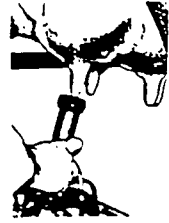


חליבה וממשק חליבה



חליבה רובוטית – סיכום כנס ראשון בצפון אמריקה
– טורונטו, קנדה, מרץ 2002

עזרא שושני – האגף למיכון וטכנולוגיה, שה"מ

הבקר והחלב, מס' 287, עמ' 45. כל ההרצאות שניתנו בכנס כמו גם הפוסטרים גובשו למאמרים אשר כונסו בספר עב כרס של כ-500 עמודים. קריאת ספר מעין זה אינה דבר של מה בכך אך מכיון שכבר למדתי על בשרי שלא פעם המאמרים המתארים את הפוסטרים חשובים לא פחות מהמאמרים המורחבים שניתנו כמצגות פרונטליות, טרחתי לקרוא גם אותם. הן ההרצאות והן הפוסטרים סווגו לשישה נושאים:

- חליבה רובוטית ותעשיית החלב;
- שיכון לפרות ותפקוד ציוד החליבה;
- ממשק וגידול בע"ח;
- בריאות ודלקות עטין;
- איכות חלב;
- כוח אדם, כלכלה ורווחת בע"ח.

חליבה רובוטית ותעשיית החלב

סקירה רחבה ניתנה על אבני הדרך של פיתוח החליבה הרובוטית באירופה ועל הנסיון הרב שהצטבר במדינות אלה (De Koning et al.). הסקירה היא רחבת הקף ועיקרי הדברים פורטו על ידי בסקירה על הכנס שנערך בהולנד. אציין רק שבסקירה הנוכחית דווח על כך שעד סוף שנת 2001 הותקנו מערכות חליבה רובוטית בכ-1200 משקים. בנוסף לכך, דווח בסקירה על ממצאים המעידים שבחליבה רובוטית יש נטיה לעליה בריכוז חומצות השומן החופשיות. בדיקות שנעשו הראו שיחס האוויר/חלב בחליבה רובוטית הוא 1:10, לעומת 1:3 במתקנים קונבנציונליים. בסקירה זאת דווח על מספר מודלים שבתנו את החסכון בכוח האדם. מודל אחד (גרמני) הראה על חסכון שבין 30 ל-40%, מודל אחר (הולנדי) דיווח על זמן נדרש של 32 דקות ביממה עד ל-3 שעות, מודל

מספר המשתמשים בטכנולוגיה של חליבה רובוטית הולך וגדל בקצב מהיר יחסית בקנדה, בפרט באזור טורונטו (עד עתה הותקנו 27 יחידות של חב' ללי ב-16 משקים מסחריים, ושתי יחידות של רובוט המשרת ארבעה תאים של חב' פרוליון במשק אחד) ובאזור קוויבק (13 משקים מסחריים בהם מותקנות 23 יחידות של ללי 5- משקים נוספים בהם מותקנות יחידות של דהילול – דיווח של Jack Rodenburg). ההתעניינות הרבה פלשה כיום גם לתחומי ארה"ב (עד עתה הותקנו 8 יחידות בשלושה משקים מסחריים ובמכון מחקר אחד בויסקונסין ו-8 יחידות נוספות בשני עדרים מסחריים בפנסילבניה – דיווח של Douglas Reinemann) והיא מתמקדת בעיקר במשקים משפחתיים אשר נוטים כיום לגדול, אך להישאר במתכונת של ניהול הרפת בידי המשפחה. סיבות אלה דחפו לידי ארגון כנס מדעי ראשון בתחום החליבה הרובוטית בצפון אמריקה ואם הצלחת כנס נגזרת גם ממספר המשתתפים בו המציאות גברה על כל הציפיות – מעל 350 משתתפים כשבמקור תוכנן הכנס לכ-200 משתתפים בלבד. בין באי הכנס היו חקלאים רבים הן מקנדה והן מרחבי ארה"ב, מדריכים (כמו David Bray מפלורידה אשר אירח בשנתיים האחרונות רבים מאיתנו) וכמובן חוקרים רבים מאסכולות שונות. את רצון הצפון-אמריקאיים לספוג מידע סיפקו בעיקר הנציגים מאירופה אשר שמותיהם מלווים את פיתוח החליבה הרובוטית שנים רבות. רבים מהנציגים האירופאים חזרו על הרצאתם שניתנה בכנס בתחום החליבה הרובוטית אשר התקיים בהולנד באוגוסט 2000. כיון שאיני נמנה על מעלי הגירה לא אחזור בסקירתתי על דברי אלה האחרונים אלא אפנה אותך הקורא היקר לסקירה שפירסמתי על כנס זה במשק

