

בחינת מזונות שונים של חברת INVIVO

בהזנת דגי גופי (*Poecilia reticulata*)

ניצן רייס תבלין, טל גור, מוטי אושרוביץ, דן פופר ואנדראה אנצמן - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית דינה זילברג, גלית שרון, תמר סיני, סופי פרידמן - המעבדה לבריאות דגים, המכוניס לחקר המדבר אוני בן גוריון כתובת המחברת: fish1@arava.co.il

תקציר

בגידול דגים במערכת סגורה וממוחזרת קיימת חשיבות רבה למזון המוגש. המזון מהווה גורם מכריע בקצב הגדילה, בריאות הדג ואיכות המים. מבחר המזונות המסחריים הקיימים בשוק אשר מותאמים לצרכי הגידול של דגי הנוי הוא קטן. בניסוי שנערך בתחנת יאיר (מו"פ ערבה) ובמעבדה לבריאות דגים בשדה בוקר בשנת 2012 נבחנה הזנה של דגי גופי במספר מזונות של חברת In Vivo, השונים זה מזה בכמות החלבון, השומן מרכיבי מזון, שיטות ההכנה והפיגמנטים. כמו כן נכללו בניסוי שני מזונות של חברת Ocean Nutrition בעלי כמות חלבון ושומן דומה לזו של מזונות In Vivo. המזונות MeM Prime ו-MeM נתנו את קצב הגידול הטוב ביותר. שרידת הדגים בכל הטיפולים היתה מעל 90% פרט להזנה משולבת של In Vivo Experimental feed (Invivo-Exp) למשך חודש ואחר כך חודש של הזנה ב-MeM Ornamental, בו היה שיעור השרידה 86%. בקבוצות הדגים שאכלו מזון Invivo-Exp נמצא אחוז גבוה של דגים מעוותים.

בקו גופי זה לא נמצא הבדל בצבע של הדגים בין הטיפולים השונים. קבוצת הדגים שהוזנו במזון Invivo-Exp, נמצאה עם דרוג הכבד השומני הנמוך ביותר אך לא נמצא הבדל סטטיסטי בין קבוצות ההזנה השונות. בכל קבוצות ההזנה השונות היו דגים בהם הופיעה הצטברות שומן גבוהה בחלל הבטן, אך בקבוצות שהוזנו ב- Invivo-Exp ו-MeM נמצאה הזנה קיים ברוב הדגים. לאחר הדבקה בטפיל טטרהיימנה נצפה אחוז התמותה הגבוה ביותר בקבוצה שהוזנה ב- Invivo-Exp (87%). בדגים שהוזנו ב-MeM ornamental נצפו אחוזי התמותה הנמוכים ביותר (58%). בין שתי הקבוצות נמצא הבדל סטטיסטי מובהק. קיימת התאמה טובה בין יחס חלבון שומן במזון לקצב הגידול, ככל שהיחס נמוך קצב הגידול גבוה. מתאם נמצא גם בין אחוז השומן במזון לקצב הגידול ככל שאחוז השומן היה גבוה יותר עלה קצב הגידול. התאמה טובה נמצאה בין רמת החלבון הגבוהה לשיעור גבוה של תמותה.

מבוא

בגידול דגים במערכת סגורה וממוחזרת קיימת חשיבות רבה למזון המוגש. המזון מהווה גורם מכריע בקצב הגדילה, בריאות הדג ואיכות המים. בתנאי השוק היום, חיסכון בעלויות הגידול הוא חיוני להצלחת העסק, מזון וממשק גידול אשר יביאו להגברת קצב הגדילה תוך ניצול מרבי של שטח החווה וקבלת דגים בריאים ועמידים לעקות יאפשרו לחקלאים להתמודד עם תנאי המסחר הקשים. במערכות מתועשות של גידול דגי נוי אין כמעט התפתחות של מזון טבעי כגון פיטופלנקטון או זואופלנקטון ועיקר ההזנה היא הזנה מוספת ע"י החקלאי אשר מבוססת על מזון מלאכותי יבש. מזון בעל נעילות נמוכה יפגע בקצב גידול הדג ובאיכות המים ולכן יפגע כלכלית במגדל. מזונות שאינם מותאמים למין הספציפי יכולים להחליש את הדגים ואף לגרום לתמותה. מזון יקר מדי לא תמיד יספק קצב גידול אשר מצדיק כלכלית את השימוש בו (Craig and Helfrich, 2002).

מבחר המזונות המסחריים הקיימים בשוק אשר מותאמים לצרכי הגידול של דגי הנוי הוא קטן. מרבית המזונות מיועדים לדגי מאכל ומתוכננים לספק קצב גידול מהיר ואינם מכילים חומרי הזנה כגון צבענים ואצות בריכוז גבוה אשר חשובים לבריאות והאיכות של דגי הנוי. בניסויים רבים אשר נערכו בתחנת יאיר מו"פ ערבה (רייס חבלין וחוב', 2010a, 2010b, 2011) נמצא כי מרבית הדגים גדלו בקצב גידול מהיר על מזון עם כמות גבוהה של שומן וחלבון. איכות קמח הדגים והמרכיבים השונים במזון, פיזור ועמידותו במים לאחר ההאכלה (נגזרת של דרך ההכנה של המזון) השתנו בין המזונות השונים. מזונות באיכות גבוהה שעלותם בהתאם יתמכו טוב יותר (במרבית המקרים) בגידול הדג. לעיתים קשה למצוא מזון אידיאלי מבחינת הרכב החומרים ואיכותם ויש צורך להוסיף למזון לפני השימוש תוספות מסוגים שונים אשר יתרמו לבריאות הדג ולמראה החיצוני. על החקלאי בשלב הפיטום לעשות את השקלול בין קצב הגדילה של הדגים, איכותם, בריאותם ועלות המזון.

שוק דגי הנוי בישראל מתחלק בין דגים טרופיים ודגים של מים קרים (כגון דגי זהב ודגי קוי) כשעיקר השיווק מתבסס על דגי גופי (*Poecilia reticulata*) ודגי זהב (*Carassius auratus*). מקורם של דגי הגופי במרכז ודרום אמריקה. דגי הגופי הם הדגים הנפוצים ביותר מבין דגי הנוי של מים מתוקים. דגים אלו ססגוניים, עלותם נמוכה והם מתרבים בקלות.

בניסוי זה נבחנה הזנה של דגי גופי במספר מזונות של חברת In Vivo, השונים זה מזה בכמות החלבון, השומן מרכיבי מזון, שיטות ההכנה והפיגמנטים. כמו כן, נכללו בניסוי שני מזונות של חברת Ocean Nutrition בעלי כמות חלבון ושומן דומה לזו של מזונות In Vivo.

שיטות וחומרים

החלק הראשון של הניסוי, שכלל בחינת ההשפעה של המזון על קצב הגדילה ואיכות הדג נערך בתחנת יאיר. החלק השני בו נבחנה השפעת המזון על עמידות הדגים למחלת הטטרהיימנה, בדיקה היסטו-פתולוגיות ופעילות ליזוזים, לבדיקת מצבם הבריאותי של הדגים, נערכו במעבדה לבריאות דגים בשדה בוקר.

