

ממשק אימון דג הרד-דרום (*Sciaenops ocellatus*)

לשילובו במדגה האורגני

Nursery management practices of the red drum fish (*Sciaenops ocellatus*)
for its integration into the organic aquaculture

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

אנה מילשטיין - מינהל המחקר החקלאי, המח' לעופות ומדגה, דור.
אסף ברקי - מינהל המחקר החקלאי, המח' לעופות ומדגה, בית דגן.
שנאן הרפז - מינהל המחקר החקלאי, המח' לעופות ומדגה, בית דגן.
אלון נאור - אגף הדייג, תחנה למדגה דור

Ana Milstein - Agricultural Research Organization, Fish & Aquaculture Research Station,
Dor. M.P. Hof HaCarmel 30820. E-mail: anamilstein@int.gov.il

Assaf Barki - Agricultural Research Organization, Aquaculture Unit, P.O.Box 6, Bet Dagan
50250. E-mail: barkia@agri.gov.il

Sheenan Harpaz - Agricultural Research Organization, Aquaculture Unit, P.O.Box 6, Bet
Dagan 50250. E-mail: harpaz@agri.gov.il

Alon Naor - Ministry of Agriculture, Fish and Aquaculture Research Station, Dor, M.P. Hof
HaCarmel 30820. E-mail: alonn@moag.gov.il

מרץ 2011

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא בשלב זה

חתימת החוקר

1. הצגת הבעיה: המדגה האורגני בארץ התחיל בגידול אמנונים ובהמשך נשקל לשלב בו דג הרד-דרום (*Sciaenops ocellatus*), דג טורף ממוצא ימי שניתן לגדלו במים מתוקים. המכשול העיקרי לשילובו במדגה האורגני היא שרידתו הנמוכה באימון. היפותזת העבודה היא ששרידה נמוכה זו נובעת מהיווצרות פערי גודל, הנגרמים בעיקר כתוצאה מתחרות על מזון, ובדגים טורפים עלול לאפשר קניבליזם.
2. מטרת המחקר: בדיקת אמצעים שונים להפחתת התחרות על מזון וצמצום פערי הגודל באימון דגי הרד-דרום, תוך פיתוח ממשק הזנה, בקרת מבנה האוכלוסיה וסביבת הגידול.
3. שיטות העבודה: ניסויים במעבדה בבית דגן לפיתוח ממשק הזנה, שיפור המזון, מבנה האוכלוסיה ומורכבות סביבת הגידול, ובתחנת דור לבדיקת השפעת צפיפות הדגים על שרידתם, התפתחות פערי גודל וגדילתם בטווח צפיפויות רלוונטי לגידול אורגני.
4. תוצאות עיקריות: כמעט שלא נצפה קניבליזם בניסויים השונים. לא הייתה השפעה של הגורמים שנבדקו על שרידת הרד-דרום, אך נמצאה השפעה על הגדילה והתפתחות פערי גודל. ממשק הזנה: בדגים של כ-1 גרם נחוצה הזנה יומית של לפחות 10% ממשקל הדגים, הזנה רציפה עדיפה על פעמיים ביום, דגי הרד-דרום ניזונים טוב יותר בשעות היום אך מסוגלים להיזון גם בלילה. תוספת מלח למזון אינה משפרת את השרידה ואת הגדילה בדגים בין 20 ל-135 גר', אך גם לא פוגעת בהם. לפיכך ניתן להחליף עד 3% ממרכיבי מזון במלח ולהוזיל את מחירו. השפעת האינטראקציה החברתית בדגים קטנים אינה חריפה, כך שמיון לגודל בדגים בגודל 2-6 גר' אינו הכרחי. בטווח צפיפויות רלוונטי לגידול אורגני לא הייתה השפעת מובהקת של צפיפות הרד-דרום על שרידה, גדילה, והתפתחות פערי גודל באוכלוסיה. כך שבשלב האימון לגידול אורגני אפשר לאכלס בצפיפויות גדולות יותר בלי לפגוע בדגים, דבר המאפשר לייצר יותר ולשפר את הרווחיות. שיעור הזנה הנהוג באימון רד-דרום אורגני הוא גבוה מידי, מכיוון שלעומת שיעור האכלה הקונבנציונלי לא משפר את הביצוע של הדגים, לא מצמצם התפתחות פערי גודל באוכלוסיה, ומגביר את ההוצאות.
5. מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: ניתן לשנות את פרוטוקול הגידול בהתאם לממצאים.

מבוא

המדגה האורגני בארץ התחיל בגידול אמנונים ולאחר מכן נשקל לשלב מין נוסף בגידול האורגני. דג הרד-דרום (*Sciaenops ocellatus*) הינו דג טורף ממוצא ימי אשר ניתן לגדלו במים מתוקים. כטורף הוא יכול להקטין הטלה פראית של אמנונים [1]. מחירו של דג זה בשוק הינו גבוה בהרבה ממחיר האמנון האורגני שנחקר על ידנו [2, 3, 4, 5, 6]. המכשול העיקרי שהתגלה בניסיון לשלב דגי הרד-דרום במדגה האורגני היא שרידתו הנמוכה בשלב האימון (20-40% בגידול קונוונציונלי, עד 60% בגידול אורגני). היפותזת העבודה היא ששרידה נמוכה זו נובעת מהיווצרות פערי גודל, הנגרמים בעיקר כתוצאה מתחרות על מזון, ובסרטנים ודגים טורפים כמו הרד-דרום עלולים לאפשר טריפה של פרטים קטנים ע"י פרטים גדולים [7, 8, 9]. פערי גודל גדולים באוכלוסיה מהווים בפני עצמם בעיה רצינית גם אם אינם מגיעים למימדים המאפשרים קניבליזם. תופעת הקניבליזם במיני דגים שונים מתרחשת בעוצמות שונות ובשלבי חיים שונים, והיא תלויה בראש ובראשונה ביחס גודל מפתח הפה של הטורף לגודל הנטרף. גורמים המשפיעים על גדילה לא אחידה והיווצרות פערי גודל באוכלוסיה יקבעו את עצם קיום התופעה ועוצמתה. מגוון הגורמים המשפיעים כולל: גורמים גנטיים, אוכלוסייתיים (לדוגמה צפיפות), סביבת הגידול, גורמים התנהגותיים - בעיקר תחרות על מזון [10, 11], והרכב המזון [12, 13, 14]. מבחינת הרכב המזון, רמת המלח (NaCl) בכופתית המזון עשויה להוות גורם חשוב המשפיע על שיפור גדילת הדגים כאשר מדובר בדגי ים המגודלים במים שאינם מלוחים, כפי שהראנו באמנון במימי מתוקים [15] ובדגים טורפים ימיים אחרים (ברמונדי ולברק) שאוקלמו לגידול במים מתוקים [11, 12]. ספיגת המזון אל מערכת הדם של הדגים מבוצעת בסיסי המעי באמצעות אנזימים האחראים לפירוק סופי של המזון וספיגתו האקטיבית בעזרת משאבות יוניות (Na^+/K^+ ATPase) [13, 14], על כן סביר ששינוי בריכוז יוני הנתרן במעי הדג יביא לספיגה טובה יותר של המזון ויחסוך בעלויות הגבוהות של המזון בתהליך גידול הדגים.

תופעות של גדילה לא אחידה וקניבליזם בשלב אימון דגים טורפים אינן ייחודית לגידול האורגני והן קיימות גם בגידול רגיל. אף על פי כן, בגידול אורגני מתקיימים תנאים שעלולים להעצים את התופעות הללו; זאת משום שהסטנדרטים האורגניים [16] מטילים מגבלות רבות על המגדלים ודורשים התחשבות רבה יותר הן בגידול עצמו והן בסביבת הגידול. לדוגמה, צפיפות הדגים בגידול אורגני נמוכה מזו המקובלת בגידול קונבנציונלי, וכפי הנראה תורמת ליצירת תנאים מתאימים לקיום תופעות הקניבליזם שתוארו לעיל. יצוין שבדגים ממינים מסוימים ניתן להפחית את רמת האינטראקציות האגרסיביות ע"י העלאת הצפיפות.

מטרות המחקר: בחינת אמצעים שונים להפחתת התחרות על מזון וצמצום פערי הגודל בשלב האימון של דגי הרד-דרום, תוך פיתוח ממשק הזנה, בקרת מבנה האוכלוסיה וסביבת הגידול.

פירוט עיקרי הניסויים

במחקר זה נערכו ניסויים במעבדה בבית דגן שנועדו לפתח ממשק הזנה ושיפור המזון, וניסויים במערכות חצי מסחריות בתחנת דור שנועדו לבדוק השפעת צפיפות הדגים על גדילה, התפתחות פערי גודל ושרידה בטווח צפיפויות רלוונטי לגידול אורגני (טבלה 1).

טבלה 1. ניסויים שנערכו במהלך המחקר.

גודל הדגים בהתחלה	מערכת ניסוי	טיפולים	נושא הניסוי
1 גרם	36 אקווריונים בני 80 ליטר, בית דגן	ניסוי פקטוריאלי - כמות המזון: 2%, 7% ו 12% ממשקל הדגיגים ליום - שיטת ההזנה: ידנית פעמיים ביום או רציפה במאביס סרט	ממשק הזנה, א:
1 גרם	18 אקווריונים בני 38 ליטר, בית דגן	מועדי האכלה: רק ביום, רק בלילה, וגם ביום וגם בלילה	ממשק הזנה, ב:
20 גרם	36 מיכלים בני 200 ליטר, בית דגן	תוספת מלח למזון (ריסוס המלח על פני כופתיות עם ציפוי שמן): - מזון ביקורת ללא תוספת מלח - תוספת NaCl ברמות של 1%; 2%; 3% ו-3.5% - תוספת KCl ברמות של 2%	שיפור המזון, א: תנאי מעבדה
35 גרם	12 מיכלים בני 200 ליטר, בית דגן	תוספת מלח למזון (כמרכיב בתערובת הגולמית לפני כיפתות): - מזון ביקורת ללא תוספת מלח - תוספת NaCl ברמות של 3%	שיפור המזון, ב: תנאי מעבדה
80 גרם	20 מיכלים בני 1 קוב, תחנת דור	ניסוי פקטוריאלי: - תוספת מלח למזון (מזון לברק מסחרי עם ובלי תוספת מלח) - צפיפות הדגיגים: 7 (אורגני) ו-56 (קונבנציונלי) דג/קוב	שיפור המזון, ג: תנאי חממה
1-3 גרם	18 אקווריונים בני 38 ליטר, בית דגן	ניסוי פקטוריאלי - מקטע הגודל באוכלוסייה: מקטע עליון, מקטע תחתון, מעורב - מורכבות סביבת הגידול: מיכלים עם ובלי סבך רשתות	מבנה אוכלוסייה וסביבת הגידול
6 גרם	9 מיכלים בני 30 קוב, תחנת דור	צפיפות הדגיגים: 10, 20 ו-40 דגים/קוב	צפיפות הדגים:
10 גרם	16 כלובים בני 2 קוב מוצבים בבריכות עפר, תחנת דור	ניסוי פקטוריאלי - צפיפות הדגיגים: 30 (אורגני) ו-150 (קונבנציונלי) דג/קוב - שיעור ההזנה (לדגיגים בגודל 40-5 גרם): - קבוע 3% ליום ממשקל הדגיגים (קונבנציונלי) - יורד מ- 10% ל- 5% ליום ממשקל הדגיגים (אורגני)	צפיפות ושיעור ההזנה, אורגני לעומת קונבנציונלי

