

## השפעת רמות שונות של מזון סיבי על ביצועי פרות חלב

סטיבן רוזן – שה"מ, מחוז בית שאן  
כתריאל תבורי, נמרוד נמרי – צמח ניסיונות, רמי פיש, יוסי לוביש – עין גב,  
ולטר וורמלי – קיבוץ רשפים

### מבוא

ברפתות בארץ קיימות שיטות מגוונות להזנת פרות חלב. ברפתות מסוימות משיגים תנובות גבוהות עם רמה מקובלת של NDF (דופן-תא) ממקור מזון גס של כ-19% מהחומר היבש, כאשר ברפתות אחרות רמת ה-NDF ממזון גס עומדת על כ-14% בלבד ואף פחות. ממצא זה הוא יחודי בעולם.

ה-N.R.C. ממליץ על לפחות 75% מה-NDF של המנה ממקור מזון גס אמיתי, שהוא מתוך לפחות 27% NDF כללי במנה; כלומר 20% NDF ממזון גס כמינימום.

בארץ, עיקר התשלום לחלב הוא עבור החלבון שבד"כ לא יורד (גם באחוז) במנה דלת סיב. לכן חשוב לבחון השפעת מנה דלה בסיב גם בפוטנציאל היצור (חלב, חמ"ש, חמ"מ) וגם לטווח הארוך (כולל בריאות והתעברות). בעיית הבצורת החריפה והמחסור במים מוסיפה חשיבות עליונה לבדיקה מעמיקה יותר, בנוסף לעצם העובדה שמספר לא מבוטל של רפתות בארץ נוהגות בשיטה שונה זאת לאורך שנים.

מעיון בספרות ניתן לראות, שבעבודות אחדות מצאו שניתן להחליף חלק מה-NDF שבמזון גס עם מוצרי לוואי מרוכזים הגבוהים יחסית ב-NDF למרות השוני בתכונות המבניות והכימיות.

למשל, Mowrey וחוב' החליפו 30% או 60% משחת האספסת בשילוב של קליפות סויה, גלוטן פיד וסובין. לא היו הבדלים בתנובת החלב או בהרכב החלב, מלבד במנה שהחליפה 60% של השחת וגרמה לירידה מובהקת באחוז השומן וביחס חומצה אצטית לפרופיונית.

Zhu וחוב' השוו השפעה לטווח קצר של מנות עם 17% NDF ממזון גס למנה עם 22%. שתי המנות הכילו 31% NDF כללי. גם הם החליפו את המזון הגס במוצרי-לוואי גבוהים ב-NDF

(סובין, גלוטן פיד, D.D.G.). בעבודה זאת, הם מצאו שמנה עם "רק" 17% NDF ממזון גס עם תוספת NDF מגלוטן פיד, סובין ו-D.D.G., יכולה לספק מספיק NDF אפקטיבי כדי לשמור על תפקוד כרס תקין. בניסוי זה ה-pH בכרס היה נמוך יותר במנות עם D.D.G. או סובין, לעומת מנות עם גלוטן פיד או המנה הגסה, אבל לא היו השפעות נוספות.

### מטרות העבודה

מטרות העבודה היו לבחון השפעת מנה דלה יחסית במזון סיבי (גס), בהשוואה למנה "מקובלת" יותר על ביצועי פרות חלב גם לטווח קצר (ניסוי עין גב) וגם לטווח ארוך יותר (ניסוי רשפים).

### בעלי-חיים ושיטות

#### ניסוי 1 (עין גב)

הניסוי נערך בין נובמבר 1997 עד אפריל 1998 ברפת של קיבוץ עין גב שבעמק הירדן. כ-180 פרות מהמלטה שניה ואילך חולקו לשתי קבוצות לפי מספר המלטה, תאריך המלטה, חלב וחמ"מ בביקורות חלב לפני הניסוי וחמ"מ צפוי. החלוקה נעשתה לפי שיטת "תאומות" ובעזרת תוכנית מחשב. הפרות קיבלו מנות שוות מבחינת אנרגיה וחלבון עם אותם מוזנות, אבל שונה ברמת ה-NDF ממזון גס. המנות מוצגות בטבלות 1 ו-2.

