

פדילוג האווה לגדולי מים (א-ח) 1997

אבי קורן, רן שגב, ג'או גונטלוס, גילה טל, מרסיה פיאמנטה-ליבוביץ

למרות הפרדוקס לכאורה של גידולי מים באזור צחיח כמו הנגב והערבה, כשבודקים את הנושא, מגלים כי קיימים יתרונות בעלי משקל לפיתוח חקלאות מים באזורנו.

הגורמים המטיבים עם חקלאות ירוקה, חלים באותה מידה גם על חקלאות מים: קרינת שמש גבוהה כל השנה, טמפרטורות גבוהות ורמה גבוהה של תשתית אנושית באזור. כל אלו, יחד עם רזרבות אדמה וזמינות מים גיאותרמים מליחים שאינם מתאימים ל"חקלאות ירוקה", מצטרפים לצורך ההולך וגובר בפיתוח אלטרנטיבות לחקלאות המסורתית, והופכים את פיתוח ענף חקלאות המים בערבה למתבקש מאד.

הפעילות המחקרית של היחידה לגידולי מים מתרכזת בחוות גידולי המים בעין יהב (חג"מ).

במקום מותאמות טכניקות מקובלות של גידולי מים לתנאים המיוחדים של האזור. נבדקים מיני דגים וגידולי מים חדשים לצורך שילובם בחוות המסחריות. החג"מ בודק פתרונות אפשריים לבעיות ממשקיות, ביולוגיות ואחרות שמתעוררות בחוות שבאזור.

בנוסף לפעילות בחג"מ, מעורבת היחידה לגידולי מים בנושאים נוספים: הדרכה והמשך הפיתוח בחוות הקיימות, ולווי יוזמות חדשות בנושאי חקלאות מים. היחידה עוסקת גם בפיתוח כלים לאיסוף נתונים וקשר עם החוות, ייזום השתלמויות מקצועיות והרצאות וכן בעזרה בפרויקטים בבתי ספר באזור.

חוות דגי מאכל פעילות באזור:

- חוות דגים בעין יהב (גדעון כנעני).
- חוות "דגי ים המלח" בנאות הכיכר.
- חוות עין תמר: נחנכה בדצמבר 1997.
- חוות "חמדים" במשאבי שדר.
- חוות "דג המדבר" בקדש ברנע.
- חוות "ראס" ברמת נגב: בהקמה.

חוות דגי נוי וסרטנים:

- חוות דגי נוי בקיבוץ "סמר".
- חוות דגי נוי בעין חצבה.
- חוות סרטני צ'רקס בצופר (יוסי בן).

הסרטן האוסטרלי צ'רקס (*Cherax quadricarinatus*)

הצ'רקס הוא לובסטר של מים מתוקים וחמים, שמקורו בצפון מזרח אוסטרליה (קוויסלנד) סרטן זה מסוגל לגדול גם במים מליחים (עד 18 ppt). גודלו המקסימלי הוא כ-500 גר'. מיועד לגידול בארץ לצורך שיווקו כסרטן מאכל ולנוי. הצ'רקס נמצא מתאים לגידול באזור, רבייתו פשוטה יחסית, והוא מסוגל לשרוד על מצע לח כיממה, דבר שמאפשר את ייצאו חי. הבעיה העיקרית בגידולו היא

טריטוריאליות, שמתבטאת בקרבות בין פרטים ואף בקניבליזם. כדי להפחית למינימום את הנזקים, יש לספק לסרטנים מחסות, המותאמים לגיל ולגודל (חוטים, שקי רשת, צינורות).

1. פיתוח ממשק ללהקת רבייה ושפור טכניקת הרבייה.

