

דוח למחקר 0618-356 קרן המדען הראשי של משרד החקלאות

בדיקת היתכנות טיפוח של מטילות קלות להטלה יעילה בגיל המבוגר

צוות ההיגוי : מחקרי היתכנות קוד 02-6382

חוקרת ראשית: דר' מרים פרידמן עינת [einat@agri.huji.ac.il](mailto:einat@agri.huji.ac.il)

חוקרים משנים:

דר' שלי דרוין [shelly@volcani.agri.gov.il](mailto:shelly@volcani.agri.gov.il)

מרק רוזל [markr@volcani.agri.gov.il](mailto:markr@volcani.agri.gov.il)

ושרה יוספי [yosefis@volcani.agri.gov.il](mailto:yosefis@volcani.agri.gov.il)

## תקציר

בשלוחת ההטלה, משך תקופת ההטלה היעילה הוא מהגורמים הכלכליים המשפיעים ביותר על רווחיות הענף. בהצעת מחקר זו ביקשנו לבדוק את היתכנות יצירת קווים גנטיים של מטילות הנבדלות ביעילות ההטלה בגיל המבוגר. קווי מטילות אלה יאפשרו את איתור המסלולים הפיסיולוגיים, הגנטיים והמולקולאריים הדרושים ליעילות הטלה טובה בגיל המבוגר.

בשלב הראשון של המחקר עקבנו אחר יעילות ההטלה של מטילות מבוגרות מדור F2 של הטיפוח. מצאנו כי יעילות ההטלה לא נבדלה באופן מובהק בין הקווים זאת למרות שכן נמצא מתאם ביעילות ההטלה של אחיות בשתי קבוצות הטיפוח. בהמשך המחקר התמקדנו בשתי קבוצות של מטילות מכל אחד מקווי הטיפוח שבהן היה מתאם ביעילות ההטלה גם בהקשר של כיוון הטיפוח (מטילות מתמידות ואינן מתמידות) וגם בהקשר של ההשתייכות המשפחתית. מעקב אחר שתי הקבוצות שנבחרו מכל אחד מקווי הטיפוח הראה הבדלים משמעותיים ביותר ביעילות ההטלה ויעילות יוצאת דופן ביותר של המטילות המתמידות. מטילות אלה שמשו (הפעם בגיל צעיר) ליצירת הדור השלישי של הטיפוח. מדדי הכניסה להטלה של המטילות מהדור השלישי הראו דמיון ביעילות ההטלה בשלבים הראשונים של הכניסה להטלה. זאת בהתאם למטרה של יצירת פער ביעילות ההטלה רק בגיל המבוגר. דוגמאות של DNA ו RNA מרקמות שונות של המטילות המתמידות והבלתי מתמידות מדור F2 נלקחו על פי התכנון לאנליזות גנומיות וטרנסקריפטומיות. לסיכום, על פי הנטייה המשפחתית נראה כי יעילות ההטלה בגיל המבוגר היא תורשתית וכי ניתן יהיה לקבל קווים הנבדלים בתכונה זו להמשך המחקר.

## הצהרת החוקר הראשי:

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: כן\* לא (מחק את המיותר)

\* במידה וכן, על החוקר להמציא פרטים על הגוף שבאמצעותו מופץ הידע (כמו: שה"ם)

חתימת החוקר \_\_\_\_\_ תאריך: \_\_\_\_\_

## 1. מבוא

שלוחת ביצי ההטלה של ענף הלול כוללת כ-4.5 מיליון מטילות המייצרות כ-1.7 מיליארד ביצי מאכל לשנה, ענף זה מהווה כ-15% מסך הכנסות ענף הלול, שהם קרוב למיליארד שקל בשנה. בשלוחת ההטלה מספר הביצים למטילה הוא מהגורמים הכלכליים המשפיעים ביותר על רווחיות הענף. ככל שמאריכים את משך ההטלה היעילה של המטילות כך מקטינים את העומס הכלכלי של שלב הגידול עד להתבגרות המינית שבו אין כל רווח והוצאות גדולות. תהליך ההנשרה הנהוג בגידול המסחרי, שבא לשרת את המטרה הזו, כבר נאסר באירופה (עקב הפגיעה ברווחת החיה) וצפוי שבעתיד יאסר גם בארץ. אך גם ללא איסור ההנשרה, אן ספק כי שיפור משך ההטלה היעילה יהיו בעל ערך כלכלי רב

