

מיקרוביולוגיה

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

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

פרק ראשון	20 נקודות
פרק שני	60 נקודות
פרק שלישי	20 נקודות
סה"כ	100 נקודות

ג. חומר עזר מותר לשימוש: כל חומר עזר.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
כתוב "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. כתיבת טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 12 עמודים.

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

בהצלחה!

השאלות

פרק ראשון (20 נקודות)

ענה על עשר מבין השאלות 1–12 בתשובון שבעמוד 19 במחברת הבחינה שלך (לכל שאלה – 2 נקודות).
לכל שאלה ארבע תשובות, שרק אחת מהן נכונה. סמן X במשבצת שמתחת לאות המציינת את התשובה
שבחרת.

שאלה 1

איזה אברון נמצא בתא של חיידק?

- א. גרעין
- ב. מיטוכונדריה
- ג. ריבוזום
- ד. ליזוזום

שאלה 2

קפסולה (קופסית) קיימת אצל:

- א. כל החיידקים.
- ב. כל הנגיפים.
- ג. חלק מהחיידקים.
- ד. חלק מהנגיפים.

שאלה 3

מהו ההיגד הנכון לגבי פֶּסטור?

- א. פֶּסטור משמיד את רוב המיקרואורגניזמים.
- ב. פֶּסטור משמיד את הנבגים (ספורות).
- ג. פֶּסטור מתבצע באוטוקלב בטמפרטורה של 121°C .
- ד. פֶּסטור משמש לחטוי מיכשור רפואי.

שאלה 4

החיידק *Salmonella* גורם בעיקר ל:

- א. דלקת של קרומי המוח.
- ב. דלקת מעיים.
- ג. דלקת של מערכת השתן.
- ד. דלקת ריאה.

שאלה 5

מה החיסרון העיקרי של שימוש בספקטרופוטומטר להערכת כמות של חיידקים?

- א. קיים סרבול טכני שמאט את המדידה.
- ב. לא ניתן להבחין באמצעותו בין תאים חיים לתאים מתים.
- ג. המדידות בספקטרופוטומטר מדויקות רק בריכוזי חיידקים נמוכים מאוד או גבוהים מאוד.
- ד. לא ניתן להשתמש בו עבור סוגים מסוימים של חיידקים.

שאלה 6

בניסוי שבו בודקים השפעת ריכוזים שונים של אנטיביוטיקה על חיידקים, מהי מבחנת ה-MIC ?

- א. זוהי המבחנה עם ריכוז האנטיביוטיקה הגבוה ביותר שיש בה חיידקים חיים.
- ב. זוהי המבחנה עם ריכוז האנטיביוטיקה הגבוה ביותר שאין בה חיידקים חיים.
- ג. זוהי המבחנה עם ריכוז האנטיביוטיקה הנמוך ביותר שיש בה חיידקים חיים.
- ד. זוהי המבחנה עם ריכוז האנטיביוטיקה הנמוך ביותר שאין בה חיידקים חיים.

שאלה 7

חוקר בודד חיידק מהקרקע, ומצא שהוא מכיל קרבוקסיוזם. מה יכול החוקר לקבוע על-פי ממצא זה?

- א. שהחיידק מקבע פחמן
- ב. שהחיידק הוא אנאירובי הכרחי
- ג. שהחיידק מקבע חנקן
- ד. שהחיידק הוא גראם-שלילי

שאלה 8

מהו ההיגד נכון לגבי אקסוטוקסינים?

- א. הם אינם רגישים לחום
- ב. הם מרכיב בדופן של חיידקים
- ג. הם נצמדים לקולטנים ספציפיים על תאי מטרה
- ד. הם חומרים אנטימיקרוביאליים (מעכבי חיידקים)

שאלה 9

מדוע תהליך התסיסה הלקטית **אינו** יכול לשמש להתפחת בצק?

- א. כי התהליך הוא אירובי
- ב. כי נוצרת בתהליך חומצת חלב
- ג. כי לא נוצר בתהליך חמצן
- ד. כי לא נוצר בתהליך פחמן דו-חמצני

שאלה 10

מהו ההיגד הנכון לגבי שלב העמידה (הסטציונרי) בגידול חיידקים?

