

נושא המחקר: בחינת ממשק הזנה מומלץ ברפת עם חליבה רובוטית
דוח 2006 - שנה שלישית (אחרונה) - תוכנית מספר 459-0389-06 שהחלה בינואר 2004
מומן על ידי הנהלת ענף בקר

צוות החוקרים:

אילן הלחמי*, אפרים מלץ, עזרא שושני, רן סלומון, יהושע מירון,
* מינהל המחקר החקלאי, בית דגן. פלפון 0506220112 halachmi@volcani.agri.gov.il

תקציר:

מטרת המחקר היתה למצוא מזון מרוכז (להלן יקרא כופתית) מתאים להאבסה בנפרד מהבליל שבאבוס - מתאים להאבסה ברובוט או במאביס הסמוך לרובוט. נערכו ארבעה ניסויים. בשנה הראשונה, 2004, בבית דגן, על ידי שוקי מירון - ברפת עם מכון חליבה שמדמה רובוט. הימרנו חלק קטן מהרכיב העמלני בכופתית בכליפות סוייה. במקביל לניסוי בבית דגן נערך ניסוי הכנה ברובוט במשק קרמר ביבניאל (2004), להלן יקרא ניסוי ראשון). ממוצע צריכת המזון ברובוט היתה עד 5.5 ק"ג לפרה ביום. מהתוצאות היסקנו שהחלפת הרכיב העמלני בכליפות סוייה לא פגע בתנהגות הפרות קרי מספר הביקורים ברובוט לא ירד. בניסוי השני (2005) והשלישי (2006) הוספנו מזון מרוכז עד ל 14 ק"ג מזון מרוכז ברובוט ובמאביס לפרה ליום על מנת לעודד פרות שמניבות יותר. תיאור הניסויים מובא להלן. 60 פרות הוחזקו ברפת רובוטית, חולקו אקרעית לשתי קבוצות הזנה, בקבוצת הניסוי הוחלף הרכיב העמלני בכופתיות בכליפות סוייה. לקחי מחקר זה: (1) פותח ממשק הזנה יציב, קרי מספר חליבות אינדוידואלי, כמות מזון אינדוידואלי בכל חליבה - ויתר ההגדרות הניהוליות הנדרשות בתוכנת הרובוט. (2) נלמד ונבחר הרכב בליל וכופתית עתירת דופן תא מתאימים לתנאי ממשק רובוטי ישראלי (3) החלפת הרכיב העמלני בכופתית לא פגע במספר החליבות או בביצועי הפרות ולכן אפשר להקצות יותר מזון מרוכז לפרות כלכליות עם פחות חשש ממחלות מטאבוליות וירידה בצריכת המזון.

מאמרים מ-מחקר

Halachmi I; Maltz E; Livshin N; Antler A; Ben-Ghedalia D; Miron J (2004) Effects of Replacing Roughage by Soy Hulls on Feeding Behavior and Milk Production of Dairy Cows under Hot Weather Conditions. *Journal of Dairy Science*, 87(7): 2230-2238

Miron J; Nikbachat M; Zenou A; Ben-Ghedalia D; Solomon R; Shoshani E; Halachmi I; Livshin N; Antler A; Maltz E (2004). Lactation performance and feeding behavior of dairy cows supplemented via automatic feeders with soy hulls or barley based pellets. *Journal of Dairy Science* 87(11): 3808-3815

Halachmi I; Shoshani E; Solomon R; Maltz E; Miron J (2006) Feeding of Pellets Rich in Digestible NDF to Lactating Cows in Automatic Milking System. *Journal of Dairy Science* 89(8):3241-9

Halachmi I; Shoshani E; Solomon R; Maltz E; Miron J (2006). Feeding primary cell-wall-rich pellets to Lactating Cows in Automatic Milking System. *Meshek Habakar ve Hachalv* 324: 68-71 (In Hebrew, the paper passed peer reviewed. publication number 704/2006)

עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הד"ר.

