

תוכן העניינים

1	דף פתיחה
2	תקציר
3	מבוא
3	פרוט הניסויים
3	טווח מליחיות לגידול דג הדקר
7	השפעת חומציות המים על דג הדקר
10	ניסויי הזנה בדג הדקר
12	ניסויי שדה בעמק בית שאן
13	דיון ומסקנות
15	סיכום עם שאלות מנחות
16	רשימת ספרות

פיתוח פרוטוקול לגידול דג הלוקוס (*Epinephelus aeneus*) במים מליחים תוך התאמת מזונות וממשקי הזנה

Developing a protocol for white grouper (*Epinephelus aeneus*) feeding and culture in brackish water

מוגש לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות ופיתוח הכפר

ע"י

אבנר כנעני - המכון לחקר בע"ח, מנהל המחקר החקלאי
שנאן הרפז - המכון לחקר בע"ח, מנהל המחקר החקלאי
אסף ברקי - המכון לחקר בע"ח, מנהל המחקר החקלאי
אריק דיאמנט - המכון לחקלאות ימית, חקר ימים ואגמים לישראל
אנג'לו קולורני - המכון לחקלאות ימית, חקר ימים ואגמים לישראל
מרגריטה סמירנוב - המעבדה לבריאות הדג, אגף הדייג במשרד החקלאות ופיתוח הכפר
ציון דקו - מו"פ אזורי עמק המעיינות

Avner Cnaani, Institute of Animal Science, Agricultural Research Organization. E-Mail: avnerc@agri.gov.il

Sheenan Harpaz, Institute of Animal Science, Agricultural Research Organization. E-Mail: harpaz@agri.gov.il

Assaf Barki, Institute of Animal Science, Agricultural Research Organization. E-Mail: barkia@agri.gov.il

Arik Diamant, National Center for Mariculture, IOLR. E-Mail: diamant@ocean.co.il

Angelo Colorni, National Center for Mariculture, IOLR. E-Mail: colorni@ocean.co.il


Margarita Smirnov, The Fish Health Lab, Ministry of Agriculture and Rural Development. E-Mail: ritas@moag.gov.il

Tzion Deko, Regional R&D, Emek Hama'ayanot.

ינואר 2013

שבט תשע"ג

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים
הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר: _____ אבנר כנעני _____ 

תקציר

סדרת ניסויים בוצעה על מנת לאפיין את פוטנציאל הגדילה של דג הדקר ברמות מליחות שונות גודלו דגים בטווח מליחיות שבין מי ים מלאים לשמינית מריכוז המלחים שבים. נמצא שבמים עם ריכוז מלחים של רבע ממי הים (1% מליחות) אין פגיעה בגדילת הדגים, ומסתמן אפילו שיפור לעומת גדילה במי ים. נבחנה ההשפעה של חומציות המים על גדילה ופיזיולוגיה של דג הדקר ונמצא שישנה עדיפות ל pH בסיסי, מעל 8, וקיימת פגיעה בגדילה ותפקוד הדגים ב pH נמוך מ 8. גנים המעורבים בתהליכי אוסמורגולציה רוצפו לראשונה בדג זה, ונבחן השינוי בהתבטאותם בתגובה לשינוי pH. נערכו ניסויי הזנה בהם נבחנו השפעת אחוז החלבון מן החי במזון ומועדי ההזנה על הגדילה בשלב האימון. נמצא שבשלב אימון הדגים ישנה חשיבות רבה למקור החלבון במזון, עם יתרון ברור לרמות גבוהות של חלבון מן החי. כמו כן נמצא יתרון לתוספת של מלח למזון ולהאכלה של מספר פעמים ביום. נערך ניסוי ראשוני לגידול הדגים במים מעמק בית שאן, כשלב ראשון לבדיקת התכונות של גידול מסחרי באזור זה.

מבוא

בדגי ים רבים מושגת גדילה מקסימאלית במליחיות נמוכות של 1-2% (רבע עד מחצית ממליחות הים), כשהשפעה של מליחות המים על הגדילה היא מורכבת ותלויה בגורמים שונים, ביניהם השקעת אנרגיה בתהליכי אוסמוגולציה, צריכת מזון ועיכולו [1]. דג הדקר (*Epinephelus aeneus*) הוגדר כיעד לביות על מנת להרחיב את סל המוצרים של המדגה בישראל ולהוסיף דג איכותי, מבוקש ובעל מחיר שוק גבוה. עד כה נעשו עבודות מעטות בלבד שבחנו את השפעת מליחות המים על דג הדקר, וכן נושאים קריטיים בתזונה וממשק הזנה של דג הדקר.

כחלק ממיזם מחקר בנושא ביות דג הדקר מטעם המדען הראשי של משרד החקלאות, נערך מחקר זה שמטרתו לבחון ולהעריך את פוטנציאל גידול דג הדקר, שהינו דג ימי, בדרגות מליחות שונות, החל ממי ים מלאים ועד למליחיות נמוכות, המאפיינות את משקי המדגה באזורי הארץ הפנימיים בישראל. תוצאות המחקר יצביעו על אפשרות ניצול של מקורות מים מליחים שכיום השימוש בהם מוגבל, או דורש השקעת אנרגיה בהתפלה. מטרת מחקר זה הייתה אפיון טווח המליחיות שבהן יכול דג הדקר לגדול, ובחינת מספר מרכיבי מזון וממשק הזנה. במהלך המחקר התגלה ששינויים בחומציות המים המתרחשים במערכות סגורות של מים מלוחים יכולים להיות בעלי השפעה משמעותית על דג הדקר, ולכן נעשו ניסויים לבחינת השפעת חומציות המים על גידול דג הדקר.

הצרכים התזונתיים של דג הדקר אינם מוכרים די צרכם, בהיותו דג טורף הוא שונה משמעותית ממרבית מיני הדגים במדגה הישראלי (אמנון, קרפיון, קיפון), ואסטרטגיית ההזנה שלו בתנאים טבעיים, המתבססת על תנועה מעטה וצייד ממארב, שונה משל דגים טורפים אחרים המשמשים בחקלאות המים, כגון דניס, באס וסלמון. לאור זאת, קיים צורך הן לאפיון מזון מתאים לדג הדקר והן לאפיון ממשק הזנה שיהיה אופטימלי לדג זה.

