

<b>תקופת המחקר:</b> 2001-2001	<b>קוד מחקר:</b> 360-0080-01
<b>Subject:</b> DEVELOPMENT OF MANAGEMENT ALGORITHMS FOR BEEF HERDS ON PASTURE	<b>שם המחקר:</b> פיתוח מודל לתכנון וניהול שוטף של עדר במרעה
<b>Principal investigator:</b> BROSH ARIE	<b>חוקר ראשי:</b> אריה ברוש
<b>Cooperative investigator:</b>	<b>חוקרים שותפים:</b>
<b>Institute:</b> Agricultural Research Organization (A.R.O.)	<b>מוסד:</b> מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן 50250

### תקציר

ההיפותזה הבסיסית של תוכנית המחקר לפיתוח מודל לניהול עדר -

1. ניתן בעזרת מדידת קצב הלב לאמוד את השינויים במאזן האנרגיה של פרות במכלאה ובמרעה.
  2. מדידות בקבוצה בגודל של 6-8 פרות מייצגת את מצב התזונתי ומאזן האנרגיה של יחידת עדר שלמה הנמצאת באותם תנאי מרעה ובמצב רבייה.
- מטרת המחקר - לבדוק את ההיפותזה וליצור בסיס נתונים לבדיקת הקשר בין קצב הלב לבין מאזן האנרגיה. מודל הניהול יתבסס בראש ובראשונה על מדידה אוטומטית ישירה של קצב הלב אשר בעזרת הנתונים הבסיסיים שיאספו והמודל שיבנה יתנו למגדל הבקר את נתוני מאזן האנרגיה של הבקר במרעה וימליצו לו על ממשק העדר.
- במהלך העבודה אנו מאפיינים את מאזני האנרגיה של פרות במרעה כתלות בעונה באיכות המרעית ובמצב הרבייתי של הפרות.
- כיום ניתן להסיק מתוך מצב המרעית ומצב הרבייה של הפרה את מאזן האנרגיה של הפרה.

דו"ח לתוכנית מחקר לשנת 2001 הנהלת ענף מרעה ולמדען ראשי משרד החקלאות

קוד זיהוי: 360-0080-01

א. נושא המחקר

## פיתוח מודל לתכנון וניהול שוטף של עדר במרעה

GrMoRep01.doc

מחלקה	המוסד	קוד המחלקה	ב. צוות חוקרים
חוקר ראשי: אריה ברזש בקר לבשר	מנהל המחקר החקלאי	360	חוקרים שותפים:
יואב אהרזני	מנהל המחקר החקלאי	360	
גוטמן מריו	מנהל המחקר החקלאי	257	
רוזן מאורי	שה"ם	870	
ו. כללי			

ח. נושא המחקר באנגלית

Development of management algorithms for beef herds on pasture

ט. מילות מפתח: בקר לבשר, מרעה, מודל ניהול, קצב לב.

סוג הדו"ח: ביניים

תקופת המחקר עליה מוגש הדו"ח: 2001

יא. תקציר

ההיפותזה הבסיסית של תוכנית המחקר לפיתוח מודל לניהול עדר טוענת:

1. שניתן בעזרת מדידת קצב הלב לאמוד את השינויים במאזן האנרגיה של פרות במכלאה ובמרעה.
  2. מדידות בקבוצה בגודל של 6-8 פרות מייצגת את מצב התזונתי ומאזן האנרגיה של יחידת עדר שלמה הנמצאת באותם תנאי מרעה ובמצב רבייה.
- מטרת תוכנית המחקר היא לבדוק את ההיפותזה וליצור בסיס נתונים לבדיקת הקשר בין קצב הלב לבין מאזן האנרגיה. מודל הניהול יתבסס בראש ובראשונה על מדידה אוטומטית ישירה של קצב הלב אשר בעזרת הנתונים הבסיסיים שיאספו והמודל שיבנה יתנו למגדל הבקר את נתוני מאזן האנרגיה של הבקר במרעה וימליצו לו על ממשק העדר.
- במסגרת המימון לתוכנית מהנהלת ענף מרעה אנו מאפיינים את מאזני האנרגיה של פרות במרעה כתלות בעונה באיכות המרעית ובמצב הרבייתי של הפרות.
- מבחר מהנתונים שנאספו הוצגו בדו"ח הקודם. בצורך נתונים נוספים שנאספו במרעה סוכמו המדידות ונותחו סטטיסטית. הטבלאות שמוצגות בדו"ח מאפשרות לנו כבר כיום להסיק מתוך מצב המרעית ומצב הרבייה של הפרה את מאזן האנרגיה של הפרה. כאשר יפותח המכשור האוטומטי למדידה והעברה למחשב של מדידות קצב הלב אפשר יהיה להשתמש בנתונים ובמשוואות שפותחו לניטור המצב האנרגטי של פרות במרעה. ועל סמך המידע להגיע להחלטות ממשקיות. כפי שהובהר בתוכנית המקורית פיתוח המכשור האוטומטי והזול אינו מהווה חלק של תוכנית המחקר.

