן לקופים ראייה טריכרומטית (מבוססת על שלושה צבעים) אמיתית?

הקופים אומנו לגעת בכתמי צבע על מסך מגע. הקופים עיוורי הצבעים זיהו בקלות כתמים כחולים וצהובים, אך התקשו להבדיל בין הכתמים הירוקים והאדומים ובין הרקע האפור. 20 שבועות לאחר ההזרקה הם השתפרו בצורה דרמטית בזיהוי כתמים אלו, דבר המצביע על כך שמוחם פיענח נכונה את האותות ששלחו לו התאים המבטאים את הגן החדש. שנתיים לאחר הניסוי שני הקופים עדיין רואים צבעים, ולא נגרמו להם שום תופעות לוואי.

הניסוי מצביע על גמישותו המדהימה של המוח, שיכול להסתגל לאותות חדשים לחלוטין גם בשלב מאוחר בהתפתחות. וכמובן – המחקר נותן תקווה לעיוורי צבעים בקרב המין האנושי, ולאנשים שראייתם פגומה בדרך אחרת. ייתכן שריפוי גנטי הוא התשובה.

- א. הסבר מהו השינוי שביצעו החוקרים בתאי הרשתית של הקופים שהשתתפו בניסוי, ובאיזה כלי גנטי השתמשו לשם כך.
- ב. תאר בקצרה את השלבים שהיה על החוקרים לבצע כדי להנדס נגיפים כך שיכילו את הגן לצבען הראייה האדום. התבסס בתשובתך על הידוע לך בנושא בקטריופאגים כנשאים.
- ג. בניסוי לבדיקת יעילות החדרת הגן באמצעות הנגיפים המהונדסים, הדביקו החוקרים תרבית של תאי רשתית בנגיף המהונדס. ציין שיטה אחת שבאמצעותה אפשר לבדוק אם תאי הרשתית שבתרבית מבטאים את הגן שהוחדר. הסבר בקצרה את עקרון השיטה.

שאלה 20 – סיור לימודי

במסגרת סיכום הסיור בלימודי הביוטכנולוגיה ביקש המורה להכין הודעה בפייסבוק המתארת את סיורך.

- א. ציין את שם המקום שסיירת בו ואת נושא הסיור.
- ב. תאר בקצרה את מטרת התהליך או המחקר שהוצג לפניך ואת חשיבותו.
- ג. 1. בחר **שתיים** מבין השיטות שהוצגו בפניך, ותאר בקצרה את השימוש בהן באתר הסיור.
2. בחר ב**אחת** השיטות שתיארת בסעיף הקודם, והצע שימוש נוסף לשיטה זו.

פרק שלישי (60 נקודות)

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

הנדסה גנטית

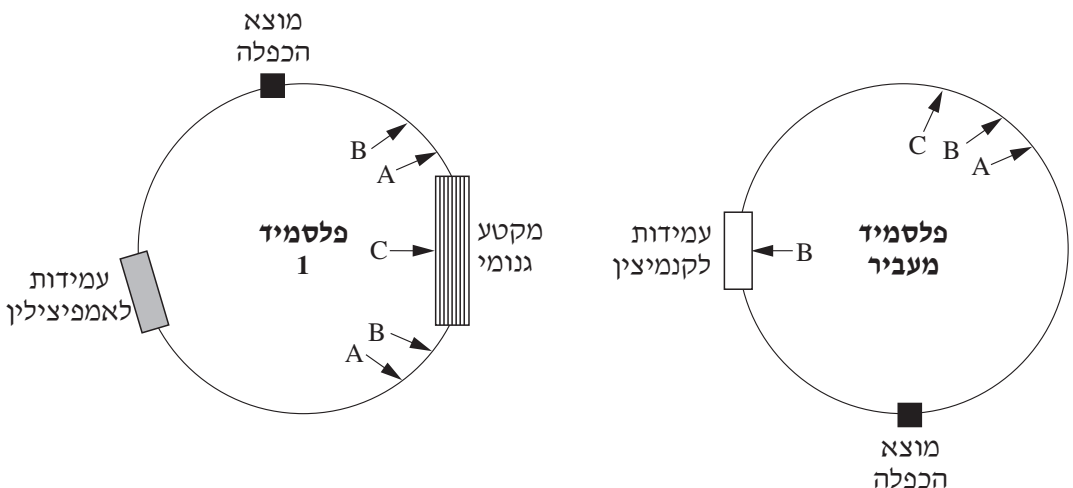
ענה על אחת מבין השאלות 21-22.

שאלה 21

חוקרים בפקולטה לחקלאות מעוניינים לשבט לגנום החציל גן המקנה עמידות לקוטל עשבים.

א. אחת הדרכים לשבט מקטע DNA לגנום היא בעזרת אגרובקטריום. תאר בקצרה את השלבים שעל החוקרים לבצע עד לקבלת צמח שלם המבטא את הגן לעמידות.

לרשות החוקרים פלסמיד (פלסמיד 1) המכיל מקטע DNA גנומי. החוקרים סברו שהגן המקנה עמידות לקוטל עשבים מצוי במקטע זה. בשלב הראשון ביקשו החוקרים להוציא את המקטע הגנומי מפלסמיד 1 ולשבטו לתוך פלסמיד מעביר שיאפשר החדרה לצמח החציל על-ידי שימוש באגרובקטריום. לרשות החוקרים שלושה אנזימי הגבלה (A, B ו-C). איור א' לשאלה מתאר את שני הפלסמידים, ומציין את אתרי ההכרה לאנזימי ההגבלה השונים.

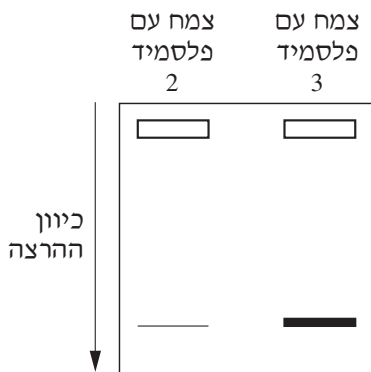


איור א' לשאלה 21

ב. באיזה מבין אנזימי ההגבלה (A, B או C) תמליץ לחוקרים להשתמש לשיבוט המקטע הגנומי לתוך הפלסמיד המעביר, כך שיוכלו לברור את החיידקים הטרנספורמנטיים? נמק את תשובתך, והתייחס בהסברך לכל שלושת האנזימים.