פרוט הניסויים העיקריים

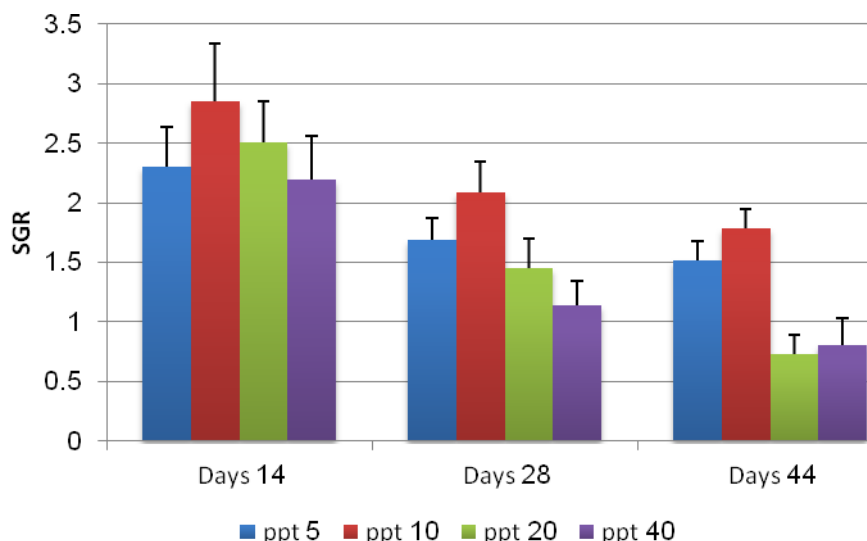
טווח מליחיות לגידול דג הדקר

דגי דקר במשקל של כ 8 גרם אוכלסו ב 48 אקווריומים, בארבע מליחיות שונות (2%, 4%, 1%, 0.5% מלח). בכל אקווריום היה דג בודד על מנת להימנע מההשפעה של אינטראקציות בין דגים ונערך מעקב אחר גדילה ושרידה לאורך חודש וחצי. בסיום הניסוי נלקחו דוגמאות דם לבדיקת אלקטרוליטים ודוגמאות של זימים, מעי, כבד וכליה לבדיקה היסטו-פתולוגית.

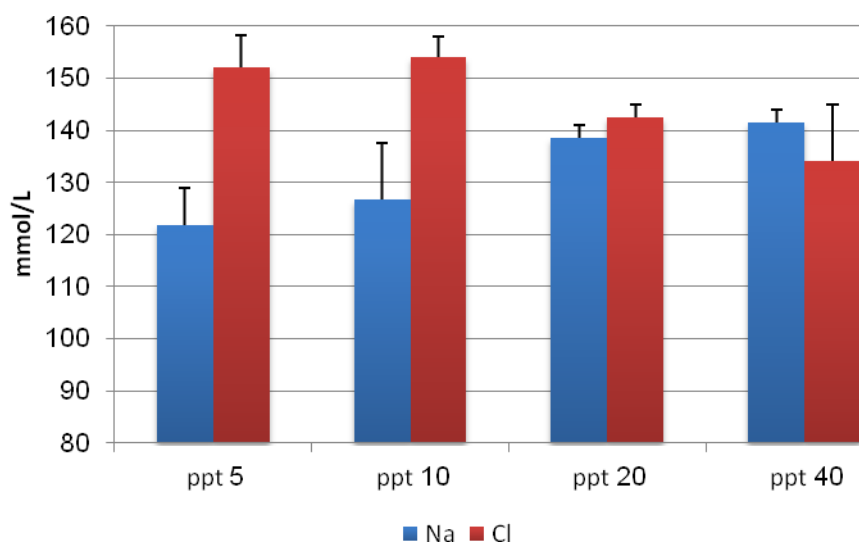
תוצאות ניסוי הגידול במליחיות שונות הראו גדילה מיטבית במליחות נמוכה (1%) שהיא כמעט איזוטונית לאוסמולריות הדם (גרף 1). עם התקדמות הניסוי הייתה ירידה באיכות המים ובעקבות כך ירידה בקצב הגדילה ותמותת דגים, כשהפגיעה הגדולה יותר הייתה במליחיות הגבוהות. בדיקות הדם הראו שעם השינוי במליחות המים ישנם גם הבדלים ברמות האלקטרוליטים

השונים בדם וביחס ביניהם. ככל שמליחות המים נמוכה יותר יש עלייה בריכוז יוני הכלור וירידה בריכוז יוני הנתרן (גרף 2). עם זאת, יש לציין שבדיקות הדם נלקחו בסיום הניסוי, בשלב שבו הייתה איכות מים נמוכה ופגיעה בבריאות הדגים, כך שההבדלים שנמצאו יכולים להיות כתוצאה מאירועים נלווים ולא כתגובה ישירה לשינוי במליחות הסביבתית.

גרף 1. קצב הגדילה של דגי דקר בארבע מליחיות שונות. מוצגים נתונים לשבועיים, ארבעה ושישה שבועות גידול.



גרף 2. רמות של יוני נתרן וכלור בפלסמה של דגי דקר מארבע מליחיות שונות.

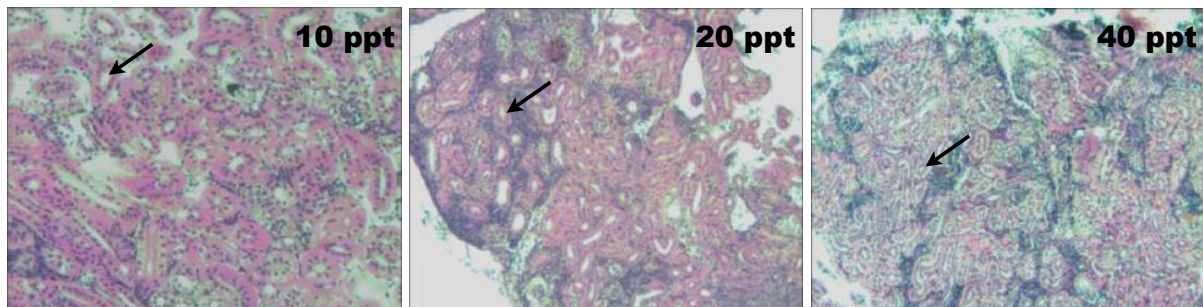


הבדלים מבניים בין דגים מהטיפולים השונים נבדקו בבחינה של חתכים היסטולוגיים מרקמות שונות. בכל הטיפולים נצפתה כליה תקינה אך הייתה הרחבה בקוטר צינוריות הכליה ועלייה במספר הגלומרולי במליחיות הנמוכות (איור 1). ממצאים אלו מעידים על יכולתו של דג הדקר להתמודד עם שינויי מליחות, שכן צינוריות כליה וגלומרולי מפותחים אופייניים לדגי מים מתוקים בעוד לדגי ים רבים יש גלומרולי מנוונים או חסרים לחלוטין. תמונה דומה מוכרת מדגי דניס שהועברו בין מליחיות שונות.

