

## זיהוי פרטני של יעילות ייצור בבקר מגזע הולשטיין

**Identification of individual efficiency characters in Holstein cows**

מוגש לצוות היגוי בעלי חיים מדען ראשי משרד החקלאות

על ידי

ברוש אריה מחלקה לבקר וגנטיקה מנהל המחקר החקלאי  
 שבתאי אריאל מחלקה לבקר וגנטיקה מנהל המחקר החקלאי  
 מירון יהושוע מחלקה לבקר וגנטיקה מנהל המחקר החקלאי  
 אביב אשר (הסטודנט שביצע את המחקר לעבודה לתואר שני)  
 הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: /לא חתימת החוקר

**תקציר**

המחקר בוצע בשלוש עונות חליבה ב 72 פרות גבוהות תנובה. נמדדו צריכת מזון, נעכלות in-vivo של המנות (שיטת indigestible NDF). חושב ערך אנרגיה מטבולית (ME) ונטו לחלב (NEL) של המנות. במהלך התחלובה נמדדו כל מדדי מאזן האנרגיה (Mcal/day) ומרכיביהם: צריכת האנרגיה המטבולית (MEI), ייצור החום (HP), אנרגיה בחלב, שינוי אנרגיה בתחולת הגוף, וסכום שני האחרונים (RE, Recovered energy). יעילות הייצור חושבה כ RE/MEI, כ RFI (MEI מדוד פחות צפוי), כ RHP (HP מדוד פחות צפוי). נמדד הקשר בין היעילות לנעכלות in-vivo ב 20 פרות נבחרות שמייצגות רמות יעילות שונה נלקחו דגימות דם לבדיקת הקשר בין רמת היעילות לבין מטבוליטיס בדם. הסיכום הנוכחי מתייחס לנתונים שנמדדו עד 40 שבועות בתחלובה. נמצא שערכי האנרגיה של המנות המחושבות לייצור חלב בישראל הנו גבוה משמעותית מהערכים האמיתיים. ממצעי המחקר מראים שכל מרכיבי מאזן האנרגיה מושפעים באופן מובהק מהשבוע בתחלובה, מתאריך המדידה (אורך יום ושינוי אורך יום), ממספר התחלובה ומעומס החום. יעילות הייצור שמחושבת כ RE/MEI אינה מושפעת מתאריך המדידה וממשקל הפרה, מושפעת מהשבוע בתחלובה, מגיל ההיריון (חיובי), ממספר התחלובה (שלילי) ומעומס החום (שלילי). יעילות הייצור במונחי RFI ו RHP לא מושפעת משבוע התחלובה, מושפעת מתאריך המדידה, עולה (ערכי מדדים יורדים) עם עליית רמת הייצור, יורדת (ערכים עולים) עם עליית משקל הפרה. מכאן שבניגוד למקובל קבועי התמרת האנרגיה לקיום וואו לייצור אינם קבועים. נראה שהסיבה העיקרית לשינויים ביעילות היא היציבות היחסית של ייצור החום, גם כאשר הייצור יורד. בחישוב של ממוצע קבוצתי של שבועות בתחלובה, המתאם בין היעילות המחושבת כ RFI וזאת המחושבת כ RHP, הינו גבוה ( $R^2 = 0.69$ ). הממצא האחרון תומך בהשערה שהשינויים ביעילות במונחי RFI ו RHP נובעים מיציבות ה HP גם כאשר ה RE יורד לאחר שיא התחלובה. טווח השונות הפרטני במדדי ה RFI וה RHP (Mcal/day), מתוקן להשפעות המובהקות נע בין  $-13 \pm 3$  ל  $+15 \pm 3$ , ובין  $-7 \pm 4$  ל  $+9 \pm 4$  בהתאמה, שהם 45% ו 53% מערכי ה MEI וה HP בהתאמה. לא נמצא מתאם פרטני בין היעילות שחושבה כ RFI וזאת שחושבה כ RHP ( $R^2 = 0.0004$ ). ייתכן שממצא זה נובע מכך שמשנתני היעילות RFI ו RHP צוברים לתוכם את כל הטעויות במדידה של מרכיביהם (HP, RE, MEI). המתאם הליניארי בין היעילות המחושבת כ RE/MEI לאותו ערך שבו ה MEI לא נמדד ישירות, ומחושב כ RE+HP מובהק ( $P < 0.001$ ,  $R^2 = 0.45$ ), מכאן יש תמיכה לאפשרות של זיהוי פרות יעילות ללא מדידת צריכת מזון.

## מבוא

טיפוח להגדלת היעילות שלא דרך הגדלת הייצור הנו הליך קשה ויקר מאחר שהוא מחייב מדידה יקרה של צריכת מזון פרטנית. הטיפוח להגדלת הייצור שיפר את היעילות הקבוצתית אך לא טיפל בשונות הפרטנית של היעילות מעבר לרמת הייצור. המדד המקובל למדידת יעילות כיום הוא ה RFI שהוא ההפרש שבין צריכת המזון המדודה לצריכה הצפויה לפי רמת הייצור, ערך שלילי מאפייין יעילות גבוהה מהממוצע. השימוש בשיטה מוגבל בגלל היוקר של מדידת צריכת מזון פרטנית. מאזן האנרגיה ( $MEI=HP+RE$ ) מוגדר ב שלושה מרכיבים: MEI צריכת אנרגיה מטבולית (ME), HP ייצור החום, ו RE (Recovered energy, סכום האנרגיה שבתוצר, החלב, ובשינוי המצב הגופני). פיתוח השיטה למדידת HP בעזרת קצב הלב (Brosh 2007) מאפשר לקבוע את מאזן האנרגיה ללא מדידת צריכת המזון בעלות נמוכה יחסית. אנו מציעים להשתמש במדד יעילות חלופי ל RFI, מדד זה מחשב את ה HP המדוד פחות הצפוי (בהתאם לרמת הייצור) (RHP).

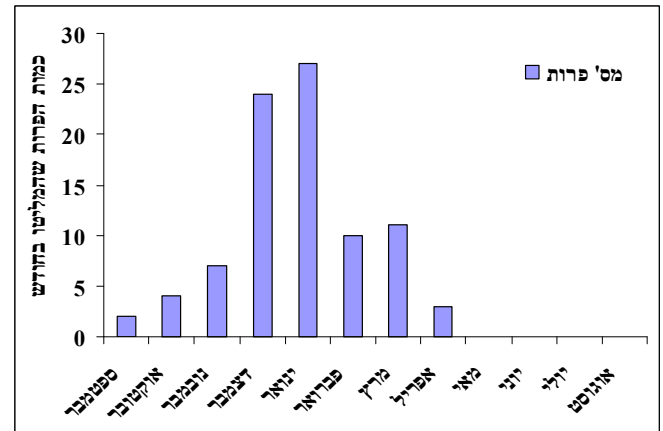
**היפותזות המחקר: 1.** בהתאם למקובל בספרות בסביבה תרמו-ניטראלית צריכת האנרגיה לקיום תלויה בעיקר במשקל הגוף ואינה מושפעת מרמת הייצור, **2.** מקדמי ההתמרה של עודפי צריכת האנרגיה המטבולית לייצור הינם קבועים ותלויים בסוג ההתמרה (חלב, שינוי משקל גוף ריק (חלבון (שריר), או שומן), **3.** שונות פרטנית ביעילות יכולות לנבוע משונות פרטנית ביעילות העיכול ומשונות בייצור החום ביחס למשקל הגוף (שונות בצורכי קיום) או במקדמי ההתמרה לייצור, **4.** ניתן לאתר פרת יעילה מתוך מדדי ה HP וה RE, כלומר ללא מדידת צריכת המזון, ההיפותזה מבוססת על משוואת מאזן האנרגיה.

**מטרות המחקר** שבוצע בפרות הולשטיין גבוהות תנובה היו: **1.** למדוד את כל מרכיבי מאזן האנרגיה במהלך התחלובה ובכמה תחלובות עוקבות, **2.** לבדוק את הקשר בין מדדי הייצור הנ"ל, השבוע בתחלובה ועונת המדידה לבין ערכי יעילות הייצור (RHP, RFI, RE/MEI), **3.** לאמוד את השונות הפרטנית ביעילות הייצור לבדוק למה ניתן ליחס את השונות (HP, נעכלות, ואו שילוב ביניהם) ולפתח יכולת בת יישום לזיהוי פרטני של הפרה היעילה.

