



הקשר בין התנהגות אכילה, צריכת המזון, ויעילות ניצול המזון לייצור חלב בפרות יעילות בהשוואה לפרות לא יעילות

מדדי התנהגות האכילה והעלאת הגירה עשויים לסייע באפיון ברמת המשק של פרות בעלות יעילות ניצול מזון גבוהה בהשוואה לשאר הפרות ברפת. הפרדה זו תאפשר סלקציה של פרות לא יעילות להוצאה מהמשק והזנה מותאמת זולה יותר עבורן. ברמה הארצית לאורך זמן, יתאפשר טיפוח גנטי לשיפור היעילות על ידי איפיון וזיהוי הפרים תורמי הזירמה לייצור בנות יעילות •

היושב בן מאיר^{1,2}, אפרים מלך³, אריאל שליכר³, הראל לויט³, אילנה ריכטר⁴, משה נקבחת¹, יורי פורטניק¹, מאיה זכות¹, מירי כהן-צינדר¹, סמיר מבג'יש², יהושע מירון¹ ואילן הלחמי³

1. המחלקה לחקר בקר וצאן, מינהל המחקר החקלאי; 2. המחלקה למדעי בעלי חיים, הפקולטה לחקלאות, רחובות; 3. המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי; 4. המחלקה להנדסת תעשייה וניהול, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, ישראל.

*העבודה במימון קרן המחקר של מועצת החלב והמדען הראשי של משרד החקלאות



רפת הפרטנית



ובשיטה השנייה נמדד היחס בין כמות החלב מושווה אנרגיה (ECM) לכמות המזון הנצרך ע"י הפרה הפרטנית (DMI). מערכת הזיהוי הפרטני של צריכת המזון ויעילות היצור הקיימת ברפת הפרטנית בבית דגן, יחד עם מערכות חיישנים חדשות שהוקמו ברפת זו, מאפשרות מיפוי מלא של התנהגות הפרה הפרטנית כולל משך שהותה באבוס וקצב האכילה, ויכולות לסייע בפיתוח מודל מהימן יותר מזה של ה-NRC לחיזוי יעילות ניצול המזון של הפרה ברפת משקית בהתבסס על התנהגות האכילה שלה. כך ניתן יהיה לפתח שיטות האבסה ספציפיות לפרות לא יעילות ולטפח את פרת החלב להגדלת התפוקה המתקבלת בעבור יחידת מזון מושקעת. חיסכון אף באחוזים בודדים בתשומת המזון המושקעת תביא לעליה ברווחיות ולהורדת מחיר החלב לצרכן.

בבחינת התנהגות האכילה נמצא כי צריכת המזון של הפרות היעילות הייתה קטנה באופן מובהק מזו של הפרות הלא יעילות ושאר הפרות. גם קצב האכילה של היעילות היה איטי יותר ומספר הארוחות נמוך יותר בהשוואה ללא יעילות ולשאר הפרות. העלאת גירה הייתה מעטה יותר בפרות היעילות משאר הפרות ומהפרות היעילות

מהלך הניסוי

ברפת הפרטנית בבית דגן נבדקו נתוני ההתנהגות, התנהגות האכילה, והייצור של 152 פרות נחלבות שונות שהוחזקו ברפת ב-5 מחזורים של 6 שבועות כל אחד. הפרות היו בתחילת התחלובה (בין 60 ל-90 יום מהמלטה) והוזנו בבלייל קבוע שהובא טרי בכל יום ממרכז מזון 'יבנה'. המדדים שנמדדו בכל אחת מהפרות כללו: צריכת מזון פרטנית, מספר ארוחות ביממה, כמות המזון הנאכלת בכל ארוחה, קצב אכילה יומי, משך שהות הפרה באבוס, ייצור חלב יומי, תכולת השומן, החלבון והלקטוז בחלב היומי ע"פ מערכת אפילאב, משך ועיתוי העלאת גירה, משך רביצה יומי, פעילות פדומטרית, משקל גוף יומי, ויעילות ניצולת המזון ליצור חלב בשתי שיטות: שיטת RFI והיחס ECM/DMI. בחלק מהפרות נדגם מיץ כרס למדידת pH בכרס וייצור מתאן *in vitro*, ובחלק מהפרות נדגמה צואה למדידת הנעכלות *in vivo*.