לאחר שיבוט המקטע הגנומי לתוך הפלסמיד המעביר, השתמשו החוקרים בפלסמיד המשובט (פלסמיד 2) לצורך החדרת הגן לצמחי חציל. כמורכן קיבלו החוקרים פלסמיד מעביר נוסף (פלסמיד 3). החוקרים סברו שהגן המקנה עמידות לקוטל העשבים מצוי גם בפלסמיד זה, והחדירו אותו לצמחי חציל אחרים בדרך דומה.

לאחר מכן לקחו החוקרים צמח שהוחדר אליו המקטע הגנומי מפלסמיד 2 וכן צמח שהוחדר אליו המקטע הגנומי מפלסמיד 3. אחד הצמחים לא הראה עמידות לקוטל העשבים. לאחר שווידאו כי הגן הוחדר לגנום הצמחים, ביצעו החוקרים הספג צפוני בכל אחד מהצמחים, תוך שימוש בגלאי הספציפי למקטע בגן העמידות לקוטל העשבים. התוצאות שהתקבלו מוצגות באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 21

ג. קבע על-סמך תוצאות ההספג איזה משני הצמחים עמיד לקוטל העשבים. הסבר את קביעתך.

בניסוי אחר ביצעו החוקרים הספג צפוני, בדומה למתואר לעיל, אבל הפעם השתמשו בגלאי המתאים לרצף המקדם (פרומוטור – אזור בקרה) של הגן המקנה עמידות לקוטל עשבים. במקרה זה לא נצפו פסים בהספג.

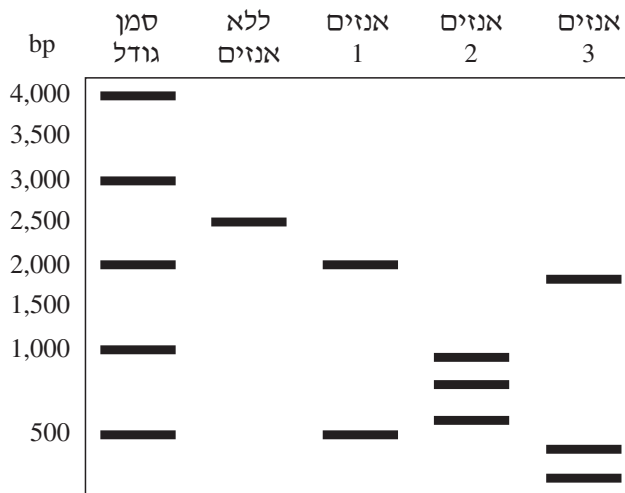
ד. הצע הסבר לתוצאה זו. הנח שלא הייתה בעיה טכנית בביצוע הניסוי.

שאלה 22

חברה העוסקת בייצור מסחרי של חלבון הקרישה X מעוניינת לשבט את הגן המקודד לחלבון זה בנשא מתאים, כדי לייצרו בכמות גדולה בתאי חיידקים.

א. תאר בקצרה את השלבים שעל המדענים לבצע כדי לבטא את הגן לחלבון הקרישה בחיידקים.

לרשות המדענים היה מקטע DNA גדול, הכולל את הגן המקודד לחלבון הקרישה X, ואשר ממנו רצו לחלץ את הגן לשיבוט. המדענים בחברה התלבטו בבחירת אנזים הגבלה שיתאים לשיבוט הגן **במלאו** (גודל הגן – 1,500 זוגות בסיסים). לכן החליטו לבצע תחילה ניסוי מקדים. הם חתכו את מקטע ה-DNA בשלושה אנזימי הגבלה שונים (בכל פעם באנזים אחר), והריצו את תוצרי החיתוך בג'ל אלקטרופורזה. כמו־כן הריצו את המקטע בלי חיתוך (בלי אנזים). התוצאות שהתקבלו מוצגות באיור א' לשאלה.



איור א' לשאלה 22

ב. 1. הסבר מדוע התקבלו תוצרים בגדלים שונים בכל אחת משלוש ריאקציות החיתוך (אנזימים 1–3).

2. איזה משלושת אנזימי ההגבלה 1–3 **אינו מתאים בוודאות** לשמש לשיבוט הגן המקודד לחלבון הקרישה X **במלאו**? הסבר את תשובתך.

לפניך רצפי ההכרה של כל אחד משלושת אנזימי ההגבלה (1-3). נקודת החיתוך בכל אחד מהרצפים מצוינת על-ידי קו מקווקו:

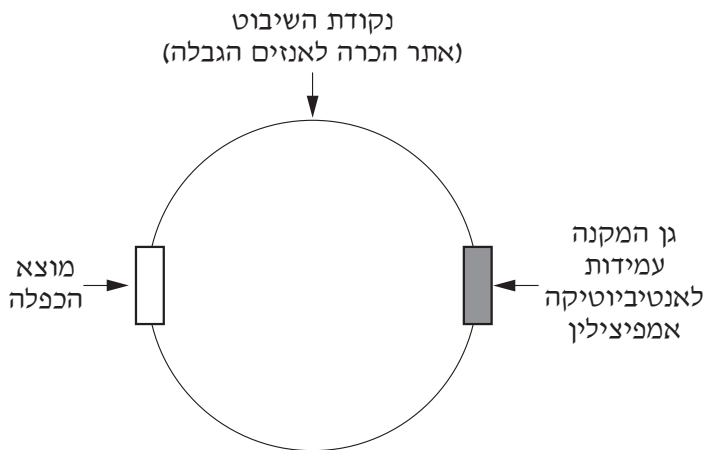
אנזים 3 GTT|AAC
CAA|TTG

אנזים 2 GG|ATCC
CC|TAGG

אנזים 1 GAATTC
CTTAA|G

ג. על-סמך מידע זה, באיזה אנזים תמליץ למדענים להשתמש? הסבר את תשובתך.