- א. הוא מתחיל לאחר השלב הלוגריתמי, וקצב הגידול (μ) של החיידקים בו גדול מאפס
- ב. הוא מתחיל לאחר השלב הלוגריתמי, וקצב הגידול (μ) של החיידקים בו הוא אפס בקירוב
- ג. הוא מתחיל לפני השלב הלוגריתמי, וקצב הגידול (μ) של החיידקים בו גדול מאפס
- ד. הוא מתחיל לפני השלב הלוגריתמי, וקצב הגידול (μ) של החיידקים בו הוא אפס בקירוב

שאלה 11

מהו ההיגד הנכון?

- א. בקוניוגציה מלאה של חיידקי $+F$ עם חיידקי $-F$, כל חיידקי $-F$ ייהפכו לחיידקי $+F$.
- ב. בקוניוגציה מלאה של חיידקי hfr עם חיידקי $-F$, כל חיידקי $-F$ ייהפכו לחיידקי $+F$.
- ג. בקוניוגציה של חיידקי $+F$ עם חיידקי $-F$, הפלסמיד עובר אינטגרציה לגנום.
- ד. בקוניוגציה של חיידקי hfr עם חיידקי $-F$, הכרומוזום של החיידק התורם עובר במלואו לחיידק המקבל.

שאלה 12

איזה תהליך הוא ייחודי למסלול הדבקה **ליזוגני** בבקטריופאג'ים?

- א. היווצרות פרופאג'
- ב. הזרקת DNA נגיפי לחיידק
- ג. היצמדות הבקטריופאג' לחיידק
- ד. שכפול ה-DNA הנגיפי באמצעות מנגנוני השכפול של החיידק

פרק שני (60 נקודות)

ענה על שלוש מבין השאלות 13–17 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 13

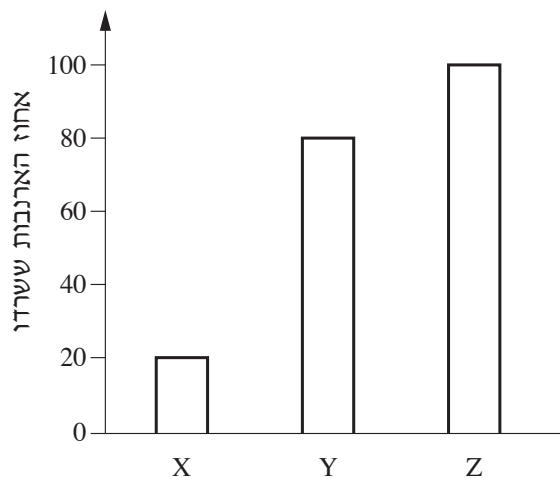
חיידקים פתוגניים מחוללים מחלות רבות בבני אדם.

- (5 נק') א. ציין שתי דרכי הידבקות של בני אדם במחלות זיהומיות הנגרמות מחיידקים פתוגניים.
- (7 נק') ב. ציין שלושה מנגנונים, או דרכי פעולה, שבאמצעותם חיידקים פתוגניים גורמים למחלות.
- (6 נק') ג. אחת הגישות למניעת מחלות הנגרמות מחיידקים פתוגניים היא מניעת היצמדותם של חיידקים אלה לרקמות. האם גישה זו יכולה למנוע את כל המחלות הנגרמות מחיידקים? נמק את תשובתך.
- (2 נק') ד. חיידקי *Shigella* גורמים למחלת מעיים קשה ומידבקת. נערך ניסוי שבו הדביקו קבוצה של עכברים וקבוצה של פרות בחיידקי *Shigella* בריכוז 10^6 cfu/ml. לאחר כשבועיים 50% מהעכברים מתו, ורק 10% מהפרות מתו. הסבר ממה נובע ההבדל בין התוצאות שהתקבלו בשתי הקבוצות של בעלי החיים, למרות שהן הודבקו בריכוז שווה של חיידקים.

שאלה 14

בעבר ייחסו חוקרים את הסיבה למחלת השחפת לתנאי היגיינה וסביבה קשים. בשנת 1882 זיהה הרופא הגרמני קוך את החיידק מיקובקטריום טוברקולוזיס כמחולל של מחלת השחפת. למרות זאת, היו רבים שסברו שהגורם למחלה הוא תנאים סביבתיים קשים.

בשנת 1886 ערך הרופא טרודו ניסוי בשלוש קבוצות של ארנבות: **קבוצה 1** הודבקה בחיידק החשוד כמחולל המחלה והוחזקה בתנאים גרועים (צפיפות גבוהה ומזון דל); **קבוצה 2** לא הודבקה בחיידק והוחזקה בתנאים גרועים כמו קבוצה 1; **קבוצה 3** הודבקה בחיידק והוחזקה בתנאים טובים. לאחר שלושה חודשים נמדד בכל קבוצה אחוז הארנבות ששרדו. תוצאות הניסוי מוצגות באיור לשאלה 14.

