

ממשק גידול עגלות תחלופה, למיצוי פוטנציאל הייצור של פרות חלב – חלק ראשון

אבי שמאי¹, דניאל ורנר², עוזי מועלם¹, שמאי יעקב³, פאולינה לנדמן³, חנה לרר¹, משה ניקבחת¹, ישראל ברוקנטל¹, חנינא ברש¹

¹המכון לחקר בעלי חיים, מרכז וולקני; ²המחלקה לבקר, שה"מ, ³רפת הניסויים, חוות המרכז

להתפתחות הרקמה היוצרת חלב, ומפחיתה את ייצור החלב בעתיד.

לסיכום נראה, כי קיימת סתירה בין הקדמת גיל ההמלטה הראשונה לבין קבלת מבכירה בעלת שלד גדול ויצרנות חלב גבוהה. במחקר מפורט שבוצע בנושא זה ברפת הניסויים בבית דגן, ואשר נמשך כ-3 שנים, נבחנה האפשרות כי זירוז מירבי של הגדילה ייעשה בשלב היניקה, כאשר קצב גדילת השלד גבוה ביותר. הנחתנו היתה כי בתקופת היניקה הנטייה של העגלה להשמין נמוכה, כולל השקעת שומן ברקמת העטין, המצויה בשלב זה בתחילת ההתפתחות.

מבנה הניסוי הראשון, חומרים ושיטות

40 עגלות בשבוע הראשון לחייהן חולקו ל-2 טיפולים: 1. ביקורת – 20 עגלות הוגמנו בתחילת חלב בהתאם להמלצות המקובלות (450 ג' חומר יבש ליום); 2. ניסוי – 20 עגלות הוגמנו בחלב פרה בשתי ארוחות ליום, כאשר בכל ארוחה ניתן החלב באופן חופשי (ממוצע של 912 ג' חומר יבש בחלב ליום, כאשר לאחר 50 יום קיבלו העגלות כ-1.7 ק"ג חומר יבש ליום). בתקופת היניקה היתה לכל העגלות גישה חופשית למים ולבליל "בן אשר" (סטרטר) (טבלה 1).

לאחר 50 ימי הגמעה נגמלו העגלות במשך 10 ימים. בגיל 60 יום, אוחדו כל העגלות לקבוצה אחת וניוונו עד גיל 180 יום במנה אחידה של תערובת בן-אשר (טבלה 1) (ביחס ממוצע של 50:50, ובליל חולבות לצורך הסתגלות למנת הגידול.

הקדמה

הוצאות הגידול של עגלות תחלופה מהוות מרכיב נכבד בהוצאות ייצור החלב. בתחשיב אשר פורסם בארה"ב (Heinrich et al, 1992) דווח כי עלות גידול עגלה מהלידה ועד ההמלטה הראשונה בגיל 24 חודש היה \$1,250. בהתחשב בשיעור יציאה מהעדר של 35%, עלות עגלת תחלופה היא כ-\$400 לפרה. עלות העיכוב בגיל המלטה ראשונה מעבר ל-24 חודש עשויה להיות \$55 עד \$65 נוספים לחודש (Heinrichs, 1993). במונחים של כלל עדר החלב בישראל תהיה עלות העיכוב בהמלטה ראשונה מעבר ל-24 חודש, 2.3 מיליון דולר לחודש.

נמצאה התאמה גבוהה בין משקל הגוף של מבכירות בגיל 24 חודש, בתחום 515–616 ק"ג, לבין ייצור חלב בתחום 7,311–10,024 ק"ג (Hoffman, 1997; Hoffman and Funk, 1992). התאמה גבוהה עוד יותר נמצאה בין גובה השלד בשכמה בהמלטה ראשונה לבין ייצור חלב (Heinrichs and Hargrove, 1987). תוצאה דומה דיווחו מרקוספלד ועזרא (1993) אשר הראו שקיים מתאם גבוה יותר בין גובה השכמה וייצור חלב עתידי. זירוז הגדילה של עגלות מלווה בד"כ בהשמנה ובמיוחד בהשקעות שומן בעטין, בטרם כניסה למחזוריות מינית בגיל 8–10 חודשים. עבודות רבות הראו, כי השקעת שומן בעטין המתפתח מעכבת את התפתחות רקמת הפְּרִנְכִימָה, המשמשת כבסיס

מפרטומי מינהל המחקר החקלאי מס' 419/02; המאמר על שני חלקיו עבר ביקורת מדעית.