בכל הניסויים דגי הרד-דרום הועברו ממדגרות מסחריות ואוקלמו בהדרגה במשך מספר ימים עד חודש ממים במליחות 5-10% למים מתוקים בבית דגן ובתחנת דור, והדגיגים הוזנו בכופתיות מזון אורגני. בכל הניסויים כל קבוצת דגים נשקלה במקובץ באכלוס, לאחר כ-14-10 ימים (לעידכון מנת המזון) ובסיום הניסוי. קצב הגדילה הספציפי (SGR) חושב באמצעות הנוסחה: $SGR = 100 (\ln W_t - \ln W_0) t^{-1}$ שבה W_0 ו W_t הם המשקל הסופי וההתחלתי בהתאמה, ו t הוא מספר ימי הניסוי. בחלק מהניסויים הדגיגים נמדדו ונשקלו גם באופן פרטני כדי לחשב מקדם השונות המשקלים כמדד לפערי הגודל בין הדגיגים בקבוצה. מקדם זה חושב על פי הנוסחה: $CV (\%) = 100 \times (\text{standard deviation} / \text{mean weight})$. התפתחות פערי הגודל במשך הניסוי בוטאה כ- $\Delta CV = (\text{final CV} - \text{initial CV})$. הדגים שנשקלו באופן פרטני באכלוס היוו מדגם מייצג של דגי הניסוי אבל לא השתתפו בו.

בחלק מהניסויים חושב ה- Condition Factor, מדד המבטא את מצבו של הדג מתוך היחס בין משקלו לאורכו, על פי הנוסחה: $CF = W / L^3$ שבה L הוא האורך הסטנדרטי ו- W הוא משקל הדג. להשוואת המדדים השונים בין הטיפולים נערכו ניתוח שונות (ANOVA). הנתונים נבחנו לנורמליות (Shapiro-Wilk W test) ושוויון שונות (Levene test) לוודא שהם עומדים בהנחות של ניתוח שונות. השוואות בין טיפולים ספציפיים (במקרה שנמצא הבדל מובהק ב- ANOVA) התבצעו באמצעות מבחני Duncan, Scheffe, LSmeans differences Student's t, Tukey-Kramer HSD או. נתוני השרידה והגדילה הספציפי נותחו לאחר טרנספורמצית arcsine.

ניסוי ממשק הזנה:

א) השפעת כמות המזון ושיטת ההזנה על גדילה, והתפתחות פערי גודל ושרידה.

שיטת ההזנה מהווה גורם משפיע על זמינות המזון ומידת פיזורו השווה בין הדגים במיכל. מזון הניתן בפעם אחת עלול בחלקו לא להיות מנוצל מכיוון שהדגים אינם מסוגלים בזמן קצר לצרוך מנת מזון גדולה. מאידך מזון המפוזר על פני זמן רב וממוקד בנקודה אחת נתון ביתר קלות לשליטה ע"י מספר מצומצם של דגים ובכך עלול להעצים את היווצרות פערי גודל גדולים בין הדגים במיכל הגידול. תנאי בסיסי לפתיחת פערי גודל הוא כמובן שתהיה גדילה משמעותית, וגדילה זו מושפעת מגודל מנת המזון הניתנת לדגים מידי יום. מטרת הניסוי הייתה לבדוק השפעת כמות המזון ושיטת ההזנה על גדילה, אחידות ושרידת דגי רד-דרום.

שיטות

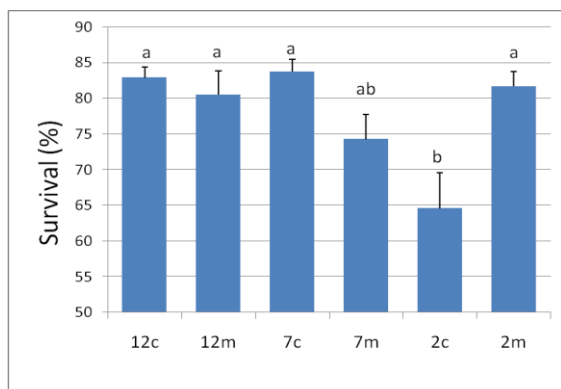
הניסוי נערך ב- 36 אקווריונים בני 80 ליטר מחוברים במערכת מים מסוחררים דרך ביו-פילטר, תחת תאורת ניאון במשטר הארה בן 12 שעות אור ביממה. הדגים הוזנו בכופתיות מזון אורגני עם 52% חלבון ו 12% שומן.



תמונה 1. מזון על מאביס סרט מעל אקווריום **תמונה 2.** קבוצת דגי רד-דרום בסוף הניסוי

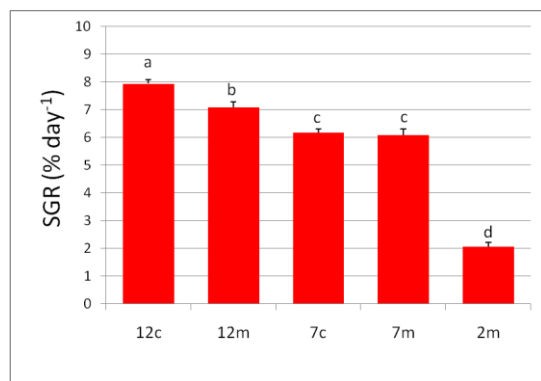
מתכונת הניסוי - ניסוי פקטוריאלי (2X3): נבחנו 2 שיטות הזנה - ידנית פעמיים ביום (בבוקר ואחה"צ בהפרש של 5-6 שעות) לעומת רציפה באמצעות מאביס סרט לאורך כל השעות הללו (תמונה 1), ונבחנו שלש מנות מזון - 2%, 7% ו 12% ממשקל הדגים ליום. כל אחד מ 6 הטיפולים נבחן ב 6 חזרות. בכל אקווריום אוכלסה קבוצה של 40 דגים בגודל התחלתי ממוצע (\pm סטיית תקן) 0.93 ± 0.04 גרם (תמונה 2). הגודל הממוצע ומקדם שונות המשקלים באכלוס לא נבדל בין הטיפולים ($P > 0.1$). הניסוי נמשך 14 ימים.

נתוני השרידה הצביעו על פחת משמעותי במספר הדגיגים בכל הטיפולים (איור 1). ביתוח שונויות נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים ($P < 0.01$) כאשר השרידה בטיפול 2C (2% ליום בהזנה רציפה) הייתה נמוכה בהרבה ביחס לשאר הטיפולים. הסיבה לפחת במספר הדגיגים הייתה תמותה של דגים חלשים, שהייתה מודגשת יותר בטיפול עם מנת המזון הנמוכה עקב מצב הרעב של הדגים. אמנם נצפו 2 מקרים של קניבליזם, אך אין שום אינדיקציה שהגורם העיקרי לתמותה זה ניסיונות טריפה או אגרסיביות. להמשך ניתוח קצבי הגדילה נקבע שיכללו רק קבוצות שהשרידה בהם לא הייתה נמוכה מ-75%. מאחר ו 4 מתוך 6 החזרות של טיפול 2C לא עמדו בקריטריון, טיפול זה הוצא מהניתוח.



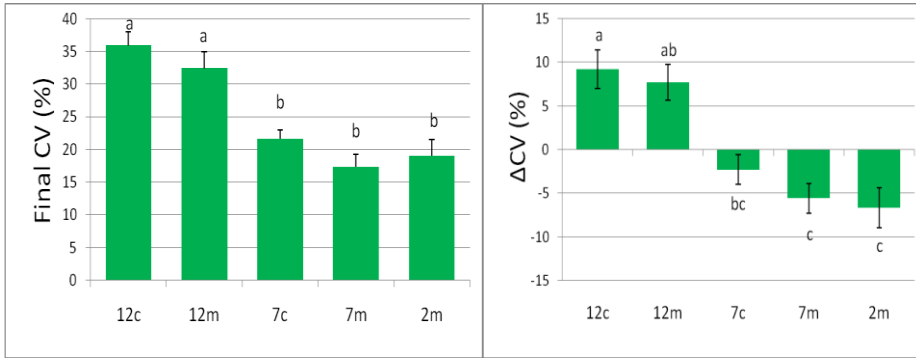
איור 1. שיעורי השרידה בסיום הניסוי בטיפולים השונים. כל טיפול מאופיין על פי מספר המבטא את רמת המזון (2%, 7%, 12%) ואות המבטא את שיטת ההזנה (c=continuous, m=manual). טיפולים עם אותיות שונות מעליהם שונים באופן מובהק (Tukey-Kramer HSD, $P < 0.05$).

קצב הגדילה הספציפי (SGR) היה שונה באופן מובהק בין הטיפולים ($P < 0.001$) והושפע בעיקר מגודל מנת המזון (איור 2). בטווח שנבדק בניסוי זה, הגדילה הייתה טובה יותר ככל שמנת המזון גדלה, וברמת הזנה של 12% ליום היה קצב הגדילה מהיר - מעל 7% ליום. מהשוואת כל הטיפולים נמצא ששיטת ההזנה השפיע על הגדילה ברמת הזנה יומית של 12%, כאשר הזנה רציפה עם מאביס סרט הייתה עדיפה על הזנה ידנית פעמיים ביום (איור 2).



איור 2. ערכי הגדילה הספציפית (SGR) בטיפולים השונים. טיפולים עם אותיות שונות מעליהם שונים באופן מובהק אחת מהשני (Tukey-Kramer HSD, $P < 0.05$).