רבייה של צ'רקס התבצעה באקווריומים, כאשר בכל אקווריום הושם זכר אחד עם 3 נקבות, עם מספר רב של מחסות (shelters). נצפתה רבייה במהלך כל השנה כמעט, כאשר תקופת השיא היא בקיץ - בחודשים אפריל עד אוקטובר. הנקבות סומנו באופן אינדוידואלי ע"י מדבקות צבעוניות, דבר המאפשר מבחן צאצאים. נקבות עם ביצים הופרדו בכלובים והועברו למכלים לתקופה של כחודש, עד שחרור הצעירים. לאחר מכן הוחזרו למחזור רבייה נוסף. הטכניקה שפותחה מאפשרת מעקב אחרי גודל התטולה, שרידה, קצב גדילה, התפלגות זכרים ונקבות ועוד.

2. שיפור ממשק הצ'רקס ובדיקת מסתורים (shelters) שונים לשלבי האימוץ והפיטום.

צורת הגידול של הצ'רקס בעולם היא ברובה אקסטנסיבית, והידע בנושא הממשק בגידול אינטנסיבי מצומצם. במהלך השנה שחלפה, בחנו מספר נושאי ממשק: סוגי מזון (טבעי כמו תירס, חיטה, גזר ומזון מוכן בכופתיות בהרכבים שונים). מבחינת הגשת המזון - נמצא שהסרטן מעדיף גרגר מוצק על פני מזון מתפורר בקלות, ושמועד ההאכלה העדיף הוא בשעות הערב. כמו כן נמצא כי רמות הקרינה באזורנו גבוהות לסרטן, ולכן יש לדאוג להצלת מכלי הגידול.

נבחנו מסתורים לצ'רקס. הושם דגש על התאמת המסתורים לגודל וגיל הסרטן, והשתלבותו בממשק הגידול. נבדקו מסתורים מקובלים בגידול צ'רקס ואחרים שנמצאו מתאימים, מחומרים וטקסטורות שונים (כגון סרטי פלסטיק, שקי רשת, צינורות, תבניות ביצים ועוד).

3. השוואת גדילה של הצ'רקס במים בעלי הרכב יוני שונה.

באזורנו קיימים מספר בארות מים גיאותרמיים לא מנוצלים בשל הרכב מים שאינו מתאים לחקלאות ירוקה. נבדקו מדדים כגון שרידה, גדילה וצבע הסרטן במים גאותרמיים מקידוח צופר 20 לעומת מי החקלאות הרגילים בצופר. מתוצאות הניסוי נראה כי אין הבדל משמעותי בין הגידול והשרידה בשני סוגי המים, למרות השוני בהרכב המים.

4. תצפית מקדימה וניסוי המשך - שילוב גידול הצ'רקס בפוליקולטורה עם אמנונים.

סרטן הצ'רקס הוכנס כגידול של חקלאות מים לאזורנו ולאורך בכלל רק לפני שנים אחדות. עדיין לא ברורה הכדאיות הכלכלית של גידול הסרטן במונוקולטורה, אך לגידולו בשילוב עם דגים בחוות קיימות יש יתרון ברור: ניתן להשתמש בתשתית קיימת כמעט ללא הוצאות נוספות, ולנצל נישא בבריכות הגידול שלא הייתה מנוצלת עד היום (קרקעית הבריכה). בתצפית מקדימה שנערכה ניתן היה לראות שהגידול המשותף של שני המינים אפשרי. גידול הדגים יחד עם הסרטנים לא היווה בעיה וגדילתם לא נפגעה, אך אחוזי הגדילה והשרידה של הסרטנים היו נמוכים.

בניסוי ההמשך יושמו מספר מסקנות :