תוצאות

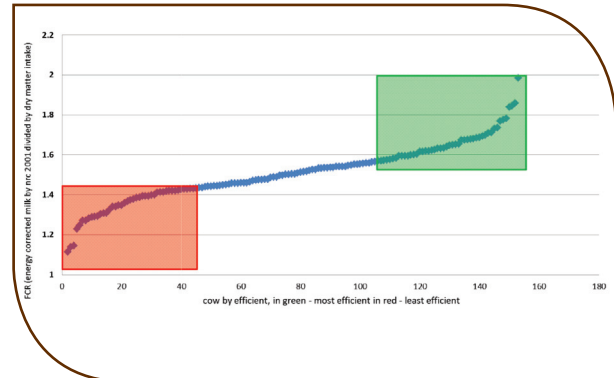
לאחר איסוף הנתונים של צריכת המזון וביצועי החלב חושבו מדדי היעילות FCR (איור 1) ו-RFI (איור 2) והפרות חולקו ל-3 קבוצות לפי מידת יעילות ניצולת המזון. פרות הוגדרו

מבוא

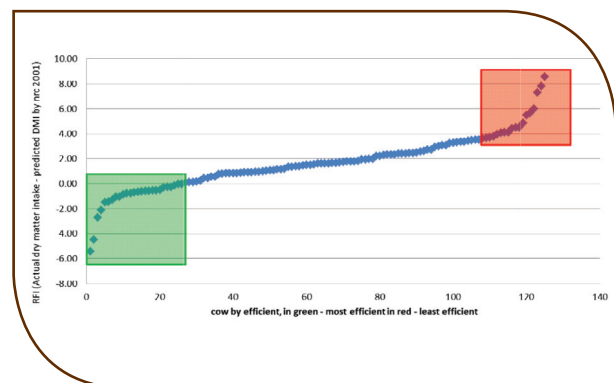
ההוצאה העיקרית ביצור חלב בקר, היא עלות המזון של הפרה שמהווה כ-65% מכלל ההוצאות במשק. בכל שנה מיובאים לארץ 3.23 מיליון טון גרעינים וכוספאות להזנת בעלי חיים בעלות של כמיליארד דולר, מהם כ-60% משמשים להזנת עופות וכ-40% להזנת מעלי גירה ובעיקר בקר לחלב.

בעבודות שנעשו בעשור האחרון בפרות חלב ברפת הפרטנית בבית דגן נמצאה שונות גדולה והבדלים בין פרות בשיעור של 30-40% בצריכת מזון לייצור כמות חלב דומה. מעט מאד עבודת טיפוח נעשתה בעולם ובארץ בכיוון שיפור יעילות ניצול המזון לייצור חלב בבקר. המגבלה העיקרית להתקדמות בטיפוח ליעול ניצולת המזון בעדרי הבקר לחלב בישראל ובעולם, היא היעדר אמצעים יעילים למדידת צריכת המזון הפרטנית ויעילות הייצור של פרה נחלבת בעדר מסחרי, והיעדר סמנים התנהגותיים, מטבוליים, מיקרוביולוגיים, פיזיולוגיים וגנטיים, המאפיינים פרות יעילות ופרות לא יעילות בניצול המזון ליצור.

בספרות המדעית העוסקת בחישוב יעילות היצור הפרטנית מקובל להשתמש בשתי שיטות לחישוב היעילות: RFI (residual feed intake) ו-FCR (feed conversion ratio). בראשונה נמדד ההפרש בין צריכת המזון בפועל של פרה ספציפית לצריכת המזון הצפויה לפי מודל (NRC 2001),



