

כל אחד הוא אור קטן, וכולנו אור איתן

המערכות האקולוגיות המאפיינות את האוקיינוסים מורכבות מדגים ומפלנקטון. פלנקטון הם יצורים זעירים הנסחפים בזרמי הים. עליהם נמנים חיידקים, זואופלנקטון שהם בעלי חיים, כמו סוגים שונים של סרטנים זעירים ופיטופלנקטון שהם אצות זעירות. הזואופלנקטון וגם הפיטופלנקטון משמשים מזון לדגים.

מעמקי הים הם מערכת אקולוגית מיוחדת במינה והתנאים בה אינם מתאימים להיווצרות מערכת אקולוגית מגוונת. כאשר מי הים צלולים, אור השמש מגיע עד 10 מטרים מתחת לפני הים, כך שלשכבות העמוקות חודר רק חלק מהאור. בעומק של 150 מטרים כמעט ואין אור ובעומק של 600 מטרים החשיכה היא מוחלטת. בנוסף לתנאי ההארה, ככל שהשכבה עמוקה יותר, לחץ המים גבוה יותר, ואילו ריכוז החמצן והטמפרטורה נמוכים יותר. מערכת אקולוגית במעמקי הים מאופיינת באוכלוסיות בעלות מספר פרטים קטן. אחד הגורמים המגבילים הוא כמות מזון העומדת לרשות האורגניזמים במעמקים.

שאלה 1

הסבר מדוע כמות המזון מוגבלת במעמקי הים.

יצורים רבים החיים במעמקי הים זוהרים באור כחלחל. תופעה זו מכונה "הארה ביולוגית" (ביולומינסנציה) והיא תוצר של תהליכים המתבצעים בתאים מסוימים ביצורים אלה. הזהירה היא תוצאה של תהליך אנזימטי הצורך אנרגיה ובו הופכת אנרגיה כימית לאנרגית אור. לתהליך הזהירה חשיבות רבה במערכת אקולוגית חשוכה, כמו זו של מעמקי האוקיינוס והוא עשוי לסייע לאורגניזמים החיים בה בהגנה, בטרפה או בתקשורת. אצל אורגניזמים מסוימים מתרחשת הזהירה בהבזקים קצרים בעת תזוזה. אורגניזמים אלה פולטים אור כאשר נוגעים בהם ובכך מרתיעים תוקף פוטנציאלי, או מאותתים לפרטים נוספים מאותו מין על סכנה אפשרית. לעומת זאת, אצל החיידקים החיים במערכת אקולוגית זו, הזהירה היא רציפה.

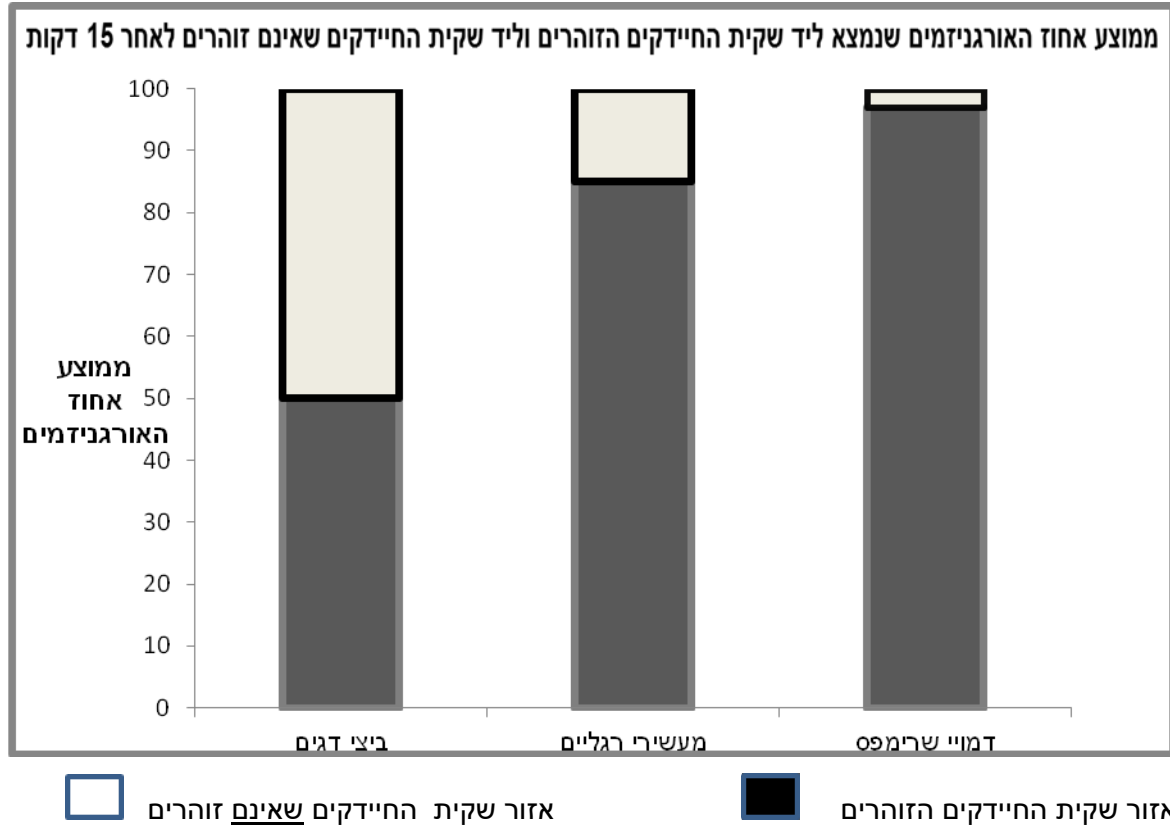
חוקרים במכון הבין אוניברסיטאי למדעי הים באילת, בקשו לחקור את השאלה: מה היתרון בתהליך הזהירה הרציפה של החיידקים? לשם כך ערכו החוקרים סדרת ניסויים. הניסויים בוצעו עם חיידקים זוהרים ממין מסוים המסוגלים לחיות בתוך גופם של אורגניזמים חיים או חופשיים באוקיינוס.