במקביל לניסוי שיבוט זה, החליטו המדענים לשבט גם מולקולת cDNA של הגן (מולקולה שאינה מכילה את אתרי הבקרה), שמקורה מה-mRNA (שליח) של חלבון הקרישה X. המדענים השתמשו בנושא כמתואר באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 22

לאחר השיבוט גידלו המדענים את החיידקים המכילים פלסמיד רקומביננטי, ובדקו את כמות ה-RNA ואת כמות חלבון הקרישה X שמייצרים החיידקים. להפתעתם, למרות הצלחת השיבוט, לא נמדדו RNA או חלבון שמקורו במְחַדָּר. אחת המדעניות בחברה העלתה השערה שבפלסמיד שהשתמשו בו חסר מרכיב חשוב.

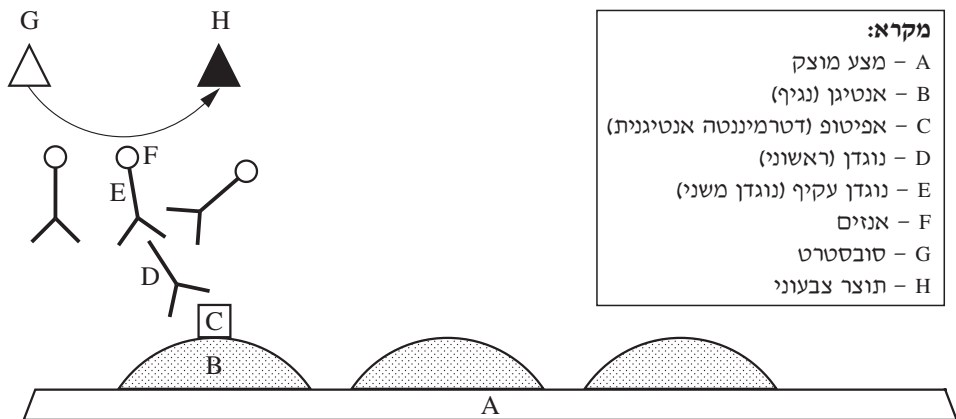
ד. הסבר מדוע לדעתך לא נמדד ביטוי של המחַדָּר, ומה אפשר לשנות בפלסמיד כדי להתגבר על בעיה זו.

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

אימונודיאגנוסטיקה

שאלה 23

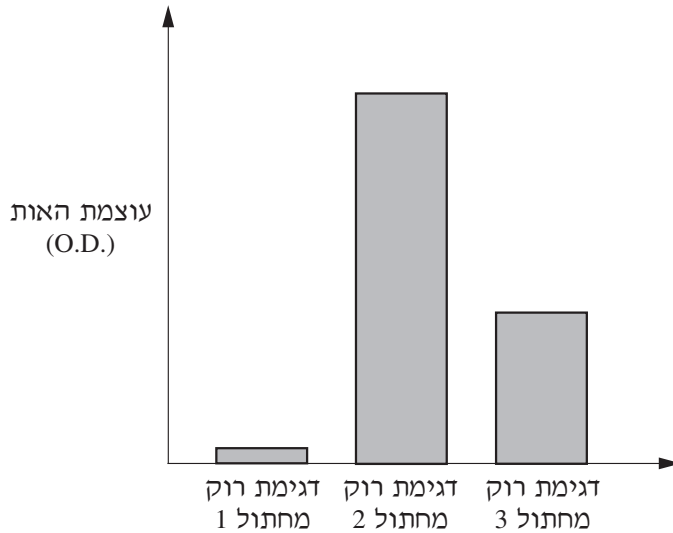
אחת המחלות הנפוצות בחתולים היא נשירת פרווה הנגרמת על-ידי נגיף (וירוס). הבדיקה הנפוצה לגילוי הנגיף היא בדיקת ELISA המבוצעת בדגימת דמעות, דם או רוק של החתול. באיור א' לשאלה מוצג תהליך ה-ELISA.



איור א' לשאלה 23

- א.** האם בדיקת ה-ELISA המתוארת באיור היא תחרותית או לא-תחרותית? הסבר את קביעתך.
- ב.** הצע דרך **אחת** נוספת (שאינה בדיקת ELISA) לבדיקת הימצאותו של הנגיף בגופו של החתול. תאר את הדרך בקצרה.

הדרך העיקרית להעברת הנגיף בין חתולים היא באמצעות רוק החודר לפצעי נשיכה בקרבות חתולים. שלושה חתולים הובאו למרפאה הווטרינרית לבדיקת הימצאות הנגיף בגופם. דגימות רוק שלהם נבדקו בשיטת ELISA (כפי שתואר באיור א' לשאלה). תוצאות הבדיקה מוצגות באיור ב'.



איור ב' לשאלה 23

ג. אילו מהחתולים חולים? נמק את תשובתך.

נמצא כי קיים נגיף דומה המדביק בני אדם. בחברה לייצור מוצרי אימונודיאגנוסטיקה חיפשו דרך ליצור נוגדנים מואנשים (נוגדני כלאיים) של הנוגדן מדגימת רוק של חתול חולה. כדי לבדוק את יעילות נוגדנים אלו בזיהוי האנטיגן, ביצעו החוקרים בדיקת ELISA, בדומה לזאת שתוארה בשאלה, תוך שימוש בדגימות הרוק משלושת החתולים (1-3). במקרה זה, בכל אחת משלוש הדגימות עוצמת האות שהתקבלה בבדיקה הייתה אפסית.

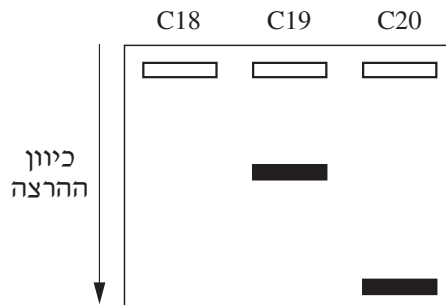
ד. הצע הסבר לעוצמת האות האפסית שהתקבלה בבדיקה זו, וציין איזה רכיב יש לשנות בבדיקת ה-ELISA כדי להתאים אותה לנוגדנים המואנשים.