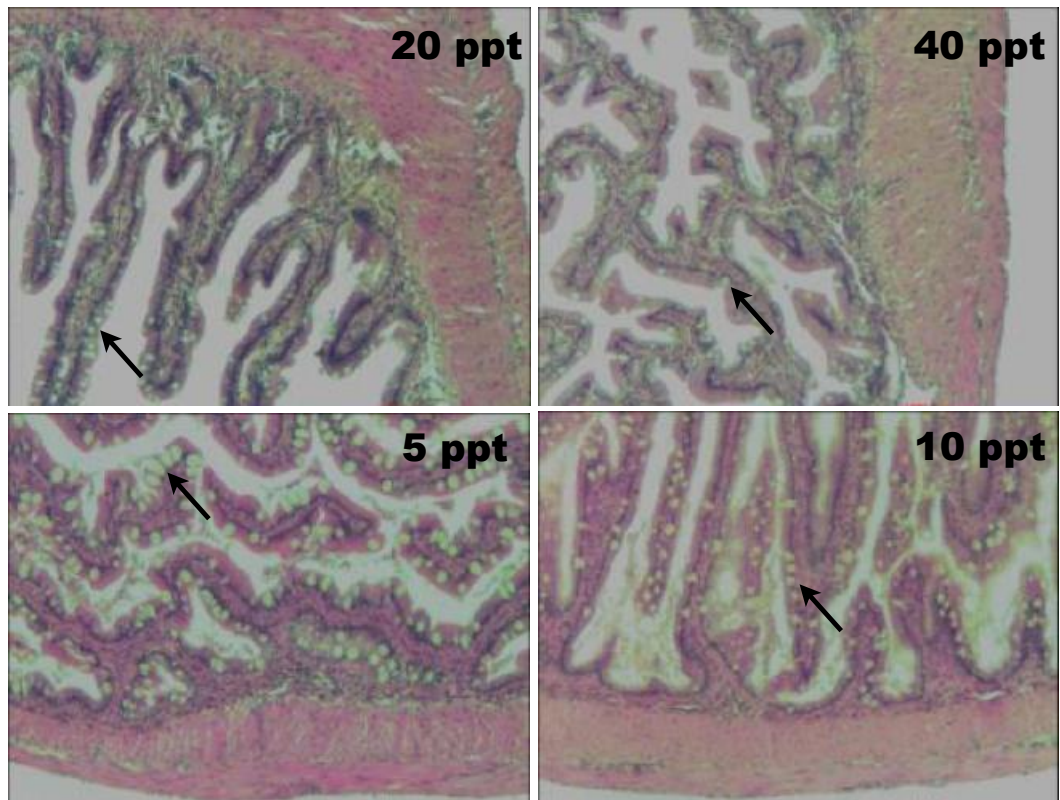
במעיי האחורי נמצא ריבוי ועלייה בגודל של תאי ריר (Goblet Cells) בטיפולי המליחיות הנמוכות (איור 2). התפקודים האוסמורגולטוריים של מערכת העיכול המליחיות נמוכות עדיין אינם מוכרים מספיק ולכן המשמעות הפיזיולוגית של תאי ריר עדיין אינה ידועה.

בבדיקת הזימים, נמצא שבדגי הטיפולים בשתי המליחות הנמוכות היו תקינים, בעוד שבשתי המליחיות הגבוהות ניכרו שינויים פתולוגיים של איחוי עלעלים ושטפי דם. אין לנו הסבר לממצא של פגיעה בזימים במליחיות שהן בתחום הטבעי שבו חי דג הדקר בים. אינדיקציה מסוימת לסטרס או טראומה מסוימת שעברו הדגים במליחיות הגבוהות ניתן לראות מאנליזה של הטחול. אמנם נצפתה התפתחות תקינה בכל המליחיות שנבדקו, אך בדגים שגדלו במליחות של 10 ppt נמצא מיעוט בולט של מוקדי מלאנומאקרופאגים (Melano-Macrophage Aggregates - MMA) לעומת הטיפול של 40 ppt שבו נצפתה הרמה הגבוהה ביותר של מוקדי MMA (איור 3). מוקדים אלה מעידים על אירוע בחייו של הדג שבו הייתה פעילות מוגברת של המערכת החיסונית.

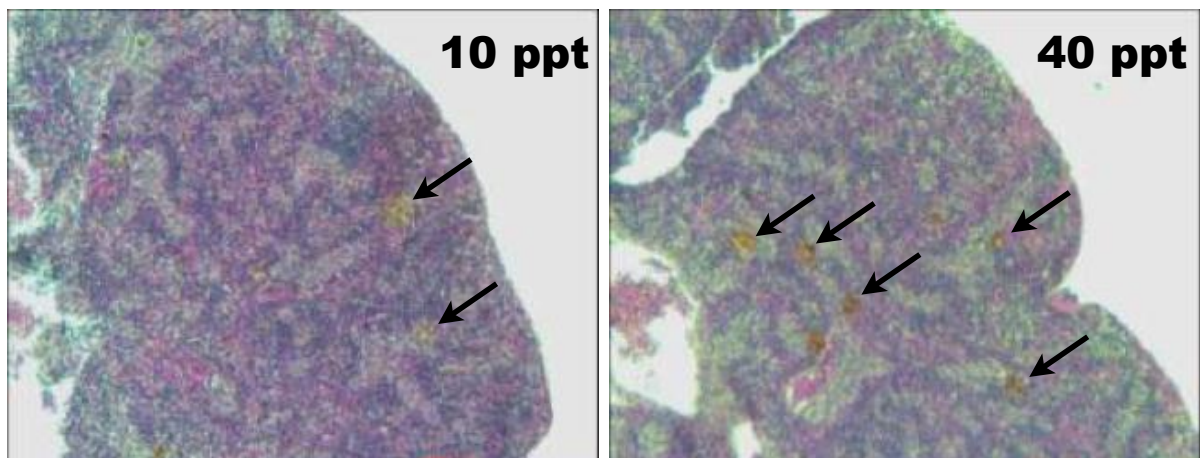
איור 1. כליית הגוף בדגי דקר שגדלו במליחיות שונות. החיצים השחורים מצביעים על חתכי רוחב בצינוריות הכליה.



איור 2. מעיי אחורי בדגי דקר שגדלו במליחיות שונות. החיצים השחורים מצביעים על תאי ריר.



איור 3. חתך בטחול מדגי דקר שגדלו במליחות גבוהה ונמוכה. החיצים השחורים מצביעים על מוקדי מלאנומאקרופאגים.



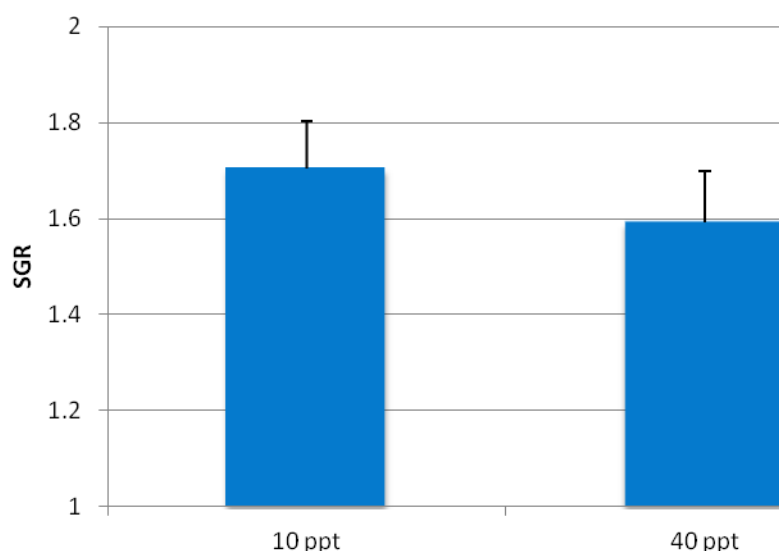
חרף המאמצים למנוע חדירת פתוגנים למערכת הניסוי, אובחנה הדבקה בדינופלאגלט באחד מהטיפולים (5 ppt). בשל המליחות הנמוכה, לא ברור אם מדובר בסוג *Amyloodinium* הנפוץ בחקלאות הימית, וחי במי ים, או מין של מים מתוקים. במהלך הניסוי כולו לא נמצאו סימנים קליניים המעידים על מחלות אחרות, ובעיקר נבדקה עדות לנוכחות הנגיף VNN ברשתית העין ובמוח, כשכל הדגימות מדגי הניסוי שנבדקו נראו תקינות.