טבלה 1. הרכבי המנות שהוגשו לעגלות בתקופת ההגמעה והגמילה, בתקופת ההסתגלות ובתקופת הגידול.

גידול	מנה		רכיב
	חולבות	בליל בן-אשר	
% בחומר יבש			
10.0	23.7	28.1	גרעיני תירס
1.2	8.3	29.4	גרעיני שעורה
5.0			סובי חיטה
	8.9	12.8	כוספת סויה
3.6	1.0		כוספת לפתית
5.0	10.9		גלוטן פיד
	2.8	12.0	גרעיני כותנה
10.0			פסולת תעשיית הקפה
2.2	1.5		קליפות סויה
18.0			קליפות חמניות
53.0	1.5		קש חיטה
	2.8	16.1	שחת בקיה
	7.6		שחת דגן
	23.4		תחמיץ חיטה
	1.1	0.5	שמן
2.0	6.9	1.6	תרכיז ויטמינים + מינרלים
		0.01	רומנון 20
			הרכב כימי
13.2	16.8	18	חלבון כללי
58.7	30.3	23.0	דופר-תא
2.89	3.00	3.10-3.35	אורגיה מטבולית, מק"ל

ונקבעו ממדי השלד אחת לשבועיים. כמו כן נקבעה בתקופה זאת צריכת המזון היומית הקבוצתית. ניתוח סטטיסטי של התוצאות בוצע בשיטת ANOVA בעזרת תוכנת GLM של SAS (1988). כקרווריאנט לניתוח ההבדלים בין הטיפולים בכל שלב בניסוי שימשו מדדי הגון הרלוונטים וגיל העגלות בתחילת אותו שלב.

תוצאות

ממוצע צריכת כלל החומר היבש לכל תקופת ההגמעה (עד 60 יום) היה 56.2 ק"ג בקבוצת העגלות שקיבלו תחליף חלב ו-66.4 ק"ג בעגלות שהוגמעהו בחלב. במקביל היתה גבוהה יותר בעגלות שהוגמעהו בחלב, גם צריכת החלבון הכללי (11.7 ק"ג, בהשוואה ל-16.7 ק"ג) וצריכת האורגיה המטבולית (203.8 מק"ל, בהשוואה ל-323.7 מק"ל).

תוצאות הגדילה של העגלות בתקופת ההגמעה מתוארות בטבלה 2. בגיל 60 יום, בסיום תקופת ההגמעה היו עגלות הניסוי

בגיל 180 יום הועברו כל העגלות למנת גידול, בהתאם להמלצות ה-NRC (1989) (טבלה 1). בשלב זה חולקו העגלות ל-4 תת-קבוצות בהתאם למשקל גוף וגיל: מחצית העגלות שהיו בתקופת ההגמעה בקבוצת תחליף חלב ניזונו במנת הגידול בלבד (תחליף חלב) והמחצית השנייה של העגלות קיבלה בנוסף למנת הגידול תוספת של 2% חלבון שניתן כקמח דגים (תחליף חלב + חלבון). מחצית העגלות שהיו בתקופת ההגמעה בקבוצת החלב ניזונו במנת הגידול בלבד (חלב) והמחצית השנייה קיבלה בנוסף לבליל הגידול תוספת של 2% חלבון שניתן כקמח דגים (חלב + חלבון). שלב זה נמשך עד גיל 270 יום. בגיל זה אוחדו כל העגלות לקבוצה אחת שניזונה בהתאם להמלצות ה-NRC (1989) (טבלה 1). בגיל 13 חודש סונכרנו העגלות והזרעו. לאחר ההמלטה נערך מעקב אחר ביצועי המבכירות במהלך התחלובה הראשונה. בשנה הראשונה לחייהן נשקלו העגלות

טבלה 2. ממדי הגוף של העגלות בטיפול "תחליף חלב" ו"חלב", בתחילה ובסוף תקופת ההגמעה.