## שיטות העבודה:

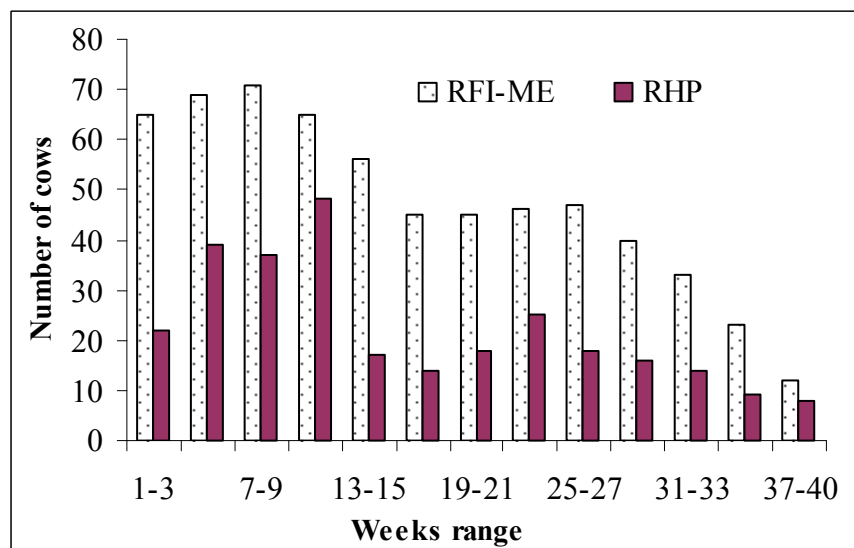
הניסוי בוצע ברפת הפרטנית בבית דגן המצוידת ב 42 אבוסים פרטניים, ונבדקו סה"כ 72 פרות. טווח השבועות בתחלובה (WOL) של הפרות בניסוי היה מהשבוע הראשון לתחלובה ועד לשבוע 40 לתחלובה. מספר פרות שלא נכנסו להריון נבדקו מעבר לתקופה זאת עד ל 78 שבועות. עשרים פרות בניסוי נבדקו ב 3 תחלובות עוקבות. ערכי המנות **המחושבות** (אנרגיה נטו לחלב (NEL, Mcal/kgDM) שהוגשו היו 1.75 ו-1.80. נמדדו כל מרכיבי מאזן האנרגיה: האנרגיה (Mcal/day) בחלב, בשינוי המצב הגופני, בצריכת המזון, וה HP בשיטת קצב הלב. מתוך מדדי הייצור חושבו צריכת האנרגיה המטבולית הצפויה (MEI<sub>ex</sub>) וייצור החום הצפוי (HP<sub>ex</sub>). החישובים נעשו בהתאם למשוואות המכמתות את יחסי מעבר האנרגיה מהצריכה לייצור לפי (NRC (2001). ערכים אלו הושוו לערכי ה MEI וה HP שנמדדו בפועל). **הערה:** ערכי ה RFI מבטאים בספרות בק"ג מזון, מאחר שאנו רוצים להשוות ביניהם לבין ערכי ה RHP אנו מבטאים גם את ה RFI ביחידות אנרגיה (Mcal/day) של אנרגיה מטבולית. הסטטיסטיקה להערכת השתנות ממדי הייצור, המאזן והיעילות נעשתה בשתי דרכים, **1.** רגרסיה פולינומית לאומדן השפעת השבוע בתחלובה, **2.** רגרסיה רב גורמית לבדיקת השפעות שבוע בתחלובה אורך יום, השתנות אורך יום, משקל (או גיל הריון), עומס חום (THI), מספר תחלובה, ואנרגיה בחלב על המדדים. ערכי ה THI נבדקו כאינדקס של 4 דרגות: 75 ומטה=0, 75-80=1, 80-85=2, גדול מ 85=3.

לצורך דרוג הפרות באופן פרטני לרמות היעילות במדדי ה RFI-ME וה RHP תוקנו כל מדדי היעילות בשבועות שנמדדו לערך סטנדרטי אחיד. כלומר הערך בפועל שנמדד בשבוע מסוים בתחלובה מסוימת תאריך מדידה ו THI תוקנו לערך הממוצע של כל הפרות בניסוי בהתאם להשפעת כל מרכיב על מדד היעילות. המתאם בין מדדי היעילות RFI-ME ו RHP נבדק פעם אחת לפי הממוצעים השבועיים של כל הפרות בשבועות תחלובה (2 עד 40) ובשנית באופן פרטני בו כול פרה הושוותה לעצמה. התפלגות תאריך ההמלטה של הפרות שהשתתפו בניסוי מוצג בציר הבא:



איור A. מספר הפרות שהמליטו בכל חודש במהלך שלושת שנות המחקר.

את החגורות למדידת קצב לב לא ניתן להשאיר ברציפות על הפרות. משך הפעילות של שעון פולר S610 שהשתמשנו בניסויים היה 100 שעות כאשר קצב הלב נרשם בתדירות של פעם בדקה. ייצור החום (HP) נקבע ממדידת קצב לב במשך 4 יממות וכיולו לצריכת חמצן, במדידה של 10-15 דקות. המדידות בוצעו אחת לשלושה שבועות בכל הפרות שהיו בניסוי באותה תקופה ברפת הפרטנית. השבוע בתחלובה הפרטני נקבע בהתאם לתאריכי ההמלטה והמדידה. התפלגות מספר הפרות לאורך התחלובה של במדידות ה RFI-ME, שחושבו באופן רציף, ושל ה RHP מבוטאות בריכוזים של שלושה שבועות מוצג בציר הבא:



איור B. מספר הפרות שנמדדו בכל שלושה שבועות לצורך חישוב RFI-ME ו RHP במהלך התחלובה.

## תוצאות

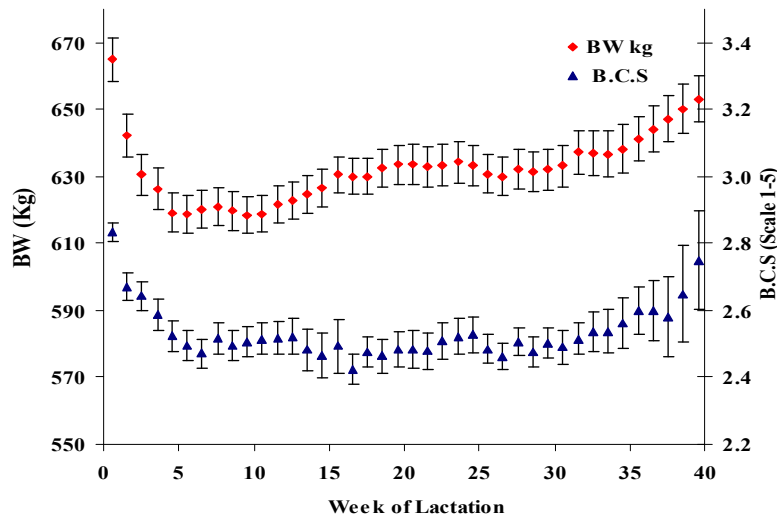
משקל הפרות (kgBW ± SE, איור 1) השתנה במהלך התחלובה, בחישוב של פולינום בסדר רביעי  $R^2=0.90$ ,  $P<0.001$ .

משוואת הפולינום היא  $BW = 0.0005(WOL)^4 - 0.039(WOL)^3 + 1.151(WOL)^2 - 12.215(WOL) + 660.720$

המצב הגופני של הפרות (BCS ± SE (scale 1-5) איור 1) השתנה במהלך התחלובה, בחישוב של פולינום בסדר רביעי

$R^2=0.87$ ,  $P<0.001$ . משוואת הפולינום היא:

$$BCS = 3E-06(WOL)^4 - 0.0002(WOL)^3 + 0.006(WOL)^2 - 0.078(WOL) + 2.811$$



איור 1. משקל הגוף (kg ± SE) והמצב הגופני (BCS ± SE scale 1-5) של הפרות בניסוי.

מרכיבי החישוב של ה HP הם קצב הלב ופעמת החמצן. פעימת החמצן (SE  $O_2$  pulse, mL • beat<sup>-1</sup> • kgBW<sup>-1</sup> ± SE, איור

2) השתנתה במהלך התחלובה, בחישוב של פולינום בסדר רביעי ( $P < 0.01$ ,  $R^2 = 0.46$ ) משוואת הפולינום היא:

$$O_2 \text{ pulse} = -1E-05(WOL)^4 + 0.002(WOL)^3 - 0.118(WOL)^2 + 2.704(WOL) + 69.104$$

קצב הלב (איור 2) השתנה במהלך התחלובה, בחישוב של פולינום בסדר רביעי ( $P < 0.001$ ,  $R^2 = 0.85$ ), משוואת

הפולינום היא:  $HR = -0.0002(WOL)^4 + 0.015(WOL)^3 - 0.488(WOL)^2 + 5.759(WOL) + 69.463$

מרכיבי מאזן האנרגיה במהלך התחלובה, צריכת האנרגיה המטבולית (MEI), האנרגיה בחלב (Milk-En), ייצור החום

המטבולי (HP), האנרגיה בשינוי המצב הגופני (RE-BCS), לאורך התחלובה (שבועות 1 עד 40) מוצגים באיור 2. סטטיסטיקה

של ערכי השינוי של מדדי מרכיבי מאזן האנרגיה מוצגת בטבלה 1.

