

דו"ח לתכנית מחקר מספר 13-4426-459 שנה שלישית

פיתוח שיטה למשיכת פרות לרובוט חליבה

Voluntarily attract cows to the milking robot under hot climate conditions

דוח מסכם (שנה שלישית), מוגש לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות
ע"י אילן הלחמי, מינהל המחקר החקלאי
חוקרים בתוכנית: יהושע מירון, אפרים מלץ, אהרון אנטלר, אריאל שבתאי, - מינהל המחקר
החקלאי. הלל מלכה – שה"מ, עדין שווימר – מועצת החלב.
מיכאל ואן סטראטן – החקלאית

הדוקטורנטית שנשכרה לעבוד על הפרויקט: מכתלד סטנסלס (Steensels, M) - מינהל המחקר החקלאי
Ilan Halachmi, Institute of Agricultural Engineering, Agricultural Research Organization
ARO. P.O. Box 6, Bet Dagan, 50250, Israel. E-mail: halachmi@volcani.agri.gov.il

תקציר

בחול"ל, רובוט חליבה הוא גלגל-הצלה לרפתות המשפחתיות הקטנות. רובוט חוסך עבודה שגרתית ומפנה זמן לניהול, רובוט מעורר עניין טכני-ניהולי שמחזיר בנים ובנות - דור ההמשך - לרפת המשפחתית. הפרות אמורות להגיע לרובוט מרצון החופשי והרובוט צריך לעבוד ללא נוכחות אדם בתהליך החליבה. **הבעיה, בישראל** הפרות אינן מגיעות להחלב בתדירות מספקת. תנאי ישראל שונים מהתנאים באירופה שעבורם פותח הרובוט. לכן, מטרת המחקר הייתה לחקור את תנועת הפרות בתנאי ישראל. בשנה הראשונה מדדנו נתוני יחוס, כ 200 פרות. בהתאם לנתוני הייחוס תכננו תוכנית מפורטת לניסוי והזמנו את הציוד הנדרש לניסוי. תכננו לרכוש רובוטים לרפת הפרטנית בבית דגן, לא קיבלנו תקציב משלים ("משבר הקוטג" ותוכנית לוקר פגעו בעתיד הרובוטים) לכן החלטנו שהניסוי יתבצע ברפת מסחרית. בשנה השניה ביצענו ניסוי ראשון ב- 4 רובוטים (כ 203 פרות) ברפת מסחרית. התוצאות בדוח הקודם כוללו 203 פרות לתקופה של 23 שבועות לאחר המלטה, נתונים שנאספו בין אפריל לנובמבר 2012. בממוצע תנובת החלב של קבוצת הטיפול הייתה גבוהה ב- 1.44 ק"ג לפרה ליום והדבר התבטא בכל אחד מהשבועות (פרט לאחד) לאורך התחלובה כולה.

שנה שלישית. מהתוצאות שהתקבלו בשנים קודמות התבררו שלושה דברים:

א. ניהול הקצאות מזון מרוכז (מ"מ) המומלץ ע"י תוכנת היצרן אינו ממצה את פוטנציאל הייצור של הפרות בתנאי הממשק של הרפת הרובוטית ביסודות. כאשר הקצנו לפרות הטיפול יותר מ"מ קיבלנו, בממוצע, 1.44 ק"ג חלב יותר לפרה ליממה. אילו הטיפול היה מיושם לרפת כולה היה מביא לעמידה במכסה.

ב. ברמת ההקצאה הפרטנית (לפי הקריטריונים שנוסחו בדו"ח שנה שניה) הפרות לא אכלו את מלוא ההקצאה. מאחר והכמות שהמזין מקצה פר ביקור ברובוט מושפע מההקצאה היומית. אפשר שהקצאה גבוהה פגעה בכמות שהוקצתה לכלל הביקורים ברובוט לכל פרה, ופרות שביקרו ברובוט פחות פעמים בסופו של דבר היו חשופות לפחות מ"מ. לכן החלטנו להקטין את ההקצאה ולהימנע מצריכה לא מלאה

(ראה שיטות וחומרים).

ג. סט הנתונים שממילא נאסף להקצאת מזון פרטנית מדוייקת יכול לשמש גם לפיתוח מודל לזיהוי מחלות. מטרת העבודה בשנה השלישית (א) היו לשפר את התוצאות הן מבחינת תנובה והן מבחינת צריכת מ"מ ע"י הקצאת מ"מ אינדיבידואלית על פי ביצועי תנובת החלב ומשקל הגוף בהשוואה להקצאה אוטומטית על פי המלצת היצרן המבוססת על תוספת סטנדרטית לאחר המלטה (בימים הראשונים) ואח"כ על פי תנובת חלב בלבד עד למקסימום של 7 ק"ג ליממה. (ב) להכין את הבסיס העובדתי למחקר הבא - לבדוק האם ניתן להשתמש בכלים מתמטיים וסט הנתונים שממילא נאסף להקצאת מזון פרטנית מדוייקת – גם לזיהוי מחלות.

תוצאות השנה השלישית (א) הזנה מדוייקת ברובוט חליבה

חומרים ושיטות

פרות מתחלובה שנייה ואילך ברפת הרובוטית השיתופית של מושב יסודות. סככה כוללת המחולקת ל- 5 קבוצות. בכל קבוצה רובוט תוצרת ליילי (5 רובוטים) כ- 55 פרות לרובוט. כל הפרות הובסו בבלייל אחיד בריכוזיות של 1.769 מ"ק/ק"ג ח"י ומ"מ בריכוזיות 1.820 מ"ק/ק"ג ח"י הפרש הריכוזיות בין הבלייל למ"מ הוא כ- 3%. הבלייל מחולק פעמים ביממה וכל המ"מ נצרך ברובוט במשך החליבה. הפרות חולקו לפני ההמלטה לטיפול וביקורת על פי תחלובה, מועד המלטה צפוי והרובוט אליו מיועדת הפרה לאחר ההמלטה. בשאיפה להחזיר כל פרה לרובוט בו שהתה בתחלובה הקודמת.