בניסוי 1 (2004). הוגשה מעט כופתית ברובוט ובמאביס הצמוד אליו – הקצאה של עד 7 ק"ג כופתית לפרה ליום שבפועל פרות אכלו כ – 5.5 ק"ג כופתית לפרה ליום. התנהגות הפרה (ביקורים ברובוט ותנובת החלב) לא נפגעה. בניסוי 2 (2005). הוגשה הרבה כופתית ברובוט ובמאביס הצמוד אליו – הקצאה של עד 14 ק"ג כופתית לפרה ליום כתלות בתמורה הכלכלית מכל פרה כלומר פרה שמניבה יותר מוצקים (חמ"מ < חלב) תוגמלה ביותר תערובת. התפתח הבדל מובהק בין הקבוצות. בניסוי 3 (2006). הקצאה של עד 14 ק"ג כופתית לפרה ליום כתלות ללא תלות במוצקים. התפתח הבדל מובהק בין הקבוצות.

מבוא - התפתחות המשק הרובוטי בישראל

בישראל התפתחה שיטת ממשק מבוססת על בליל במנה כולית, סככות גדולות מאווררות, הבאת פרות לצינון מאולץ, עבודה שכירה – יחסית זולה. באירופה התפתחה גם שיטת ממשק מבוססת מרעה או עשב מוגש, מזון מרוכז בנפרד, תאי רביצה, עבודה שכירה יקרה - מעט אישורי עבודה בחקלאות לעובדים זרים, תמיכה מספקת של המדינה במחקר חקלאי. המכון להנדסה חקלאית ההולנדי פיתח בשנות ה – 90 רובוט המותאם לתנאי אירופה (Halachmi 1999, Halachmi et al., 1998). כיום בסוף שנת 2006 יש כ- 5000 רובוטים באירופה.

אם תסתיים תקופת העבודה התאילנדית הזולה בארץ, אולי יהיו גם בישראל חקלאים שישקלו להחליף את הבילוי היומי בבור החליבה ברובוט. על מנת לספק תשובות אמינות לאותם חקלאים שירצו רובוט חליבה, החלו חוקרים ממינהל המחקר החקלאי בשיתוף עם מדריכי שה"מ בפיתוח ממשק ישראלי לעבודה עם רובוט חליבה. במחקר הראשון בודדו תנאי אירופה שמהם נבעו ההמלצות של החברות המסחריות (Halachmi 2000). אחרי ההבנה של הסיבות האירופאיות מהם נבעו ההמלצות, פותח מודל סימולציה שלפיו תוכננה רפת רובוטית מתאימה לתנאי ישראל (Halachmi 2003; 2004). המחקר הראשון בתחום הזנה ברובוט בארץ (Halachmi et al., 2005) קבע (1) הכמות המינימלית להקצאת מזון מרוכז ברובוט או במאביס היא 1.25 ק"ג בביקור יחיד, על מנת לא לגרום תסכול לפרה שיפגע בהגעת הפרה לחליבה הבאה. (2) קצב הורדת התערובת המכסימלי הוא 300 גרם לדקה. בניסוי הכנה בבית דגן במאביסים פרטניים ללא רובוט (Miron et al., 2003), חיפשו כופתית בהרכב שאפשר להקצות ממנו כמות רבה ברובוט והוא אינו פוגע בצריכת הכופתית והבליל, אינו גורם מחלות מטבוליות ולא גורם לפגיעה בתיאבון. לאחר הצלחת הניסוי בבית דגן (אי פגיעה בתיאבון, עלייה של 3 עשירות שומן ללא פגיעה בחלבון) נבחן ההרכב של הכופתית החדשה בהשוואה לכופתית עמילנית בניסוי הזנה ברפת רובוטית (Halachmi et al., 2006) I. בניסוי I (Halachmi et al., 2006) נמצא שרמת צריכת כופתית יומית של 5.5 ק"ג ח"י לפרה לא השפיע על תנובת החלב והחמ"מ אך נראה שההרכב החדש מאפשר להקצות יותר כופתיות ברובוט על מנת לעודד פרות מסוימות (המגיבות למזון ומייצרות חלב "רווחי יותר" – עשיר יותר במוצקים). לכן, מטרת המחקר (ניסוי II וניסוי III): עידוד הייצור של פרות המייצרות חלב עתיר מוצקים והפחתת הייצור של פרות שמייצרות "מים" באמצעות שינוי סוג וכמות הכופתית בתנאי חליבה רובוטית בישראל.

הנחות המחקר –

- הרכב החלב וכמותו מושפע גם מ – (א) תדירות חליבה, (ב) כמות מזון מרוכז והרכבו.
- רובוט חליבה מאפשר תדירות חליבה אינדיווידואלית והקצאת מזון אינדיווידואלית באופן אוטומטי – כמעט ללא תוספת עבודה.