שאלה 24

בשיטת טיפול חדשנית בחולי סרטן הלימפומה מסוג מסוים משתמשים בנוגדן מונוקלונלי (חד-שבטי) X שמחובר אליו איזוטופ רדיואקטיבי, המכוון כנגד החלבון C 20, המתבטא ברמה גבוהה בתאי הלימפומה.

- א. 1. מהם נוגדנים מונוקלונליים (חד-שבטיים)?
2. ציין שני יתרונות של שימוש בנוגדנים מונוקלונליים לעומת נוגדנים פוליקלונליים (רב-שבטיים) באימונותרפיה.

חוקרים רצו לבדוק אם הנוגדן המונוקלונלי X יעיל גם כנגד שני חלבונים נוספים (C18 ו-C19) המצויים על-פני תאי הלימפומה. לשם כך ביצעו תספיג אימונולוגי על שלושת החלבונים (C18, C19, ו-C20), תוך שימוש בנוגדן המונוקלונלי. תוצאות התספיג מוצגות באיור א'.



איור א' לשאלה 24

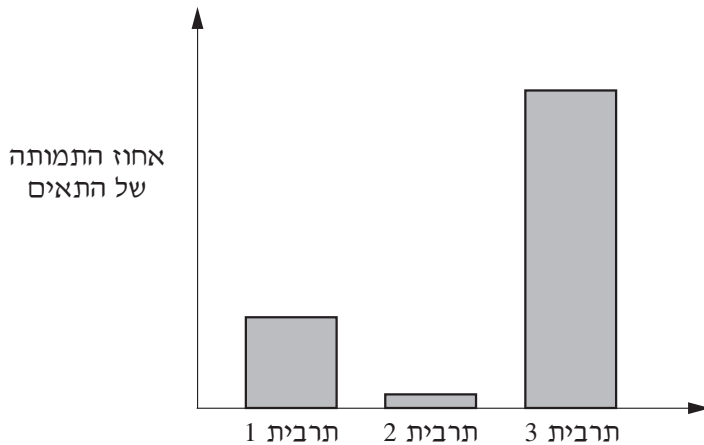
- ב. מה ניתן להסיק מתוצאות התספיג שהתקבלו? התייחס לנוכחותם או להיעדרם של הפסים ולמיקומם בג'ל.

לרשות החוקרים נוגדן נוסף – נוגדן Y. החוקרים ביצעו תספיג אימונולוגי גם עם נוגדן זה, וקיבלו פסים בכל שלושת החלבונים (C18, C19, ו-C20). הם שיערו שטיפול רדיואימונותרפי עם נוגדן Y יהיה יעיל יותר מאשר עם נוגדן X.

- ג. הסבר את השערת החוקרים.

אחד החוקרים הציע לשפר את התרופה על-ידי חיבור של טוקסין (רעלן) לנוגדן X במקום האיזוטופ הרדיואקטיבי. החוקר הדגיר שלוש תרביות לימפומה: תרבית עם נוגדן המחובר לאיזוטופ רדיואקטיבי, תרבית עם נוגדן המחובר לטוקסין ותרבית עם נוגדן חופשי (ללא מולקולה נוספת).

החוקר מדד את אחוז **תמותת התאים** בשלוש התרביות השונות. התוצאות שהתקבלו מוצגות באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 24

- ד. על-פי התוצאות המוצגות באיור ב', קבע איזה נוגדן הודגר עם כל אחת מהתרביות (1–3). התייחס לאופן הפעולה של הנוגדנים המחוברים לאיזוטופ רדיואקטיבי ושל הנוגדנים המחוברים לטוקסין.

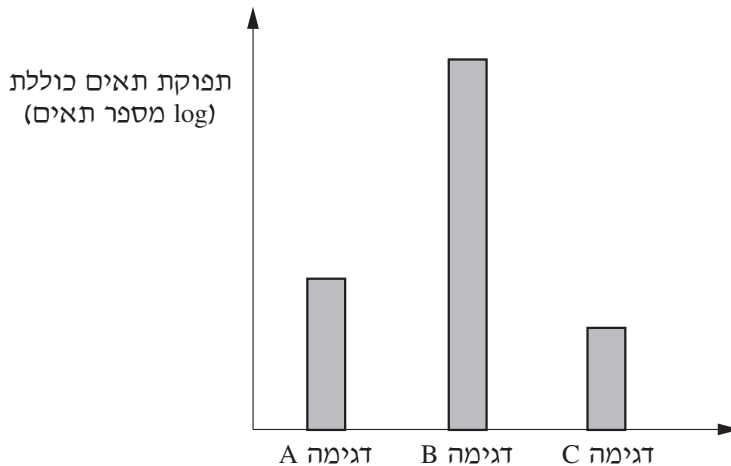
תרבות תאים

שאלה 25

בחברת ביוטכנולוגיה לייצור מוצרים שמקורם מבעלי חיים התלבטו בין שימוש בתרבות חיידקים לבין שימוש בתרבות תאים מבעלי חיים.

א. ציין יתרון אחד וחיסרון אחד לשימוש בתרבות חיידקים לעומת שימוש בתרבות תאים של בעלי חיים, לייצור מוצרים שמקורם מבעלי חיים.

