שימוש במי רכז (מרוכזים) לגידול דגי שושנון (*Amphiprion ocellaris*)

ניצן רייס חבלין, דן פופר, טל גור, מוטי אושרוביץ, אנדראה אנצמן - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית

כתובת המחברת : fish1@arava.co.il

תקציר

השוק העולמי לדגי נוי ימיים התפתח מאוד בשנים האחרונות, והביקוש לדגים מגידול בשבי הולך וגדל. דגי השושנון (*Amphiprion*) הם המבוקשים ביותר בשוק האירופי ונמכרים כדגי נוי לאקווריום שונית בשל צורתם היפה וצבעם העז וכן בשל יכולתם לחיות בשיתוף עם חסרי החוליות באקווריום. בתחנת יאיר במו"פ ערבה פיתחו במהלך השנים האחרונות פרוטוקול לרבייה וגידול של שמונה מיני שושנון, מהם המין המבוקש ביותר הוא ה- *A. Ocellaris*. כיום מתרכזים המחקרים במו"פ ערבה בשיפור יכולות הגידול והרבייה, בהכנסת מינים נוספים לסל הדגים של המים המלוחים ובהוזלת עלויות הגידול. ההוצאה העיקרית בגידול דגי נוי של מים מלוחים בניתוק מהים היא עלות מי הגידול. בערבה פועלים שבעה מכשירי התפלה גדולים המספקים מי שתייה לתושבים. מכל מכשיר זורמים לביוב כמויות גדולות של מי רכז, שהם תוצר הלוואי של תהליך הניקוי, ורמת המלח בהם היא כפולה מרמת המלחים במי הקו. בניסויים קודמים שנערכו בתחנת יאיר בהם גדלו דגי שושנון במי רכז מרוכזים. לא נמצא הבדל בגדילת הדגים והשרידה הייתה טובה. בבדיקת היסטולוגיה לזימים לא נראתה פתולוגיה משמעותית בדגים באף אחת מקבוצות הטיפול. ההבדל היחיד בין הקבוצות היה בצורה ובכמות של תאי הכלור. לאור תוצאות הניסויים הוחלט על ניסוי גדול יותר בו ייבחנו השפעות מי הרכז על הדגים למשך תקופת גידול ארוכה. 20 מ"ק מי רכז במליחות של 2.01 ppt נאספו בתחנת יאיר שתי בריכות ואודו במשך כ- 11 חודש עד לקבלת מים במליחות של 25 ppt בנפח של 1,300 ליטר. בניסוי נבחנו קצב הגידול, שרידה, בריאות ואיכות הדגים במי רכז ובמים בנויים עם שני סוגי מזונות - Ocean nutrition (O.N) (59% חלבון, 16% שומן) ו- Mem prime (60% חלבון, 15% שומן) 4 טיפולים ב- 6 חזרות לכל טיפול.

בניסוי נמצאו הבדלים משמעותיים בקצב הגדילה בין דגים אשר גדלו במי ים בנויים לבין דגים אשר גדלו במי הרכז. קצב גידול הדגים במי הרכז היה איטי יחסית והם נראו חלשים וכחושים. השרידה הייתה טובה (מעל 95% בכל הטיפולים). לא נמצא הבדל בקצב הגדילה בין שני המזונות בתוך כל טיפול אך ניכר הבדל משמעותי בצבע הדגים. דגים שאכלו O.N היו בצבע כתום חזק ואילו הדגים שאכלו Mem בצבע חום. בבדיקות ההיסטולוגיות נמצא necrotic myositis במרבית הדגים אשר גדלו במי הרכז באחוזים גבוהים ומשמעותיים. בתום הגידול הועברו כל הדגים לגידול במי ים ובשקילה אשר נערכה חודש וחצי מיום המעבר למי הים נמצא שהדגים אשר גדלו במי הרכז פיצו על ההבדל במשקל והגיעו למשקל הדגים אשר גדלו כל הזמן במי ים. בבדיקה היסטולוגית נמצא כי השרירים השתקמו אך סימני הפגיעה עדיין קיימים. נראה שפוטנציאל הגידול שלהם לא נפגע אלא הייתה פגיעה בניצולת המזון.

תוצאות הניסוי מעלות שאלות חדשות הקשורות בשימוש במי הרכז לגידול דגי שושנון : כיצד ניתן לאתר ולנתר גורמים במים אשר מהווים פגיעה בבריאות הדגים ומעכבים את גידולם, מה היא הטכנולוגיה היעילה והמהירה ביותר לריכוז המים מבלי להוסיף אליהם גורמים מזיקים או לחילופין כיצד ניתן להפטר מהם והאם באמת יהיה זול יותר בסופו של התהליך להשתמש במים אלו. כמו כן חשוב להבין מה פגע בדגים וגרם להם נזקים לשרירים והאטה בקצב הגידול בצורה מאוד משמעותית אך לא בלתי הפיכה.