טבלה 1. ניסוי עין גב, תכולות המנות (%).

| תכולה                 | מנת ניסוי | מנת ביקורת |
|-----------------------|-----------|------------|
| חלבון                 | 17.7      | 17.7       |
| אני נטו               | 1.76      | 1.76       |
| מזון גס               | 30.0      | 39.1       |
| דופן-תא               | 30.7      | 32.5       |
| דופן-תא ממזון גס      | 14.3      | 18.5       |
| חלבון שרידי (מהחלבון) | 36.2      | 37.0       |
| פל"מ                  | 39.2      | 37.0       |

"זוגות צמודים" בעזרת תוכנת מחשב. הפרות קיבלו מנות שוות מבחינת אנרגיה וחלבון עם אותם מזונות, אבל שונה ברמת ה-NDF ממזון גס. תכולות ומזונות הניסוי מוצגות בטבלות 3, 4, 5.

טבלה 3. ניסוי רשפים, תכולות המנות (%).

| תכולה                 | מנת ניסוי | מנת ביקורת |
|-----------------------|-----------|------------|
| חלבון                 | 17.3      | 17.3       |
| אני נטו               | 1.76      | 1.76       |
| מזון גס               | 28.4      | 38.4       |
| דופן-תא               | 27.9      | 30.2       |
| דופן-תא ממזון גס      | 14.0      | 18.8       |
| חלבון שרידי (מהחלבון) | 36.0      | 36.0       |
| פל"מ                  | 42.1      | 39.0       |
| שומן                  | 3.9       | 4.7        |

טבלה 4. מזונות הניסוי ברשפים (ב-% מהח").

| מזון         | מנת ניסוי | מנת ביקורת |
|--------------|-----------|------------|
| חליפת ניסוי  | 27.0      | —          |
| חליפת ביקורת | —         | 18.5       |
| כוספת סויה   | 4.5       | 5.0        |
| שעורה לחוצה  | 18.5      | 17.1       |
| שבבי תירס    | 15.0      | 12.5       |
| גרעיני כותנה | 6.6       | 8.5        |
| שחת תלתן     | 3.0       | 7.5        |
| שחת דגן      | 1.5       | 2.5        |
| תחמיץ תירס   | 9.0       | 10.0       |
| תחמיץ חיטה   | 14.9      | 18.4       |

טבלה 5. החליפות בניסוי רשפים 99 (ק"ג ח"י לפרה).

| מזון           | מנת ניסוי | מנת ביקורת |
|----------------|-----------|------------|
| חיטה           | 0.9       | 0.6        |
| גלוטן מיל      | 0.4       | 0.4        |
| גלוטן פיד      | 0.9       | 0.6        |
| רמולג'         | 0.9       | —          |
| כוספת ליפתית   | 0.6       | 0.5        |
| קמח דגים       | 0.25      | 0.25       |
| קמח נוצות      | 0.2       | 0.2        |
| שמן            | 0.03      | 0.03       |
| סידנית+מלח+ויט | 0.43      | 0.38       |
| תרכיז חב"ח     | 0.05      | 0.09       |
| שומן מוגן      | 0.03      | 0.2        |
| שעורה          | 0.7       | 0.5        |

במנת הניסוי רמת ה-NDF ממזון גס עמדה על כ-14.0% ובמנת הביקורת רמת ה-NDF ממזון

טבלה 2. מזונות הניסוי בעין גב (ב-% מהח").