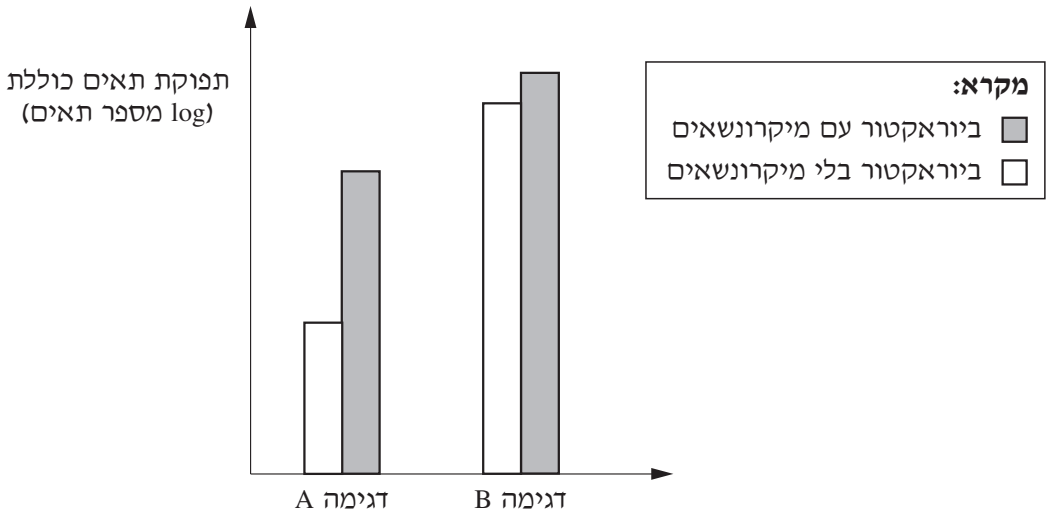
לאחר בחינת היתרונות והחסרונות, החליטו בחברה להשתמש בתרבות תאים מבעלי חיים. לשם כך הכינו היזמים תרבות תאים ראשונית. הם גידלו אותה במשך שבועות אחדים בביווראקטור, והעבירו אותה מפעם לפעם למצעי גידול טריים. היזמים בדקו את תפוקת התאים במהלך התפתחות התרבות בשלושה שלבי גידול. התוצאות שהתקבלו מוצגות באיור א' לשאלה.



איור א' לשאלה 25

ב. על-סמך התוצאות המוצגות באיור, קבע את סוג התרבות (תרבות שניונית, קו תאים או קו תאים רציף) המיוצגת בכל דגימה (A, B ו-C). הסבר את קביעתך תוך התייחסות לשלבי ההתפתחות של תרבות תאים מבעלי חיים.

במקביל לניסוי שתואר, גידלו החוקרים את דגימה A ואת דגימה B בביווראקטור המכיל מיקרונשאים (למעט תוספת המיקרונשאים, כל שאר תנאי הניסוי היו זהים). החוקרים השוו את תפוקת התאים שהתקבלה בביווראקטור זה לתוצאות שהתקבלו בביווראקטור בלי המיקרונשאים. התוצאות מוצגות באיור ב'.



איור ב' לשאלה 25

ג. הסבר מדוע ההבדל בתפוקת התאים בביווראקטור בתוספת מיקרונשאים ובלעדיה ניכר דווקא בדגימה A, ולא בדגימה B.

בשלב הבא לקחו החוקרים תרבית ראשונית שמקורה מרקמת פֶּלִיָה, ופיצלו אותה לשתי תרביות שניוניות שגודלו בתנאים שונים. בבדיקה נמצא שלשתי התרביות השניוניות היה הרכב חלבונים שונה.

ד. הצע הסבר אפשרי לכך שתרביות שמקורן מאותה רקמה מייצרות חלבונים שונים.

שאלה 26

בחברת תרופות מעוניינים לייצר את ההורמון דיאוסגנין בייצור תעשייתי מצמח בטטת הבר. צמח זה רגיש מאוד לקוטל עשבים, ולכן הוא קשה מאוד לגידול חקלאי. בשלב הראשון ניסו החוקרים בחברה ליצור בצמח הבטטה עמידות לקוטל העשבים, באמצעות השבחה.

א. השבחת צמחים מתאפשרת בשלוש דרכים שונות: וריאציה סומאקלונלית, בידוד מוטנטים ואיחוי פרוטופלסטים. תאר בקצרה **שתיים** מהן.

לאחר ההשבחה קיבלו החוקרים ארבעה צמחים מושבחים של בטטת הבר (צמחים D-A). כדי לדעת באיזה מהצמחים כדאי להם להשתמש, בדקו החוקרים את כמות הדיאוסגנין בכל אחד מהצמחים ואת מידת עמידתו של כל אחד מהם לקוטל העשבים. כמובן בדקו החוקרים את צמח בטטת הבר המקורי. תוצאות הבדיקות מתוארות בטבלה.

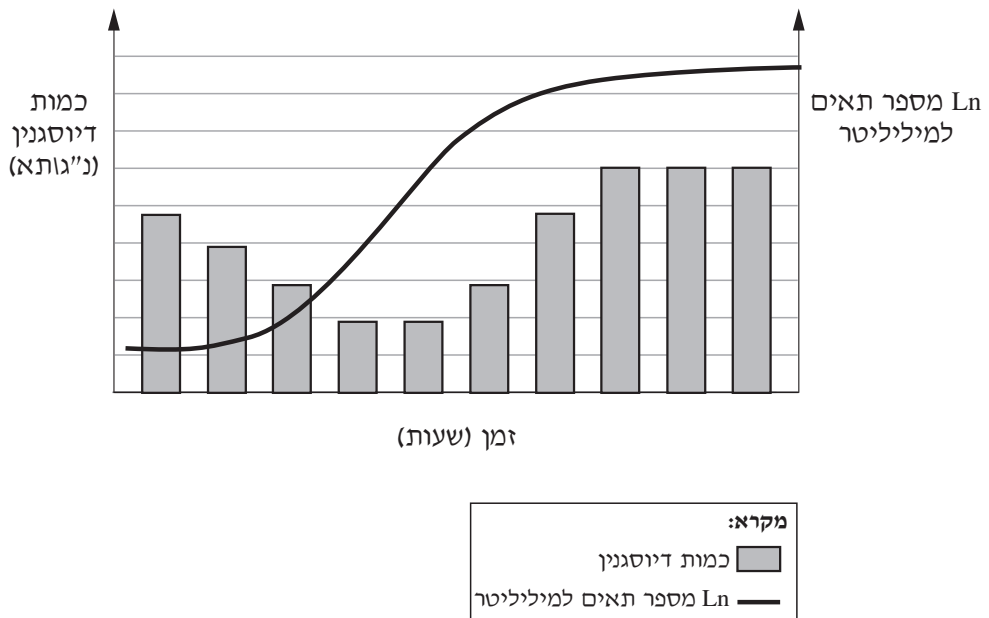
הצמח	כמות הדיאוסגנין (מ"ג)	עמידות לקוטל העשבים
בטטת הבר	20	-
צמח A	20	+
צמח B	10	+
צמח C	5	+
צמח D	25	+

ב. הסבר מדוע יש הבדלים בכמות הדיאוסגנין בין הצמחים המושבחים, אך אין הבדל בעמידותם לקוטל העשבים.