על מנת לבחון את האינטראקציה בין שני הגורמים בהשפעה על הגדילה נערך ניתוח שונויות דו-כיווני שכלל את נתוני שתי רמות ההזנה הגבוהות, 7% ו 12% ליום. נמצאה השפעה מובהקת הן למנת המזון ($P < 0.001$) והן לשיטת ההזנה ($P < 0.01$), אך לא לאינטראקציה ביניהם ($P > 0.1$). קצב הגדילה היה גבוה יותר בהזנה רציפה מאשר הזנה ידנית. מקדם שונות המשקלים הממוצע בתחילת הניסוי היה כ- 25% ובמהלך הניסוי הוא גדל בטיפולים של רמת ההזנה הגבוהה ואילו ברמות הזנה של 7% ו 2% ליום הוא קטן. נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים בשינוי במקדם השונות ΔCV (איור 3) ובמקדם השונות הסופי (final CV) (איור 3) ($P < 0.001$).



איור 3. ערכי (א) השינוי במקדם שונות המשקלים (ΔCV) ו-(ב) במקדם שונות המשקלים (CV) בטיפולים השונים. טיפולים עם אותיות שונות מעליהם שונים באופן מובהק אחת מהשני.

דיון ומסקנות

כצפוי, למנת מזון הייתה השפעה מרכזית על קצב הגדילה של הדגיגים. ללא ספק, בדגיגים קטנים (1 גרם) מנת מזון יומית של 2% ממשקלם מהווה חוסר משמעותי ופוגעת בגדילה ובסופו של דבר גם בשרידה של הדגיגים. אמנם במנת מזון יומית של 12% הגדילה הייתה טובה באופן מובהק מאשר 7% אולם ההבדל היה קטן בהרבה בהשוואה להבדל בין 7% ל-2% ליום. לכן, רמת הזנה של 12% ליום במערכת שלנו הייתה ככל הנראה קרובה לאופטימאלית ותוספת מזון מעבר לזה לא תשפר באופן משמעותי את הגדילה. השפעת שיטת ההזנה באה לידי ביטוי ברמות ההזנה הגבוהות יותר, שהן רמות ההזנה המתאימות לגידול דגיגי רד-דרום. התוצאות הצביעו על יתרון בהזנה רציפה של הדגיגים. בטיפולים בהם קצבי הגדילה היו הגבוהים ביותר (הזנה 12% ליום) הייתה עלייה של פערי גודל בקרב הדגים, לעומת ירידה בפערי הגודל ברמות ההזנה הנמוכות יותר. לשיטת ההזנה לא הייתה השפעה על התופעה. המסקנה העיקרית מהניסוי היא שבדגיגים בגודל של כ-1 גרם נחוצה רמת הזנה יומית של לפחות 10% ממשקל הדגיגים על מנת לקבל גדילה מהירה, גם אם זה במחיר פתיחת פערי גודל, ושיטת ההזנה הרצויה לקבלת גדילה טובה היא הזנה רציפה.

ב) השפעת מועדי האכלה על גדילה, התפתחות פערי גודל ושרידה

על מנת להפחית את התחרות על מזון באמצעות ממשק הזנה עלינו למצוא את השילוב האופטימאלי של תדירות מתן המזון וזמני האכלה אשר יצמצמו את האפשרות שדגים דומיננטיים ישתלטו על מרבית המזון - דבר שיוביל לפערי גודל וקניבליזם. הניסוי השני התמקד במציאת מועד ההזנה האופטימאלי במהלך היממה, בהזנה רציפה ובשיעור ההזנה האופטימאליים שנמצאו בניסוי הקודם.

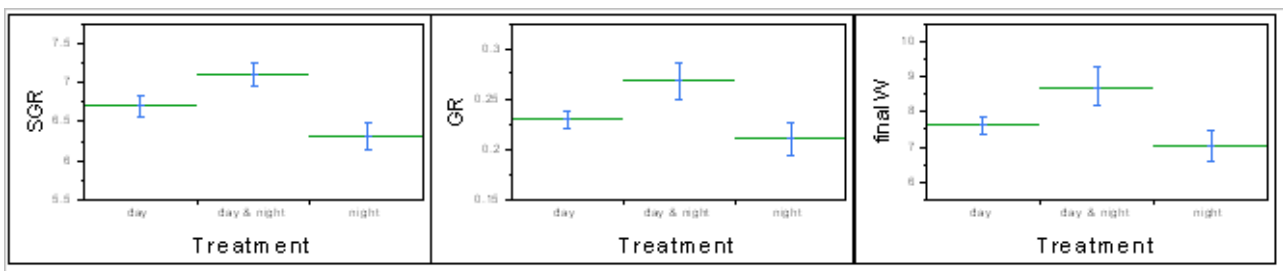
שיטות

הניסוי נערך ב-18 אקווריונים בנפח 38 ליטר המחוברים במערכת מים מסוחררים דרך ביו-פילטר. הדגיגים הוזנו בכופתיות מזון אורגני גודל 4 המכילות: 52% חלבון, 12% שומן, 1.8% מלח נתן כלורי. **מתכונת הניסוי:** בניסוי נבחנו 3 מועדי האכלה: האכלה ביום, האכלה בלילה והאכלה גם ביום וגם בלילה (6 חזרות לטיפול). ההאכלה התבצעה באמצעות מאביס סרט במשטר הזנה רציפה. המזון ניתן במשך 8 שעות ביממה בטיפול האכלה ביום (07:00-15:00) והאכלה בלילה (20:00-04:00) ובמשך 16 שעות ביממה בטיפול האכלה ביום ובלילה (07:00-15:00 ו 20:00-04:00). כמות המזון שניתנה במשך היממה בכל הטיפולים הייתה 10% ממשקל הדגים בכל אקווריום.

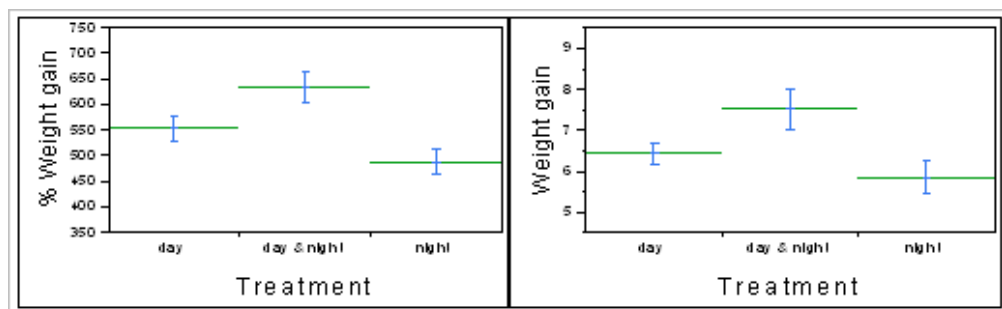
הניסוי נערך במשך 4 שבועות. בכל אקווריום אוכלסה קבוצה של 30 דגיגים בגודל התחלתי ממוצע (\pm סטיית תקן) 1.18 ± 0.07 גרם, ללא הבדל במשקל הדגיגים ההתחלתי בין הטיפולים ($P > 0.5$). על מנת לחשב את התפלגות משקלי הדגים נערכה באכלוס שקילה אינדיבידואלית של 300 דגיגים מאותה קבוצה של דגי הניסוי. מקדם שונות המשקלים ההתחלתי היה 26.3%. בתום הניסוי, בנוסף לשקילה המקובצת, נשקלו ונמדדו אורכו הסטנדרטי של כל דגי הניסוי באופן פרטי על מנת לחשב את ה-Condition Factor (CF).

תוצאות

במהלך 4 שבועות של הניסוי עלו הדגיגים בממוצע פי 5 ממשקלם ההתחלתי. ניתוח הנתונים הראה הבדל מובהק בין הטיפולים במשקל הסופי (איור 4), קצב גדילה יומי (איור 5) וספציפי (איור 6), עליה במשקל (מוחלט ויחסי למשקל התחלתי, איורים 7-8). בכל הפרמטרים האלו נמצאה ההאכלה ביום ובלילה עדיפה באופן מובהק לעומת האכלה בלילה בלבד בעוד שהאכלה ביום בלבד לא שונה באופן מובהק משני טיפולי ההאכלה האחרים. בשונה ממדדי הגדילה, לא נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים בפערי הגודל של הדגים בקבוצה, הן על בסיס CV של המשקל (איור 9) והן על בסיס האורך הסטנדרטי של הדגיגים (איור 10). ניתוח נתוני ה- condition factor הראה הבדל מובהק בין הטיפולים אולם התקבלה תמונה הפוכה לזו שנמצאה במדדי הגדילה (איור 11): הערכים היו גבוהים באופן מובהק בהאכלה בלילה בלבד לעומת האכלה ביום ובלילה, והאכלה ביום בלבד הייתה עם ערכי ביניים שאינם שונים משני הטיפולים האחרים. לא נמצא הבדל מובהק בשרידה בין הטיפולים השונים (יום ולילה: 83.3%, יום: 85.5%, לילה: 87.2%).



איור 4. משקל סופי (גר') | איור 5. קצב גדילה יומי (גר' ליום) | איור 6. קצב גדילה ספציפי (% ליום)

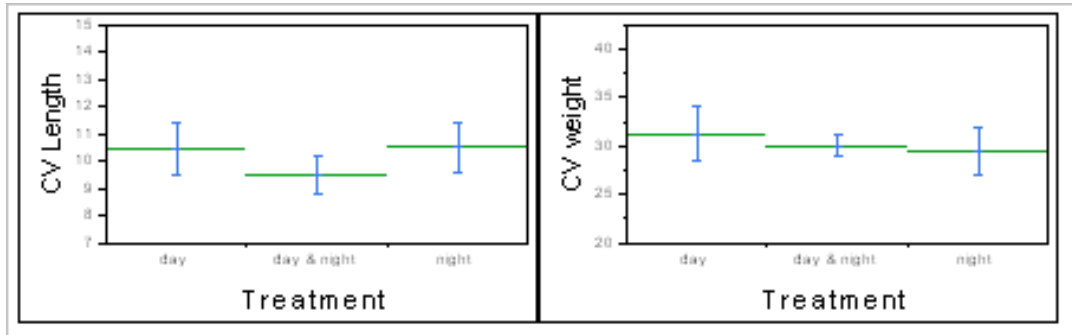


איור 7. תוספת משקל (גר') | איור 8. תוספת משקל (% ממשקל התחלתי)

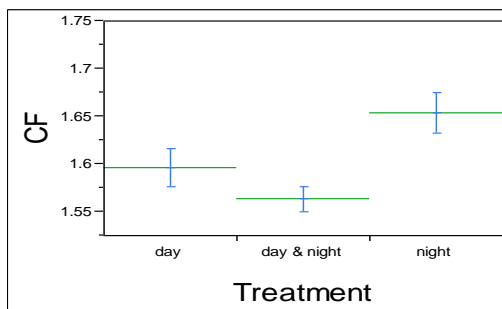
דיון ומסקנות

דגי רד-דרום ניזונים טוב יותר או מנצלים טוב יותר את המזון בשעות היום, אולם הם מסוגלים להיזון גם בחשיכה בשעות הלילה. מבחינת הגדילה של הדגיגים, אין ספק שהאכלת הדגים ביום ובלילה עדיפה על פני

האכלתם בלילה בלבד. נראה שיש יתרון מסוים להארכת משך ההאכלה אל תוך שעות הלילה מאשר להאכילם באותה מנה רק במשך שעות היום, לפחות כאשר מדובר במנת מזון גבוהה כפי שניתנה בניסוי זה, המביאה לקצב גדילה גבוה. מאידך, אין השפעה למועדי ההזנה על פערי גודל בקבוצת הדגיגים. ממצא מעניין הוא שה condition factor של הדגיגים היה דווקא גבוה יותר בטיפול של האכלת לילה. משמעות הדבר שעל אף גדילתם הפחותה הדגיגים בטיפול זה היו "שמנים" יותר יחסית לאורכם, ולא היו במצב ירוד.