בשל הגדילה האיטית במי ים, ובשל הפגיעה שנצפתה בזימי הדגים, בוצע ניסוי השוואתי נוסף לבחינת הגדילה במליחיות שונות. בניסוי עוקב זה הושוותה גדילת הדגים בשתי מליחיות, 40 ppt (מי ים) ו 10 ppt (המליחות בה נמצאה הגדילה הטובה ביותר בניסוי הראשון). ניסוי זה נערך

במערכות גדולות יותר, של מיכלים בנפח 200 ליטר. בניסוי זה נמצא שהגדילה הממוצעת הייתה טובה יותר בכ 7% בדגים שגודלו במליחות הנמוכה, אך הבדלים אלה לא היו מובהקים (גרף 3). בבדיקות דם שערכנו לדגים מניסוי זה, לא נמצאה השפעה של מליחות המים על רמות האלקטרוליטים בדם.

תוצאות אלה מחזקות את הערכתנו שההבדלים שנצפו בניסוי הראשון לא היו כתוצאה ישירה של ההבדלים בריכוז המלחים במים, אלה מהירידה באיכות המים שהתרחשה במערכת האקווריומים הסגורה, ירידה שהייתה משמעותית יותר במים המלוחים. כאשר שופרו התנאים והשתמשנו במערכות גדולות יותר, לא נמצאו הבדלים במדדים הפיזיולוגיים שנבדקו, והירידה במליחות לא השפיעה בצורה חזקה על גדילת דג הדקר.

גרף 3. קצב הגדילה של דגי דקר בשתי מליחיות שונות לאחר שישה שבועות גידול.



בחלק זה של המחקר הראנו שניתן לגדל את דגי הדקר במליחות נמוכה, תוך כדי הגעה לקצבי גדילה סבירים וללא פגיעה נראית לעין במדדים פיזיולוגיים ובבריאות הדגים. לפיכך, הניסויים בהמשך העבודה התבצעו במליחות של 10 ppt.

השפעת חומציות המים על דג הדקר

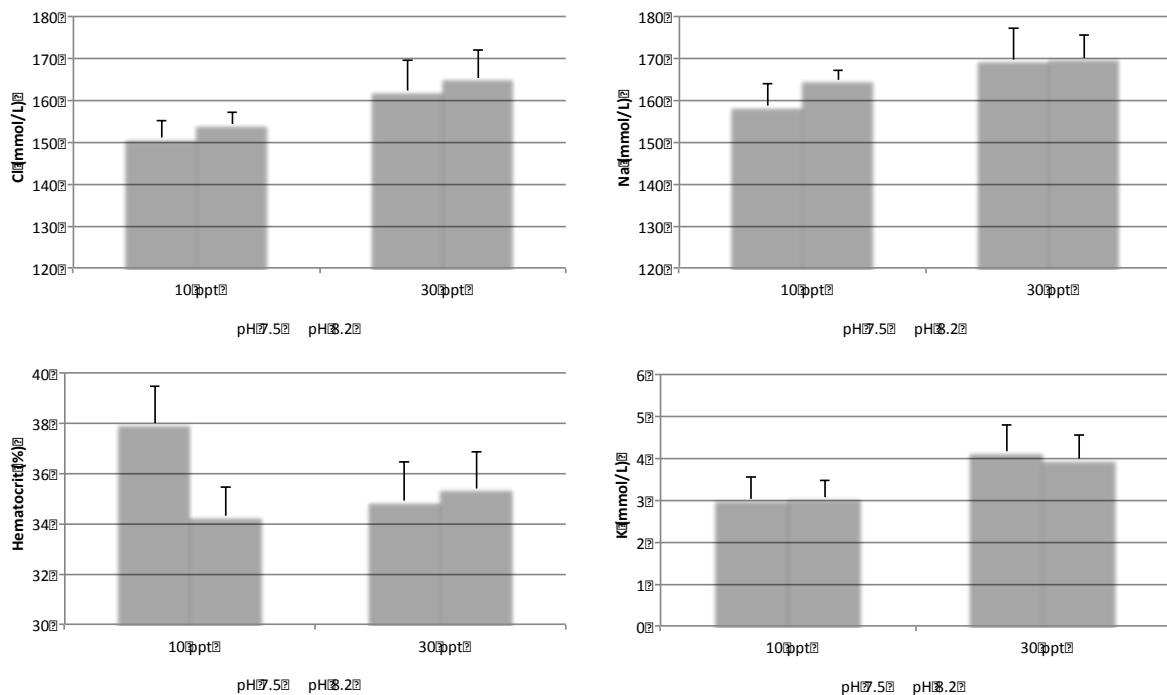
בעקבות התוצאות של ניסויי המליחיות השונות, ולאור הניסיון שהצטבר במעבדה במהלך הטיפול ואחזקת הדגים, נראה היה ששינויים בפרמטרים שונים של איכות מים משפיעים על התנהגות ובריאות הדגים, כאשר אחד מהפרמטרים היה שינויים בחומציות המים, כנראה בעקבות פעילות מיקרוביאלית במערכת סינון ומחזור המים. לאור זאת החלטנו לבחון את השפעת חומציות המים על גדילה ופיזיולוגיה של דג הדקר.

מאחר ובמקורות המים שבעמק בית שאן חומציות המים היא בסביבות pH 8, ערך זה היה

הסך שמעליו ומתחתיו נעשו הניסויים. על מנת לבחון את השפעת החומציות על פרמטרים פיזיולוגיים הוחזקו דגים במיכלים בהם נשמרו רמות קבועות של מליחות וחומציות. נבדקו שתי רמות חומציות, pH 7.5 ו 8.2, בשתי רמות מליחות 10 ppt ו 30 ppt. נלקח דם משבעה דגים מכל טיפול ונמדדו המטוקריט ורמות אלקטרוליטים בפלסמה.

בניתוח הסטטיסטי במודל של ניתוח שונות דו כיווני המתאים לניסוי זה נמצאה השפעה מובהקת של רמות המליחות על נתון, כלור והמטוקריט, והאינטראקציה בין מליחות לחומציות הייתה על גבול המובהקות להמטוקריט ורמות נתון. ניתן לראות שבמליחות נמוכה יש השפעה גדולה יותר לרמת החומציות כפי שמתבטא בהבדלים בפרמטרים פיזיולוגיים (גרף 4), אך יש לבצע ניסויים נוספים בהיקף גדול יותר על מנת לאמת את המגמה שנמצאה בניסוי זה. נערך ניסוי הזנה שבמהלכו נבחנו גדילה הדגים בשתי רמות חומציות, pH 7.8 ו 8.2. הניסוי ותוצאותיו מתוארים בסעיף של ניסוי הזנה.

גרף 4. רמות המטוקריט ויוני נתון, כלור ואשלגן בפלסמה מדגי דקר שגודלו בשתי רמות של חומציות ומליחות מים.



