

והתאקלמה היטב בכל המקומות שפוזרה בהם. הבוגרים והזחלים טורפים את האצברית, ובאתרי הפיזור הראשונים ניכרת הדברה משביעת רצון, המתבטאת בדיכוי מוחלט של הכנימה. הזבוב הטורף הגיע ממקסיקו בספטמבר 2017, והחל במאי 2018 הוא משוחרר לטבע באתרים שונים שגם החיפושית שוחררה בהם, כדי להעצים את הטריפה של אוכלוסיית האצברית. הזבוב כבר התאקלם בחלק ממקומות הפיזור, רימותיו ניזונות ברעבתנות מאוכלוסיית האצברית, והתבססותו בישראל נראית מובטחת.

המבצע מעורר התעניינות בעולם, בעיקר במקומות שאצבריות תוקפות את הצבר. לקראת סוף שנת 2017 התקבלה בקשה לסיוע מנשיא אוניברסיטת מק'לה, שבמחוז תיגראי בצפון אתיופיה: שטחי הצבר במחוז, שהם מקור חשוב לאספקת פרי ולמרעה למקנה ולעדרי הגמלים, נתקפו על-ידי מין אחר של אצברית. עד לקבלת רישיונות היבוא למשלוח לאתיופיה עבור שני מיני החרקים הטורפים שהובאו ממקסיקו, נמצאה דרך אחרת להגשת העזרה. במבצע משולב של קק"ל וצוות המחקר ממכון וולקני, נאסף בטבע תוך מספר ימים מועט גרעין רבייה של כ-600 פרטים של מושית טורפת אחרת (*Cryptolaemus montrouzieri*) שלא נדרש רישיון להבאתה לאתיופיה, ונשלח עם איש אגף הייעור של קק"ל לאתיופיה. מין מושית זה הובא לישראל מאוסטרליה לפני כשלושים שנה להדברת כנימות קמחיות. גמישות טווח הטריף שלו אפשרה את התאמת האוכלוסייה שהתבססה בישראל לטריפה של האצברית. בעקבות הצלחת המבצע נרקמים שיתופי פעולה נוספים בין קק"ל, מכון וולקני ואוניברסיטת מק'לה באתיופיה.

מבצע הדברה זה, הראשון בעולם מסוגו כנגד כנימת האצברית, צפוי לרסן את אוכלוסיית האצברית בישראל ולהציל את צמחי הצבר המצוי ואת התעשייה התלויה בהם. המבצע גם צפוי למנוע את פלישתה לשכנותינו (ירדן, מצרים, והרשות הפלסטינית) ואת הנזקים הקשים שצפויים בוודאי גם בהן ללא התבססות האויבים הטבעיים.

האצברית שייכת למשפחה קטנה של כנימות מגן (Dactylopiidae), ומוצאה במקסיקו. היא מתפתחת על כמה מיני קקטוס מהסוג צבר (*Opuntia*), ונמצאה לראשונה בישראל בעמק החולה ב-2013. הכנימה פלשה לישראל מלבנון, שם התגלתה ב-2011 (וכמו כן היא התגלתה בסוריה ב-2016). במהלך חמש השנים האחרונות התפשטה אוכלוסיית האצברית בגליל ובמורדותיו המערביים של הגולן. גבול התפשטותה הדרומי כיום הוא הקו צמח – מולדת – עין חרוד – עפולה – קריית אתא. הצבר המצוי הגדל בישראל רגיש מאוד לאצברית, והיא ממוטטת משוכות לכדי תמותה תוך 12–18 חודשים משלב האכלוס. בשל רגישות גבוהה זו, במחצית הראשונה של המאה ה-20 הובאה האצברית למדינות אחדות בחצי הכדור הדרומי (אוסטרליה ומדינות בדרום אמריקה) כדי להדביר את הצבר המצוי ואת קרוביו שהתפתחו שם כמינים פולשים בעייתיים.