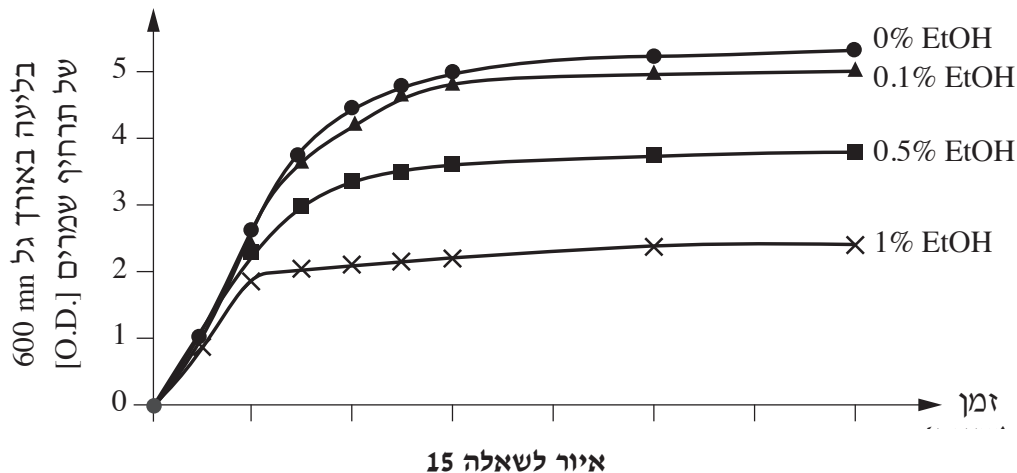


איור לשאלה 14

- (3 נק')** א. מהי מטרת הניסוי שערך הרופא אדוארד טרודו ב-1886?
- (7 נק')** ב. 1. על-סמך ידיעותיך על הגורם למחלת השחפת, שֵׁןךְ כל אחד מהטורים שבגרף, X, Y ו-Z, לקבוצת ארנבות המתאימה 1, 2 ו-3.
2. נמק כל אחת מקביעותיך.
- (4 נק')** ג. הסבר מדוע חיים בעוני ובצפיפות מגדילים את היקף התחלואה בשחפת, והתמונה מן המחלה.
- (6 נק')** ד. תכנן ניסוי המבוסס על ארבעת העקרונות של קוך, ובו תוכיח שהחיידק שגרם למחלת השחפת בקרב הארנבות בניסוי של טרודו הוא חיידק המיקרובקטריום טוברקולוזיס, שזיהה קוך ב-1882.
- כתוב **ארבעה** שלבים בניסוי.

שאלה 15

מדענים גידלו ארבע תרביות שמרים בתרחיף בתנאים אווירניים (אירוביים) ובתנאי טמפרטורה ומקורות מזון מיטביים (אופטימליים). בתחילת הגידול הוסיפו המדענים למצע הגידול של כל תרבית ריכוז שונה (0%, 0.1%, 0.5%, 1%) של EtOH (כוהל). ארבע תרביות השמרים גדלו במשך 28 שעות, והתרבותם נבדקה לאורך זמן הניסוי. דגימות בנפח שווה ובאותם הפרשי זמן נלקחו מכל תרבית למדידת עכירות בספקטרופוטומטר, באורך גל 600 nm. תוצאות הניסוי מוצגות באיור לשאלה 15.



א. (6 נק') על-פי הגרף, קבע כיצד הושפעו המדדים הבאים מריכוז האתנול שהוסף למצע בתחילת הגידול:

- משך הזמן של שלב הגידול המעריכי (לוגריתמי) של השמרים.
- הריכוז המרבי (המקסימלי) של השמרים שהתקבלו בניסוי.

ב. (5 נק') שמרים יכולים לגדול בתנאים אווירניים (אירוביים) ובתנאים אל-אווירניים (אנאירוביים). מדוע הניסוי לבדיקת ההשפעה של ריכוזי אתנול על גידול השמרים נערך דווקא בתנאים אווירניים ולא בתנאים אל-אווירניים?

ג. (4 נק') ציין שני מוצרים שמייצר האדם בתהליך של גידול שמרים בתנאים אל-אווירניים, וכתוב מהו חומר המוצא הנדרש לקבלת כל מוצר.