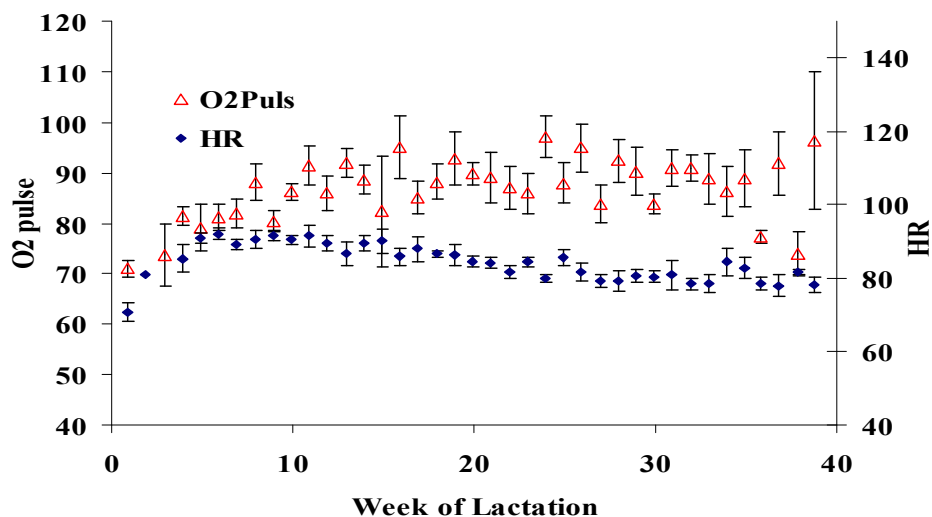
צריכת האנרגיה המטבולית (SE  $Mcal/day$  ± SE, איור 2) השתנתה במהלך התחלובה ( $P < 0.001$ ). בין שבוע 1 לשבוע 6

לתחלובה עלתה צריכת האנרגיה. בין שבוע 6 לשבוע 18 (שיא הצריכה) נמשכה העלייה בצריכת האנרגיה בשיעור מתון

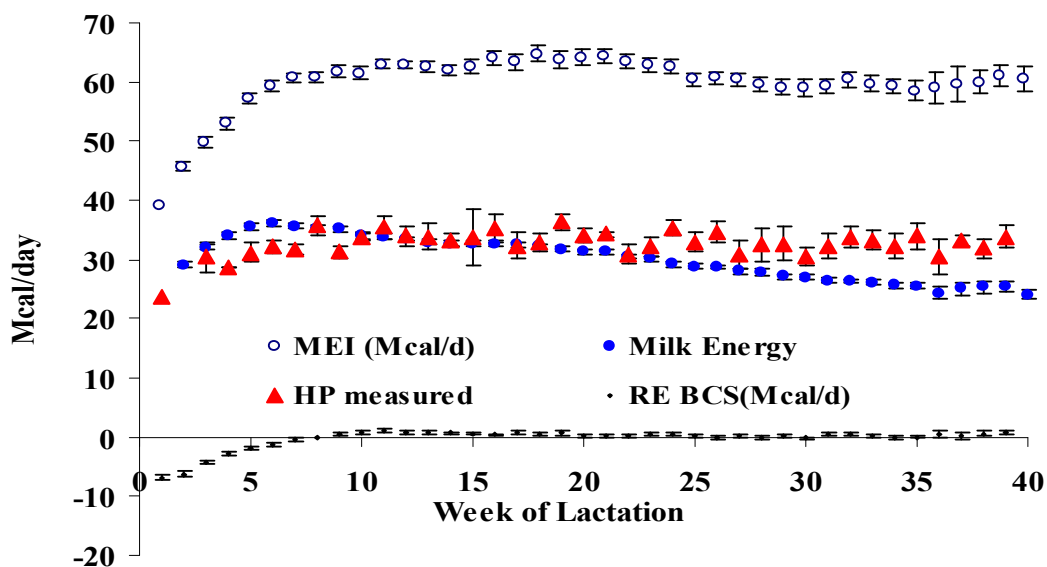
יותר. בין שבוע 18 לשבוע 40 ירדה צריכת האנרגיה המטבולית בשיעור מתון ( $P < 0.01$ ).

**כמות האנרגיה בחלב** ( $\text{Mcal/day} \pm \text{SE}$ , איור 2) השתנתה במהלך התחלובה, שבועות 1 עד 40 ( $P < 0.001$ , טבלה 1). בין שבוע 1 לשבוע 6 לתחלובה (שיא הייצור) עולה כמות האנרגיה בחלב ( $P < 0.001$ ). בין השבוע השישי לשבוע 40 ירדה כמות האנרגיה בחלב ( $P < 0.001$ ).

**ייצור החום המטבולי** ( $\text{Mcal/day} \pm \text{SE}$ , איור 2) השתנה במהלך התחלובה, ( $P < 0.001$ ). בין שבוע 1 לשבוע 8 עלה ייצור החום ( $P < 0.01$ ), בשבוע השמיני ייצור החום הגיע לשיאו. בין השבוע השמיני לשבוע 40 ייצור החום לא השתנה באופן מובהק ( $P=0.43$ ).



**איור 2.** קצב הלב הממוצע ( $\text{HR}$ ,  $\text{beats/min} \pm \text{SE}$ ) ופעימת החמצן ( $\text{O}_2$  pulse,  $\text{ml}\cdot\text{beat}^{-1}\cdot\text{kgBW}^{-1} \pm \text{SE}$ ) לאורך התחלובה, מספר הפרות בכל שבוע מתואר בפרק השיטות.



**איור 3.** צריכת האנרגיה המטבולית (MEI), האנרגיה בחלב (Milk-En), ייצור החום המטבולי (HP), והאנרגיה המתקבלת משינוי המצב הגופני (RE-BCS) לאורך התחלובה. הערכים מבוטאים כממוצעים שבועיים ( $\text{Mcal/day} \pm \text{SE}$ ). מספר הפרות בכל שבוע מתואר בפרק השיטות.

טבלה 1. משוואות הרגרסיה (פולינום במעלה שלישית) של השתנות מרכיבי מאזן האנרגיה : RE- BCS ,HP ,Milk- En ,MEI במהלך התחלובה (שבועות 1 עד 40).

Regression equation	R <sup>2</sup>	P value
$MEI = 0.002(WOL)^3 - 0.17(WOL)^2 + 3.68(WOL) + 40.17$	0.93	< 0.001
$Milk-En = 0.0002(WOL)^3 - 0.02(WOL)^2 + 0.43(WOL) + 47.62$	0.91	< 0.001
$HP = 0.001(WOL)^3 - 0.07(WOL)^2 + 1.55(WOL) + 24.55$	0.60	< 0.001
$RE-BCS = 0.0008(WOL)^3 - 0.05(WOL)^2 + 1.22(WOL) - 7.18$	0.93	< 0.001

**תרומת האנרגיה שהתקבלה משינויים בתכולת האנרגיה בגוף הפרה** ( $Mcal/day \pm SE$ , איור 2) שחושב מתוך שינויים במצב הגופני (BCS, scale 1-5) השתנתה במהלך התחלוב ( $P < 0.001$ ) (בין שבועות 1 ל 40,  $P < 0.001$ , טבלה 1). בשבועות 1 עד 11 (כולל שבוע 11) ערכי האנרגיה של שינוי המצב הגופני, הנם שליליים (צריכת אנרגיה מהגוף לצרכי הייצור). שיפוע הקו בשלב זה הנו חיובי ( $P < 0.001$ , טבלה 1), כלומר שיעור הירידה בתכולת האנרגיה בגוף מתמתן. משבוע 12 שינוי תכולת האנרגיה בגוף הינו חיובי ( $P < 0.001$ ), כלומר אצירת אנרגיה בגוף. בין שבוע 12 לשבוע 17 (שיא צריכת מזון) עלתה כמות האנרגיה הנאצרת בגוף (טבלה 1). בין שבוע 17 לשבוע 40 אצירת האנרגיה בגוף לא משתנה באופן מובהק ( $P = 0.62$ , טבלה 1).

#### יעילות הייצור במהלך התחלובה

ערכי מדדי יעילות הייצור חושבו : 1. כסכום של אצירת האנרגיה בחלב ובגוף (RE, Recovered Energy) ביחס לצריכת האנרגיה המטבולית ( $RE / MEI$ ), 2. צריכת אנרגיה מטבולית מדודה פחות צפויה ( $RFI-ME$ ), 3. ייצור חום מדוד פחות הצפוי ( $RHP$ ). כל המדדים השתנו באופן מובהק ( $P < 0.001$ ) במהלך התחלובה (שבועות 1 עד 40) (איור 4 טבלה 2).