פרות הביקורת קיבלו מ"מ על פי תוכנה קיימת בתוכנת הניהול של הרובוט. 0.5 ק"ג ביום ההמלטה ותוספת של 1 ק"ג ביום עד היום הרביעי ותוספת 0.17 ק"ג ליממה עד היום ה- 30 למקסימום של 7 ק"ג ליממה לפרות המניבות 60 ק"ג ליממה. ההקצאה אינה עולה על 7 ק"ג ליממה ואחרי היום ה- 30 ההקצאה יורדת (באותו קצב כמו העלייה) כשהתנובה יורדת עד מינימום של 5 ק"ג ליממה. אין כל התייחסות למשקל הגוף.

פרות הטיפול קיבלו 6 ק"ג ליממה בשבוע הראשון אחר ההמלטה ו- 7 ק"ג בשבוע השני. אם תנובת החלב עברה 40 ק"ג אחרי השבוע השני ומשקל הגוף היה בירידה הועלתה ההקצאה ל- 8 ק"ג ליממה. אם תנובת החלב לא הגיע ל- 40 ק"ג ליממה הושארה ההקצאה בעינה (7 ק"ג ליממה) ונבחנה בשבוע שלאחריו. בכל מקרה כשהתנובה עברה 50 ק"ג ליממה עלתה ההקצאה ל- 8 ק"ג ליממה. פרות שתנובתן לא עברה את גבול 50 ק"ג ליממה בשבוע הרביעי לאחר ההמלטה והוקצו להן 8 ק"ג ליממה, הורדה ההקצאה ל- 7 ק"ג ליממה בלי להתייחס למשקל הגוף. כשמשקל הגוף התייצב או התחיל לעלות אזי לפרות שהוקצו להן 8 ק"ג מ"מ ליממה, הורדה ההקצאה ל- 7 ק"ג ובשבוע שלאחר מכן להקצאה אוטומטית על פי הנחיות הייצרן כמו פרות הביקורת. ולפרות שהוקצאו להן 7 ק"ג מ"מ ליממה ומשקל הגוף התייצב או התחיל לעלות, הועברה ההקצאה להקצאה אוטומטית על פי הנחיות היצרן כמו פרות הביקורת. החלטות לגבי פרות הטיפול מתבצעות אחת לשבוע. הקריטריונים לעליה, ללא שינוי וירידה, נקבעים על פי שיפוע קו הנתונים של 7 ימים עוקבים. נתון של כל יום הוא ממוצע רץ של הנתון ביום עצמו ושני הימים הקודמים.

תוצאות השנה השלישית (א) הזנה מדוייקת:

בגרפים מוצגים נתונים נאספו בין חדש מאי עד חדש נובמבר 2013. 20 שבועות לאחר ההמלטה. התוצאות

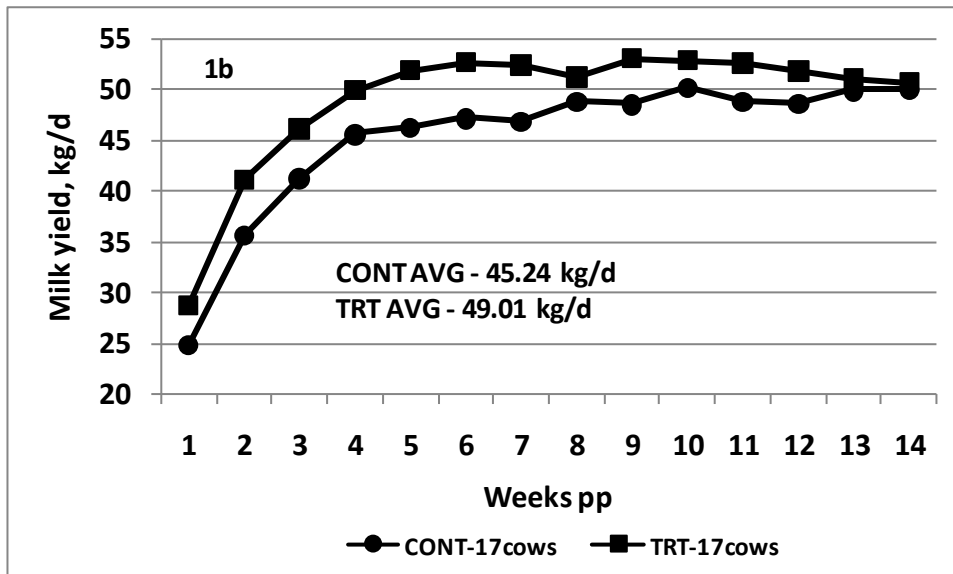
מוצגות בשני אופנים: (א). כל הפרות שנכנסו לניסוי בין חדש מאי לחדש ספטמבר, (ב). 17 פרות בכל קבוצה שהשלימו 14 שבועות מלאים במשך הניסוי כולו.

תנובת החלב מתוארת באיור 1. תנובת החלב בקבוצת הטיפול הייתה במוצע גבוה בלמעלה מ- 2.5 ק"ג ליום לפרה. מובהק בכל אחד מהשבועות לאורך 10 השבועות הראשונים אחר ההמלטה. ההבדל מתבטא ביתר שאת לגבי 34 הפרות שהשלימו 14 שבועות בתחלובה, כלומר למעלה מהשליש הראשון בתחלובה. כאן היה ההבדל הממוצע כמעט 4 ק"ג חלב ליום לטובת קבוצת הניסוי.

