

## האצה *Botryococcus* אורחת קיצית בכנרת שגרמה לכתמים אדומים בחופי האגם

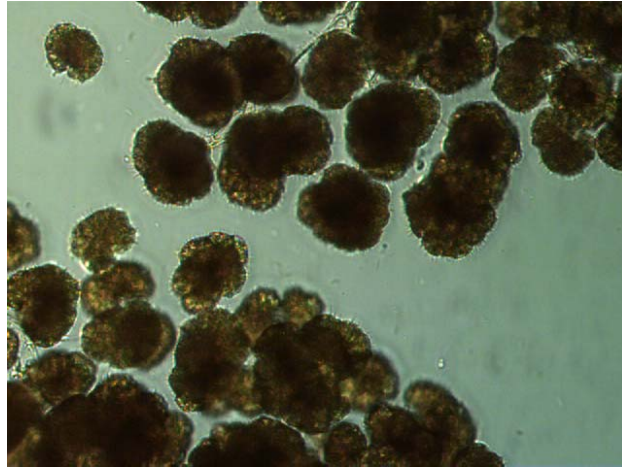
אסף סוקניק ויוסף יעקבי  
המעבדה לחקר הכנרת ע"ש יגאל אלון, חקר ימים ואגמים לישראל

מתחילת יולי השנה ובמהלך חודש אוגוסט התפתחה בכנרת אוכלוסיה של האצה *בוטריוקוקוס* מקבוצת הירוקיות. האצה היא חד תאית, אך במרבית המקרים כמה עשרות תאים יוצרים מושבה (איור 1) בעלת כסות ג'לטינית. תאי האצה צוברים כמות גדולה יחסית של שומנים, חלקם אגורים כבועיות תוך-תאיות וחלקם מופרשים למטריקס הבין-תאי וכתוצאה מהליכי צבירה אלה המושבות מפתחות כושר ציפה. כתגובה לחשיפת התאים לעוצמות אור חזקות בפני-המים, האצות צוברות פיגמנטים המגנים על תאי האצה מפני נזקי קרינה. פיגמנטים אלה, שצבעם כתום-אדמדם, מקנים למים צבע אדום עז. בשעות הבוקר המושבות מרחפות במים ויוצרות כתמים אדומים ברורים סמוך לחוף (תמונה 2). בשעות האור האצות מקיימות פעילות פוטוסינתטית, והחמצן הנוצר נכלא בחלקו בין תאי המושבה, ומגביר את ציפת המושבות, שבסופו של דבר יוצרות קרום על פני המים. התחממות המים במהלך היום מקטינה את מסיסות החמצן ומגבירה את תהליך הציפה, ועל כן בשעות הצהריים המוקדמות רבו הדיווחים שהגיעו ממטילים וקייטנים, על כתמים אדומים המתפשטים בכנרת. המופע דווח ככתמים חומים אדומים שנסחפים אל חופי הכנרת עם הרוח ומצטברים בסמוך לקו החוף. לצופה המזדמן, התופעה נראתה כזיהום חמור של שפכים לא רק בגלל צבעו החריג של כתם האצות הצף, אלא גם משום שמופע הצופת של האצות מלווה ביצירת קצף וכל הנוטל מהצופת בידו חש במגע שמנוני. הקצף מקורו, בעיקר, במטריקס הבין-תאי המתפרק כאשר מושבות הבוטריוקוקוס מוטחות כנגד המצע החופי הקשה. השמנוניות היא פועל יוצא של הרכב החומר הבין-תאי של מושבות הבוטריוקוקוס ואין לה דבר עם זיהומי ביוב ו/או שאריות של כרות הבשר שנערכות בחופי הכנת. צריך להדגיש שצופת של *בוטריוקוקוס* היא תופעה טבעית שכמותה נצפתה בעבר בכנרת, אם כי בתדירות נמוכה יחסית ומוכרת היטב באגמים אחרים. לאחרונה נצפו כתמי *בוטריוקוקוס* בכנרת בשנת 2000 (איור 3). באירוע זה אוכלוסיית הבוטריוקוקוס היתה מפורזת על פני שטחים נרחבים בכנרת והצבע השליט היה חום ולא אדום כמו בקיץ הנוכחי. מעיון בספרות מקצועית על הופעה של מסיבית של *בוטריוקוקוס* באגמים ברחבי העולם, לא מצאנו ראיה שמין אצה זה נושא איזה שהוא סיכון בריאותי לאדם, או יונקים אחרים. אין זה אומר שלא ייתכנו תופעות ברמת הפרט, כגון תגובה אלרגית אצל הרוחצים בכנרת, אך באורח גורף אין לראות ב*בוטריוקוקוס* איום על איזה שהוא מדד של איכות מי הכנרת.