200 ראש יש תמריץ לעבור לחליבה רובוטית בשל עלות כוח האדם, אך תנאי תמחור החלב בניגוד לאירופה וקנדה (ניוד רב במהלך השנה תוך הבטחת מחיר סף בלבד) אינם מאפשרים קבלת מודל חיזוי טוב ומביאים את הרפתנים לזהירות רבה בקליטת הטכנולוגיה החדשה. קצב אימוץ הטכנולוגיה יגבר אם עלות הפעלת הרובוטים תשווה לעלות הפעלת מערכת קונבנציונלית (לפי חישוביו היא עתה כפולה). גם בעדרים גדולים יש התעניינות רבה בקליטת הטכנולוגיה החדשה. העיקרון הפשוט הוא "לשכפל" את המודלים הקיימים ברפתות קטנות באירופה. אולם קיימת גם גישה אחרת כמו למשל פיתוח רובוטים שיחליפו חלק מכוח האדם במכון חליבה גדול. הבאת גישה זאת לידי ביצוע מחייבת עבודת פיתוח רבה (שכבר נעשית ע"י מספר חברות בינלאומיות – ע.ש.).

בעבודה אחרת הוצגו הבעיות של איסוף מידע ולקחת דגימות לשם ביקורת החלב. בחליבה רובוטית המרווח בין חליבות הוא שונה ואינו קבוע. איך מתמודדים עם מצב כזה? פותח מודל (שאינו לי כל כוונה להרחיב עליו את הדיבור. העתק מהמאמר יישלח לעוסקים במלאכה ב"המ"ב.) אשר מראה שקביעת תנובת החלב לצורך בקורת החלב צריכה להיעשות ע"י צבירת 12 מדידות החלב האחרונות (האגורות במחשב הרובוט והכוונה לחליבות בודדות!) ולגבי השומן והחלבון – יש לאסוף דגימות מהחליבות הבודדות בתחום של 14 עד 16 שעות בלבד.

בכנס דווח על קיומו של פרויקט רב-משתתפים מכמה מדינות באירופה השייכות לאיחוד האירופאי (דנמרק, הולנד, אנגליה, בלגיה, שבדיה, גרמניה) אשר החל בשנת 2001 ואמור להסתיים בשנת 2004 שבמסגרתו יידונו ההשלכות של אימוץ החליבה הרובוטית. במסגרת פרויקט זה הוגדרו מטרותיו שהן:

- זיהוי משתנים לאימוץ החליבה האוטומטית במדינות מערב-צפון אירופה;
- בחינת ההשלכות של אימוץ החליבה האוטומטית על הבטים סוציוכלכליים, קבלת הטכנולוגיה ע"י ציבור הצרכנים,