לנוכח גילוי האצברית בעמק החולה נרקם שיתוף פעולה בין אגף הייעור בקק"ל וצוות מחקר של אנשי המחלקה לאנטומולוגיה ממכון וולקני. בעזרת קשריו של צוות המחקר במקסיקו, במימון קק"ל ובסיוע אגף הייעור וסניף קק"ל במקסיקו, יצא לדרך מבצע שמטרתו להדביר ביולוגית את אוכלוסיית האצברית באמצעות אויבים טבעיים ולהסיר את האיום על עצם קיומו של הצבר בישראל. עד להתבססות האויבים הטבעיים, נבחנו תכשירי הדברה סינתטיים, כפתרון זמני, כדי להקל על הנזק הקשה שגורמת אוכלוסיית הכנימה, אך רק באתרים שניתן ובטוח להשתמש בהם בתכשירים הללו. לשם ריסון האצברית אותרו שני מיני אויבים טבעיים ספציפיים (כלומר, הניזונים מהאצברית בלבד): המושית המקסיקנית (*Hyperaspis trifurcata*) חבוב טורף מהמין *Leucopis bellula*. מינים אלה נאספו כמה עשרות ק"מ ממקסיקו סיטי וגודלו תחילה במוסד המחקר Colegio de Postgraduados Posgrado en Fitosanidad ביער טקסוקו. המושית המקסיקנית שוחררה לטבע בישראל ב-2017,



עוסק בפיתוח טכנולוגיות מתקדמות לגידול ולריבוי של יצורים ימיים למטרות מזון ונוי [2]. ענף זה יכול להיות אחד הפתרונות למקורות מזון נוספים לאנושות ולצמצום הפגיעה באורגניזמים ימיים [3]. כיום מבוססת הזנת דגים בענף החקלאות הימית בעיקר על קמח דגים ועל שמן דגים כמקור לחלבון ולשומן במזון הדגים. תעשיית קמח הדגים יקרה, וכמות הדגים המשמשת לייצור הקמח רבה, ומשפיעה לרעה על מארג המזון באוקיינוסים [3]. על כן, עולה הצורך לאתר מקורות חליפיים לחלבון ולשומן, שיוכלו להשתלב בעתיד בענף החקלאות הימית במקום קמח דגים ושמן דגים. במסגרת עבודת גמר במדעי החקלאות בחנתי מקורות חלבון

רימת זבוב ואצה כמקורות מזון חלופיים לתעשיית קמח הדגים

עדי ממן

אולפנת כפר פינס

mamanadiz@gmail.com

החיפוש אחר מקור חלבון חלופי להזנת בני האדם הוא אחד מהאתגרים החשובים של האנושות, מאחר שאוכלוסיית בני האדם הולכת וגדלה ומקורות החלבון מצטמצמים [8]. ענף חקלאות המים

לאחר מכן, הזנתי דגי קרפיון מצוי (מסה ממוצעת התחלתית של 6 גרם לדג, 7 דגים באקווריום, 35 דגים לקבוצת ניסוי, 105 דגים השתתפו בניסוי) ברימות שגדלו על מצע מועשר בנוכלורופטיס, במזון תעשייתי המבוסס על קמח דגים מועשר בנוכלורופטיס, ובמזון תעשייתי המבוסס על קמח דגים בלבד ששימש לביקורת, כדי לבדוק כיצד ישפיעו המזונות השונים על המסה ועל האורך של דגי הקרפיון המצוי. המסה והאורך של כל דג נמדדו בתחילת הניסוי ובסיומו לאחר 28 יום.

תוצאות ומסקנות

מסת הרימות שגדלו על מצע שכלל שיבולת שועל ונוכלורופטיס הייתה נמוכה בממוצע ב-30% בהשוואה למסת הרימות שגדלו על מצע שהכיל שיבולת שועל בלבד. צבען של הרימות השתנה מב' בהיר לבז' ירקרק כצבע מצע הגידול. תוצאה זו מעידה על תכולת מערכת העיכול של הרימה, ומעלה את האפשרות להשתמש ברימה כווקטור להובלת חומרים (כדוגמת תרופות) לדגים. כדי לבסס את המסקנה יש לבדוק, בניסוי המשך, את התכולה הביוכימית של הרימה.