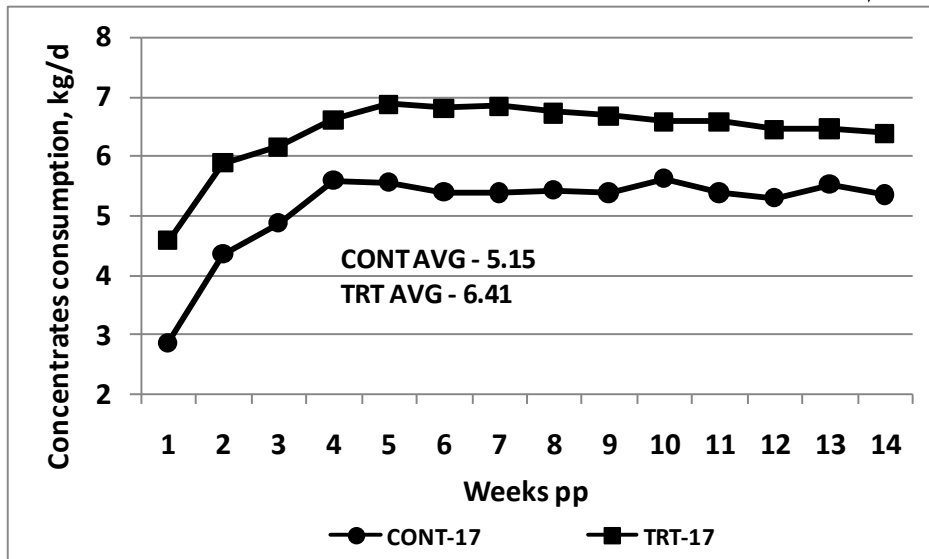
הקצאת מ"מ מתוארת בציור 2. במשך 20 השבועות המסוכמים הוקצה לקבוצת הטיפול במוצע 0.82 ק"ג מ"מ יותר לפרה ליום (a2). אולם ב- 14 השבועות הראשונים ההקצאה הייתה גבוה ב- 1.26 ק"ג ליממה לפרה בקבוצת הטיפול לעומת הביקורת (b2). ההבדל נובע, כנראה, ממגמת הירידה בהקצאות לקבוצת הטיפול אחרי השבוע ה- 14 כפי שמסתמן בציור a1. חשוב לציין שגם פרות הטיפול וגם פרות הביקורת צרכו את מלוא ההקצאה.

תדירות החליבה מתוארת בציור 3. תדירות החליבה של קבוצת הטיפול הייתה גבוה יותר מאשר בקבוצת הביקורת לאורך כל התקופה, כשבקבוצת הביקורת מסתמנת ירידה מתחת ל- 3 חליבות ביממה בשבועות האחרונים של הניסוי (ציור a3).

איור 4. משקל הגוף ההתחלתי (לאחר ההמלטה) של פרות הביקורת והניסוי היה דומה (677 ± 67 ו- 674 ± 56 ק"ג בהתאמה). השינויים במשקל הגוף כאחוז מהמשקל ההתחלתי לאורך תקופת הניסוי של פרות הניסוי והביקורת מתוארים באיור 4. נראה שפרות הביקורת מתחילות לעלות במשקלן מוקדם יותר מפרות הניסוי (ציורים a4 ו- b4) ובציור b4 המתאר את אותן 17 פרות בכל קבוצה למשך 14 שבועות, נראה גם שפרות הניסוי מאבדות ממשקלן יותר מפרות הביקורת (6.7% ו- 5.6% בהתאמה).

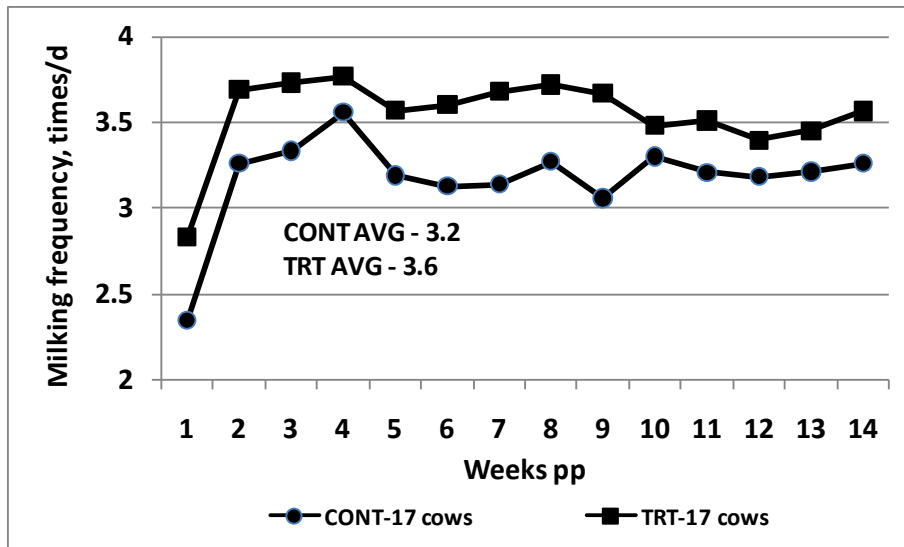


איור 1 תנובת חלב. 17 פרות בכל קבוצה שסיימו 14 שבועות בתחלובה). תנובת חלב של פרות ביקורת (●) – (הקצאה אוטומטית על פי תוכנת הניהול של היצרן 0.5 ק"ג ביום ההמלטה ותוספת של 1 ק"ג ביום עד היום הרביעי ותוספת 0.17 ק"ג ליממה עד היום ה-30 למקסימום של 7 ק"ג ליממה לפרות המניבות 60 ק"ג ליממה. ההקצאה אינה עולה על 7 ק"ג ליממה ואחרי היום ה-30 ההקצאה יורדת (באותו קצב כמו העלייה) כשהתנובה יורדת עד מינימום של 5 ק"ג ליממה. אין התייחסות למשקל הגוף) לעומת תנובת החלב של פרות הטיפול (■) - 6 ק"ג ליממה בשבוע הראשון ו-7 ק"ג בשני. אם תנובת החלב עברה 40 ק"ג ומשקל הגוף היה בירידה הועלתה ההקצאה ל-8 ק"ג ליממה. אם תנובת החלב לא הגיע ל-40 ק"ג ליממה הושארה ההקצאה בעינה (7 ק"ג ליממה). כשהתנובה עברה 50 ק"ג ליממה עלתה ההקצאה ל-8 ק"ג. פרות שתנובתן לא עברה 50 ק"ג ליממה בשבוע הרביעי לאחר ההמלטה והוקצו להן 8 ק"ג ליממה, הורדה ההקצאה ל-7 ק"ג ליממה בלי להתייחס למשקל הגוף. כשמשקל הגוף התייצב או התחיל לעלות אזי לפרות שהוקצו להן 8 ק"ג מ"מ ליממה, הורדה ההקצאה ל-7 ק"ג ובשבוע שלאחר מכן להקצאה אוטומטית על פי הנחיות היצרן כמו פרות הביקורת. ולפרות שהוקצאו להן 7 ק"ג מ"מ ליממה ושמשקל הגוף התייצב או התחיל לעלות, הועברה ההקצאה להקצאה אוטומטית על פי הנחיות היצרן כמו פרות הביקורת. החלטות לגבי פרות הטיפול מתבצעות אחת לשבוע.