דוגמאות רקמה (זימים ומעי) נלקחו מדגים שהיו בניסוי בו הושוו רמות חומציות שונות ונשמרו בתמיסת RNA later. על מנת לרצף גנים של תעלות יונים שונות ולבדוק את התבטאותם ברמות מליחות וחומציות מים שונות, נבדקו רצפים שמורים בין מספר מיני דגים ועל פיהם תוכננו פריימרים לריאקציה PCR. תוצרי ריאקציית ה PCR הורצו בג'ל אגרוז, ובמקרים בהם נראה תוצר של בנד יחיד הוא נחתך מהג'ל, נוקה בקולונה, ונשלח לריצוף. בשיטה זו רוצפו מקטעים של ארבעה גנים שעד כה לא היו מוכרים בדג הדקר – משאבת נתון-אשלגן, מחליף היונים נתון-פרוטון, רצפטור להורמון גדילה, והגן לחלבון התאי בטא-אקטין בו מקובל להשתמש כרפרנס בבדיקת ביטוי גנים. הופק RNA

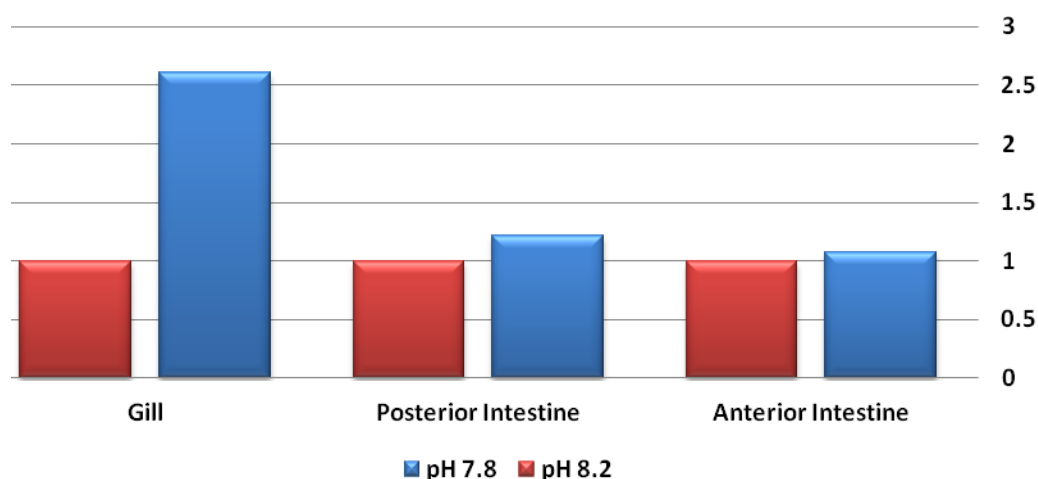
מדגים שהיו בשתי רמות חומציות, ונעשתה ריאקציה ליצירת cDNA. על סמך רצפי הגנים שהתקבלו מריצוף תוצרי ה PCR תוכננו פריימרים המתאימים לאנליזה של PCR כמותי (טבלה 1) והושו רמות הביטוי של שלושת הגנים בזימים ובחלקים שונים של המעי כפי שתואר בעבודות קודמות [6].

טבלה 1. פריימרים שתוכננו ושימשו ל PCR כמותי בדגי דקר.

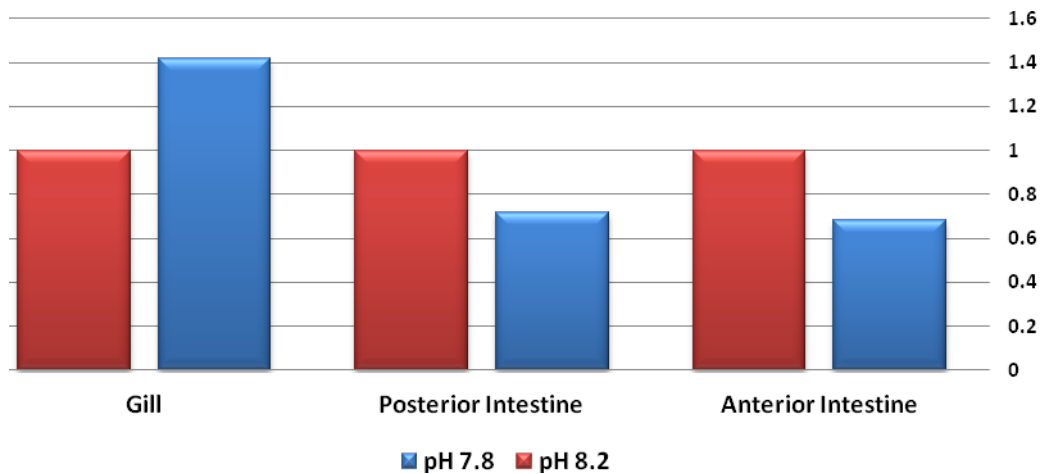
גודל תוצר צפוי	Reverse Primer	Forward Primer	גן
112 bp	TTCTTCAGAGCAGGAGAGTCG	GCCAGTAACCTCTCCACAGC	NKA
120 bp	AACTGGTCCTTGGTGGTCAG	CTGGACCTTCGTCACTGTCA	NHE-1
103 bp	ATCTGACGGGCATTGCTCT	GCGAGGACACTGAGGAGAAC	GHR-1
120 bp	GAAGGAGTAGCCACGCTCTG	CACACAGTGCCCATCTACGA	β -actin

באנליזה זו נמצא שחומציות המים לא השפיעה על רמות הביטוי של הגן למשאבת נתרן-אשלגן במעי, אך בחומציות נמוכה עלה ביטוי הגן בזימים פי 2.5 (גרף 5). הגן למחליף היונים נתרן-פרוטון הראה תגובה לשינויי חומציות שהינה ספציפית לרקמה, בעוד שבשני חלקי המעי שנבדקו ירד ביטוי בכ 30% עם הירידה ב pH, בזימים היה ביטוי מוגבר בכ 40% (גרף 6). בשלושת הרקמות שנבדקו ביטוי הגן לרצפטור להורמון גדילה ירד עם הירידה בחומציות המים, כשהירידה בביטוי הייתה של 30%-60% (גרף 7).

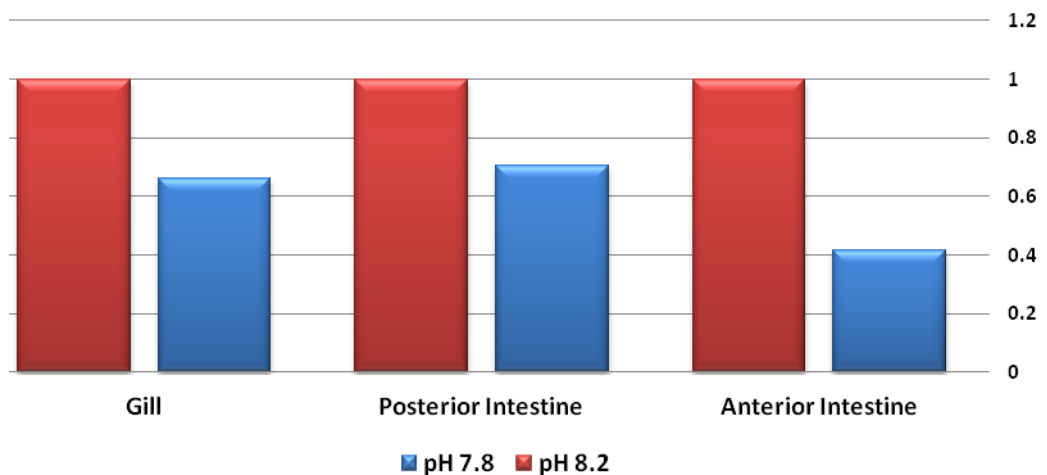
גרף מספר 5. רמת הביטוי היחסית של הגן למשאבות נתרן אשלגן (NKA) ברקמות על פי חומציות המים.