ידוע כי יש נגיף התוקף את צמח בטטת הבר ועלול להפחית את כושר ייצור הדיאוסגנין של הצמח. לכן החליטו החוקרים להשתמש בתרביות צמחים.

ג. באיזה חלק בצמח בטטת הבר תציע לחוקרים להשתמש כדי ליצור את תרבית הצמחים בלי נגיף? נמק את תשובתך.

החוקרים ייצרו תרבית קאלוס מבטטת הבר ובדקו במשך זמן הגידול של התרבית את כמות הדיוסגנין לתא ואת ריכוז התאים. התוצאות מוצגות באיור לשאלה.



איור לשאלה 26

- ד. 1. בעקומה המתארת את L_n מספר התאים למיליטר מבחינים בשלושה שלבים. תאר כיצד משתנה קצב הגידול של התאים בכל אחד מהשלבים.
2. תאר את הקשר בין קצב הגידול של התאים לבין ייצור הדיוסגנין בתאים.

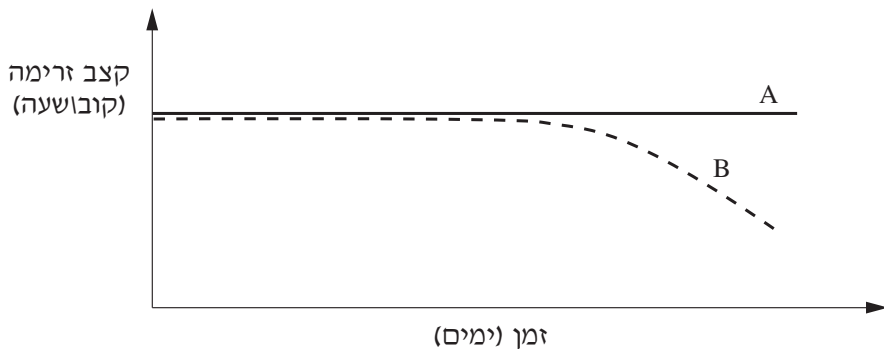
ביוטכנולוגיה סביבתית

שאלה 27

בשנים האחרונות גוברת בישראל המודעות למשבר המים. צריכת המים עולה בהתמדה, ואילו מקורות המים מידלדלים.

- א. 1. תאר את מחזור המים בטבע.
2. המים חיוניים לאורגניזם. ציין שני תפקידים של המים המדגימים זאת.

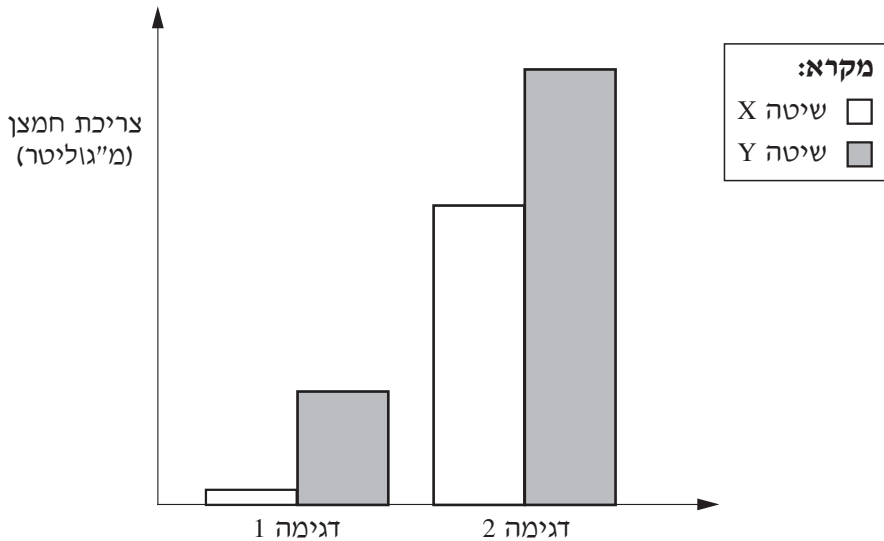
במפעל לטיהור מים בחנו טיהור מי־ביוב באמצעות מסנן טיפין. העובדים במפעל מדדו את קצב זרימת המים דרך המסנן לאורך זמן בשני מקרים: (1) הוזרמו מי־ביוב בעלי ריכוז גבוה מאוד של חומר אורגני; (2) הוזרמו מי־ביוב בעלי ריכוז נמוך יותר של חומר אורגני. התוצאות שהתקבלו מוצגות באיור א' לשאלה.



איור א' לשאלה 27

- ב. קבע איזו מהעקומות (A או B) מתאימה לתיאור קצב הזרימה של מי־ביוב בעלי ריכוז חומר אורגני גבוה, ואיזו – לתיאור קצב הזרימה במקרה של ריכוז נמוך יותר. הסבר את קביעתך.

במפעל זה משתמשים בשתי שיטות כדי לעקוב אחר יעילות הטיהור: בדיקה של צריכת החמצן הביולוגית (צח"ב – BOD) ובדיקה של צריכת החמצן הכימית (צח"כ – COD). החוקרים לקחו דגימות של מי-ביוב מצריכה ביתית, לפני תהליך הטיהור ובסופו, וביצעו בהן את שתי הבדיקות. התוצאות שהתקבלו מוצגות באיור ב' לשאלה.