ד. (5 נק') בתהליך הפקת אנרגייה בנשימה תאית אווירנית, מתקבלים תוצרים אנאורגניים שאינם יכולים לבעור, ואילו בתהליך הפקת אנרגייה בנשימה תאית אל-אווירנית – התוצרים הם חומרים אורגניים שיכולים לבעור.

- באיזה תהליך – נשימה אווירנית או נשימה אל-אווירנית – מפיקים המיקרואורגניזמים יותר אנרגייה?
- הסבר את הקשר בין יכולת הבעירה של תוצרי התהליכים ובין כמות האנרגייה שמפיקים המיקרואורגניזמים בכל אחד מהתהליכים.

שאלה 16

בענף החקלאות משתמשים בדשן המכיל תרכובות זמינות לצמח כדי לשפר את הצמיחה שלו. קבוצת מחקר מנסה לִצְפּוֹת זרעים של צמחים בחיידקים מסוג *G.d. (Gluconacetobacter diazotrophicus)*. לחיידקים אלו יש יכולת לִקְבַע חנקן גזי מן האוויר, וכך לבטל את הצורך בדישון ולמנוע את הזיהום הסביבתי הכרוך בו.

(5 נק') א. הסבר כיצד חיידקי G.d. יכולים לבטל את הצורך בדישון.

החוקרים ביקשו לבדוק את השפעת החיידקים על גידול של צמחי אורז בתנאי מעבדה. לשם כך, הם גידלו **ארבע** קבוצות של זרעים של צמחי אורז במכלים שקופים המכילים קרקע רוויה במים, בתנאי גידול שונים:

1. זרעים מצופים בחיידקי G.d., קרקע ללא דשן מלאכותי, וגז חנקן מוזרם למכל.
 2. זרעים מצופים בחיידקי G.d., קרקע ללא דשן מלאכותי, וגז ארגון (גז אציל שאין לו השפעה ביולוגית) מוזרם למכל.
 3. זרעים ללא ציפוי, קרקע המכילה דשן מלאכותי, וגז חנקן מוזרם למכל.
 4. זרעים ללא ציפוי, קרקע המכילה דשן מלאכותי, וגז ארגון (גז אציל שאין לו השפעה ביולוגית) מוזרם למכל.
- תוצאות הניסוי מוצגות באיור לשאלה 16.



איור לשאלה 16

המשך השאלה בעמוד הבא.

- 5 נק' ב. האם חיידקי G.d יכולים לשמש תחליף לדשן? נמק את תשובתך על-פי תוצאות הניסוי.
- 5 נק' ג. הסבר כיצד התקבל יבול בקבוצה 2, שבה הזרעים מצופים בחיידקים, אך הקרקע ללא דשן והאוויר ללא חנקן. התייחס בתשובתך למחזור החנקן בטבע.
- 5 נק' ד. תופעה דומה לזו שהודגמה בקבוצה 2 של הניסוי, מוכרת גם אצל צמחי קטניות המקיימים יחסי גומלין עם חיידקי ריזוביום, החיים בפקעיות חנקן בשורשי הצמחים. מהו סוג יחסי הגומלין בין הקטניות ובין חיידקי הריזוביום? הסבר מה תורם כל צד ביחסי הגומלין.

שאלה 17

סטודנטים במעבדה השתמשו בשיטת הדסקיות כדי לקבוע רגישות של חיידקים שונים לשלושה סוגי אנטיביוטיקה. בשיטה זו מודדים את קוטר האזור הצלול (העיכוב) שאנטיביוטיקה יוצרת עבור חיידק ספציפי. תוצאות הניסוי של הסטודנטים מסוכמות בטבלה שלהלן.

שם החיידק	קוטר האזור הצלול (מ"מ)		
	פניצילין	כלורמפניקול	סולפה
<i>Escherichia coli</i> אי-קולי	2	18.9	19.5
<i>Streptococcus pyogeness</i> סטרפטוקוקוס	2.2	17.8	17.6
<i>Pseudomonas flourescence</i> פסודומונס	2.5	19.0	17.3
<i>Staphylococcus aureus</i> סטפילוקוקוס	18.4	18.2	18.7

- 5 נק' א. מהו מנגנון הפעולה של כל אחת מהאנטיביוטיקות שנבדקו?
- 4 נק' ב. עבור כל אנטיביוטיקה שנבדקה, האם צפוי שהיא תפגע בחיידקים גראם-חיוביים, בחיידקים גראם-שליליים, או בשניהם?
- 6 נק' ג. אחת מן התוצאות בטבלה אינה צפויה. בהתבסס על תשובתך לסעיף ב', מהי תוצאה זו וכיצד ניתן להסביר אותה?
- 5 נק' ד. תאר ניסוי שיאפשר לבדוק איזו מהאנטיביוטיקות היא בקטריוצידית ואיזו בקטריוסטטית.