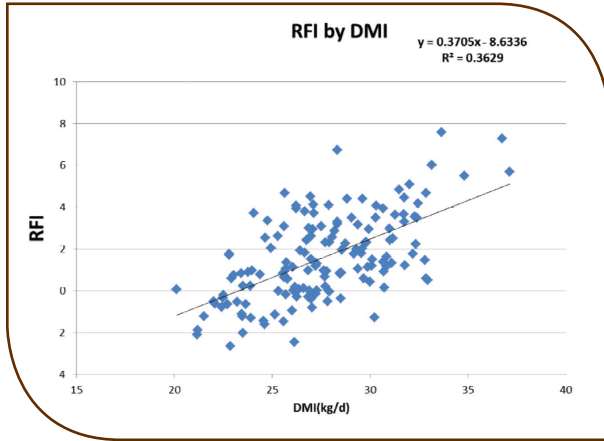
איור 1: בחירת הפרות היעילות (<1.55) והלא יעילות (<1.40) מתוך 152 פרות שעברו את הניסויים ברפת הפרטנית על פי מדד FCR בתוך הריבוע הירוק מצויות היעילות ובריבוע האדום נמצאות הלא יעילות



איור 2: בחירת הפרות היעילות (RFI<0) והלא יעילות (RFI>3.0) מתוך 152 פרות שעברו את הניסויים ברפת הפרטנית על פי מדד ה-RFI, בריבוע הירוק מצויות היעילות ובריבוע האדום הלא יעילות שנדגמו.

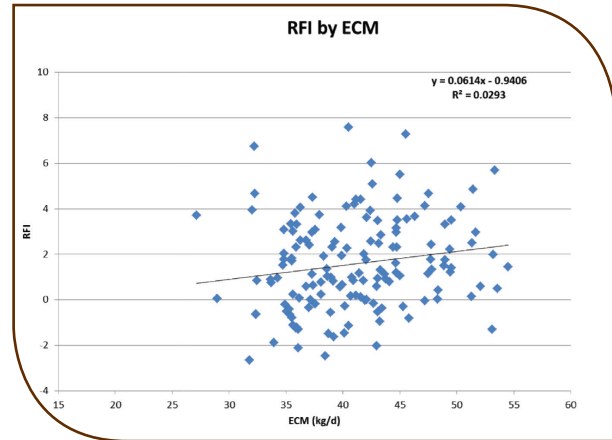


מדד היעילות מבטא את ניצול המזון הנאכל לייצור חלב. נמצא כי גורם צריכת המזון היומית (DMI) היה במתאם גבוה (R²=0.36) ביחס למדד היעילות לפי RFI (איור 3) לעומת זאת, למדד של ייצור חלב מושווה אנרגיה (ECM) לא היה מתאם (R²=0.03) עם היעילות (איור 4).



איור 3: הקשר בין מדד היעילות RFI לבין צריכת חומר יבש יומית של 152 פרות, ניתן לראות שיש מתאם (R²=0.36).

לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקבוצות ביום בתחלובה, משקל גוף ושינוי משקל גוף במהלך הניסוי.



איור 4: הקשר בין מדד היעילות RFI לבין ייצור החלב מושווה אנרגיה (ECM). ניתן לראות שאין מתאם (R²=0.03).

כיעילות או כלא יעילות לפי 2 המדדים. פרות שנמצאו יעילות גם לפי מדד FCR וגם לפי מדד RFI הוגדרו כקבוצת הפרות היעילות, ופרות שנמצאו לא יעילות לפי 2 המדדים הוגדרו כקבוצת הלא יעילות, שאר הפרות חולקו לקבוצה שלישית והוגדרו כ"שאר העדר". בסה"כ היו 30 פרות בקבוצת היעילות, 34 פרות בקבוצת הלא יעילות ו-88 פרות שהוגדרו כממוצעות (טבלה מספר 1).