ניסוי בתחנת יאיר - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית:

הניסוי נערך במערכת אקווריומים עם ביו-פילטר מרכזי. המערכת כללה 48 אקווריומים שהכילו 15 ליטר מים כ"א, ואוורור לכל אקווריום. טמפרטורה נמדדה ונשמרה ע"י בקר בטווח של $1^{\circ} \pm 27^{\circ} \text{C}$. בכל אקווריום אוכלסו 40 דגי גופי בני יום מקו Red Blond. הדגים אוכלסו בקבוצות של 5 דגיגים, וחולקו באופן שווה בין האקווריומים. דגיגים חריגים בגודלם לא אוכלסו. האכלוס נערך בתאריכים 2-3/7/12. נבחנו 8 טיפולים ב- 6 חזרות לכל טיפול.

טיפולים

1. Ocean Nutrition (O.N.) Breeder [59% חלבון, 16% שומן].

2. Ocean Nutrition (O.N.) Community Pellets [55% חלבון, 9% שומן].

3. MeM [56% חלבון, 14% שומן].

4. MeM Ornamental [52% חלבון, 9% שומן].

5. Nori [55% חלבון, 10% שומן].

6. חודש ראשון Nori ואח"כ MeM Ornamental.

7. MeM Prime [60% חלבון, 15% שומן].

8. חודש ראשון MeM Prime ואח"כ MeM Ornamental.

הזנה

בשבוע הראשון: הזנה בארטמיה ניתנה במשך 3 ימים, 3 ארוחות ביום. מהיום הרביעי ניתנו 3 ארוחות ארטמיה וארוחה אחת מזון יבש. שבוע שני: 3 פעמים מזון יבש + פעם אחת ארטמיה. בהמשך: הזנה שלוש פעמים ביום, במזון יבש בלבד. כמות המזון ניתנה ע"פ הטבלה המצורפת (אחוז ממשקל הדגיגים בכל אקווריום).

טבלה 1: טבלת הזנה

גיל הדגים (שבועות)	אחוז הזנה מהביומסה
0-2	15
3-4	8
5-6	7
7-8	6
9-10	5

שגרת טיפול

נערך רישום מדויק של כל האירועים במהלך הניסוי. אחת לשבועיים הדגים נשקלו ונספרו. השקילה בוצעה באופן מקובץ ע"י הוצאת הדגים בעזרת רשת, יבוש הרשת על גבי נייר סופג והעברת הדגים מהרשת לכלי מים על המשקל. שקילה זו שימשה גם לעדכון כמות המזון הניתנת לכל אקווריום. אחת לשבוע נבדקו פרמטרים של איכות מים (אמוניה, ניטרט, ניטריט, מוליכות חשמלית ו-pH). סיפון האקווריומים נעשה פעמיים בשבוע תוך החלפת 10% מהמים. רישום תמותות, ואירועים חריגים נעשה על בסיס יומי. רשימת טיפולים:

3/7/12 - טיפול מלח מונע – 5 ק"ג לקוב.

11/7/12 - טיפול בפרזיקונטל (בעקבות זיהוי הדבקה במונוגניאה) 2 גרם מהולים ב- 200 מ"ל אתנול 96% לאחר סיפון מערכת בסאמפ. ביום זה קיבלו הדגים רק ארטמיה.

12/7/12 - שטיפה של המערכת.

23/7/12 - טיפול בפרזיקונטל 2 גרם מהולים ב- 200 מ"ל אתנול 96% לאחר סיפון מערכת בסאמפ.

ניסוי במעבדה לבריאות הדג, המכון לחקלאות וביוטכנולוגיות של אזורים צחיחים:

אבחון היסטופתולוגי

ביום ה- 60 של הניסוי הועברו הדגים למעבדה לאבחון מחלות דגים במכונים לחקר המדבר, במדרשת בן גוריון. במעבדה נבחרו 5 טיפולים: טיפול מספר 1: Ocean Nutrition (O.N.) Breeder; טיפול 3: MeM; טיפול 4: MeM Ornamental; טיפול 5: Nori; וטיפול 7: MeM Prime. נדגמו 2 דגים מכל אקווריום, מכל אחד מהטיפולים הללו, סך הכול 60 דגימות. הדגימות עברו קיבוע בפורמלין למשך 48 שעות ואח"כ הועברו ל-70% אלכוהול עד המשך הטיפול. הדגימות נחתכו לרוחב לחתיכות בגודל של חצי ס"מ ועברו דיקלציפיקציה ב- formic acid (44%) and sodium citrate (12.5%) למשך 8-12 שעות. הדגימות הועברו תהליך הכנה לחיתוך ע"י מכשיר microwave histo-processor (RHS-1, Milstone, Italy) והושמו בבלוקים של פרפין אשר נחתכו בעובי של חמישה מיקרון, הושמו על זכוכיות נושאות ונצבעו בהמטוקסילין ואאוזין (H&E). הזכוכיות הנושאות נבחנו במיקרוסקופ אור.

בדיקת ליזוזים

ארבעה דגים מכל אקווריום (6 אקווריומים לטיפול) מחמשת הטיפולים שנבחרו, נדגמו לבדיקת ליזוזים ($n=24$). הדגים עברו דיסקציה בה הוצאה מערכת העיכול וכיס המרה לאחר מכן הוקפאו ב-80 מ"צ. הדגימות עברו הומוגניזציה ע"י הוספה של 2 מ"ל 0.1 M pH 5.8 phosphate citrate buffer (PCB) ע"י הומוגניזר (Mehandasim Ltd, Israel), הדגימות נמצאו כל זמן התהליך על קרח. התהליך נמשך עד הומוגניזציה מלאה של הדגימה. הדגימות הועברו בצנטריפוגה מספר פעמים, המשקעים נשארו והנוזל הועבר למבחנה חדשה. הצנטריפוגות נמשכו עד ליצירת דגימה נקייה וצלולה. הדגימות הועברו ליבוש בהקפאה (Virtis, Gardiner, and N.Y) למשך 18 שעות, לאחר הייבוש נמהלו הדגימות ב-100 μ l PCB 0.1 M. בדיקת כמות החלבון בכל דגימה נעשתה על פי Bradford (1976). תהליך אבחון הליזוזים נעשה לפי Osserman & Lawlor (1966) ו-Lie *et al.*, (1986).

הדבקה בטרהיימנה

ביום ה-60 לניסוי, 25 דגים מכל אקווריום (6 חזרות) אוכלסו באקווריום של 10 ליטר, בכל אחד פילטר ביולוגי ואיוורור נפרדים. במהלך שבועיים הדגים המשיכו לקבל את התזונה הניסיונית של כל טיפול, לפי 4% מהביומסה. לאחר שבועיים הדגים הודבקו בטרהיימנה, ע"י הזרקה תוך בטנית (IP). טפיל הטרהיימנה ששימש להדבקה נלקח מאינוקולציה בת 3-4 ימים במדיה של RM-9 (Chetri *et al.*, 2009). הפרזיטים עברו צנטריפוגה ב-10 מעלות צלסיוס למשך 5 דקות ב-300 X g, פעמיים, שלאחריה הטרהיימנה ששקעה נאספה והורחפה במדיום RM-9 בריכוז של 47,500 טרהיימנה למיליטר. הדגים בכל אחד מהאקווריומים הוזרקו IP (תוך בטני), במנת ה-50 LD, 950 טרהיימנה לדג (ב נפח של 20 μ l). התמותה תועדה מדי יום במשך 20 יום. הדגים המתים הטריים והחלשים נבדקו להימצאות טרהיימנה בזימים בעור ואיברים פנימיים ע"י מיקרוסקופ אור. כל המזונות אשר נבחנו בניסוי נשלחו לחברת In Vivo לבדיקת מעבדה מקיפה בה התקבלו הכמויות המדויקות של מרכיבי המזון.