בניסוי הזנת הדגים נמצא שהמסה הממוצעת לדג שהוזן ברימות שגדלו על מצע שכלל שיבולת שועל ונוכלורופטיס הייתה נמוכה בממוצע ב-44% בהשוואה לביקורת. המסה הממוצעת של הדגים שהוזנו בכופתיות מועשרות באצה ננוכלורופטיס הייתה דומה למסה הממוצעת של דגי הביקורת שהוזנו במזון התעשייתי הרגיל המבוסס על קמח דגים. אורך הדגים בכל הטיפולים היה ללא הבדל משמעותי.

אני מציעה ניסוי המשך שיבדוק הזנת דגי קרפיון, שהמסה שלהם נמוכה מ-0.5 גרם (כלומר, שנמצאים בשלבי ההתפתחות של מערכת העצבים), בכופתיות מועשרות בנוכלורופטיס למשך חודשיים. לאחר חודשיים של גידול בתנאים מתאימים של טמפרטורה הדג המתפתח יהפוך לדגי הדומה בצורתו לפרט הבוגר. כמו כן, כדאי לחשב את הכדאיות הכלכלית של הזנת דגי הקרפיון המצוי ברימות זבוב החייל השחור.

אומנם מסתבר כי הזנה ברימות נחותה ביחס למזון התעשייתי המבוסס על קמח דגים, אך ייתכן כי ברמת המערכת החקלאית והסביבתית ועם מתן התמריץ המתאים, יש יתרון בהזנה ברימות.

הערת המערכת: העבודה זכתה בתחרות הארצית של עבודות גמר בתיכונים בנושאי סביבה וקיימות לשנת תשע"ח, שנערכה ביוזמת 'קמפוס ירוק', אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

מקורות

ראו נספח 1 באתר כתב העת.

ושומן חליפיים להזנת הקרפיון המצוי (*Cyprinus carpio*), דג סתגלן ונוח לגידול.^[1] הקרפיון אינו תלוי מבחינה פיזיולוגית בקמח דגים ובשמן דגים להזנתו, ולכן ניתן לספק את מזונו (חלבון ושומן) גם ממקורות תזונתיים אחרים.^[3] דג הקרפיון המצוי הוא אחד הדגים המרכזיים המגודלים בחקלאות המים העולמית (מעל ל-4 מיליון טונות בשנה)^[5].

המקור שנבחר כתחליף לחלבון ולשומן הוא רימת הזבוב מהמין החייל השחור (*Hermetia illucens*), שמפרקת באופן יעיל חומר אורגני, ומשמשת מקור מזון עבור סוגים רבים של חיות שזקוקות לחלבון מן החי.^[4] אחוז החלבון ברימה הוא 44%, ואחוז השומן 15-25%.^[6] המקור שנבחר לחומצות שומן רב בלתי רוויות מקבוצת אומגה 3 הוא האצה ננוכלורופטיס (*Nannochloropsis Sp.*), אצה חד-תאית המכילה ריכוזים גבוהים של פיגמנטים וחומצות שומן מקבוצת אומגה 3, שחשובים להתפתחות מערכת העצבים של הדג ומיטיבים את גידולו.^[7,9]

העבודה בוצעה בחווה החקלאית 'החממה האקולוגית עין שמר', בליווי מיכל כינרתי ובהנחיית סגל לוצקי.

מטרת המחקר הייתה בחינת ההשפעה של רימת הזבוב והאצה כמקורות מזון חלופיים על גידול מסת הקרפיון המצוי. גידלתי את הרימות על שני סוגי מצעים כדי לבדוק כיצד ישפיע הרכב מצע הגידול על גידול רימת זבוב החייל השחור. המצע הראשון הורכב מהאצה ננוכלורופטיס ושיבולת שועל, והשני הורכב משיבולת שועל בלבד ושימש לביקורת. מסת הרימות נמדדה בתחילת הניסוי, ובסיומו לאחר שמונה ימים.



מערכת האקווריומים ששימשה לגידול דגי קרפיון בניסוי