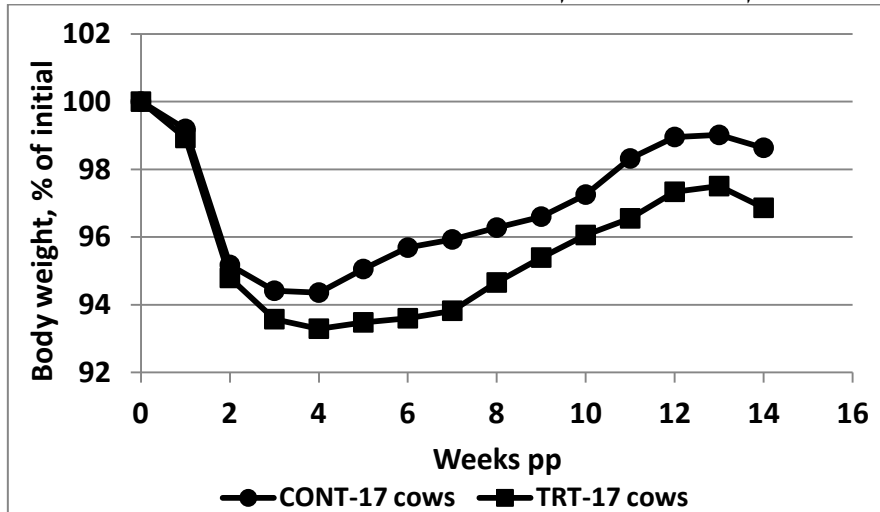


איור 2. הקצאת מזון מרוכז (מ"מ). 17 פרות בכל קבוצה שסיימו 14 שבועות בתחלובה. הקצאה יומית של מ"מ של פרות ביקורת (●) - הקצאה אוטומטית על פי תוכנת הניהול של היצרן 0.5 ק"ג ביום ההמלטה ותוספת של 1 ק"ג ביום עד היום הרביעי ותוספת 0.17 ק"ג ליממה עד היום ה-30 למקסימום של 7 ק"ג ליממה לפרות המניבות 60 ק"ג ליממה. ההקצאה אינה עולה על 7 ק"ג ליממה ואחרי היום ה-30 ההקצאה יורדת (באותו קצב כמו העלייה) כשהתנובה יורדת עד מינימום של 5 ק"ג ליממה. אין כל התייחסות למשקל הגוף. לעומת ההקצאות לפרות הטיפול (■) - 6 ק"ג ליממה בשבוע הראשון ו-7 ק"ג בשני. אם תנובת החלב עברה 40 ק"ג ומשקל הגוף היה בירידה הועלתה ההקצאה ל-8 ק"ג ליממה. אם תנובת החלב לא הגיע ל-40 ק"ג ליממה הושארה ההקצאה בעינה (7 ק"ג ליממה). כשהתנובה עברה 50 ק"ג ליממה עלתה ההקצאה ל-8 ק"ג. פרות שתנובתן לא עברה 50 ק"ג ליממה בשבוע הרביעי לאחר ההמלטה והוקצו להן 8 ק"ג ליממה, הורדה ההקצאה ל-7 ק"ג ליממה בלי להתייחס למשקל הגוף. כשמשקל הגוף התייצב או התחיל לעלות אזי לפרות שהוקצו להן 8 ק"ג מ"מ ליממה, הורדה ההקצאה ל-7 ק"ג ובשבוע שלאחר מכן להקצאה אוטומטית על פי הנחיות היצרן כמו פרות הביקורת. ולפרות

שהוקצאו להן 7 ק"ג מ"מ ליממה ושמסקל הגוף התייצב או התחיל לעלות, הועברה ההקצאה להקצאה אוטומטית על פי הנחיות היצרן כמו פרות הביקורת. החלטות לגבי פרות הטיפול מתבצעות אחת לשבוע.



איור 3. תדירות חליבות. 17 פרות בכל קבוצה שסיימו 14 שבועות בתחלובה. תדירות חליבה יומית של פרות ביקורת (●) הקצאה אוטומטית על פי תוכנת הניהול של היצרן 0.5 ק"ג ביום ההמלטה ותוספת של 1 ק"ג ביום עד היום הרביעי ותוספת 0.17 ק"ג ליממה עד היום ה-30 למקסימום של 7 ק"ג ליממה לפרות המניבות 60 ק"ג ליממה. ההקצאה אינה עולה על 7 ק"ג ליממה ואחרי היום ה-30 ההקצאה יורדת (באותו קצב כמו העלייה) כשהתנובה יורדת עד מינימום של 5 ק"ג ליממה. אין כל התייחסות למשקל הגוף). לעומת תדירות חליבה יומית של פרות הטיפול (■) 6 ק"ג ליממה בשבוע הראשון ו-7 ק"ג עשני. אם תנובת החלב עברה 40 ק"ג ומשקל הגוף היה בירידה הועלתה ההקצאה ל-8 ק"ג ליממה. אם תנובת החלב לא הגיע ל-40 ק"ג ליממה הושארה ההקצאה בעינה (7 ק"ג ליממה). כשהתנובה עברה 50 ק"ג ליממה עלתה ההקצאה ל-8 ק"ג. פרות שתנובתן לא עברה 50 ק"ג ליממה בשבוע הרביעי לאחר ההמלטה והוקצו להן 8 ק"ג ליממה, הורדה ההקצאה ל-7 ק"ג ליממה בלי להתייחס למשקל הגוף. כשמסקל הגוף התייצב או התחיל לעלות אזי לפרות שהוקצו להן 8 ק"ג מ"מ ליממה, הורדה ההקצאה ל-7 ק"ג ובשבוע שלאחר מכן להקצאה אוטומטית על פי הנחיות היצרן כמו פרות הביקורת. ולפרות שהוקצאו להן 7 ק"ג מ"מ ליממה ושמסקל הגוף התייצב או התחיל לעלות, הועברה ההקצאה להקצאה אוטומטית על פי הנחיות היצרן כמו פרות הביקורת. החלטות לגבי פרות הטיפול מתבצעות אחת לשבוע).