60		5		הטיפול	הגיל בימים
חלב	תחליף חלב	חלב	תחליף חלב		
84.0 ^א	69.5 ^ב	35.5 ^ב	37.0 ^ב	משקל גוף, ק"ג	
84.6 ^א	82.0 ^ב	71.8 ^ב	73.5 ^ב	גובה שכמה, ס"מ	
24.8 ^א	23.3 ^ב	18.8 ^ב	19.5 ^ב	רוחב אגן, ס"מ	
95.2 ^א	88.4 ^ב	71.7 ^ב	73.6 ^ב	הקף חזה, ס"מ	

^{א,ב,ג} - אותיות שונות הנלוות למספרים באותה שורה, מציינות הבדל מובהק ($P < 0.05$).

בחלב היתה 23 יום לפני הקבוצות שהוגמנו בתחליף חלב.

השינויים בממדי הגוף של העגלות מגיל 120 יום עד 550 יום מתוארים בטבלה 3. משקל הגוף של העגלות בטיפול "חלב+חלבון" היה הגבוה ביותר, בהשוואה לשאר הטיפולים, לאורך כל תקופת הניסוי (טבלה 3). הבדל זה היה מובהק עד גיל 340 יום לגבי כל הטיפולים, אך בגילים 390 ו-550 יום לא נמצא הבדל מובהק בין קבוצת "חלב+חלבון" ו"תחליף חלב+חלבון".

תמונה דומה התקבלה גם לגבי רוחב האגן והקף החזה כאשר החל מגיל 340 יום לא היה

שהוגמנו בחלב גדולות באופן מובהק מעגלות הביקורת בכל המדדים שנמדדו.

כאמור לעיל, לאחר תקופת ההגמעה קיבלו כל העגלות מנת מזון אחידה במשך 4 חודשים, עד גיל 180 יום. לאחר מכן חולקו העגלות ל-4 טיפולים כמתואר בחומרים ושיטות. מועד תחילת המחזור המיני בעגלות נקבע כאשר ריכוז הפרוגסטרון בפלסמה עלה מעבר ל-1 ננוגרם למ"ל. נמצא כי גיל תחילת המחזוריות המינית בעגלות תחליף חלב, תחליף חלב+חלבון, חלב וחלב+חלבון היה 286.3, 283.5, 258.1 ו-264.1, בהתאמה. הכניסה לבגרות מינית של שתי הקבוצות שהוגמנו

טבלה 3. השפעת טיפולי הזנה בתקופת ההגמעה, ותוספת חלבון למנה מגיל 180 עד 270 יום, על משקל הגוף וממדי השלד של העגלות.