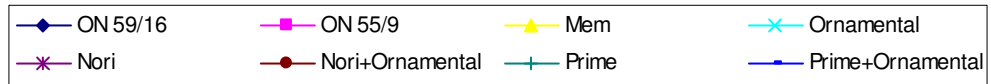
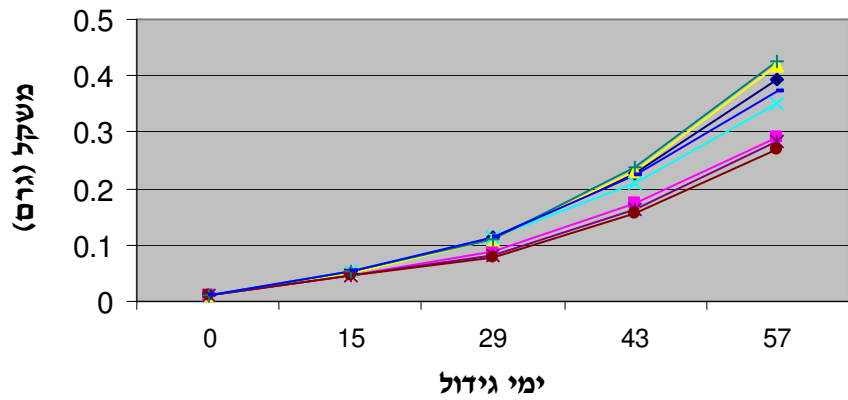
תוצאות

ניסוי הזנה

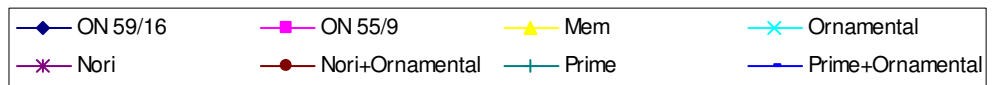
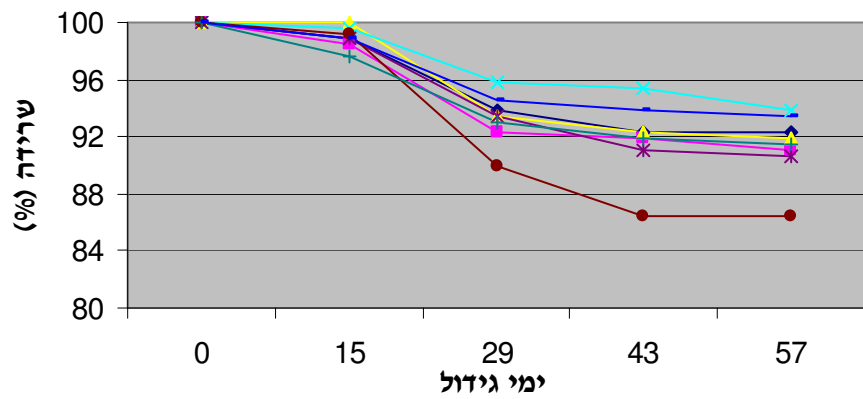
המזונות MeM ו-MeM Prime תרמו לקצב הגידול הטוב ביותר. לעומתם, הדגים שהוזנו בנורי ו-O.N Community pellet גדלו בקצב הנמוך ביותר (טבלה 2, איור 1). שיעור השרידה בכל הטיפולים היתה מעל 90% אך הזנה משולבת של נורי (חודש) ואחר כך חודש של MeM Ornamental (טיפול 6) הביאה לשרידה נמוכה יותר משל הקבוצות אשר אכלו O.N. Breeder, MeM, MeM Prime, MeM Ornamental, ושילובים שלהם (טיפולים 1,3,4 ו-5) (טבלה 2, איור 2). מיון הדגים לפי גודל (איור 3) תומך בתוצאות קצב הגדילה, כאשר נמצאו דגים גדולים רבים יותר בטיפולים בהם קצב הגידול היה מהיר יותר וקבוצת דגים קטנים גדולה יותר במזונות שנתנו קצב גדילה איטי. בקבוצות הדגים שאכלו מזון Nori נמצא אחוז גבוה של דגים מעוותים (טבלה 2, איור 4). בקו גופי זה לא נמצא הבדל בצבע של הדגים בין הטיפולים השונים.

טבלה 2 : נתוני גדילה, שרידה ודגים מעוותים בטיפולים השונים

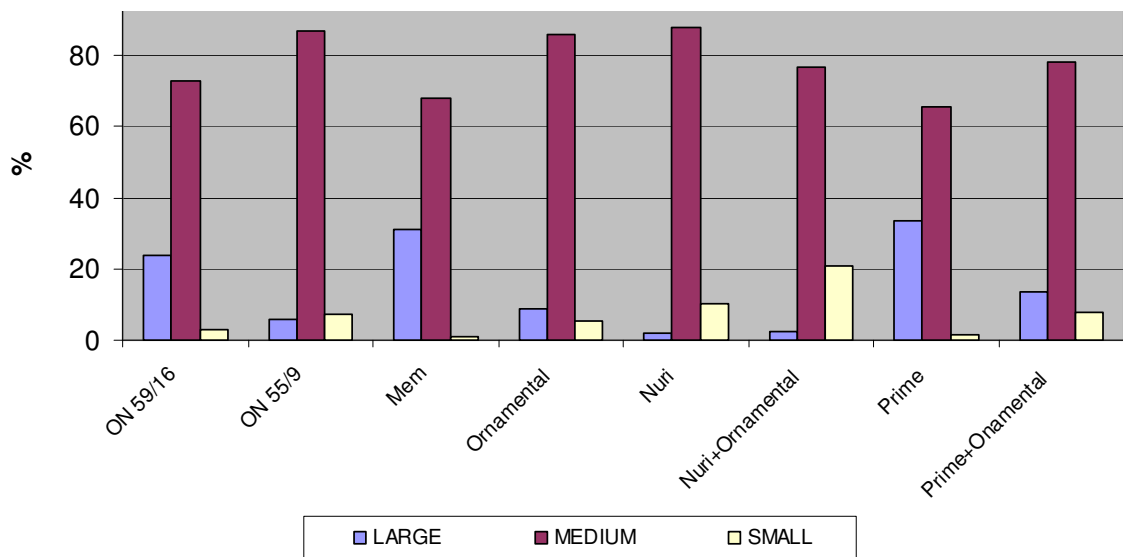
MeM Prime + ornamental	MeM Prime	Nori + ornamental	Nori	MeM ornamental	MeM	O.N. 55/9	O.N. 59/16	
9 ± 1	9 ± 1	9 ± 1	9 ± 1	9 ± 1	9 ± 1	9 ± 1	9 ± 1	משקל התחלתי (מ"ג)
372 ± 39 cd	427 ± 38 a	269 ± 14 e	284 ± 15 e	352 ± 21 d	417 ± 35 ab	291 ± 15 e	394 ± 31 bc	משקל סופי (מ"ג)
93 ± 1 a	91 ± 4 ab	86 ± 5 b	91 ± 6 ab	94 ± 4 a	92 ± 2 a	91 ± 6 ab	92 ± 4 a	שרידה (%)
1 ± 2 b	1 ± 1 b	10 ± 4 a	13 ± 4 a	0 ± 0 b	0 ± 1 b	1 ± 1 b	3 ± 3 b	מעוותים (%)