איור 4. משקל גוף. 17 פרות בכל קבוצה שסיימו 14 שבועות בתחלובה. תדירות חליבה יומית של פרות ביקורת (●) הקצאה אוטומטית על פי תוכנת הניהול של היצרן 0.5 ק"ג ביום ההמלטה ותוספת של 1 ק"ג ביום עד היום הרביעי ותוספת 0.17 ק"ג ליממה עד היום ה-30 למקסימום של 7 ק"ג ליממה לפרות המניבות 60 ק"ג ליממה. ההקצאה אינה עולה על 7 ק"ג ליממה ואחרי היום ה-30 ההקצאה יורדת (באותו קצב כמו העלייה) כשהתנובה יורדת עד מינימום של 5 ק"ג ליממה. אין כל התייחסות למשקל הגוף). לעומת תדירות חליבה יומית של פרות (הטיפול) (■) 6 ק"ג ליממה בשבוע הראשון ו-7 ק"ג עשני. אם תנובת החלב עברה 40 ק"ג ומשקל הגוף היה בירידה הועלתה ההקצאה ל-8 ק"ג ליממה. אם תנובת החלב לא הגיע ל-40 ק"ג ליממה הושארה ההקצאה בעינה (7 ק"ג ליממה). כשהתנובה עברה 50 ק"ג ליממה עלתה ההקצאה ל-8 ק"ג. פרות שתנובתן לא עברה 50 ק"ג ליממה בשבוע הרביעי לאחר ההמלטה והוקצו להן 8 ק"ג ליממה, הורדה ההקצאה ל-7 ק"ג ליממה בלי להתייחס למשקל הגוף. כשמסקל הגוף התייצב או התחיל לעלות אזי לפרות שהוקצו להן 8 ק"ג מ"מ ליממה, הורדה

ההקצאה ל- 7 ק"ג ובשבוע שלאחר מכן להקצאה אוטומטית על פי הנחיות היצרן כמו פרות הביקורת. ולפרות שהוקצאו להן 7 ק"ג מ"מ ליממה ושמשקל הגוף התייצב או התחיל לעלות, הועברה ההקצאה להקצאה אוטומטית על פי הנחיות היצרן כמו פרות הביקורת. החלטות לגבי פרות הטיפול מתבצעות אחת לשבוע.

דיון

תנובת החלב ורמת הקצאת ה- מ"מ של פרות הביקורת בשתי תקופות הניסוי היו דומות. מכאן שהתוצאות המשופרות שנתקבלו בסדרת ניסויים זאת (מבחינת תנובת החלב והקצאות מ"מ) בפרות הטיפול, נבעה משיפור בגישה. הדבר מתבטא גם בצריכה מעט נמוכה יותר בפרות הניסוי (החל מהשבוע ה- 10 לאחר ההמלטה) לעומת הקודמת. נראה שהדבר מושג על חשבון גיוס רזרוות גוף בשבועות הראשונים לאחר ההמלטה ואיחור בעליה במשקל כמו גם בעליה מתונה יותר במשקל הגוף.

גם בניסוי זה, תדירות החליבה של פרות הניסוי הייתה גבוהה יותר (מתבטא בעיקר ב- 17 הפרות שסיימו 14 שבועות בתחלובה). בשתי הקבוצות לא היו הגבלות על תדירות החליבה מכאן שתדירות החליבה הגבוהה יותר נבעה מביקורים תדירים יותר כתוצאה מההקצאת המזון הגבוהה יותר שכן הוכח שהפרות מגיעות לעמדת החליבה כדי לצרוך מ"מ (Halachmi et al. 2000). אנו מעריכים שאת עיקר התוספת לחלב ניתן ליחס לעובדה שההקצאה הגבוהה יותר בפרות הניסוי איזנה טוב יותר את אובדן האנרגיה בפרות אלה ו"דירבנה" אותן לייצור גבוה יותר (Maltz et al. 2009, 2013). המשמעות של תדירות חליבה גבוהה לתחלובה כולה בפרט בתחילת התחלובה תורה ע"י בר פלד וחובריו (Bar Peled et al. 1995) וכנראה שחלק מתוספת החלב שהתקבלה בפרות הניסוי ניתן לייחס לתדירות החליבה הגבוהה יותר, בעיקר בתחילת התחלובה, בפרות אלה. שני גורמים אלה תוספת אנרגיה בצריכה ותדירות חליבה גבוהה יותר תרמו לגירוי שהאצים את הדחף לייצור אפילו מעבר לאנרגיה שהתקבלה בצריכה והביא לגיוס מסוים ברזרוות גופניות כדי לעמוד באבדן האנרגיה בחלב. דבר זה התבטא בירידה מעט גדולה ביותר במשקל. יחד עם זאת הדחף המוגבר לייצור חלב הביא לעליה מתונה יותר במשקל אצל פרות הניסוי בהשוואה לפרות הביקורת. ייתכן שהקצאה גבוהה יותר מאשר ניתנה לפרות הניסוי הייתה מונעת את הירידה שנצפתה במשקל הגוף. הוכח שהאבסה מדייקת על פי מאזן אנרגיה מדוד ברמה האינדיבידואלית, מניבה תוצאות טובות יותר מאשר האבסה במנה כולית מחושבת לפרה "הממוצעת" (Maltz et al. 2013). אמנם בעבודה זאת ההקצאה לא נעשתה על פי מאזן אנרגיה, אך בכ"ז נעשתה ברמה האינדיבידואלית בהתאם לקריטריונים משיקים למאזן אנרגיה (תנובת חלב ומשקל גוף) ובהחלט ייתכן שהתוצאות שהתקבלו בפרות הניסוי בעבודה זאת הם גם בתגובה להזנה מדייקת יותר בנוסף לתדירות חליבה גבוהה יותר.

