

השפעת רמת החלבון השרידי במנה על מאזן האנרגיה והפוריות של פרות לאחר ההמלטה

י. ברוקנטל¹, מ. הולצמן¹, מ. קאים¹, י. אהרוני¹, ש. זמבל², ה. פוטי², וע. אריאלי²

¹המכון לבעלי-חיים, מכון וולקני, בית דגן

²המחלקה לבעלי-חיים, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית, רחובות

הקדמה

בעשרות השנים האחרונות נראית ירידה עקבית בפוריות הפרות בעדר הבקר הישראלי, בדומה למדווח לגבי ארה"ב בה נרשמה ירידה בפוריות מ-66% ב-1951 עד 40–50% ב-1975. ניתן לכמת את העיכוב בכניסה לפוריות במונחים כלכליים, עובדה המעוררת עניין בהבנת התהליכים המעורבים בהשפעה זאת. נמצא מתאם שלילי בין ייצור החלב ושיעור ההתעברות. יתכן שתכנית הטיפוח התמקדה בייצור חלב גבוה בלבד, ללא התיחסות לצורך המקביל בטיפוח לצריכת מזון מתאימה. כתוצאה מכך התקבלה עדיפות בהפניית מטבוליטים לכיוון ייצור חלב, בעוד שבמסלולים מטבוליים אחרים התפתח מחסור, בעיקר באנרגיה.

תהליך הביוץ מתרחש בפרות חולבות גם אם הן במאזן אנרגיה שלילי, אולם פעילות שחלתית תופיע מוקדם יותר בפרות הנמצאות במאזן אנרגיה משופר. סקלן וחובי¹, וסקלן וטינסקי, דיווחו על שיפור בפוריות פרות גבוהות תנובה לאחר הוספת מלחי סידן של חומצות שומניות, אולם בעבודות אחרות לא נתקבלו תוצאות דומות. נראה כי עדיף להתמקד בממשק אשר ישפר את צריכת המזון, כמו מקור ורמת החלבון במנה. השפעת החלבון על צריכת המנה מוסברת חלקית בהשפעתו על התסיסה בכרס ועל העיכול במעי, וכן בהשפעת פרופיל חומצות-האמינו (ח"א) על כלל חילוף החומרים והייצור. יחד עם זאת, אין עדיין אינפורמציה לגבי הרכב ורמת החלבון המתאימה. ישנם דיווחים לגבי מתאם שלילי בין פריקות חלבון המנה והפוריות, לעומת

השפעה חיובית של שילוב קמח דגים במנה על ייצור החלב והפוריות למרות ירידה בצריכת מזון.

מטרת העבודה הנוכחית היתה, לקבוע השפעת שיפור אספקת החלבון הזמין לייצור על ידי העלאת שיעור החלבון השרידי במנה על צריכת מזון, ייצור חלב, מאזן אנרגיה ופוריות של פרות, ב-3 החודשים הראשונים לאחר ההמלטה.

שיטות וחומרים

לניסוי שימשו 45 פרות ברפת הניסויים של מכון וולקני, בית דגן, בתחלובה שניה ומעלה, אשר חולקו ל-3 טיפולים, כדלקמן:

1. ביקורת. ריכוז החלבון הכללי (ח"כ) במנה היה 16.7%, כאשר 32% ממנו חלבון שרידי.
2. חלבון שרידי (ח"ש). ריכוז הח"כ במנה היה 16.7%, כאשר 38% ממנו חלבון שרידי.
3. חלבון גבוה-שרידי (ח"ג-ש). ריכוז הח"כ במנה היה 18.0%, כאשר 35% ממנו חלבון שרידי.

מטרת טיפול זה היתה לבחון אם הורדת שיעור החלבון הפריק בטיפול 2, כתוצאה מהעלאת שיעור החלבון השרידי, עשויה להגביל הקף התסיסה בכרס. בהתאם לכך, היה ריכוז החלבון השרידי בטיפול 3 כמו בטיפול 2, וריכוז החלבון הפריק כמו בטיפול 1. הרכב המנות מתואר בטבלה 1. ריכוז האנרגיה נטו בכל המנות היה 1.72 מק"ל לק"ג ח"י. ממשק רביה קפדני בוצע כדלקמן: כל הפרות נבדקו במהלך השבוע הראשון לאחר ההמלטה על ידי וטריונר וטופלו בהתאם לממצאים. דגימות דם לקביעת פרוגסטרון נלקחו 3 פעמים בשבוע עד