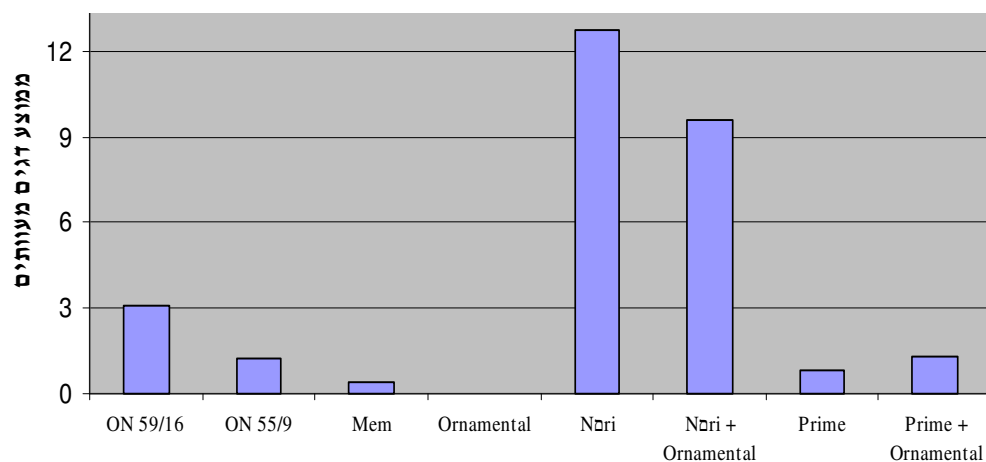
איור 1 : גדילת דגי גופי כתלות במזונות השונים



איור 2 : שרידת דגי גופי כתלות במזונות השונים



איור 3 : מיון לגודל לפי הטיפולים השונים



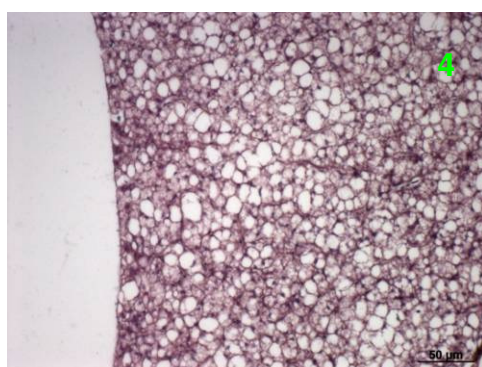
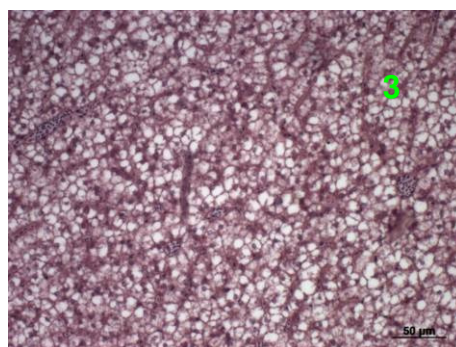
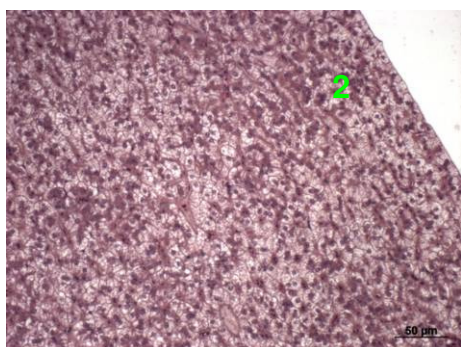
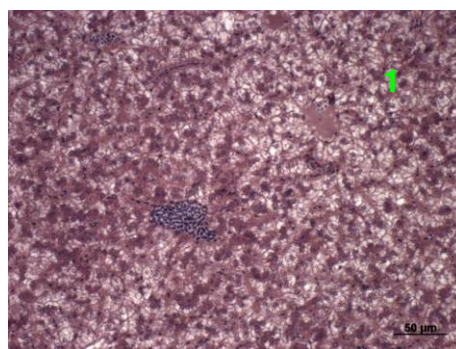
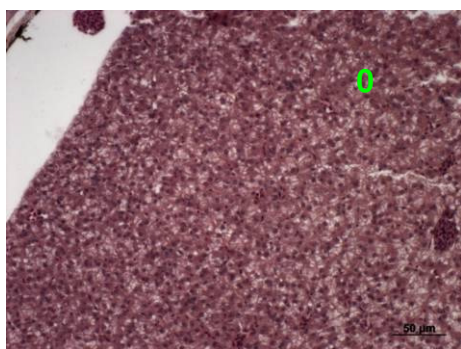
איור 4 : ממוצע מספר דגים מעוותים לפי טיפולים

אבחון היסטופתולוגי

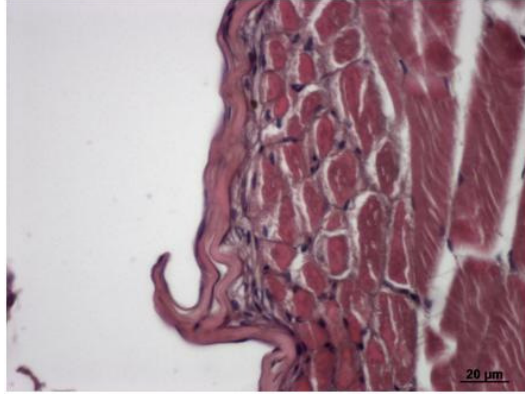
הצטברות של גליקוגן ו/או שומן בכבד נצפו אצל רוב הדגים בניסוי, הדרוג של רמת הכבד השומני נעשה ע"י כמות הווקולות שנצפו בתאי הכבד (הפתוציטים) והשומן שהצטבר (איור 5). הכבדים דורגו בן 0-5 כאשר 0 הינו כבד נורמלי ללא הצטברות גליקוגן או שומן ו-5 כבד בעל מראה של רקמה מאוד עדינה והצטברות גבוהה של שומן בהפתוציטים (טבלה 3, איור 5). בדירוגים 1 ו-2 הווקולות בתוך תאי הכבד מכילות ככל הנראה גליקוגן, בדירוג 3 ו-4 הווקואולות עגולות וגדולות יותר, ומכילות ככל הנראה שומן (איור 5). דרוג 4 היה הגבוה ביותר שנצפה בניסוי. קבוצה מספר 5 שבה הוזנו הדגים במזון Nori, נמצאה עם דרוג הכבד השומני הנמוך ביותר (ממוצע של 1.58), בעיקר הצטברות של גליקוגן. בשאר הטיפולים הדירוג נע בין 2.18 - 2.41 בממוצע ללא הבדל סטטיסטי בין קבוצות ההזנה השונות.