פרק שלישי (20 נקודות)

ענה על שתיים מבין השאלות 18–20 (לכל שאלה – 10 נקודות).

שאלה 18

א. (5 נק') לפניך רשימה של מבנים (A–E) ורשימה של מרכיבים בתאי חיידקים (1–5). התאם כל מבנה למרכיב שלו בתאי החיידקים. כתוב במחברתך את שם המבנה ולצדו את שם המרכיב המתאים לו.

מרכיב	מבנה
1. חלבון פילי	A. כרומוזום
2. rRNA	B. ממברנה
3. DNA	C. דופן
4. פוספוליפיד	D. ריבוזום
5. פפטידוגליקן	E. שעריות

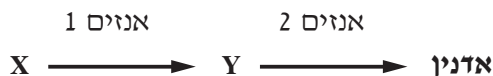
ב. (5 נק') לפניך חמישה משפטים (1–5) וחמש קבוצות של מיקרואורגניזמים. התאם לכל משפט את קבוצת המיקרואורגניזמים המתאימה לו. כתוב במחברתך את המשפט ולצדו את הקבוצה המתאימה לו.

המשפט	הקבוצה
1. אינם מכילים rRNA .	נגיפים
2. מכילים גרעין תא וחסרי דופן.	פרוטיסטה
3. מכילים גרעין תא ובעלי דופן.	חיידקים אמיתיים
4. חסרי גרעין תא ומכילים פפטידוגליקן.	ארכיבקטריה
5. חסרי גרעין תא וחסרי פפטידוגליקן.	פטריות

שים לב: לכל קבוצה מתאים משפט אחד בלבד.

שאלה 19

אדנין הוא חומר חיוני לקיום שמרים. כאשר אין אדנין במצע הגידול של שמרים, הם מפעילים מסלול ביוסינתטי לייצורו, כפי שמתואר באיור לשאלה 19.

**איור לשאלה 19**

חומר הביניים Y הוא בעל צבע אדום, ולכן כאשר יש מוטציה באנזים 2, חומר Y מצטבר בתא ונוצרות מושבות אדומות. חוקר מעוניין לבדוד שמרים מוטנטיים במסלול הביוסינתזה של אדנין. הוא חשף שמרים לקרינת UV כדי ליצור מוטציות. לאחר החשיפה לקרינה, החוקר גידל את השמרים על מצע שבו יש מעט אדנין, כדי שיתקבלו מושבות של שמרים שבהם נוצרה מוטציה באנזים 2, ולהבחין בהם.

(5 נק') א. 1. הסבר מה היה קורה אם החוקר היה משתמש במצע שאינו מכיל אדנין כלל.

2. כיצד הבחין החוקר במושבות עם מוטציה באנזים 2?

החוקר בודד כמה מושבות שמרים אדומות. שאלת המחקר שלו היא ממה נובע הצבע האדום: האם ממוטציה באנזים 2 או מגורם אחר? לשם כך יצר החוקר פלסמיד המכיל עותק תקין של הגן המקודד לאנזים 2.

(5 נק') ב. תאר כיצד יכול החוקר להשתמש בפלסמיד זה כדי לענות על שאלת המחקר.

שאלה 20

HIV הוא הנגיף המחולל את מחלת הכשל החיסוני הנרכש (אייДС). החומר הגנטי של הנגיף הוא מסוג RNA.

(5 נק') א. ציין **שישה** שלבים במחזור החיים של הנגיף HIV.

אחת האפשרויות לטפל במחלה זו היא באמצעות התרופה AZT (אזידותימידין). המבנה של התרופה דומה למבנה של תימידין (T), שהוא אחד הנוקליאוטידים המרכיבים את ה-DNA. ל-AZT יש זיקה חזקה לאנזים הנגיפי שאת פעולתו הוא משבש.

(5 נק') ב. הסבר באיזה שלב מן השלבים שציינת בסעיף א' פוגעת התרופה AZT.

בהצלחה!