

אנזים ליזוזים – דף עבודה לתלמיד

בפעילות זו תכירו את אנזים הליזוזים ותחקרו אותו.

לצורך כך תוכלו להיעזר באתר **פרוטאופדיה**. http://proteopedia.org/wiki/index.php/Main_Page

אתר זה מכיל מידע על חלבונים רבים. לכל חלבון קיים ערך הכולל מידע חשוב על מבנה החלבון ופעילותו. הערכים כוללים גם הדמיה של המבנה התלת ממדי של החלבון. תוכלו להיעזר בהדמיה על ידי סיבובה, הקטנתה והגדלתה על ידי העכבר. שימו לב! הטקסט, שמלווה את הערך מכיל **מילים כחולות** – לחיצה עליהן מאפשרת מידע נוסף ממקורות שונים על המושג **ומילים ירוקות** – לחיצה עליהן תפתח הדמיה שממחישה את הכתוב.

פיתחו את הערך: Lysozyme(Hebrew). קראו אותו וענו על השאלות.

1. עיינו ב"היכרות" עם האנזים וענו:

א. מה תפקידו של אנזים הליזוזים?

ב. היכן ניתן למצוא את הליזוזים?

2. עיינו ב"היסטוריה" – גילוי האנזים ליזוזים וענו:

א. מי גילה את הליזוזים?

ב. מה היה הגילוי המפורסם הנוסף שלו?

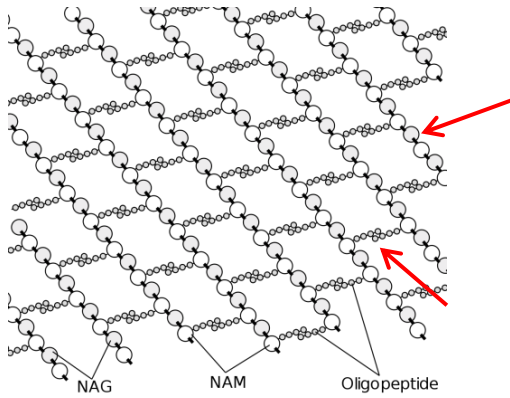
3. עיינו ב"פעילות הליזוזים על דופן החיידק" וענו:

א. הסבר מדוע פירוק השרשת הפוליסכרידית שבדופן החיידק פוגעת בחיידק?

ב. על פי הקטע, הסבר מדוע הפגיעה בחיידק על ידי הליזוזים תהייה יעילה פחות בסביבה איזוטונית?

ג. מהו שם החומר שממנו מורכב דופן החיידק?

ד. מהי יחידת המונומר של החומר שבונה את הדופן?



ה. לפניכם איור של מבנה דופן החיידק ובו שני חיצים: הקיפו את החץ שמראה את אזור שבו נעשה החיתוך על ידי הליזוזים.

4. עיינו ב"מבנה הליזוזים ותפקודו" וענו:

א. מהו האורך של חלבון הליזוזים? (מספר חומצות אמינו) _____

ב. לחצו על הקישור **חומצות אמינו**. חפשו וזהו בהדמיה מהן החומצות האמיניות שמסומנות בכתום? (שימו לב, על ידי הגדלה וסיבוב תוכלו להגיע לחומצה הרצויה. כמו כן עמידה עם הסמן על כל חומצה אמינית תגלה את שמה המקוצר ומספרה בשרשרת) _____

ג. המבנה השניוני של הליזוזים מורכב **מסלילי אלפא ו-מישורי בטא**. זהו בהדמיות את המבנים שניוניים הללו ורשמו באיזה צבע מיוצג כל אחד מהם. _____

ד. התבוננו **במבנה המרחבי** של האנזים כולו. האם לליזוזים יש גם מבנה רבעוני? נמקו תשובתכם. _____

ה. התבוננו בהדמיה של **אזורים שונים בליזוזים** וזהו את האזורים **ההידרופוביים וההידרופיליים**. היכן ממוקמים כל אחד מאזורים אלו במולקולה? הסבירו מה היתרון בכך? _____