מבוא

השוק העולמי לדגי נוי ימיים התפתח מאוד בשנים האחרונות, והביקוש לדגים מגידול בשבי הולך וגדל. דגי השושנון (*Amphiprion*) הם המבוקשים ביותר בשוק האירופי (קחל וחוב', 2008) ונמכרים כדגי נוי לאקווריום שונית בשל צורתם היפה וצבעם העז וכן בשל יכולתם לחיות בשיתוף עם חסרי החוליות באקווריום. קיימים כ- 28 מינים של דגי שושנון. בתחנת יאיר במו"פ ערבה פיתחו במהלך השנים האחרונות פרוטוקול לרבייה וגידול של שמונה מיני שושנון מהם המין המבוקש ביותר הוא ה- *A. Ocellaris*. פרוטוקול הגידול יושם בשלוש חוות מודל אשר שתים מהן פועלות היום באופן עצמאי ועוסקות בריבוי, גידול ושיווק דגי נוי של מים מלוחים.

לאחר השגת היעד הראשוני של המו"פ בפיתוח פרוטוקול הרבייה והגידול של הדגים, מתרכזים המחקרים כיום בשיפור יכולות הגידול והרבייה, בהכנסת מוצרים נוספים לסל המוצרים של מים מלוחים ובהוזלת עלויות הגידול (שגב וחוב', 2007, 2006). ההוצאה העיקרית בגידול דגי נוי של מים מלוחים בניתוק מהים היא עלות מי הגידול. המים המלאכותיים מורכבים ממלח ים מיוחד המומס במי אוסמוזה (מים שעברו תהליך של אוסמוזה הפוכה והם נקיים כמעט לחלוטין ממלחים). מחירו של המלח גבוה מאוד ועלותו תלויה באיכותו וצורת האריזה. מגדל דגים של מים מלוחים בערבה משלם עבור המים כ- 90 שקל למ"ק לעומת עלות המים לחקלאות – שקלים בודדים למ"ק.

בערבה פועלים כשבעה מכשירי התפלה גדולים המספקים מי שתייה לתושבים. מכל מכשיר זורמות לביוב כמויות גדולות של "מי רכז", שהם תוצר הלוואי של פעולת ניקוי המים וריכוז המלח בהם יהיה כפול מזה של המים אשר נכנסו למכשיר ההתפלה (תלוי ביעילות העבודה של המכשיר). המוליכות החשמלית של מי הרכז היא כ- 5 דציסימנס בעוד מוליכות מי הים בשלב הפיטום היא כ- 50 דציסימנס. בכדי להשתמש במי הרכז לגידול של דגי מים מלוחים יש צורך לרכזם פי 10. הרכב המלחים במי הרכז נובע מהרכב המים בבאר או בבארות מהם נשאבים המים המגיעים למכשיר ההתפלה. הרכב המלחים אינו תואם את הרכב המלחים של מי הים ויש צורך להשוות בין סוגי המים ולאתר סוגי מינרלים שיהיו ברמות גבוהות או נמוכות מדי. על מנת לגבש דעה לגבי השימוש במי רכז של מתפילים בערבה לגידול של דגי נוי וכיצד ניתן להגיע למים עם הרכב וריכוז מלחים המתאים לדגים, יש צורך בהעמדת מספר ניסויים. בניסוי ראשון שנערך בשנת 2010 נבחנה השפעת מי הרכז ממתקן ההתפלה בביה"ס שדה חצבה בתוספת מלח ים על קצב הגידול ושרידת דגי שושנון מהמין *A. Ocellaris* (רייס חבלין וחוב', 2010). מי הרכז נלקחו ישירות מהמתקן ולא עברו תהליך של ריכוז בכדי להגיע למליחות של מי ים. בניסוי זה לא נמצא הבדל בקצב הגידול ובשרידה בין מי הרכז הבנויים למי קו או מי אוסמוזה בנויים.

בניסוי שני נאספו מי הרכז, רוכזו לדרגת מליחות של 25 ppt ונבחנו כמי גידול לדגי שושנון בהשוואה למים בנויים. ניסוי זה נערך בשנת 2011, מי הרכז ממתקן ההתפלה של בית הספר שדה חצבה הועברו למיכל מאוורר בקוטר 3.5 מטר (בתוך המבנה של חקלאות המים במו"פ) ורוכזו ע"י אידוי וחימום בעזרת גוף חימום והובלת המים בצינור סגור אל מחוץ למבנה לחימום ע"י השמש עד לריכוז של 25 ppt (רייס חבלין וחוב', 2011). הרכב מי הרכז היה שונה מאוד מהרכב מי הים הבנויים אך לא נמצא הבדל משמעותי בקצב הגדילה ובשרידה בין הדגים ששהו במי ים בנויים לדגים במי הרכז המרוכזים. כמו כן לא נצפו הבדלים משמעותיים בבדיקות היסטולוגיות של הזימים מלבד שונות בתאי הכלור. בקבוצת מי הים כמות תאי הכלור עם מורפולוגיה עגולה גדולה היו יותר מאשר בקבוצת מי הרכז, בהם תאי הכלור נראו בעיקר שטוחים. כמו כן במי הים הייתה עליה מקומית במספר תאי הכלור (2-3 תאים בין שתי למלות לעומת 0-2 תאים במרבית המקרים). לתאי הכלור יש תפקיד בויסות מלחים. יתכן שהשינוי במבנה וכמות התאים מקורו בהבדלים בהרכב המלחים במים. מי הים הבנויים יש כמות כפולה של כלור וכמות גדולה יותר של נתרן לעומת מי הרכז. תאי הכלור שומרים על ויסות מלחים על ידי הרחקת יוני נתרן וכלור דרך הזימים. יתכן שכמות התאים הקטנה עם נפח הציטופלסמה הנמוך נגרם מהשהיה של הדגים במי הרכז בהם

כמות שני היונים הללו נמוכה יחסית למי הים (רייס חבלין וחוב', 2011). לאור התוצאות של ניסוי זה הוחלט על ניסוי גדול יותר בו ייבחנו השפעות מי הרכז על הדגים למשך תקופת גידול ארוכה.