איור 9. מקדם שונות המשקלים בסוף הניסוי **איור 10. מקדם שונות האורכים בסוף הניסוי**



איור 11. Condition Factor (CF)

ניסויי שיפור המזון:

א) השפעת תוספת מלח למזון לשיפור הגדילה (דגים בגודל התחלתי של 20 גר')

בניסויים קודמים שנערכו במעבדתנו עם דגים אחרים נמצא שתוספת של מלח למזון משפרת את יעילות ניצול המזון ובכך תורמת להקטנת עלות המזון. בעת גידול דגים אורגניים יש בעיה בהתאמת המזון שכן מרכיבים שונים אינם עומדים בקריטריונים הנדרשים ממזונות אורגניים. שיפור המזון באמצעות שימוש במרכיב מינרלי העומד בתנאי הדרישות האורגניות יכול לענות על הדרישות המחמירות ולהביא לייעול הזנת הדגים בעת ממשק אימון. לפיכך נערך ניסוי בו נבחנו מינונים שונים של תוספת מלח וכן השוואה בין נתון ואשלגן כלורי.

שיטות

כ-1000 דגיגים במשקל ממוצע של 20 גרם פוזרו במיכלי הגידול בצפיפות של דג ל-10 ליטר במים שהכילו 0.8% מלח. הדגים הוחזקו בטמפרטורה של כ-25 מעלות ועברו תהליך אקלום שנמשך כחודש לרמת מליחות של 0.2%. במהלך האקלום הייתה תמותה זוחלת בהיקף של מספר פרטים ביום שסולקו מידי בוקר. הדגים המתים היו ממיכלים שונים ונראו רזים. בתקופת האקלום הוזנו הדגים בכופתית צפה 2 מ"מ (מזון 8272 מתוצרת רענן שיווק). לאחר ימי התאקלמות ראשונים נצפתה אכילה של המזון ע"י הדגים. בעקבות תמותות בלתי פוסקות לאורך כל תקופת האקלום נבדקו הדגים ע"י ד"ר אריק דיאמנט ולאחר מכן ע"י המעבדה בניר דוד. בשתי הבדיקות לא נמצאו גורמים פתוגניים היכולים להסביר את תמותות הדגים.

בתחילת הניסוי הדגים (שאוכלסו בצפיפות של 20 דגים למיכל) דוללו ל-5 דגים בכל מיכל, הדילול נעשה לאחר שהדגים הורדמו בעזרת שמן ציפורן. כל דג סומן ונשקל באופן אינדיבידואלי. הסימון נעשה ע"י חיתוך סנפיר השת, סנפיר החזה (ימין או שמאל) או סנפיר הבטן (ימין או שמאל). בכל מערכת יש ייצוג של 6 הטיפולים כך שסה"כ היו 6 חזרות לכל טיפול.

מערכת מיכלי הניסוי: המערכת כוללת 36 מיכלי גידול בני 200 ליטרים כ"א, המחולקים לשש קבוצות בנות שישה מיכלים כל אחת (תמונה 3). כל קבוצה מחוברת לביופילטר מרכזי הכולל מיכל שיקוע ומערכת פילטרציה. המים ממוחזרים דרך הפילטר בקצב השווה להחלפת מלוא נפח מיכלי הגידול בכל שעה וחצי. כל



מיכל גידול מצויד באבן אויר וכל שישייה של מיכלים מצוידת בגוף חימום וטרמוסטט באמצעותו נשמרה הטמפרטורה ברמה של 25 מעלות צלזיוס. הניסוי נערך במליחות מים של 0.2% שהיא מליחות מי בריכות המדגה האורגני בעמק בית שאן.

תמונה 3. מערכת מיכלים בני 200 ליטרים.

מזונות הניסוי: מזון ביקורת: מזון מתוצרת רענן שיווק 8272 (ללא תוספת מלח). מרכיבי תכולת המזון:

חלבון 40% ; שומן 5% ; אפר 5.4% ; תאית 3.5% ; סידן 1.0% ; זרחן 0.8% ; מלח 0.8%.

הוכנו מזונות בתוספת מלח (NaCl) ברמות של 1% ; 2% ; 3% ו-3.5% וכן בתוספת 2% KCl.

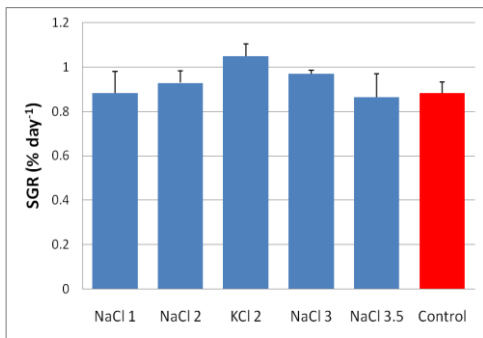
דרך הכנת המזונות: נשקלו מנות של 2 ק"ג מזון וכן 20, 40, 60 ו 70 גרם מלח NaCl ו-40 גרם KCl. מנות המלח הומסו בליטר אחד של מים מחוממים והותזו על פני שני הקילוגרמים של מזון הניסוי. המזון יובש באמצעות יבוש בשמש עד ליבוש מלא.

מאחר ומלח KCl הינו בעל טעם מר ויתכן שיגרום לכך שהדגים לא יואכלו את המזון וכן כדי להבטיח איטום של המלח המוסף לכופתיות הוספה לכל המזונות (כולל ביקורת ללא מלח) כמות של 0.5% שמן דגים בהתזה אחידה על פני הכופתיות על מנת למסך את הטעם המר ולהבטיח אכילה.

הזנת הדגים והוצאת נתונים: כמות המזון שניתנה לדגים הייתה 3% מביומסת הדגים במיכל בכל יום. המזון ניתן בשתי מנות, כמחצית בשעות הבוקר המוקדמות ומחצית שנייה בשעות אחה"צ. אחת לשבועיים נספרו ונשקלו באופן אינדיבידואלי כל הדגים בכל המיכלים ועודכנה מנת המזון. הניסוי נמשך 8 שבועות.

תוצאות

שיעור השרידה היה 87%. בנוסף לדגים המתים, היו דגים פגומים שגדילתם במהלך הניסוי הייתה מזערית ($SGR < 0.2\% \text{ day}^{-1}$). דגים אלו הוצאו מניתוח נתוני הגדילה, ובסה"כ נכללו נתוני 81% מהדגים בניסוי. קצב הגדילה הספציפי (SGR) של הדגים ברמות המלח השונות במזון ובמזון הביקורת מוצגים באיור מס' 12. לא נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים ($P > 0.3$) בגדילת הדגים.



איור 12. קצב הגדילה הספציפי (SGR) של דגי רד-דרום שהוזנו במזונות המכילים רמות מלח שונות במשך 8 שבועות.

דיון ומסקנות

תוספת המלח בכל המינונים שנבחנו לא הביאה לשינוי מובהק בקצב הגדילה של הדגים בהשוואה למזון הביקורת ללא תוספת מלח. יחד עם זאת יש לזכור שהמלח הוסף למזון על חשבון מרכיבי המזון האחרים ועל כן המזונות הכוללים מלח היו זולים יותר ובעלי תכולה מופחתת של חלבון ושומן (התורמים לזיהום המים) ועל כן שיטה זו מפחיתה מעלויות הגידול והזיהום הנגרם בעת גידול הדגים.

ב) השפעת תוספת מלח למזון לשיפור הגדילה (דגים בגודל התחלתי של 35 גר')

בניסויים קודמים עם דגים אחרים הראנו שתוספת של 3% מלח למזון משפרת את יעילות ניצול המזון ובכך תורמת להקטנת עלות המזון. בניסוי הקודם תוספת של 1-3.5% מלח לא הביאה לשינוי מובהק בקצב הגדילה של רד-דרום בגודל התחלתי של 20 גר'. בניסוי זה חזרנו לאותה שאלה אבל בדגים גדולים יותר (35 גרם), והשתמשנו בכופתיות בהן המלח הוכנס כמרכיב בתערובת הגולמית לפני תהליך הכיפתות לעומת ריסוס המלח על פני כופתיות מוכנות כפי שנעשה בניסוי הקודם. במצב כזה קצב התמוססות המלח מהכופתית למים קטן בהרבה והסיכוי שהמלח יאכל עם הכופתית ע"י הדגים גדול יותר.

שיטות

הניסוי נערך באותה מערכת מהניסוי קודם, ב 12 מיכלים. הושוותה הזנה במזון עם תוספת של 3% מלח (NaCl) לעומת מזון בקורת בהרכב זהה ללא תוספת המלח (6 חזרות לטיפול). מנת המזון היומית הייתה 3% מביומסת הדגים במיכל. המזון ניתן בהזנה רציפה במהלך שעות היום (בין 07:00-15:00) באמצעות מאביסי סרט. הניסוי נמשך 6 שבועות במהלכם גדלו הדגים במוצע פי 2.5 ממשקלם ההתחלתי.

תוצאות

נתוני משקלי הדגים ומדדי הגדילה והשרידה מתוארים בטבלה 2. ניתן לראות שהנתונים בטיפול המלח ובביקורת היו מאוד דומים, ואכן לא נמצא הבדל מובהק בין טיפולים באף אחד מהמדדים ($P > 0.05$). תוצאות הניסוי מתאימות לממצאי הניסוי הקודם.

