

## ניסוי השפעת תוספת אצות לדגיגי מולי

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

כתובת המחברת: [fish1@arava.co.il](mailto: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. בתנאי השוק היום, חיסכון בעלויות הגידול הינו חיוני להצלחת העסק, יש צורך במזון וממשק גידול אשר יביאו להגברת קצב הגדילה תוך ניצול מרבי של שטח החווה וקבלת דגים בריאים ועמידים לעקות. 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.

הספירולינה שייכת לאצות הכחוליות (ציאנובקטריה *Cyanobacteria*) וגדלה במים מליחים. אצה זו הנחשבת לאחת האצות העשירות ביותר בחומרי הזנה המתאימים לבעלי חיים מכילה 60-70% חלבון (משקלי) ועשירה בויטמינים, חומצות שומן, מינרלים וחומצות אמינו חיוניות. הספירולינה מעודדת בדג יצור אנזימים הגורמים לכך שהשומן ישמש לגדילה ולא לאגירה. כמו כן עשירה האצה ב- Muco proteins אשר מעודדים את שכבת המוקוס הנמצאת בעור (Mucus layer), דבר הגורם לעור הדג להבריק ולהיות עמיד יותר בפני מחלות. הפרופירידיום הינה אצה אדומית חד תאית (*Porphyridium*) הנמצאת בעיקר בים אך ניתן למצוא אותה גם במים ומתוקים. האצה עמידה בטווח רחב של טמפרטורה וחומציות וכן בזרמי מים מואצים. תאי האצה מוקפים בפוליסכריד אשר מקנה לאצה את תכונות עמידות לתנאים קיצוניים ומשתנים. נמצא שהפוליסכריד הוא בעל השפעה אנטי דלקתית, אנטי ויראלית ובתעשיית הקוסמטיקה משמש להגנה, למתיחת העור ולמניעת הזדקנותו. כמו כן היא מכילה פיגמנטים ייחודיים וחומצות שומן בלתי רוויות. בניסוי שנערך בתחנת יאיר באוגוסט 2013 נבדקה השפעת תוספת אצות מסוג ספירולינה ו- פרופירידיום על גדילה, שרידה וצבע בדגי מולי. כמו כן נבחן המינון המיטבי של האצות. נבדקו שני סוגי מזון: Mem ו- Ocean nutrition ומינוני אצות שונים (5%, 10%, 15%). לא נמצא הבדל מובהק בגדילת הדגים ושרידתם בין הטיפולים השונים. במזון O.N. התקבלה ההתפלגות הטובה ביותר של גדלי הדג עם שונות נמוכה בין הדגים ומעט מאד דגים זעירים. בין שאר הטיפולים לא היה הבדל משמעותי. הצבע החזק ביותר נצפה בדגים שאכלו מזון O.N.

### 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 נעכלות נמוכה יפגע בקצב גידול הדג ובאיכות המים ולכן יפגע כלכלית במגדל. מזונות שאינם מותאמים למין הספציפי יכולים להחליש את הדגים ואף לגרום לתמותה (Marinus et al., 1994, Craig and Helfrich 2002). בשנים האחרונות נערכים ניסויים רבים במו"פ הבוחנים סוגי מזונות שונים

כתורמים לשיפור בקצב הגידול, איכות ובריאות הדגים. מבחינת הספרות נמצא כי תוספת אצות יכולה להיות בעלת השפעה חיובית על גדילת הדגים, שרידתם ואף חיזוק הצבע בדגי נוי.

אצות מהוות חלק משרשרת המזון בטבע. אצות מקרו ומיקרו מהוות מקור טבעי לחלבונים, ויטמינים, חומצות שומן, פיגמנטים ועוד. הספירולינה שייכת לאצות הכחוליות (ציאנובקטריה *Cyanobacteria*) וגדלה במים מליחים. היא נחשבת לאחת האצות העשירות ביותר בחומרי הזנה המתאימים לבעלי חיים ומכילה 60-70% חלבון (משקל), עשירה בוויטמינים כגון B12 ו-β קרוטן (בריכוז פי 20 מגזר), חומצות שומן, מינרלים וחומצות אמינו חיוניות כגון איזוליצין, לאוצין, ליזין. ישנם מקורות צמחיים אחרים לחלבון בטבע כגון סויה ובוטנים אך בספירולינה יש ריכוז גבוה יחסית של חלבון והוא בעל נעילות גבוהה אודות לכך שאין צלולוז בדופן תאיה (Dernekbasi et al., 2010, James et al., 2006). הספירולינה מעודדת בדג יצור אנזימים הגורמים לכך שהשומן ישמש לגדילה ולא לאגירה. כמו כן האצה עשירה ב- Muco proteins אשר מעודדים את שכבת המוקוס הנמצאת בעור (Mucus layer), דבר הגורם לעור הדג להבריק ולהראות טוב וכן להיות עמיד יותר בפני מחלות אשר פוגעות בעור. הספירולינה נבחנה לאחרונה גם כגורם מעודד גדילה וכמחזקת ותומכת במערכת החיסון (James et al., 2006). בתחנת יאיר נערכו ניסויים בהם שימשה ספירולינה כתוסף למזון המעניק צבע לדגים (רייס חבלין וחוב', 2011, 2012).

