

למה הם זוהרים?

"מסיבת טבע ימית", כך הגדיר אחד מחברי המעבדה שלי את מה שנגלה לעיניו בזמן צלילת לילה שערכנו יחד באילת. עשרות אלמוגים זרחניים נפרשו תחתינו והאירו את הים בנוגה מרהיב. מחקר ישראלי חדש מציג סיבה אפשרית לתצוגה הוויזואלית יוצאת הדופן הזאת. אלמוגים הם בעלי חיים ישיבים, שבונים את שוניות האלמוגים היפהפיות שמושכות אליהן חובבי טבע וחוקרים רבים. הם עצמם אינם מציגים צבעים מרהיבים ולכאורה ניתן לטעון שהם יצורים די משעממים, אך מתברר שהם אוצרים בתוכם תכונה מדהימה: מינים רבים של מייצרים בגופם חלבונים פלואורסנטיים. חלבונים אלה מסוגלים לקלוט

אלמוג

מסוג Lobophyllia באקווריום עם מי ים טבעיים וזורמים. תצלום: אור בן צבי

קדם הגנה לאלמוגים

כדי להבין למה תכונה זו כל כך מיוחדת, יש צורך בהסבר קצרצר על אופטיקה: הצבעים שאנו רואים הם בעצם אנרגיה שמגיעה אל העין. לכל צבע יש אורך גל מסוים, שמעיד על כמות האנרגיה שהוא מכיל. האור הכחול, למשל, הוא בעל אנרגיה גבוהה, ואילו האור האדום הוא בעל אנרגיה נמוכה. כאשר אנו מסתכלים על חומר מסוים תחת מנורה לבנה, אותו חומר מואר בעצם בתערובת של כל הצבעים. החומר בולע צבעים מסוימים ומחזיר צבעים אחרים. הצבעים שמוחזרים ונקלטים חזרה בעין האנושית הם אלה שגורמים לנו לראות את החומר בצבע כזה או אחר. לעומת זאת, חומר פלואורסנטי אינו מחזיר צבעים אלא משנה את האור מצבע (או אורך גל) בעל אנרגיה גבוהה לצבע אחר בעל אנרגיה נמוכה. כלומר, אנו יכולים להאיר חומר פלואורסנטי אזרחי גל אנרגטיים שמגיעים מהשמש ולשחרר אותם בצורה אנרגטית פחות. באור כחול והוא יחזיר לנו צבע ירוק, צהוב או אדום. החלבון הפלואורסנטי הראשון שזוהה נצפה במדוזה זוהרת מאזור יפן ונקרא GFP (Protein Fluorescent Green). מאז, החלו להשתמש בחלבונים הפלואורסנטיים בתחום הביולוגיה המולקולרית. איך זה

עובד? על ידי הצמדה של החלבונים לגנים מסוימים. כך ניתן לזהות ויזואלית היכן הם

אלמוג מסוג Blastomosa באקווריום עם מי

ים טבעיים וזורמים. תצלום: אור בן צבי עכשיו אפשר לחזור לאלמוגים שמייצרים חלבונים פלואורסנטיים שגורמים להם לזהור בצבעים אם מאירים אותם בפנס כחול. אבל בשביל מה הם בכלל צריכים צבעים, ועוד צבעים פלואורסנטיים? זו שאלה טובה. למעשה, זו שאלה שמעסיקה חוקרים מכל העולם מאז שנות ה-60 של המאה שעברה. השערה אחת טוענת שצבעים אלה הם בלתי נראים לדגים ולכן הופכים גם את האלמוגים לבלתי נראים וכך הדגים לא טורפים אותם. השערה נוספת טוענת שהצבעים עוזרים לאצות חד-תאיות שחיות בתוך רקמת האלמוג לבצע פוטוסינתזה על ידי שינוי משטר האור הפנימי בתוך האלמוג. ההיפותזה השלישית (והמרכזית ביותר כיום) טוענת שהאלמוגים מייצרים את החלבונים האלה כדי להגן על עצמם ועל האצות שלהם מפני נזקי קרינה. זאת בדומה לבני אדם שמורחים על עצמם קרם הגנה. היום ידוע שהקרינה-החזקה שאליה חשופים אלמוגים מזיקה להם ביותר. הקרינה גורמת לנזקים חמורים ב-D-נ-א של האלמוג ובאצות השיתופיות שבתוכו ולעתים רבות גם גורמת למותם. גישה זו, לפיה בניית החלבונים הפלואורסנטיים שיוצרים שכבה מגינה שקולטת את הקרינה החזקה ומשחררת אותה בצורה מזיקה פחות ואולי אפילו יעילה, היא כנראה הדרך שלהם להגן על עצמם מקרינת השמש המזיקה, זכתה לשם hypothesis sunscreen.