שיטות וחומרים

כמות מי הרכז הדרושים לניסוי זה הייתה גדולה לכן נבנתה חממית מעל שתי בריכות (E2, W1) של 10 קוב כל אחת, אליהן הוזרמו מי הרכז בעזרת צינור אשר חובר ישירות ליציאת מי הרכז במתפיל. מי הרכז התחילו את תהליך הריכוז במליחות של: 2.01 ppt. איסוף המים נערך במשך יומיים בתאריכים 2-3.5.12 והניסוי החל כשנה לאחר מכן, כאשר המים הגיעו לריכוז של 25 ppt. במהלך תקופת הריכוז נערך מעקב שוטף אחר מליחות המים וגובה המפלס. בתאריך 7.5.12 הוספה רשת צל ורשת ירוקה לחממית למניעת צמיחת אצות, לאחר חודש, עקב ירידה של החום בחממית וקצב אידוי נמוך יחסית נפרשו הרשתות הירוקות בלבד - רק על הבריכות. בתאריך 20.2.13 החל חימום בריכה E2 במשך כל היום בעזרת מערכת צינורות החימום של בריכות הדגים במתקן. כשבוע לאחר מכן, אוחדו שתי הבריכות ל- E2 לנפח של כ - 2500 ליטר. בתאריך 10.3.13 הופסק החימום כאשר המים הגיעו למליחות של 25ppt בנפח של 1,300 ליטר.

בתאריך 21/4/13 אוכלסו הדגים במערכת הניסוי. המערכת כללה 24 אקווריומים שתכולתם 30 ליטר מים כ"א. המערכת הופרדה לשניים – בחלקה העליון מי ים בנויים ובחלקה התחתון מי הרכז. כל המים היו במליחות של 25ppt. לכל מערכת ביו-פילטר משלה. הטמפרטורה נמדדה ובוקרה ע"י בקר ומזגן ונשמרה בטווח 1 ± 26 מ"צ. בכל אקווריום אוכלסו 30 דגיגים. הזנה שלושה ימים ראשונים בארטמיה. לאחר מכן במשך שלושה שבועות פעמיים ביום ארטמיה ופעם אחת מזון יבש - Ocean nutrition (O.N) (59% חלבון, 16% שומן) ו- Mem prime (60% חלבון, 15% שומן). נבחנו 4 טיפולים ב- 6 חזרות לכל טיפול.

טיפולים

1. מים בנויים + מזון Ocean nutrition.
2. מים בנויים + מזון Mem prime.
3. מי רכז + מזון Ocean nutrition.
4. מי רכז + מזון Mem prime.

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, מליחות ו- pH). סיפונים והחלפות מים נעשו בהתאם לצורך ולאיכות המים. רישום תמותות, ואירועים חריגים נעשה על בסיס יומי.

תוצאות

בניסוי זה בניגוד לתוצאות בניסויים אחרים בהם נעשה שימוש במי רכז, נמצאו הבדלים משמעותיים בקצב הגדילה בין דגים אשר גדלו במי ים בנויים לבין דגים אשר גדלו במי הרכז. קצב גידול הדגים במי הרכז היה איטי יחסית והם נראו חלשים וכחושים (טבלה 1 ואיור 1). השרידה הייתה טובה (מעל 95% בכל הטיפולים) (איור 2). לא

נמצא הבדל בקצב הגדילה בין שני המזונות (O.N ו- Mem) בתוך כל טיפול אך ניכר הבדל משמעותי בצבע הדגים. דגים שאכלו O.N היו בצבע כתום חזק ואילו הדגים שאכלו Mem בצבע חום (תמונה 1).

בבדיקות ההיסטולוגיות נמצא necrotic myositis במרבית הדגים אשר גדלו במי הרכז באחוזים גבוהים (נספח: דו"ח בדיקת הדגים).

בתום הגידול הועברו כל הדגים לגידול במי ים. בשקילות שנערכו חודש וחצי מיום המעבר למי הים נמצא כי הדגים אשר גדלו במי הרכז פיצו על ההבדל במשקל והגיעו למשקל הדגים אשר גדלו כל הזמן במי ים. חודשיים נוספים לאחר מכן, הדגים שהיו במקור במי הרכז גדלו יותר מהדגים שהיו כל הזמן במי הים (איור 3). בבדיקה הסטולוגית נמצא כי השרירים השתקמו אך עדיין ניתן לראות את הפגיעה בשרירים המתבטאת בתאים ריקים מרקמת שריר או מדוללים.