## 1. הצגת חבניה

לניהול תקין של בעלי חיים יש צורך לדעת את מרכיבי מאזן האנרגיה של בעלי החיים, כלומר את הצריכה הוצאה והמאזן שהוא ההפרש בין השניים. ניהול במרעה הנו קשה ביותר משום שהמרכיבים מוכתבים מהסביבה ולא על ידי המגדל. מטרת התוכנית היא לפתח אמצעי ניטור של המרכיבים הנ"ל באופן אוטומטי על מנת להגיה לניהול תקין.

## 2. מהלך ושיטות עבודה

הנושאים הוצגו באופן מפורט בתוכנית המחקר, באופן בסיסי הכוונה היא למדוד את מרכיבי צריכת האנרגיה בעזרת דיגום מרעית וסמני עיכול ולמדוד את הוצאת האנרגיה בעזרת קצב הלב. בהמשך לכייל בין השניים כך שמתוך מדידות קצב הלב אפשר יהיה לנטר את המצב האנרגטי של הפרות במרעה.

## 3-4. תוצאות ומסקנות עיקריות

הדוח הנוכחי מתרכז בסיכום הסטטיסטי של נתוני מדידות קצב הלב, הערכת פוטנציאל השימוש בקצב הלב למדידת הוצאת האנרגיה ומאזן האנרגיה בתנאי המרעה, פיתוח משוואות לחיזוי מאזן האנרגיה של פרות בתנאי המרעה מתוך נתוני איכות המרעית היבול בשטח והמצב הרביתי. ניתוח מדידות קצב הלב שנמדד ישירות צריכת החמצן ופעימת החמצן שנמדדו בפרה עומדת (טבלה 1) נעשה בניתוח השפעות רב גורמי, בשני מודלים של השפעות כפי שמוצג בטבלה. קצב הלב צריכת החמצן ופעימת החמצן עלו באופן מובהק עם עליית ערך המנה. ערכי הממוצע של המדדים הנ"ל היו בהתאמה 66.4 פעימות לדקה ו 145.2 ליטר לשעה ו 0.383 מ"ל ל קג" משקל מטבולי לפעימה. ומכאן שהשינויים ליחידת אנרגיה מטבולית בהשוואה לממוצע הערך הנמדד היו 7.4%, 11.0% ו 3.9%. ניתן להסיק מכאן שיש צורך למדוד את פעימת החמצן כדי לחפוף את ערך מדידת קצב הלב בפרה חופשית לערך הוצאת האנרגיה, כאשר אנרגיית המנה הנצרכת משתנה. עם זאת הטעות באי ביצוע התיקון הנו קטן יחסית.

מאחר שהעלאת אנרגיית המרעית העלתה את צריכת המזון הרי שהשפעת צריכת האנרגיה השפיעה אף היא באופן מובהק על המדדים שנבחנו. גם כאן ההשפעה על פעימת החמצן הייתה קטנה יחסית. הגורמים המשפיעים שנבחנו קודם על המדידות של פרה בעמידה נבחנו גם על פרות שרעו חופשי ואשר היו במכלאה. השפעות תנאי המדידה נבחנו להשפעתם על קצב הלב ועל הוצאת האנרגיה (טבלה 2) מאחר וערך הוצאת האנרגיה הוא הערך חשוב כמדד למצב האנרגטי של הפרה היה מעניין גם לבחון את השפעות הטיפולים על ערכי המינימום היומי שמייצגים את הוצאת האנרגיה של פרה במנוחה, גם בהשקעה בהליכה וגם מההיבט של השקעה בעיכול המזון, וכן את ערכי המקסימום היומי של הוצאת האנרגיה.