מאחר שכל ביצה נוספת בממוצע למטילה במהלך חייה תוסיף רווח של מעל חצי מיליון שקלים לענף (מבוסס על מחיר ממוצע לחקלאי של כ 0.5 ₪ לביצה ועל ניקוי של 70% בגין הוצאות הגידול)

הטיפוח הגנטי להטלה יעילה של ביצי המאכל שנערך בעשורים האחרונים הביא לכך שהמטילות המודרניות מטילות כ- 330 ביצים בעונת ההטלה הראשונה (עד גיל 500 יום). קצב הטלה זה נחשב לקצב היעיל ביותר האפשרי מהבחינה הפיסיולוגית. אך אחרי גיל 500 יום, יורדת בהדרגה יעילות ההטלה ועולה התדירות של ביצים סדוקות וחסרות קליפה.

## 2. מטרת המחקר

בהצעת מחקר זו אנו מבקשים לבדוק את היתכנות יצירת קווים גנטיים של מטילות הנבדלות ביעילות ההטלה בגיל המבוגר. הרעיון מתבסס על ההבחנה כי בלהקה מבוגרת, כ 10% מהמטילות ממשיכות להטיל בגיל מבוגר (650 עד 700 יום = 21 עד 23 חודשים) באותה יעילות של תרנגולות צעירות (להלן "מטילות מתמידות").

מציאות קווי טיפוח אלה תאפשר את איתור מהדדים הפיסיולוגיים כמו גם המסלולים הגנטיים והמולקולאריים הדרושים ליעילות הטלה טובה בגיל המבוגר. בנוסף ניתן יהיה לבדוק במחקר המשך האם המסלולים שאופיינו ביונקים כאחרים על אריכות חיים (Kirkwood, 2011; Riga et al., 2011; Slagboom et al., 2011) קשורים בעופות להארכת משך ההטלה היעילה. כך מחקר זה יאפשר את יישום ההתקדמות במחקר של הארכת תוחלת החיים הנעשה בבעלי חיים אחרים - גם לעופות.