טבלה 1: נתוני גדילה, שרידה ו - SGR בטיפולים השונים

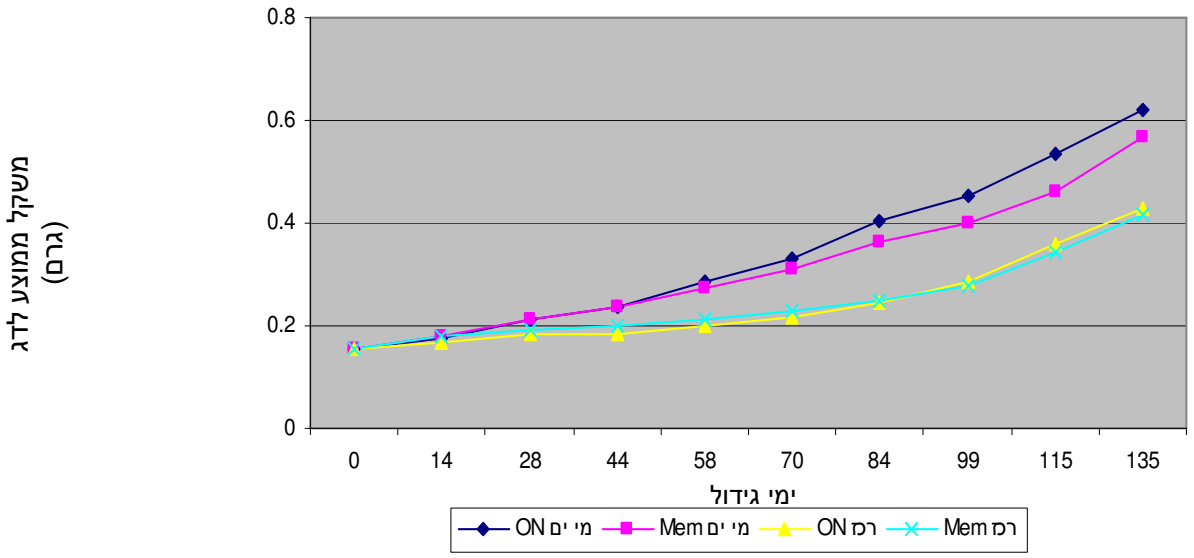
	מים בנויים + O.N.	מים בנויים + Mem prime	מי רכז + O.N.	מים בנויים + Mem prime
משקל התחלתי (גרם)	0.156	0.156	0.156	0.156
משקל סופי (גרם)	0.621 ±0.04 a	0.566 ±0.07 a	0.428 ±0.04 b	0.415 ±0.06 b
שרידה (%)	95 ±5	95 ±4	96 ±4	95 ±5
משקל חודש וחצי לאחר מעבר למי ים (גרם)	1.01	0.98	1.03	0.99
SGR*	1.02	1.15	1.82	1.82
משקל שלושה וחצי חודשים לאחר המעבר למי ים (גרם)	1.45	1.45	1.54	1.55

מובהקות סטטיסטית צוינה באותיות לועזיות. מספרים מלווים באות זהה באותה שורה אינם נבדלים זה מזה מבחינה סטטיסטית ($P \leq 0.05$).

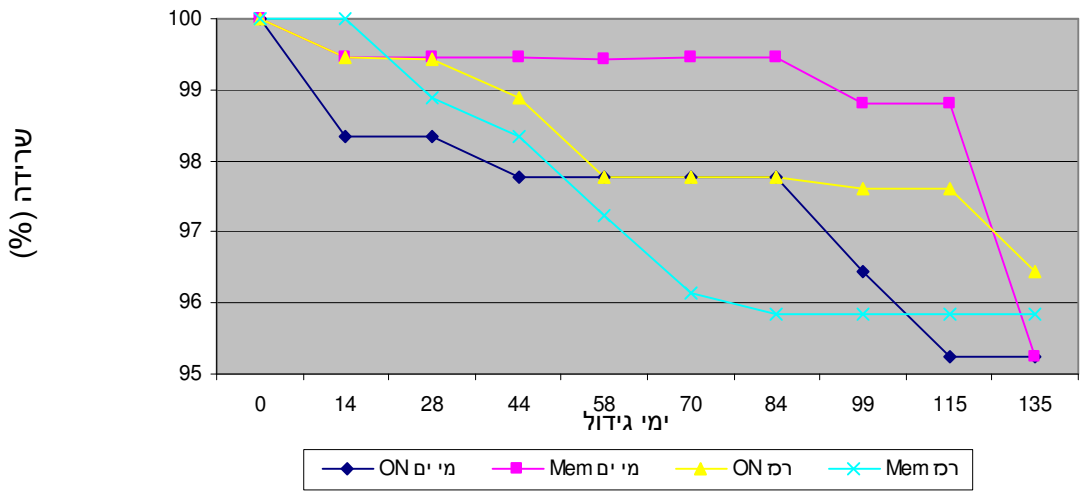
* מכוון שהמשקל ההתחלתי של הדגים לא היה זהה חושב ערך SGR (Specific growth rate) ע"פ הנוסחה:

$$SGR = ((\ln)wt_1 - (\ln)wt_0) / t_1 - t_0) * 100$$

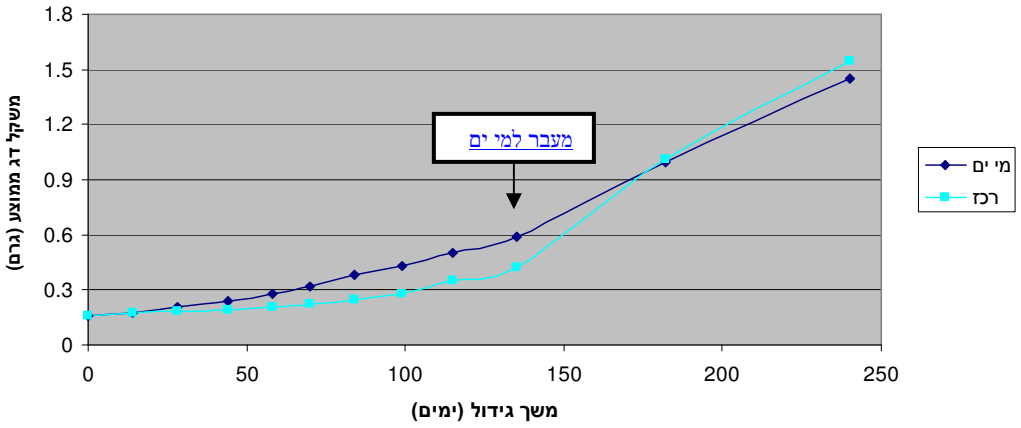
בה wt_1 – משקל סופי, wt_0 – משקל התחלתי, $t_1 - t_0$ – זמן הניסוי בימים.



איור 1 : גדילת דגי שושנון כתלות בטיפולים השונים



איור 2 : שרידת דגי שושנון כתלות בטיפולים השונים



איור 3 : גדילת דגי שושנון כתלות במי הגידול ולאחר המעבר למי ים

תמונה 1 : הבדלי הצבע בין דגים שניזונו במזון Ocean nutrition (מימין) לדגים שניזונו במזון Mem Prime (משמאל).

דיון ומסקנות

בערבה התיכונה מי ההשקיה והשתייה מגיעים מקידוחים רבים אשר פזורים סביב המושבים ואף מעבר לגבול בתחום ירדן. המים המופקים מקידוחים אלו תלויים במיקומו של הקידוח ויהיו שונים בהרכבם בין קידוח לקידוח. במרבית הקידוחים המים מלוחים יחסית, עם רמה גבוהה של מתכות כבדות ולכן אינם מתאימים כמי שתייה. מים אלו יעברו תהליך של התפלה. מי הרכז הם תוצר של תהליך זה והרכבם תלוי בבארות מהן נלקחו המים.

בשני הניסויים הראשונים אשר נערכו במו"פ בשימוש במי הרכז של ביה"ס שדה חצבה לגידול דגי שושנון הראנו שגידול הדגים אינו נפגע אם משתמשים במי הרכז ואף השרידה טובה (רייס חבלין וחוב', 2010, 2011) . בניסוי זה היה הבדל משמעותי בקצב בגדילה בין הדגים ששהו במי הרכז לדגים במי הים הבנויים. מלבד קצב הגידול האיטי היה נראה שדגים אלו חלשים יותר ובבדיקת ההיסטולוגיה נמצאו נזקים בשרירים באחוזים גבוהים אצל רוב הדגים שנבדקו (נספח : דו"ח בדיקת הדגים שנערך בתום הניסוי במעבדה של ד"ר דינה זילברג בשדה בוקר –אוניברסיטת בן גוריון בנגב).

בעת קליטת הדגים באקווריומים נראה היה שהדגים במי הרכז נמצאים בעקה וחשים בחוסר נוחות במים הם היו מקובצים יחד ונעו לכיוון החלק העליון של האקווריום. התנהגות זו נמשכה מספר ימים לאחר האכלוס (בוצע אקלום איטי לפני אכלוס הדגים). בבחינה של הרכב המים והשוואה לניסוי אשר נערך ב- 2011 ובו לא נמצא הבדל בקצב הגידול, לא נמצא הבדל בהרכב המינרלים והמתכות הכבדות אשר יכול להצביע על ההבדל בתוצאות בין שני הניסויים. מי הרכז שהו בחממית מחוץ למבנה כמעט שנה שלמה והיה להם ריח מאוד לא נעים אשר הורגש בחדר הניסויים כאשר מלאו את האקווריומים. ייתכן ובמים היו חומרים אשר לא ניתן היה למצוא בבדיקות המים שביצענו והם גרמו לעיכוב בגדילה של הדגים.