טבלה 1. השפעות המצב הגופני (BCS) המצב הרביתי, אנרגיית המנה, והביומסה במודל הראשון וכן צריכת האנרגיה והשפעת שעות במכלאה לעומת שעות במרעה, מודל שני, על קצב הלב (HR) על צריכת החמצן (VO2) ועל פעימת החמצן (צריכת חמצן לפעימת לב, O2P,  $\text{ml}/(\text{beat} \cdot \text{kgBW}^{0.75})$ ) של פרות מוחזקות בעמידה.

מודל		מתאם	ראשון			
בלתי תלוי		משתנה				
אנרגיית המנה						
כל הטיפולים יחד	ביומסה (ק"ג/10 דונם)	ME (MJ/kg)	הריון גבוה	הנקה	BCS	תלוי
df=196	-0.000137	4.919	0	2.03	0.2	HR
<0.001	0.801	<0.001	*	0.395	0.905	P<
df=196	-0.00168	15.95	0	6.14	4.79	VO2
<0.001	0.233	<0.001	*	0.318	0.262	P<
df=196	-2.24E <sup>-06</sup>	0.01502	0	0.0101	-0.00543	O2P
<0.001	0.438	<0.001	*	0.412	0.534	P<
צריכת אנרגיה						
כל הטיפולים יחד	השפעת מכלאה לעומת מרעה	מטבולית MJ/day/kg <sup>0.75</sup>	הריון גבוה	הנקה	BCS	תלוי
df=68	8.78	0.01143	-0.08	5.77	0.53	HR
<0.001	0.07	0.003	0.987	0.157	0.837	P<
df=68	-1.3	0.02429	-9.5	17.5	3.84	VO2
<0.001	0.913	0.011	0.468	0.091	0.561	P<
df=68	-0.0729	0.0000357	-0.0217	-0.0172	-0.006	O2P
<0.001	<0.001	0.026	0.348	0.321	0.601	P<

\* לא ניתן לבחינה סטטיסטית

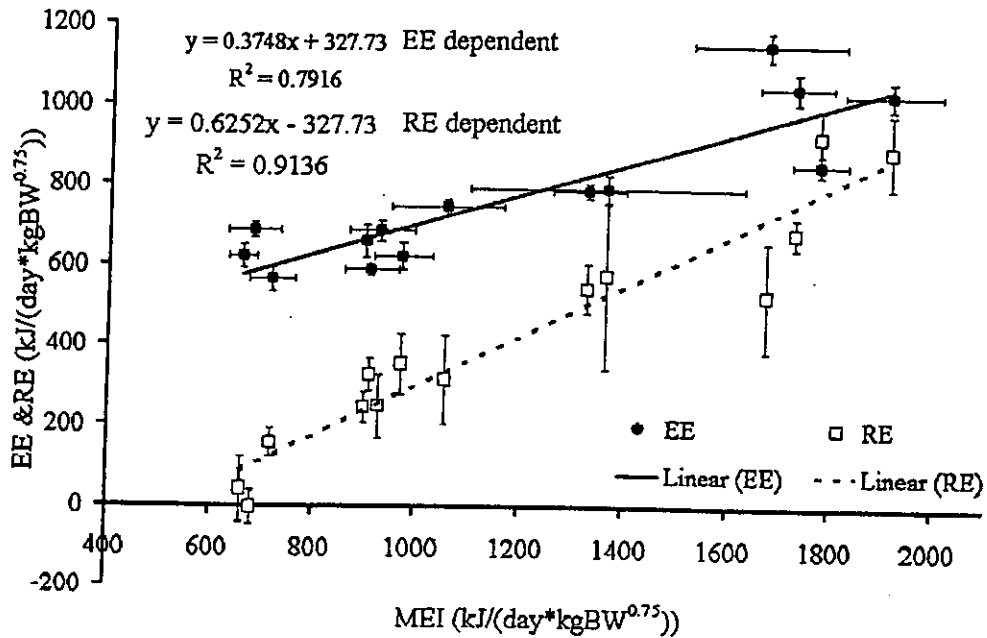
נמצא שערך האנרגיה של המנה ובעקבותיו ערך צריכת האנרגיה חס המדדים העקרים שמשפיעים על הוצאת האנרגיה היומית. מצב של הנקה מעלה את הוצאת האנרגיה ואילו עליית הביומסה במרעה מורידה את ההוצאה האנרגטית, אך לא ניתן לייחס זאת ישירות להשקעה בהליכה ואיסוף המרעה, זאת משום שגם הוצאת האנרגיה בערכי המינימום היומי (שמייצג כאמור פרה במנוחה) ירדה ככל שהביומסה בשטח הייתה גדולה יותר. הזנת הפרות במכלאה ללא רעייה נטתה לחוריד את קצב הוצאת האנרגיה.