ניסוי מספר 1

הניסוי בוצע במיכל שבו כמות גדולה של מי ים. החוקרים הכניסו את החיידקים לשקיות שקופות וסגרו אותן כך שלא התאפשרה יציאה של החיידקים. בצד אחד של המיכל הניחו שקית, שהכילה חיידקים זוהרים, ובצד השני של המיכל הניחו שקית שהכילה חיידקים מאותו מין, שנפגעו בגן הקשור בתהליך הפקת האור בתאיהם. כתוצאה מהפגיעה בגן החיידקים לא זהרו. למיכל הוסיפו זואופלנקטון שנאסף בים. זואופלנקטון זה הכיל שתי קבוצות של סרטנים: קבוצה אחת של סרטנים בשם מעשירי רגליים וקבוצה שניה של סרטנים בשם שרימפס האפוסום. בנוסף לסרטנים הוחדרו למיכל גם ביצי דגים שהן חסרות יכולת תנועה עצמאית.

החוקרים עקבו אחר תנועת הזואופלנקטון וספרו את מספר האורגניזמים וביצי הדגים שנמצאו ליד שקיות החיידקים לאחר 15 דקות. התוצאות המוצגות הן ממוצע של מספר חזרות.

ניסוי מספר 1:



שאלה 2

נסח את ההשערה שבדקו החוקרים בניסוי מספר 1.

שאלה 3

א. בשאלה זו עליך לסמן את התשובה הנכונה.

הוספת ביצי הדגים שמשה בקרה במערך הניסוי. בקרה זו שוללת את ההסבר האפשרי ש -

1. רק ביצורים רב תאיים מתאפשרת תנועה מכוונת.
2. רק ביצורים מעל גודל מסוים מתאפשרת תנועה מכוונת.
3. הצטברות הסרטנים ליד שקיות החיידקים הזוהרים אינה אקראית.
4. הצטברות הסרטנים ליד שקיות החיידקים הזוהרים היא אקראית.

ב. הסבר מדוע בקרה זו שוללת את האפשרות בה בחרת בסעיף א.

שאלה 4

הסבר מדוע השתמשו בניסוי בחיידקים זוהרים שנפגע בהם הגן לזהירה ולא במין חיידקים שאינם זוהרים.

ניסוי מספר 2

בניסוי זה השתמשו החוקרים בזואופלנקטון מסוג ארטמיה. (סרטן זעיר וּשְׁקוּף שניתן למצוא אותו בבריכות מי ים באילת). הסרטנים הושמו בתוך מיכל ובו תמיסת מי ים שהכילה ריכוז גבוה של חיידקים זוהרים. לאחר זמן קצר נראו הסרטנים זוהרים באופן רציף ובבדיקת הפרשות של הארטמיה נצפו חיידקים זוהרים חיים. עובדה זאת מרמזת על כך שהסרטנים בלעו חיידקים ואלה חיים ופעילים בתוך גופם.

שאלה 5

הסבר מדוע זהירות הארטמיות מרמזת על כך שהחיידקים שנבלעו על ידם חיים ופעילים בגוף הסרטן.

ניסוי מספר 3

בחדר חשוך לחלוטין הוצב מיכל מי ים ובו שלושה דגים טורפים מאותו מין. למיכל הוסיפו סרטני ארטמיה שהוזנו קודם לכן בחיידקים זוהרים בזהירה רציפה ומספר זהה של ארטמיה שהוזנו בחיידקים שאינם זוהרים. החוקרים ספרו את מספר הפרטים של ארטמיה שנטרפו על ידי כל אחד משלושת הדגים וחזרו על הניסוי מספר פעמים עם אותם דגים.

תוצאות ניסוי מספר 3

מספר ממוצע של ארטמיה שנטרפו על ידי כל אחד מן הדגים שנבדקו

מספר דג	מספר ממוצע של ארטמיות זוהרות שנטרפו	מספר ממוצע של ארטמיות לא זוהרות שנטרפו
1	7.8	0.5
2	7.7	0.2
3	7.1	0.2

גם בניסוי זה, בבדיקת הפרשות הדגים שניזונו מהארטמיה, נמצא שרוב החיידקים הזוהרים חיים.