היה דומה, 11.5% מכלל הח"י, ולכן לא נראה כי מחסור בחלבון פריק הוא הגורם לדיכוי צריכת ח"י בטיפול ח"ג-ש. סביר יותר, כי גורמים במקטע החלבון השרידי אחרים לכך. מקורות חלבון בעל שרידיות גבוהה המשמשים במנות בקר, מקורם בד"כ בתוצר מהחי, וירידה בצריכת מנות שהכילו קמח דגים, קמח בשר ועצמות, וקמחי דם ועצמות, יוחסו לטעם ולריח האופייני להם ולתכולת השומן הגבוהה יחסית. בניסוי הנוכחי היו כל מקורות החלבון צמחיים והעלאת שיעור החלבון השרידי במנה בוצעה בעיקר על ידי הוספת 25 ג'ק"ג גלוטן תירס (60% חלבון) למנה והוצאת כוספת סויה וחב"ח. בספרות דווח על ירידה בצריכת מזון כתוצאה מהאכלת גלוטן תירס לפרות ולטלאים, אולם בעבודות רבות אחרות בהן השתמשו בגלוטן תירס לא דווח על כך. בחישוב (מודל NCPS של קורנל) כמות חומצות-האמינו המגיעות למעי מתקבל, כי במנה הנאכלת בשיעור 20 ק"ג ח"י ליום, אספקת כל חומצות האמינו ההכרחיות היתה מעבר לצרכים. מאידך, השיעור המחושב של זרימת ח' האמינו המסועפות למעי, ובמיוחד לאוצין, היה גבוה במידה ניכרת בטיפולים הנסיוניים, הן בהשוואה לצרכים המחושבים והן בהשוואה לביקורת - 14.2% + 5.8% ו- 5.8% לגבי לאוצין, איזולאוצין וואלין, בהתאמה. חלבון הגלוטן עשיר ביותר בחומצת-האמינו לאוצין, ופריקותו בכרס נמוכה ובשיעור של כ-20%. ריכוזים גבוהים של לאוצין נמצאו במעכל המעי ובדם של מעלי גירה שניזונו בגלוטן תירס. בסקירה כללית של הנושא, מציין Lobley את תפקידן של ח"א מסועפות ובעיקר לאוצין, בבקרת הפרשת ההורמון אינסולין. עליה ברמת לאוצין בדם כבשים הביאה לעליה משמעותית בריכוז האינסולין בדם, לירידה בריכוז הגלוקוגן ולדיכוי בצריכת המזון.

פרות ניזונות לאחר ההמלטה במנות עתירות מזון מרוכז. הגורם המוביל והמכוון את המטבוליזם בפרות אלה הוא ייצור גבוה של חלב, המתאפשר על ידי תהליך אינטנסיבי של

טבלה 1. הרכבת המנות (ג'ק"ג ח"י) בטיפול הביקורת, חלבון שרידי (ח"ש) וחלבון גבוה-שרידי (ח"ג-ש).

רכיבים	ביקורת	ח"ש	ח"ג-ש
גלוטן תירס (60%)	18.0	43.0	41.0
תרכיז חש"ח'	6.9	2.2	7.4
גרעיני סורגוס	12.0	-	-
גרעיני שעורה	222.0	222.0	222.0
גרעיני חיטה	68.0	62.0	67.0
גרעיני תירס	30.0	36.0	36.0
סובי חיטה	133.0	133.0	133.0
כוספת סויה	27.0	22.0	27.0
כוספת לפתית	44.0	44.0	44.0
גרעיני כותנה	46.0	46.0	46.0
קליפות תפוחים	76.0	76.0	76.0
תחמיץ חיטה	97.0	97.0	97.0
תחמיץ תירס	117.0	117.0	117.0
שחת בקיה	30.0	30.0	30.0
שחת שיבולת	52.0	52.0	52.0
שמן	3.6	-	1.1
סידנית	16.0	16.0	16.0
מלח	4.5	4.5	4.5
תרכיז ויט. + מינרל ²	0.7	0.7	0.7

¹מכיל 1270 ג'ק"ג חלבון כללי.

²מכיל 16⁶⁶ IU ויטמין A; 3.2¹⁰ IU ויטמין D; 16⁶⁶ IU ויטמין E; 48 ג' Mo; 48 ג' Zn; 48 ג' Fe; 19.2 ג' Cu; 3.4 ג' I; 0.32 ג' Co; 0.48 ג' Sn.