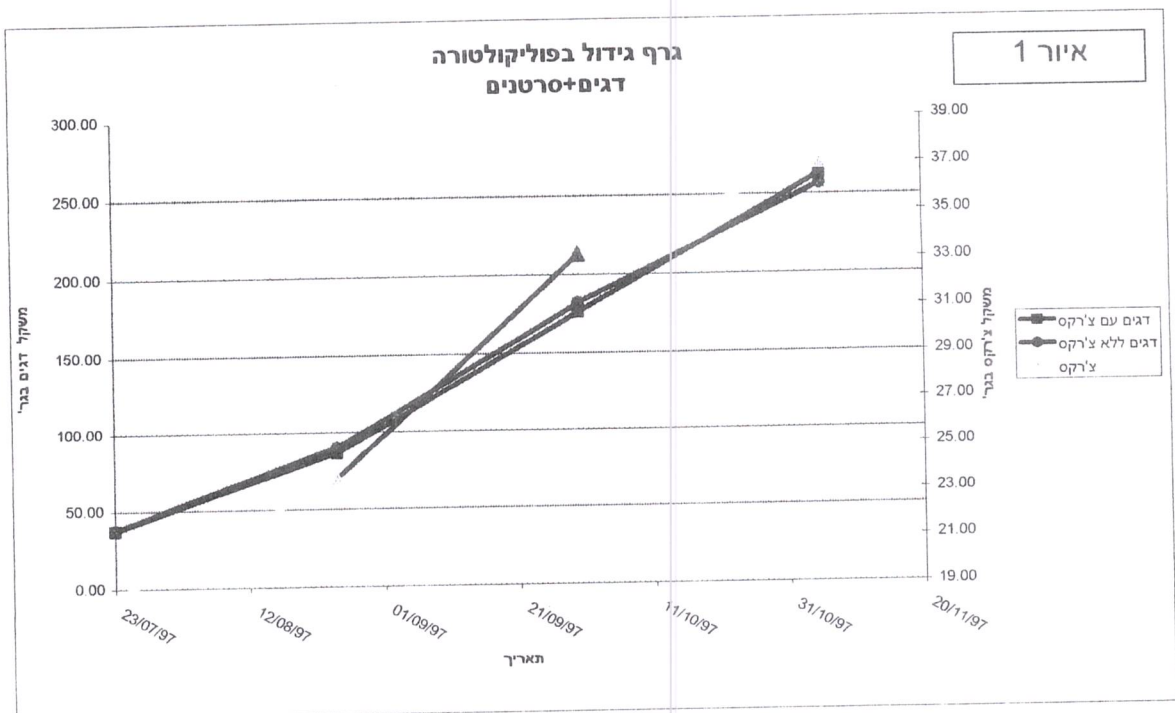
- א. יש צורך בהתאמה בין פזות הגידול של שני המינים, ורצוי שלא יהיה פער משקלים גדול בין הסרטנים לדגים.
- ב. יש לשים דגש על סוג המזון וצורת הגשתו, כדי שהמזון יגיע גם לסרטנים
- ג. מכיוון שלסרטנים יש נטייה לטפס ולצאת מהבריכה, יש "לגדר" את הבריכה למניעת בריוותם.

בעקבות תצפית זו נערך ניסוי מבוקר שבו נבחן גידול דגי האמנון בצפיפות אינטנסיבית אופיינית לחוות המסחריות באזור, בפוליקולטורה עם סרטן הצ'רקס.

מטרות הניסוי :

- א. בחינת הממשק והתאמתו לגידול המשותף של שני המינים.
- ב. השוואת קצב גידול של אמנון עם ובלי סרטנים.
- ג. קבלת נתונים על קצב גדילת הסרטנים ושרידתם בגידול המשולב.

מתוצאות הניסוי ניתן לראות, שלא נצפתה הפרעה לגידול הדגים עיני תוספת הסרטנים (איור 2-1) וניצולת המזון בשני הטיפולים הייתה טובה (איור 2). גם גידול הסרטנים ושרידתם היו סבירים. (איור 3, 1).