שומן בחלל הבטן נצפה בחלק מהדגים שנדגמו, ותועדו דגים שבחלל הבטן שלהם נצפתה כמות גבוהה של שומן סביב האיברים הפנימיים, מעבר לנורמאלי (טבלה 3, איור 6). בכל קבוצות ההזנה השונות היו דגים בהם הופיעה הצטברות שומן גבוהה בחלל הבטן, אך בקבוצות שהוזנו ב-Nori ו-MeM ממצא הזה היה קיים ברוב הדגים (ב-11 מתוך 12 מהדגים שנבדקו (טבלה 3)).

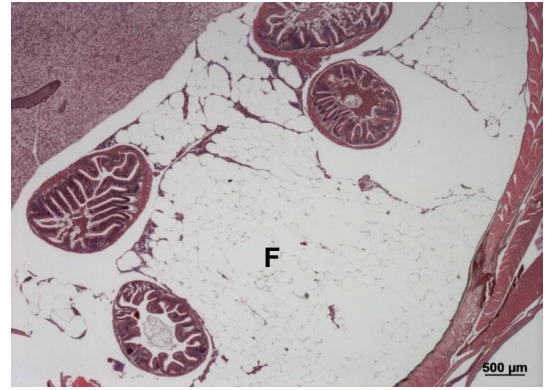
דיסטרופיה של שרירים, נראתה בכל קבוצות ההזנה בכ 50% מהדגים שנבדקו, מלבד טיפול מספר 4, הדגים שהוזנו ב- MeM Ornamental, שבו לא נראתה התופעה באף אחד מהדגים (טבלה 3). דיסטרופיה של השרירים הייתה ממוקדת ומצומצמת, באזור החיצוני-לטרלי של הדג, בשרירים המצויים קרוב לעור ודורגה במצב 1 (איור 7). בכל הדגים שנדגמו מכל קבוצות ההזנה השונות, התגלתה פגיעה כלייתית. צינורות הכליה השונים היו מלאים בפלאקים אאוזינופילים ובתאים שנשרו לתוך חלל הצינורות. בשניים מהדגים מקבוצת הזנה מספר 5 שהוזנו ב-Nori נמצאו גם נרקוזה ברקמת הכליה ובצינורות הכליה (איור 8) וגם הרס של גלומרולים ברמות שונות (איור 8).



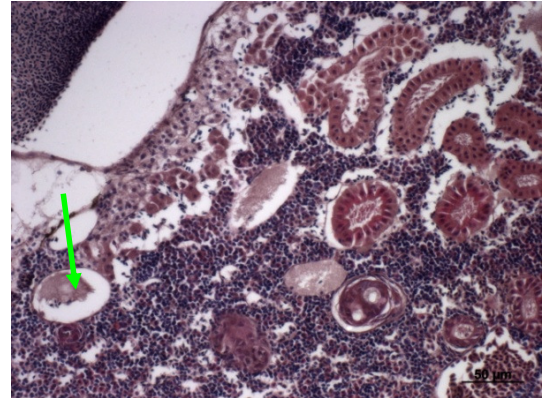
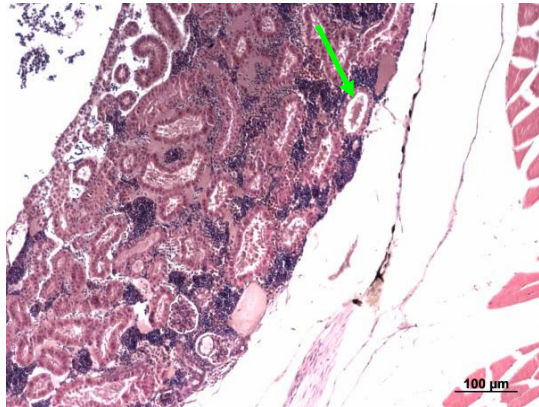
איור 5: היסטופתולוגיה של הכבד – דרוג מ-0 עד 4 (מסומן בירוק בכל תמונה) על פי רמת הווקולות (שומן וגחליקוגן) בכבד.



איור 7 : דיסטורפיה של השרירים



איור 6 : הצטברות שומן בחלל הבטן.



איור 8 : נקרוזה ברקמת הכליה וצינורות הכליה

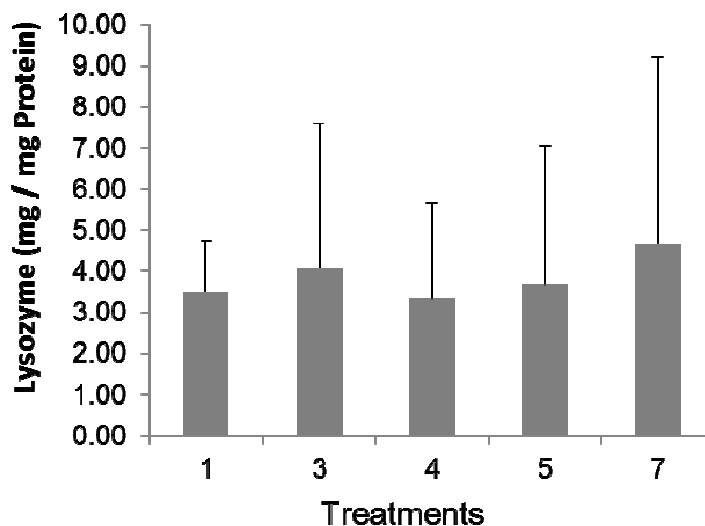
טבלה 3 : תוצאות בדיקות הסטופתולוגיות בטיפולים השונים

ON 59/16 (1)	MeM (3)	MeM ornamental (4)	Nori (5)	MeM Premium (7)	בדיקות
2.18±1.33	2.41±1.48	2.36±0.84	1.58±1.31	2.32±0.81	כבד שומני ⁽¹⁾ (0-5)
7/12	11/12	8/12	11/12	6/12	שומן בחלל הבטן (מספר מכמות הדגים שנבדקו)
7/12	7/12	0	5/12	6/12	פרוק של תאי שריר (מספר מכמות הדגים שנבדקו)

⁽¹⁾ דירוג בן 0-5. 0 הינו כבד נורמלי ללא הצטברות גליקוגן או שומן ו-5 כבד בעל מראה של רקמה מאוד עדינה והצטברות גבוהה של שומן בהפתוציטים.