להזרעה ראשונה. ביוץ ראשון נקבע כאשר רמת הפרוגסטרוגן בפלסמה הגיעה ל-1 ננוגרם/מ"ל. ייחומים נקבעו בעזרת פדומטרים מתוצרת צח"מ אפיקים וכן על ידי תצפיות כל יום, 30 ד' כל אחת, בשעות 09:00 ו-15:00. ההזרעות החלו 60 יום לאחר ההמלטה. הניתוח הסטטיסטי של התוצאות נערך בעזרת GLM של SAS.

תוצאות ודיון

צריכת מזון. ממוצעי צריכת ח"י מתוארים בטבלה 2. העלאת ריכוז החלבון השרידי בטיפולים ח"ש וח"ג-ש הביאה לירידה בצריכת ח"י בשיעור 2.4 ו-3.4 ק"ג/יום, בהתאמה. את הירידה הניכרת בצריכת ח"י ניתן ליחס למרכיב החלבוני במנה, באשר שאר הרכיבים המזוניים היו בכמויות דומות בכל הטיפולים (טבלה 1). שיעור החלבון הפריק במנות הביקורת וח"ג-ש

טבלה 2. צריכת מזון, ייצור חלב ורכיביו (LSM) במהלך הניסוי.

מובהקות	SEM	ח"ג"ש	ח"ש	ביקורת	
		20.4	21.4	23.8	צריכת חומר יבש, ק"ג/יום
		35.1	36.8	40.9	צריכת אנרגיה נטו' מק"ל/יום
NS	4.01	36.9	37.4	38.5	ייצור חלב, ק"ג/יום
0.146	0.53	3.07 ²	3.36 ²	3.21 ²	שומן, %
NS	0.18	2.92	2.98	3.00	חלבון, %
NS	0.22	1.124	1.222	1.232	שומן, ק"ג/יום
NS	0.12	1.073	1.102	1.148	חלבון, ק"ג/יום
NS	2.75	23.9	24.9	25.4	אנרגיה בחלב, מק"ל/יום'

² א. ממוצעים באותה שורה בעלי אותיות שונות נבדלים $P < 0.2$.
 יחשוב תכולת האנרגיה בחלב בוצע בהתאם ל-(49).

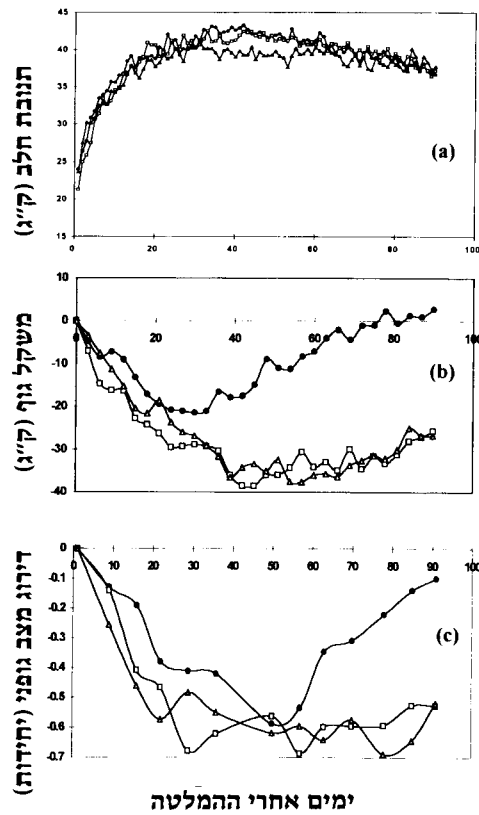
טבלה 3. מבצעי הרבייה של הפרות.

מובהקות	SEM	ח"ג"ש	ח"ש	ביקורת	
		14	14	14	מספר פרות
		1	2	4	עצירת שליה
		7	7	1	דלקת רחם
NS	17.01	35.4	36.3	36.6	ימים לביוץ ראשון
0.203	15.06	80.4	70.9	79.4	ימים להזרעה ראשונה
NS	46.7	110.4	117.2	122.8	ימים פתוחים
NS	1.31	2.3	2.5	2.3	הזרעות/הריון
שיעור התעברות (%)					
		28.6(14)	21.4(14)	28.6(14)	הזרעה ראשונה
		33.3(12)	25.0(16)	30.8(13)	הזרעה שניה ושלישית

