

## ניסויים להוספת פיגמנטים למזון בדגי מולי (*Poecilia velifera*)

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

[nitzanr@arava.co.il](mailto:nitzanr@arava.co.il)

### תקציר

לצבע הדגים השפעה מכרעת על יופיים וביקושם בחנויות. לתזונה המכילה פיגמנטים יש השפעה על צבעיהם של הדגים. בטבע רוכשים הדגים את הפיגמנטים ע"י אכילת אצות ואורגניזמים מן המים אולם במערכות סגורות ברבים מדגי הנוי נהוג להוסיף צבען למזון. בסדרת ניסויים שנערכה בתחנת יאיר בשנת 2011 נבחנו צבענים מסוגים שונים, טבעיים וסינתטיים, לבחינת הפיגמנטים שניתן להוסיף לדגים עם המזון. בניסוי הקדמי בו הוספו צבענים למזון דגי מולי (*Poecilia velifera*) התקבלו תוצאות טובות בשלושה צבענים: *Haematococcus pluvialis*, קפסנטל וכרופיל פינק, מהם בחרנו בשני האחרונים לניסוי המשך שכלל שני צבענים ושלושה סוגי מזון. נמצא כי בדגי מולי מהקווים גולד ואורנג', הצבען קפסנטל ומזון ביומר נתנו את התוצאות הטובות ביותר.

### מבוא

לצבע הדגים השפעה מכרעת על יופיים וביקושם בחנויות (Ezhi, 2007). מופע הצבע מבוקר בעיקר ע"י המערכת האנדוקרינית (האחראית על הפרשת הורמונים) ומערכת העצבים. בלוטת יותרת המוח מפרישה הורמונים המשפיעים על יצור ואחסון הפיגמנטים במהלך כל תקופת החיים של הדג, ובמיוחד לאחר הגעה לבגרות מינית (שנת פרסום לא ידועה, Fenner). מינים רבים של דגים משתמשים בצבעיהם לצורך הסוואה וכן כדי למשוך בני זוג פוטנציאליים. תזונה הכוללת את ההורמון הגברי טסטוסטרון לדוגמא, תגביר את כושר אחסון הפיגמנטים של הכרומוטוספורות ואת יכולתן להציג צבעים של דג בוגר אפילו בדגים צעירים (Fujii, 1969). אולם, תזונה המבוססת על הורמונים עלולה לגרום לכך שהדגים ישנו את מינם ויהיו עקרים. כמו כן שימוש בהורמונים בצורה לא זהירה עלול לגרום נזק למגדל ולסביבה.

לתזונה המכילה פיגמנטים יש השפעה על צבעיהם של הדגים. הדגים מסוגלים ליצור בעצמם חלק מהפיגמנטים, כגון המלאנין האחראי על גווני השחור – חום, אולם פיגמנטים אחרים צריכים להיות מסופקים לדגים באמצעות תזונה. פיגמנטים אלו הם הקרוטנואידים (אדום – כתום) והקסנטופילים (צהוב). בטבע רוכשים הדגים את הפיגמנטים ע"י אכילת אצות ואורגניזמים מן המים, אולם במערכות סגורות ללא קרינת שמש ועם אמצעים לחיטוי המים, לא יהיה גידול טבעי רב של תוספי מזון אלו לכן ברבים מדגי הנוי נהוג להוסיף צבען למזון בשלבי הגידול השונים בהתאם לדג ומדיניות החווה. יש הנותנים מזון מתוסף מהשלב הראשונים ויש שמסתפקים במתן צבענים כחודש לפני השיווק. קיימים צבענים מסוגים שונים בטבע: באצות כמו המטוקוקוס (*Haematococcus pluvialis*) וספירולינה (*Spirulina*), בירקות ופרחים כגון פפריקה וציפורני חתול, שידוע כי בין מרכיביהם קיים צבען הגורם לחיזוק הצבע בדגים (Ezhi, 2007). כמו כן קיימים חומרים סינתטיים כגון כרופיל פינק.