גרף מספר 6. רמת הביטוי היחסית של הגן למחליף היונים (NHE-1) ברקמות על פי חומציות המים.



גרף מספר 7. רמת הביטוי היחסית של הגן לקולטני הורמון הגדילה (GHR-1) ברקמות על פי חומציות המים.



ניסויי הזנה בדג הדקר

אחוז חלבון מן החי

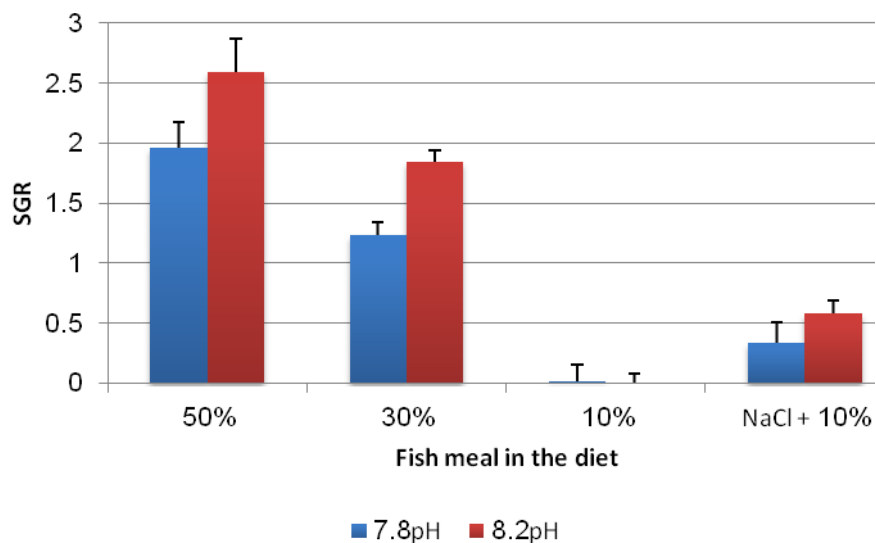
בניסוי זה בחנו את האפשרות להחלפת החלבון שמקורו מן החי (קמח דגים) בחלבון ממקור צמחי (בעיקר סויה). מנות המזון השונות הכילו 45% חלבון כללי במנה, כאשר הטיפולים היו 50%, 30%, 10% מהחלבון מקורו בקמח דגים. טיפול תזונתי נוסף שנבדק היה תוספת מלח למזון בו בחנו דיאטה מקבילה לטיפול עם 10% קמח דגים, אך בהייתה תוספת של 3% מלח למזון, כפי שיפורט בהמשך. הניסוי נערך כניסוי דו גורמי בשתי רמות חומציות (7.8, 8.2). בסך הכל היו בניסוי 60 אקווריומים, עם 5 דגים בכל אקווריום במשקל התחלתי ממוצע של כ-8 גרם, והוא נמשך 5 שבועות. תוצאות הניסוי הראו שישנה חשיבות גדולה למקור החלבון במנת המזון (גרף 8). נמצאו הבדלים מובהקים בין ארבעת הטיפולים בקצב הגדילה, כאשר ישנו יחס ישר בין קצב הגדילה ואחוז החלבון מן החי במזון. תוספת המלח שיפרה באופן משמעותי את הגדילה לעומת המזון המקביל ללא התוספת.

דגים שהיו ב pH 8.2 גדלו טוב יותר מהדגים שהיו ב pH 7.8 כאשר ההבדלים בין שתי רמות החומציות היו משמעותיים יותר בדיאטות שעשירות בקמח דגים (גרף 8).

תוספת מלח למזון

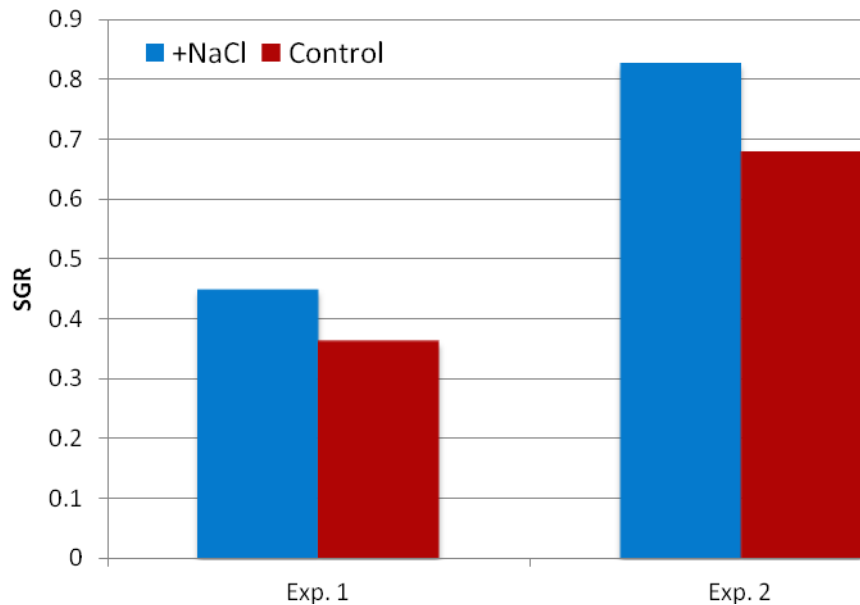
בעקבות עבודות קודמות שנעשו במיני דגים אחרים [2,4] נבחנה ההשפעה של תוספת מלח למזון הדגים על קצב הגדילה. בניסוי שתואר למעלה בו הושוו מזונות השונים אחד מהשני במקור החלבון נערכה השוואה נוספת, בה נבחן אחד המזונות בנוסחתו המקורית, אל מול מזון זהה מבחינת המרכיבים אך עם תוספת של 3% מלח. השוואה זו נעשתה בשתי רמות החומציות שתוארו למעלה. נמצאו הבדלים מובהקים בין שני הטיפולים, כאשר דגים שקיבלו את תוספת המלח למזון גדלו באופן מובהק טוב יותר מאשר דגי הביקורת. עם זאת, ניתן לראות שהשיפור בגדילה הנובע מתוספת המלח אין בו כדי לפצות בצורה מלאה על עיכוב הגדילה שנובע מהירידה באחוז החלבון מן החי במזון.

גרף 8. השוואה בקצב הגדילה של דגי דקר שקיבלו ארבעה מזונות שונים. שלוש רמות של אחוז חלבון מן החי ודיאטה עם רמה נמוכה של חלבון מן החי שבה ניתנה תוספת מלח. קצבי הגדילה בכל אחת מהדיאטות נבדקו במליחות של 1% ובשתי רמות של חומציות מים.



בשני ניסויים עוקבים שנעשו בדגים גדולים יותר ובמיכלים של 200 ליטר התקבלו תוצאות עקביות של יתרון בגדילה לדגים שקיבלו תוספת מלח למזון. בשני הניסויים התקבלה גדילה טובה יותר בשיעור של כ 20-25% עם תוספת המלח (גרף 9). עם זאת, יש לציין שבשלושת הניסויים קצבי הגדילה שהתקבלו היו נמוכים (SGR נמוך מ 1) גם בדגים שקיבלו את תוספת המלח. נתון זה נובע ככל הנראה מהאחוז הנמוך של חלבון מן החי שהיה בהרכב המזון שנבחן.

