

חליבה אוטומטית

דביר שרון¹

IMAG-DLO Wageningen, Holland

הקדמה

ברפת המכון, בו מותקנת מערכת חליבה אוטומטית, מתבצעים ניסויי ממשק חליבה המשלבים הבטים התנהגותיים, פיסיוולוגיים, תזונתיים וכלכליים.

מאמר זה הינו ראשון בסדרת מאמרים בנושא החליבה האוטומטית. במאמרים אלה יוצגו הבטים שונים של החליבה האוטומטית. בתחילה, תוצג טכנולוגיית החליבה האוטומטית, הנשענת על רובוט להרכבה אוטומטית של גביעי החליבה. בהמשך, יוצגו המערכות התומכות והמשלימות של מערכת החליבה האוטומטית, מערכות איסוף הנתונים ומערכת קבלת ההחלטות. ההשלכות על הפרה כיחידת ייצור עצמאית, השינויים בשגרה היומית וממשק החליבה יסוקרו גם הם. את המאמרים ילוו תוצאות מחקרים ומערכות שכבר מצויות בשוק המסחרי.

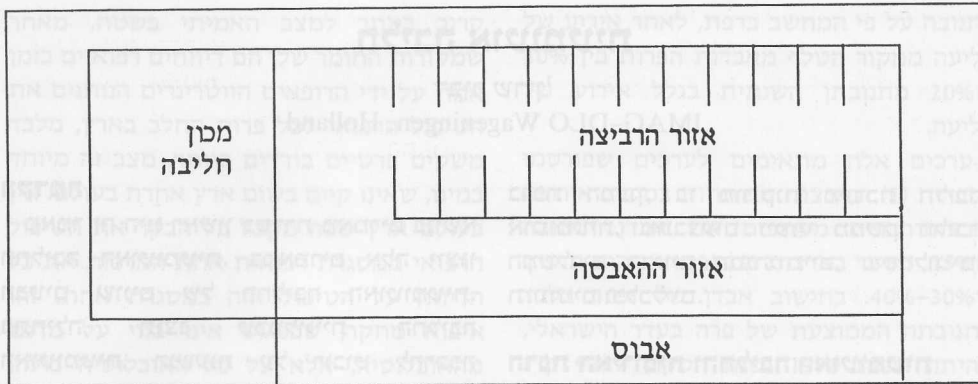
הרפת האירופית והחליבה האוטומטית

הרפת המערב אירופית הממוצעת היא רפת משפחתית. בגרמניה מונה רפת ממוצעת 15 פרות ורק 30% מהרפתות הן מסדר גודל של יותר מ-30 פרות (Auernhammer et. al 1988). בלמעלה ממחצית הרפתות בגרמניה מותקנים מאביסים פרטניים אוטומטיים. בהולנד, הרפת המשפחתית מונה 60 פרות בממוצע ליחידת משק. למעלה מ-47,000 רפתות מחזיקות ביחד למעלה מ-1.3 מיליון פרות חולבות עם תנובה ממוצעת של 6873 ק"ג חלב, 4.38% שומן ו-3.46% חלבון (NRS 1990). בהולנד למעלה מ-740,000 חולבות מגזע הולשטיין-פריזי שחור-לבן, עם תנובה ממוצעת של 7,043 ק"ג חלב, 4.4% שומן ו-3.41% חלבון, ולמעלה מ-300,000 חולבות אדום-לבן, עם תנובה ממוצעת של 6,250 ק"ג חלב, 4.23% שומן ו-3.48% חלבון (NRS 1990).

פיתוח האמצעים לחליבה אוטומטית מתבצע ברובו באירופה. המדינות המובילות במחקר ופיתוח בנושאי החליבה האוטומטית, הן הולנד, גרמניה, אנגליה וצרפת. הפיתוח נתמך בדרך כלל על ידי חברות מסחריות ומתבצע במכוני מחקר. במכון להנדסה חקלאית "Imag-Dlo" Wageningen, הולנד עוסקים מזה 15 שנה בפיתוח רובוט החליבה. הרובוט הנוכחי הינו פרי שיתוף פעולה בין המכון לחברות "Manus Holland" ו-"Prolion". המכון מפתח, בין היתר, מערכות תומכות למערכת החליבה האוטומטית, מערכות איסוף ועיבוד נתונים.