בדיקת ליזוזים

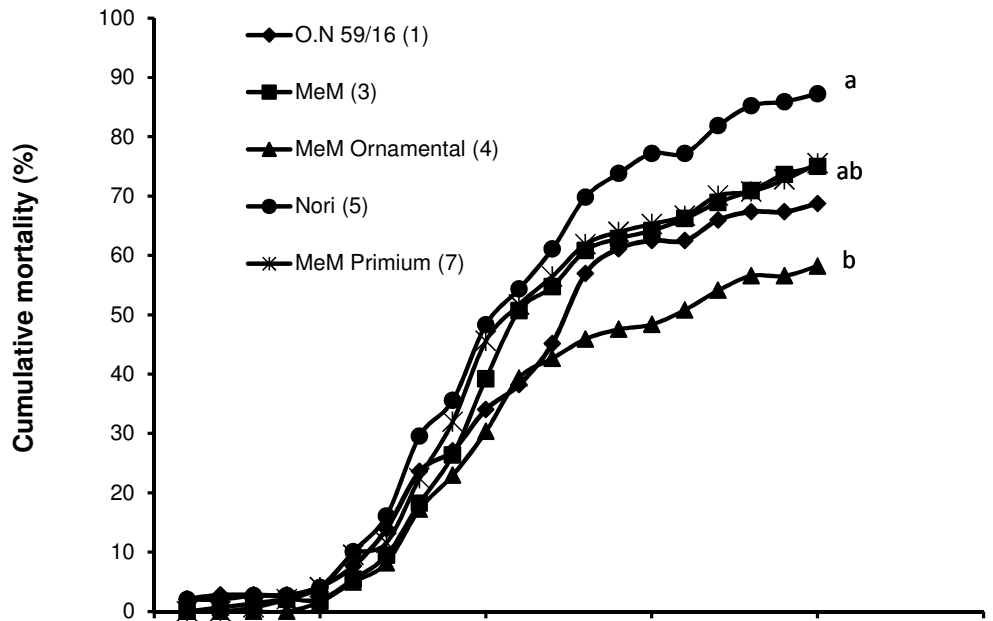
רמות הליזוזים, אנזים השייך למערכת החיזון המולדת, לא היו שונות באופן משמעותי בין קבוצות הדגים השונות (איור 9). נמצאה שונות גדולה מאוד בין רמות הליזוזים בדגים שונים מאותו טיפול.



איור 9: רמת ליזוזים בדגים שהוזנו במזונות שונים. הטיפולים: 1 - ON 16/59, 3 - MeM, 4 - Ornamental MeM, 5 - Nori, 7 - MeM Primium. (n=24)

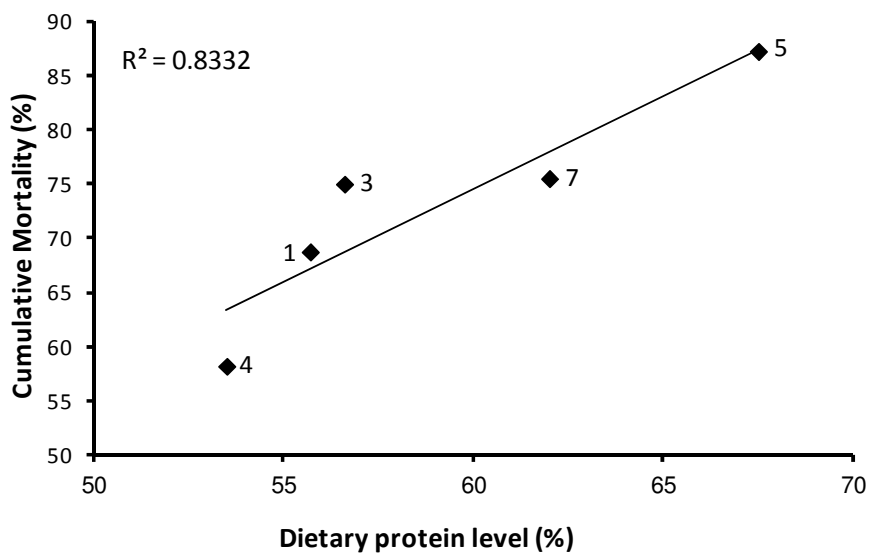
הדבקה בטרהיימנה

שיעור התמותה הגבוה ביותר לאחר הדבקה בטפיל טרהיימנה נצפה (איור 10) בדגי קבוצה מספר 5 שהוזנה ב-Nori (87%). בדגים שהוזנו ב-MeM ornamental (קבוצה מספר 4), נצפו אחוזי התמותה הנמוכים ביותר (58%). בין שתי הקבוצות נמצא הבדל סטטיסטי. בדגים שהוזנו ב-MeM, O.N. ו-MeM Premium קבוצות 1, 3 ו-7 אחוזי התמותה היו 69, 75 ו-76%, בהתאמה. לא נמצא הבדל סטטיסטי בין קבוצות אלה לקבוצות שהוזנו ב-MeM ornamental.



איור 10 : קצב תמותה בטיפולים השונים בעקבות הדבקה בטפיל טטרהיימנה

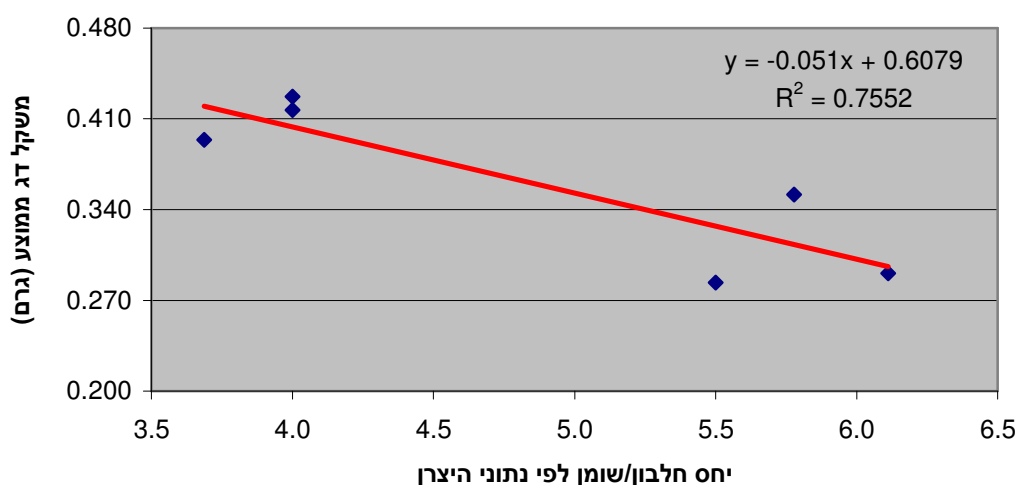
נמצאה קורלציה בין אחוזי תמותת הדגים לבין כמות החלבון במזונות השונים (איור 11). על פי הקורלציה, עליה ברגישות הדגים להדבקה בטטרהיימנה עלתה עם העלייה ברמת החלבון במזון. לא נמצאה קורלציה בין רגישות להדבקה בטטרהיימנה לבין רמת השומן במזון (לא מוצג).



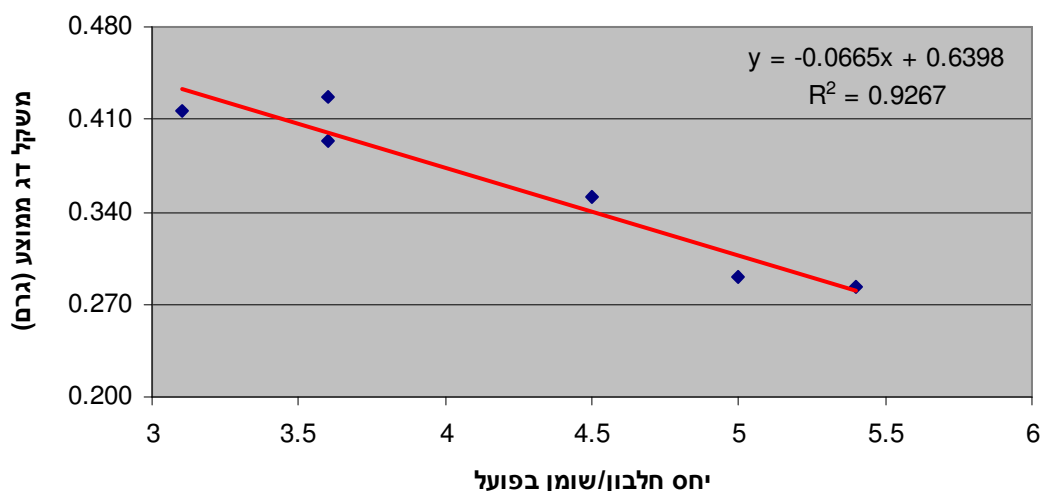
איור 11 : קורלציה בין אחוזי תמותת הדגים כתוצאה מהדבקה בטטרהיימנה לבין כמות החלבון במזונות השונים (כמות החלבון על פי בדיקת המעבדה) .