תוצאות השנה השלישית (ב) זיהוי מחלות

חומרים ושיטות

פרות מתחלובה שנייה ואילך ברפת הרובוטית השיתופית של מושב יסודות. סככה כוללת המחולקת ל- 5 קבוצות. בכל קבוצה רובוט תוצרת ליילי (5 רובוטים) כ- 55 פרות לרובוט. כמתואר בניסוי ההזנה בדוח זה.

מחלות קטוסיס ומטריטיס (ketosis and metritis) דווחו לתוכנת נועה (התאחדות מגדלי בקר) הוטרינר מהחקלאית בדק כל פרה בין יום 5 ל 12 מהמלטה. (A cow was considered as ketotic when the) (Ketostix test result was higher than 1,470 $\mu\text{molAcAc/L}$ or 15 mg AcAc/dL).

החישנים ששימשו באיתור המחלות היו החיישנים הרגילים המתוקנים ברובוט: רומינציה של SCR, פעילות של SCR, מד כמות חלב המתוקן ברובוט (מד הרכב חלב לא פעל), ומשקל גוף הנאספים בעזרת התוכנה של יצרן הרובוטים ליילי.

הפרות חולקו אקרעית לקבוצת ניסוי וביקורת. פרות הביקורת הובאו לווטרינר כרגיל, לפי התוכנה של הייצרן ותחושת הבטן של החקלאי ופרות הניסוי לפי המודל.

המודל המטמטי והסטטיסטי היה מסוג עץ החלטה רגרסיה בינארית. הואיל והשמות באנגלית והתוצאות כבר מוכנות להכנסה למאמר - אביא אותם בשפת המקור:

A tree based regression model was developed based on historical data of one year (April 2012 to March 2013). In this time period, there were 35 sick (ketosis and/or metritis) and 76 healthy cows. The regression tree is based on the input variables (milk yield, activity, rumination, visits to the milking robot, concentrate feed intake, body weight) and the output (diagnosis of the veterinarian). The tree is binary, which means each branching node is split in two, based on the values of the input variables. The tree based model (ctree, Matlab) classified each cow in a category, being sick or being healthy. Table 1 shows the confusion matrix of the tree based regression model.

Table 1. Confusion matrix of tree based model with 76 healthy and 35 sick cows – calibration dataset

		Reference	
		Healthy	Sick
Model	Healthy	72 (95%)	5
	Sick	4	30 (86%)

This tree based regression model served as the calibration dataset. The model was then applied on new calvings with the predict-function in Matlab. Cows were followed for the first 21 d after calving.

New inputs will be classified by the decision tree. In every end node, the likelihood of being a member from a particular class is indicated, i.e. the probability of being sick is calculated.

Cows were divided into two groups: control (CON) and treatment (TRT). The CON cows were brought once to the veterinarian in the period 5 to 12 d after calving like in the normal routine. The TRT cows were only brought to the veterinarian when the model outcome indicated the cow was sick or when the cow was at high risk for developing a disease.

Every Sunday, data were extracted from the farm computer and the model was applied on the new data. A list of cows that were up to 21 d after calving with their respective probability of being sick was then send to the farmer. This was done a few hours before the vet arrived, in order to give the farmer the time to bring the cows that need a check-up to the treatment pen.

Starting in April 2013, 34 TRT, 31 CON and 1 cow without group calved.

Table 2. Confusion matrix of tree based model with 34 healthy and 32 sick cows between 5 to 11 days after calving – validation dataset

		Reference	
		Healthy	Sick
Model	Healthy	27 (79%)	11
	Sick	7	21 (66%)

In table 2. Of the 18 cows that were incorrect classified, 4 cows that were diagnosed sick by the veterinarian and 5 cows that were diagnosed healthy by the veterinarian were correct classified in the following model check.

Table 3. Confusion matrix of tree based model of TRT group (20 healthy and 14 sick cows) between 5 to 11 days after calving – validation dataset

		Reference	
		Healthy	Sick
Model	Healthy	17 (85%)	1
	Sick	3	13 (93%)

בטבלה 3 אפשר לראות שהמודל יכול להגיע לדיוק של 85% בזיהוי פרות בריאות ו 93% בזיהוי פרות חולות.

מסקנה מטבלה 4 - ברפת רובוטית אנו לא רוצים להפריע את שגרת הרפת, לא להפריע לפרות סתם, לכן צריך להביא לבדיקת הוטרנר רק את הפרות שחשודות לפי המודל החדש שפותח ולא באופן גורף את כל הפרות.

התוצאה מרמזת שהמחקר מהווה צעד חשוב בפיתוח שיטת ממשק שתמצה את פוטנציאל הייצור של הפרה הישראלית בתנאי ישראל. שילוב של הזנה מדויקת ובריאות הפרה. במחקר המשך אפשר להתחיל לפתח מודלים למחלות אחרות ולבדוק את מודל ההזנה על יותר פרות ברובוטים מחברות אחרות.