איור 2

ניצולת מזון	גידול יומי בגר'	שריזה %	משקל סופי בגר'	משקל התחלתי בגר'	מס' ימי גידול	נתוני גידול ממוצעים (דגים)
1.62	2.08	98.33	255.95	37.32	105	ללא צ'רקס
1.54	2.14	97.41	262.02	36.90	105	עם צ'רקס

איור 3

גידול יומי בגר'	% שריזה	משקל סופי בגר'	משקל התחלתי בגר'	מס' ימי גידול	נתוני גידול ממוצעים (סרטנים)
0.19	69.31	37.01	19	105	

דגי סילבר פרצ' (*Bidyanus bidianus*)

דג הסילבר פרצ' הוא דג אוסטרלי של מים חמים. אופטימום הגידול שלו בטמפרטורות של 23-28°C. הדג הובא לארץ לפני כשנה, במסגרת החיפוש אחר זנים חדשים שיתאימו לגידול בחוות הדגים בארץ. נאספו נתונים על דג זה בניסויים ותצפיות שנערכו בחג"מ בתחנת דור ובמכון וולקני. בתחנות מחקר אלו מוחזקות להקות, שישמשו בעתיד כלהקות הורים לשם ייצור דגיגים בארץ.

1. אימון ראשוני ושניוני של דגיגי סילבר פרצ'.

דגיגי הסילבר פרצ' עברו אקלום בתחנת דור ונקלטו בחג"מ בתחילת שנת 1997. לא נצפתה בעיה באימונם במי החג"מ, וכמעט לא הייתה תמותה בשלב זה. הדגיגים הוזנו במזון "סטרטר" 45% חלבון, המיועד לדגים טורפים.

2. ניסוי גידול דגי סילבר פרצ' עם מזון בעל הרכב תזונתי זהה הנבדל במקורות החלבון (מהצומח ומהחי).

הזנת דגים מהווה מרכיב ניכר בעלות גידול הדגים. מרכיב החלבון במזון הוא הגורם העיקרי בעלות המזון, הרולפת מקור החלבון ושימוש במקורות חלבון צמחיים יוזיל את עלות המזון.