מה הוא מקור הצבע האדום באצה *בוטריוקוקוס* בכנרת? כמו כל האצות מקבוצת הירוקיות גם הבוטריוקוקוס מכיל מגוון פיגמנטים (צבענים) משתי קבוצות צבע עיקריות: כלורופילים, המקנים צבע ירוק וקרוטנואידים שצבעם הוא צהוב, כתום או אדום. הידוע ביותר מבין הקרוטנואידים הוא הפיגמנט הצהוב בטא-קרופן, ממנו נוצר בגופם של בעלי חיים ויטמין A. בטא-קרופן אמנם מצוי גם

*בבוטריוקוקוס*, בנוסף לקרוטנואידים צהובים אחרים, אולם הצבע האדום בו צבעה אוכלוסיית *הבוטריוקוקוס* את הכנרת, מקורו בצבען ייחודי מקבוצת הקרטנואידים הנמצא רק במספר מצומצם של מיני אצות וידוע בשם אסטאקסנטין. צבען זה הוא זה שמקנה לדגי הסלמון את צבעם האדמדם, מגן על האצה מפני קרינת השמש החזקה ומצטבר בתאים לריכוזים גבוהים. האסטאקסנטין אינו הכרחי לקיומו של הבוטריוקוקוס ואכן יש מצבים בהם מושבות הבוטריוקוקוס מופיעות כצברים ירוקים, כמקובל באצות מקבוצת הירוקיות. ייצור האסטאקסנטין הוא אך תגובה לרמות קרינה גבוהות, המתממש בתנאים מסוימים. ראוי לציין שלאסטאקסנטין עשויה להיות חשיבות תזונתית רבה לבעח"י, כולל האדם, מהיותו מונע חמצון (אנטיאוקסידנט) יעיל ביותר ויש כבר מתקנים טרום-תעשייתיים ותעשייתיים לגידול אצות, שמטרתן הפקת אסטאקסנטין (בקווי ייצור אלה של אסטאקסנטין לא משתמשים ב*בוטריוקוקוס*, אלא באצה ירוקית הקרויה *המטוקוקוס*, שלא נמצאה עד כה במי-הכנרת, אך מצויה בשפע באבק היורד על האגם). ייתכן וה*בוטריוקוקוס* מתאים כאורגניזם להפקת אסטאקסנטין וייתכן ולא, אך פיגמנט מרתק זה איננו המשאב הביוכימי היחיד הנישא בתאי *הבוטריוקוקוס*. *הבוטריוקוקוס* מצטיין גם בכמות גדולה של פחמימנים למיניהם ובעיקר חומצות שומן, אותם ניתן בקלות להתמיר לדלק. בגלל תכונות ייחודיות אלו *בוטריוקוקוס* נחשב כאצה בעלת פוטנציאל כלכלי ופוטנציאל זה נבחן במעבדות רבות ברחבי העולם. המטרה היא להגיע לגידול מבוקר של *הבוטריוקוקוס* במערכות תעשיתיות כדי להניב תוצרים בעלי ערך מסחרי גבוה.

אם כך, הכנרת מהווה לא רק מקור מים חשוב למשק המים בישראל, אלא עשויה להיות גם מקור למוצרי אנרגיה.



תמונה 1: תמונה מיקוסקופית של מושבת אצות מהסוג *בוטריוקוקוס* (צילום: דר' אלה אלסטר, המעבדה לחקר הכנרת).



איור 2: ריכוז של מושבות *בוטריוקוקוס* סמוך לחוף אתר ספיר. הכתם החום אדום הוא של מושבות המרחפות בגוף המים בטרם יצרו משטח דק על פני המים (צילום: דר' ורנר אקרס, המעבדה לחקר הכנרת).



תמונה 3 : בוטרייקוקוס בכנרת אוגוסט 2000