לא נמצא קו קורלציה ברור בין כמות חומצות השומן הרוויות לבין אחוזי התמותה אך עם זאת, קבוצה מספר 5 שהוזנה ב Nori והכילה את כמות חומצות השומן הרוויות הגבוהה ביותר - 42%, הייתה בעלת אחוזי התמותה הגבוהים ביותר כתוצאה מהדבקה בטטרהיימנה. התוצאות היו הפוכות כאשר נבדקה הקורלציה בין חומצות שומן לא רוויות לבין אחוזי התמותה לאחר ההדבקה בטטרהיימנה.

המזון ששימש בניסוי נשלח לבדיקת מעבדה בחברת In Vivo אשר בדקה את הרכב המזון בפועל. נמצאו הבדלים משמעותיים בכמויות החלבון והשומן בפועל, שנדגמו בבדיקת המעבדה, לבין המידע של היצרן אשר היה רשום על התווית. באיור 12 מוצג גרף המתאר את ההתאמה בין קצב הגידול ליחס חלבון/שומן ע"פ הכמויות אשר מצוינות על התווית. התאמה זו מתחזקת כאשר מציבים את הנתונים ה"אמיתיים" של החלבון והשומן (איור 13). מתאם נמצא גם בין אחוז השומן במזון לקצב הגידול ככל שאחוז השומן היה גבוה יותר עלה קצב הגידול. (נתונים לא מוצגים).



איור 12 : קורלציה בין יחס חלבון/שומן על פי נתוני היצרן (תווית).



איור 13 : קורלציה בין יחס חלבון/שומן על פי בדיקת מעבדה.

דיון ומסקנות

בניסוי זה נבחנו סוגי מזון שונים אשר נבדלים זה מזה באיכות מרכיבי המזון, בכמויות החלבון והשומן, בתוספות המיוחדות כגון אצות וצבענים ובדרך הכנת המזון. לניסוי היו מספר מטרות:

1. לבחון את השפעת המזונות על קצב גדילה ובריאות הדגים.
2. בחינת מידת ההתאמה של המזונות השונים לגידול דגי גופי.
3. איתור מזון ו/או ממשק ההזנה התומך/ים באופן הטוב ביותר בגדילה, בבריאות ובאיכות הדג.

החודשיים הראשונים של הניסוי, בהם נבחנו קצב הגידול ואיכות הדגים, נערכו בתחנת יאיר ובסיומם הועברו הדגים למעבדתה של דר' דינה זילברג לניסוי בו בחנו את עמידות הדגים למחלת הטטרהיימנה וכן בוצעו בדיקות היסטולוגיות ואנזימטיות אשר העידו על מצבם הבריאותי של הדגים. מתוצאות הניסוי בתחנת יאיר ניתן להסיק שמזונות איכותיים עם יחס נמוך של חלבון/שומן יתנו את קצב הגידול המהיר ביותר. הדבר תואם לתוצאות של ניסויים רבים אשר נערכו במו"פ ערבה בדגי גופי ודגי נוי נוספים הגדלים בערבה (רייס חבלין וחובי, 2010a, 2010b, 2011). מזונות עם רמת שומן גבוהה מיועדים במקורם לדגי מאכל של מים מלוחים. דגים אלו זקוקים לאחוזי שומן גבוהים במזונם בכדי להתפתח. דגים טרופיים ניזונים בטבע ממזון דל יחסית בשומן ולכן יש להניח שמזונות עתירי שומן עלולים לגרום לבעיות בריאותיות. מרבית החקלאים משתמשים במזונות בעלי אחוז שומן גבוה בכדי להאיץ את קצב הגידול.

בניסוי זה נערכה לראשונה בדיקה בריאותית בכדי לאתר בעיות אשר עלולות להיגרם מהשימוש במזון "השומני". בנוסף, חברת In Vivo ייצרה מזון המותאם במיוחד לדגי נוי, בו אחוזי שומן וחלבון נמוכים יותר אך איכות מרכיבי המזון גבוהה. למזון זה הוספו צבענים להגברת צבע הדגים (מזון MeM Ornamental: טיפול 4). מתוצאות הניסוי עולה כי המזונות אשר נתנו קצב גדילה מואץ הם המזונות בעלי יחס חלבון/שומן נמוך. מזון MeM Ornamental (טיפול 4) נתן בחודש הראשון קצב גידול דומה למזונות אלו אך בחודש השני קצב הגדילה היה איטי יותר וכך גם הואט קצב הגדילה של טיפול 8 אשר קיבל בחודש הראשון MeM Prime ובשני MeM Ornamental. עם זאת קצב הגידול והתפלגות גודל הדגים היו טובים יותר בהשוואה למזונות האחרים בעלי יחס חלבון/שומן גבוה אשר השתתפו בניסוי (טיפולים 2,5). בניסוי זה לא נבחן ממשק הזנה בו מאכילים חודש ראשון במזון איכותי עם יחס שומן/חלבון גבוה יחסית ואז עוברים למזון המכיל יחס נמוך יותר של שומן וחלבון ייתכן וממשק זה ייתן תוצאות גדילה טובות והדגים יהיו בריאים יותר. השרידה ברוב הטיפולים היתה מעל 90%. נבדל טיפול 6 בו היתה הזנה משולבת (חודש וחודש) של Nori + Mem ornamental.

מזון Nori אינו מתאים לדגי גופי. ניתן לראות זאת בקצב הגידול האיטי ובדגים המעוותים הרבים. מהתוצאות שהתקבלו מהמעבדה לבריאות דגים, ברוב הדגים בניסוי הייתה דרגה מסוימת של כבד שומני. קבוצה 5 שהוזנה ב-Nori, בסיכום הכללי, הייתה עם הדירוג הנמוך ביותר של כבד שומני, ואף על פי כן הייתה עם אחוזי התמותה הגבוהים ביותר לאחר הדבקה עם טפיל הטטרהיימנה. הצטברות של שומן בחלל הבטן הופיעה בקרב כ- 50% מהדגים שנדגמו, שתי הקבוצות שבהן רוב הדגים נמצאו עם כמות גבוהה של שומן היו Nori ו-MeM, 11 מתוך 12 דגים. בקבוצות אלו נמצא גם שיעור התמותה הגבוהה ביותר לאחר הדבקה בטטרהיימנה, 87% ו- 76%, בהתאמה.