בקיץ רועה הפרה האירופית החולבת באחו במשך שעות היום ולמשך הלילה היא מוכנסת למבנה סגור. בחורף הפרה שוהה כל הזמן בתוך מבנה סגור. החליבה מתבצעת בדרך כלל פעמיים ביום. בהולנד, מזון מרוכז ניתן באחוזים נמוכים מהמוכרים לנו בארץ, עד 30%-40 מכלל המנה (Roest J. 1991). המאביסים חלקם ממוקם במכון החליבה והפרה מואבסת במזון מרוכז תוך כדי חליבה, או בתוך מבנה הרפת. בעיקרון, הרפת מחולקת לשני חלקים עיקריים: אזור ההאבסה ואזור הרביצה המצויד בתאי-רביצה פרטניים (ציור 1).

¹ דביר שרון, בוגר הטכניון, בעל תואר שני בהנדסה חקלאית, עבד עד שנת 1991 במינהל המחקר החקלאי בבית-דגן, בנושאי מיכון ברפת החלב. כיום שוהה דביר שרון בהולנד להגל עבודת הדוקטורט בנושא "הקמת מערכת ניהול עדר, שליטה ובקרה, ברפת החלב בעלת מערכת חליבה אוטומטית". בפרויקט משולבים המכון להנדסה חקלאית IMAG-DLO, האוניברסיטה החקלאית Wageningen וחברות "Manus Holland" ו-"Prolion". כאן מובא המאמר הראשון בסדרה.



ציור 1. סכימת מבנה פנימי אופייני של מבנה רפת סגור.

החלב. המייחד את יחידת החליבה הזו היא התוספת של זרוע רובוטית המרכיבה את גביעי החליבה ללא מגע יד אדם.

יחידת החליבה מותקנת בתוך עמדת חליבה. לעמדת החליבה שער כניסה ושער יציאה. זמן שהיית הפרה בתוך עמדת החליבה מנוצל גם לקריאת מידע פרטני מחיישנים המורכבים על גבי הפרה או מושתלים בפרה. לדוגמא: פעילות הפרה הנקראת ממונה צעדי הפרה המשמש כמדד לייחוס. טמפרטורות גוף הנקראת מחיישן טמפרטורה המושתל מתחת לעור הפרה. מוליכות חשמלית של הבושת המתקבלת מחיישן המושתל בבושת הפרה לצורך זיהוי ייחומים ומשקל גוף הפרה.

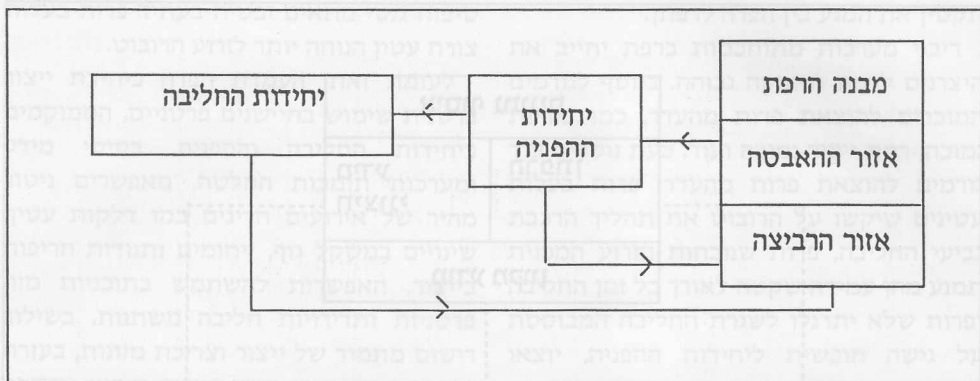
ייצרני מערכות החליבה האוטומטית מעריכים את יכולת החליבה של יחידת חליבה בודדת בכ-40 פרות ליממה. מערכות בעלות עמדה כפולה עם זרוע רובוטית הנעה בין העמדות, תאפשר חליבה של עד 80 פרות. סימולציות מחשב מעריכות את יכולת החליבה של עמדת חליבה אחת עד ל-60 פרות ושלוש יחידות חליבה עד ל-100 פרות (Parsons 1988).