הולנדי אחר דיווח על חסכון של 10% בלבד. אם החסכון בזמן הוא יתרון כלכלי, חשוב עוד יותר לבחון כיצד מנוצל הזמן לעבודה נכונה עם ממשק החליבה הרובוטית. יש להקדיש זמן רב בעיקר בשבועיים הראשונים לאחר תחילת העבודה עם הרובוט. אשר לעליה בתנובת החלב: כל הדיווחים מעידים על עליה בתנובת החלב אך עוצמת העליה שונה. נתונים מהולנד מעידים על עליה של 11.4% לעומת חליבה קונבנציונלית (שתי חליבות), דיווח מצרפת מדבר על עליה של בין 3% ל-9% במשקים שעובדים עם הרובוט שנתיים לפחות. תדירות החליבה משפיעה ללא ספק על העליה בתנובת החלב. יש פרות שצריך לאפשר להן להיחלב בתדירות גבוהה ויש כאלה שאין לכך כל יתרון. לכן, אין לשאוף להביא כל פרה אל הרובוט אלא להפעיל שיקול דעת.

יישום נכון של החליבה הרובוטית יכריע לשבט או לחסד את המשך העבודה עם הרובוטים. ציפיות מוגזמות וגישה מוטעית הביאו חלק מהרפתנים לחזור לממשק הקונבנציונלי. לכן, יש להיערך מראש למעבר לחליבה רובוטית. נקודות המפתח ליישום מוצלח של מערכות חליבה רובוטית הן:

- ציפיות מציאותיות;
 - תמיכת ממשק טובה של יועצים מיומנים, לפני, במשך ולאחר הקליטה;
 - גמישות ומשמעת לבקר את המערכת ואת הפרות;
 - יכולת לעבוד עם מחשבים;
 - הקדשת תשומת לב רבה לתכנון המבנה ותפקוד טוב של תנועת הפרות;
 - תפקוד טכני נכון של מערכת החליבה תוך כדי ביצוע תחזוקה שגרתית.
- הויכוח כיצד צריכה להיות תנועת הפרות ברפת הרובוטית עדיין רחוק מלהסתיים. לא נמצאו עדויות שמראות שגישה חופשית של הפרות משפרת את תדירות החליבה של הפרות (אפרט על כך בהמשך).
- בהרצאה אחרת (Douglas Reinemann) הוצגה האפשרות לקליטת הרובוטים בארה"ב. המסר העיקרי של הצגתו הוא שבעדרים קטנים עד

כביכול לא מצא את ביטוי בצריכת מזון גס גבוהה יותר; היא היתה גבוהה יותר בגישה השלישית (תנועת פרות מבוקרת).

בסיכום לעבודה זאת נכתב: מטרה חשובה של מערכת החליבה האוטומטית היא השגת תדירות חליבה אופטימלית המשולבת עם מינימום עלויות של כוח אדם (הכוונה לזמן המושקע בהבאת פרות יזומה אל הרובוט – ע.ש.). בה בעת התנהגות הפרות לא צריכה להיות מופרעת. להשגת מטרת אלה תנועת הפרות חשובה ביותר. ההבטים החשובים להשגת תכנון אופטימלי של מבנה הם:

- חליבה וולונטרית של הפרות;
- צמצום ביקורים נוספים ברובוט שאינם קשורים לחליבה;
- צמצום מספר הפרות שיש להביאן אל הרובוט בצורה יזומה;
- תורים מינימליים בכניסה לרובוט החליבה;
- תצורות גבוהה של מזון גס (במקרה שלנו TMR).

עבודה אחת בחנה את ההשלכות של צורת הכנת הפרות ע"י הרובוטים על הורדת החלב (יש לה גם חשיבות בחליבה קונבנציונלית – ע.ש.). צורת הכנת הפרות ברובוטים נבחנה מול הכנה רגילה של העטין. דיכווי הורמון האוקסיטוצין בדם שימשו כבסיס להסקת המסקנות. לא נמצאה פגיעה בהורדת החלב אם היה עיכוב שבין 20 ל-60 שניות בין גמר ניקוי העטין לבין ההרכבה. אולם – אם העיכוב היה מעל 120 שניות חלה ירידה בתנובת החלב. הרכבת גביעים אחת אחרי השניה והמתנה לחליבה רק לאחר שכל הארבעה הורכבו לא פגעה בהורדת האוקסיטוצין. במקרה של פרות שההרכבה לא הצליחה והיה עליהן לעבוד שוב את מסלול המתנה לרובוט לא הוכחה פגיעה בהורדת החלב. אולם, כאשר המרווח בין החליבות היה קצר זמן הגירוי עד להורדת החלב התארך. כך נכון הדבר גם לגבי פרות שנמצאות בשלהי התחלובה. החוקרים מסבירים את הצורך בזמן הכנה ארוך יותר בכך שנדרש "כוח" רב יותר, המושג ע"י זמן ארוך יותר, לסחיטת