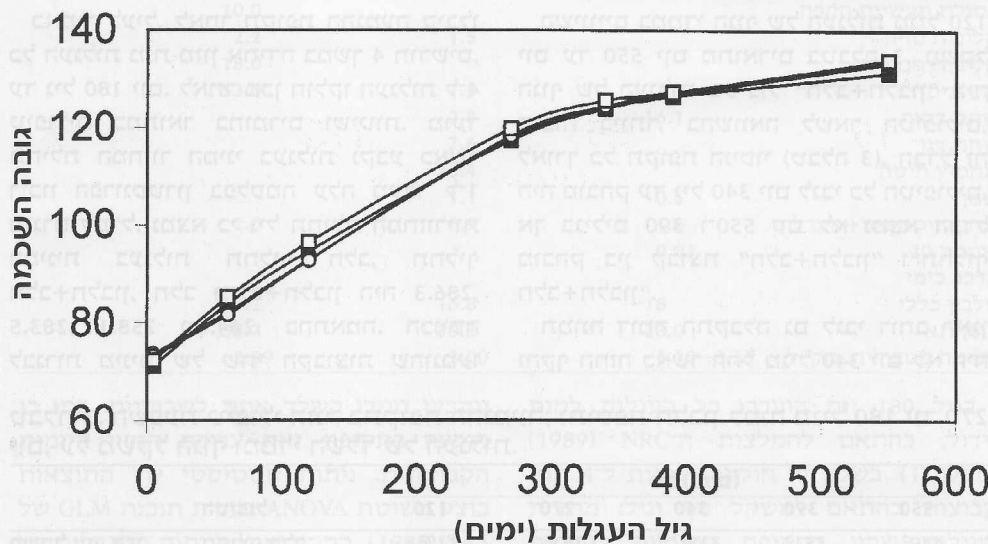
גיל (ימים)					הטיפול	
550	390	340	270	120		
449 ^ב	351 ^ב	318 ^ב	261 ^ב	117 ^ב	תחליף חלב	משקל גוף, ק"ג
461 ^ב	362 ^ב	332 ^ב	277 ^ב	134 ^ב	חלב	
472 ^א	368 ^א	336 ^ב	277 ^ב	121 ^ב	תחליף חלב+חלבון	
489 ^א	383 ^א	351 ^א	295 ^א	143 ^א	חלב+חלבון	
133.9 ^א	127.0	124.5	118.0 ^א	93.0 ^ב	תחליף חלב	גובה השכמה, ס"מ
131.5 ^ב	126.5	124.0	117.4 ^ב	94.6 ^א	חלב	
133.4 ^א	126.9	124.5	118.3 ^א	92.8 ^ב	תחליף חלב+חלבון	
134.1 ^א	127.4	125.7	119.9 ^א	96.5 ^א	חלב+חלבון	
	40.6 ^ב	39.5 ^ב	37.1 ^ב	27.8 ^ב	תחליף חלב	רוחב אגן, ס"מ
	40.9 ^ב	39.5 ^ב	37.2 ^ב	29.1 ^ב	חלב	
	41.6 ^א	39.9 ^א	37.4 ^ב	28.4 ^ב	תחליף חלב+חלבון	
	41.5 ^א	40.4 ^א	38.1 ^א	29.8 ^א	חלב+חלבון	
175.2 ^ב	159.7 ^ב	152.7 ^ב	141.5 ^ב	107.3 ^ב	תחליף חלב	הקף חזה, ס"מ
176.8 ^ב	161.3 ^א	155.1 ^ב	144.3 ^ב	113.0 ^א	חלב	
177.9 ^א	162.2 ^א	155.2 ^א	143.6 ^ב	108.3 ^ב	תחליף חלב+חלבון	
180.4 ^א	163.8 ^א	158.0 ^א	147.5 ^א	113.9 ^א	חלב+חלבון	

^{א,ב,ג} - אותיות שונות הנלוות למספרים באותה עמודה, מציינות הבדל מובהק ($P < 0.05$).

בהשוואה לשאר הטיפולים, לאורך כל הניסוי. בגיל 550 יום הבדל זה היה מובהק (טבלה 3). בתרשים 1 ניתן לראות כי קצב הגדילה של השלד בהתאם לגובה השכמה, עד סביבות גיל 300 יום, היה מהיר יותר בערך פי שלשה, בהשוואה לקצב גדילת השלד בהמשך. גיל השינוי בקצב גדילת השלד חופף לגיל הכניסה למחזוריות מינית.

הבדל מובהק בין שני הטיפולים שקיבלו תוספת חלבון, ואילו בטיפולים שלא קיבלו תוספת חלבון רוחב האגן והקף החזה היו קטנים במידה מובהקת (טבלה 3). ההבדלים בגובה השכמה בין 4 הטיפולים הלכו והצטמצמו עם הגיל. יש לציין, כי העגלות בטיפול "חלב" נטו להיות נמוכות יותר,

תרשים 1. עקומות הגדילה של השלד בהתאם לגובה השכמה (ס"מ) עד גיל 550 יום, בעגלות ב-4 תת-טיפולים.



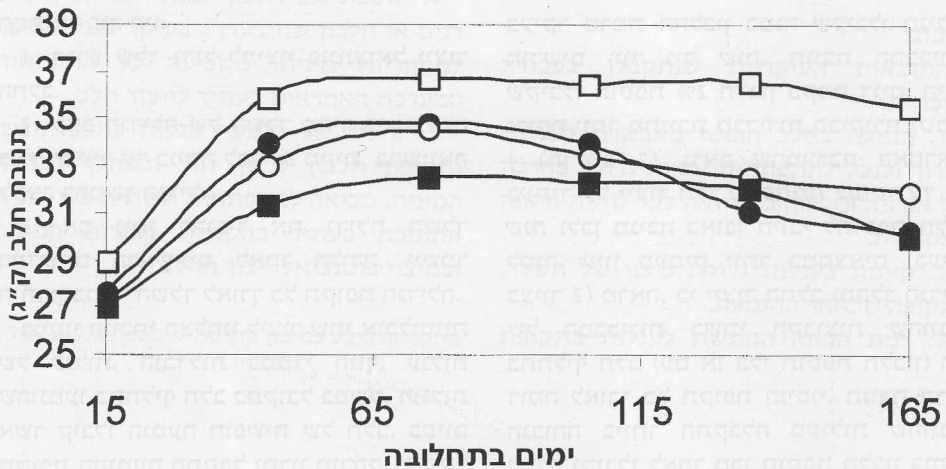
נתונים על תנובות חלב מתוקנות ל-305 יום, בתחלובה הראשונה של העגלות, מובאים בטבלה 4, ועקומות ייצור החלב מתוארות בתרשים 2.