מערכת חליבה אוטומטית כוללת מספר יחידות חליבה אוטומטיות, המשולבות במאביס מזון מרוכז הפרטני ואת יחידות ההפניה (The Economist 1988). יחידת ההפניה מורכבת מיחידת מאביס פרטני, שער כניסה ושער יציאה

ב-1950 הושקעו בהולנד 330 שעות עבודה בממוצע לשנה לפרה, ואילו ב-1980 הושקעו רק 50 שעות (Rossing & Ippema 1990). ההקטנה במספר שעות העבודה לפרה לוותה בתהליך של הגדלת הרפת, ירידת מספר הרפתות ועליה בייצור לפרה (Smits 1989 & Swiestra). התחזיות מצביעות על המשך מגמה זו בעתיד. תופעה זו מביאה להאצה בפיתוח מיכון מתאים, שיחליף את הרפתן במטלות "הבזבזניות בזמן" והקושרות את הרפתן בשעות קבועות לרפת, כמו חלוקת המזונות והחליבה. החלת מכסות חלב באירופה, החל משנת 1984 וקנסות מחמירים מצד מפעלי החלב על אי-עמידה בקרטיריונים של איכות חלב, הינם גורם מדרבן נוסף, המחייב את הרפתן ליעילות מירבית.

מערכת החליבה האוטומטית

בבואנו לדבר על חליבה אוטומטית, נגדיר קודם לכן מספר מושגי יסוד. יחידת החליבה האוטומטית הינה למעשה מכון חליבה עבור פרה אחת, המכיל את כל הרכיבים המוכרים לנו ממכון החליבה כיום: מערכות ואקום, גביעי חליבה, משאבות וכו'. במערכת זו משולבות מערכות איסוף מידע פרטני המתקבל מהחלב, כמו מדי חלב, מדי ספיקה למדידת ספיקת העטין, מדידת מוליכות וטמפרטורת החלב (לזיהוי דלקות עטין) ובעתיד מדידת הרכב



ציור 2. יחידת ההפניה ויחידת החליבה האוטומטית במערכת החליבה האוטומטית.

על שגרת החליבה והקצאת המזון המרוכז ברפת האוטומטית שולטת מערכת שליטה, בקרה וניהול העדר (ציור 3). מערכת זו היא הרחבה של מערכות ניהול העדר המוכרות לנו כיום. למערכת מזורם מידע מקוון מיחידות החליבה האוטומטית הכוללות את יחידות ההפניה ויחידות החליבה. המידע המקוון כולל בין היתר מצב שערים, ספיקת מאביסים, נתונים טכניים מהרובוט ועוד. כמו כן, מתקבלים נתוני חיישנים פרטניים (ראה לעיל). למידע המקוון נוסף מידע לא מקוון ממקורות חיצוניים, כמו מאגרי מידע של התאחדות מגדלי בקר, נתונים סטטיסטיים והוראות הרפתן. שאר הרפת תורמת כיום חלק קטן יחסית למידע. חלק זה, עשוי לכלול בעתיד מידע ממאביסים פרטניים של מזון גס, חיישנים טלמטריים, חיישני אקלים ועוד. המערכת מייצרת פלטי מידע הכוללים דו"חות חריגים ותקופתיים לשם מעקב אחר ביצוע והמלצות ניהול לרפתן. המערכת שולטת בבקרת זמן אמיתי על יחידות ההפניה, המאביסים הפרטניים ועל יחידות הרובוט, ובכך למעשה שגרת החליבה וההאבסה היומית נעשית ממוכנת לחלוטין. תוספת עתידית של מאביסים פרטניים למזון גס תאפשר שליטה מלאה על הקצאת המזון ברמת הפרט.