טבלה 2. השפעות המצב הגופני (BCS) המצב הרבייתי, אנרגיית המנה, והביומסה במודל הראשון וכן צריכת האנרגיה והשפעת שהות במכלאה לעומת שהות במרעה, מודל שני, על קצב הלב (HR) היומי על הוצאת האנרגיה היומית (EE) הממוצעת, המינימלית והמקסימלית ( $\text{kJ}/(\text{day} \cdot \text{kgBW}^{0.75})$ ).

מודל מתאם ראשון						
משתנה	בלתי תלוי			אנרגיית המנה ME (MJ/kg)	ביומסה (ק"ג/100 דיונים)	כל הטיפולים יחיד
	BCS	הנקה	הריון גבוה			
HR ממוצע	-0.64	6.68	0	5.719	-0.000717	df=193
P	0.558	<.001	*	<.001	0.052	<.001
EE ממוצע	-5.6	77.8	0	106.78	-0.01191	df=191
P	0.793	0.014	*	<.001	0.095	<.001
EE מוערי	-6.5	67.8	0	94.94	-0.01351	df=191
P	0.741	0.02	*	<.001	0.039	<.001
EE מרבי	-11.6	91.4	0	113.3	-0.00829	df=191
P	0.644	0.015	*	<.001	0.326	<.001
מודל מתאם שני						
משתנה	בלתי תלוי			צריכת אנרגיה מטבולית $\text{MJ}/\text{day}/\text{kg}^{0.75}$	השפעת מכלאה לעומת מרעה	כל הטיפולים יחיד
	BCS	הנקה	הריון גבוה			
HR ממוצע	-0.22	7.41	1.17	0.01895	7.88	df=87
P<	0.923	0.049	0.793	<.001	0.065	<.001
EE ממוצע	-0.5	19.9	-29.9	0.3425	-83.3	df=87
P<	0.988	0.678	0.602	<.001	0.129	<.001
EE מוערי	-1.3	1.8	-1.9	0.326	-96.8	df=87
P	0.962	0.968	0.972	<.001	0.059	<.001
EE מרבי	-16.6	36	-72.9	0.3392	-67.5	df=87
P<	<.001	0.371	0.527	0.247	0.739	df=75

\* לא ניתן לבחינה סטטיסטית

סיכום התלות של הוצאת האנרגיה היומית (EE) בצריכת האנרגיה המטבולית (MEI) וכן תלות ההפרש (MEI-EE) כתלות ב צריכת האנרגיה שהוא ערך האנרגיה שמפיקה הפרה במרעה (RE). מוצג בציר 1.



ציור 1. הוצאת אנרגיה (EE) ומאזן האנרגיה (RE=MEI-EE) של פרות בקר בשר במרעה ובמכלאה ביחס לצריכת האנרגיה המטבולית (MEI).

הנתונים מראים על תלות מובהקת ברמה גבוהה ( $P < 0.001$ ) של הוצאת האנרגיה ושל מאזן האנרגיה בצריכת האנרגיה המטבולית. התלות הנייל בשילוב עם חניית הסטטיסטי של השפעת אנרגיית המנה, המצב הרבייתי והביומסה בשטח שמשו לפיתוח משוואות חיזוי של מאזן האנרגיה של הפרות מתוך ערכי האנרגיה המטבולית של המנה שחושבה מתוך נעילות המרעה. לצורך ייצור משוואות חיזוי אלה נותרו נתוני הרגרסיה של המשתנים מחדש ונלקחו לחישוב רק הערכים המובחקים ואלו שנטו למובהקות (ראה טבלאות 1 ו 2).

ערכי הקבועים לחישוב מאזן האנרגיה (RE) מתוך ערך אנרגיית מרעה מוצגים בטבלה 3.

טבלה 3 ערכים לחישוב מאזן האנרגיה (RE) של פרות במרעה מתוך ערך אנרגיה מטבולית של המנה (ME) וכן השפעת הנקה והיבול בשטח.