טבלה 4. תנובת חלב ורכיביו מתוקנות ל-305 ימים של המבכירות בטיפולים השונים.

מובהקות	טיפול				
	חלב+חלבון	חלב	תחליף+חלבון	תחליף חלב	
0.046	12,315 ^N	11,718 ^{2N}	11,010 ²	11,360 ²	תנובת חלב, ק"ג
0.54	374.5	365.9	366.2	349.4	שומן חלב, ק"ג
0.049	373.5 ^N	355.8 ^{2N}	346.9 ²	342.3 ²	חלבון חלב, ק"ג
0.35	3.03	3.14	3.34	3.09	שומן חלב, %
0.44	3.03	3.04	3.15	3.02	חלבון חלב, %
0.051	10,543 ^N	10,176 ^{2N}	9,897 ²	9,785 ²	חמ"ש 4%, ק"ג

^{1,2,3,4} - אותיות שונות הנלוות למספרים באותה עמודה, מציינות הבדל מובהק (P<0.05).

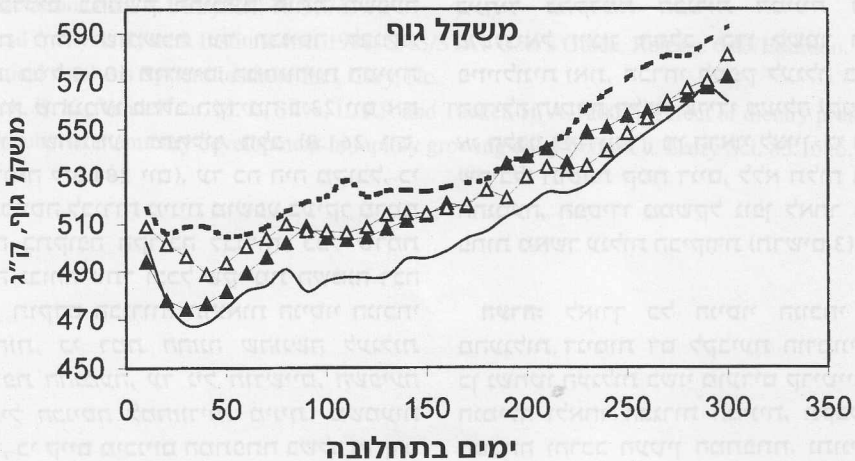
תרשים 2. עקומות ייצור חלב של מבכירות בטיפולים "תחליף חלב" (●), תחליף חלב+חלבון (○), חלב (■) ו"חלב+חלבון" (□), ב-165 ימים של התחלובה ראשונה.



נתוני ייצור החלב המתוארים בתרשים 2 מדגישים את ההבדל לאורך כל התחלובה בין מבכירות בטיפול "חלב" למבכירות בטיפול "חלב+חלבון". גם השינויים במשקל גופן של המבכירות לאורך התחלובה (ציור 3) מראים כי כל העגלות שקיבלו תוספת חלבון במנה עד גיל שנה (עגלות בטיפול "תחליף חלב" ו"חלב"), הפסידו פחות ממשקל גופן לאחר ההמלטה, מאשר העגלות שלא קיבלו תוספת חלבון.

המבכירות שהיו בטיפול "חלב-חלבון" הניבו ב-300 יום של התחלובה הראשונה 12,315 ק"ג חלב (טבלה 5). תנובה זאת היתה גבוהה באופן מובהק מתנובת מבכירות בטיפולי "חלב" ו"תחליף חלב" שהניבו 11,010 ו-11,360 ק"ג חלב, בהתאמה. מבכירות מטיפול "תחליף חלב+חלבון" ייצרו באותה תקופה 11,718 ק"ג חלב והיו בעמדת בנייים. הבדלים דומים התקבלו גם בתנובת חלבון החלב.