| מזון                | מנת ניסוי | מנת ביקורת |
|---------------------|-----------|------------|
| חליפת ניסוי         | 15.0      | —          |
| חליפת ביקורת        | —         | 9.3        |
| כוספת סויה          | 6.0       | 7.8        |
| גרעיני חיטה + שעורה | 12.7      | 9.0        |
| שבבי תירס           | 17.0      | 14.3       |
| גרעיני כותנה        | 8.0       | 8.5        |
| שחת בקיה            | 5.5       | 10.5       |
| שחת ש"ש             | 2.0       | 2.0        |
| תחמיץ תירס          | 22.5      | 26.6       |
| קליפות הדרים        | 3.3       | 4.0        |
| סובין               | 8.0       | 8.0        |

במנת הניסוי רמת ה-NDF ממזון גס עמדה על כ-14.3% ובמנת הביקורת רמת ה-NDF ממזון גס היתה כ-18.5%. מקורות המזון הגס היו תחמיץ תירס (שהוחלף בחלק מן הניסוי בתחמיץ חיטה), שחת בקיה ושחת שיבולת שועל. המזונות הגסים היו זהים אבל בכמויות שונות בכל קבוצה. המזונות המרוכזים היו דומים והגיעו לאותה כמות אנרגיה וחלבון בעזרת שינויים קטנים בחלק מהמזון המרוכז. היה שוני קטן יותר בין המנות ברמת ה-NDF הכללית.

הפרות קיבלו ממשק זהה והיו בסככות דומות. לאחר כשלושה חודשים בוצעה החלפת קבוצות (cross-over) וזאת כדי ללמוד על פוטנציאל הייצור של מנות דלות בסיב ולבחון אם המגמות שקיבלנו לפני ההחלפה תמשכנה גם אחרי ההחלפה.

הניתוח הסטטיסטי נעשה בתוכנת S.A.S. במודל G.L.M.

הניתוח הסטטיסטי בחן את השפעת הטיפול לכל פרה לעומת עצמה (לפני ואחרי ה-cross-over), כאשר נתוני המרחק מההמלטה שימשו כמשתני קוריאנס.

## ניסוי 2 (רשפים)

הניסוי נערך בין ינואר עד יולי 1999 ברפת של קיבוץ רשפים שבעמק בית שאן. בניסוי חולקו כ-170 פרות (כולל מבכירות) לשתי קבוצות לפי מספר המלטה, תאריך המלטה וחמ"מ צפוי. החלוקה נעשתה לפי שיטת

הפרות קיבלו ממשק זהה והיו בסככות דומות. הניסוי נמשך לאורך כמעט תחלובה שלמה. התבצעה ביקורת חלב פעמיים בחודש. הניתוח הסטטיסטי נעשה במודל G.L.M של תוכנית S.A.S. מספר המהלטה, תאריך המהלטה וחמ"מ צפוי שימשו כמשתני קור וריאנט. רק פרות עם לפחות 180 ימים בניסוי נכללו בניתוח הייצור.

גס היתה כ-19.0%. מקורות המזון הגס היו תחמיצי חיטה ותירס, שחת תלתן ושחת שיבולת שועל (או דגן); המזונות הגסים היו זהים אבל בכמויות שונות בכל קבוצה. המזונות המרוכזים היו דומים והגיעו לאותה כמות אנרגיה וחלבון בעזרת שינויים קטנים בחלק מהמזון המרוכז. שוני קטן יותר היה בין המנות ברמת ה-NDF הכלית.

**תוצאות**

**ניסוי 1 (עין גב)**

תוצאות הניסוי הראשון בעין גב מוצגות בטבלה 6. כפי שניתן לראות נמצא פוטנציאל ייצור גבוה יותר למנה נמוכה בדופנות גס בכמות

החלב, החמ"מ וכמות ואחוז החלבון; ונמוך יותר בכמות ואחוז השומן, כמות החמ"ש והיחס בין חמ"מ לחלב. החמ"ש כולל חישוב האנרגיה הנמצאת בשומן, והחמ"ש מהווה המדד הטוב ביותר לחישוב מאזן האנרגיה בחלב ויעילות.