טבלה 2. ממוצעים וסטיות תקן (SD) של משקל התחלתי (W_0), משקל סופי (W_t), קצב גדילה ספציפי (SGR), קצב גדילה יומי (GR), עליה במשקל ($W_t - W_0$) בגרמים ובאחוזים מהמשקל ההתחלתי, ושרידה

סוג המזון	W_t (גר')	W_0 (גר')	SGR (ליום %)	GR (גר'/יום)	$W_t - W_0$ (גר')	$W_t - W_0$ (%)	survival (%)
עם מלח	88.3	35.0	2.20	1.27	53.3	152.5	90.7
SD	7.78	2.15	0.18	0.16	6.83	19.15	9.73
בלי מלח	86.1	34.8	2.16	1.22	52.13	148.6	91.7
SD	2.88	2.14	0.16	0.08	3.04	17.07	7.66

ג) השפעת צפיפות ותוספת מלח למזון לשיפור הגדילה (דגים בגודל התחלתי של 80 גר')

בניסוי פקטוריאלי נוסף נבדקה השפעת תוספת של 3% מלח למזון בדגי רד-דרום עוד יותר גדולים (גודל התחלתי 80 גר'), בצפיפות מתאימה לגידול אורגני (7 דג/קוב) ולגידול קונבנציונלי (56 דג/קוב). הניסוי נערך במערכת פתוחה בלי מחזור מים, ב-20 מיכלים בני 1 קוב כ"א, 4 טיפולים, 5 חזרות לטיפול. הטמפרטורה במהלך הניסוי היה סביב 23 מ"צ. המזון היה מזון לדג לברק, וניתן בהזנה רציפה במהלך שעות היום באמצעות מאביסי סרט. מנת המזון היומית הייתה 2% מבימוסת הדגים במיכל. הניסוי נמשך 6 שבועות.



תמונה 4. דג רד-דרום במיכל בן 1 קוב בסוף הניסוי

תוצאות

במוצע הדגים גדלו מ-80 ל-135 גר' (תמונה 4), עם קצב גדילה של 1.3 גר'/יום, והישרדות 91%. לא נמצא הבדל מובהק בין טיפולים באף אחד מהמדדים האלה ($P > 0.05$). בכל המיכלים היו

דגים עם פטריית ה-*Saprolegnia*. מספר הדגים החולים היה יותר גבוה בצפיפויות הגבוהות, ללא השפעת מובהקת של תוספת המלח ($P > 0.05$). מן הראוי להתייחס לתוצאות הניסוי בזהירות המתבקשת מבחינה זאת שהדגים היו נגועים בספרולניה. אף על פי כן, תוצאות הניסוי מתאימות לממצאי הניסויים הקודמים בדגים יותר קטנים על תוספת מלח במזון.

ניסויים מבנה אוכלוסייתי, סביבת הגידול וצפיפות אוכלוסייתית

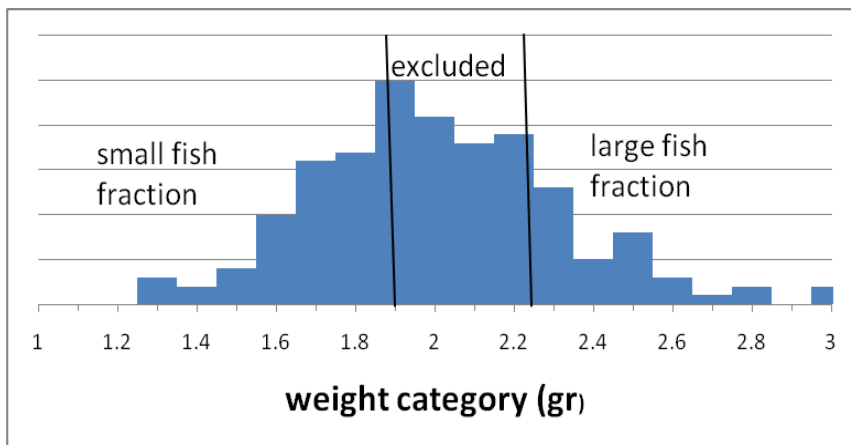
השפעות מיון לגודל ומורכבות סביבת הגידול על גדילה והתפתחות פערי גודל

ניתן להפחית תחרות על מזון ואינטרקציות אגרסיביות המובילות לשונות בגדילת הדגים ע"י יצירת סביבת גידול מורכבת המספקת מקומות מסתור. כמו כן, היכולת התחרותית של הדגים מושפעת מאוד ע"י גודלם היחסי באוכלוסייה. לפיכך מיון האוכלוסייה לדגים בעלי גודל דומה (בעלי יכולת תחרותית דומה) אמורה לגרום לחלוקת המזון באופן יותר אחיד בין הדגים וכתוצאה מכך לגדילה אחידה ולמניעת טריפה. בשנת המחקר השלישית נבדקה השפעת מיון לגודל של הדגים בקבוצה ומורכבות סביבת הגידול על גדילה, התפתחות פערי גודל וקניבליזם.

שיטות

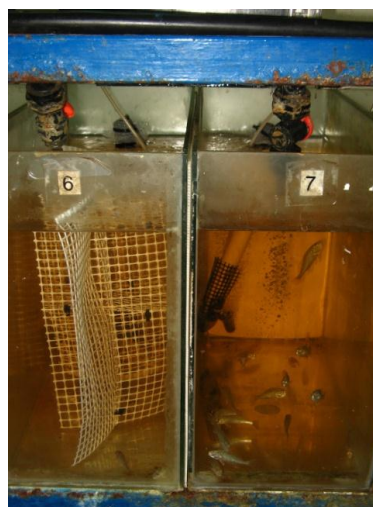
הניסוי נערך במעבדה למדגה בבית דגן ב-18 אקווריונים בנפח 38 ליטר המחוברים במערכת מים מסוחררים דרך ביו-פילטר. טמפרטורות המינימום והמקסימום הממוצעות במהלך הניסוי היו בהתאמה 27.7 ± 0.7 ו- 28.5 ± 0.6 מ"צ, רמת החמצן מעל 6.0 מ"ג לליטר (83% מרוויה), המליחות נעה בין 0.8% בתחילת הניסוי ל-0.5% בסופו, אמוניה וניטריט נעו בין 0-0.5 ו-0.25-1 מ"ג לליטר, בהתאמה. הדגים הזזו בכופתיות מזון TB4 לדגים תוצרת "רענן שיווק" המכילות: 60% חלבון, 10% שומן, 1.9% מלח נתרן כלורי. **מתכונת הניסוי:** נערך ניסוי פקטוריאלי 2X3 ב 3 חזרות לטיפול בו נבחנו 2 גורמים, מקטע הגודל באוכלוסייה ומורכבות סביבת הגידול.

א) גורם מקטע הגודל (3 רמות) - התפלגות המשקלים באוכלוסיה וחלוקתה למקטע עליון ותחתון נקבעה על בסיס שקילה מדגם של 170 דגים (אשר לא נכללו בניסוי). נקודות החיתוך של המקטע התחתון והעליון נקבעו כך שלא תהיה חפיפה או המשכיות בין משקלי הדגים של שני המקטעים, כלומר, דגים סביב הממוצע האוכלוסייתי (1.9-2.25 גר') לא נכללו (איור 13). אוכלוסיית באקוריונים קבוצות של 20 דגים מהמקטע התחתון (מתחת ל 1.9 גר'), מהמקטע העליון (מעל 2.25 גר') וקבוצות דגים מעורבות משני מקטעי הגודל (10 דגים מכל מקטע).



ב) גורם מורכבות סביבת הגידול (2 רמות) - מיכלים עם סבך רשתות ומיכלי ביקורת ללא סבך רשתות (תמונה 5).

איור 13. התפלגות המשקלים של אוכלוסיית דגי הניסוי.



תמונה 5 גורם הסביבה המורכבת: אקווריום עם סבך רשת (משמאל) וללא סבך רשת.

תמונה 6 הזנה באמצעות מאביס סרט מעל אקווריום עם סבך רשת (משמאל) וללא סבך רשת.

ממשק ההזנה: הזנה רציפה במשך 8 שעות ביום באמצעות מאביס סרט במנה יומית של 10% ממשקל הדגים. מנת המזון עודכנה כל 3 ימים על פי קצב גדילה משוער של 6% ליום בהתבסס על ניסויי הגדילה הקודמים שנערכו עם דגים באותו גודל ובאותה מערכת (תמונה 6).

תוצאות

טבלה 3 מראה את הערכים הממוצעים של מדדי הגדילה והשרידה בכל הטיפולים. בכל המדדים שנבחנו לא נמצאה אינטראקציה מובהקת בין שני הגורמים, כלומר השפעת כל גורם לא הייתה תלויה בגורם השני.

שיעור השרידה בניסוי היה גבוה; ב 11 מתוך 18 האקווריונים לא מת או נעלם אף דג. לא נמצאה כל השפעה מובהקת לאף אחד משני הגורמים על השרידה.

קצב הגדילה היה אף הוא מאוד גבוה; בכל הטיפולים הדגים גדלו מעל 7% ממשקלם ליום, ובטיפולים

מסוימים אף מעל 9% ממשקלם ליום. נמצאה השפעה חזקה לגורם מורכבות הסביבה ($F_{1,12}=68.6$)

($P<0.0001$) אך לא לגורם מקטע הגודל ($F_{2,12}=0.16$, $P>0.5$) על קצב הגדילה הספציפי SGR, כאשר הגדילה

בסביבה המורכבת עם סבך הרשת הייתה פחותה באופן משמעותי (איור 14).