גרף 9. תוצאות שני ניסויים עוקבים להשוואת קצב הגדילה של דגי דקר שקיבלו שני מזונות המכילים 10% חלבון מן החי, אך באחד מהם ניתנה תוספת של 3% מלח.

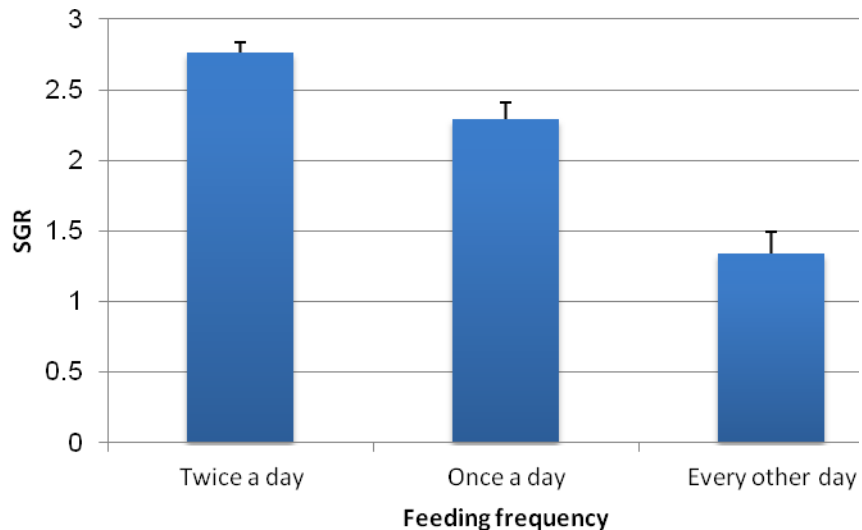


תדירות ההזנה

בספרות מוכרות מספר עבודות המצביעות על ההשפעה של תדירות ההזנה על גדילת דגי דקר. עבודות אלו נעשו במינים שונים אך לא בדקר המכמורת והראו תוצאות מנוגדות בין שלב גידול דגיגים ובין שלב הפיטום [7]. בניסוי זה החלטנו לבחון את השפעת תדירות ההזנה בשלב האימון של דקר המכמורת. הדגים הואכלו במזון המכיל 45% חלבון, עשיר בקמח דגים, כפי שנמצא בניסוי הקודם כטוב ביותר, וקיבלו מנה של 5% ממשקל גופם ליום. נערכו שלושה טיפולים: שתי האכלות ביום, האכלה אחת ביום והאכלה פעם ביומיים, חשוב לציין שהדגים קיבלו את אותה כמות המזון. הניסוי נערך במערכת של 30 אקווריומים, עם 5 דגים בכל אקווריום במשקל התחלתי ממוצע של כ-8 גרם, ונמשך 5 שבועות.

התוצאות הראו שבשלב האימון יש יתרון בולט לחלוקת מנת המזון לפחות פעמיים ביום, כאשר דגים אלה גדלו ב-25% יותר מדגים שקיבלו מזון פעם ביום ופי שניים מדגים שקיבלו מנת מזון כפולה פעם ביומיים (גרף 10).

גרף 10. קצב הגדילה של דגי דקר בארבע בשלוש תדירויות הזנה, שתי האכלות ביום (2.5% ממשקל גוף בכל האכלה), האכלה אחת ביום (5% ממשקל גוף בכל האכלה), והאכלה אחת ליומיים (10% ממשקל גוף בכל האכלה). הניסוי נערך במשך חמישה שבועות גידול, במליחות של 1% ו-pH 8.2.



ניסוי שדה בעמק בית שאן

בניסוי שדה שנעשה במשק כפר רופין נבחנה גדילת הדגים במים במליחות נמוכה מאד, כ 3 ppt. ניסוי זה נועד לבחון ולהעריך את האפשרות לגידול דג הדקר במים מעמק בית שאן, ובו גם נבחנה שוב תוספת המלח למזון. הדגים גודלו בכלובים בתוך בריכת בטון במשך שלושה חודשים והוזנו במזון שהוכן על פי נוסחה שפותחה במלח"י [5], עם וללא תוספת של 3% מלח. תוצאות הניסוי הראו שדגי הדקר מסוגלים לחיות במים המליחים של עמק בית שאן ושתוספת המלח שיפרה את קצב הגדילה בכ 25% (דומה לתוצאות שהתקבלו במעבדה) ואת השרידה בכ 28% [3].

דיון ומסקנות

ניסוי ראשוני הראה שניתן לגדל דגי דקר במליחות של 0.5% וגדילה מיטבית מושגת במליחות של 1%. בניסויים עוקבים שנערכו לא נמצא יתרון למליחות הנמוכה, אך ניתן להסיק שמליחות מים של 1% אינה פוגעת בגדילה ובבריאות של דגי הדקר, וקיים פוטנציאל רב לגידול דג זה במליחות נמוכות. בהתאם לזאת רוכז המחקר בעבודה בטווח של מליחות נמוכות. בכל הניסויים שנעשו עד כה בתנאי מעבדה התקבלו ערכים דומים של קצב גדילה מיטבי, SGR שבין 2.5 ל 3. תוצאות העבודה הראו שדגי הדקר רגישים לשינויים בחומציות המים. בייחוד במליחות הנמוכות ישנה חשיבות לשמירה על pH בסיסי, כשירידה קלה ב pH גורמת לשינוי בהתבטאות גנים הקשורים לאוסמורגולציה, שינויים פיזיולוגיים המתבטאים בפגיעה בשיווי המשקל האוסמוטי, ובפגיעה בגדילה ובבריאות הדגים. בעבודה זו נעשו לראשונה אנליזות של מדדי אלקטרוליטים בדם ושל התבטאות גנים בדקר המכמורת. זהו שלב ראשון בבנייה של סט כלים ובסיס ידע מולקולרי וביוכימי שיאפשר בחינות

מדויקות, וספציפיות לרקמות ואברים שונים, של מדדי תגובה ומצב פיזיולוגי בדג הדקר. ככל שנרחיב את כלי המחקר שעומדים לרשותנו נוכל לתכנן ולמקד בצורה טובה יותר את המחקרים העתידיים בדג זה, ולקדם את הידע וההבנה שלנו לרמות הקיימות בדגי מאכל אחרים.

הרכב המזון וממשק ההזנה נמצאו כבעלי השפעה קריטית על גדילת הדגים, כשמזונות לא מתאימים פגעו בקצבי הגדילה בצורה משמעותית ביותר. מהניסויים שנערכו עולה חשיבותו הרבה של החלבון מן החי במזון. תוספת מלח למזון הראתה שיפור בקצב הגדילה במזונות בהם יש רמה נמוכה של חלבון מן החי, אך אין בה כדי להשלים ולתקן לחלוטין את הפגיעה בקצב הגדילה הנוצרת כתוצאה ממחסור בחלבון מן החי. יש לציין שקצב הגדילה בדגים שאכלו מזונות דלים בחלבון מן החי היה נמוך מאד, וגם עם תוספת המלח הוא אינו מגיע לרמה שהגידול יהיה בעל הצדקה כלכלית. יש צורך לבחון את השפעת תוספת המלחים גם על מזונות שבהם יש רמה גבוהה של חלבון מן החי.