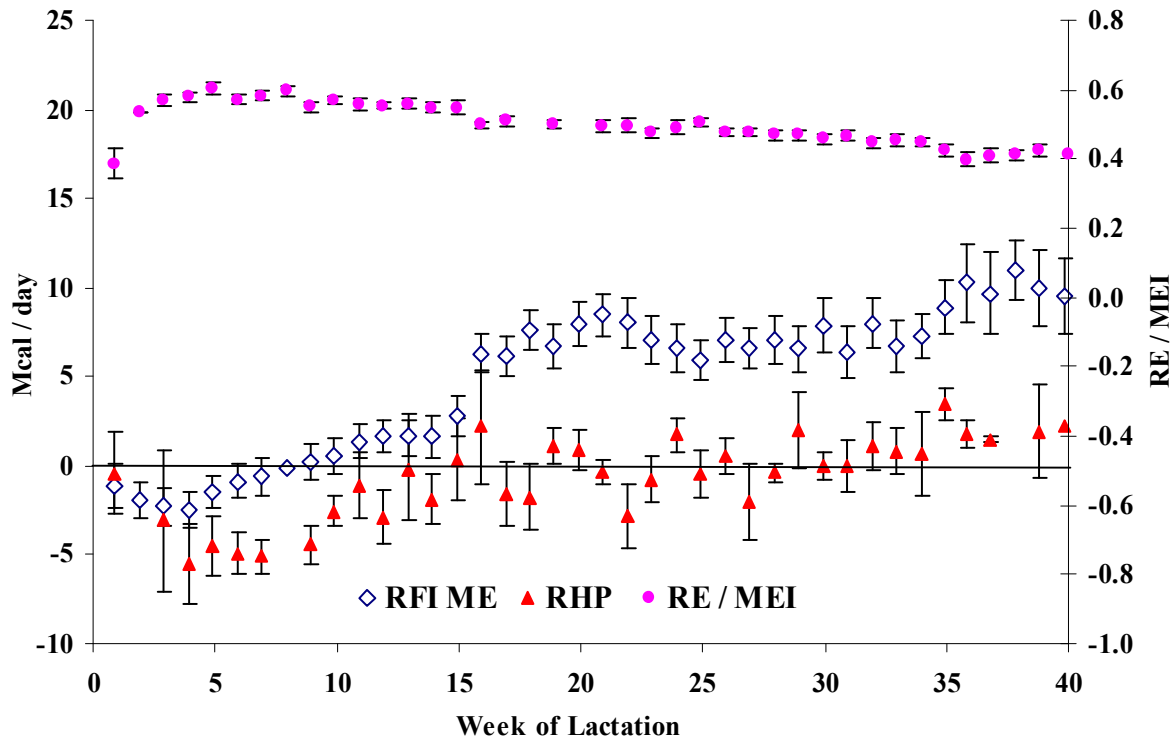
#### המתאם בין מדדי היעילות $RFI-ME$ ו $RHP$

אחת מהיפותזות המחקר הייתה שניתן יהיה להשתמש בממד יעילות הייצור ב  $RHP$  (ללא מדידת צריכת מזון פרטנית) במקום מדד ה  $RFI-ME$  שמחייב מדידת צריכת מזון. המתאם שנמצא בין שני המשתנים כאשר הערכים הנבדקים הם ממוצעים שבועיים במהלך התחלובה (איור 5) היה גבוה ( $R^2 = 0.69$ ,  $P < 0.001$ ).

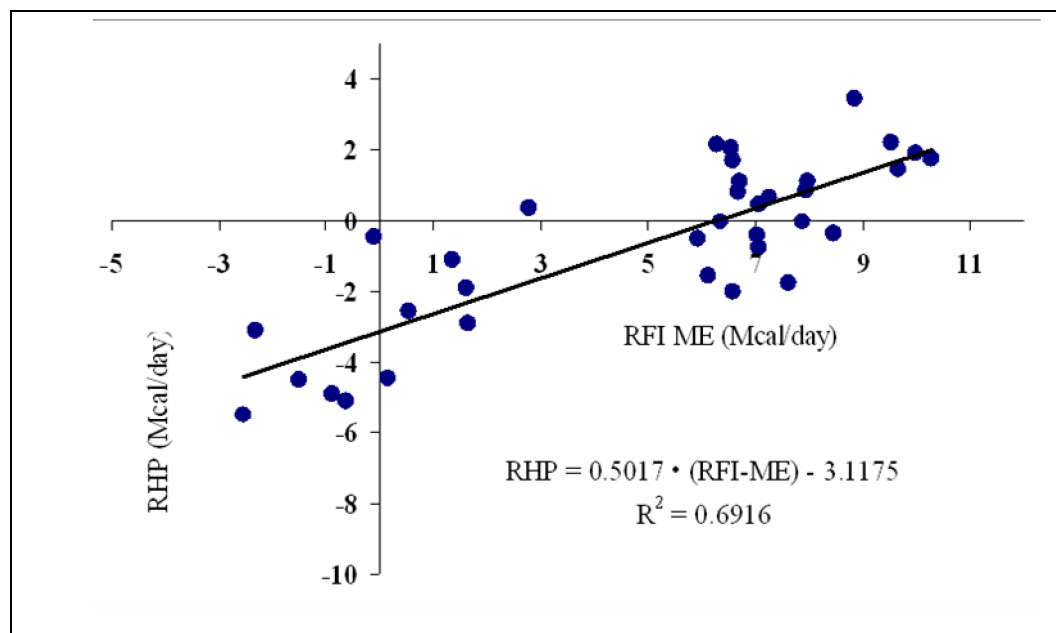
#### השפעה רב גורמית על מדדי הייצור והיעילות

במהלך התחלובה משתנים גורמים נוספים מלבד השבוע בתחלובה. גורמים אלו עשויים להשפיע הן על מדדי הייצור והן על מדדי היעילות. ניתוח מלא של ההשפעות על מדדי הייצור והיעילות חייב לכלול את כל הגורמים שיכולים

להשפיע. הבדיקה נעשתה בניתוח רב גורמי. הגורמים שהשפעתם נבדקה היו: שבוע בתחלובה (WOL), אורך היום (Day Length (hours), שינוי באורך היום (Day change (min/day), אינדקס עומס החום (THI), ומספר התחלובה.



איור 4. מדדי יעילות הייצור RE / MEI (ציר אנכי ימני), RFI-ME ו-RHP (ציר אנכי שמאלי) במהלך התחלובה. הערכים מבוטאים כממוצעים שבועיים (Mcal/day  $\pm$  SE). מספר הפרות בכל שבוע מתואר בפרק השיטות.



איור 5. המתאם בין מדדי יעילות הייצור RFI ME ו-RHP -הערכים מבוטאים כממוצעים של שבועות במהלך התחלובה. סה"כ מספר שבועות 34, מספר הפרטים בממוצע שבועי אינו קבוע, סה"כ מספר המדידות הפרטניות הוא 331.

בהקשר של מדדי היעילות, ה RFI-ME, וה RHP, נבדקה גם השפעת האנרגיה בחלב (Mcal/day) משקל הגוף והשבוע בהריון. גורם שהשפעתו נמצאה במובהקות נמוכה,  $P > 0.1$ , הוצא מהחישוב ואנליזת ההשפעות נעשתה מחדש ללא גורם זה. כאשר נבדקו שני גורמים שהוערכו כמתייחסים אחד לשני במצב של confound משמעותי, לדוגמא שבוע בהריון ומשקל גוף) נגרע מהחישוב הגורם שמובהקותו נמצאה פחות מובהקת. תוצאות האנליזות הרב גורמיות של ההשפעות על מדדי הייצור ומרכיבי חישובם (לדוגמא קצב לב ופעימת חמצן שמשמשים לחישוב ייצור חום) ושל ההשפעות על מדדי היעילות מוצגות בטבלאות 2 עד 5.

### השפעה רב גורמית על מדדי הייצור

לשבוע בתחלובה (WOL) הייתה השפעה על ה- DMI ו-Milk ( $P < 0.001$ ) על BW ועל ה- BCS ( $P < 0.001$ ). לאורך היום (DL) הייתה השפעה חיובית מובהקת על כל ארבעת המדדים הנ"ל (2). לשינוי באורך היום הייתה השפעה חיובית על ה- DMI ( $P < 0.001$ ) ועל תנובת החלב ( $P < 0.01$ ). לא נמצאה ההשפעה מובהקת של שינוי באורך היום על ה- BW ( $P = 0.7$ ) ועל ה- BCS ( $P = 0.1$ ). למדד עומס החום (THI) הייתה השפעה שלילית על כל ארבעת המדדים הנ"ל (טבלה 16). למספר התחלובה (Lac-Num) הייתה השפעה שלילית על ה- DMI וה- BCS ( $P < 0.001$ ). ההשפעה של מספר התחלובה על ה- BW הייתה חיובית ( $P < 0.001$ ). לא נמצאה השפעה מובהקת של מספר התחלובה על תנובת החלב.