נתונים סטטיסטיים לחיזוי מאזן אנרגיה של פרות במרעה				
RE	estimate	SE	t(65)	P=
Intercept	-841	247	-3.41	0.001
השפעת הנקה	254.3	81.1	3.14	0.003
ME (kJ/KgDM)	103.1	25	4.12	<0.001
יבול (kg/Hectare)	0.076	0.0331	2.3	0.025

בטבלה 4. תורגמו ערכים אלו לחישובים של מאזן האנרגיה של פרות ביחידות המקובלות בישראל. כמו כן לנוחיות משתמש ישראלי הערכים מוגשים גם כערכי מאזן אנרגיה של פרות במשקל סטנדרטי של 450 ק"ג פרה. נתונים אלה כפי שחשבו בגיליון אלקטרוני ניתנים לשימוש על ידי מחוקרים ומדריכים לחיזוי מאזן אנרגיה של פרות במרעה.

טבלה 4. ערכי מאזן אנרגיה (RE) של פרות במרעה מתוך ערך נעכלות המרעית, השפעות היבול בשטח והשפעת ההנקה.

מאזן אנרגיה של פרות במרעה מחושב מתוך נעכלות במבחנה של מדגם מרעית							
חומר יבש DM			RE Mcal/day				
נעכלות במבחנה	Biomass	ME	לפרה במשקל 450 ק"ג		ME	RE (KJ/(Kg BW <sup>0.75</sup> / day))	
digestibility	kg/Dunam	Mcal/kg	יבשה	מניקה	MJ/kg	יבשה	מניקה
0.35	150	1.11	-5.8	0.1	4.64	-249	6
0.40	150	1.33	-3.6	2.4	5.57	-153	102
0.45	150	1.55	-1.3	4.6	6.50	-57	198
0.50	150	1.78	0.9	6.9	7.43	39	294
0.55	150	2.00	3.2	9.1	8.36	135	390
0.60	150	2.22	5.4	11.3	9.30	231	486
0.65	150	2.44	7.6	13.6	10.23	327	582
0.70	150	2.67	9.9	15.8	11.16	424	678
0.75	150	2.89	12.1	18.1	12.09	520	774

התוצאות מצביעות על מאזן חיובי בפרה לא מניקה כבר במנה עם נעכלות של 48% וערך אנרגיה מטבולית של 1.69 מק"ל וק"ג. תוצאות אלו תואמות ממצאים נוספים שלנו בפרות במכלאה, נראה שהדבר נובע מהיכולת של הפרות להגביר את צריכת המזון על ידי הגדלת תכולת המעכל במערכת העיכול כאשר צורכיהם גדולים וערך המנה נמוך. ייתכן מאוד שהביצוע אפשרי בגלל אופי המזון בתוספים המוגשים בעונת הקמל, ובל עופות אשר הנפחיות שלו נמוכה והוא אינו גורם לעיכוב צריכת המזון (Brosh, 1993, Aharoni, 1995).

### 3. סיכום שאלות מנחות

#### 1. מטרות המחקר לתקופת הדו"ח...

לבדוק את המתאם בין צריכת האנרגיה המטבולית לקצב הלב ולהוצאת האנרגיה, לאפיין השפעות אזוריות ועונתיות. לייצר משוואות חיזוי למצב האנרגטי של פרה מתוך מדידות קצב הלב ומדידות ערכי מרעה בשטח.

#### 2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה...

בוצעו ניסויים במכלאות ובשדה והוכחו מתאמים גבוהים ביותר בין המדדים הנייל אופיינו תלות בין קצב הלב ומאזן האנרגיה כולל מאגרי האנרגיה הפנימיים, במצבי רבייה שונים בעונות שונות ובשני אזורים שונים. סוכמו נוסחאות חיזוי בהתאם למטרות התוכנית. מובהקויות החיזוי שהתקבלו הנם גבוהות ביותר.

#### 3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו.

התוצאות שהושגו עד כה מצביעים על פוטנציאל גבוה ליישום הרעיון הבסיסי של המחקר. כלומר שניתן יהיה מתוך מדידות קצב הלב לדעת את מאזן האנרגיה ואת המצב האנרגטי של פרה במרעה. כמו כן ניתן מתוך מדידות ערכי המרעה לעמוד במובהקות גבוהה את מאזן האנרגיה של פרות במרעה. הערכים הדרושים הם: נעכלות מרעית כערך עיקרי, עומד יבול גס כערך משני, וכן תיקון למצב רבייתי של הנקה.