## 3. פרוט עקרי הממצעים ודיון

### 1.2. מעקב אחר יעילות ההטלה בקווי הטיפוח של המטילות המתמידות והמסיימות (דור ההכלאות השני, F2).

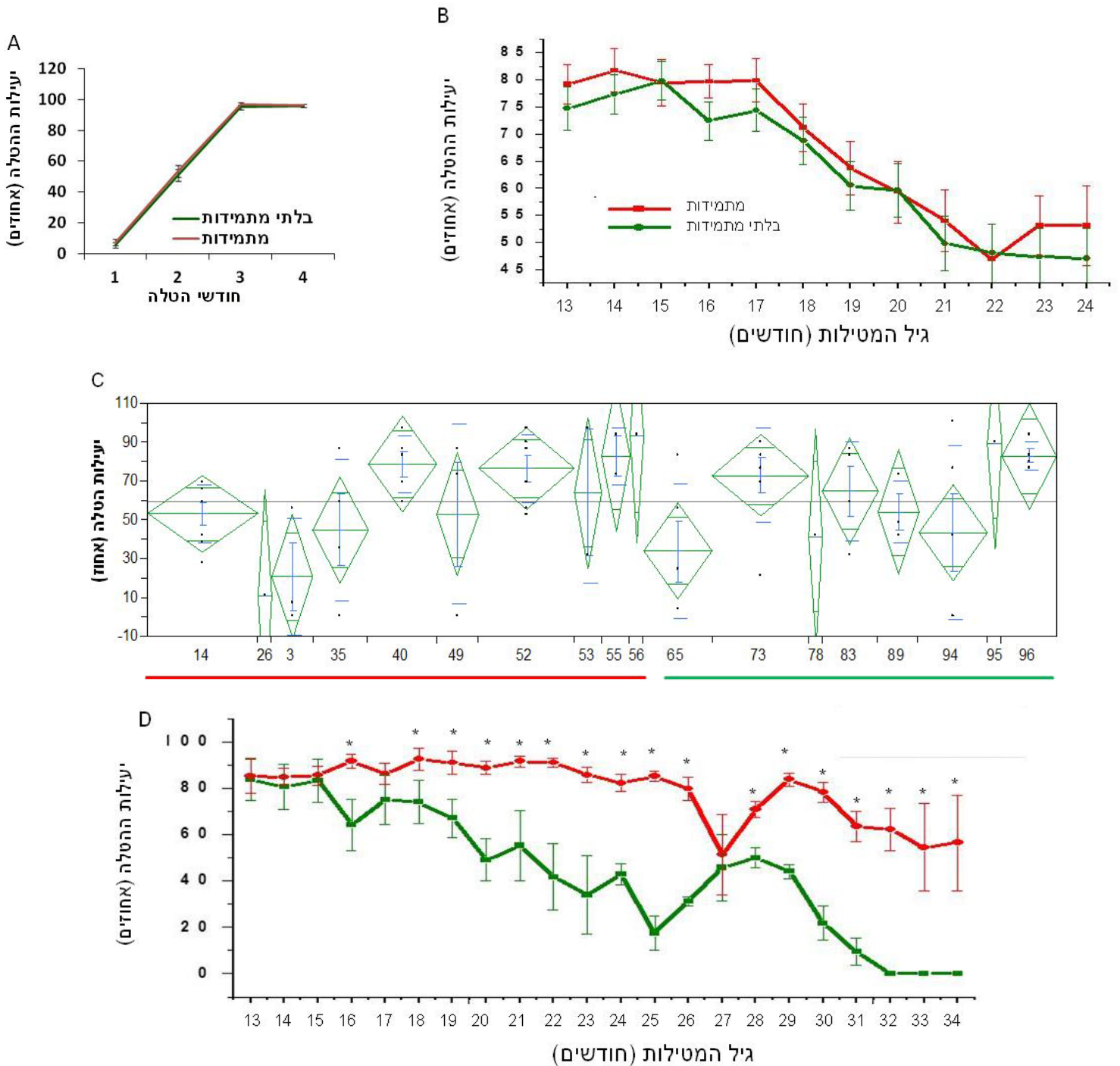
בטבלה 1 מוצגים המאפיינים של הכניסה הטלה של שתי קבוצות הטיפוח מבחינת גיל הכניסה להטלה, ומשקל הגוף בכניסה להטלה (המטילות נשקלו ביום שבו הטילו את הביצה הראשונה). בשני מדדים אלה לא היו הבדלים בין שתי הקבוצות בהתאמה לכך שהטיפוח נעשה על מדדי ההטלה בסוף תקופת ההטלה ולא בתחילתה. בנוסף ניתן לראות בטבלה 1 כי לא היה הבדל במשקל גוף העופות גם לפני ההתבגרות המינית (גיל 13 שבועות) וגם בגיל של 350 יום (50 שבועות) שבה ההטלה עדיין בשיאה.

טבלה 1 – מאפייני הכניסה להטלה ומשקל גוף בשלבי הגידול השונים של המטילות בשני קווי הטיפוח.

SME	SME	מפסיקות	מתמידות	מאפייני הכניסה להטלה
1.7	1.2	143.6	141.8	גיל כניסה להטלה (ימים)
25.7	22.5	987.1	997.4	משקל גוף בגיל 13 שבועות
33.6	20.7	1567.3	1500.1	משקל גוף בגיל ביצה ראשונה
47.1	29.3	1784.8	1745.4	משקל גוף בגיל 50 שבועות

אף אחד מהמדדים בטבלה 1 לא נבדל משמעותית ( $P < 0.05$ ).

**איור 1: יעילות ההטלה של המטילות משני קווי הטיפוח**



**איור 1:** יעילות ההטלה נקבעת על ידי מעקב פרטני יומיומי אחר הביצים המוטלות. החישוב נעשה בכל חודש על פי מספר הביצים המוטלות באותו חודש חלקי מספר הימים.

A. יעילות ההטלה בכניסה להטלה זהה בשתי קבוצות הטיפוח (בהתאם לצפוי).

B. יעילות ההטלה החל מגיל 400 יום ועד גיל 760 יום דומה בשתי הקבוצות (בניגוד לצפוי).

C. אנליזה JMP של יעילות ההטלה בגיל 16 חודשים המראה דמיון משפחתי של אחיות ביעילות ההטלה.

D. מעקב של 22 חודשי הטלה: החל מגיל 13 חודשים עד גיל של 34 חודשים של קבוצת אחיות מתמידות מקבוצת המתמידות (52 & 40) ושל קבוצת אחיות בלתי מתמידות מקבוצת הבלתי מתמידות (94 & 65). (איור 1C).