תרשים 3. עקומות משקל הגוף של מבכירות בטיפולים תחליף חלב (—), תחליף חלב+חלבון (-----), חלב+חלבון (△) וחלב (▲), ב-300 ימים של התחלובה ראשונה.



דין

יחסית ואחראי להתפתחות זאת.

לכאורה, ייצור החלב של המבכירות הושפע בעיקר מרמת החלבון במנה שקיבלו מגיל 4 חודשים ועד גיל שנה. תנובת המבכירות שקיבלו תוספת 2% חלבון כקמח דגים, היתה גבוהה יותר מתנובת מבכירות הביקורת (טבלה 4 ותרשים 2). נראה שהמערכת האחראית בעתיד על ייצור חלב מתפתחת בעיקר עד גיל שנה ולכן מגיבה באופן חיובי לתוספת חלבון למנה. עיון מעמיק יותר בממצאים (בעיקר בציוור 2) מראה, כי ייצור החלב ומהלך הגדילה של המבכירות בשתי הקבוצות שהוגמנו בתחליף חלב (עם או בלי תוספת חלבון) היה דומה לאורך כל תקופת הניסוי. תנובת החלב הגבוהה ביותר התקבלה מעגלות שהוגמנו בחלב וקיבלו לאחר מכן תוספת חלבון במזון. יתרון זה בא לידי ביטוי בעיקר בכושד ההתמדה בתנובת החלב של עגלות טיפול זה (תרשים 2). תנובת החלב הנמוכה ביותר התקבלה מעגלות שהוגמנו בחלב ולא קיבלו תוספת חלבון לאחר מכן. יתר על כן, קבוצה זאת היתה נחותה גם בממדי הגוף לאורך כל תקופת הניסוי (טבלה 3). תוצאה דומה קיבלו גם Whitlock et al. (2002) אשר הראו שבעגלות שגדלו בקצב מהיר, התפתחות העטין נפגעה כאשר אספקת החלבון לא היתה מתאימה. בהתאם לכך נראה לנו, כי הגמעת העגלות בחלב חופשי מביאה להתפתחות תשתית פיזיולוגית התומכת בעתיד בהקדמת הבגרות המינית ובמיצוי פוטנציאל ייצור החלב. כדי לשמר תשתית פיזיולוגית זאת, הכרחי לספק לעגלה בתקופת הגדילה תוספת חלבון שרידי מעולה (קמח דגים או חלבון שוה-ערך). מן הראוי לציין, כי העגלות שקיבלו תוספת קמח דגים, ללא תלות במשטר ההגמעה, הפסידו ממשקל גופן לאחר המלטה פחות מאשר עגלות הביקורת (תרשים 3).

הערה: לאורך כל הניסוי הנוכחי נלקחו מהעגלות דיגמות דם לקביעת הורמונים. כמו כן נשחטו העגלות בשני מועדים קריטיים, בעת הגמילה ולאחר הבגרות המינית, ונקבע הרכב הטבחה והרכב העטין המתפתח. נתונים אלה

הנחות העבודה שעמדו בבסיס הניסוי המתואר בזה היו:

1. דרוש שלד גדול למיצוי פוטנציאל ייצור החלב.

2. קצב הגדילה של השלד מהיר פי שלושה בגיל הצעיר עד כניסה לבגרות מינית, בהשוואה לקצב בהמשך הגדילה.

3. אם ניתן להגביר את גדילת השלד בחדשיים הראשונים לאחר הלידה, יישמר היתרון בגודל השלד לאורך כל תקופת הגדילה.