הפרופירידיום היא אצה אדומית חד תאית (*Porphyridium*) אשר נמצאת בעיקר בים אך ניתן למצוא אותה גם במים מליחים ומתוקים. האצה עמידה בטווח רחב של טמפרטורה וחומציות וכן בזרמי מים מואצים. ידועים היום מעל 5,000 מינים של אצות אדומיות. האצות בעלות מבנה כדורי בקוטר של כ- 10μ, תאי האצה מוקפים בפוליסכריד אשר מקנה לאצה את תכונות העמידות בתנאים קיצוניים ומשתנים. נמצא שהפוליסכריד הוא בעל השפעה אנטי דלקתית, אנטי ויראלית ובתעשיית הקוסמטיקה משמש להגנה, למתיחת העור ולמניעת הזדקנותו. האצות מאופיינות בפיגמנטים ייחודיים המכילים בנוסף לכלורופיל a, פיקוביליפרוטאינים: פיקואריתרין (אדום) או פיקוציאנין (כחול). פיגמנטים אלו מקנים את הצבע האופייני לתרביות השונות ואף הם משמשים בתעשיית הקוסמטיקה. לתאי האצה ערך תזונתי גבוה והם מכילים בנוסף לחלבון, חומצות שומניות בלתי רוויות (DHA EPA) המהוות כשליש מסה"כ הליפידים, קרטנואידים ייחודיים (זיאקסנתין) וכן מינרלים חשובים נוספים (Mg, Ca). עדיין לא נבחן השימוש באצות אלו כתוסף מזון לדגי נוי.

דגי מולי (*Poecilia velifera*) מהווים חלק חשוב בסל דגי הנוי ליצוא. מקורם במרכז אמריקה כאשר בית הגידול הטבעי של המולי הוא בריכות מים מליחים ושפכי נחלים לים. בטבע ניזונים דגי המולי מיצורי מים זעירים, מזחלי חרקים, מסרטנים ירודים מאצות ומרקבובית. דגים אלו נבחרו להיות הראשונים בסדרה של ניסויים בהם יוספו אצות שונות למזון בכדי לבחון את השפעתן על הדגים. בניסוי זה נבדקה השפעת תוספת אצות מסוג ספירולינה ו- פרופירידיום על גדילה, שרידה וצבע בדגי מולי. כמו כן נבדק המינון האופטימלי של האצות.

## שיטות

הניסוי נערך בתחנת יאיר במערכת אקווריומים עם ביו-פילטר לכל המערכת. במערכת 48 אקווריומים בנפח 13 ליטר מים כ"א, ואוורור לכל אקווריום. נשמרה טמפרטורה של  $26 \pm 1$  מעלות צלסיוס. בתאריך 11/8/13 נקלטו דגי מולי (*Poecilia velifera*) מקו אורנג', שהושרצו בין התאריכים 11/8/13 – 6/8/13. בכל אקווריום אוכלסו 35 דגיגים. הדגיגים אוכלסו בקבוצות של 5 כאשר דגיגים חריגים בגודלם לא אוכלסו. ביום האכלוס הוספו למים 0.5% מלח (NaCl) על מנת להקל על הדגים בתהליך הקליטה. נבחנו 6 טיפולים ב- 8 חזרות לכל טיפול:

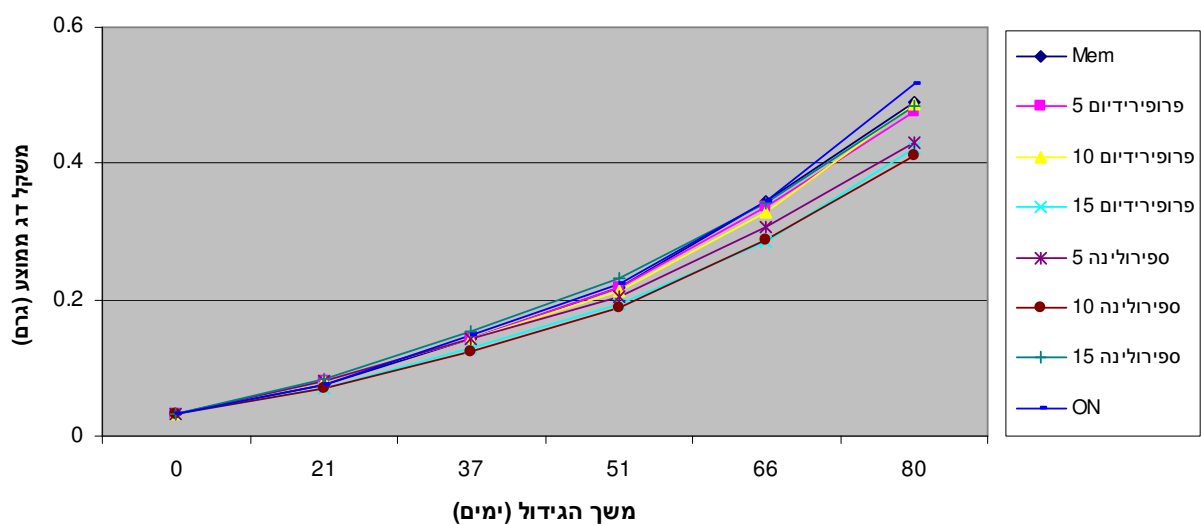
1. מזון Mem prime.
2. מזון Mem prime + 5% פרופידיום.
3. מזון Mem prime + 10% פרופידיום.
4. מזון Mem prime + 15% פרופידיום.
5. מזון Mem prime + 5% ספירולינה.
6. מזון Mem prime + 10% ספירולינה.
7. מזון Mem prime + 15% ספירולינה.
8. מזון O.N.

**הכנת המזון:** מזון Mem prime מכיל 60% חלבון ו- 15% שומן, מזון Ocean nutrition מכיל 59% חלבון ו- 16% שומן. המזון הוכן באופן הבא: מזון + אצה + 0.5 גרם גילטין שהומס ב- 10 מ"ל מים. בשבוע הראשון ניתנה רק ארטמיה, שבוע שני מנה אחת מזון יבש ובהמשך ניתנה הזנה שלוש פעמים ביום ע"פ אחוז ממשקל הדגיגים ע"פ המקובל בחווה.

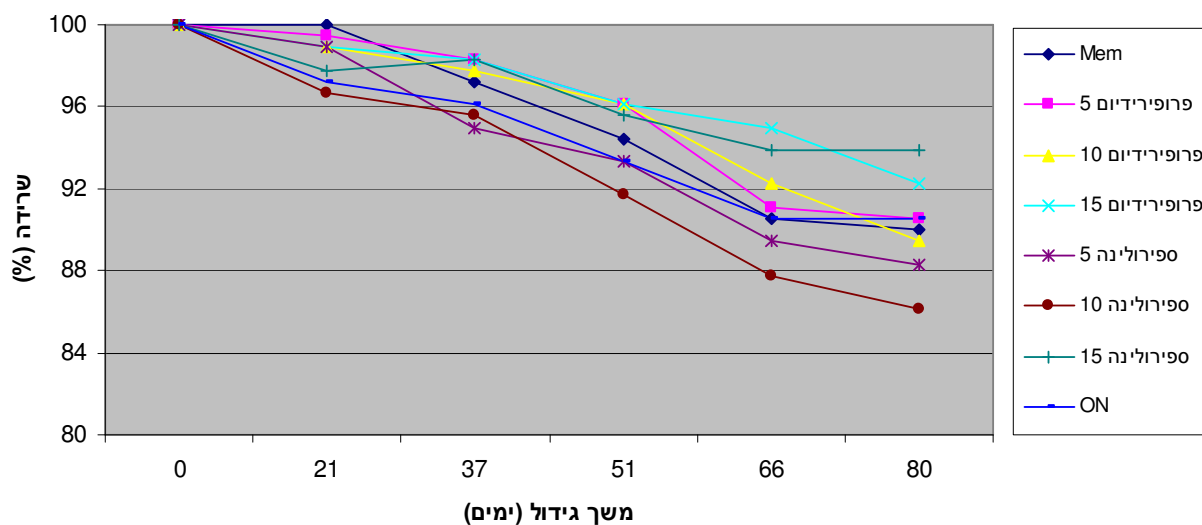
**שגרת טיפול:** נערך רישום מדויק של כל האירועים במהלך הניסוי. דגי הניסוי נשקלו ונספרו אחת לשבועיים. השקילה בוצעה באופן מקובץ ע"י הוצאת הדגים בעזרת רשת, יבוש הרשת על גבי נייר סופג והעברת הדגים מהרשת לכלי מים על המשקל. שקילה זו שימשה גם לעדכון כמות המזון הניתנת לכל אקווריום. אחת לשבוע נבדקו כל הפרמטרים של איכות מים. סיפון נעשה פעמיים בשבוע תוך החלפת 10% מהמים. נערך רישום תמותות ואירועים חריגים יומי.