טבלה II - מדדי איכות הביצים המוטלות (ממוצא של גיל 15 עד 20 חודשים)

סטיית תקן	צפיפות קליפה (מ"ג לסמ"ר)	סטיית תקן	ביצים ללא קליפה (%)	סטיית תקן	ביצים שבורות (%)	
0.94	75.33	0.19	0.83	0.80	2.94	מתמידות
0.78	74.72	0.20	1.00	1.06	3.05	בלתי מתמידות

הטבלה מייצגת ערכים ממוצעים של כמה חודשים (מטילות בגיל 15 עד 20 חודשים) צפיפות הקליפה נקבעה בגיל 17 חודשים. אף אחד מהמדדים לא היה משמעותי מהבחינה הסטטיסטית ( $P > 0.05$ ). צפיפות קליפת הביצה נקבעה על פי הנוסחה המקובלת:  $EW^{0.7058} \times 3.982 / SW \times 1000$ . בנוסחה זו  $SW =$  משקל קליפת הביצה ו  $EW =$  משקל הביצה. משקל קליפות הביצים נמדד אחרי הוצאת תוכן הביצים, שטיפה וייבוש הביצים בתנור.

בניגוד לצפוי לא ניתן היה לראות הבדלים מובהקים ביעילות ההטלה בין קבוצות הטיפוח (איור 1A&B), וגם לא באיכות הביצים המטלות (טבלה II). לעומת זאת, כן נמצא מתאם ביעילות ההטלה בין אחיות (איור 1C). המתאם שנמצא ביעילות ההטלה של האחיות מצביע על השפעה גנטית כלומר תורשתיות של התכונה ליעילות ההטלה בגיל המבוגר בלהקה זו. להערכתנו יתכן כי לא נמדד פער ביעילות ההטלה בין קבוצות הטיפוח בדור זה בגלל עיקוב משמעותי (מסיבות טכניות) בתהליך ייצור דור F2. האימהות מדור F1 הופרו בגיל הקרוב ל 700 יום (23 חודשים). סביר להניח כי ההפריות בגיל כה מבוגר הביאו לטיפוח הפוך מהמתוכנן לגבי המטילות הבלתי יעילות. רק היעילות ביותר מבין המטילות הבלתי יעילות המשיכו להטיל ביצים פוריות.

מעניין לציין כי נראה שבחירת גיל מבוגר להפריות פגע גם במטילות היעילות. בלהקת המוצא של מטילות אלה יעילות ההטלה בגיל 13 חודשים היא מעל 85% והירידה מתחת ל 85% הטלה צפויה רק אחרי גיל 16 חודשים. לתצפית זו יכולים להיות שלשה הסברים: (1) שתנאי הגידול של הפרגיות בדור F2 היו פגומים, אולי תקלה בתאורה שלא שמנו לב אליה, אולי בעיות במזג האוויר באותה שנה, ואולי בעיה בתערובות ששמשו להזנה. (2) שהבקעה של מטילות מביצים של מטילות מבוגרות פוגעת בביצועי ההטלה של הצאצאות דרך השפעות אפיגנטיות הקשורות למשל לירידה באיכות הביצים והשפעה אפשרית על ירידת איכות זו על התפתחות העוברים. (3) שבתהליך הטיפוח הבאנו להקטנה של השונות הגנטית שהביא לפגיעה בייצור.

בשלב זה קשה לקבוע את הסיבה האמיתית לירידה ביעילות ההטלה בדור זה. למרות זאת ביצועי שתי קבוצות המטילות הטובות (איור 1C), הן יוצאות דופן בכל קנה מידה. יעילות ממוצעת של מעל 80% עד גיל 30 חודשים (שנתיים וחצי) לא דווחה מעולם באף להקה של מטילות.