טבלה 1 מדדי היעילות של הקבוצות השונות, משקל גוף ושינוי במשקל גוף. אותיות שונות מבטאות הבדלים מובהקים במבחן T-test

פרמטר-סמן	פרות יעילות	פרות לא יעילות	שאר הפרות	SEM	p יעילות* לא יעילות
N (מספר פרות)	30	34	88		
ימים בתחלובה בתחילת הניסוי (DIM)	107.3	89.9	100.3	4.11	0.12
יעילות RFI (ק"ג ח"י)	-1.20c	4.85a	1.41b	0.20	0.01
יעילות FCR (ECM/DMI)	1.64a	1.34c	1.52b	0.01	0.01
משקל גוף (ק"ג)	598	600	610	0.81	0.59
שינוי משקל ב-60 יום (%)	0.43	0.69	1.67	0.32	0.84

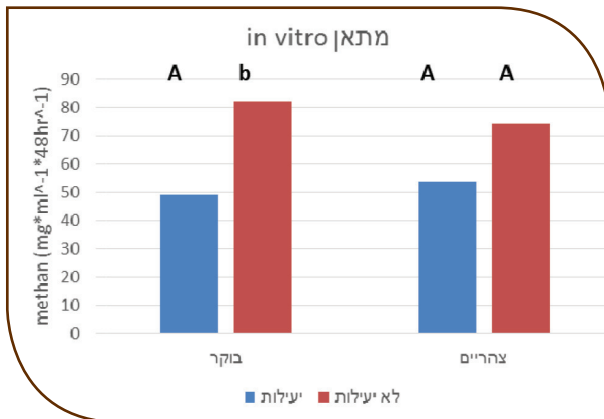
טבלה 2 השוואת תנובת חלב, חלב מושווה שומן, חלב מושווה אנרגיה, וחלב מושווה מחיר וכן הרכב החלב הכולל תכולת: שומן, חלבון ולקטוז בין פרות יעילות לפרות שאר הפרות. אותיות שונות מבטאות הבדלים מובהקים במבחן T-test

פרמטר-סמן	פרות יעילות	פרות לא יעילות	שאר הפרות	SEM	p יעילות* לא יעילות
N (מספר פרות)	30	34	88		
תנובת חלב (ק"ג/יום)	44.6b	44.2b	46.2a	0.09	0.14
חלב מושווה שומן (4% FCM) (ק"ג ליום)	40.3b	40.0c	41.8a	0.08	0.05
(ק"ג ליום, ECM) חלב מושווה אנרגיה	40.0c	40.3b	41.9a	0.08	0.08
חלב מושווה מחיר (חמ"מ, ק"ג ליום)	40.7c	41.5b	43.0a	0.08	0.01
שומן בחלב (%)	3.37	3.37	3.38	0.01	0.06
חלבון בחלב (%)	3.00c	3.16a	3.10b	0.01	0.01
לקטוז בחלב (%)	4.81c	4.92a	4.86b	0.01	0.01

נמצא כי תנובת החלב היומית הייתה דומה בפרות היעילות והלא יעילות ונמוכה במעט משאר הפרות. הבדלים קטנים נמצאו בין קבוצות הפרות היעילות והלא יעילות במדדים של חלב מושווה שומן, חלב מושווה אנרגיה וחלב מושווה מחיר, אך בכל מדדי ייצור החלב הייתה התנובה בקבוצת שאר הפרות גבוהה יותר.

בבחינת התנהגות האכילה (טבלה מספר 3) נמצא כי צריכת המזון של הפרות היעילות הייתה קטנה באופן מובהק מזו של הפרות הלא יעילות ושאר הפרות. גם קצב האכילה של היעילות היה איטי יותר ומספר הארוחות נמוך יותר בהשוואה ללא יעילות ולשאר הפרות. העלאת גירה הייתה מעטה יותר בפרות היעילות משאר הפרות ומהפרות היעילות. בבחינת פעילות פדומטר ורביצה לא נמצאו הבדלים בין הקבוצות (טבלה מספר 4).
pH בכרס נמדד בבוקר ואחה"צ בפרות יעילות (N=15) ובפרות לא יעילות (N=22). לא נמצא הבדל בין הקבוצות (איור 5).

מתאן in vitro נמדד במיץ כרס שנלקח מ-12 פרות יעילות ו-12 פרות לא יעילות בבוקר ואחה"צ. נמצא כי ייצור המתאן במיץ הכרס שנלקח מהפרות היעילות היה גבוה באופן מובהק כאשר מיץ הכרס נלקח בשעות הבוקר. לא נמצאה הבדל מובהק בפעילות המתנוגנית במיץ הכרס שנלקח אחה"צ (איור 6).