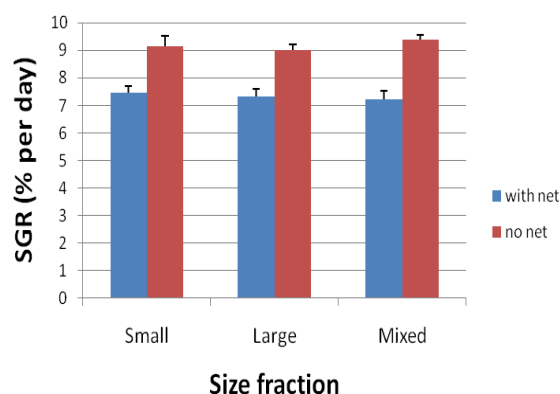
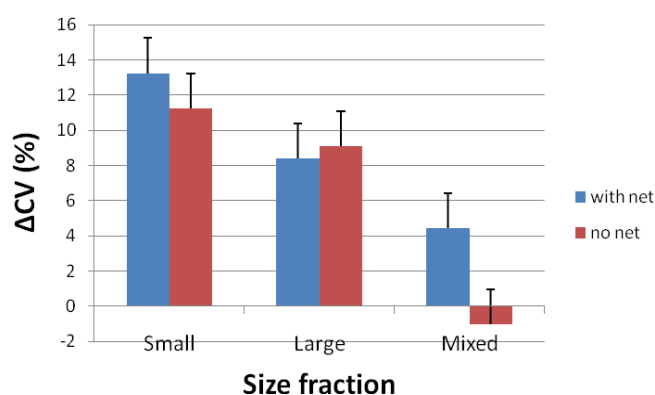
נמצאה השפעה מובהקת של גורם מקטע הגודל ($F_{2,12}=6.08$, $P<0.05$) אך לא של מורכבות הסביבה

($F_{1,12}=0.80$, $P>0.1$) על התפתחות פערי המשקלים בקבוצה ΔCV . בקבוצות דגים ממקטעים גדולים וקטנים

הייתה עליה בפערי המשקלים לאורך הניסוי בעוד שבקבוצות המעורבות השינוי היה מזערי (איור 15).

טבלה 3) ערכים ממוצעים וסטיות תקן של מדדי גדילה שונים ושרידה בטיפולים השונים.

Treatment		initial W	final W	GR	SGR	Weight gain	Weight gain	Survival	initial CV	final CV	ΔCV
		(gr)	(gr)	(gr/day)	(%/day)	(gr)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Small net	Mean	1.68	4.76	0.22	7.45	3.08	184	97	8.37	21.61	13.24
	s.d	0.07	0.29	0.02	0.43	0.28	17.5	6	2.41	6.26	5.25
Small no-net	Mean	1.71	6.16	0.32	9.13	4.45	260	95	8.10	19.32	11.22
	s.d	0.02	0.52	0.04	0.68	0.53	33.3	5	1.69	6.87	8.45
Large net	Mean	2.51	7.01	0.32	7.31	4.49	177	100	9.03	17.43	8.41
	s.d	0.10	0.55	0.04	0.49	0.50	19	0	2.13	3.07	4.20
Large no-net	Mean	2.52	8.91	0.46	9.02	6.39	254	100	8.10	17.20	9.10
	s.d	0.02	0.38	0.03	0.34	0.39	16.6	0	1.12	6.45	5.66
Mix net	Mean	2.07	5.70	0.26	7.22	3.63	175	88	25.43	29.85	4.42
	s.d	0.02	0.42	0.03	0.53	0.42	20.8	13	1.58	2.81	4.01
Mix no-net	Mean	2.09	7.77	0.41	9.40	5.69	273	95	22.11	21.08	-1.03
	s.d	0.05	0.13	0.01	0.28	0.18	14.6	5	1.00	2.84	2.39



איור 14. ערכי קצב הגדילה הספציפית (SGR)

בטיפולים השונים

איור 15. ערכי השינוי במקדם שונות הגדלים בין תחילת וסוף הניסוי (ΔCV) בטיפולים השונים.

דין ומסקנות

על אף העובדה שהניסוי נערך בתנאים של מערכת אקווריונים מעבדתית ולא בברכות אימון, בצפיפות שוות ערך ל- 500 דגים לקוב, התקבלו שרידה גבוהה וגדילה מהירה של דגי רד-דרום צעירים, המצביעים על ביצועים פוטנציאליים גבוהים של דג זה בשלב האימון.

מבחינת השפעת גורם מקטע הגודל, הממצאים העיקריים הם: (א) לדגים גדולים ולקטנים בקבוצות אחידות גודל גדילה דומה. (ב) לקבוצות דגים ממוינות לגודל אחיד או מעורבות גדילה דומה. (ג) לעומת זאת, בקבוצות ממוינות מתפתחים פערי גודל בעוד שבקבוצות מעורבות פערי הגודל ההתחלתיים נשארים יציבים. סביר להניח שפערי הגודל מגיעים לרמה מסוימת הדומה לזו שהייתה בקבוצות המעורבות ונשארים יציבים.

המסקנה היא שהשפעת האינטראקציה החברתית בדג הרד-דרום אינה חריפה בשלב ההתפתחות ובצפיפות הנתונים של הניסוי. מבחינה מעשית ממצאים אלו מראים שמיון לגודל בדגים בגודל ממוצע של כ- 2 גר', לפחות ברמת שונות הגדלים ששררה במיכלי האימון של מכון ההטלה ממנו נקנו הדגים, אינו נחוץ, גם לא עד שמשקל הדגים עולה פי 3.

אין ספק שסביבה מורכבת אינה רצויה בשלב האימון של דגי הרד-דרום. שבירת הסביבה למקטעים נפרדים ע"י סבך הרשת גרמה לצפיפות אפקטיבית גבוהה יותר לעומת אקווריום פתוח כיוון שהדגים נטו להיות בקבוצה אחת ולא מופרדים לקבוצות קטנות של מספר פרטים (ראה תמונה 6). המבנה הסבוך הקשה על הדגים לקיים את התנהגות האכילה הרגילה שלהם תוך תנועה.

נראה שגורם האינטראקציה החברתית אינו כה משמעותי בגדילת דגי הרד-דרום הלהקתיים, וכל עוד נספק להם מזון בכמות ובממשק מתאימים נקבל גדילה מעולה באוכלוסיה כולה, כמובן במגבלות צפיפות מסוימות ובשמירה על איכות מים גבוהה.

ניסויי צפיפות במערכות חצי מסחרית

א) השפעת צפיפות הדגים על גדילה, והתפתחות פערי גודל ושרידה.

צפיפות הדגים מהווה אחד מהגורמים המשפיעים על גדילה לא אחידה והיווצרות פערי גודל גדולים באוכלוסיה. צפיפות הדגים בגידול אורגני נמוכה מזו המקובלת בגידול קונבנציונאלי, דבר שעלול לתרום ליצירת תנאים מתאימים לקיום תופעות הקניבליזם. בדגים ממינים מסוימים ניתן להפחית את רמת האינטראקציות האגרסיביות ע"י העלאת הצפיפות. מטרת הניסוי הייתה לבדוק השפעת צפיפות הדגים בטווח צפיפויות רלוונטי לגידול אורגני על גדילה, התפתחות פערי גודל ושרידה.

שיטות

הניסוי נערך ב- 9 מיכלים בנפח 30 קוב (תמונה 7). מקור המים מבאר בטמפרטורה 23-25 מ"צ. ממשק המיכלים כלל החלפת 20% מים ליום, אוורור וסחרור המים ע"י חמצנית, ושטיפת החומר האורגני ששקע פעמיים ביום.

מתכונת הניסוי: הדגים אוכלסו בשלוש צפיפויות: 10, 20 ו-40 דג/קוב (300, 600 ו-1200 דג/מיכל), כל אחד מהטיפולים ב- 3 חזרות. גודל התחלתי באכלוס עמד על ממוצע של 5.8 גרם ללא הבדל בין הטיפולים. הניסוי נמשך 64 ימים במהלכם גדלו הדגים פי 11 ממשקלם ההתחלתי. הזנה הייתה פעמיים ביום, בהתחלה



10% מביומסה הדגיגים ליום. הרמה צומצמה בהדרגה ל-2.7%. במשך הניסוי הוצאו ונרשמו דגים שמתו במיכלי הגדילה. בהתחלת ובסוף הניסוי נשקלו ונמדדו מדגמים של דגים מכל מיכל באופן פרטני. בשליה מספר הדגים במדגמים למדידות פרטניות היו פרופורציונליות לצפיפות בכל טיפול.

תמונה 7. מערכת המיכלים של הניסוי.

טבלה 4: נתוני הדגים באכלוס ובשליה, ע"פ שקילות מקובצות.

treatment:	T10	T20	T40	טיפול (צפיפות/קוב):
STOCKING				איכלוס
density (fish/m ³)	10	20	40	צפיפות (מספר דגים/קוב)
density (fish/tank)	300	600	1200	צפיפות (מספר דגים/מיכל)
biomass (kg/m ³)	0.06	0.12	0.23	ביומסה (ק"ג/קוב)
biomass (kg/tank)	1.76	3.46	6.98	ביומסה (ק"ג/מיכל)
individual weight (g)	5.9	5.8	5.8	משקל ממוצע (גרם)
HARVESTING				שליה
density (fish/m ³)	8	17	32	צפיפות (מספר דגים/קוב)
density (fish/tank)	243	510	961	צפיפות (מספר דגים/מיכל)
biomass (kg/m ³)	0.63	1.23	2.23	ביומסה (ק"ג/קוב)
biomass (kg/tank)	18.9	37.0	67.0	ביומסה (ק"ג/מיכל)
individual weight (g)	78.2	72.5	69.6	משקל ממוצע (גרם)
growth rate (g/day)	1.15	1.06	1.01	קצב גדילה (ג/יום)
SGR (%/day)	4.11	4.02	3.93	קצב הגדילה הספציפי (%/יום)
survival (%)	81	85	80	שרידה (%)
FCR	1.36	1.40	1.48	נצילות מזון

תוצאות

טבלה 4 מציגה נתוני הדגים באכלוס ובשליה, ע"פ שקילות מקובצות. ניתוחי שונויות לא גילו הבדלים מובהקים בין הטיפולים במשקל, קצב גדילה, קצב גדילה ספציפי, שרידה ונצילות מזון (FCR). טבלה 5 מציגה נתוני הדגים באכלוס ובשליה, ע"פ שקילות פרטניות. ניתוח שונויות הראה הבדלים מובהקים בין הטיפולים רק במשקל ממוצע בשליה, כאשר הדגים היו במשקל גבוה יותר בצפיפות הנמוכה מאשר הצפיפות הגבוהה, עם ערך ביניים בצפיפות האמצעית. לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים ביחס בין הפרטים הגדול והקטן ביותר (מקס/מינ), במקדם שונות וב- ΔCV במשקל, אורך ו- CF . באכלוס ובשליה הדגים הגדולים ביותר היו באורך כפול מהדגים הקטנים ביותר. הדגים הגדולים באכלוס שקלו פי 8 ובשליה מעל פי 12 מהדגים הקטנים. היתה מגמה ליחס גבוה יותר של דגים קטנים לדגים גדולים באוכלוסיה עם עליית הצפיפות.