2.2 אפיון מטילות דור F2

המטילות ששמשו להכלאות וליצירת דור ההמשך (דור F3), נשמרו למעקב. ההבדל ביעילות ההטלה של מטילות אילה מוצג באיור 1D. בסוף תקופת המעקב המטילות נקטלו ונלקחו דוגמאות DNA לשם אנליזות גנומיות (full genome re-sequencing) ודוגמאות מרקמות הלב לב הכבד והשומן לאנליזה של ביטוי גנים. בנוסף מדדנו את הרכב הגופה בשתי קבוצות המטילות, כפי שמוצג בטבלה III.

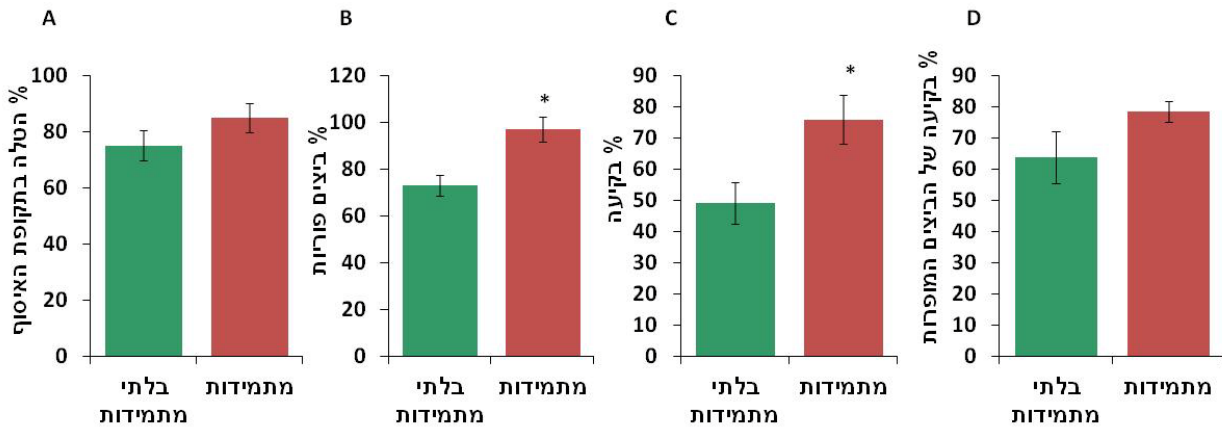
**טבלה III - משקל הגוף הכללי ומשקל יחסי של הרקמות המטבוליות: שומן בטני, כבד ולבלב של המטילות המתמידות והבלתי מתמידות**

Group	Total BW	Liver / BW ratio	Pancreas/ BW ratio	Fat/ BW ratio
מתמידות	1714.50 ± 142	2.03 ± 0.20 <sup>a</sup>	0.14 ± 0.02 <sup>a</sup>	3.74 ± 0.98 <sup>a</sup>
בלתי מתמידות	1640.00 ± 193	1.99 ± 0.31 <sup>a</sup>	0.16 ± 0.02 <sup>b</sup>	3.55 ± 1.14 <sup>a</sup>
<i>P value</i>	0.260	0.701	0.001	0.630

ניתן לראות בטבלה שלא היה הבדל משמעותי במשקל הגוף של המטילות וגם לא באחוז המשקלי של שתי הרקמות המטבוליות הכבד והשומן. לעומת זאת נמצא הבדל משמעותי בגודל הבלב. בבדיקה של ביטוי גנים ניתן יהיה בהמשך המחקר להבין יותר לעומק את משמעות ההבדל שנמצא: האם מדובר בעליה בתאי ביטא המייצרים אינסולין, בתאי אלפא המייצרים גלוקגון, בתאי דלתא המייצרים סומטוסטטין או בתאים המייצרים את אנזימי העיכול. גם במשקל היחסי של השחלה, ועצמות הירך והשוק לא נמצאו הבדלים משמעותיים בשתי הקבוצות (תוצאות לא מובאות).