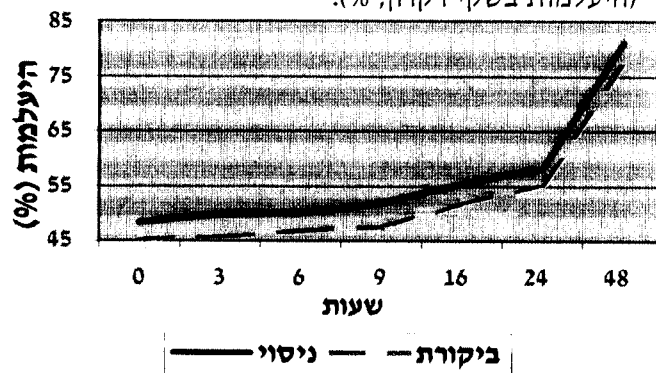
טבלה 6. תוצאות ניסוי עין גב (נתוני LSM).

| טיפול   | N  | חלב (ק"ג) | שומן % | חלבון % | שומן (ק"ג) | חלבון (ק"ג) | חמ"ש (ק"ג) | חמ"מ (ק"ג) | יחס חמ"מ לחלב |
|---------|----|-----------|--------|---------|------------|-------------|------------|------------|---------------|
| ניסוי   | 79 | 47.0      | 2.81   | 3.02    | 1.31       | 1.41        | 41.6       | 46.9       | 0.995         |
| ביקורת  | 79 | 45.3      | 3.21   | 2.96    | 1.45       | 1.33        | 43.1       | 46.0       | 1.02          |
| מובהקות |    | 0.0002    | 0.0001 | 0.0001  | 0.0001     | 0.0001      | 0.001      | 0.05       | 0.01          |

**צריכת מזון:** הקבוצה שהיתה קבוצת הטיפול לפני ההחלפה צרכה כ-24.7 ק"ג ח"י ולאחר שעברו למנת ביקורת צרכה כ-24.0 ק"ג ח"י. הקבוצה שהתחילה במנת ביקורת צרכה כ-24.1 ק"ג ח"י לפני ההחלפה וכ-24.1 ק"ג ח"י גם אחרי שעברו למנת ניסוי.

**פריקות המנות:** בתרשים 1 מוצגות התוצאות in vitro מבדיקת פריקות הח"י בשקיות דקרון. נמצאו הבדלים מההתחלה שנמשכו בקצב קבוע, ולאחר 48 שעות הפריקות היתה כ-81% למנת הניסוי וכ-77% במנת הביקורת.

תרשים 1. פריקות המנות in situ בניסוי עין גב (היעלמות בשקי דקרון, %).



## תוצאות ניסוי 2 (רשפים).

טבלה 7. תוצאות ניסוי רשפים (נתוני LSM).

| טיפול   | N  | חלב<br>(ק"ג) | שומן<br>% | חלבון<br>% | שומן<br>(ק"ג) | חלבון<br>(ק"ג) | חמ"ש<br>(ק"ג) | חמ"מ<br>(ק"ג) | יחס חמ"מ<br>חלב |
|---------|----|--------------|-----------|------------|---------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|
| ניסוי   | 39 | 47.8         | 2.79      | 3.11       | 1.33          | 1.49           | 42.4          | 48.9          | 1.02            |
| ביקורת  | 45 | 45.5         | 3.26      | 3.09       | 1.49          | 1.41           | 43.7          | 48.3          | 1.06            |
| מובהקות |    | 0.08         | 0.0001    | ל.מ.       | 0.0001        | 0.02           | ל.מ.          | ל.מ.          | 0.01            |

התחלובה. **צריכת המזון** היתה 24.7 ו-23.2 ק"ג ח"י בממוצע ליום לקבוצות ניסוי וביקורת, בהתאמה. לכן, למרות שמנת הניסוי היתה קצת יותר זולה, הפרה במנת הניסוי "בזבזה" קצת יותר כסף ליום. חשוב להדגיש, שמבחינה כלכלית יש לפרה בביקורת יתרון מסוים כי היא "פרה עוקפת מכסה" (ראה טבלת חישוב רווח). בטבלה 8 מוצגים מדדי הפוריות. בנתוני הפוריות נכללו כל הפרות והמבכירות שקיבלו את מנות הניסוי והביקורת מההמלטה ועד ההזרעות.