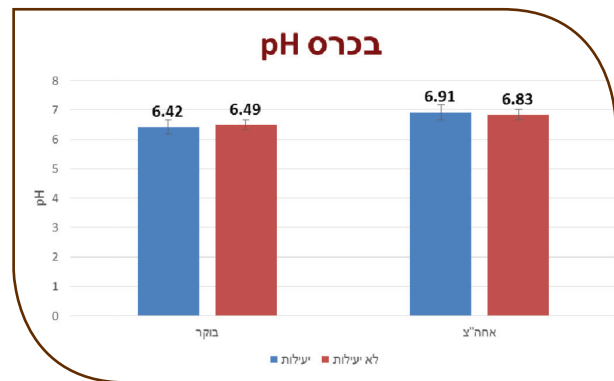


איור 6: שחרור מתאן בדוגמאות מיץ כרס שנדגמו בבוקר לפני חלוקת מזון (בוקר) ו-6 שעות לאחר מתן מזון (אחה"צ). אותיות שונות מציינות מובהקות בהשוואת ממוצע במבחן טוקי.

נעכלות חומר יבש נבדקה ב-10 פרות יעילות אל מול 10 פרות לא יעילות. נמצא כי בפרות היעילות הייתה רמת הנעכלות גבוהה מאשר בפרות הלא יעילות (איור 7)

דיון ומסקנות

ההבדל העיקרי בין פרות יעילות ולא יעילות נובע בעיקר מצריכת המזון הנמוכה יותר של פרות יעילות. לא נמצאו הבדלים במשקל גוף בין פרות יעילות ללא יעילות, ולא



איור 5: pH בכרס כפי שנמדד בפרות יעילות ולא יעילות בבוקר ואחה"צ. בר מציין סטיית תקן.

טבלה 3 התנהגות אכילה הכוללת צריכת מזון יומי, קצב אכילה, מספר ארוחות ביום, משך אכילה יומי והעלאת גירה יומית. אותיות שונות מבטאות הבדלים מובהקים במבחן T-test

פרמטר-סמן	פרות יעילות	פרות לא יעילות	שאר הפרות	SEM	p יעילות* לא יעילות
N (מספר פרות)	30	34	88		
צריכת ח"י יומית (DMI ק"ג)	24.7c	30.5a	27.7b	0.06	0.01
קצב אכילה (ק"ג ח"י/שעה)	7.68c	9.16a	8.71b	0.03	0.01
מספר ארוחות ביום	8.20c	8.80a	8.56b	0.02	0.01
משך אכילה יומי (שעות)	3.37b	3.60a	3.40b	0.01	0.01
העלאת גירה (שעות/יום)	426c	452a	441b	1.04	0.01

טבלה 4 פעילות פדומטר ורביצה

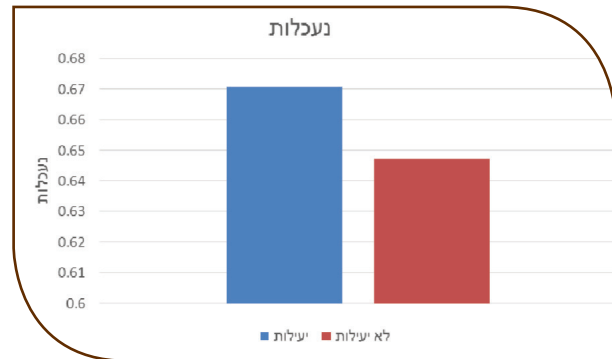
פרמטר-סמן	פרות יעילות	פרות לא יעילות	שאר הפרות	SEM	p יעילות* לא יעילות
N (מספר פרות)	30	34	88		
רביצה (שעות ביום)	9.2	9.2	9.1	0.03	0.62
פדומטר (צעדים לשעה)	152	155	151	0.67	0.75



שבזכותם יש הפנייה טובה יותר בגוף ובעטין של מטבוליטים לייצור החלב ורכיביו. נושא זה יידבק בהמשך.