**3.2. יצירת דור F – 3**

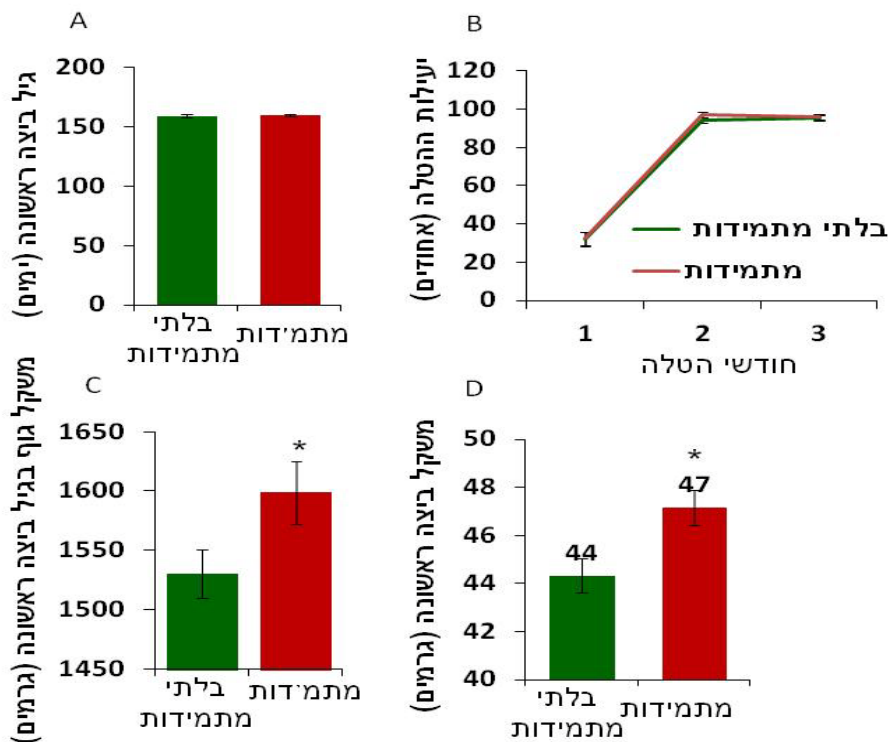
כדי שלא לחזור על הטעות שנעשתה בהכלאה המאוחרת מידי של האימהות של דור F2 שהביא להעשרתן של מטילות יעילות בקבוצת הבלתי יעילות (כלומר גרם לטיפוח הפוך מהמתוכנן בקבוצה זו), בחרנו את המטילות להפריות של הדור הבא בגיל 480 יום (16 חודשים). בכל קבוצת טיפוח נבחרו שתי משפחות שהראו מתאם גנטי ביעילות ההטלה גם ביניהן וגם בהקשר של קבוצת הטיפוח: שתי קבוצות של אחיות מתמידות מבין קבוצת המתמידות (52 & 40) ושתי קבוצות של אחיות בלתי מתמידות מקבוצת הבלתי מתמידות (94 & 65) (איור 1C). ההכלאות כל אחת מקבוצת האחיות, הופרתה במשך 3 שבועות בתדירות של פעמיים בשבוע. הזכרים ששמשו להפריות היו האחיים של המטילות שנבחרו. קבוצות מטילות 40 ו 52 הופרו עם זרמה שהופקה מהאחים של מטילות 52 ו 40, בהתאמה, כך שהאחים של קבוצת מטילות אחת ישמשו להפריה של קבוצת המטילות השנייה. כך גם קבוצות מטילות 65 ו 94 הופרתה עם זרמה שהופקה מהאחים של מטילות 65 & 94, בהתאמה. את תוצאות ההכלאות ניתן לראות באיור 2.



ההכלאות נעשו מזרע טרי שהופק מאחיהן של המטילות המתמידות והבלתי מתמידות אך הבחירה של שתי קבוצות מכל טיפול אפשרה את ההקפדה על כך שלא תהיה הפריה ישירה של אח ואחות. בכל יום נאספו הביצים המוטלות ונשמרו ב 20 מעלות צלסיוס ליום או יומיים ואחר כך הועברו למקרר של 16 מעלות להמשך האכסון עד להדגרה. ההטלה הייתה טובה בשתי קבוצות הטיפול (A). פוריות הביצים נבדקה ביום 10 של ההדגרה (B) (candling). אחוזי הבקיעה חושבו גם יחסית לביצים שהוכנסו להדגרה (C) וגם יחסית לביצים המופרות (D). הקווים המאונכים מציגים את סטטית התקן (n=10). הכוכבית מייצגת מובהקות סטטיסטית ( $n > 0.05$ ).