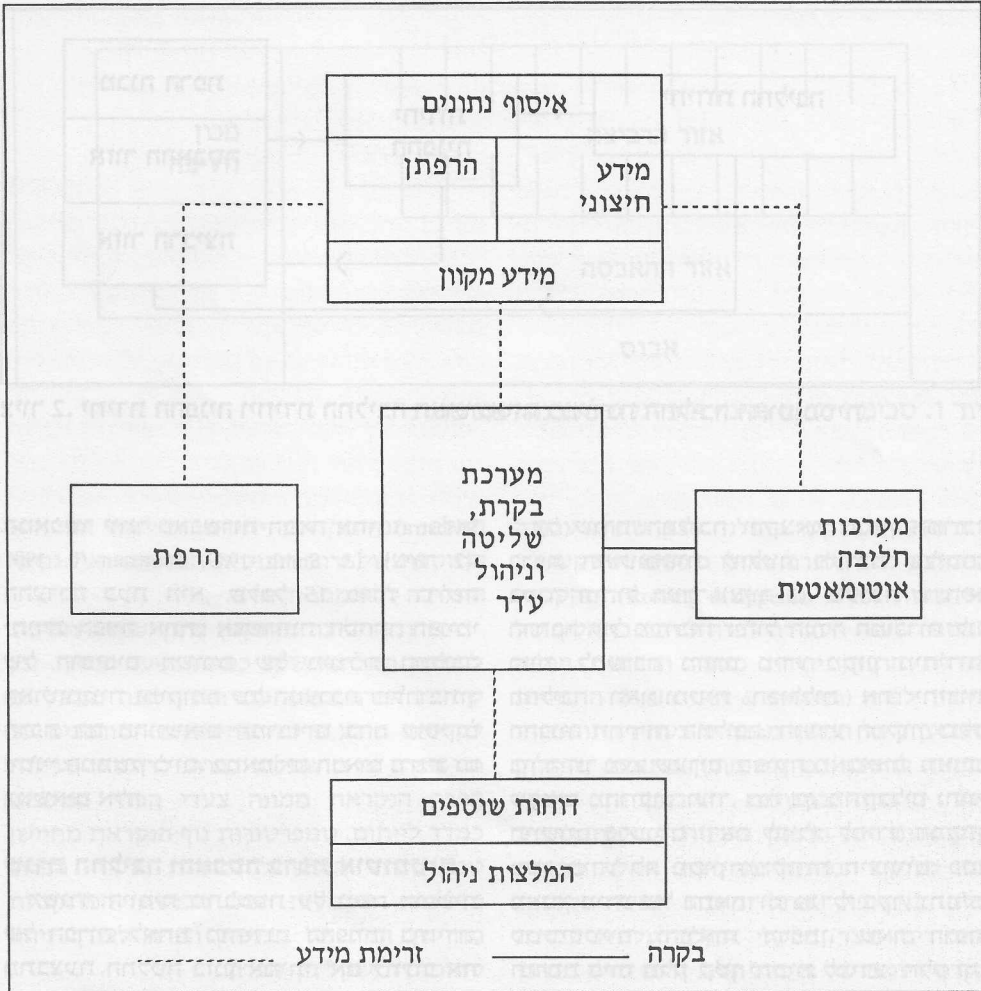
שליטת הרפתן על שגרת החליבה וההאבסה היומית, תיעשה על ידי כיוול ותכנון מוקדם של

המאפשר יותר מאפשרות הפניה אחת (Swiestra & Smith 1989, Mottram T. 1991) (ציור 2). ההערכה כעת היא, שלכל 15 פרות דרושה יחידת הפניה אחת. אפשרויות הסיודור הפנימי של הרכיבים השונים של מערכת החליבה האוטומטית ומיקומה של המערכת כולה בתוך הרפת הם מהנושאים המרכזיים בהם עוסקים ניסויי הממשק כיום. במאמרים הבאים נרחיב גם בנושאים אלה.

שגרת החליבה והאבסה ברפת אוטומטית

השגרה היומית מתבססת על גישה חופשית של הפרות לאחת מיחידות ההפניה. ביחידה, מתבצעת החלטה בזמן אמיתי, אם לחלוב את הפרה ואם להאביס אותה במזון מרוכז לאחר ההחלטה, מופנית הפרה או למבנה הרפת עם כל העדר או לאחת מיחידות החליבה.