שאלה 6

החיידקים הזוהרים מסוגלים לחיות חופשיים במי האוקיינוסים, בסמוך לאזורים העשירים בתרכובות אורגניות וגם בתוך גופם של אורגניזמים אחרים (זואופלנקטון ודגים).

- א. כיצד מועילה לארטמיה העובדה שהחיידקים זוהרים? .
 ב. כיצד מועילה לדג העובדה שהחיידקים זוהרים?

שאלה 7

החוקרים העלו השערה שזהירה רציפה של החיידקים החיים חופשית, מאפשרת את הפצתם לבתי גידול חדשים.

הסבר כיצד תומכות תוצאות סדרת הניסויים שנערכו במיכלים (ניסויים 1,2,3) בהשערה זאת.

שאלה 8

ביצוע סדרת הניסויים (1,2,3) כפי שתוארו, מעורר קושי בהסקת מסקנות לגבי יחסי הגומלין הקיימים במערכת האקולוגית של מעמקי האוקיינוס. הסבר מדוע.

זהירת החיידקים, כפי שצוין, היא רציפה. אולם ישנה "צפיפות סף" כלומר נדרש מספר גבוה מאד של חיידקים על מנת שתיווצר זהירה.

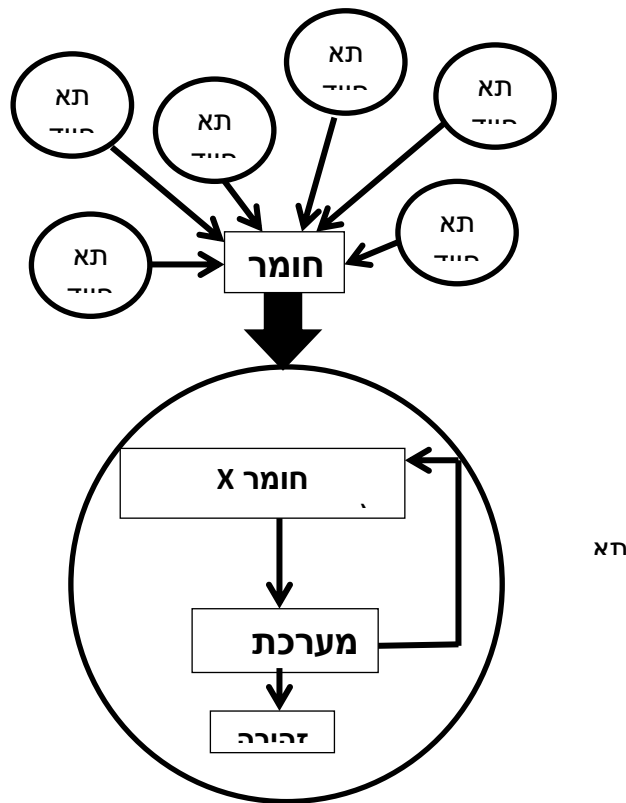
נשאלת השאלה מהו המנגנון המתקיים בתאי החיידקים שמאפשר זהירה רק כאשר אוכלוסיית החיידקים כוללת מספר גבוה מאד של פרטים?

בתאי החיידקים פועלת מערכת בקרה (מתוארת באיור מספר 1)

מערכת הזהירה מופעלת על ידי חומר מסויים X הנוצר על ידי החיידק.

כל חיידק מפריש בקביעות לסביבה את החומר X . כל עוד החיידקים מועטים, נמהל החומר X בסביבה וריכוזו אינו מאפשר הפעלה של מערכת הזהירה. אך כאשר מספר החיידקים עולה - עולה ריכוז חומר X בסביבת החיידקים, ולכן חלק מן החומר חודר אל תאי החיידקים, ריכוזו בתאי החיידקים עולה והוא מפעיל את מערכת הזהירה.

הפעלת מערכת הזהירה גורמת להפרשה נוספת של חומר X , כך שריכוזו ממשיך ועולה וזהירה מתגברת.

שאלה 9

בשאלה זו עליך לסמן את התשובה הנכונה ולנמק את בחירתך.
 כדי להוכיח שחומר X הוא הגורם לזהירת החיידקים, ערכו ניסוי בו הכניסו למבחנה חיידקים בעלי יכולת זהירה וחומר מסוים.
 איזה מערך ניסוי (א-ד) מתאים כדי לאשש או לשלול את ההשערה שחומר X הוא הגורם לזהירת החיידקים? נמק את בחירתך. בנימוקך ציין אילו תוצאות יאששו או ישללו את ההשערה המוצגת בשאלה.

- להוסיף חומר X לכמות גדולה של חיידקים.
- להוסיף חומר X לאוכלוסיית חיידקים בתנאים של מחסור בחמצן.
- להוסיף מעכב לחומר X לכמות גדולה מאד של חיידקים.
- להוסיף מעכב לחומר X לכמות קטנה מאד של חיידקים.

שאלה 10

האם תהליך הזהירה בחיידקים אלה מבוקר באמצעות משוב שלילי? נמק את קביעתך.

בהצלחה!!