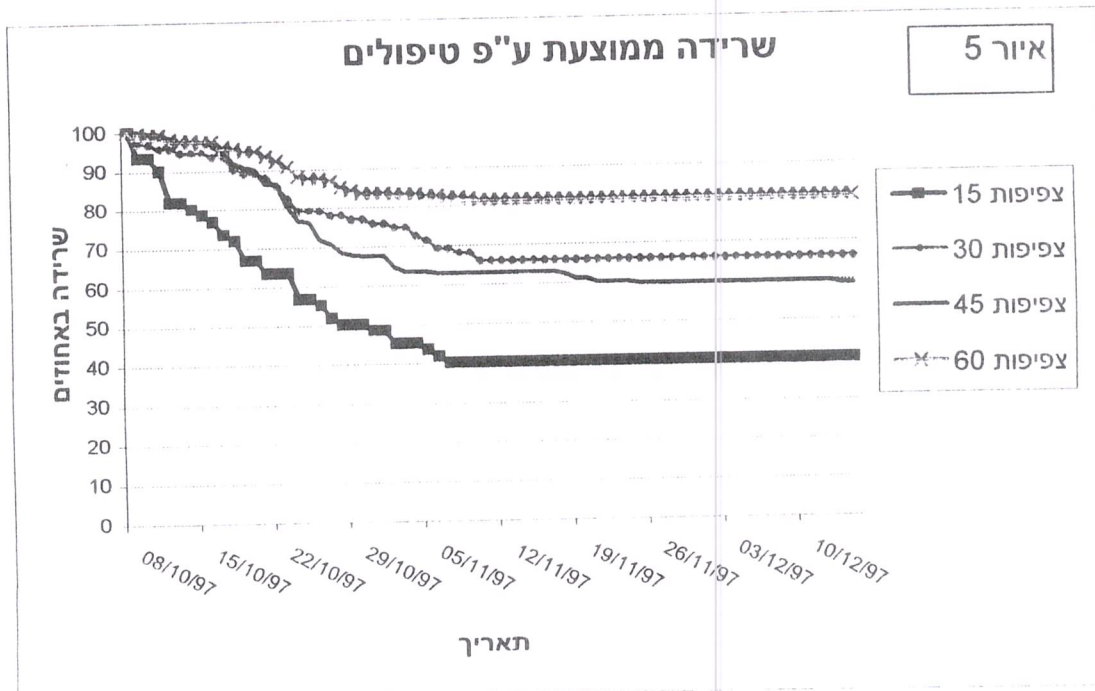
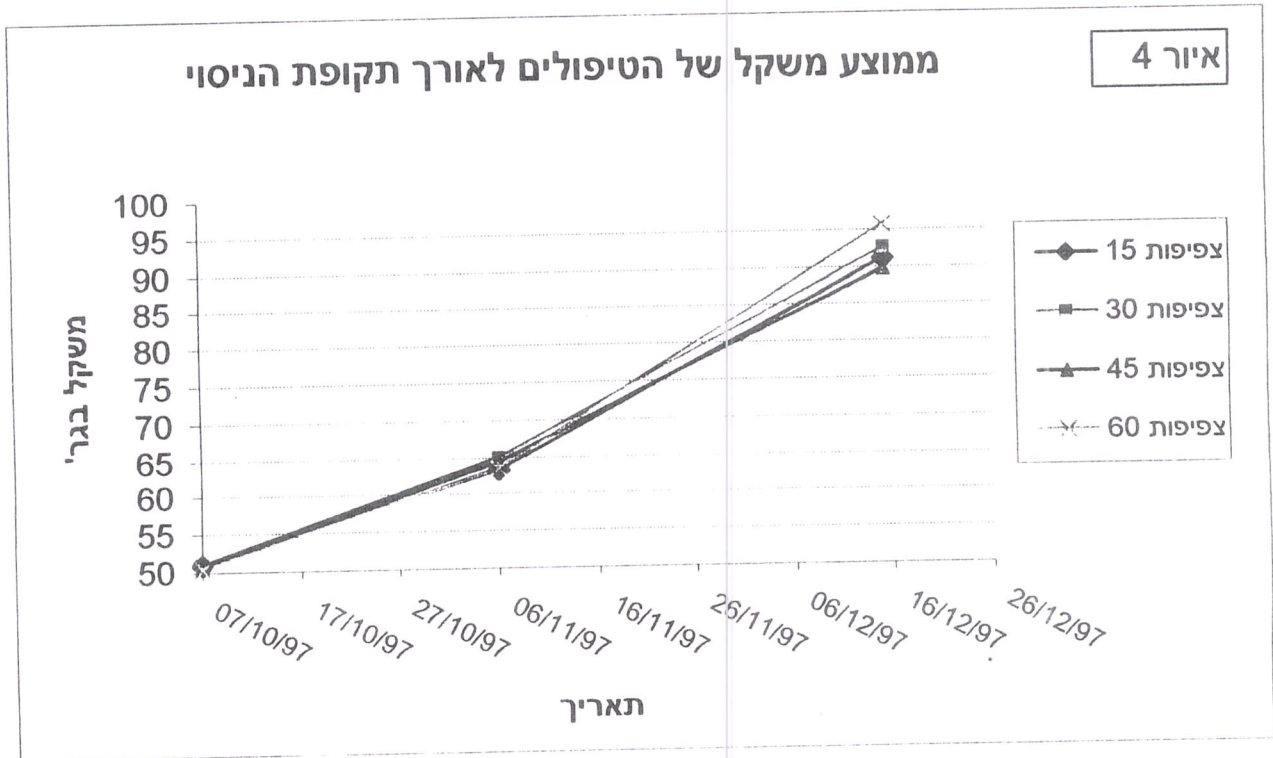
נבחן מזון בעל הרכב תזונתי זהה הנבדל במקורות החלבון (מהצומח ומהחי). תוצאות גדילת הדגים לא הראו הבדל באפקטיביות של המזונות, אך יש להתייחס לתוצאות אלו בזהירות מכיוון שקצב גדול הדגים בניסוי זה היה מועט ובחודש הראשון לא גדלו הדגים כלל. הגורם לעצירה בגידול לא הובחן ויהיה צורך לחזור על ניסוי זה.