נבדקה ההשפעה הרב גורמית של השבוע בתחלובה (WOL), אורך היום, (Day Length, hour), השינוי באורך היום (Day change, min / day), מדד עומס החום (THI) ומספר תחלובה על צריכת האנרגיה המטבולית (Mcal / MEI, day) האנרגיה בחלב (Milk Energy, Mcal / day), האנרגיה המתקבלת או נאגרת בגוף כתוצאה משינוי המצב הגופני (RE-BCS, Mcal / day) והאנרגיה הנאצרת בחלב ובגוף (RE, Mcal / day) משבוע 1 עד שבוע 40 (טבלה 3). לשבוע בתחלובה הייתה השפעה על כל ארבעת המדדים ( $P < 0.001$ ). לאורך היום הייתה השפעה חיובית על ה- MEI ( $P < 0.001$ ) ועל ה- RE-BCS ( $P < 0.001$ ). לא נמצאה השפעה של אורך היום על Milk energy ( $P = 0.77$ ) ועל ה- RE ( $P = 0.57$ ). לשינוי באורך היום הייתה השפעה חיובית על ה- MEI, Milk Energy, RE ( $P < 0.001$ ) והשפעה שלילית על RE-BCS ( $P < 0.05$ ). למדד עומס החום THI הייתה השפעה שלילית על ה- RE-BCS על ה- MEI, ועל ה- RE ( $P < 0.05$ ). כמו כן עומס החום נטה להשפיע שלילית על ה- Milk energy ( $P = 0.13$ ). מספר התחלובה השפיע חיובית על ה- MEI ( $P < 0.05$ ), השפעתו על Milk Energy, על ה- RE-BCS ועל ה- RE הייתה שלילית ( $P < 0.05$ ).

### השפעה רב גורמית על קצב הלב, פעימת החמצן וייצור החום המטבולי

השבוע בתחלובה השפיע על ה- HR ( $P < 0.001$ ), ונטה להשפיע ( $P = 0.06$ ) על ה- HP. השבוע בתחלובה לא השפיעה על ה- O<sub>2</sub> pulse ( $P = 0.47$ ). אורך היום נטה להשפיע שלילית על ה- HR ( $P = 0.07$ ). לא נמצאה השפעה מובהקת של אורך היום על ה- O<sub>2</sub> pulse ( $P = 0.99$ ) ועל ה- HP ( $P = 0.5$ ). לשינוי באורך היום הייתה השפעה חיובית על כל שלושת המדדים הנ"ל (טבלה 4). למדד עומס החום THI לא הייתה השפעה מובהקת על ה- HR ( $P = 0.73$ ), הוא נטה להשפיע שלילית על ה- O<sub>2</sub> pulse ( $P = 0.13$ ). עומס החום השפיע שלילית על ה- HP ( $P < 0.05$ ). ההשפעה של מספר התחלובה



על ה HP הייתה חיובית ( $P < 0.05$ ) אך לא הייתה השפעה מובהקת של מספר התחלובה על ה HR ( $P = 0.94$ ) ועל ה-  
O<sub>2</sub> pulse ( $P = 0.29$ ).

טבלה 2. השפעה רב גורמית של שבוע בתחלובה (WOL), אורך היום (DL, hour / day), שינוי באורך היום (DC, min / hour), מדד עומס חום (THI) ומספר התחלובה (Lactation number) על צריכת המזון (DMI, kgDM / day), תנובת החלב (Milk, kg / day), משקל הגוף (BW, kg), והמצב הגופני (BCS, scale 1-5) לאורך התחלובה (משבוע 1 עד שבוע 40).

	DMI	SE	<i>P</i>	Milk	SE	<i>P</i>	BW	SE	<i>P</i>	BCS	SE	<i>P</i>
Constant	26.3	0.382	–	47.6	0.721	–	613	6.54	–	2.79	0.0587	–
WOL	2.19	0.110	< 0.001	6.14	0.196	< 0.001	-15.8	0.690	< 0.001	-0.135	7.55E-3	< 0.001
WOL <sup>2</sup>	-0.155	0.0117	< 0.001	-0.539	0.0209	< 0.001	1.40	0.0735	< 0.001	0.0109	8.30E-4	< 0.001
WOL <sup>3</sup>	4.43E-3	5.97E-6	< 0.001	0.0173	8.20E-4	< 0.001	-0.0477	2.88E-3	< 0.001	-3.34E-4	3.26E-5	< 0.001
WOL <sup>4</sup>	-4.52E-5	5.97E-6	< 0.001	-1.91E-4	1.07E-5	< 0.001	5.62E-4	3.75E-5	< 0.001	3.58E-6	4.17E-7	< 0.001
DL	0.534	0.102	< 0.001	0.488	0.182	< 0.01	3.74	0.647	< 0.001	0.020	8.68E-3	< 0.05
DC	0.453	0.0855	< 0.001	0.413	0.153	< 0.01	-0.185	0.542	0.73	0.0120	7.08E-3	0.1
THI	-0.601	0.111	< 0.001	-0.559	0.198	< 0.01	-1.79	0.697	< 0.05	-0.0193	8.71E-3	< 0.05
Lac_Num <sup>1</sup>	-1.67	1.21	< 0.001	-0.912	2.29	0.5	12.2	0.759	< 0.001	-0.210	0.150	< 0.001
Lac 2	0.000	–	–	0.000	–	–	0.00	–	–	0.000	–	–
Lac 3	-0.354	–	–	-0.299	–	–	17.0	–	–	-0.169	–	–
Lac 4	-2.79	–	–	-0.885	–	–	10.8	–	–	-0.382	–	–
Lac 5	-2.07	–	–	-1.45	–	–	12.8	–	–	-0.035	–	–
Lac 6	-3.12	–	–	-1.93	–	–	20.3	–	–	-0.463	–	–

<sup>1</sup>Lac\_Num = Lactation number (effect of lactations 2-6, when lactation 2 is the reference (value = 0) for the other lactations effects)

טבלה 3. השפעה רב גורמית של שבוע בתחלובה (WOL), אורך היום (DL, day), שינוי באורך היום (DC, min/day), מדד עומס חום (THI) ומספר תחלובה (Lactation number) על צריכת האנרגיה המטבולית (MEI, Mcal/day) האנרגיה בחלב (Milk Energy, Mcal/day) האנרגיה משינוי מצב גופני (RE-BCS, Mcal/day) והאנרגיה הנאצרת בחלב ובגוף (Recovered Energy, RE, Mcal/day) לאורך התחלובה (משבוע 1 עד שבוע 40).

	MEI	SE	<i>P</i>	Milk Energy	SE	<i>P</i>	RE-BCS	SE	<i>P</i>	RE	SE	<i>P</i>
Constant	57.3	0.857	–	31.4	0.459	–	-0.590	0.178	–	30.0	0.491	–
WOL	4.62	0.280	< 0.001	3.28	0.146	< 0.001	2.05	0.112	< 0.001	5.26	0.183	< 0.001
WOL <sup>2</sup>	-0.318	0.0298	< 0.001	-0.294	0.0156	< 0.001	-0.141	0.0120	< 0.001	-0.434	0.0196	< 0.001
WOL <sup>3</sup>	8.98E-3	1.17E-3	< 0.001	9.58E-3	6.11E-4	< 0.001	3.94E-3	4.73E-4	< 0.001	0.0136	0.001	< 0.001
WOL <sup>4</sup>	-9.12E-5	1.52E-5	< 0.001	-1.08E-4	7.95E-6	< 0.001	-3.85E-5	6.18E-6	< 0.001	-1.48E-4	1.01E-5	< 0.001
DL	1.41	0.258	< 0.001	-0.0397	0.135	0.77	0.201	0.0973	< 0.05	0.0952	0.169	0.57
DC	0.661	0.217	< 0.001	0.448	0.114	< 0.001	-0.174	0.0863	< 0.05	0.498	0.147	< 0.001
THI	-1.47	0.282	< 0.001	-0.225	0.148	0.13	-0.450	0.118	< 0.001	-0.683	0.194	< 0.001
Lac_Num <sup>1</sup>	1.66	0.118	< 0.05	-0.781	1.45	< 0.001	-0.0549	0.610	< 0.05	-0.685	1.70	< 0.01
Lac 2	0.00	–	–	0.000	–	–	0.00	–	–	0.00	–	–
Lac 3	2.26	–	–	-0.284	–	–	0.0874	–	–	1.17	–	–
Lac 4	0.971	–	–	0.0300	–	–	0.113	–	–	2.13	–	–
Lac 5	1.94	–	–	-0.0973	–	–	-0.627	–	–	0.307	–	–
Lac 6	3.12	–	–	-2.61	–	–	0.152	–	–	-0.252	–	–

<sup>1</sup>Lac\_Num = Lactation number (effect of lactations 2-6, when lactation 2 is the reference (value = 0) for the other lactations effects)

טבלה 4. השפעה רב גורמית של שבוע בתחלובה (WOL), אורך היום (DL, hours), שינוי באורך היום (DC, min/day), מדד עומס חום (THI) ומספר תחלובה (Lactation number) על קצב הלב (HR (beats/min), פעימת החמצן ( $\text{O}_2 \text{ pulse } (\mu\text{L} \cdot \text{beat}^{-1})$  ( $\text{kgBW}^{-1}$ ) וייצור החום המטבולי HP לאורך התחלובה (משבוע 1 עד שבוע 40).