- בתנאי מכסת חלב הקובעת נפח מותר לייצור (ליטרים בשנה) ותשלום מחושב לפי מוצקים – רווחי יותר לייצר חלב עם הרבה מוצקים הפודה מחיר גבוה יותר.
- מזון מרוכז שהוא גס יותר (כליפות סויה במקום דופן עמילני) מאפשר הקצאה גדולה יותר ברובוט עם פגיעה קטנה יותר בתיאבון ובאיזון המנה.
- במדינות המגדלות סוייה, כליפת סוייה הוא מוצר לוואי זול.
- הרובוט הוא משאב יקר: (א) יש לשאוף לנצילות מרבית של הרובוט – צריך לחלוב 85%-90% מזמנו. (ב) עדיף להשקיע את מספר החליבות הנתון (robot capacity) בפרות הרווחיות יותר – אותן פרות שנחלבות מהר ומניבות הרבה חלב עם הרבה מוצקים.

חומרים ושיטות (ניסוי 2. 2005)

הפרות בקבוצת הניסוי קיבלו ברובוט ובמאביס חיצוני שאחריו כופתיות מזון מרוכז שחלק מהרכיב העמילני שבהן הוחלף בקליפות סויה ואילו פרות הביקורת הוזנו בכופתיות עמילניות (הרכב בטבלה 1). שתי הקבוצות הוחזקו באותה חצר, קבלו לאורך האבוס בליל זהה בריכוזיות אנרגיה מופחתת (טבלה 1), נחלבו על ידי רובוט יחיד, קיבלו טיפול זהה ולמעשה נבדלו

רק במחשב הרפת הנגיש רק למנהל הרפת ולחוקר האחראי על הניסוי. עובדי הרפת לא יכלו להבדיל איזה פרה שייכת לקבוצת הניסוי ואיזה שייכת לקבוצת הביקורת (תכנון ניסוי מקצועי מחייב 'double blind randomize' – גם המטפל וגם המטופל לא יודעים מי משתתף בניסוי). ברפת 54 פרות נחלבות על ידי רובוט יחיד מתוצרת חברת Lely. בתחילת הניסוי הפרות חולקו לזוגות, כל זוג פרות זהה מבחינת תנובת חמ"מ, ימים בתחלובה ומספר ביקורים ברובוט. חלוקה לקבוצת ניסוי וביקורת התבצעה בהתאם לנתוני שתי בדיקות מוצקים עוקבות במעבדה בקיסריה. במהלך הניסוי, בעת הוצאת פרות נשמר האיזון בין הקבוצות וכאשר המליטו פרות הם נכנסו אקראית האחת לקבוצה הניסוי והשנייה לקבוצת הביקורת באופן שמספר הפרות בכל קבוצה תמיד יהיה זהה.

מדיניות הקצאת הכופתיות בניסוי II:

מיום המלטה עד 30 יום: 5+5 ק"ג (5 ברובוט ו- 5 במאביס החיצוני). סה"כ 10 קג מזון מרוכז ליום.

30 עד 60 יום: 5+7 ק"ג (5 ברובוט ו- 7 במאביס החיצוני). סה"כ 12 קג מזון מרוכז ליום

אחרי 60 יום:

חמ"מ < חלב 5+9 (עליה הדרגתית של 2 ק"ג בשבוע). סה"כ 14 קג מזון מרוכז ליום

חמ"מ > חלב 5+2 (ירידה הדרגתית של 2 ק"ג בשבוע). סה"כ 6 קג מזון מרוכז ליום

חמ"מ = חלב ללא שינוי

15 יום לפני יבוש: 4+2

עקרון ההקצאה היה עידוד פרות שהניבו יותר מוצקים ו"דיכווי" פרות שמייצרות "מים". כאשר הגדרה "<" או ">" מתייחסת להפרש חמ"מ-חלב גדול או קטן מ- 2 ק"ג. וחמ"מ הוא חלב מושווה מחיר ראה נוסחה להלן. הקצאה זו דומה לשתי קבוצות הטיפול. הניסוי נערך ביוני-יולי – אוגוסט 2006, במשק קרמר במושבה יבניאל. דגימות חלב לחלבון ושומן נערכו פעם בשבועיים שלאחריהם עודכנה הקצאת המזון לפי תגובת הפרות.