נבחנה האפשרות שהחומר Bisphenol A, BPA; 2,2-bis[(4-hydroxyphenyl)propane] אשר ידוע מהספרות כגורם אשר יכול בכמויות קטנות יחסית לשבש את הפעילות האנדוקרינית באורגניזמים מימיים (Kang *et al.*, 2007, Flint *et al.*, 2012) הוא הגורם לבעיה. חומר זה יכול להשתחרר למים בתנאים קיצונים ומי הרכז שהו זמן רב בבריכות בחום גבוה (מעל 40 מעלות צלזיוס) וקרינה. הבריכות בהם ריכזנו את המים עשויות פוליפרופילן וזהו חומר אינרטי שאינו משחרר רדיקאלים למים ומגיב לחום החל מ- 90 מעלות צלזיוס לכן במידה והגיע חומר זה למים הוא לא הגיע מהבריכות (דון יוסופוב, מהנדס מפעל ד.י.ד פלסטיקה - ידע אישי). רעלנים אחרים יכולים להימצא במים בגלל גדילה של אצות במהלך השנה בה צמצמנו את המים.

במהלך הניסוי אכלו הדגים על פי טבלת הזנה והביומסה של האקווריום למרות זאת נותרו שאריות מזון רבות באקווריומים של מי הים הבנויים בהם הדגים גדלו בקצב טוב בעוד שבאקווריומים של מי הרכז בהם קצב הגידול היה איטי, כמעט ולא נותר מזון על הקרקעית. ייתכן וחומרים במים גרמו לפגיעה במרכיבי המזון או לפגיעה בניצולת המזון ע״י הדג או פגיעה אחרת הקשורה במערכת העיכול. בניסוי זה השוונו בפעם הראשונה את השפעת המזונות O.N ו- Mem על קצב הגידול, השרידה ואיכות הדגים. בדגים בשני סוגי המים היה הבדל ניכר בצבע הדגים והדגים אשר אכלו O.N היו כתומים ויפים יותר בעוד הדגים שאכלו Mem היו בגוון חום. מלבד הבדלי הצבע לא נמצא הבדל משמעותי בקצב הגדילה ובשרידה.

בתום הניסוי הועברו כל הדגים לבריכה עם מי ים ונמשך המעקב אחריהם. בבדיקות ההיסטולוגיות שנערכו לדגים לאחר שהניסוי הסתיים נמצא ריכוז נמוך יותר של גליקוגן בכבד של דגים שאכלו מזון Mem מהדגים שאכלו מזון .O.N .

בשקילה ראשונה, כחודש וחצי לאחר המעבר למי ים, נמצא כי הדגים אשר חיו במי הרכז הגיעו למשקל של הדגים שחיו במי הים ומרבית רקמת השריר השתקמה. בשקילה נוספת שנערכה כחודשיים לאחר מכן, הדגים שגדלו במי רכז אף הראו גדילה רבה יותר מהדגים שגדלו מלכתחילה במי ים (טבלה 1, איור 3). נראה שפוטנציאל הגידול שלהם לא נפגע אלא הייתה פגיעה בניצולת המזון. דבר זה מסביר גם את העובדה שבאקווריומי מי הרכז לא היו שאריות מזון ואילו במי הים נשאר מזון רב על הרצפה. הדגים מהניסוי ממשיכים לגדול על אותם המזונות שנבחנו במתקן מו״פ ערבה במי ים בנויים להמשך מעקב אחרי קצב הגידול ומערכת הרבייה

תוצאות הניסוי מעלות שאלות חדשות הקשורות בשימוש במי הרכז לגידול דגי שושנון: כיצד ניתן לאתר ולנתר גורמים במים אשר מהווים פגיעה בבריאות הדגים ומעכבים את גידולם, מה היא הטכנולוגיה היעילה והמהירה ביותר לריכוז המים מבלי להוסיף אליהם גורמים מזיקים או לחילופין כיצד ניתן להפטר מהם והאם באמת יהיה זול יותר בסופו של התהליך להשתמש במים אלו. כמו כן חשוב להבין מה פגע בדגים וגרם להם נזקים לשרירים והאטה בקצב הגידול בצורה מאוד משמעותית אך לא בלתי הפיכה.

הבעת תודה

אנו מודים לקרן יק״א על תמיכתה במימון הניסוי. תודה לפרופ׳ שנאן הרפז וד״ר אבנר כנעני על עזרתם בתכנון הניסוי. תודה רבה לד״ר דינה זילברג, ד״ר גלית שרון ותמר סיני על בדיקת הדגים לאחר הניסוי. תודתנו שלוחה לאנשי מקורות בערבה ובמיוחד ליובל פלאוט ויואב מויאל על שיתוף הפעולה, הסבלנות והעזרה הרבה. לאביתר מנור על תרומת הדגים ולאנשי ביה״ס שדה חצבה על ההבנה והסבלנות.