לאחר שהראנו בשנה זו את חשיבותו הרבה של החלבון מן החי עולה צורך לאפיין את חשיבותם של מרכיבי מזון נוספים, כגון אחוז ומקור השומן בדיאטה, על מנת להגדיר את הרמות הרצויות לדג הדקר. קצבי הגדילה שהתקבלו בטיפולים השונים, ובדיקות מורפולוגיות המצביעות על מצבם הגופני של הדגים, מצביעים על נושא המזון בשלב האימון והפיטום כקריטי לכדאיות הכלכלית של גידול הדקר. יש צורך במציאת מזון אופטימלי לדג זה על מנת למצות את פוטנציאל הגדילה הרב שלו, ולעמוד בתחרות מול דגי בריכה אחרים.

בכמה מקרים בודדים בהם דגים נראו כסובלים מזיהום חיידקי, שינוי במליחות המים נמצא כטיפול יעיל (העלאת מליחות לדגים שהוחזקו במליחיות נמוכות והורדתה לדגים שהוחזקו במי ים), אך לא נעשתה עבודה מסודרת בנושא זה ויש לבחון אותו לעומק ובצורה מבוקרת.

מהניסויים שנעשו עד כה, ומהניסיון שנצבר מאחזקה וגידול של דג הדקר במערכות הניסוי בבית דגן, ניתן להסיק שדג זה עמיד לטווח רחב של מליחיות ויכול לגדול בצורה טובה במים מליחים. ניסוי משקי ראשוני, בו גודלו דגי דקר בברכות בטון במשק כפר רופין במליחות מים של כעשירית ממי ים, מהווה אינדיקציה נוספת לפוטנציאל גידול הדקר במים בעלי מליחות נמוכה [3]. עם זאת ישנם פרמטרים רבים בממשק הגידול ובמאפייני המים שיש לבחון בתנאי שדה של בריכות דגים.

לאחר שבתוכנית זו, המהווה שלב ראשון בהתאמת הדג לבריכות דגים מסחריות, נבדקו תנאי הגידול שבהם ניתן לעבוד עם דג זה, בהיבטים של הרכב המים (מליחות וחומציות) והתאמת המזון בתנאי מעבדה, ניתן כעת לעבור לניסויים במערכות והיקפים הקרובים יותר לגידול המסחרי.

סיכום עם שאלות מנחות

נא להתייחס לכל השאלות בקצרה ולעניין, ב-3 עד 4 שורות לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת).
שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.
הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
מטרות המחקר היו: אפיון השפעת גורמים סביבתיים כגון מליחות על הפיזיולוגיה של דג הדקר ובחינת השפעת ממשק ההזנה על קצב הגדילה. הניסויים שנערכו כוונו לבדיקה של פרמטרים הנוגעים למטרות הללו והראו את ההשפעה הפיזיולוגית של מליחות וחמצניות המים על דג הדקר ואת הקשר לביצועי גדילה.
עיקרי הניסויים והתוצאות.
נעשו שני ניסויים לבדיקת גדילה במליחות שונות וברמות חומציות מים שונות. נבחנה הגדילה של דגי דקר בארבע מליחות שונות, ובשתי רמות חומציות. מניסויים אלה אנו יכולים לראות שניתן להוריד את מליחות המים שבהם מגדלים את הדגים עד לשמינית ממליחות מי ים (0.5% מלח). כן נמצא שגדילה מיטבית מתקבלת במים שהם פחות או יותר איזוטונים לדם (1% מלח). נמצאה העדפה לגידול במים ב pH בסיסי ונראה שהשפעת חומציות המים גדולה יותר במליחות נמוכות מאשר בגבוהות. בניסויי הזנה נמצא שלתדירות ההאכלה יש השפעה חזקה על הגדילה ובשלב האימון עדיף להאכיל את הדגים לפחות פעמיים ביום. כמו כן נמצא ששינה חשיבות רבה למקור החלבון שממנו מורכבת דיאטת הדגים ויש יחס ישר בין אחוז החלבון שמקורו מקמח דגים וקצב הגדילה. תוספת של מלח למנת המזון שיפרה את קצב הגדילה לעומת הביקורת, אך שיפור זה אין בו כדי להשלים את המחסור התזונתי שנוצר מרמה נמוכה של חלבון מן החי. בעבודה זו רוצפו לראשונה מספר גנים של דקר המכמורת ונבדקה התבטאותם בתנאי סביבה שונים וברקמות שונות. זהו בסיס ראשוני בבניית סט כלים לבחינה מדויקת של התגובה הפיזיולוגית של דג הדקר לשינויים במליחות הסביבתית.
מסקנות מדעיות והשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
המסקנות המדעיות העיקריות הן שדג הדקר עמיד לטווח רחב של מליחות מים ורגיש לשינויים בחומציות המים. ההשלכות לגבי יישום המחקר הן בצורך לביצוע ניסוי גידול בתנאים מסחריים בתנאי מליחות נמוכה, תוך כדי שמירה קפדנית על רמת החומציות.
בעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר?
זמינות הדגים לניסוי מסתמנת כנקודה שיכולה להיות בעייתית. הייצור בארץ נעשה בקנה מידה קטן ועל כן אין דגים זמינים בכל עת, בייחוד אם יש צורך בגדלים ספציפיים. נגיעות של דגים ב VNN מהווה בעיה גדולה, שכן התמותות גדולות מאד ולא ניתן לעבוד עם קבוצה בה התפרצה המחלה.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פוטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
Cnaani A, Stavi A, Smirnov R, Harpaz S, (2012). Rearing white grouper (<i>Epinephelus aeneus</i>) in low salinity water: effects of dietary salt supplementation. <i>Isr. J. Aquacul. - Bamidgeh</i> , 64.2012.760.
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
← ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
← חסוי - לא לפרסם
האם בכיוונך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן* - לא -

*יש לענות על שאלה זו רק בדוח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדוח שנה שנייה במחקר שאושר לשלוש שנים

- [1] Boeuf G, Payan P, (2001). How should salinity influence fish growth?
Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology,
130:411–423.
- [2] Cnaani A, Barki A, Slosman T, Scharcanski A, Milstein A, Harpaz S, (2010).
Dietary salt supplement increases growth rate in freshwater cultured tilapia hybrids.
Aquaculture Research, 41:1545-1548.
- [3] Cnaani A, Stavi A, Smirnov R, Harpaz S, (2012). Rearing white grouper
(*Epinephelus aeneus*) in low salinity water: effects of dietary salt
supplementation. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 64.2012.760.
- [4] Harpaz S, Hakim Y, Slosman T, Eroldogan OT, (2005). 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.
- [5] Lupatsch I, Kissil GW, (2005). Feed formulation based on energy and protein
demands in white grouper (*Epinephelus aeneus*). *Aquaculture*, 248:83-95.
- [6] Velan A, Hulata G, Ron M, Cnaani A, (2011). Comparative time-course study on
pituitary and branchial response to salinity challenge in Mozambique tilapia
(*Oreochromis mossambicus*) and Nile tilapia (*O. niloticus*). *Fish Physiology and
Biochemistry*, 37:863-873.
- [7] Williams KC, (2009). A review of feeding practices and nutritional requirements of
post-larval groupers. *Aquaculture*, 292:141-152.