איכות חלב, בריאות הפרות, רוחות הפרות, ודרישות תומכות ממשק;

- הצגת פתרונות למניעת השפעות שליליות של שימוש רחב בטכנולוגיה זאת כבר בשלבי האימוץ הראשוניים;
- הפצת התוצאות מפרויקט זה לגופי מחקר, קובעי מדיניות, חקלאים ונותני שרות לחקלאים, יצרני ציוד חליבה ותעשיית החלב.

חלוקת העבודה לבחינת הנושאים הנ"ל כבר בוצעה בין 11 קבוצות עבודה ועד עתה הוגש דו"ח ביניים רק ע"י קבוצה אחת. פירוט נוסף, עם קריאת דו"חות הביניים ולבסוף הדו"חות הסופיים, ניתן למצוא באתר הבא: <http://www.automaticmilking.nl>. אין כל ספק שנדון בפרויקט זה רבות בשנים הבאות.

שיכון הפרות ותפקוד ציוד החליבה

עבודה הקשורה בתכנון אופטימלי של מבנה לרפת רובוטית הוצגה ע"י דר' אילן הלחמי. אין צורך לפרט את עיקרי עבודתו, מה גם שהיא דווחה גם בכנסים שלנו וגם בכנס בהולנד, אך העניין הרב של משתתפי הכנס בעבודה זאת יעיד יותר מכל על חשיבות הנושא. במאמר מוסגר אומר שתוצאות חלק מעבודות מחקר שפורסמו בכנס זה ונגעו לאספקטים שונים (כגון תנועת פרות, המתנה בכניסה לרובוט או לתחנות אחרות, השלכה לגבי תדירות חליבה ותנובת חלב, אחוז פרות שאינן מגיעות מרצונן לחליבה וכו') נובעות לא מעט מתכנון לקוי של מבנה.

מה שיטת התנועה האופטימלית של פרות בתוך המבנה?

באחת העבודות נבחנו שלוש שיטות: תנועה חופשית, תנועת פרות מכוונת (או מאולצת), תנועת פרות מבוקרת. מספר החליבות הממוצע היה נמוך יותר במעבר החופשי לעומת שתי השיטות האחרות ומספר הפעמים שבהם היה צורך להביא את הפרות אל הרובוט היה גבוה יותר בגישה החופשית. לעומת זאת, מספר הארוחות בממוצע לפרה היה גבוה יותר בגישה החופשית לעומת הגישות האחרות אך יתרון זה

פרה לא ניתנה כמובן זכות הדיבור לאמר את דעתה על המתקן הני"ל. והפרה הישראלית? היא לא היתה שואלת אלא מיד בועטת. יעילות ניקוי הפטמות ע"י גביע ניקוי המיועד לכך בלבד (De-Laval) נבחנה ע"י השבדים והיא היתה גבוהה לאין שיעור לעומת ניקוי ידני (98% הורדה במספר הנבגים של חידק ששימש לאילוח מלאכותי של הפטמות כ-20 דקות לפני פעולת הניקוי, לעומת 66.5% בניקוי הידני).