.....
הצהרת החוקר הראשי:

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

חתימת החוקר האחראי _____ אילן הלחמי _____ תאריך: _____ 12/12/2013 _____

רשימת פרסומים שנבעו מהמחקר:

Publication derived from the project:

Abstracts in conferences

Steensels, M., Bahr, C., Berckmans, D., Halachmi, I. and Maltz, E. (2011). Precision Agriculture in Dairy Farming: Detection of sick cows. In: Shoshany, M., Shaviv, A. (Eds.), Abstract Book of the International Symposium on Sensing in Agriculture 2011, International Symposium on Sensing in Agriculture, Haifa, Israel, February 21-24, 2011, pp. 24.

Bar, D., Halachmi, I. and Steensels, M. (2011). Rumination in the first week after calving and calving diseases.

העלאת הגירה בשבוע הראשון לאחר ההמלטה ומחלות המלטה

Proceedings of 23th Annual Dairy Science Conference, Jerusalem, Israel, June 21-23 , 2011, pp. 116-117 (In Hebrew).

Steensels, M., Bahr, C., Berckmans, D., Halachmi, I., Antler, A. and Maltz, E. (2011).

Application of a behaviour sensor in a high producing dairy herd.

ישום סנסור התנהגות ברפת החלב

Proceedings of 23th Annual Dairy Science Conference, Jerusalem, Israel, June 21-23, 2011, pp. 76-79 (In Hebrew and English).

Steensels, M., Bahr, C., Berckmans, D., Halachmi, I., Antler, A. and Maltz, E. (2011). Precision agriculture in dairy farming: applying lying behavior in the detection of sick cows.

Proceedings of the Annual Meeting of the ISAE – The Israeli Society of Agricultural Engineering, Bet Dagan, Israel, July 7, 2011.

Steensels, M., Maltz, E., Bahr, C., Berckmans, D., Antler, A. and Halachmi, I. (2012). Can behaviour and production variables be used to detect post-calving ketosis? Proceedings of the Student Day Newe Ya'ar, 22 May 2012, Newe Ya'ar, Israel, pp. 6.

Steensels, M., Bahr, C., Berckmans, D., Antler, A., Maltz, E. and Halachmi, I. (2012). Can rumination, activity and milk yield be used to detect ketosis in early lactation?

Proceedings of the Annual Meeting of the ISAE – The Israeli Society of Agricultural Engineering, Tel Aviv, Israel, May 16, 2012, pp. 13-14.

- Steensels, M., Bahr, C., Berckmans, D., Antler, A., Maltz, E. and Halachmi, I. (2012).
Characterizing effects of post-calving diseases as reflected by lying and milk composition sensors.
איפיון השפעת מחלות המלטה כפי שמתבטא בחישה רביצה והרכב חלב
Proceedings of the 24th Annual Dairy Science Conference, Jerusalem, Israel, pp. 89-90
(Hebrew), pp. 91-92 (English).
- Steensels, M., Bahr, C., Berckmans, D., Antler, A., Maltz, E. and Halachmi, I. (2012). Model
development for early detection of ketosis by use of a rumination sensor.
פיתוח מודל לשימוש בחישה העלאת גרה לזיהוי מוקדם של קטוזיס
Proceedings of the 24th Annual Dairy Science Conference, Jerusalem, Israel, pp. 97-98
(Hebrew), pp. 99-100 (English).
- Schlageter-Tello, A., Lokhorst, C., Bokkers, E.A.M., Koerkamp, P.W.G., Van Hertem, T.,
Steensels, M., Halachmi, I., Maltz, E., Viazzi, S., Romanini, C.E.B., Bahr, C., and
Berckmans, D. (2012). Comparison between direct and video observation for locomotion
assessment in dairy cow. Abstract book of the Annual Meeting of the European
Association of Animal Production (EAAP), Bratislava, Slovak Republic.
- Steensels, M., Bahr, C., Berckmans, D., Antler, A., Maltz, E. and Halachmi, I. (2012).
Detection of early lactation ketosis by rumination and other sensors. Abstract book of the
Annual Meeting of the European Association of Animal Production (EAAP), Bratislava,
Slovak Republic.
- Steensels, M., Maltz, E., Bahr, C., Berckmans, D., Antler, A. and Halachmi, I. (2013). Ketosis
detection in early lactation of dairy cows by behaviour and performance sensing. The
Annual Meeting of the ISAE – The Israeli Society of Agricultural Engineering, 23 May
2013, Tel Aviv, Israel.
- Steensels, M., Maltz, E., Bahr, C., Berckmans, D., Antler, A. and Halachmi, I. (2013).
Detecting post-calving diseases by sensors and models. 25th Annual Dairy Science
Conference: 2-4 July 2013, Jerusalem, Israel.
- Steensels, M., Maltz, E., Bahr, C., Berckmans, D., Antler, A. and Halachmi, I. (2013).
Detecting post-calving diseases by sensors and models. Joint Annual Meeting of the
American Dairy Science Association and the American Animal Science Association: 9-12
July 2013, Indianapolis, United States.

Articles of symposia proceedings

- Steensels, M., Bahr, C., Berckmans, D., Halachmi, I., Antler, A. and Maltz, E. (2011). Lying
patterns of high producing dairy cows during transition time characterized individually by
behaviour sensors. In: Lokhorst, C., Berckmans, D. (Eds.), the European Conference on

Precision Livestock Farming (ECPLF) 2011. Publisher: Czech Centre for Science and Society, Prague, Czech Republic, pp. 35-49

Steensels, M., Maltz, E., Bahr, C., Berckmans, D., Antler, A. and Halachmi, I. (2013). Ketosis detection in early lactation of dairy cows by behavior and performance sensing. In: Berckmans, D., Vandermeulen, J. (Eds.), the European Conference on Precision Livestock Farming (ECPLF) 2013, pp. 320-328

Peer review journal Publications

Steensels, M., Bahr, C., Berckmans, D., Halachmi, I., Antler, A. and Maltz, E. (2012). Lying patterns of high producing dairy cows after calving in commercial herds as affected by age, environmental conditions and production. *Applied Animal Behaviour Science*, 136, 88-95.

Steensels, M., Maltz, E., Bahr, C., Berckmans, D., Antler, A. and Halachmi, I. (2013). Rumination time, Activity and Milk Yield in Cows with Post-Calving Ketosis and Metritis. Under revision in *Journal of Dairy Research*. Will be submitted in the end of November.