דיסטרופיה של שרירים נמצאה ברמה נמוכה בקרב כ- 50% מכלל הדגים שנבדקו בכל אחת מקבוצות ההזנה השונות, למעט קבוצה 4 שהוזנה ב-MeM Ornamental. בקבוצה זו לא נמצאה התופעה כלל, וכן תועדו בה אחוזי התמותה הנמוכים ביותר (58%) לאחר הדבקה בטפיל הטטרהיימנה.

בכל הדגים שנדגמו נמצא נזק כיליתי ברמות שונות. רוב הנזק התבטא בפלאקים אאוזינופילים שמלאו את חלל צינורות הכיליה ותאי אפיתל שנשרו לתוך צינורות הכיליה. בשניים מהדגים מקבוצה 5 נצפה נזק כיליתי חמור יותר ובו נזק נקרוטי לרקמת הכיליה, לגלומרולים ולצינורות הכיליה. הסיבות לכך יכולות לנבוע מכמה גורמים: מצב רפואי התחלתי של הדגים, איכות המים וכן סוג המזון. הכיליה מהווה מסנן של הדם בגוף וכל רעלן או נוזל שעוברים דרכה עשויים לגרום לנזק.

לא נמצא קשר בין כמות השומן בכבד ו/או הצטברות שומן בחלל הבטן לבין ירידה בחיסוניות, אשר התבטאה ביכולת הדגים להתמודד עם הדבקה בטטרהיימנה.

הרכב המזון יכול הינו גורם מרכזי בדיסטרופיה של שרירים, ולכן מזון (4) MeM Ornamental, שאומנם לא הביא לקצב הצמיחה הגבוה ביותר אך נתן קצב גדילה טוב ואיזון בגודל הדגים, היה גם המזון שבו לא נצפו כלל נזקי שריר. בנוסף קבוצת הדגים שניזונה ממזון זה הייתה גם העמידה ביותר להדבקה בטטרהיימנה. לעומתה קבוצת הדגים שניזונה ממזון (5) Nori, הייתה החלשה ביותר ואחוזי התמותה כתוצאה מהדבקה בטטרהיימנה היו הגבוהים ביותר.

שומנים רוויים שמקורם בבעלי חיים הינם פחות בריאים ואף מזיקים לבריאות בכלל ולבריאות הדג בפרט, לעומת שומנים לא רוויים שמקורם מן הצומח שהם בריאים יותר. הכמות של השומנים והאיזון בינם תורם לחיזוק מערכת החיסון בפרט וחיזוק האורגניזם בכלל. במזון Nori, אשר הכיל כמות גדולה של שומן רווי (42% מהשומן במזון), נצפו אחוזי התמותה הגבוהים ביותר כתוצאה מהדבקה בטטרהיימנה.

הייתה קורלציה ברורה בניסוי בין אחוזי החלבון במזונות ושיעור התמותה כתוצאה מהדבקה בטטרהיימנה. נמצא שכאשר רמות החלבון במזון עלו, היתה עליה בתמותה. בקבוצה מספר 4 MeM Ornamental, בה אחוזי החלבון היו הנמוכים ביותר, נצפו אחוזי התמותה הנמוכים ביותר בעקבות ההדבקה בטטרהיימנה.

לסיכום, בבחינת המידע אשר התקבל בניסוי זה מכל הגורמים שהשתתפו במחקר (מו"פ ערבה, המעבדה לבריאות הדג וחברת In Vivo) ניתן להצביע על מספר גורמים חשובים בהזנת דג הגופי:

1. מזון איכותי בו יחס חלבון/שומן נמוך תומך בקצב גידול גבוה בדגים.
2. רמות השומן גבוהות בכבד ו/או הצטברות שומן בחלל הבטן, אינן קשורות בהכרח לרגישות למחלות ועמידות בתנאי עקה.
3. מזון MeM Ornamental אשר מכיל מרכיבים איכותיים ובו יחס חלבון שומן גבוה יחסית אמנם נתן קצב גידול נמוך יחסית אך הדגים היו בריאים יותר.
4. מזון Nori אינו מתאים לגידול דגי גופי.

השפעת המזון על הדגים נובעת מהחומרים שמהם הוא מורכב, כמותם, איכותם והשילוב שלהם יחד כמו גם דרך ההכנה ועמידותו בפני פרוק במים. כל אלה יהפכו אותו למתאים לגידול דגי נוי. לעיתים מזון אחד ייתן גידול טוב בדג מסוים ולא באחר. יש להמשיך ולבחון מזונות הקיימים בשוק בכדי למצוא מזונות זולים יחסית ואיכותיים אשר יתמכו בגידול דגי הנוי בחוות.

תודות

תודה לאביתר גינת עבור הדגים שנתרמו לניסוי. תודה לזאב לידובסקי על העזרה ושיתוף הפעולה.

רשימת ספרות

רייס חבלין נ', גור ט ואשרוביץ מ. 2010a, השוואת השפעת המזון על גדילה, שרידה ועיוותים

בדגי גופי *Poecilia reticulata* ומולי *P. velifera* מו"פ ערבה תיכונה וצפונית, סיכום עונת מחקרים 2009/10.

http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&guest_data=%20%D>%20&act=view&dbid=files&dataid=929&fid=f6&name=Food%20sources%20guppy%20molly.pdf

רייס חבלין נ', גור ט', אשרוביץ מ' ופופר ד'. 2010 b, בחינת אפשרות לחסכון בעלות המזון בדגי מולי (*Poecilia velifera*) מבלי לפגוע באיכות הדג. סיכום עונת מחקרים 2009/10 מו"פ ערבה תיכונה וצפונית.

http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&guest_data=%20%D>%20&act=view&dbid=files&dataid=929&fid=f6&name=Food%20sources%20guppy%20molly.pdf

רייס חבלין נ', גור ט', אשרוביץ מ' ופופר ד'. 2011, ניסוי הזנה - דגי קורידורס *Corydoras*. סיכום עונת מחקרים 2010/11, מו"פ ערבה תיכונה וצפונית.

http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&guest_data=%20%D>%20&act=view&dbid=files&dataid=1042&fid=f6&name=Feeding%20Corydoras%20fish.pdf

Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal. Biochem. 72, 248-254.

Chettri J.K., Pimenta Leibowitz, M., Ofir, R., Zilberg, D., 2009. Protective immunization against *Tetrahymena* sp. infection in guppies (*Poecilia reticulata*). Fish Shellfish Immu. 27(2), 302-308.

Craig S and Helfrich A.H. 2002, Understanding Fish Nutrition, Feeds and Feeding, Virginia-Maryland College of Veterinary Medicine, and Department of Fisheries and Wildlife Sciences, Publication 256-420.

Lie, M.S., Solbu H. 1986. Agar plate assays of bovine lysozyme and haemolytic complement activity. Acta. Vet. Scand. 27, 23-32.

Osseman E.F., Lawlor D.P., 1966. Serum and urinary lysozyme (muramidase) in monocytic and monomyelocytic leukemia. J. Exp. Med. 124, 921-951.

Analysis of INVIVO commercial ornamental fish feeds on guppy (*Poecilia reticulata*) growth and health status

Nitzan Reiss Hevlin, Tal Gur, Moti Userovich Dan Popper and Andrea Enzmann - Central and Northern Arava R&D

Dina Zilberg, Galit Sharon, Tamar Sini and Sophie Fridman - Ben Gurion University

Email for correspondence: fish1@arava.co.il

Keywords: Ornamental fish, fish food.