3. ניסוי גידול דגי סילבר-פרצ' בארבע צפיפויות שונות.

קיים קשר בין צפיפות הדגים לבין קצב גדילתם. במספר מיני דגים משפיעה הצפיפות גם על אינטראקציות אגרסיביות כגון: תקיפות וקניבליזם. בניסוי זה נבחנו 4 צפיפויות גידול אינטנסיביות: 60, 45 ו-30 דגים במכלים של חצי קוב.

.4

נצפתה תמותה רבה בתחילת הניסוי ונראו סימני תקיפה על הדגים. התמותה הייתה גדולה בצפיפויות הנמוכות לעומת הגבוהות (איור 5). תופעה דומה ידועה ממיני דגים אחרים, בהם הצפיפות היא ביחס הפוך לאגרסיביות. לא נמצא הבדל בין קצב גידול הדגים בטיפולים השונים (איור 4).



מן התוצאות (איור 5) ניתן לראות הבדל בין השרידה בטיפולים השונים, כאשר ישנו יתרון ברור לצפיפות הגבוהה יותר. למרות זאת (איור 4), לא נפלה גדילת הדגים בצפיפות הגבוהה משאר הצפיפויות,

פילטרים ביולוגים

עקב מחסור במים, והרצון להגדיל את תפוקת הדגים ליחידת שטח גידול, קיימת גישה כלל ארצית של מעבר למערכות גידול סגורות. (סופר אינטנסיביות). במערכות אלו צפיפות הדגים גדולה בסדר גודל מהמקובל בבריכות עפר אקסטנסיביות (1/2 ק"ג לקוב מים במערכות אקסטנסיביות לעומת 30 ק"ג ויותר במערכות אינטנסיביות).

גידול דגים מזהם את המים. זיהום המים נובע בעיקר מהפרשת אמוניה ומוצקים ע"י הדגים, והצטברות שאריות מזון שלא נאכלו. כאשר מגדלים את הדגים במערכת סגורה יש צורך בפילטר, שינקח את המים המוחזרים לבריכה. הפילטר מסלק את החומר האורגני ע"י שיקוע או סינון, ומנטרל את האמוניה המומסת במים בפילטרציה ביולוגית, הנעשת בעזרת בקטריות המחמצנות את האמוניה דרך ניטריט לניטרט שרעילותו לדגים נמוכה. לשם קבלת הפעילות הניטריפיקנטית, המים מוזרמים דרך הפילטר, המכיל מצע מתאים לגידול הבקטריות, ששטח פניו גדול ככל האפשר. המאמצים מתרכזים בניסיון למצוא פילטר יעיל, המצריך אחזקה מינימלית.

1. בחינת תפוקתה של מערכת אינטנסיבית לגידול דגים בעלת פילטר הידרופוני רווחי.

זו השנה הראשונה בה נבדק פיטום אמנוניים ביחידת המודל (pilot). במערכת גידול סופר אינטנסיבית זו, מנוצל הפילטר לגידול צמחים בתנאים הידרופוניים. העומס המקסימלי בו הופעלה המערכת היה כ-600 ק"ג דגים. בריכת הגידול בגודל של כ-35 קוב, כאשר שטח פני הפילטר הביולוגי כ-30 מ"ר, וסך כמות המים במערכת כ-50 קוב. הדגים גדלו עד לגודל שיווק (כחצי ק"ג) ללא בעיות מיוחדות, כאשר איכות המים נשמרה ברמה טובה. נבחנו מספר סוגי צמחים, בעיקר צמחי תבלין (בזיל, מרווה, עירית, מנטה, רוזמרין, לימונית) וכן פרחים וירקות. רוב הצמחים גדלו יפה במערכת ולא הייתה בעיה במעבר ממצע אדמה למצע מנותק. בגלל מגבלה של שימוש בחומרי הדברה כימיים במערכת גידול הדגים, נבחרו צמחי התבלין שחלקם עמידים ואף דוחים מזיקים. במקרים קיצוניים, נעשה שימוש בהדברה ביולוגית (טורפים טבעיים) למלחמה במזיקי הצמחים.