שתי משפחות המטילות שנבחרו מהמטילות המתמידות ושתי קבוצות המטילות שנבחרו מהמטילות הבלתי מתמידות על בסיס הביצועים שלהן בגיל 16 שבועות (איור 1) הטילו במהלך שלשת השבועות של האיסוף ביעילות דומה (איור 2 ואיור 1D). ממצא זה לא היה צפוי אך נראה כי קשור בתנאי מזג האוויר ובהשפעה שונה של עונות השנה בלול המטילות הפתוח על שני קווי הטיפול כפי שניתן לראות במעקב אחר יעילות ההטלה בכל תקופת הניסוי (איור 1D). אך מצאנו הבדל משמעותי במידת הפוריות של הביצים המוטלות. לתוצאה זו חשיבות כלכלית לא מבוטלת כי הפוריות הן בזני המטילות הקלות והן הכבדות יורדת עם הגיל וירידה זו מהווה בעיה כלכלית קשה. נראה כי בטיפול שביצענו הצלחנו לטפח להגברת הפוריות. בנוסף, יתכן כי השיפור בפוריות קשור לערכי הוג גבוהים יותר של ביצי המטילות המתמידות. מדד ההוג נעשה חשוב מהבחינה הכלכלית עקב הצפי שערכי ההוג, המשקפים את איכות חלבוני הביצה, יהווה קריטריון לאיכות הביצים המסחריות וישפיעו על מחירן. את האפשרות הזאת נבדוק בביצים שיוטלו ממטילות הדור השלישי.

איור 3: מדדי הכניסה להטלה של דור ההכלאות השלישי



כמו בדור F2, גם בדור F3, גיל המטילות בכניסה להטלה (גיל ביצה ראשונה) לא היה שונה בין שני קווי הטיפוח וגם יעילות ההטלה וקצב ההגעה לשיא ההטלה לא היה שונה בין שני הקווים. נתון זה חשוב ביותר כי מטרת הטיפוח היא לא לפגוע במדדי ההטלה בכניסה להטלה ובשלב של שיא ההטלה אלא להשפיע על מדדי ההטלה בגיל המבוגר בלבד.

למרות זאת כן נמצא הבדל משמעותי במשקל הגוף בכניסה להטלה (גיל ביצה ראשונה) ובמשקל הביצה הראשונה. ההשפעה האפשרית של מדדים אלה על מדדי ההטלה בגיל המבוגר יבחנו בהמשך המחקר.

#### 4. סיכום ודיון בתוצאות

ההנחה בדבר התורשתיות של התכונה להטלה יעילה הוכחה למעשה על ידי הטיפוח האינטנסיבי שנעשה בעשורים האחרונים של זני המטילות הקלות שהביא להישגים מזהירים. אך הספק קיים לגבי השונות בלהקות הקיימות היום: האם השונות בלהקות היא על רקע גנטי או שהיא קשורה להבדלים סביבתיים ואפי גנטיים? שאלה זו חשובה משתי סיבות: (1) כדי להבין האם ניתן לטפח ללהקה שיעילות ההטלה שלה תהיה כמו של 10% המטילות היעילות בלהקות הקיימות. (2) כדי לייצר מודל מחקרי של קוים גנטיים של מטילות מתמידות ובלתי מתמידות שיאפשר ללימוד את הגורמים הפיסיולוגיים והגנטיים הקשורים ליעילות הטלה. כלי מחקר זה יהיה חיוני לשיפור הטלה בהכוננת הקריטריונים להמשך הטיפוח אך בנוסף בפתוח דרכי ממשק שישיעו על המדדים הפיסיולוגיים שיתגלו כחשובים להטלה יעילה.

במחקר זה מצאנו כי בדור F2, יעילות ההטלה לא נבדלה באופן משמעותי בין שני קווי הטיפוח. אך הנחת העבודה לפיה יעילות ההטלה בגיל המבוגר נקבעת על ידי המערך הגנטי קבלה אישור במחקר זה בהתאמה שנמצאה ביעילות ההטלה בין האחיות – צאצאות של אותה אימא. אנו מנחים כי העיכוב בהכלאות של הורי מטילות דור F2 הוא שהביא גם לירידה כללית ביעילות ההטלה בשני קווי הטיפוח וגם למיסוך ההבדלים בניהן. המעקב שנמשך כמעט עד לגיל של