## תוצאות

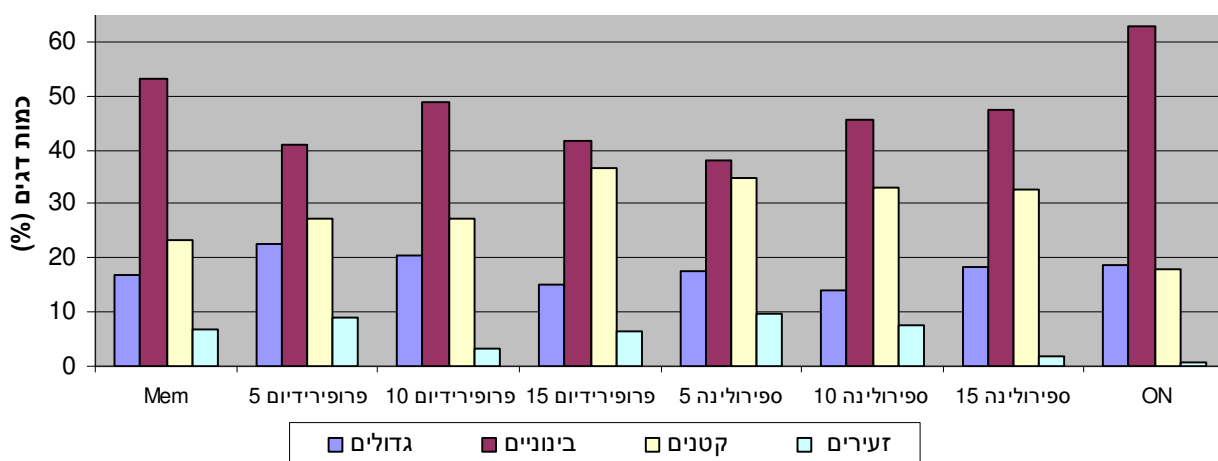
לא נמצא הבדל מובהק בגדילת הדגים ושרידתם בין הטיפולים השונים (איור 1,2). התפלגות האוכלוסייה לפי גודל הדגים הייתה הטובה ביותר במזון O.N. החלוקה עם שונות נמוכה בין הדגים ומעט מאד דגים זעירים. בין שאר הטיפולים לא היה הבדל משמעותי (איור 3). הצבע החזק ביותר נצפה בדגים שאכלו מזון O.N. וכן בטיפולי הספירולינה הדגים בגוון צהוב יותר (תמונה 1).



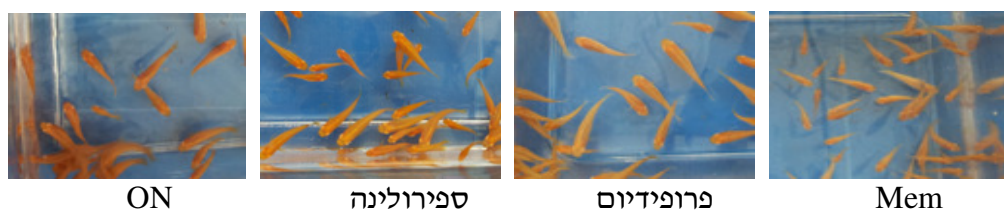
איור 1: גדילת דגיגי מולי בהתאם לטיפולים השונים.



איור 2: שרידת דגיגי מולי בהתאם לטיפולים השונים.



איור 3: חלוקה לגודל בהתאם לטיפולים השונים.



תמונה 1: הבדלי הצבע בין הדגים בטיפולי ההזנה השונים.

## דיון ומסקנות

בחקלאות מים נעשה שימוש באצות כמזון או כתוסף מזון לדגים וכן למזון החי אותו הם אוכלים. בניסוי זה נבחנה השפעתן כתוסף מזון. נבדקו שתי אצות, האחת ספירולינה אשר משמשת כבר שנים רבות בחקלאות המים ועליה נערכו ניסויים במו"פ (רייס חבלין וחובי, 2011, 2012) והשנייה פרופירידיום, אצה המכילה חומרים אשר יכולים לתרום לבריאות ואיכות הדג אך טרם נבחנה בדגי הניו. בניסוי לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין המזון שהכיל

אצות למזון ללא אצות. יתכן והדבר נובע מכך שהמזון עצמו עשיר בחלבון ושומן ולכן תרומת האצות אינה באה לידי ביטוי. מזון זה (Mem) הוא מזון טוב אשר בו משתמשים בחוות ולכן נבחר לניסוי. בניסוי הבא שיערך עם אצות אלו ייבחן גם מזון זול יותר שאינו תומך בקצב גידול מהיר בשילוב עם האצות.