כפי שניתן לראות, תוצאות הניסוי השני דומות לניסוי הראשון, אבל פחות מובהקות (בעיקר בגלל שוני בצורת הניסוי, בהשוואה לניסוי הראשון שבו בוצעה החלפת קבוצות). במנה הדלה בסיב הסתמנה עליה בחלב, ועליה מובהקת בכמות החלבון, וירידה משמעותית בשומן (באחוז ובכמות) וביחס חמ"מ לחלב שהוא מדד משמעותי במשטר של מכסות. לא הסתמנה השפעה מובהקת על חמ"מ, חמ"ש או אחוז החלבון. בתרשימים 2-5 מוצגות תוצאות הייצור הבלתי מתוקנות של ניסוי רשפים לאורך

טבלה 8. מדדי פוריות לניסוי רשפים.

| טיפול  | N  | התעברות<br>% בהזרעה 1 | התעברות<br>% כללי | ימי מנוחה | ימי ריק |
|--------|----|-----------------------|-------------------|-----------|---------|
| ניסוי  | 84 | 39.3                  | 33.6              | 66        | 95      |
| ביקורת | 85 | 40.0                  | 34.5              | 71        | 89      |

## חישוב רווח (הכנסות מחלב פחות הוצאות למזון) בניסוי רשפים.

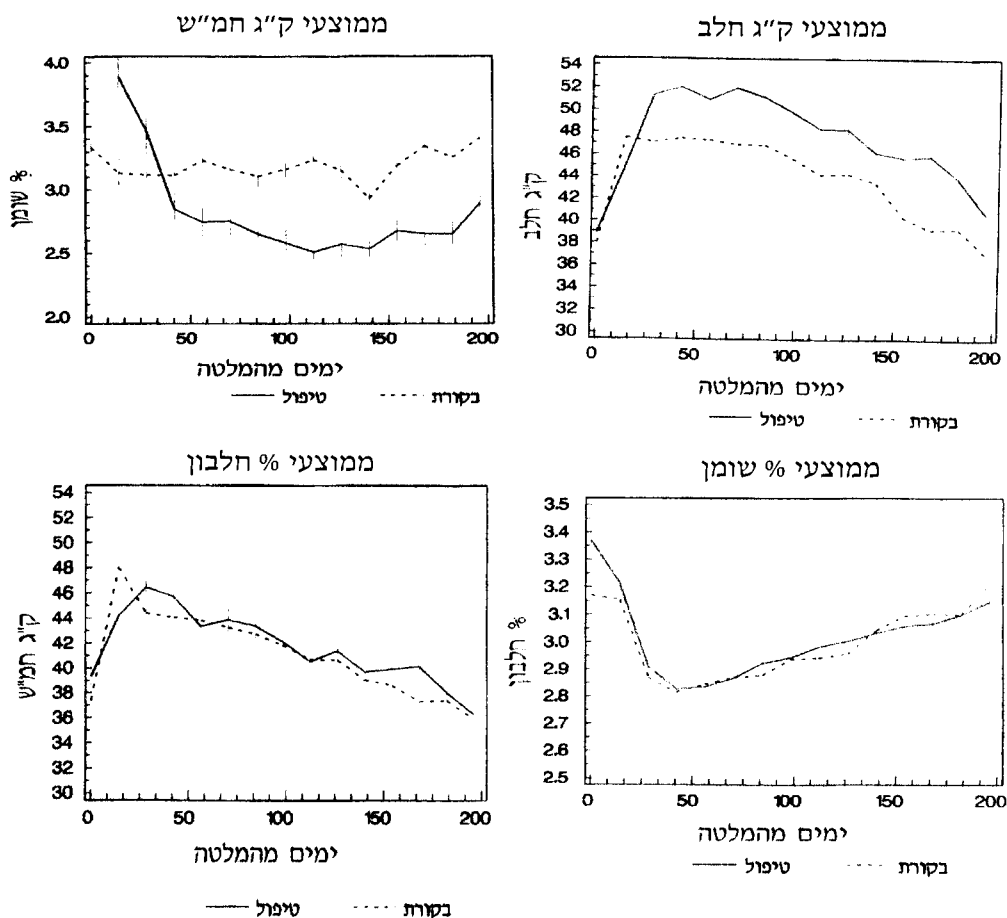
| ניסוי  | ביקורת        |               |
|--|---------------|---------------|
| חלב, ק"ג ליום                                      | 47.8          | 45.5          |
| מחיר ק"ג ח"י (ש"ח)                                 | 0.72          | 0.75          |
| כמות ח"י (ק"ג)                                     | 24.7          | 23.2          |
| עלות "מנה" (ש"ח)                                   | 17.78         | 17.40         |
| חמ"מ (ק"ג)   | 48.9          | 48.3          |
| "רווח לפרה" ביום = (חמ"מ x 1.50 - ש"ח מזון), (ש"ח) | 55.57         | 55.05         |
| "רווח לליטר חלב" = (רווח לפרה / כמות ליטרים)       | 1.16          | 1.21          |
| סך הכל רווח לרפת עם מכסה של 3,000,000 ליטר =       | 3,480,000 ש"ח | 3,630,000 ש"ח |
| לכן, הפרש לרפת = 150,000 ש"ח לטובת קבוצת הביקורת.  |               |               |