לצבענים השונים יתרונות וחסרונות – החומרים הטבעיים המופקים מאצות הם הצורה הטבעית והבריאה ביותר. בטבע, האסטקסנטין הטבעי, שנמצא באצות וכן בירקות שונים, הוא שגורם לצבע בדגי סלמון, בביצי דגים, ובבע"ח (כגון חסילונים). אסטקסנטין, פיגמנט ואנטי אוקסידנט, ידוע גם כאימונוסטימולנט המשפעל את המערכת החיסונית (Paripatananont et al., 2007). בניסוי שנערך במו"פ ערבה (פימנטה ליבוביץ וחוב', 2009) נמצא ערך מוסף לאצה *Haematococcus pluvialis* שתרמה לחיזוק המערכת החיסונית של דגי מולי. עם זאת, חסרונות האסטקסנטין הטבעי המופק מאצות הם רבים: בכל משלוח של אצות ריכוז האסטקסנטין משתנה ויש צורך בחישוב מחודש של הכמויות, איננו יודעים אילו עוד חומרים נמצאים באצות ומה השפעתם על הדגים, החומר אינו יציב ולכן יש לשמור אותו בחושך ובקירור כך שהוא אינו נוח לתפעול, כמו כן מחירו יקר (6.62 ₪ לק"ג מזון מוכן). לעומת זאת, לאסטקסנטין המלאכותי כרופיל מתוצרת (Hoffmann-La Roche Ltd.) יתרונות בהיותו חומר יציב יחסית, שכמות החומר הפעיל בו ידועה מראש (10%) כך שהוא נוח לתפעול וזול יותר מהחומר הטבעי (3.75 ₪ לק"ג מזון מוכן). חסרונותיו הם שמבנה המולקולה המלאכותית אינו זהה לחלוטין למולקולה הטבעית ולכן הוא אינו משמש כאנטיאוקסידנט ולא ברור איזו השפעה נוספת יש לכך על הדגים. חומר נוסף אותו בדקנו הוא חומר שהחלו לייבאו לארץ – קפסנטל של חברת ITPSA (מחירו הוא הזול ביותר - 1.14 ₪ לק"ג מזון מוכן). החומר מכיל מיצוי של פפריקה, ריכוז של ויטמין E טבעי וחומר אינרטי. החומר מיועד להזנת בע"ח ומכיל קרוטנואידים מסוגים שונים. לשם בחינת הפיגמנטים שניתן להוסיף לדגים נערכה סדרת ניסויים שכללו בחינת חומרים שונים כולל צבעי מאכל המשמשים בתעשיית המזון וניסוי המשך בו הוספו הפיגמנטים קפסנטל וכרופיל פינק, שמחיריהם נמוכים יותר, למזון הדגים, בכדי לוודא שאין לקפסנטל השפעות שליליות על הדגים, ומוצרי מזון דגים שונים.

## שיטות וחומרים

### ניסוי הקדמי

התצפית נערכה במערכת 24 אקווריומים בנפח 30 ליטר כל אחד. בכל אקווריום אוכלסו 40 דגים (סה"כ 960 דגים). השתמשנו בדגי מולי בני חודש – 40 דגים באקווריום, כאשר כל 10 דגים מסוג אחר כדי לראות כיצד הצבענים משפיעים על צבעי בסיס שונים של דגי המולי. השתמשנו במזון מסוג ביומר מכוון שמזון זה אינו מכיל גורמי צבע והוספנו לו צבענים שונים ע"פ הטיפול למשך חודש. מכל טיפול היו שני אקווריומים. הדגים הושרצו בין 2/5/11 – 20/4/11 והניסוי החל בתאריך 23/5/11.

### טיפולים

1. כרופיל פינק 10% : 0.25 גרם ל- 100 גרם מזון.
2. כרופיל רד 10% : 0.25 גרם ל- 100 גרם מזון.
3. כרופיל ילו 10% : 0.25 גרם ל- 100 גרם מזון.
4. אסטקסנטין מאצה *Haematococcus pluvialis* 3% : 0.83 גרם ל- 100 גרם מזון.
5. צבע מאכל *Ponceau Red* : 0.05 גרם ל- 100 גרם מזון.
6. צבע מאכל *Yellow Tatrazine* : 0.05 גרם ל- 100 גרם מזון.