המדדים של התנהגות האכילה והעלאת הגירה בניסוי זה (קצב אכילה איטי, זמן שהות קצר יותר באבוס, ופחות ארוחות ביום בפרות היעילות) עשויים לסייע באפיון ברמת המשק של פרות בעלות יעילות ניצול מזון גבוהה בהשוואה לשאר הפרות ברפת. הפרדה זו תאפשר ברמה הארצית לאורך זמן, טיפוח גנטי לשיפור היעילות על ידי אפיון וזיהוי הפרים תורמי הזרימה לייצור בנות יעילות.

מכיוון שפרה לא יעילה צורכת 2.8 ק"ג ח"י ליום יותר משאר הפרות (כ-3 ש ליום) ומייצרת 1.5 ק"ג חמ"מ פחות משאר הפרות (3 ש ליום) מפסיד עליה הרפתן כ-6 ש ליום. לכן רצוי ברמה המשקית להפריד פרות לא יעילות לצורכי סלקציה מהעדר. המדדים: קצב אכילה מהיר יותר, מספר ארוחות גבוה יותר, ומשך אכילה והעלאת גירה ארוכים יותר, עשויים לעזור בזיהוי הפרות הלא יעילות ברפת והפדתן משאר הפרות. כך, ניתן יהיה ליצור קבוצת הזנה נפרדת לפרות הלא יעילות ולהאכיל אותן במנה פחות אנרגטית וזולה להגבלת צריכת המזון העודפת (נושא שדורש עדיין בדיקה כלכלית). כיום, בכל אופן, אין טכנולוגיה המאפשר מדידה ישירה של צריכת המזון, קצב האכילה ומספר הארוחות בתנאי משק מסחרי, ולכן פיתוח טכנולוגי המאפשר הערכה טובה של התנהגות האכילה האינדיבידואלית הוא כלי הכרחי לזיהוי של פרות יעילות ולא יעילות. במסגרת פרויקט קנדל שמרכז ד"ר אילן הלחמי במכון להנדסה חקלאית עומלים בימים אלה על פיתוח הטכנולוגיה המבוקשת. ▲



איור 7: תוצאות נעכלות הראו נעכלות גבוהה יותר ב-10 פרות יעילות (67%) לעומת 10 פרות לא יעילות (64%).
ttest=0.049

נמצאו הבדלים משמעותיים בייצור החלב ורכיביו. הפרות הלא יעילות אכלו 23.5% יותר מזון מהפרות היעילות אך יצרו רק 0.75% יותר חלב מושווה אנרגיה. לכן יש לתת להיכן "נעלמה" אותה אנרגיה נצרכת. רמזים למקור ההבדלים בין הפרות היעילות ללא יעילות נראים בפעילות המיקרוביאלית בכרס כפי שמרמז ייצור המתאן הגבוה יותר, שכן ייצור המתאן מהווה אנרגיה שמתבזבזת כגזים שנפלטים לאטמוספירה ולא משמשים לצרכי הפרה. בנוסף נמצאו הבדלים מובהקים בנעכלות החומר היבש שהייתה נמוכה יותר בפרות הלא יעילות מאשר בפרות הלא יעילות, וזה הגיוני בהתחשב בקצב המעבר הגדול יותר של המזון הנאכל בכרס הפרות הלא יעילות. יש לשער שקיימים גם הבדלים פיזיולוגיים נוספים בין הפרות היעילות והלא יעילות

מהפכה בעולם הציון

מערכת מערפלי מים בלחץ

השיטה מומלצת מאוד בעיקר בשל חסכון רב במים והקלה משמעותית בעומס החום

המערכת מתאימה לשימוש ברפתות, לולים, משקים חקלאיים, חצרות ומתקני תעשייה

המערכת מורידה את הטמפרטורה והלחות על ידי ציון הסביבה ומותאמת במיוחד לתנאי האקלים בישראל

misting system
NORMIST
ISRAEL

אי.אס.אל.איי יאיר בע"מ
 ת.ד. 720 טבריה, טלפון: 04-6792473, דוד יאיר 053-6727900, www.esliltd.com, e.s.l.i@012.net.il