מזון Mem אינו מכיל פיגמנטים לשיפור צבע הדגים, תוספת האצות הייתה צריכה להתבטא גם בתוספת צבע. לצורך השוואה, מזון O.N. (טיפול 8) הוא מזון בעל ערכי שומן וחלבון דומים למזון Mem המכיל פיגמנטים. בניסוי דגים שאכלו מזון זה היו בעלי צבע כתום חזק יותר מדגים אחרים. מניסויים אחרים עם ספירולינה נמצא שהיא מחזקת צבע לגווני צהוב לימוני שבדרך כלל אינו הגוון אותו החקלאים מחפשים (רייס חבלין וחובי 2011, 2012). השינוי בצבע הדגים היה הפעם חלש מדי ולא תאם את הממצאים הקודמים בדגי מולי ורמירז. התאורה בחדר הניסויים הייתה חלשה בכדי להימנע מצמיחת אצות לא רצויה בקומת האקווריומים העליונה בניסוי. ייתכן שגורם זה השפיע גם על צבירת הצבע בדגים. למערכת הניסויים (לאחר הניסוי) הוספה תאורת לדים זהה בשתי הקומות בכדי ליצר סביבת ניסויים זהה ודומה לתנאים השוררים בחוות. האצה פרופירידיום מכילה פיגמנטים רבים אך לא ידוע לגבי זמינותם לדגים ובניסוי זה לא נראה שינוי בצבע הדגים לאחר שאכלו מזון המכיל את האצה.

למרות שבניסוי זה לא נמצאה השפעה חיובית של האצות על קצב הגדילה, איכות ובריאות הדגים יערכו עוד מספר ניסויים דומים עם דגים נוספים, בתנאים טובים יותר (המערכת שודרגה). המידע שנאסף באמצעות הניסוי יעזור בתכנון הניסויים הבאים ולהרחבת הידע שלנו לתרומתן של האצות לדגי הנוי השונים.

## הבעת תודה

תודתנו נתונה לפרופ' שוש ארד ודורית ואן מופס על האצה פרופירידיום, ליענקלה פרץ על האצה ספירולינה, לרן שגב על הדגים.

## מקורות

רייס חבלין נ', גור ט', אושרוביץ מ', פופר ד' ואנצמן א' 2011, ניסויים להוספת פיגמנטים למזון בדגי מולי (*Poecilia velifera*), סיכום עונת מחקרים 2010/11, מו"פ ערבה תיכונה וצפונית-תמר.

<http://www.arava.co.il/cgi->

[webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087\\_arava2012&act=show&dbid=files&dataid=1045](http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&act=show&dbid=files&dataid=1045)

רייס חבלין נ', גור ט', אושרוביץ מ', פופר ד' ואנצמן א' 2012, הוספת פיגמנטים לדגי רמירז (*Papiliocoromis ramirezi*), סיכום עונת מחקרים, 2011/12, מו"פ ערבה תיכונה וצפונית-תמר.

<http://www.arava.co.il/cgi->

[webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087\\_arava2012&act=show&dbid=files&dataid=1163](http://www.arava.co.il/cgi-webaxy/sal/sal.pl?lang=he&ID=457087_arava2012&act=show&dbid=files&dataid=1163)

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.

Dernekbası S, Unal H, Karayucel I, and Aral O. 2010, Effect of dietary supplementation of different rates of Spirulina (*Spirulina platensis*) on growth and feed conversion in guppy (*Poecilia reticulata* Peters 1860). Journal of Animal and Veterinary Advances 9 (9): 1395-1399.

James R, Sampath K, Thangarathinam R and Vasudevan L. 2006, Effect of dietary level on growth fertility' coloration and leucocyte count in Red swordtail *Xiphophorus Helleri*. The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh 58(2), 2006, 97-104.

Marinus C. Pamyews and Kay E.E, 1994. Maintenance Energy Requirement of Five Popular Species of Ornamental Fish. Journal of Nutrition 124: 2616S-2618S.

### **Feeding experiment in Molly fish (*Poecilia velifera*) with algae.**

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

Writer address: [fish1@arava.co.il](mailto:fish1@arava.co.il)

Keywords: Ornamental fish, Fish nutrition, algae.