7. צבע מאכל *Brilliant Blue*: 0.05 גרם ל- 100 גרם מזון.
8. צבע מאכל *Sunset Yellow*: 0.05 גרם ל- 100 גרם מזון.
9. צבע מאכל שחור: 0.05 גרם ל- 100 גרם מזון.
10. פיגמנט קפסנטל של ITPSA (ND20) 2% : 1.25 גרם ל- 100 גרם מזון.
11. אצת ספירולינה 0.5% : 5 גרם ל- 100 גרם מזון.
12. ביקורת.

הכנת המזון: מזון ביומר 002-003 57% חלבון 13% שומן. המזון עורבב עם חומר הצבע וגילטין ע"פ החישוב הבא: 100 גרם מזון + צבען + 0.5 גרם גילטין שהומס ב- 10 מ"ל מים. רמת הצבען חושבה לפי ריכוז של 250 מ"ג / ק"ג. הזנה: הדגים קיבלו מזון שלוש פעמים ביום – 7% מהביומסה באקווריום למשך חודש.

#### ניסוי המשך – הוספת פיגמנטים למזון

במערכת 24 אקווריומים בנפח 30 ליטר כל אחד. בכל אקווריום אוכלסו 40 דגים משני קווים: גולד ואורנג'. הדגים התקבלו בגיל חודש והחלו לאכול מזון הכולל צבענים שונים ע"פ הטיפול למשך חודש וחצי. הניסוי החל בתאריך 24/7/11. מכל טיפול היו חמישה אקווריומים וטיפול אחרון ארבעה בגלל אילוצי מקום. הטיפולים: 1. ביומר + כרופיל פינק 2. ביומר + קפסנטל 3. MEM + כרופיל פינק 4. MEM + קפסנטל 5. Ocean nutrition + קפסנטל. בחינת הצבע נעשתה באופן הבא: מכל חזרה הועברו הדגים לאקווריומים זהים המסומנים באותיות. מדגם של שמונה אנשים דרג את עוצמת הצבע בין 5 – 1 (כאשר 5 הוא הצבע הכהה ביותר ו-1 הוא הבהיר ביותר).

טבלה 1: הרכב המזון

סוג המזון	חלבון (%)	שומן (%)
ביומר	57	13
MEM	55	14
Ocean nutrition	57	14

#### תוצאות

##### ניסוי הקדמי

בתום התצפית, הועברו הדגים לאקווריומים מסומנים ללא שם הטיפול ושבעה אנשים נתנו חוות דעתם על הצבע ודרגו אותו לפי עוצמת הגוון. התוצאות שוקללו והטיפולים דורגו ע"פ הסדר הבא: *Haematococcus pluvialis*, קפסנטל, כרופיל פינק, כרופיל רד, ספירולינה, צבע מאכל אדום, ביקורת, צבע מאכל כחול, צבע מאכל טרטזין, כרופיל ילד, צבע מאכל שחור. הצבעים שהיו

משמעותיים היו שלושת הראשונים. הספירולינה העניקה לדגים צבע כתום – תפוז ולא כתום כהה כמו שאר הצבענים.