מקורות

קחל י', שגב ר', גור ט', אזולאי ד', פימנטה ל', הרפז ש', איצקוביץ י' וכרמלי ע, 2008. סקר שווקים - דגי נוי ימיים. סיכום עונת מחקר 2007/8 מו"פ ערבה תיכונה וצפונית. http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&act=show&dbid=files&dataid=687

רייס חבלין נ, פופר ד, גור ט ואושרוביץ מ, 2010. שימוש במי רכז לגידול דגי שושנון. 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&act=show&dbid=files&dataid=966

רייס חבלין נ, פופר ד, גור ט ואושרוביץ מ, 2011. שימוש במי רכז לגידול דגי שושנון. 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&act=show&dbid=files&dataid=1048

שגב ר', גור ט', אזולאי ד' והרפז ש, 2006. דגי נוי ימיים. סיכום עונת מחקר 2005/6, מו"פ ערבה תיכונה וצפונית. http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&act=show&dbid=files&dataid=521

שגב ר', גור ט', אזולאי ד', הרפז ש' ובן רובי י, 2007. בחינת השפעת רמת המליחות על דגי שושנון מסוג *Amphiprion clarkii* סיכום עונת מחקר 2006/7, מו"פ ערבה תיכונה וצפונית. http://www.arava.co.il/haklaut/mop/sumnsu/sumnsu0607/sum/fsh/f3.pdf

Flint S, Markle T, Thompson S and Wallace E, 2012. Bisphenol A exposure effects and policy: A wildlife perspective, Journal of Environmental Management 104 (2012) 19e34.

Kang J. H, Aasi D and Katayama Y, 2007. Bisphenol A in the Aquatic Environment and Its Endocrine-Disruptive Effects on Aquatic Organisms, *Critical Reviews in Toxicology,* 37:607–625.

פרטי הדו"ח באנגלית

Use of concentrated desalination effluent water for growing *Amphiprion* fish

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

Writer address: fish1@arava.co.il

Keywords: *Amphiprion ocellaris,* desalination

נספח

דוח מס׳ MO-16-13

המעבדה לבריאות בעלי חיים מימיים, ד״ר דינה זילברג, שדה בוקר, אוניברסיטת בן גוריון בנגב.

20 ביוני 2013

דגי שושנון הובאו לבדיקה היסטולוגית מניסוי הזנה וגידול במי רכז (מהתפלת מים מליחים מקומיים).

טיפולים:

1. מי רכז- דגים 1-6 מזון 1- Ocean nutrition מזון 2- Mem prime
2. מי ים- דגים 7-12 מזון 1- Ocean nutrition מזון 2- Mem prime

ממצאים לכל דג:

מס דג ומזון	שריר	כבד	כליה	מעי	אחר
מי רכז					
1 מזון 1 תמונה	50% muscle destruction in dorsal and lateral muscle between the thorax and abdomen . High cellularity (inflammatory cells), **necrotic myositis**	NPF	Eosinophilic plucks in the tubules. 50% tubular destruction. Focal necrosis and melanomacrophage centers.		Gills- 10% hyperplasia in secondary lamella
2 מזון 1 תמונה	50% muscle destruction dorsal and lateral muscle between the thorax and abdomen High cellularity (inflammatory cells), **necrotic myositis**	NPF	Eosinophilic plucks in the tubules. 50% tubular destruction. Focal necrosis and melanomacrophage centers. 1 glumeroli with distended Bawman's capsul.	Focal areas of distraction in the intestinal parenchyma.	Gills- 10% hyperplasia in secondary lamella
3 מזון 1 תמונה	Dystrophy in peripheral muscle 10%, Stage 1	NPF	NPF	NPF	NPF
4 מזון 2 תמונה	Dystrophy in peripheral muscle 5%, Stage 1	NPF	Eosinophilic plucks in the tubules 50%. melanomacrophage centers seen.	NPF	NPF
5 מזון 2 תמונה	50% muscle destruction dorsal and lateral muscle between the thorax High ץand abdomen cellularity (inflammatory cells), **necrotic myositis.**	NPF	Eosinophilic plucks in the tubules. 50% tubular and glumerolar destruction.	NPF	NPF
6 מזון 2 תמונה	90% muscle destruction dorsal and lateral muscle between the thorax	Fatty liver – stage 4	NPF	NPF	NPF NPF

				High ɣand abdomen cellularity (inflammatory cells), **necrotic myositis.**	
					מי ים
Gills- 5% hyperplasia in secondary lamella	NPF	Eosinophilic plucks in the tubules. 1 glumeroli with distended Bawman's capsule @ a shrunken glumeroli.	NPF	Local dystrophy 5%, Stage 1	7 מזון 1 תמונה
Gills- hyperemic mucus cells	NPF	NPF	NPF	Local dystrophy 5%, Stage 1	8 מזון 1 תמונה
Gills- 5% hyperplasia in secondary lamella	NPF	NPF	NPF	Local dystrophy 5%, Stage 1, back area. Eosophagus muscles dystrophy 100%.	9 מזון 1 תמונה
NPF	NPF	Eosinophilic plucks in the tubules. 20% tubular and glumerolar destruction n & necrosis.	NPF	Local dystrophy 2%, Stage 1, head area. Eosophagus muscles dystrophy 50%.	10 מזון 2
Gills- high amount of RBC surrounding the gills (bleeding, possible artifact), hyperemic mucus and chloride cells.	NPF	Eosinophilic plucks in the tubules. some tubular destruction.	NPF	Local dystrophy 5%, Stage 1, head area. Eosophagus muscles dystrophy 30%.	11 מזון 2
NPF	NPF	NPF	NPF	Local dystrophy 5%, Stage 1, head area.	12 מזון 2
					מי רכז
NPF	NPF	20% tubular destruction.	NPF	90% muscle destruction in dorsal and lateral muscle between the thorax and abdomen with focal muscle necrosis. muscular dystrophy (inflammatory cells) **necrotic myositis**	13 מזון 1
NPF	NPF	Eosinophilic plucks in the tubules. 1 glumeroli with distended Bawman's capsule & a shrunken glumeroli.	NPF	Local dystrophy 10%, Stage 1, back area and 10% muscle destruction close to the spinal cord.	14 מזון 1
NPF	NPF	NPF	Fatty liver – stage 2-3	70% muscle destruction dorsal and lateral muscle (inflammatory cells) **necrotic myositis** Eosophagus muscles with adipose cells accumulation in 80%.	15 מזון 1
NPF	NPF	40%tubular destruction.	NPF	50% muscle	16 מזון 2