מערכות ניהול העדר המוכרות לנו כיום, משמשות כעזר וכיועץ לרפתן. מערכות אלה מאפשרות לרפתן ניהול יעיל של המידע לגבי כל פרה ופרה וקבלת רשימות חריגים יומיים ותקופתיים לשם מעקב אחר העדר ואחרי הפרה הבודדת. בצמוד למערכות ניהול העדר, קיימות מערכות תומכות החלטה בנושאי הכנת המנה הקבוצתית, בחירת פרים להזרעה, חישובי כלכליות ועוד.



ציור 3. סכימה לתאור קשרי המידע והבקרה בין "מערכת בקרה, שליטה וניהול עדר" לבין הרפתן, מערכת החליבה האוטומטית, יחידת איסוף הנתונים ושאר חלקי הרפת.

סוג הקרקע, לרעייה בלבד. הכנסת מערכות החליבה האוטומטיות משאירות את הפרה בתוך הרפת במשך כל השנה, מפנות אזורים נרחבים ומחייבות את הרפתן להתארגנות שונה באספקת המזונות. מערכות החליבה האוטומטיות, אינן ניתנות לשילוב בתוך מכוני החליבה הנוכחיים. אי לכך, התקנת מערכת חליבה אוטומטית מלווה בהשקעה נוספת בתשתית. יש הטוענים, כי מערכת אוטומטית

תוכנית החליבה וההאבסה, לכל פרה בנפרד, שתוכנס לתוך המחשב. מערכת השליטה והבקרה עוקבת גם אחר ביצוע הפרות ובמידת הצורך, מתקנת את ההחלטות שלה.

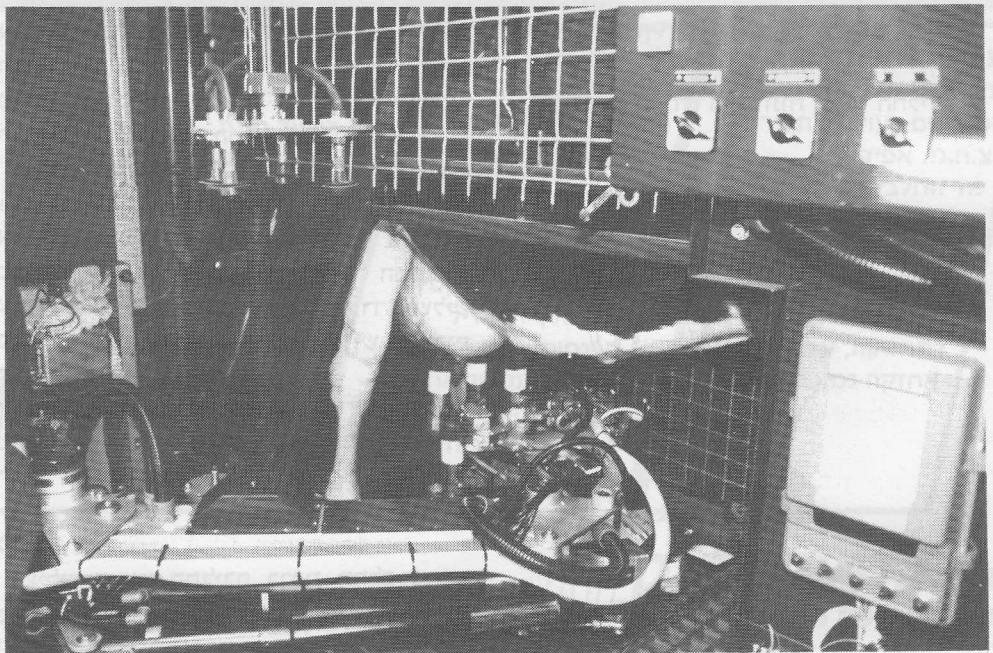
חליבה אוטומטית, האם זה כדאי?