ו. אילו קשרים בין-מולקולריים ניתן לזהות במולקולת האנזים? (התבוננו בהדמיות). _____

ז. מה חשיבותם של הקשרים הללו? _____

ח. אילו חומצות אמינו מרכיבות את **האתר הפעיל**? והיכן הן ממוקמות? _____

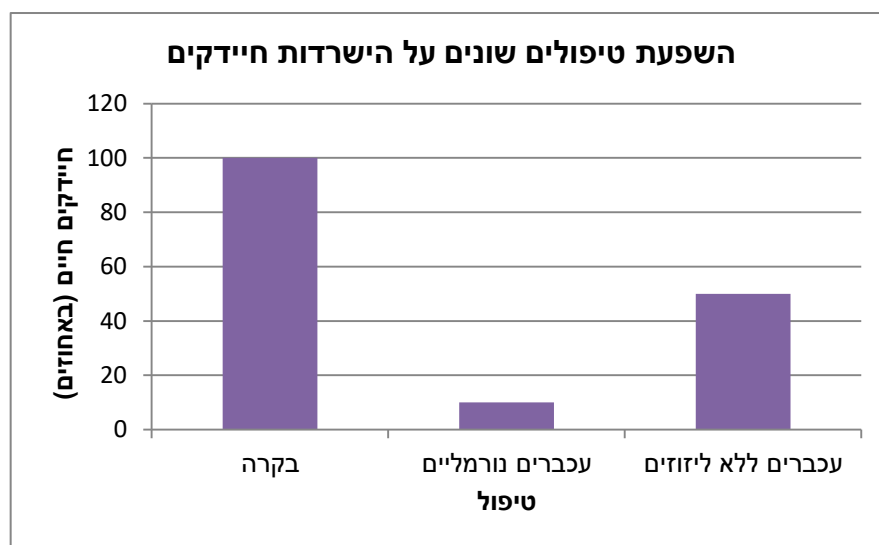
ט. מה תפקידן שתי החומצות האמינו שמרכיבות את האתר הפעיל? _____

י. עבורו בין מודל ה**ליזוזים עם הסובסטרט** למודל ה**ליזוזים עם המעכב**. מדוע המעכב אינו עובר הידרוליזה על ידי הליזוזים? _____

5. לאחר שחקרתם את ערך הליזוזים, הסברו את הטענה הבאה: "לחלבון הביצה יש תפקיד בהגנה על העובר המתפתח בביצה".

6. מדענים חקרו את השפעת הליזוזים על חיידקים מסוג: *S. pneumoniae* חיידקים אלו עלולים לגרות לדלקת ריאות. החוקרים יצרו עכברים ללא הגן לאנזים הליזוזים (עכברי נוק אאוט). לאחר מכן הם אספו נוזלים מאזור האוזן התיכונה של עכברים נורמליים ומאזור האוזן התיכונה של עכברים ללא ליזוזים. את הנוזלים הם ערבבו עם תרבית של חיידקי *pneumoniae* ובדקו את כמות החיידקים ששרדו לאחר הטיפול.

*השאלה מעובדת מתוך המאמר: [PMID]18842154



א. התבוננו בגרף ותארו את ההבדל בין הטיפול עם נוזלי גוף מחיידקים נורמליים לטיפול עם נוזלי גוף מחיידקים ללא ליזוזים.

ב. מהי מסקנתכם מתוצאות הניסוי?

ג. קבוצת ה**בקרה** כללה גידול של החיידקים בתרבית ללא הוספת כל נוזל. מה מטרתה של קבוצה זו. נמקו את תשובתכם.