ממשק וגידול בע"ח

במסגרת נושא זה נכתב מאמר ע"י נציג חב' פרוליון בקנדה, אשר לא בכדי לא הגיע לכנס לתת את הרצאתו שכן חברה זאת (שהיתה הראשונה לפיתוח הרובוט בקנה מידה מסחרי) נתונה במצב של כמעט פשיטת רגל. אותות המשבר גם ניכרו בעת ביקורינו באחד המשקים: בעל הרפת סיפר שאין לו יכולת לקבל שרות ואף חלקי חילוף כפי שהחברה התחייבה. על אף זאת, מאמרו של נציג החברה ראוי לציטוט כיוון שהוא מציין מה הם אבני הדרך לשם קליטה מוצלחת של הרובוט:

תכנון המבנה – חייב לקחת בחשבון שינויים במבנה לשם תנועת פרות בלתי מופרעת, מיקום הצבת הרובוט, תכנון חדרי השרות.

הכנת העדר – תוך כדי הכנת המבנה רצוי להכין את הפרות למעבר לחליבה הרובוטית. זה כולל טילוף הרחוק מיום המעבר וע"י כך תוקטן העקה על הפרות. יש לבחון את בריאות העדר/עטינים ולהחליט מראש איזה פרות תועברנה ואיזה לא. כל הפרות חייבות לעבור גילוח השערות מהעטין וגילוח הזנב (קיצוצו כמובן אסור כיום על פי דרישות השירותים הווטרנריים – ע.ש.). רצוי להרגיל את הפרות לעבור דרך הרובוט לפני תחילת החליבה בו.

הכנת הרפתן – על הרפתן לעבור הכנה נפשית ותודעתית שבשיטה החדשה מדובר על תהליך הנמשך 24 שעות ביממה. עליו לבצע ניטור במשך כל היממה ללא הצורך להיות שם כל הזמן.

התקנת הרובוט – התקנת הרובוט במקום וחיבורו לכל המקורות הנדרשים תיעשה ע"י

הנאדיות. לכן זמן ההכנה בתחילת תחלובה צריך להיות כ-50 שניות, בסוף תחלובה ולאחר מרווח של 4 שעות לאחר חליבה אחרונה – 90 שניות.

הפגיעה במצב רקמת קצה הפטמה כפונקציה של תדירות חליבה נבחנה בעבר ע"י חוקרים הולנדיים (Ipema & Hogewerf) וגם על ידינו (ע. שושני וחוב' – כנס הבקר והחלב, 2000). לכן, אם ניתן יהיה לקצר את זמן החליבה ללא פגיעה בתנובת החלב, ייתכן שיפור במצב קצה הפטמה. אחת האפשרויות לכך היא העלאת קצב זרימת החלב לצורך הסרה. החוקרים ההולנדיים הני"ל בחנו את ההשפעה של סף זרימת חלב על תנובות החלב ומצאו שכאשר סף הזרימה הועלה מ-200 גר/דקה ל-600 גר/דקה ברמת העטין לא הובחנה כל השפעה על תנובת החלב אך זמן החליבה התקצר ב-47 שניות. ברמה של רבע העלאת סף הזרימה מ-150 גר/דקה ל-150 גר/דקה לא פגעה בתנובת החלב וקיצרה את זמן החליבה ב-47 שניות כאשר ההסרה היתה של כל הרבעים ביחד. יצוין שהסרה אינדיבידואלית תקטין עוד יותר את זמן חליבת היתר של אותם רבעים שסיימו ראשונים. לממצאים אלה יש השלכות כבדות משקל גם לגבי ספיקת הרובוט.

עבודה אחרת שבוצעה בקנדה לא מצאה כל הבדל במספר הפרות הנחלבות ע"י הרובוט, זמן הרביצה וזמן האכילה בין שתי הגישות לתנועת פרות: חופשית וכפויה. אולם תוצאה אחת היא מעניינת: פרות שנוטות להיחלב בתדירות גבוהה גם נוטות לבקר את הרובוט מספר רב של פעמים ללא צורך בחליבה. הורדת מספר הביקורים שלא לצורכי חליבה תעלה את יעילות הרובוט.