2. פיתוח פילטר ביולוגי בעל מערכת שיקוע והפרדת מוצקים המבוססת על גרגרי פלסטיק (beads) וסרטי פלסטיק (trickling filter).

נעשה שילוב של פילטר המורכב מסרטי רפיה, עליהם זולגים המים, עם מגדל המכיל גרגרי פלסטיק, המשמש גם לשיקוע חומר אורגני. על סרטי הרפיה וגרגרי הפלסטיק (שיתרונם בשטח פנים גדול), מתיישבות הבקטריות המבצעות נטריפיקציה. מערכת הפילטר כולה מבצעת פילטרציה מכנית וביולוגית, ומאפשרת קיום מערכת מים סגורה. בסוף 1997 חוברה המערכת והופעלה באופן חלקי, כאשר במהלך שנה הבאה יוגדלו העומסים הביולוגיים ותיבדק יעילות המערכת.

שונות

1. **החזקת קווי אמנון (*Oreochromis niloticus, Tilapia aurea*) כלהקות הורים.**
בחג"מ מוחזקות שתי להקות הורים משני קווים שנמצאו בעלי פוטנציאל גידול טוב באזורנו. חוות שהוקמו באזור, קבלו דגיגים שמקורם בלהקות הורים אלו, ואלו משמשים אותם לצורך יצור דגיגים עצמי.
 2. **החזקת דגי ברמונדי (*Lates calcarifer*) כלהקת הורים.**
הברמונדי (באס אוסטרלי) היינו דג ים טרופי עד סוב טרופי המסוגל לגדול בתחום מליחיות רחב - כולל במים מתוקים. הלהקה הקיימת היום בחג"מ התקבלה כדגיגים לפני כ-3 שנים. הדגים אומנו פוטמו וישמשו כלהקת רבייה. במקביל, ייובאו לארץ דגיגים (וביצים מופרות), לניסויי גידול ולתחילת אכלוס בחוות.
 3. **תצפית באימון ופיטום של דגי Red Drum (*Sciaenops ocellatus*).**
דג ה-Red Drum הוא דג אמריקאי, חדש יחסית בארץ (כ-4 שנים). הדג מתאים לגידול במים מלוחים או מליחים, והוא בעל קצב גידול מהיר. נמכר תחת השם מוסר, שהוא דג מבוקש בשוק המקומי. בעקבות הצלחת גידול הדג בחג"מ, הוא אוכלס וגודל בשתי חוות דגים באזור.
 4. **המשך בדיקה ופיתוח של תוכנת מדגה, ומעבר מתכנה מבוססת DOS לתוכנה מבוססת WINDOWS. (תכנות: ישראל צברי)**
התכנה, שהוחל בפיתוחה בשנת קודמת, משמשת לאיסוף נתונים במספר משקי מודל מסחריים: בקדש ברנע, משאבי שדה, ועין תמר, וכן בחוות הניסיונות בעין יהב. בשנה הבאה התכנה תעבור לממשק "חלונות", תוך כדי יישום לקחים מתוך העבודה עם התכנה עד היום.
 5. **הנחיית פרויקטים ועבודות גמר של תלמידי מביה"ס תיכון באזור.**
נעשתה הדרכה בבניה"ס תיכון אזורי שיטים ובביה"ס האזורי ביטבתה של פרויקטים בנושאי גנטיקה, מודלים משולבים של הידרופוניקה ודגים או סרטנים, ביוטופ בדגים וסרטנים.
- חלק מן הניסויים נעשו בהדרכה ושיתוף של חוקרי מכון וולקני: דר' שינאן הרפז, פרופ' גידי חולתא, ודר' אילן קרפלוס.