## סיכום

כפי שניתן לראות לא היו הבדלים באחוזי ההתעברות בין הקבוצות. כמו כן, לא נצפו בעיות בריאות שונות בין הקבוצות. חשוב להדגיש שהקפדנו על כמות סבירה של שחת ארוכה במנת הניסוי שכנראה שמרה על העלת הגירה ויציבות הכרס במנת הניסוי.

המסקנה משני הניסויים שביצענו היא שניתן, במקרים של מחסור במזון גס איכותי, לרדת בזהירות מרמות מזון סיבי מקובלות בצורה משמעותית, אך צפויה ירידה ביעילות הביולוגית והכלכלית של המנה.

## ניסוי בכמות המזון הגס במנה ברפת רשפים



### ספרות: רשימת ספרות באנגלית בידי המחבר.

1. Khorasani G.R. et al., 1996. Forage Sources Alters Nutrient Supply to the Intestine without Influencing Milk Yield. *J. Dairy Sci.* 79:862.
2. Mowrey A. et al. 1999. Effect of Fibrous By-Products on Production and Ruminant Fermentation in Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 82:2709.
3. SAS User's Guide: Statistics, Version 9.
4. Slater A.L. et al. 2000. Effects of Starch Source and Level of Forage Neutral Detergent Fiber on Performance by Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 83:313
5. West J.W. et al. 1997. Effect of Dietary Forage Source and Amount of Forage Addition on Intake, Milk Yield, and Digestion for Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 80:1656.
6. West J.W. et al. 1998. Intake, Milk Yield, and Digestion by Dairy Cows Fed Diets with Increasing Fiber Content from Bermudagrass Hay or Silage. *J. Dairy Sci.* 81:1599.
7. Zhu J.S. et al. 1997. Substitution of Natural Detergent Fiber from Forage with Neutral Detergent Fiber from By-Products in the Diets of Lactating Cows. 80:2901.