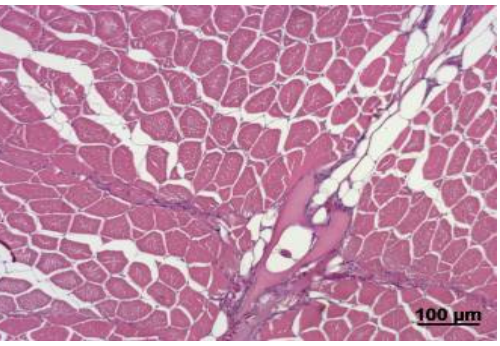
		Eosinophilic plucks in the tubules.		destruction dorsal and lateral muscle between the thorax and abdomen.	
NPF	NPF	NPF	NPF	60% muscle destruction in dorsal and lateral muscle between the thorax and abdomen and focal muscle necrosis.	17 מזון 2
NPF	NPF	NPF	Fatty liver – stage 3	Local dystrophy 10%, Stage 1	18 מזון 2
					מי ים
NPF	NPF	2 glumeroli with distended Bawman's capsule & a shrunken glumeroli. 10% tubular destruction and Eosinophilic plucks in the tubules.	NPF	Local dystrophy 5%, Stage 1	19 מזון 1
Gills- Epithelial detachment & cellular hyperplasia in 10% of secondary lamella.	NPF	NPF	Fatty liver – stage 1	Local dystrophy 5%, Stage 1	20 מזון 1
NPF	NPF	NPF	NPF	Local dystrophy 10%, Stage 1	21 מזון 1
NPF	NPF	NPF	Fatty liver – stage 1	NPF	22 מזון 2
NPF	NPF	Eosinophilic plucks in the tubules.	NPF	Local dystrophy 5%, Stage 1	23 מזון 2
NPF	NPF	NPF	NPF	NPF	24 מזון 2

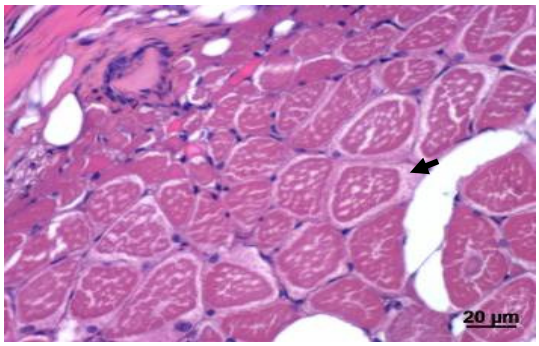
no pathological findings = NPF

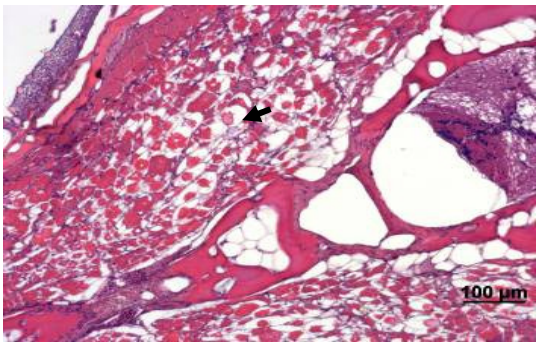
איור 1 : necrotic myositis (חץ)

איור 2 : muscle dystrophy (חץ)

איור 3 : שריר תקין







סיכום

הממצא המרכזי שנראה שונה באופן ברור בין דגים שגודלו במי ים לאלה שגודלו במי רכז היה פתולוגיה ברקמת השריר.

נראתה פתולוגיה בשריר ב 9 מתוך 12 הדגים שגודלו במי רכז. הפתולוגיה, המוגדרת כ necrotic myositis (איור 1) כוללת הרס של סיבי שריר ובאה לידי ביטוי באחוזים ניכרים מרקמת השריר, בין 50 ל 90% מהרקמה. פתולוגיה זו לא נמצאה בדגים שגודלו במי ים.

בדגים מכל הקבוצות נמצאה דיסטרופיה של השריר, הבאה לידי ביטוי ב 5-10% מהרקמה (איור 2).

בדגים משתי קבוצות נראתה פתולוגיה בכליה (5 מתוך 12 בדגים שגודלו במי ים ו 7 מתוך 12 דגים שגודלו במי רכז).

הממצאים מבוססים על אנליזה של 12 דגים מכל קבוצת טיפול של סוג מים.