7. נדב החליט לבדוק את השפעת הליזוזים לעומת השפעת פניצילין על חיידקים מזן X. לצורך כך הוא גידל תרביות של החיידקים בתנאים זהים ואופטימליים. התרביות גודלו בתמיסה היפוטונית ולכל אחת מהן הוסף ליזוזים בשלבים המפורטים בטבלה הבאה:

תרבית	הוספה לתרבית	שלב הגידול	תוצאות
תרבית א	פניצילין	לוגריתמי	החיידקים מתו
תרבית ב	פניצילין	עמידה	לא היה שינוי משמעותי במספר החיידקים
תרבית ג	ליזוזים	לוגריתמי	החיידקים מתו
תרבית ד	ליזוזים	עמידה	החיידקים מתו

א. מלימודכם הקודמים, תארו מהו קצב הגידול של חיידקים בשלב לוגריתמי לעומת שלב העמידה? (תוכל להיעזר במחברותיכם או במידע מהרשת)

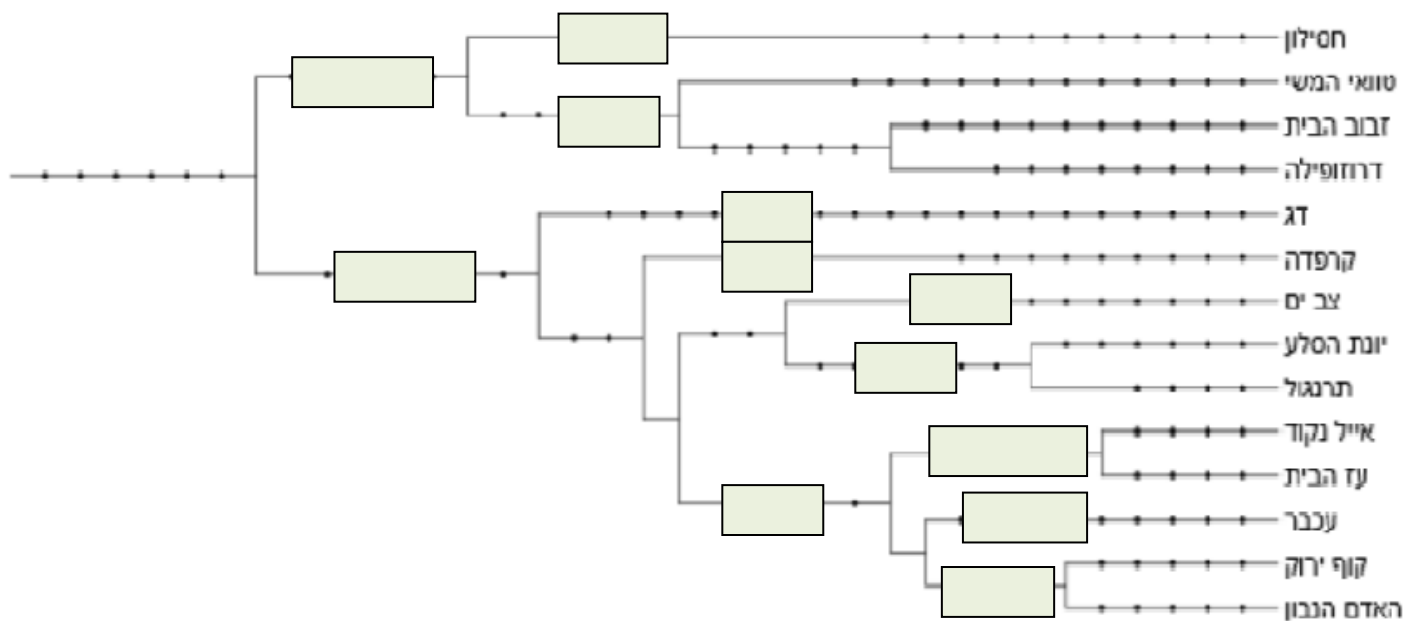
ב. ממה נובעים ההבדלים בקצב הגידול בכל שאחד מהשלבים?

ג. נסו להסביר, על פי מנגנון הפעולה של **הליזוזים** לעומת **הפניצילין**, מדוע קיימים הבדלים בתוצאות בין תרבית ב' לתרבית ג'.