הקצאת מזון מרוכז ממוצעת בתחילת הניסוי הייתה זהה לשתי הקבוצות: 5 ק"ג לפרה ליום ברובוט ו- 5 ק"ג לפרה ליום במאביס החיצוני. ההקצאה הייתה דינמית, קרי הקצאה מתעדכנת לאורך הניסוי, כל שבועיים, לפי ביצועי הפרות. בסיום הניסוי נמצא שלפרות הביקורת הוקצו במוצע 0.7 ק"ג כופתיות יותר מאשר לפרות הניסוי (טבלה 1: 9.5 לעומת 8.8 ק"ג), אך בפועל צריכת הכופתיות בשתי הקבוצות הייתה זהה (טבלה 1: 8.3 ק"ג לפרה ליום). דו"ח בדיקת רכיבי חלב שהגיע מההתאחדות לא כולל את סוג המזון או האם הפרה נמצאת בקבוצת ניסוי או ביקורת לכן בעת ביצוע ההקצאות לא ידענו ולא רצינו לדעת האם הפרה משויכת לקבוצת ניסוי או לביקורת.

חישובים

נוסחת החמ"מ ששימשה לחישובים במחקר זה (סיכומי ספר העדר – שנתון 2005, הוצאת המבי, עמוד 99):

$$\text{חמ"מ, קג} = 0.1 * \text{ק"ג חלב} + 7.666 * \text{ק"ג שומן} + 20.21 * \text{ק"ג חלבון} .$$

קביעת מובהקות נעשתה בעזרת פונקציה t-Test מזווג של תוכנת אקסל (Paired Student's t-Test, two-tailed) (distribution).

טבלה 1. הרכב שתי סוגי הכופתיות (ג' ח"י"ק"ג) והבליל* שהואבסו במהלך הניסוי.

המרכיב	כופתיות הביקורת	כופתיות הניסוי
שעורה	65	65
תירס	334	178
שיפון	78	87
חיטה	52	0
קליפות סויה	0	300
גלוטן פיד	91	19
DDG	85	58
סובין	98	0
כוספת סויה	72	72
כוספת חמניות	35	56
ליפתית	20	0
שומן מוגן	23	25
קמח גלוטן	6.6	6.6
סידנית	14	14
אוריאה	7	7
מלח	6	6
DCP	4	4
סודיום-ביקרבוט	10	10
ויטמינים**	2.4	2.4
תכולת חלבון	119	191
תכולת שומן	65	71
תכולת NDF	221	285
תכולת Mcal/kg DM NEL	1.95	1.95

* הבליל הבסיסי שהוגש לאורך שביל ההאבסה לשתי הקבוצות הכיל (ג'י"ק"ג ח"י): 325 תחמיץ חיטה, 125 שחת תלתן, 210 תירס גרוס, ו 340 כופתיות בקורת.

תוצאות

תוצאות הניסוי נמדדת במונחי התנהגות – התנהגות אכילה וביקורים ברובוט ובמונחי תפוקה – כמות חלב והרכבו. בטבלה 2 אפשר לראות ששתי הקבוצות אכלו בפועל את אותה כמות כופתיות – 8.3 ק"ג, כאשר הפרות בקבוצת הניסוי הספיקו לאכול יותר ברובוט ולכן אכלו פחות במאביס החיצוני. הפרות הגיעו מרצונן החופשי לרובוט ולמאביס שאחריו, כאשר מספר החליבות הממוצע ליום היה 3.0 בקבוצת הבקורת ו- 3.2 בקבוצת הניסוי. ברפת זו כמעט ואין צורך להביא פרות לרובוט באופן ידני. טבלה 3 מציגה את ביצועי הפרות במונחי תפוקה – כמות חלב והרכבו.

טבלה 2. הקצאת הכופתיות ברובוט ובמאביס והצריכה בפועל.

הקצאת כופתיות (ק"ג/פרהגיום, ממוצע ו - SE)				
טיפול	סה"כ	במאביס	ברובוט	
קבוצת ביקורת	9.5 (0.57)	4.56 (0.55)	4.94 (0.06)	
קבוצת ניסוי	8.8 (0.67)	4.00 (0.63)	4.82 (0.10)	
¹ מובהקות	0.45	0.51	0.27	
צריכת כופתיות בפועל (ק"ג/פרהגיום, ממוצע ו - SE)				
טיפול	סה"כ	במאביס	ברובוט	
קבוצת ביקורת	8.3 (0.57)	4.55 (0.59)	3.73 (0.21)	
קבוצת ניסוי	8.3 (0.69)	3.91 (0.62)	4.42 (0.22)	
¹ מובהקות	0.96	0.46	0.03	

¹ מבחן מובהקות נערך בשיטת t-Test. תוצאה מובהקת ($p < 0.05$) מודגשת

טבלה 3. תנובת ממוצעת של החלב ומרכיביו בפרות בתקופת 60 ימי הניסוי (ממוצע ו - SE בסוגריים).