בניסוי הנוכחי הצלחנו ליצור שתי אוכלוסיות של עגלות, הנבדלות בממדי הגוף; עגלות שהוגמנו בתחליף חלב כמקובל במשק, ועגלות אשר קיבלו הגמעה חופשית של חלב. בסיום תקופת ההגמעה התקבל יתרון מובהק במשקל הגוף ובממדי השלד, לעגלות החלב (טבלה 2). בעזרת הגמעה חופשית של חלב הצליחו העגלות לצרוך ולנצל כמות גדולה בהרבה של אנרגיה וחלבון מהמזון, בהשוואה ליכולתן לצרוך אנרגיה וחלבון מצירוף של תחליף חלב ומזון מוסף המוגש באופן חופשי. כאשר הועברו העגלות בתקופת הגמילה להזנה אחידה נעלם בהדרגה ההבדל במשקל הגוף ובממדי השלד (טבלה 3). המסקנה המתבקשת היא כי קיימת גדילת פיצוי גם לגבי השלד, וכאשר מעבירים את העגלות לתנאי הזנה אחידים לא יישמר הפער שהתקבל בתקופת ההגמעה.

להבדלים בממשק ההגמעה היתה השפעה ארוכת טווח שנמשכה עד הכניסה לבגרות מינית, בגיל 8-10 חודשים; המחזוריות המינית בעגלות שהוגמנו בחלב הקדימה ב-23 יום את העגלות שהוגמנו בתחליף חלב (261.8 יום, בהשוואה ל-284.8 יום). עד כה היה מקובל, כי גיל הכניסה לבגרות מינית מושפע בעיקר מרמת ההזנה בתקופה הקרובה לבגרות; ככל שרמת ההזנה גבוהה יותר וככל שקיימת השמנה רבה יותר, תוקדם הבגרות. תוצאות הניסוי הנוכחי מוכיחות, כי רמת ההזנה שהוגשה לעגלות בתקופת ההגמעה, עד גיל חודשיים, השפיעה על גיל הכניסה למחזוריות מינית. משמעות הדבר, כי קיים מיכניזם המתפתח בשלב מוקדם

ההגמעה עשויה להשפיע על גיל הכניסה למחזוריות מינית.

4. תוספת 2% חלבון למנת העגלות (כקמה דגים או חלבון שווה-ערך), בעיקר לפני הכניסה למחזוריות מינית, משפיעה על התפתחות המערכת האחראית בעתיד לייצור חלב.

5. שילוב של הגמעת עגלות בחלב חופשי ותוספת חלבון למזון לפני ובמהלך הבגרות המינית, מביאה להתפתחות תשתית פיזיולוגית התומכת בעתיד בהקדמת הבגרות המינית ובמיצוי פוטנציאל ייצור החלב.

מחקר זה בוצע במימון קרן קמ"ח מספר US-2921-97R

יוצגו במאמר שני, אשר יבהיר יותר את השפעת הטיפולים על הפיזיולוגיה של העגלות.

סיכום

התוצאות העיקריות שנתקבלו בעבודה הנוכחית:

1. הגמעה בחלב חופשי מאפשרת לעגלות לצרוך ולנצל להתפתחותן כמות גדולה בהרבה של אנרגיה וחלבון, בהשוואה לכל שיטת ההזנה המקובלת.
2. קיימת בעגלות גדילת פיצוי של השלד, בתקופה שלאחר ההגמעה.
3. רמת ההזנה המוגשת לעגלות בתקופת

ספרות מוזכרת בחלק הראשון

Literature Cited

- Heinrichs, A. J. 1993. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *J. Dairy Sci.* 76:3179.
- Heinrichs, A. J., and G. L. Hargrove. 1987. Standards of weight and hight for Holstein heifers, *J. Dairy Sci.* 70:653.
- Heinrichs, A. J., G. W. Rojers, and J. B. Cooper. 1992. Predicting body weight and wither hight in Holstein heifers using body measurements. *J. Dairy Sci.* 75:3576.
- Hoffman, P. C. 1997. Optimum body size of Holstein replacement heifers. *J. Anim. Sci.* 75:836
- Hoffman, P. C., and D. A. Funk. 1992. Applied dynamics of dairy replacements growth and management. *J. Dairy Sci.* 75:2504.
- Markusfeld, O., and E. Ezra. 1993. Body measurements, metritis, and postpartum performance of first lactation cows. *J. Dairy Sci.* 76:3771.
- Statistical Analysis System Institute Inc. 1988. SAS/STAT User's Guide. Release 6.03 Eddition. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, Nc.
- Whitlock, B. K., VandeHaar, M. J., Silva, L. F.P. and Tucker, H. A. (2002). Effect of dietary protein on prepubertal mammary development in rapidly growing dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 85:1516.