Steensels, M., Maltz, E., Bahr, C., Berckmans, D., Antler, A. and Halachmi, I. (2013). Development and validation of a model to detect post-calving ketosis in multiparous dairy cows based on individual real-time rumination time, activity and milk yield. Under revision in *Journal of Dairy Research*. Will be submitted 20 December

Steensels, M., Maltz, E., Bahr, C., Berckmans, D., Antler, A. and Halachmi, I. (2013). Behaviour and performance variables of healthy and sick cows in early lactation (lying time). Rejected by *Applied Animal Behaviour Science*. Will be submitted 31/01/2014.

Paper 5: Application of model in robotic milking farm (Yesodot). Will be submitted 31/03/2014.

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.

<p><u>מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה:</u></p> <p>מטרת המחקר הייתה ונשארה – מחקר על תנועת הפרות לרובוט חליבה. מטרת המחקר לא השתנתה.</p>
<p><u>עיקרי התוצאות</u></p> <p>מדדנו נתוני 204 פרות (ארבעה רובוטים), הנתונים שימשו לפיתוח המודל ונקודת יחוס להשוואה. התוצאות שהתקבלו עד עתה מאוששות את ההשערה שניתן לנהל רפת רובוטית בעזרת שימוש בנתוני החיישנים. ושניהול המזון המרוכז הקיים היום אינו ממצה את פוטנציאל הייצור של הפרות הישראליות בתנאי ממשק ישראלי של הרפת הרובוטית ביסודות. קיבלנו, בקבוצת הניסוי, במוצע, 1.44 ק"ג חלב יותר לפרה ליממה. וזיהינו 85%-93% ממחלות המלטה בעזרת שימוש בחיישנים בחליבה רובוטית</p>
<p><u>מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח?</u></p> <p>אפשר בעזרת כלים של חקלאות מדייקת בחיות משק (חיישנים ומודלים) לנהל רפת רובוטית בצורה יעילה יותר.</p>
<p><u>בעיות שנותרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה:</u></p> <p>התעכבנו בהחלטה האם להמתין להתקנת רובוטים בבית דגן או לעבוד ברפתות מסחריות. החלטנו לא להמתין ועברנו לרפת מסחרית. יכולות המחקר ברפת מסחרית קטנות יותר. צריך להתקין רובוטים בבית דגן. עכשיו, כאשר חקלאים מחזירים רובוטים רבים, אפשר להשיג רובוט משמש, יד שניה, בזול.</p>
<p><u>התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר?</u></p> <p>מטרות המחקר הושגו.</p>
<p><u>הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי:</u></p> <p>ראה רשימה בעמוד 9-11 בדוח זה. עבודת דוקטורט תוגש בסוף 2014 כאשר רוב המאמרים יתקבלו.</p>
<p><u>פרסום הדו"ח:</u></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)</p>
<p><u>האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי?</u></p> <p>ההתקדמות בניסויי הזנה ברפת מסחרית הם עקב בצד אגודל. ללא התקנת רובוטים בבית דגן – כנראה שלא.</p>

- Bar Peled, U., A.R. Lehrer, Y. Folman, I. Bruckental, J. Kali, H. Gacitua, E. Maltz, H. Tagari, B. Robinzon, and C.H. Knight. (1995). Relationship between frequent milking or suckling in early lactation and milk production of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78:2726-2736.
- Halachmi, I., Adan, I. J. B. F., Van Der Wal, J., Heesterbeek, J. a. P. & Van Beek, P. (2000) The design of robotic dairy barns using closed queuing networks. *European Journal of Operation Research*, 124(3), 437 - 446
- Halachmi, I., Metz, J. H. M., Maltz, E., Dijkhuizen, A. A. & Speelman, L. (2000) Designing the optimal robotic barn, part 1: Quantifying facility usage, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 76(37-49).
- Halachmi, I. (2000) Designing the optimal robotic barn, part 2: Behaviour-based simulation. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 77(1), 67-7
- Halachmi, I., E. Shoshani, R. Solomon, E. Maltz, J. Miron (2006). Feeding of primary cell-wall-rich pellets to lactating cows in automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 9:3241-3249
- Hillerton, E.J., C.H. Knight, A. Turvey, S.D. Wheatley, C.J. Wild (1990). Milk yield and mammary function in dairy cows milked four times daily. *Journal of Dairy Research*, 57:285-294.
- Maltz, E., A. Antler, I. Halachmi, Z. Schmilovitch (2009). Precision concentrate rationing to the dairy cow using on-line daily milk composition sensor, milk yield and body weight. *Precision Livestock Farming '09, Proc. of The 4th ECPLF*, 6-11 June 2009 in Wageningen, The Netherlands, pp. 17-23.
- Maltz, E., L.F. Barbosa, P. Bueno, L. Scagion, K. Kaniyamattam, L.F. Greco, A. De Vries, and J.E.P. Santos (2013). Effect of feeding according to energy balance on performance, nutrient excretion and feeding behavior of early lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96:5249-5266
- Miron, J., E. Yosef, M. Nikbachat, A. Zenou, E. Maltz, I. Halachmi, and D. Ben-Ghedalia (2004). Feeding behavior and performance of dairy cows fed pelleted non-roughage fiber by products. *J. of Dairy Sci.* 87:1372-1379
- Miron¹, J., M. Nikbachat, A. Zenou, D. Ben-Ghedalia, R. Solomon, E. Shoshani, I. Halachmi, N. Livshin, A. Antler and E. Maltz (2004). Performance and feeding

behavior of lactating cows supplemented via automatic feeders pellets
containing soy hulls as barley replacement J. Dairy Sci. 87: 3808-3815.

Halachmi, I., E. Shoshani, R. Solomon, E. Maltz, J. Miron (2006). Feeding of primary cell-wall-rich pellets to lactating cows in automatic milking system. J. Dairy Sci. 9:3241-3249