טיפול	שומן (%)	חלבון (%)	לקטוז (%)	1000x סומטיים
ביקורת	3.08 (0.09)	3.09 (0.08)	4.82 (0.05)	361(172)
ניסוי	3.16 (0.09)	2.99 (0.06)	4.76 (0.05)	242(60)
¹ מובהקות	0.514	0.117	0.391	0.532

טיפול	חלב (קג)	שומן (קג)	חלבון(קג)	חמ"מ(קג)
ביקורת	34.26 (1.35)	1.05 (0.04)	1.05 (0.04)	32.63 (1.12)
ניסוי	37.74 (1.11)	1.18 (0.03)	1.12 (0.03)	35.51 (0.84)
¹ מובהקות	0.022	0.011	0.117	0.039

¹ מבחן מובהקות נערך בשיטת p-value at paired t-Test תוצאה מובהקת ($p < 0.05$) מודגשת

הפרות בקבוצת הביקורת הניבו בממוצע כ - 32.6 ק"ג חמ"מ והפרות בקבוצת הניסוי הניבו בממוצע כ- 35.5 ק"ג חמ"מ. קבוצת הניסוי הניבה באופן מובהק יותר חלב, ק"ג שומן, וחמ"מ (2.9 ק"ג חמ"מ לפרה ליום) מאלו של פרות הביקורת. לא היה הבדל מובהק בין הקבוצות בתנובת ק"ג חלבון וריכוז (%) שומן, חלבון, לקטוז ותאים הסומטיים בחלב.

דיון:

כדאיות השימוש במנת הניסוי תלויה בעלות המנה. מאז תכנון הניסוי, לפני כשלוש שנים, עלה הביקוש לקליפות סויה ובגלל המצאי הנמוך עלה מחירם עד שהיום הוא כמעט משתווה למחיר של גרעינים עמילניים. לעומת זאת במדינות המייצרות סויה, למשל אוהיו, מחיר קליפות הסויה נמוך משמעותית ממחיר הגרעינים. אם יהיה לארץ יבוא מסיבי של כופתיות קליפות סויה (הזולות כיום בכ 20-25% ממחיר הגרעינים המיובאים), יהיה כדאי למשקם לשלבם במנות הבקר.

אחד ממצאי הניסוי הוא ששתי הקבוצות אכלו אותה כמות (8.3 ק"ג ליום) למרות שלפרות הביקורת (עמילן) הוקצה יותר מזון (9.5 לעומת 8.8 ק"ג ליום). האם תוצאה זה מראה שמזון הניסוי טעים יותר? יש להמשיך ולבחון זאת כדי לקבל תשובה חד משמעית.

חמ"מ הוא אינדקס המשקף את התשלום עבור חלב בארץ. חמ"מ אינו מדד בעל משמעות אנרגטית או פיזיולוגית לכן בעתיד מומלץ לנתח את התוצאות גם בעזרת מדדים אחרים. לא נמצא הבדל מובהק בריכוז המוצקים בחלב. רק הכפלתם בתנובת חלב (נוסחת החמ"מ) גרמה להבדל להיות מובהק. עובדה זו מרמזת שההפרש בין הקבוצות נובע ממספר החליבות השונה ולא הרכב המנה. פרות הביקורת הגיעו מרצונן החופשי 3.0 פעמים ביום ואילו פרות הניסוי הגיעו מרצונן החופשי 3.2 חליבות ביום. אילו היינו "מושכים" את הפרות לרובוט בדרך שונה, למשל על ידי צינון ולא על ידי מזון שונה אולי גם היינו מקבלים את אותה תוצאה.