תיאוריות חדשות

במחקר שנערך במעבדתו של פרופ' יוסי לוייה מאוניברסיטת תל אביב, נאספו אלמוגים ממין fascicularis Galaxea משונית עמוקה (50 מטר) והוכנסו למערכת ניסוי שמדמה תנאי אור שונים הקיימים בעומקים הולכים וגדלים - החל משלושה מטרים ועד 50 מטר. תוצאות המחקר הראו שאלמוגים שנחשפו לתנאי אור שקיימים במים רדודים הציגו פלואורסנציה חזקה מזאת של האלמוגים שנחשפו לתנאי אור במים עמוקים.

תמונה מתוך עבודת המאסטר של אור בן

צבי. התמונה צולמה באקווריום ומציגה בכל שורה אלמוג מסוג Fungia בתאורה פלואורסנטית (משמאל) ובאור לבן מחלקו העליון של האלמוג (אמצע) ובאור לבן מחלקו התחתון (ימין). ניתן לראות שאלמוגים שלא ניתן להבחין בהבדל ביניהם באור "רגיל" נראים שונה לחלוטין בתאורה פלואורסנטית ממצאים חדשים שפורסמו על ידי קבוצת חוקרים מישראל ומהעולם, מעוררים סערה בעולם הביולוגיה הימית. במחקר שנערך במכון הבין-אוניברסיטאי באילת, התגלה שאלמוגים עמוקים שבונים שונית מפותחת בעומקים של 30-90 מטר מציגים פלואורסנציה מדהימה ומגוונת, בעוד שאלמוגים במים רדודים מציגים פלואורסנציה בעיקר ירוקה. אלמוגים אלה מציגים גם פלואורסנציה צהובה ואדומה שהיא נדירה יחסית בעומקים שרדודים מ-30 מטרים. "בעומק של 50 מטר ויותר לא היינו מצפים שאלמוגים יסבלו מעודף אור. להיפך, שם

הם סובלים ממחסור באור", מסביר פרופ' יורג ווידנמן מאוניברסיטת סאות'המפטון באנגליה, אחד ממובילי המחקר, את התהייה שנוצרה כאשר נמצאו האלמוגים הפלואורסנטיים הרבים בשוניות העמוקות. אם כך, מדוע אלמוגי העומק מייצרים את אותם חלבונים פלואורסנטיים, אם הם אינם סובלים מנזקי השמש? שאלה זו פותחת את התחום להעלאת תיאוריות חדשות לגבי תפקידם הביולוגי של חלבונים אלה. ד"ר ססיליה ד'אנג'לו, גם היא חוקרת באוניברסיטת סאות'המפטון באנגליה, מסבירה ש"במחקרים שנערכו על אלמוגים משוניות עמוקות, מצאנו שהשליטה על ייצור החלבונים הפלואורסנטיים לא תלויה באור שאליו היו האלמוגים חשופים". המחקר בתחום זה נמצא רק בתחילת דרכו, אך הגילוי החדש של הצוות הישראלי פותח פתח לתיאוריות חדשות לגבי התפקיד הביולוגי של החלבונים. "העובדה שעכשיו נפתח בפנינו עולם חדש של צבעים מעורר בנו תקווה שהחלבונים יהיו בעלי מאפיינים חדשים", מסכם פרופ' ווידנמן. **אור בן צבי היא חוקרת באוניברסיטת תל אביב**