	HR	SE	<i>P</i>	$\text{O}_2 \text{ pulse}$	SE	<i>P</i>	HP	SE	<i>P</i>
Constant	87.4	1.01	–	84.8	1.49	–	31.3	0.609	–
WOL	3.77	0.761	< 0.001	1.38	1.90	0.47	1.42	0.734	0.06
WOL <sup>2</sup>	-0.285	0.0729	< 0.001	0.0299	0.181	0.87	-0.0505	0.0702	0.47
WOL <sup>3</sup>	7.79E-3	2.75E-3	< 0.01	-3.07E-3	6.81E-3	0.65	4.14E-4	2.64E-3	0.88
WOL <sup>4</sup>	-7.15E-5	3.54E-5	< 0.05	4.92E-5	8.72E-5	0.57	5.44E-6	3.39E-5	0.87
DL	-0.849	0.469	0.07	7.79E-3	1.10	0.99	-0.292	0.433	0.50
DC	0.862	0.425	< 0.05	2.25	1.01	< 0.05	1.24	0.394	< 0.01
THI	-0.214	0.626	0.73	-2.28	1.50	0.13	-1.16	0.586	< 0.05
Lac-Num <sup>1</sup>	-0.386	3.02	0.94	1.28	4.55	0.29	2.12	1.84	< 0.05
Lac 2	0.000	–	–	0.000	–	–	0.00	–	–
Lac 3	-0.350	–	–	1.31	–	–	1.09	–	–
Lac 4	0.762	–	–	2.32	–	–	2.55	–	–
Lac 5	-0.321	–	–	-2.84	–	–	0.688	–	–
Lac 6	-0.156	–	–	2.65	–	–	2.90	–	–

<sup>1</sup>Lac\_Num = Lactation number (effect of lactations 2-6, when lactation 2 is the reference (value = 0) for the other lactations effects)

טבלה 5. ההשפעה הרב גורמית של רמת הייצור (Milk Energy, Mcal / day), אורך היום (Day Length, hour), שינוי באורך היום (Day change, min / day), מדד עומס החום (THI) ומספר התחלובה על מדדי יעילות הייצור: Mcal / (RHP Mcal / day), (RFI-ME, day), (RE / MEI, Mcal / day) משבוע 1 עד שבוע 40.

	RFI-ME	SE	P	RHP	SE	P	RE / MEI	SE	P
Cohstant	1.54	0.949	–	-2.37	0.550	–	0.505	0.0108	–
Milk-En	-0.464	0.0404	< 0.001	-0.456	0.0535	< 0.001	–	–	–
BW	0.0256	0.0068	< 0.001	0.0174	0.0055	< 0.01	-1E-04	1E-04	0.19
DL	2.16	0.131	< 0.001	0.357	0.193	0.07	-1.95E-3	4.08E-3	0.63
DC	0.594	0.152	< 0.001	0.991	0.206	< 0.001	-2.91E-3	3.05E-3	0.34
Lac_Num <sup>1</sup>	2.32	3.30	< 0.001	0.903	2.06	0.28	0.0370	0.0334	< 0.001
Lac 2	0.000	–	–	0.000	–	–	0.0000	–	–
Lac 3	-0.499	–	–	0.696	–	–	0.0297	–	–
Lac 4	4.60	–	–	1.49	–	–	0.0515	–	–
Lac 5	5.80	–	–	-0.244	–	–	0.0130	–	–
Lac 6	2.79	–	–	1.91	–	–	0.0357	–	–

<sup>1</sup>Lac\_Num = Lactation number (effect of lactations 2-6, when lactation 2 is the reference (value = 0) for the other lactations effects).

#### השפעה רב גורמית על מדדי היעילות

ההשפעה הרב גורמית של רמת הייצור (Milk Energy, Mcal / day), אורך היום (Day Length, hour), שינוי באורך היום (Day change, min/day), מדד עומס החום (THI) ומספר התחלובה על מדדי יעילות הייצור: (RHP, Mcal / (RFI-ME, Mcal / day), (RE / MEI, Mcal / day) day) משבוע 1 עד שבוע 40 מוצגת בטבלה 5. כאשר ההשפעה הרב גורמית על מדדי יעילות שילבה בתוכה גם את השפעת ה Milk Energy וגם את השפעת השבוע בתחלובה, נמצאה השפעה שלילית של רמת הייצור על RFI-ME ועל RHP ( $P < 0.001$ ) אך השבוע בתחלובה לא השפיע על ה RFI-ME ( $P = 0.911$ ) ועל ה RHP ( $P = 0.792$ ). לאור ממצא זה הוצאה ההשפעה של השבוע בתחלובה ממודל החישוב של ההשפעות על ה RFI-ME ועל ה RHP (טבלה 5). מאחר ערך ה Milk Energy הגו המרכיב העיקרי של ה RE לא נכון היה לבחון את השפעת ה Milk Energy על ה RE / MEI. השבוע בתחלובה השפיע על ה RE / MEI ( $P < 0.001$ , טבלה 5). ערכי ההשפעות על ה RE / MEI שכתובים בטבלה 5 הם מתוך מודל שהכליל את השפעת השבוע בתחלובה. למשקל הגוף הייתה השפעה שלילית על RFI-ME ( $P < 0.001$ ) והשפעה שלילית על ה RHP ( $P < 0.01$ ). לא נמצאה השפעה של המשקל על מדד RE / MEI ( $P = 0.19$ ). לאורך היום הייתה השפעה חיובית על מדד ה RFI-ME ( $P < 0.001$ ) ונטייה חיובית להשפיע על ה RHP ( $P = 0.07$ ). אורך היום לא השפיע על ה RE / MEI ( $P = 0.63$ ). השינוי באורך היום השפיע

חיובית ( $P < 0.01$ ) על ה RFI-ME ועל ה RHP אך לא השפיע על RE / MEI ( $P = 0.34$ ). מספר התחלובה השפיע חיובית על RE / MEI ועל ה RFI-ME ( $P < 0.01$ ), ולא השפיע על RHP ( $P = 0.28$ ).

### השונוות הפרטנית במדדי היעילות

השונוות הפרטנית במדדי היעילות (Mcal / day) בערכים מתוקנים להשפעות תאריכי המדידה האנרגיה בחלב, המשקל ומספר התחלובה בערכי ה RFI-ME נעו מ  $-12.9 \pm 3.18$  (פרה 2731) ועד  $+14.6 \pm 3.24$  (פרה 2627), סה"כ מספר פרטים 71, טווח השתנות בין הפרות של 27.5. ערכי ה RHP המתוקנים, שלא תוקנו להשפעת מספר התחלובה מאחר שהיא לא הייתה מובהקת, נעו מ  $-6.93 \pm 4.49$  (פרה 2537) ועד  $+9.19 \pm 4.39$  (פרה 2395) סה"כ מספר פרטים 71 טווח של 16.1.