הניסוי היה קצר (60 יום) ובוצע ברובוט אחד במספר לא גדול של פרות (54 פרות), ולכן עדיין קשה על סמך ניסוי זה להציע המלצות תזונתיות גורפות לכלל הרובוטים במדינה. הניסוי מראה כיוון מחקר מסוים על מנת שמי שירצה יחזור על הניסוי ברפת שלו לפני שיחליט האם לאמץ את כופתיות קליפות הסויה. מומלץ להתקשר לחוקרי מכון וולקני לפני התחלת ניסוי כזה על מנת לקבל ליווי מקצועי. הממשק המוצג במאמר זה הוא התפתחות הדרגתית של תובנות שנצברו במשך כ-10 שנות עבודה עם רובוטים. את עקרונות הממשק המוצג כאן כן אפשר לקחת כהמלצה אבל המספרים המדויקים של הקצאת מזון מרוכז תלויים גם בהרכב הבליל והתערובת, גזע, גישה לפרות, עקה, תנובות חלב, פוטנציאל גנטי, שיטת ניהול, שיכון, סביבת הפרה ועוד. יש להתאים את המספרים לכל רפת לפי תנאיה המקומיים.

מסקנות מניסוי II (2005)

יש צורך בהמשך עבודת המחקר. נבחנו שני סוגי מזונות. למרות שנראה יתרון מובהק לאחד משני המזונות ההבדלים קטנים – התרומה למדע היא תיעוד פיתוח הממשק.

תודות

אף מחקר בחליבה רובוטית עדיין לא זכה לתמיכת המדען הראשי של משרד החקלאות. בהעדר תמיכה ממסדית, מועצת החלב מימנה את המחקר הזה למרות אמצעיה מוגבלים ועל כך נתונה לה תודתנו.

ספרות מוזכרת

- Halachmi I; Adan I J B F; van der Wal J; Heesterbeek J A P; van Beek P (1998). Dairy barns and queuing networks. Report number COSOR 98-15, Dept. of Mathematics and Computing Science, Eindhoven University of Technology, The Netherlands,
- Halachmi I; Metz J H M; Speelman L (1999); Method and apparatus for designing a livestock barn, EU Patent application no. 1012445
- Halachmi I (2000) Designing the optimal robotic barn, Part 2: Behaviour-based simulation. Journal of Agricultural Engineering Research 77 (1): 67-79
- Halachmi I (2003) Optimal milking frequency and managing a robotic milking farm under hot climate (Israeli) conditions, Meshek Habakar ve Hachalv (In Hebrew) 302: 39-41
- Halachmi I; Shoshani E (2003) Design the robotic milking farm fitted for hot climate and open cowshed. Meshek Habakar – Cheker and Mhaas (In Hebrew) 25: 31-36
- Halachmi I. (2004); Designing the Automatic Milking Farm in a Hot Climate Journal of Dairy Science 87(3): 764-775
- Halachmi I; Ofir S; Miron J (2005). Comparing two concentrate allowances in an automatic milking system. Animal Science 80(3): 339-344
- Halachmi I; Shoshani E; Solomon R; Maltz E; Miron J (2006) Feeding of Pellets Rich in Digestible NDF to Lactating Cows in Automatic Milking System Journal of Dairy Science (in press, Accepted February 27, 2006)

Miron J; Yosef E; Maltz E; Halachmi I (2003) Soybean hulls for replacement of forage neutral detergent fiber in total mixed rations of lactating cows, *Animal Feed Science & technology*, 106(1): 20-28

Miron J; Yosef E; Nikbachat M; Zenou A; Maltz E; Halachmi I; Ben-Ghedalia D (2004). Feeding Behavior and Performance of Dairy Cows Fed Pelleted Nonroughage Fiber Byproducts. *J. Dairy Science* 87(5):1372–1379

אילן הלחמי, עזרא שושני (2003). 'תכנון רפת רובוטית לתנאי הארץ'. משק הבקר והחלב- חוברת חקר ומעש 25:

31-36

אילן הלחמי (2003). 'ניהול רפת רובוטית בתנאי הארץ ומספר חליבות אופטימלי'. משק הבקר והחלב 39-41: 302:

נספח א. הרכב כופתיות מתוכנן למנת רובוט במשק קרמר על בסיס חומר יבש

NE/ קג	NE	NDF גקג	NDF %	שומן ג'קג	שומן %	חלבון גקג	% חלבון	ג' ח"י ק"ג	מנת בקורת
0.49	1.94	45.75	0.18	4.25	0.02	29.00	0.12	250	שעורה
0.43	2.00	19.35	0.09	8.82	0.04	18.92	0.09	215	תירס
0.06	1.84	5.60	0.16	1.09	0.03	3.26	0.09	35	סורגום
0.03	1.80	11.66	0.65	0.90	0.05	2.36	0.13	18	קליפות סויה
0.15	1.91	29.12	0.36	2.72	0.03	22.08	0.28	80	גלוטן פיד
0.12	1.60	38.76	0.51	2.58	0.03	13.07	0.17	76	סובין
0.13	1.94	9.10	0.14	0.72	0.01	33.22	0.51	65	כוספת סויה
0.14	1.57	24.30	0.27	1.80	0.02	35.19	0.39	90	כוספת חמניות
0.23	2.24	35.15	0.34	24.44	0.24	24.13	0.23	104	ג.פימה*
0.12	6.11	0.00	0.00	17.22	0.86	0.00	0.00	20	שומן מוגן
0.04	2.11	2.21	0.12	0.22	0.01	12.51	0.70	18	קמח גלוטן
0	0	0	0	0	0	0	0	12	סידנית
0	0	0	0	0	0	0	0	5	מלח
0	0	0	0	0	0	0	0	4	DCP
0	0	0	0	0	0	0	0	5	סודיום- ביקרבוט
0	0	0	0	0	0	0	0	3	ויטמינים**
1.95		221		65		194		1000	סה"כ
מנת ניסוי									
0.24	1.94	22.88	0.18	2.13	0.02	14.50	0.12	125	שעורה
0.32	2.00	14.40	0.09	6.56	0.04	14.08	0.09	160	תירס
0	1.84	0	0.16	0	0.03	0	0.09	0	סורגום
0.63	1.80	226.80	0.65	17.50	0.05	45.85	0.13	350	קליפות סויה
0.35	1.91	66.61	0.36	6.22	0.03	50.51	0.28	183	גלוטן פיד
0	1.60	0	0.51	0	0.03	0	0.17	0	סובין
0.21	1.94	15.40	0.14	1.21	0.01	56.21	0.51	110	כוספת סויה
0	1.57	0	0.27	0	0.02	0	0.39	0	כוספת חמניות
0	2.24	0	0.34	0	0.24	0	0.23	0	ג.פימה*
0.15	6.11	0	0	21.53	0.86	0	0	25	שומן מוגן
0.04	2.11	2.21	0.12	0.22	0.01	12.51	0.70	18	קמח גלוטן
0	0	0	0	0	0	0	0	12	סידנית
0	0	0	0	0	0	0	0	5	מלח
0	0	0	0	0	0	0	0	4	DCP
0	0	0	0	0	0	0	0	5	סודיום- ביקרבוט
0	0	0	0	0	0	0	0	3	ויטמינים
1.95		349		55		194		1000	סה"כ

* גרעיני פימה מטופלים ב - NaOH

** ויטמינים + מיקרואלמנטים חולבות

Higher milking frequency in an automatic milking system (AMS) also means higher intake of concentrated pellets in the robot. Consumption of high quantity of starchy grains within a short period of time has a negative effect on the appetite, voluntary milkings and intake of DM and NDF. Therefore the null hypothesis to be tested in this study was: 'replacing the conventional starchy pellets fed in the AMS by primary cell wall – rich pellets while preserving cow motivation to visit a milking stall voluntary'. Fifty four cows were paired according to age, milk yield and days in milk.. Cows were fed a basic mixture along the feeding lane (19.9 kg DM/cow/d) plus pellets additive (~5.4 kg DM/cow/d) in the AMS and in concentrates self feeders (CSF) located behind it, accessible only after milking. The two feeding regimes differed only in the composition of the pellets additive containing either 49% starchy grain in the control group or just 25% starchy grain plus soy hulls and gluten feed as grain and medium digestible NDF –rich feeds replacer in the experimental group. Both diets resulted in similar voluntary milkings (3.31-3.39 /cow/day in the AMS). Average milk and milk protein yields were also similar in both groups. Results of this study suggest an alternative pellets composition, allocated in the AMS in conjunction with basic mixture in feeding bank, without any negative effect on appetite, milk yield and composition, as well as behaviour of the cows. It also opens the opportunity to increase the amount of pellets that can be allocated in AMS to selected high producing cows while maintaining high voluntarily milkings combined with the *'TMR concept'* in order to increase solids in the milk.