בטיפולים השונים במהלך הניסוי נמצאים במגמה דומה לשינויים במשקל גוף (ציור 1c). נראה כי הפרות שקיבלו במזון גלוטן תירס, הצליחו לשמור על תנובת חלב בדומה לפרות הביקורת, למרות צריכת מזון נמוכה במידה ניכרת, בעזרת פירוק רב יותר של שומן גוף. כמו כן נראה, כי התוספת בצריכת מזון של פרות הביקורת, לא נוצלה במלואה לייצור חלב, אלא תרמה גם לעליה המוקדמת יותר במשקל הגוף ואצירת שומן. מגמה זאת מודגשת יותר בעקומות המצב הגופני, באשר נתוני משקל הגוף כוללים גם שינויים בצריכת מזון. התוצאות שנתקבלו בעבודה זאת אינן מתאימות להשערת העבודה שעמדה בבסיס ניסוי זה, אשר העריכה שיפור במצבן הגופני של הפרות כתוצאה מהעלאת שיעור החלבון השרידי במנה. השערת עבודה זאת עשויה עדיין להיות נכונה לגבי מקורות חלבון אחרים.

פירוק שומן גוף וגלוקוניאוגנזה. בשלבים הראשונים של התחלובה, ריכוז האינסולין בדם נמוך ונמצא במתאם שלילי עם ייצור החלב. בתנאים אלה, עליה בריכוז האינסולין בהשפעת המנה עשויה לגרום לירידה בתיאבון. מאוחר יותר בתחלובה, כאשר צריכת המזון בשיאה ורמת האינסולין בדם גבוהה בהרבה, ניתן להניח כי לריכוז הלאוצין בדם השפעה קטנה בהרבה על רמת האינסולין.

תנובת חלב ומשקל גוף. לא נמצאו הבדלים בין הטיפולים בתנובת חלב והרכבו (טבלה 2). פרות הביקורת הפסידו 35.0 ק"ג ממשקלן ב-27 הימים הראשונים לתחלובה (ציור 1b), ולאחר מכן החלו לעלות במשקלן, כך שבערך 40 יום מאוחר יותר חזרו למשקלן ההתחלתי. פרות ח"ש וח"ג"ש הפסידו 54 ק"ג ממשקל גופן ב-45 יום, ועד לסיום הניסוי לא חזרו למשקלן ההתחלתי. השינויים במצב הגופני של הפרות



ציור 1. עקומות יצור חלב (a), ושינוי יחסי במשקל גוף (b) ובמצב גופני (c), של פרות בטיפולי הביקורת (●), ח"ש (□) וח"ג"ש (△).

תודות. המחברים מודים לחנה לרר, למשה ניקבחת ולצוות הרפת הנסיונית בבית דגן על עזרתם הרבה בהרצת הניסוי.



מבצעי רבייה. בתקופה הראשונה לאחר ההמלטה מצויות פרות חלב במאזן אנרגיה שלילי, ונמצא מתאם בין מאזן האנרגיה בתקופה זאת לבין הפוריות. מאזן אנרגיה שלילי משפיע כנראה באופן הדומה לתת-תזונה ובא לידי ביטוי באיחור בחזרה לפעילות שחלתית. בניסוי הנוכחי כלל פרוטוקול ממשק הרבייה מעקב צמוד אחר הפרה מהמלטתה ועד לסיום הניסוי. למרות ההבדלים בצריכת מזון, משקל גוף ומצב גופני שתוארו לעיל, לא נמצאו הבדלים במדדי פוריות, בין הטיפולים השונים (טבלה 3). ממצאים אלה תומכים בדעה, שירידה במדדי פוריות רבים אשר יוחסו לגורמים תזונתיים, עשויים להיות תוצאה של ממשק וטרינרי לקוי. עצירת שיליה מופיעה בד"כ כתוצאה של אירועים שלפני או במהלך ההמלטה, אולם בניסוי הנוכחי לא התקבלו הבדלים במספר עצירות שיליה, בין הטיפולים (טבלה 3). התפתחות דלקת רחם עשויה להיות מושפעת מתנאים פיזיולוגיים המתקבלים בפרה אחרי ההמלטה. המספר הגבוה של דלקות רחם בפרות ח"ש וח"ג"ש, בהשוואה לביקורת, עשוי להיות תוצאה של מאזן שלילי יותר של אנרגיה ומטבוליטים אחרים והגברת הרגישות באברי הרבייה לגורמים פתוגניים. בכל זאת, בגלל ממשק הרבייה הקפדני שכלל גילוי מוקדם של הפרעות, טיפול מיידי ומעקב אחרי יעילות הטיפול, הגיעו כל הפרות במספר ימים ממוצע דומה לביוץ ראשון ולמועד הזרעה ראשונה. בהתאם לכך, לא ניתן להסיק מהעבודה הנוכחית לגבי קשר בין חלבון המזון ומאזן האנרגיה של הפרות לבין מבצעי הרבייה.