איור ב' לשאלה 27

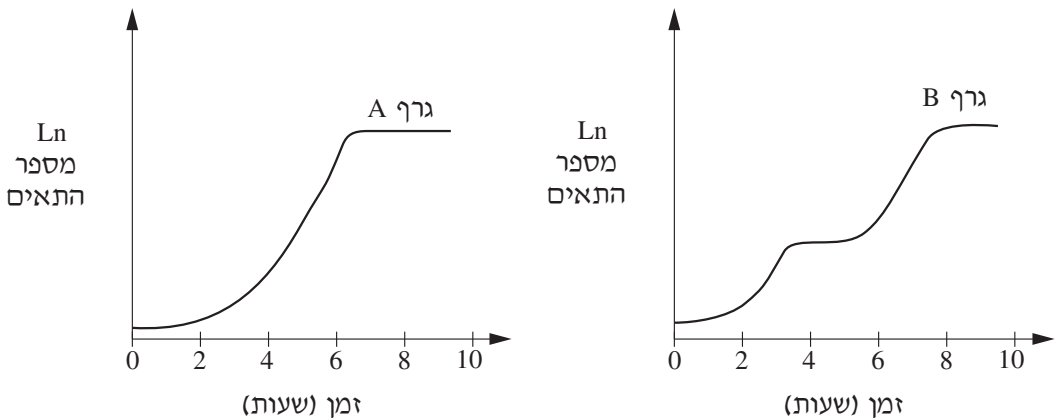
- ג. 1. קבע איזו משתי שיטות הבדיקה (צח"ב או צח"כ) מתאימה למדידה X, ואיזו מהן מתאימה למדידה Y. הסבר את קביעתך.
 2. קבע איזו משתי הדגימות (1 או 2) נלקחה לפני תהליך הטיהור, ואיזו – לאחר מכן. הסבר את קביעתך.
- בתום תהליך הטיהור במסנן הטיפין, מוזרמים מי הקולחין למקווה מים. העובדים במפעל הבחינו שבמקווה מים זה התפתחו אצות בכמות גדולה.
- ד. הצע הסבר לתופעה, ותאר כיצד אפשר לפתור בעיה זו.

שאלה 28

חברה המתמחה בפתרונות לחיסכון באנרגיה מעוניינת להשתמש באתנול מתפוחי אדמה כמקור אנרגיה.

א. הסבר מהו מקור האנרגיה העיקרי כיום, וציין שני חסרונות למקור אנרגיה זה.

החוקרים בחברה בדקו אילו סוכרים קיימים בתפוח האדמה, וגילו כי מלבד המרכיב העיקרי – הרב־סוכר עמילן – יש בתפוח האדמה שני סוכרים נוספים: החד־סוכר גלוקוז והדו־סוכר סוכרוז. לרשות החוקרים זן שמרים שמסוגל לנצל גלוקוז וסוכרוז. החוקרים הכינו שני מצעי גידול: האחד מבוסס על מיצוי תפוח אדמה (מצע I), והאחר מבוסס על מיצוי תפוחי אדמה שטופל באנזים המפרק סוכרוז (מצע II). החוקרים גידלו את השמרים בשני המצעים, ועקבו אחר גידול התאים במשך 10 שעות בתנאים אל־אווירניים (אנאירוביים), כמתואר באיור לשאלה.



איור לשאלה 28

ב. איזה מהגרפים (A או B) מתאים למצע I, ואיזה מהם מתאים למצע II ?
נמק את תשובתך.

בניסוי אחר גידלו החוקרים את זן השמרים במצע המבוסס על מיצוי תפוחי אדמה, ומצאו שריכוז האתנול שנוצר היה נמוך. החוקרים רצו להגדיל את ריכוז האתנול, ועל כן ביצעו שוב את התהליך, אך הפעם הוסיפו אנזים אחר (אנזים X) למיצוי תפוחי האדמה. התוצאה הייתה עלייה בריכוז האתנול.

ג. הסבר כיצד גורם האנזים X להעלאת ריכוז האתנול בתהליך.

אחת הבעיות במפעל היא הפסולת האורגנית המוצקה הנותרת בתום התהליך. לפתרון בעיה זו משתמשים במפעל בשיטת הקומפוסטיזציה על-ידי ערימה סטטית. מדידה של טמפרטורת הקומפוסט הצביעה על עליית הטמפרטורה במהלך הקומפוסטיזציה.

ד. הסבר מדוע עלתה הטמפרטורה במהלך הקומפוסטיזציה.

ננוביוטכנולוגיה

שאלה 29

חוקרים מעוניינים לייצר מערך מוליך ננומטרי. לרשותם ארבע מולקולות DNA בעלות הרצפים שלהלן:

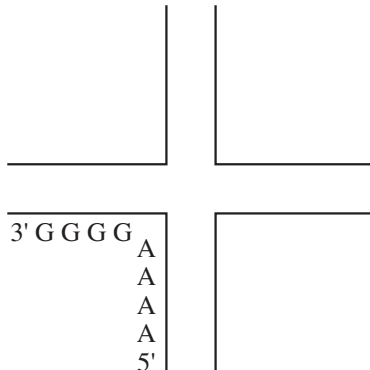
(1) 5'AAAAGGGG3'

(2) 5'ATATGCGC3'

(3) 5'CCCCATAT3'

(4) 5'GCGCTTTT3'

החוקרים הדגירו את כל ארבעת סוגי מולקולות ה-DNA יחד כדי לאפשר תהליך של הרכבה עצמית, ולאחר מכן בחנו בעזרת מיקרוסקופ אלקטרוני את המבנים שהתקבלו. אחד מהמבנים שהתקבלו היה מבנה של צומת DNA. באיור א' לשאלה מתואר מבנה סכמתי של הצומת, ובו ממוקם רצף 1.



איור א' לשאלה 29

א. העתק את הסרטוט למחברתך, ומקם בו את שלושת הרצפים (2-4) הנוותרים.

ב. החוקרים גילו כי לא התקבל מערך ננומטרי רציף מן הצמתים שנוצרו.

1. הסבר מדוע לא התקבל מערך ננומטרי רציף.

2. כיצד ניתן ליצור מערך רציף מצמתים בודדים?

לאחר שקיבלו את הצעתך והצליחו לייצר מערך ננומטרי רציף, החוקרים מעוניינים להגדיל את מוליכותו. לרשותם יוני כסף וחלקיקי זהב. ידוע כי ליוני הכסף ולחלקיקי הזהב מוליכות דומה, וכי שניהם מוליכים טובים יותר בהשוואה ל-DNA.