דיון ומסקנות

בטווח צפיפויות רלוונטי לגידול אורגני לא הייתה השפעה מובהקת של צפיפות הדגים על גדילה, התפתחות פערי גודל ושרידה בשלב האימון של דגי הרד-דרום. תמותת הדגים בכל הצפיפויות הייתה בשיעור מקובל בגידול מסחרי (עד כ-20%). הדגים המתים שהוצאו ממכלי הגידול במשך הניסוי היו כמעט כולם מהקטנים באוכלוסיה, היו מכוסים בפטריית ה- *Saprolegnia*, וכמעט שלא נראו בהם סימני אלימות המעידים על קניבליזם. המסקנה היא שבאימון דגי רד-דרום אורגני אפשר לאכלס בצפיפויות גדולות יותר בלי להשפיע לרעה על הדגים, דבר המאפשר לייצר יותר דגים ולשפר את הרווחיות.

טבלה 5: משקל הדגים באכלוס ובשליה, ע"פ השקילות הפרטניות. אותיות שונות באותה שורה מראים הבדלים מובהקים בין טיפולים ($P < 0.05$)

weight (g)	stocking אכלוס	שליה - harvesting			משקל (גרם)
		T10	T20	T40	
n	217	120	238	476	מספר תצפיות
min	1.8	18.2	14.2	12.4	מינימום
max	15.3	205.0	155.1	172.8	מקסימום
max/min	8.3	11.3	10.9	13.9	יחס מקס/מינ
mean	5.8	84.3	74.4	68.8	ממוצע
std	2.2	33.4	31.9	28.6	סטיית תקן
CV	37.5	39.6	42.8	41.5	מקדם שונות (CV)
ΔCV		2.1	5.3	4.0	ΔCV

ב) השפעת צפיפות הדגים ושיעור ההזנה על גדילה, והתפתחות פערי גודל ושרידה.

בטווח צפיפות רלוונטי לגידול אורגני, בניסויים הקודמים לא התגלו השפעות חזקות על שרידה, גדילה והתפתחות פערי גודל בדגי הרד-דרום, היכולים להסביר את ההבדלים בשרידה בגידולי אורגני וקונוונציונלי. בשיחות חוזרות עם מגדלי הרד-דרום בגידול קונוונציונלי, הסתבר שלמרות הצפיפות הגבוהה יותר, שיעור ההזנה הנהוג בדגי רד-דרום הרבה יותר נמוך מאשר בגידול האורגני. מטרת הניסוי היתה לבחון האם שיעור ההזנה בגידול אורגני הינו מתאים, בשילוב עם צפיפויות שונות. זאת על מנת למנוע השפעה שלילית של עודף מזון על איכות המים העלולה לגרום לפגיעה בגדילה ובשרידות הדגים, ולחסוך בהוצאות מיותרות על מזון. ניסוי פקטוריאלי בו נבדקו השפעות צפיפות הדגים ושיעורי ההזנה מתאימים לגידולי אורגני וקונוונציונלי באימון הרד-דרום. שמות הטיפולים ($dHfH$, $dHfL$, $dLfH$, $dLfL$) מתעדים את רמות הצפיפויות והזנה: L =נמוך, H =גבוה, d =צפיפות, f =הזנה.

שיטות

הניסוי נערך ב- 16 כלובים בנפח 2 קוב מוצבים בשתי בריכות עפר בנות 400 מ² כל אחת (תמונה 8). בכול בריכה מותקן מפזר אוויר בין הכלובים. ההזנה הייתה רציפה במשך 8 שעות בשעות היום, באמצעות מאביס סרט. הדגים הוזנו בכופתיות אורגניות צפות בקוטר 2 מ"מ המכילות 45% חלבון, 14% שומן, 1% מלח. למניעת איבוד מזון דרך רשתות הכלובים, המזון נישפך לתוך טבעת צף שכלא בתוכו את הכופתיות הצפות.



בהתאם לדרישות הגידול של חקלאות אורגנית, מקור המים למילוי הבריכות ולפיצוי איבודים בהתאיידות וחלחול הוא באר מקומית, לא היה מחזור מים מבריכות קונבנציונליות, ולא בוצע ריסוס כנגד עשבים וחרקים טורפים.

תמונה 8. מערכת הכלובים בבריכת

עפר.

מתכונת הניסוי: הדגים אוכלסו בשתי צפיפיות: 30 (צפיפות בגידול אורגני, נמוכה dL) ו-150 (צפיפות בגידול קונוונציונלי, גבוהה dH) דגים/קוב, כל אחד מהטיפולים ב-4 חזרות. גודל הדגים באכלוס עמד על ממוצע של 10.5 גרם ללא הבדל בין הטיפולים. הניסוי נמשך 53 ימים במהלכם גדלו הדגים פי 2.5-3.5 ממשקלם ההתחלתי. כמות המזון שניתנה בטיפולים בהזנה קונוונציונלית (נמוך fL) הייתה 3% מביומסת הדגים ליום לאורך כול הניסוי. כמות המזון שניתנה בטיפולים בהזנה אורגנית (גבוה fH) הייתה בהתחלה 10% מביומסת הדגים ליום, וצומצמה ל-7% כשהדגים הגיעו למשקל 15 גרם, ול-5% כשהדגים הגיעו למשקל 25 גרם. בהתחלת ובסוף הניסוי נשקלו ונמדדו הדגים באופן פרטני.

תוצאות

טבלה 6 מציגה נתוני הדגים באכלוס ובשליה ע"פ השקילות מקובצות. ניתוחי שונויות לא גילו הבדלים מובהקים בהישרדות בין כול הטיפולים. משקל הדגים בשליה וקצבי הגדילה היו יותר גבוהים בטיפול אורגני ($dLH =$ צפיפות נמוכה + שיעור הזנה גבוה) מאשר בטיפול קונוונציונלי ($dHL =$ צפיפות גבוהה + שיעור הזנה נמוך), עם מצב ביניים בשני הטיפולים המשולבים (dLH ו- dHL). כצפוי, הביומסה בשליה והיבול היו יותר גבוהים כאשר הצפיפות הייתה גבוהה, אבל לשיעור ההזנה הייתה השפעה חיובית רק בצפיפות הגבוהה. נצילות מזון הייתה יותר גבוהה בטיפול dHL מאשר ב- dLH , עם ערכי ביניים בטיפולים האורגני והקונוונציונלי שלא היו שונים באופן מובהק אחד מהשני.

ניתוחי שונות של המדידות הפרטניות לא גילו הבדלים מובהקים בין הטיפולים בכל מדד של Condition Factor (נתונים לא מוצגים בטבלה). טבלה 7 מציגה משקל ואורך סטנדרטי של הדגים באכלוס ובשליה ע"פ השקילות הפרטניות. ניתוחי שונות גילו הבדלים מובהקים בין הטיפולים במשקל ובמקדם השונות (CV) ובהתפתחות פערי גודל (ΔCV) במשקל ובאורך. בממשק אורגני משקל הדגים (אך לא אורכם) היה יותר גבוה והתפתחות פערי גודל הייתה יותר נמוכה מאשר בממשק קונוונציונלי.

בצפיפות הרלוונטית לגידול אורגני (נמוכה), שיעור הזנה אורגני (גבוה) לא הגביר משמעותית את השרידה, קצב הגדילה והיבול, לא ישפיע על פערי גודל והתפתחותם, אך הגביר את נצילות המזון (=עלות הכספית) (השוואה dLH vs dLH). בצפיפות הרלוונטית לגידול קונוונציונלי (גבוהה), שיעור הזנה אורגני (גבוה) לא הגביר בצורה משמעותית את השרידה, קצב הגדילה ומשקל הדגים בשליה, אך צימצם את פערי גודל והתפתחותם והגביר את יבול הדגים ונצילות המזון (השוואה dHL vs dHL).

טבלה 6: נתוני הדגים באכלוס ובשליה, ע"פ השקילות מקובצות. אותיות שונות באותה שורה מראים הבדלים מובהקים בין טיפולים ($P < 0.05$). שמות הטיפולים: L=נמוך, H=גבוה, d=צפיפות, f=הזנה.

treatment:	dLfL	dLfH organic	dHfL conv.	dHfH	טיפול:
STOCKING					אכלוס
density (fish/m ³)	30	30	150	150	צפיפות (מספר דגים/קוב)
feeding rate (% biom.)	3%	10-7-5%	3%	10-7-5%	שעור הזנה (% ביומסה)
individual weight (g)	10.5	10.5	10.5	10.5	משקל ממוצע (גרם)
biomass kg/m ³	0.315	0.315	1.575	1.575	ביומסה (ק"ג/קוב)
HARVESTING					שליה
density (fish/m ³)	25	25	123	127	צפיפות (מספר דגים/קוב)
individual weight (g)	29.9 ab	36.8 a	26.3 b	33.6 ab	משקל ממוצע (גרם)
biomass (kg/m ³)	0.8 c	0.9 c	3.2 b	4.3 a	ביומסה (ק"ג/קוב)
yield (kg/m ³)	0.4 c	0.6 c	1.7 b	2.7 a	יבול (ק"ג/קוב)
growth rate (g/day)	0.37 ab	0.50 a	0.30 b	0.44 ab	קצב גדילה (ג/יום)
SGR (%/day)	1.96 ab	2.35 a	1.73 b	2.19 ab	קצב הגדילה הספציפי (%/יום)
survival (%)	84 a	84 a	82 a	85 a	שרידה (%)
FCR	1.39 c	2.45 ab	1.55 bc	2.79 a	נצילות מזון

טבלה 7: נתוני הדגים באכלוס ובשליה, ע"פ השקילות הפרטניות. אותיות שונות באותה שורה מראים הבדלים מובהקים בין טיפולים ($P < 0.05$). שמות הטיפולים: L=נמוך, H=גבוה, d=צפיפות, f=הזנה.

	stocking אכלוס	שליה - harvesting				
		dLfL	dLfH organic	dHfL conv.	dHfH	
n	101	201	200	278	358	מספר תצפיות
weight (g)						משקל (גרם)
min	5.2	12.8	9.5	7.1	14.3	מינימום
max	17.9	55.5	67.2	49.3	64.5	מקסימום
max/min	3.4	4.3 a	7.1 a	6.9 a	4.5 a	מקס/מיני יחס
mean	10.5	30.9 ab	37.6 a	26 b	30.9 ab	ממוצע
std	2.67	9.7	10.9	10	9.1	סטיית תקן
CV	25.4	31.5 b	29.1 b	38.5 a	29.7 b	מקדם שונות (CV)
ΔCV		6.1 b	3.7 b	13.1 a	4.3 b	ΔCV
length (mm)						עורך (ממ')
min	6.9	9.0	8.0	7.9	9.6	מינימום
max	10.4	15.2	16.0	14.7	16.2	מקסימום
max/min	1.5	1.7 a	2.0 a	1.9 a	1.7 a	מקס/מיני יחס
mean	8.8	12.2 a	13.1 a	11.8 a	12.6 a	ממוצע
std	0.85	1.41	1.44	1.58	1.27	סטיית תקן
CV	9.7	11.6 ab	11.0 b	13.4 a	10.1 b	מקדם שונות (CV)
ΔCV		1.9 ab	1.3 b	3.7 a	0.4 b	ΔCV

דיון ומסקנות

שיעור הזנה הנהוג בגידול אורגני של דגי הרד-דרום נראה גבוה מידי, מכיוון שאינו משפר את ביצועי הדגים, לא מצמצם התפתחות פערי גודל באוכלוסיה בהשוואה לשיעור ההזנה הנמוך יותר בגידול

קונוונציונלי, ולכן מגביר את עלות היצור. בנוסף, עודף מזון עלול לפגוע באיכות המים ובעקבות זאת בביצועי הגדילה של הדגים. לעומת זאת, עליה בשיעור הזנה בצפיפות דגים מתאימה לגידול קונוונציונלי איפשרה יכול גבוה יותר וצמצמה את התפתחות פערי הגודל באוכלוסיות הדגים, אבל גם הגבירה את נצילות המזון.