### דיון

הטיפול להגדלת יעילות שלא דרך הגדלת הייצור מחייב מדידה יקרה של צריכת מזון פרטנית. מטרת המחקר הנוכחי הייתה לבדוק דרך חלופית לזיהוי פרטני של פרות יעילות. הבסיס להצעה החלופית הוא העובדה שמאזן האנרגיה מורכב משלושה גורמים,  $MEI = RE + HP$ . מכאן שממדידת ה HP וה RE ניתן לחשב את המאזן ללא מדידת צריכת המזון. לצורך בחירת הפרות היעילות יש לכמת את ההשפעות של השבוע בתחלובה וגורמים סביבתיים וביולוגיים נוספים שמשתנים במהלך התחלובה על היעילות. זאת כדי לדעת אם יש צורך בתיקון מדד היעילות להשפעת גורמים שונים. את המדידות השתדלנו לעשות בתקופות בהן אין עומס חום, כאשר היה עומס חום שעלול להשפיע על הייצור, פרות המחקר צוננו כמה פעמים ביום. לפי המקובל בספרות מדד היעילות ה RFI אמור להיות מנוטרל מהשפעות של רמת ייצור ומשקל בעל החיים. בהתאמה גם המדד החלופי שהצענו, ה RHP לא אמור להיות מושפע מרמת הייצור. במחקר הנוכחי מצאנו שמדדי הייצור והצריכה מושפעים מרמת הייצור כפי שמקובל. בהתאם לפרסום קודם (Aharoni et al., 1998) על השפעות אורך ושינוי אורך היום על כמות החלב והרכב החלב, בדקנו האם גם מדדי הייצור האחרים והיעילות שמדדנו מושפעים מהשבוע בתחלובה ומגורמים נוספים כגון תאריך המדידה (אורך היום והשינוי בו), עומס חום, משקל גוף, רמת ייצור וגיל הפרה (מספר התחלובה). נמצא שכל מדדי מאזן האנרגיה מושפעים באופן מובהק מהשבוע בתחלובה, תאריך המדידה, המשקל, וגיל הפרה. ממצע זה היה צפוי אך ההשפעה של רמת הייצור על היעילות שחושבה כ RFI-ME ו RHP לא הייתה צפויה. המשמעות של השתנות ה RFI-ME וה RHP במהלך התחלובה וההשפעה המובהקת של רמת הייצור על הערכים הנ"ל היא שרמת הקיום ו\או מקדמי ההתמרה של עודפי האנרגיה מעל רמת הקיום לייצור אינם קבועים במהלך התחלובה. תוצאה זאת נוגדת את המקובל בספרות הבין לאומית. צפייה בערכי ה RFI-ME וה RHP במהלך התחלובה (איור 4) מצביעה על כיוון כללי של עליית הערכים (ירידה ביעילות) עד שבוע 22 ב RFI-ME ועד שבוע 16 ב RHP, זאת כאשר שיא הצריכה הוא בשבוע 18 לתחלובה. בהמשך היעילות (RFI-ME & RHP) נשמרת פחות או יותר קבועה, כאשר ערכי ה RFI-ME סוטים בהרבה מהערך הצפוי לממוצע הפרות (ערך של אפס) ואילו ערכי ייצור החום אינם שונים באופן מובהק מהצפוי (ערך של אפס). סטייה קטנה יותר של ה RHP מאשר של ה RFI-ME יכולה לכאורה לנבוע מכך שה HP של הפרות הוא כמחצית מערך ה MEI. אך העובדה שה RHP הממוצע בין שבועות 13 ל 40 אינו סוטה כלל מערך האפס פרושה שה HP הנמדד במחקר תואם את הצפוי לפי (NRC 2001). מכאן שהאומדן המעברים האנרגטיים בין הייצור ל HP שנובע מעלות הקיום וה HP שנובע מהתמרת אנרגיה מטבולית לייצור של (NRC 2001) תואם את מה שנמצא בניסוי הנוכחי. בניגוד לנאמר קודם נראה שהתאמה זאת אינה נכונה בתקופה של שיא ייצור החלב בה נמדד HP נמוך מהצפוי ו RHP שלילי. כלומר בתקופה של שיא הייצור ייתכן שצורכי הקיום נמוכים מהצפוי ו\או שההתמרה של האנרגיה מעל רמת הקיום לייצור הנה יותר יעילה. כאמור קווי המגמה של ה RFI-ME זהים לאלו של ה RHP אך הסטייה של MEI המדוד מהצפוי הינה גדולה בטווח שבועות 16 (קרוב לשיא האכילה) ועד לשבוע 40 לתחלובה. הסטייה הממוצעת של

ה MEI המדוד בשבועות אלו הייתה  $7.7 \pm 0.28$  (Mcal / day), ממוצע ה MEI בתקופה זאת היה  $61.3 \pm 0.41$  (Mcal / day), כלומר הסטייה של המדוד מהצפוי היא סטייה של 12.6% מה MEI. בהנחה שלא הייתה שגיאה במדידת צריכת המזון סביר לייחס את הסטייה הנ"ל לאומדן ייתר של ערך ה ME של המנה, זאת למרות שחישוב ה ME של המנות התבסס על נעכלות in-vivo מתוקנת לשיעור צריכת המזון (NRC 2001), ולמרות שהמדידה in-vivo עצמה כבר הראתה ערך נמוך ב 8% מהערך המחושב לאחר התיקון למרות הצריכה. השבוע הממוצע בתחלובה של הפרות שנמדדה להם הנעכלות in-vivo היה  $22 \pm 1.0$ , טווח שבועות בין 15 ל 35, כלומר בהחלט בתוך טווח התקופה הנידונה. המסקנה שניתן להסיק מהפער בין המדוד לצפוי היא: שייתכן שההתמרה מנעכלות מנה בפועל (in-vivo) לערך ה ME הושפעה מיחסי הייצור והצריכה. השלב בתחלובה של שבועות 16 ל 40 הוא שלב בו הייצור יורד משמעותית וצריכת המזון יורדת מעט. לכאורה ניתן לטעון שההפרש בין המדוד לצפוי נובע מתת הערכה של אגירת אנרגיה בגוף. טענה זאת נמצאת בסתירה לכך שה RHP לא סטה מהצפוי. בנוסף באם נחשב את התרומה של  $7.7$  Mcal / day בין שבועות 16 ל 40 (168 יום) נקבל סך של 1300 Mcal אנרגיה מטבולית. לפי (NRC 2001 page 24) יעילות ניצול של אנרגיה מטבולית להשקעת אנרגיה בשומן בגוף היא של 75%, הערך אנרגטי של ק"ג רקמת שומן (עם 15% מים) הוא  $(8.08 = \text{Mcal } 9.5 \text{ Mcal/kg} \cdot 0.85)$ . כלומר צבירת עודף של 1300 Mcal (בין שבועות 16 ל 40) משמעותו צבירת רקמת שומן במשקל של 120 ק"ג, ששווים כ 1.4 יחידות BCS. מכאן שלא סביר שהפער בין ה MEI המדוד ל MEI הצפוי נובע מתת הערכה של השקעת רקמת השומן בגוף.

נקודה חשובה נוספת שיש לדון בה היא אי היציבות של ערכי ה RFI-ME וה RHP בתקופה של תחילת התחלובה עד שבועות 15-16 לתחלובה (קרוב לשיא צריכת המזון). ההסבר שלנו לתופעה מתבסס על מדידות ייצור החום (איור 3) שמראות על עלייה בייצור החום עד השבוע השמיני לתחלובה, שקרוב לשבוע שיא הייצור (שבוע 6), ואחר לא משתנה באופן מובהק ( $P=0.43$ ) עד שבוע 40 לתחלובה למרות הירידה המשמעותית בייצור החלב. נראה לנו שהסיבה לכך שייצור החום אינו יורד בין שבועות 8 ל 40 יכולה להיות מוסברת על ידי משקל המערכת הויסצראלית (visceral, מערכת העיכול, הכבד, לב ואספקת דם) שהולכת וגדלה עם העלייה בייצור והעלייה באכילה. מטבוליזם האנרגיה של המערכת הויסצראלית הנו גבוה ביותר ולוקח בחיוב יצרניות ברמה גבוהה בין 40% ל 55% של ה HP של הגוף כולו (Ketelaars and Tolkamp 1996). גודל המערכת הויסצראלית תלוי ברמת הייצור ורמת צריכת המזון מכאן שבתקופה של תחילת התחלובה ועד לתקופה שיא הייצור ואולי אפילו עד שיא האכילה משקל מערכת זאת עולה. נראה שלאחר שיא הייצור מערכת זאת אינה מתנוונת באותו מהירות של הירידה בייצור ולכן מרכיב הקיום של הגוף נשאר גבוה. הסבר זה נתמך במאמריהם של Johanson et al (1990) ושל Baldwin et al (2004) שחזו השפעה כזאת. מכאן שייתכן שיעילות ה RHP הגבוהה יותר בתחילת התחלובה נובעת מכך שמשקל הרקמות הויסצראליות בתקופה זאת נמוך יותר (עדיין לא הספיקו להתפתח) הן ביחס למשקל הגוף והן ביחס לרמת הייצור, כתוצאה מכך צורכי הקיום נמוכים יותר ויעילות הייצור גבוהה יותר.

בניגוד לצפייתנו לא נמצא מתאם מובהק בין מדד ה RFI-ME ומדד ה RHP הפרטניים, לעומת זאת נמצא מתאם גבוה בין שני המדדים כאשר הם חושבו בממוצע קבוצתי לכל שבוע בתחלובה. כלומר מצד אחד השתנו שני המדדים במתאם גבוה במהלך התחלובה, ובעצם כתלות באנרגיה בחלב (Mcal / day) ומכאן שהוצאה אנרגטית נמוכה יחסית לצפויה יכולה להסביר את שיפור היעילות שנמדד כ RFI-ME, אך מצד שני לא נמצא מתאם פרטני ביניהם. נראה שההסבר לאי ההתאמה בין שני המדדים הוא שמדדים אלו אוספים לתוכם את כל הטעויות באומדני מרכיבי הייצור, ה MEI שמגיע לערכים של כ  $60$  Mcal / day, האנרגיה בחלב או בייצור החום שמגיעים לערכים של כ  $35$  Mcal / day, בעוד שה RFI-ME עצמו שמחושב כהפרש נע בטווח של -2 עד +10, וה RHP נמדד בטווח נמוך מזה.