### ניסוי המשך

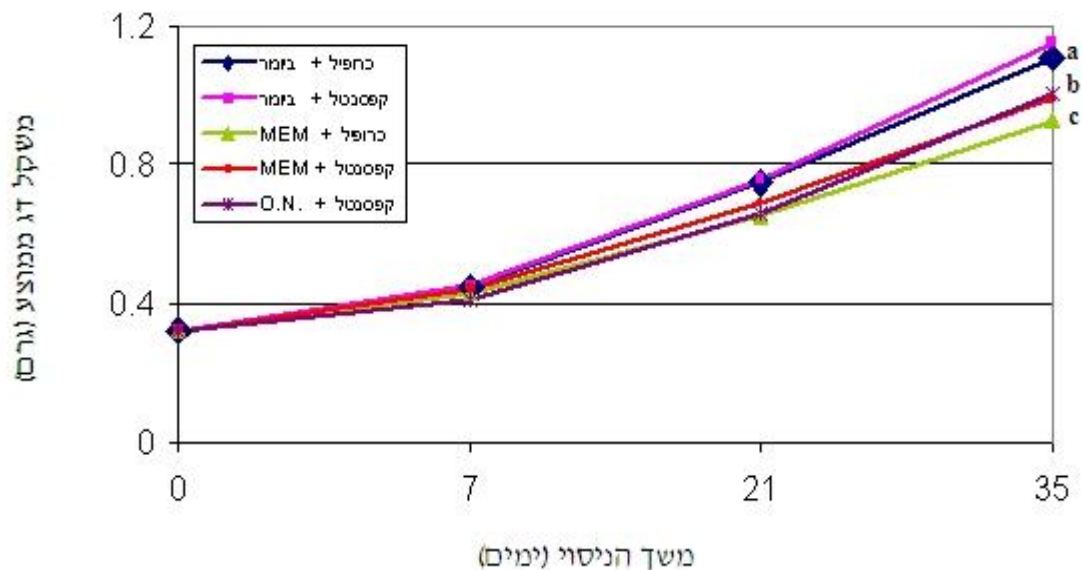
בניסוי זה נבחנו שני גורמים – צבע הדגים והגדילה שלהם כתלות במזונות השונים ובתוספת הצבענים. נמצא כי המזון שנתן את הגדילה הטובה ביותר היה מזון ביומר והצבען המשמעותי ביותר היה קפסנטל (טבלה 2, איורים 1,2, תמונה 1).

טבלה 2: גדילה, שרידה וצבע בדגי מולי בהתאם למזונות שונים

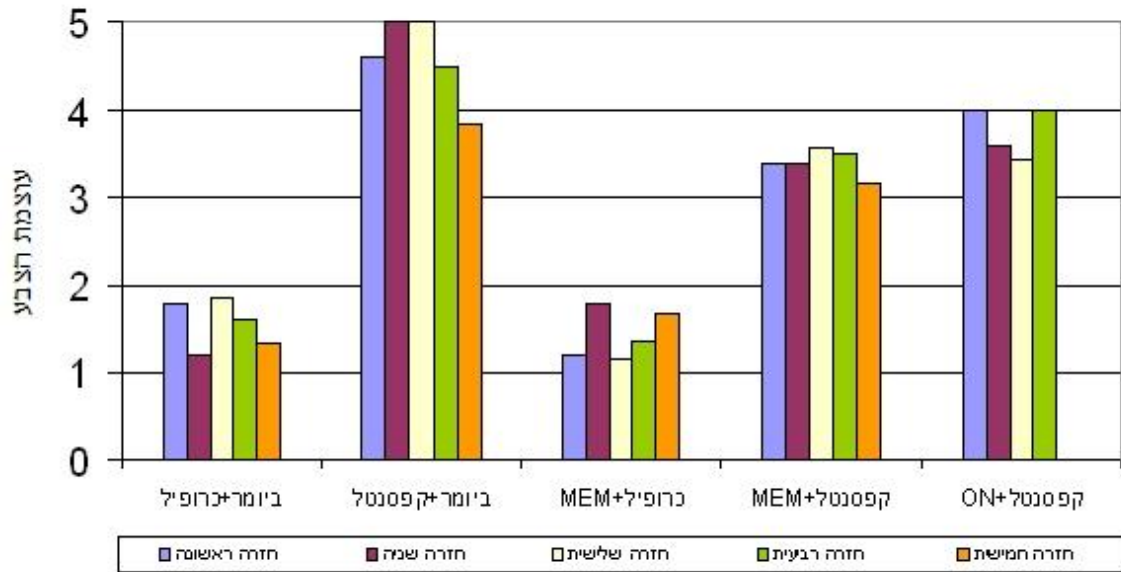
טיפול	ביומר + כרופיל פינק	ביומר + קפסנטל	MEM + כרופיל פינק	MEM + קפסנטל	O.N. + קפסנטל
משקל התחלתי (גר')	0.32±0.1	0.32±0.1	0.32±0.1	0.32±0.1	0.32±0.1
משקל סופי (גר')	1.11 ±0.03 a	1.15 ± 0.08 a	0.93 ± 0.06 c	0.99 ± 0.04 b	1.01 ± 0.01 b
שרידה (%)	97 ± 3	93 ± 5	97 ± 3	97 ± 3	96 ± 2
עוצמת צבע*	1.6	4.6	1.42	3.42	3.76

\* עוצמת הצבע נקבעה ע"פ הערכה ממוצעת של 8 בודקים.