בהולנד, לכל רפת אחו של כ-300 דונם, בה רועות הפרות במשך למעלה מחצי שנה. האזורים בהם רועות הפרות מתאימים, מבחינת

טיפוח גנטי מתאים יבטיח בעתיד פרות בעלות צורת עטין הנוחה יותר לזרוע הרובוט. לעומת זאת, העמדת הפרה כיחידת ייצור פרטנית שימוש בחיישנים פרטניים, הממוקמים ביחידות החליבה וההפניה, בסיסי מידע ומערכות תומכות החלטה, מאפשרים ניטור מהיר של אירועים הריגים כמו דלקות עטין, שינויים במשקל גוף, ייחומים ותנודות הריפות בייצור. האפשרות להשתמש בתוכניות מוזן פרטניות ותדירויות חליבה משתנות, בשילוב רישום מתמיד של ייצור וצריכת מזונות, בעזרת מערכות מומחה יאפשרו הגברת הייצור, וחסכון באמצעי ייצור, מאידך. העלאת הייצור הצפויה הינה ב-15 עד 25% יחסית לחליבה של פעמיים ביממה המקובלת כיום באירופה (Swierstra 1988 & Smith). שחרור הרפתן ממטלת החליבה ישאיר לרפתן מרחב זמן גדול יותר לשאר העבודות ברפת, שנדחקות לעתים לתחתית רשימת העדיפויות, וליתר מתן תשומת לב לכל פרה ופרה.

תקטין את המגע בין הפרה לרפתן. ריבוי מערכות מתוחכמות ברפת יחייב את היצרנים לרמת תחזוקה גבוהה. בנוסף לגורמים המוכרים להוצאת פרות מהעדר, כמו פוריות נמוכה, רמת ייצור נמוכה ועוד, כעת נוספים עוד גורמים להוצאת פרות מהעדר. פרות בעלות עטינים שיקשו על הרובוט את תהליך הרכבת גביעי החליבה, פרות שנוכחות הזרוע המכנית תמנע מהן עמידה שקטה לאורך כל זמן החליבה ופרות שלא יתרגלו לשגרת החליבה המבוססת על גישה חופשית ליחידות ההפניה, יוצאו מהרפת.

מבחינה אקולוגית, ריכוז הפרות במבנה יחייב את הרפתן להשקעה רבה יותר בפיזור הפרשות, בעיקר לנוכח התקנים המחמירים בנושאי פליטת אמוניה לאויר, שתוקננו על ידי הקהילה האירופית ותחולתם מתחילה 1993. על מנת להקל על תהליך הרכבת הגביעים, על ידי זרוע רובוט החליבה, מומלץ לשאוף לאחידות מבנה העטין בין כל הפרות בעדר.

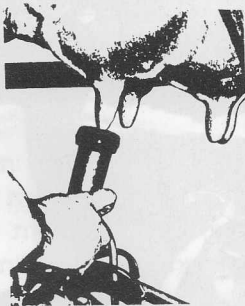


טבלה 1. רווח שנתי עקב מעבר לחליבה אוטומטית; הסכומים נקובים בלי"ש (מתוך 1988 Pearson).

גודל עדר	רווח נטו יחסית לחליבה ידנית			
	פעמיים ביום		שלוש פעמים ביום	
	לי"ש	לי"ש לפרה	לי"ש	לי"ש לפרה
20	- 1532	-77	-2276	-127
40	900	23	-1110	- 28
60	4323	72	1329	23
80	3854	48	- 160	- 2
100	5327	53	241	2
150	9015	60	1315	9
200	12808	64	2625	3

ממוחשבות תומכות החלטה המעמידות את הפרה כפרט בודד במרכז הרפת, לא יביא הרובוט את הרווחים המקווים. שילוב של אוטומציה לחליבה והזנה, המנוהל על פי עקרונות פיסולוגיים, תזונתיים, התנהגותיים ומעל לכל כלכליים, יאפשרו ייעול והגברת הייצור וכן שיפור באיכות החיים של הרפתן. שתי מערכות מסחריות ראשונות של רובוט חליבה הותקנו בימים אלה בשתי רפתות הולנדיות על ידי חברת "Prolion".

במאמר הבא, נדון בעקרונות רובוט החליבה.