ג. הצע לחוקרים שיטה לשימוש ביוני הכסף להגדלת מוליכות מערך ה-DNA.

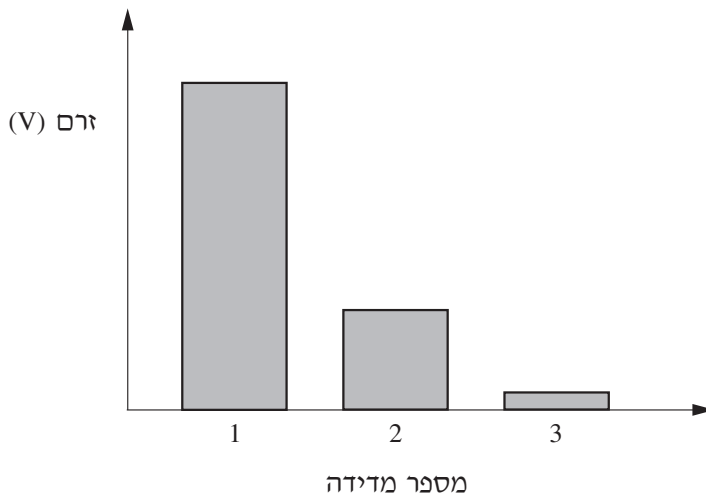
לחוקרים שלושה מערכי DNA :

מערך A – ללא יוני כסף או חלקיקי זהב.

מערך B – בתוספת יוני כסף.

מערך C – בתוספת חלקיקי זהב שחוברו למולקולות ה-DNA על-ידי סינתזה כימית של קבוצת אלקיל-תיוול.

החוקרים הפעילו מתח חשמלי זהה על כל שלושת המערכים, ומדדו את הזרם המתקבל מכל אחד מהם. באיור ב' מוצגים הזרמים שהתקבלו בכל מדידה.



איור ב' לשאלה 29

ד. ציין מאיזה מערך (C-A) התקבלה כל מדידה (1-3). נמק את תשובתך.

שאלה 30

חוקרים מאוניברסיטת בן-גוריון מפתחים ננו-ביוסנסור לזיהוי תאי כבד סרטניים. תאי כבד בריאים מציגים על-גבי המעטפת החיצונית שלהם סוכר מסוג A, ואילו תאי כבד סרטניים מציגים על-גבי המעטפת החיצונית שלהם סוכר מסוג A וגם סוכר מסוג B.

באיור א' לשאלה מפורטים רכיבי הביוסנסור:



גורם נבדק
(analyte)



מתמר פיזיקלי
(transducer)



אות
(signal)



ביו-רצפטור

איור א' לשאלה 30

א. תאר את תהליך המדידה באמצעות הביוסנסור. התייחס בתשובתך לתפקידם של המרכיבים השונים של הביוסנסור (היעזר באיור, במידת הצורך).

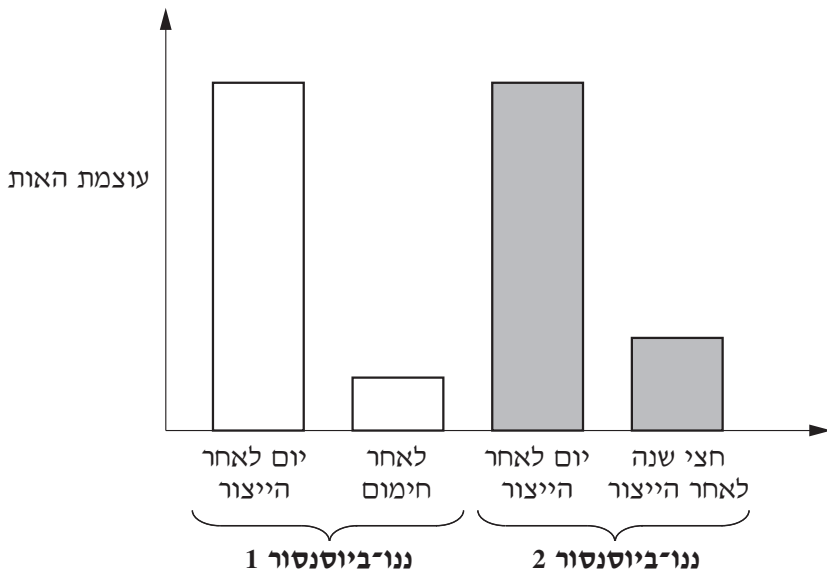
ב. באיזה סוג חלבון תמליץ לחוקרים להשתמש כדי לזהות רק תאי כבד סרטניים. התייחס בתשובתך לתכונה הייחודית המאפיינת את התאים הסרטניים.

החוקרים מעוניינים לקבע למשטח זהב את המולקולה שנתבקשת להציע בסעיף ב'.

ג. כיצד על החוקרים לקבע את המולקולה למשטח?

החוקרים הצליחו לייצר שני ננו-ביוסנסורים זהים, המסוגלים לזהות תאי כבד סרטניים (ננו-ביוסנסור 1 וננו-ביוסנסור 2). בשלב הראשון בדקו החוקרים את עוצמת האות המתקבלת משני הננו-ביוסנסורים ביום שלמחרת הייצור. את ננו-ביוסנסור 1 הם חיממו לטמפרטורה גבוהה, ומדדו את עוצמת האות לאחר החימום. את ננו-ביוסנסור 2 הם שימרו, ולאחר חצי שנה מדדו שוב את עוצמת האות.

באיור ב' לשאלה מתוארות תוצאות המדידות שהתקבלו בשתי הבדיקות. בכל אחת מהמדידות השתמשו החוקרים באותו סוג של תאים סרטניים ובאותה כמות של תאים.



איור ב' לשאלה 30

4. תאר על-סמך איור ב' את השינוי באות בכל אחד מהננו-ביוסנסורים, והצע הסבר לתוצאות. התייחס בתשובתך לרכיב בננו-ביוסנסור שמושפע מהטיפולים השונים וכן לאופן השפעתם של הטיפולים על אותו רכיב.

בהצלחה!

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

הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך.
כשתסיים להשיב על השאלות, הדק את דף התשובות למחברתך.

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