3 שנים אחרי שתי קבוצות של אחיות מכול אחד מקווי הטיפוח הראה כי יעילות הטלה בשתי הקבוצות היעילות מהמטילות שטופחו להטלה יעילה הייתה יוצאת דופן ביעילותה – מעל 80% הטלה על גיל של 2.5 שנים. לכן, יצירת דור F3 מהמטילות שנבחרו להמשך המעקב, וההכלאות שנעשו בגיל צעיר של המטילות עשוי על פי הערכתנו לפצות על הבעיה שהתגלתה בדור F2 ולהביא בדור F3 להוכחת השערת המחקר. במקרה זה דור F3 יהווה מודל ייחודי ללימוד המדדים הפסיולוגיים (חוזק עצמות, אחוז רקמת שומן, ביטוי גנים ברקמת שומן וכדומה) ואיתור הגנים הקשורים להקניית יעילות הטלה גבוהה בגיל המבוגר.

Kirkwood TB 2011 Systems biology of ageing and longevity. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* **366** 64-70.

Riga S, Riga D, Mihailescu A, Motoc D, Mos L & Schneider F 2011 Longevity health sciences and mental health as future medicine. *Ann N Y Acad Sci* **1197** 184-187.

Slagboom PE, Beekman M, Passtoors WM, Deelen J, Vaarhorst AA, Boer JM, van den Akker EB, van Heemst D, de Craen AJ, Maier AB *et al.* 2011 Genomics of human longevity. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* **366** 35-42.



## 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.

<b>מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.</b>
לבדוק את היתכנות יצירת קווים גנטיים של מטילות הנבדלות ביעילות ההטלה בגיל המבוגר ולייצר קווי מטילות שיאפשרו את איתור המסלולים הפיסיולוגיים, הגנטיים והמולקולאריים הדרושים ליעילות ההטלה בגיל המבוגר של המטילות.
<b>עיקרי התוצאות.</b>
עדות להשפעה הגנטית על יעילות ההטלה התקבלה מהתצפית לפיה יעילות ההטלה של מטילות אחיות (מאותה אימא) דומה. ניתוח סטטיסטי הראה דמיון מובהק ביעילות ההטלה בין קבוצות האחיות. בנוסף נמצא ששתי קבוצות של אחיות מקו הטיפוח של המטילות המתמידות הטילו ביעילות יוצאת דופן של מעל 85% הטלה עד גיל של שנתיים וחצי. מטילות אלה ומטילות מקו הטיפוח של המטילות הבלתי יעילות שמשו ליצירת דור המטילות הבא, על פי תוכנית המחקר.
<b>מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח?</b>
מטרות המחקר של יצירת הדור השלישי של ההכלאות הושגו. כמו כן הושגו ראיות להשפעה גנטית על יעילות ההטלה בגיל המבוגר. הבעיה שהתגלתה הייתה שקווי המטילות מדור F2 לא נבדלו ביעילות ההטלה. על פי ההערכה שלנו לגבי הסיבה לממצע לא צפוי זה, ביצענו את ההכלאות של הדור הבא בגיל צעיר של האימהות.
<b>בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר</b>
במחקר ההיתכנות לא היה מתוכנן לסיים את המחקר אלא רק להביא אותו לשלב מתקדם שבו ניתן יהיה להדגים את היתכנות גישת המחקר. המטרה הושגה באופן חלקי אך יצרנו את הכלים שבעזרתם ניתן יהיה להשלים את מטרת המחקר בהמשך המעקב אחר יעילות ההטלה של המטילות שיצרנו.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: <b>פרסומים בכתב</b> - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי;
ניתן יהיה לפרסם ולהפיץ את המחקר רק במידה שקווי המטילות של דור ההכלאות השלישי שיצרת במחקר הנוכחי יהיו שונים באופן מובהק ביעילות ההטלה בגיל המבוגר.
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
√ ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
√ חסוי – לא לפרסום: <b>יש לצרף אישור ומידע ממוסד המחקר</b>
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן* - לא -
בכוונתנו להגיש תוכנית המשך אך לא לפני שנבחן את יעילות ההטלה בדור השלישי.

\*יש לענות על שאלה זו רק בדו"ח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדו"ח שנה שניה במחקר שאושר לשלוש שנים