דיון הכולל מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר,

לפני ביצוע המחקר עלתה השערה של קניבליזם כהסבר אפשרי לשרידה הנמוכה של הרד-דרום בשלב האימון. אולם תופעה זו, היכולה להסביר שרידה נמוכה, כמעט שלא נצפתה במהלך הניסויים השונים. מרבית הפחתים היו מתמותה אחרי האקלום למים במליחות נמוכה ולפני התחלת הניסויים. דגי רד-דרום רגישים לפטריית ה- *Saprolegnia*, האחראית לחלק גדול של התמותות לאורך המחקר. בדיקות של השפעת גורמים שונים על שרידה, גדילה והתפתחות פערי גודל בין הדגים נערכו רק אחרי שהתמותות נפסקו, תנאי הכרחי להרצת הניסויים. לאחר תקופה זו, כשהדגים במצב טוב, לא הייתה השפעה של אף אחד מהגורמים שבדקנו על שרידת הרד-דרום. לעומת זאת, הייתה השפעה מובהקת על הגדילה והתפתחות פערי הגודל באוכלוסיה. - תוצאות ניסוי ממשק ההזנה מראות שבדגים של כ-1 גרם (א) נחוצה רמת הזנה יומית של לפחות 10% ממשקל הדגים על מנת לקבל גדילה מהירה, גם אם זה במחיר פתיחת פערי גודל. (ב) שיטת ההזנה הרצויה לקבלת גדילה טובה היא הזנה רציפה. (ג) דגי הרד-דרום ניזונים טוב יותר בשעות היום, אולם הם מסוגלים להיזון גם בלילה.

- תוצאות של שלושת ניסוי תוספת מלח למזון בדגים בגדלים שונים (בין 20 ל-135 גר') מראות שבניגוד לדגים אחרים, בדג זה תוספת מלח למזון אינה משפרת את השרידה ואת הגדילה, אך גם לא פוגעת בהם. לפיכך ניתן להחליף עד 3% מרכיבי מזון במלח מבלי לפגוע בגדילה, ובכך להוזיל את מחיר המזון.

- תוצאות ניסוי מקטע הגודל באוכלוסיה ומורכבות סביבת הגידול מראות שהשפעת האינטראקציה החברתית בדג הרד-דרום אינה חריפה בשלב ההתפתחות ובצפיפות הנתונים של הניסוי. מבחינה פרקטית ממצאים אלו מראים שמיון לגודל בדגים בגודל ממוצע של כ-2 גר', לפחות ברמת שונות הגדלים ששררה במיכלי האימון של מכון ההטלה ממנו נקנו הדגים, אינו נחוץ, גם לא עד שמשקל הדגים עולה פי 3.

- תוצאות ניסוי הצפיפות לא הראו השפעה מובהקת של צפיפות הרד-דרום על גדילתו, התפתחות פערי גודל ושרידה בטווח צפיפויות רלוונטי לגידול אורגני וגם בהשוואה לצפיפות המתאימה לגידול קונוונציונלי. המסקנה היא שבאימון דגי רד-דרום אורגני אפשר לאכלס בצפיפויות גדולות יותר תוך שמירה על רמת הזנה ואיכות מים מתאימים בלי להשפיע לרעה על הדגים, דבר המאפשר לייצר יותר דגים ולשפר את רווחיות. שיעור הזנה הנהוג באימון דגי הרד-דרום אורגני (5-10% מביומסת הדגים ליום) הוא גבוה מידי, מכיוון שלעומת שיעור האכלה הקונבנציונלי (3% מביומסה הדגים ליום) אינו תורם לשיפור ביצועי הגדילה של הדגים, לא מצמצם התפתחות פערי גודל באוכלוסיה, ומגביר את עלות היצור. כך שאפשר להפחית את שיעור ההזנה מבלי לפגוע בגדילה, ובכך להוזיל את הוצאות במזון.

פרוט מלא של הפרסומים המדעיים - בכתב, בעל פה ופוטנטים:

- [1] Milstein, A., Y. Eran, E. Nitzan, M. Zoran and D. Joseph (2000) Tilapia wild spawning control through predator fishes: Israeli trial with red-drum and bass. *Aquaculture International*, 8(1):31-40.
- [2] Milstein, A., D. Joseph, Y. Peretz and S. Harpaz (2005) Evaluation of organic tilapia culture in periphyton-based ponds. *Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh* 57(3):143-155
- [3] Milstein, A. and O. Lev (2008) Organic fish culture and its R&D in Israel. *Aquaculture Europe Magazine* 33:26-27.
- [4] Milstein, A., D. Joseph, Y. Peretz and S. Harpaz (2008) Increasing natural food and reducing added feeds in organic tilapia ponds. *World Aquaculture* 39:28-29.
- [5] Milstein, A., Peretz, Y., and Harpaz, S. (2008) Periphyton as food in organic tilapia culture: comparison of periphyton growth on different substrates. *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh* 60(4):243-252.
- [6] Milstein, A., Peretz, Y., and Harpaz, S. (2009) Culture of organic tilapia to market size in periphyton based ponds with reduced feed inputs. *Aquaculture Research* 40:55-59.
- [7] Barki, A., Levi, T., Shrem, A., and Karplus, I. 1997. Ration and spatial distribution of feed affect survival, growth, and competition in juvenile red-claw crayfish, *Cherax quadricarinatus*, reared in the laboratory. *Aquaculture*, 148, 169-177.
- [8] Barki, A., Hulata, G., Harpaz, S., and Karplus, I., 2000. Effects of larger fish and size grading on growth and size variation in fingerling silver perch, *Bidyanus bidyanus*. *Aquaculture International*, 8, 391-401.
- [9] Barki, A., and Karplus, I. 2004. Size rank and growth potential in redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*): are stunted juveniles suitable for grow-out? *Aquaculture Research* 35, 559-567.

- [10] Baras, E. and Jobling, M. 2002. Dynamics of intracohort cannibalism in cultured fish. *Aquaculture Research* 33, 461-479.
- [11] Harpaz, S., Y. Hakim, A. Barki, I. Karplus, T. Slosman and Eroldogan, O. T. (2005b) Effects of different feeding levels during day and/or night on growth and brush-border enzyme activity in juvenile *Lates calcarifer* reared in freshwater re-circulating tanks. *Aquaculture* 248:325-335.
- [12] Harpaz, S., Y. Hakim, T. Slosman and Eroldogan, O. T. (2005a) Effect of adding salt to the diet of Asian sea bass *Lates calcarifer* reared in fresh or salt water re-circulating tanks, on growth and brush-border enzyme activity. *Aquaculture* 248:315-324.
- [13] Hakim, Y., Z. Uni, G. Hulata and Harpaz, S. (2006) Relationship between intestinal brush border enzymatic activity and growth rate in tilapias fed diets containing 30 or 48% protein. *Aquaculture* 257:420-428.
- [14] Tibaldi, E., Z. Uni, F. Tuli, M. de Francesco, U. Luzzana and Harpaz S. (2006) Effects of the partial substitution of dietary fish meal by differently processed soybean meals on growth performance, nutrient digestibility and activity of intestinal brush border enzymes in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture* 261:182-193.
- [15] Cnaani, A., A. Barki, T. Slosman, A. Scharcanski, A. Milstein and S. Harpaz (2010) Dietary salt supplement increases growth rate in freshwater cultured tilapia hybrids. *Aquaculture Research* 41:1545-1548.
- [16] IFOAM, 2005. The IFOAM basic standards for organic production and processing. Download (January 2011) from http://www.ifoam.org/about_ifoam/standards/norms/norm_documents_library/norms_documents_library.html

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
מטרות המחקר היו בדיקת אמצעים שונים להפחתת התחרות על מזון וצמצום פערי הגודל באימון דגי הרד-דרום, תוך פיתוח ממשק הזנה, בקרת מבנה האוכלוסיה וסביבת הגידול. בוצעו בהצלחה כל הניסויים המופיעים בתכנית העבודה.
עיקרי הניסויים והתוצאות
ניסויים במעבדה בבית דגן לפיתוח ממשק הזנה, שיפור המזון, מבנה באוכלוסיה ומורכבות סביבת הגידול, וניסויים בתחנת דור לבדיקת השפעת צפיפות הדגים על שרידתם, התפתחות פערי גודל וגדילתם בטווח צפיפויות רלוונטי לגידול אורגני. לא הייתה השפעה של אף אחד מהגורמים שנבדקו על שרידת הרד-דרום, אך גורמים אלו השפיעו על גדילתם והתפתחות פערי גודל באוכלוסיה.
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח?
הזנה יומית בשלבי האימון הראשונים חייבת להיות מעל 10% מביומסת הדגים. יש להגיש את המזון באופן רציף במשך שעות היום. ניתן להחליף 3% מרכיבי מזון במלח מבלי לפגוע בגדילה. מיון לגודל בדגים בגודל 6 - 2 גר' אינו נחוץ. באימון דגי רד-דרום אורגני אפשר לאכלס בצפיפויות גדולות יותר בלי להשפיע לרעה על הדגים ולשפר את הרווחיות. ניתן להפחית את שיעור הזנה הנהוג באימון דגי הרד-דרום אורגני.
בעיות שנותרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר?
הושגו מטרות המחקר.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - <u>ציטט</u> ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פוטנטים - יש לציין שם ומס' פוטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
פגישות עם מגדלי דגי רד-דרום בשיטות אורגני וקונוונציונלי.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח:
ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) <