8. **עץ פילוגנטי** או עץ אבולוציוני הוא גרף בצורת עץ המייצג את היחסים ההיסטוריים-אבולוציוניים המשוערים בין מינים ביולוגים שונים על סמך דמיון גנטי או מורפולוגי ביניהם.

לפניך **עץ פילוגנטי** שנבנה על פי רמת הדמיון של מולקולת ה**הליזוזים** בין אורגניזמים שונים. השלם את המחלקות והסדרות המתאימות על גבי העץ הפילוגנטי שלפניך. (במידת הצורך תוכל להיעזר במידע מהרשת).

*העץ הפילוגנטי עובד בתוכנה ליצירת עצים פילוגנטיים על פי רצף חומצות האמינו של חלבון הליזוזים בכל אורגניזם.



ארגז מושגים לתלמיד:

חסרי חוליות, בעלי חוליות, יונקים, עופות, דגים,
 זוחלים, דו חיים, סרטנים, חרקים,
 פרימטים, מכרסמים, מכפילי פרסה

משימת חקר של פעילות הליזוזים כאמצעי לאבחון מחלות

* השאלה עובדה מתוך בחינת הבגרות במעבדה בביולוגיה תשי"ע.

חוקרים בדקו את הקשר בין ריכוז הליזוזים בתרחיף ובין קצב פעילות הליזוזים. פעילות הליזוזים נבדקה בדרך זו: הכינו שש מבחנות ובהן אותו נפח של תרחיף חיידקי מיקרוקוקוס לוטאוס. (חיידקים אלו רגישים לפעולת הליזוזים) לכל המבחנות הוסיפו 1 מ"ל תמיסת אנזים ליזוזים, בריכוזים שונים, כמפורט בטבלה שלפניך. 2 דקות לאחר תחילת הניסוי מדדו את רמת העכירות היחסית של התרחיפים בכל אחת מן המבחנות. רמת העכירות נמדדה באמצעות מכשיר ספקטרופוטומטר המודד בליעת האור. בליעת אור גבוהה פירושה רמת עכירות גבוהה. תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה הבאה:

טבלה: הקשר בין ריכוז האנזים ליזוזים ובין רמת העכירות של תרחיף החיידקים

המבחנה	ריכוז הליזוזים (מ"ג/מ"ל)	רמת העכירות לאחר 2 דקות (יחידות יחסיות)
1	0.3	1.4
2	0.5	1.2
3	0.8	0.8
4	1.0	0.6
5	1.3	0.3
6	1.7	0.1

ענה על שאלות הבאות:

- עליכם להציג בדרך גרפית את תוצאות הניסוי שערכו החוקרים.
א. מהו סוג ההצגה הגרפית המתאים ביותר לתיאור התוצאות – גרף רציף או דיאגרמת עמודות? נמק את תשובתך.

- הציגו בדרך גרפית על גבי נייר מילימטרי את התוצאות שבטבלה.

מחקרים הראו כי ריכוז הליזוזים בדם ובשתן של חולים במחלות כמו שחפת, לוקמיה וקרוען, גבוהה באופן ניכר לעומת ריכוזו אצל אנשים בריאים. ריכוז הליזוזים בשתן נבדק בשיטה המתוארת בפתח לחלק ג, והחוקרים קבעו כי טווח הריכוז התקין של ליזוזים בשתן של אדם בריא הוא 0.25-0.8 מ"ג/מ"ל.

- בבדיקת שתן של אדם מסוים נמצא שלאחר 2 דקות רמת העכירות הייתה 1.15 יחידות יחסיות.

א. הוסיפו לגרף ששרטטתם בשאלה הקודמת קווי עזר, שבאמצעותם תקבע את ריכוז הליזוזים בשתן של הנבדק.
ב. האם הנבדק חולה או בריא? נמק את קביעתך.

עבודה נעימה