עלויות ורווחים הצפויים ממערכת חליבה אוטומטית, הוערכו על ידי Parsons (1988). ההערכות התבססו על נתונים שהתקבלו בניסוי סימולציה של חליבה אוטומטית שנוערך ב-IMAG (Rossing 1985). העליה ברווח נטו צפויה ממקורות ישירים כמו עליה בייצור, חסכון בימי עבודה, וממקורות עקיפים כמו עליה בזיהוי ייחומים וזיהוי דלקות עטין. טבלה 1 מראה רווח נטו ברפת בעלת מערכות חליבה אוטומטיות, בהשוואה לרפת רגילה עם ממשקי חליבה של פעמיים ושלוש חליבות ביום, ללא מגבלות מכסה. הנחות הבסיס לחישובים השונים יפורטו באחד המאמרים הבאים.

ניתוח נוסף שנעשה על ידי Moncaster & Parsons (1987) מראה, שעבור עדר בן 80 פרות או יותר, חליבה אוטומטית צורכת כמחצית מכוח האדם הדרוש בממשק חליבה המתבסס על שתי חליבות ביום של כל העדר, ושליש מהדרוש בממשק חליבה של שלוש חליבות ביום.

יצרני מערכות החליבה האוטומטיות מבטיחים, שעלות יחידת חליבה אוטומטית לא תעלה על עלות מכון חליבה המוכר כיום.

סיכום

שילוב רובוט החליבה ברפת החלב מהווה פריצה טכנולוגית חשובה. ללא מערכות תומכות של איסוף ועיבוד נתונים ומערכות

NRS. 1990. From Data to Information. Veepro Holland, June 1990.

NRS. 1990. Koninklijk Nederlands Rundvee Syndicat, Jaarstatistiken.

Roest J. 1991. Veepro Holland No. 8, May 1991.

Rossing W. and Ipema B. 1990. From identification to fully automatic milking. International stockmen's school handbook, Dairy science handbook, Vol. 20. Lang printing, Incorporated, Bryan, Texas U.S.A.

Swierstra D. and Smith A.C. 1988. Modern dairy farming with automatic milking systems. Proceedings of the 11th international conference on agricultural engineering, Dublin, Ireland.

The Economist, 1988. April 23.

מקורות

Auernhammer H., Pierkelman H. and Wendl G. 1988. Microprocessor-based farm management system for family dairy farms. Proceedings of the 3rd international livestock environment symposium, Toronto, Canada.

Pearsons D.J. 1988. An initial economic assessment of fully automatic milking for dairy cows. Journal of Agric. Engineering 40:199-214.

Moncaster M.E. & Pearsons D.J. 1987. Economic implications of fully automatic milking. Proceedings of the 3rd symposium on "Automation in Dairying". Wageningen, Holland.

Mottram T.T. 1991. Design principles for automatic milking systems. Agricultural Engineering 46; 2:39-42.

רפתן צעד קדימה עם צ.ח.מ אפיקים

האבסה פרטנית "אפיפיד"

לייעול הזנת הפרות, צמצום הוצאות, שיפור ריווחיות העדר. הזנה אוטומטית של מזון מרוכז בתאי האבסה.

גילוי דרישות אוטומטי משולב במערכת.

מערכת ממוחשבת "אפימילק"

ניהול עדר יעיל מפתח להצלחתך הרפתן. באמצעות מערכת "אפימילק" המותאמת לעדר המושבי והקיבוצי תוכל להקטין הוצאותיך ולהגדיל הכנסותיך ע"י מעקב צמוד ומתמשך אחר ביצועי הפרות איתור ייחומים - וגילוי דלקות עטין ומחלות

מכוני חליבה לקו MM85 - חלב

המובילים בעולם מתוצרת צ.ח.מ. אפיקים מד החלב של צ.ח.מ. עבר מיבחני תקינה לספיקה של 12 ק"ג בדקה. מד חלב אמין, פשוט לתחזוקה, עלות אחזקה נמוכה ביותר



צ.ח.מ אפיקים

חטיבת מערכות חליבה ממוחשבת

קיבוץ אפיקים 15148, טל. 06'754811, פקס. 06'751862