#### 4. הבעיות שונתרו לפתרון....

יש להמשיך לאמת את התזונים בעונות נוספות ובאזורי מרעה שונים. יש צורך לפתח מכשור שיעביר באופן אוטומטי את נתוני קצב הלב ללא צורך שימוש חוטי (פיתוח זה לא נכלל במטרות המחקר). צריך להכניס את ממצעי המחקר לתוכנה לניהול העדר.

5. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח.

הממצאים דווחו בכנסים לבוקרים שהתקיימו בנווה יער, כנס אלטשולר יוני 1998 הרצאה של אייל שרגל, בכרי דשא אוקטובר 1998 יום עיון לבוקרים הרצאה של אריה ברוש.

כנס האגודה למדעי המרעה ספטמבר 1999 הרצאה של אריה ברוש.

בכנס הבינלאומי של הזנת אוכלי עשב שהתקיים בסן אנטוניו טקסס הוצגו ארבעה פוסטרים העוסקים בממצאי המחקר. הכנס הארצי למחקרים בבקר בישראל (אשקלון 2002).

ראה רפרנטים בהמשך.

**Efficiency of Heart Rate as an Estimator of Energy Intake and Energy balance in Confined and Grazing Beef Cows**

Y. Aharoni<sup>1</sup>, A. Brosh<sup>1</sup>, E. Shargal<sup>2</sup>, I. Choshniak<sup>2</sup>, and M. Gutman<sup>3</sup> Fifth International Symposium on the Nutrition of Herbivores. April 11-16, 1999 SanAntonio, Texas.

**Season and stocking rate on Intake, digesta kinetics, and energy balance of free-ranging beef cows**

Aharoni, Y., Brosh, A., Shargal, E. Choshniak, I. and Gutman, M. (1999). Effects of. The Fifth Int. Symp. on the Nutrition of Herbivores, April 1999, San-Antonio, Texas.

**Estimation of diet selection of Mediterranean shrubland by cattle and goats.**

Rothman, S.J., Brosh, A., Henkin, Z., Aharoni, Y. and Gutman, M. (1999). The Fifth Int. Symp. on the Nutrition of Herbivores, April 1999, San-Antonio, Texas.

**Seasonal effects on the 24-h pattern of heart rate and energy expenditure of free ranging cows**

A. Brosh<sup>1</sup>, Y. Aharoni<sup>1</sup>, E. Shargal<sup>2</sup>, I. Choshniak<sup>2</sup>, B. Sharir<sup>3</sup>, Z. Holzer<sup>1</sup>, and M. Gutman<sup>4</sup>

Fifth International Symposium on the Nutrition of Herbivores. April 11-16, 1999 SanAntonio, Texas.

התקבל לפרסום ל Livestock Production Science

A. Brosh, Y. Aharoni, and Z. Holzer, ESTIMATION OF LONG-TERM ENERGY BALANCE IN CATTLE BY MEASUREMENT OF HEART RATE AND ENERGY INTAKE.

פרסום ב Livestock Production Science



- Barkai, D., Landau, S., Brosh, A., Baram, H., Molle, G. (2002) Estimation of energy intake from heart rate and energy expenditure in sheep under confinement or grazing condition. *Livest. Prod.Sci.* 73: 237-246.

הנושא הוצג בהרצאה בכנס Energy metabolism of animals.

- A. Brosh, Y. Aharoni, E. Shargal, I. Choshniak, B. Sharir, Z. Holzer, and M. Gutman (2000). The use of heart rate to measure energy expenditure and energy balance of cattle. 15th Symp. on Energy Metabolism in Animals. The royal Veterinary & agricultural University, Danish Institute of Agricultural Sciences. Copenhagen 10-16 September 2000.

ספרות

- Brosh, A., Holzer, Z., Aharoni, Y. and Levy, D. (1993). Intake, rumen volume, retention time and digestibility of diets based on poultry litter and wheat straw in beef cows before and after calving. *J. Agric. Sci.(Camb.)*. 121: 103-109.

- Aharoni, Y., Brosh, A. and Holzer, Z. (1995). Effects of fill volume of diets on digestive tract kinetics and fattening pattern of growing Holstein-Friesian bull calves. *J. Anim. Sci.* 73: 2418-2427.