\*\* מספרים באותה שורה המלווים באות זהה אינם נבדלים זה מזה מבחינה סטטיסטית ( $P \leq 0.05$ ).



איור 1: גדילת דגי מולי כתלות במזונות שונים



איור 2: עוצמת הצבע בטיפולים לפי חזרות (ע"פ דרוג 1-5 של 8 אנשים)



תמונה 1: דגי מולי שהוזנו במזון ביומר עם צבענים שונים.

## דיון ומסקנות

לאחר ניסוי הקדמי בן נבחנו 10 סוגי צבענים נבחנו בניסוי המשך שני סוגי צבענים (כרופיל פינק וקפסנטל) שהצטיינו בניסוי הקדמי בשילוב עם שלושה מזונות שונים (ביומר, MEM ו-O.N). כרופיל פינק הוא תוסף המוכר בשימוש בדגי נוי ומהווה תחליף סינטטי טוב יחסית לאסטקסנטין המופק מאצות. הקפסנטל (מיצוי של פפריקה) הוא מוצר אשר נהוג להשתמש בו בעופות ומחירו כשליש ממחיר הכרופיל פינק.

התקבל הבדל מובהק וברור בין שני הצבענים שנבחנו לטובת הקפסנטל. לא נתגלו בעיות בגדילה או בשרידה ונראה שכדאי להשתמש בחומר זה בדגי מולי וכך לחסוך בעלויות הגידול. מבחינת המזון היה יתרון משמעותי למזון ביומר ללא הבדל בין הצבענים השונים. במזון MEM קצב הגידול היה נמוך יותר כאשר הוסף כרופיל פינק למזון לעומת התוספת של קפסנטל. לא ברור מה הסיבה לכך –

יתכן שהצבען השפיע בצורה כלשהי על טעם המזון – לכן, יש צורך לבחון שנית נושא זה וכן לבדוק את הצבענים על מיני דגים אחרים שכידוע, מושפעים בצורה אחרת מצבענים שונים.

## הבעת תודה

אנו מודים למשק סי-גל ממושב עידן על תרומת הדגים לניסוי.

## מקורות

פימנטה ליבוביץ מ., גור ט., אושרוביץ מ., זילברג ד., בוסובה ס. 2009. ניסוי הזנה בדגי מולי (*Poecilia velifera*) - עמידות למחלת הטטרהימנה (*Tetrahymenosis*) סיכום עונת מחקר מו"פ ערבה תיכונה וצפונית חוב' 2008/9.

Ezhil J., Jeyanthi C., Narayanan M. (2008) Marigold as a Carotenoid Source on Pigmentation and Growth of RedSwordtail, *Xiphophorus helleri*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 8: 99-102.

Fenner, B. Physiology and behavior of color in fish. Wet web media.com.

Fujii, R. 1969. Chromatophores and pigments. Pp. 301-353 in W.S. Hoar and D.J. Randall (eds.). Fish reproduction and growth. Bioluminescence, pigments, and poisons. Academic Press, New York, NY.

Paripatananont, T., Tangtrongrairoj, J., Sailasuta, A. and Chansue, N. (2007) Effect of Astaxanthin on the Pigmentation of Goldfish *Carassius auratus*. Journal of the World Aquaculture Society 30: 454-460.

## **Food enrichment with pigments for Molly fish (*Poecilia velifera*)**

Nitzan Reiss Hevlin, Tal Gur, Moti Userovich and Dan Popper - Central and Northern Arava R&D [nitzanr@arava.co.il](mailto:nitzanr@arava.co.il)

Keywords: fish pigmentation, carophyll pink, ornamental fish, fish food, fish nutrition.