כלומר כל טעות בערכים של צריכת המזון, אנרגיה מטבולית במזון, כמות חלב, אנרגיה ב ק"ג חלב, וייצור החום, תגרום לסטייה גבוהה בערכי ה RFI-ME, וה RHP. סטייה זאת מקווצת כאשר מחושבים ערכים ממוצעים של פרות רבות, אך היא נשארת משמעותית

כאשר מתייחסים למתאם הפרטני. לעומת זאת המתאם המובהק ( $P < 0.001$ ) בין המדד הקלאסי RE / MEI לבין אותו מדד שבו ה MEI מחושב מהסכום RE+HP, כלומר אומדן יעילות ללא מדידת צריכת מזון, משאיר פתוח את נושא האפשרות לאמוד את היעילות ללא מדידת צריכת המזון. חשוב לציין שה HP בניסוי הנוכחי נבדק במשך 4 ימים בלבד, זמן זה קצר יחסית למספר הימים המקובל שדרוש לקבוע מאזן אנרגיה. הטכנולוגיה החדשה שמאפשרת להשתמש בבולוס שנמצא ברטיקולום הפרה לאומדן קצב הלב תאפשר למדוד את ה HP בתקופות ארוכות ומכאן לשפר משמעותית את דיוק המדידה של ה HP והחישוב של RHP.

**לסיכום:** המחקר הנוכחי בדק בפרות הולשטיין גבוהות תנובה את השתנות מדדי הייצור והיעילות במהלך התחלובה במשך 3 עונות תחלובה. טווח השונות הפרטני בערכי ה RFI-ME היה 45% מערכי ה MEI. טווח השונות הפרטני בערכי ה RHP היה 53% מערכי ה HP. טיפוח לשיפור שני המדדים הנ"ל לא אמור להשפיע שלילית על רמת הייצור, מכאן שבטיפוח גזע ההולשטיין ישירות לשיפור היעילות טמון פוטנציאל עצום לשיפור הרווחיות ולהקטנת הזיהום הסביבתי. המחקר הראה שבמהלך התחלובה מרכיב ייצור החום עולה ופוגע ביעילות הייצור בגלל איחור בהתאמתו לירידה ברמת הייצור. המחקר לא זיהה בוודאות גורם כל שהוא שניתן להצביע עליו כגורם ישיר המשפיע על היעילות, עם זאת החישוב של היעילות כערך  $RE / (RE+HP)$  שהנו מקביל לחישוב RE / MEI מצביע על פוטנציאל טוב לזיהוי פרה יעילה לצורכי טיפוח ללא מדידה ישירה יקרה בפרות רבות (שאינה מעשית לצורכי טיפוח) של צריכת האנרגיה המטבולית.

ספרות

- Aharoni, Y., **Brosh, A.** and Ezra, E. (1998). Effects of heat load and photoperiod on milk yield and composition in three dairy herds in Israel. *Anim. Sci.* 69: 37 – 47.
- R. L. Baldwin, VI, K. R. McLeod, and A. V. Capuco (2004). Visceral Tissue Growth and Proliferation During the Bovine Lactation Cycle. *J. Dairy Sci.* 87: 2977–2986.
- D. JOHNSON, K. A. JOHNSON and L. BALDWIN (1990). Changes in Liver and Gastrointestinal Tract energy Demands in Response to Physiological Workload in Ruminants. *J. Nutr.* 120: 649-655.
- J.M.H. Ketelaars and B. J. Tolcamp (1996), Oxygen Efficiency and the Control of Energy Flow in Animals and Humans. *J. Anim. Sci.* 74: 3036–3051.
- Brosh A. Asher A, Miron J, Shabtay A, Adin G, Moallem U, Aharoni Y, Arieli A. 2009. Residual Feed Intake and Heat Production of Holstein Cows Throughout Lactation. Abstract and oral presentation, 2009 Joint ADSA-CSAS-ASAS Annual Meeting, Montreal Quebec, Canada July 12-16, Abstract 698, Format Oral presentation.

### 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.



1.	מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
	לבדוק במספר רב של פרות את החזרתיות באותה תחלובה ובתחלובה עוקבת של יעילות הייצור בשיטה המקובלת (שיטת RFI צריכת מזון מדודה פחות צריכת מזון צפויה) ובשיטה החדשה המוצעת (RHP), הוצאת אנרגיה מדודה פחות הוצאת אנרגיה צפויה)
	לאמוד את ההתאמה בין השיטות ואת החזרתיות בכל שיטה. לנסות לאתר מספר פרות יעילות ומספר פרות לא יעילות אשר ישמשו לניסויים מעמיקים יותר בשנה עוקבת.
	לבדוק את השפעת היום בתחלובה, תאריך המדידה ורמת הייצור על מדדי היעילות.
2.	עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.
	המחקר בוצע בשלוש שנים (3 עונות חליבה) סה"כ נבדקו בו 72 פרות, עשרים פרות נבדקו בכל שלושת התחלובות, ב 3 תחלובות רציפות. טווח גיל הפרות במחקר ייצג פרות מתחלובה 2 עד תחלובה 8. בכל הפרות נמדדו כל מרכיבי מדדי מאזן האנרגיה. כל המנות שהוגשו נבדקו in-vivo. ב 20 פרות נמדד הקשר בין היעילות בין הנעכלות in-vivo. ב 20 פרות נבחרות שמייצגות רמות יעילות שונה נלקחו דגימות דם לבדיקת הקשר בין רמת היעילות לבין מטבוליטים בדם.
	המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח.
	ממצעי המחקר מראים שיעילות הייצור במונחי RFI ו RHP יורדת בשבועות 2 עד 16 לתחלובה ועולה עם רמת הייצור. ככל שהפרה נמצאת בתחלובה גבוהה יותר (מבוגרת יותר) יורדת יעילות הייצור במונחי RFI ו REE. ממצעים אלו נוגדים את המקובל בספרות המדעית; מכאן שמקדמי יעילות הייצור ואו עלות הקיום אינם קבועים כפי שמקובל. נמצא שערכי האנרגיה של המנות המחושבות לייצור חלב בישראל הן גבוהות משמעותית מהערכים האמיתיים; ערכי ה NEL של המנות שחושבו מהטבלה, ללא תיקון השפעת רמת הצריכה, היו גבוהים פי 1.26 מהערכים שנמדדו בפועל. לאחר תיקון השפעת רמת הצריכה על הנעכלות (%14.6- בממוצע) ערכי ה NEL המחושבים מהטבלה עדיין גבוהים ב 8% מהערכים המדודים.
	הממצעים האחרונים לא היו חלק מהמטרות המרכזיות של המחקר. ההנחה הייתה שלא יהיו ממצעים חריגים בהם. כלומר RFI ו REE ממוצע לא ישתנה במהלך התחלובה. אם זאת היה צורך לבדוק את מדדי היעילות במהלך התחלובה. לממצעים האחרונים חשיבות גדולה מאוד הן במישור המשקי היום יומי והן להמשך המחקר. מטרות המחקר מההיבט של זיהוי פרות יעילות ולא יעילות בשתי שיטות המדידה הושגו. הוגדרו פרות שבאופן עקבי במהלך התחלובה היו יותר יעילות מהממוצע ופרות שהיו פחות יעילות בטווחים של 45% ו 55% בהתאמה.
3.	הבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר. המחקר בשלבו הנוכחי לא הצליח לקבוע בוודאות את הגורם לשונות ביעילות הפרטנית. היפותזות המחקר שהשוני בייצור החום הפרטני הוא הגורם העיקרי לשונות ביעילות לא הוכחה באופן מוחלט. ייתכן מאוד שבעיות דיוק בכל סעיפי המדידות השפיעו על המסקנה. אך אין לשכוח שגם אם ההיפותזה נכונה הרי שירידה בצריכה בעקבות ייצור חום נמוך יותר תגרום לעלייה בנעכלות המנה ולשיפור היעילות.
4.	האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביבליוגרפיה, פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך.
	ממצעי השנה הראשונה דווחו בהרצאה בכנס המדעי של הבקר בירושלים 2007, ממצאים שנה שנייה דווחו בכנס הבקר בישראל ובכנס המדעי המשותף ASAS, ADAS, CAAS בקנדה ב 2009.
	פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
	< רק בספריות
	< V ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) מצדי אפשר לפרסם בכל מקום
	< חסוי – לא לפרסם