היפנים לא שוקטים ושוקדים אף הם על פיתוח רובוט משלהם אשר יתאים לצורת שיכון הפרות האופיינית ליפן: רפתות קשירה. הם הציגו פוסטר עם רובוט שפותח על ידיהם. עצמות האגן משמשות עוגן לרובוט וממנו נשלחת הזרוע אל מתחת לבטן הפרה (זאת כדי לבטל את השפעת תנועת הפרה תוך כדי חליבה על מיקום הפטמות ביחס לרובוט). לאף

אנשי המקצוע.

בדיקת המערכת ותחילת עבודה – יש לוודא שמערכות השטיפה עובדות, המפעמים, חיבורי הצנרת וברזים למיניהם.

הפעלת הרובוט – הימים הראשונים צפויים להיות קשים. לכן חשוב לארגן כוח עבודה שיכסה את כל היממה למשך תקופה זאת ויאפשר לרפתן להתפנות לשם אימון ולימוד. בדרך כלל, לאחר שני ביקורים הפרות יודעות ולומדות להגיע לבדן אל הרובוט. מבכירות מתאקלמות מהר יותר מפרות בוגרות. התאקלמות הפרות לרובוט הרבה יותר מהירה מזאת של הרפתן. אחת ההמלצות לרפתן היא לא לפחד לעשות טעויות ותיקונן. רק בדרך של ביצוע טעויות ותיקונן ילמד הרפתן כיצד לנצל נכון את המערכת.

יישום התהליך של 24 שעות – לאחר ההפעלה מספר רב של שינויים עומדים להתבצע במשך. עזרתם של אנשי מקצוע מטעם החברה היא חיונית בתקופה זאת. על הרפתן ללמוד כיצד לנהוג בדו"חות חריגים, איך להתמודד עם פרות שלא באות להיחלב מרצונן

וכו'.

נציג מחברת פולווד (John Baines) הציג עבודה דומה אך הוסיף עוד כמה עצות מועילות: במהלך תקופת קליטת הרובוט יש לחלק את היממה למספר תקופות שבהן יוחלף הצוות. התנהגות של אנשים עייפים תביא לתגובה נגדית אצל הפרות אשר עלולה לגרום לפגיעה באיכות החלב, בריאות העטין וירידה בספיקת הרובוט. יש להתנהג עם הפרות בשקט וברוגע בתקופה זאת. בחינת עטיני הפרות לפני העברתן לסככה הרובוטית מחויבת המציאות. אל לרפתן לעזור לרובוט להרכיב את המכונה מעבר לפעם הראשונה של הכרת העטין לרובוט.

הרצאתו של Jack Rodenburg זכתה לתשומת לב רבה. הוא הציג תחילה את ההבדלים בין קנדה לאירופה: בקנדה אין מרעה, עיקר ההזנה מתבססת על TMR, יש בקנדה בעיות של חשמל משוטט (Stray Voltage), מזג האוויר בחורף הוא קשה (מדובר על טמפרטורות של עד 30- מ"צ!) דבר שאולי גורם לאחוז גבוה של פרות לא לבוא מרצונן לרובוט (הוא טווה

טבלה 1. היענות וולונטרית של הפרות במקרה של משק בו מ"מ מכופתת באיכות נמוכה הוחלף עם מ"מ מכופתת באיכות גבוהה.

מ"מ מכופתת איכות גבוהה	מ"מ מכופתת איכות נמוכה	
4.04	3.4	ביקורים עצמאיים/פרה/יום
2.06	1.72	חליבות עצמאיות/פרה/יום
12.7	27.3	פרות "עצלניות" (%)
7.1	16	חליבות "עצלניות" (%)
26.3	25.8	חלב/פרה/יום (ליטר)

להן כינוי: פרות עצלניות).

הוא הציג נתונים אשר מראים שלאיכות המ"מ המוגש ברובוט יש חשיבות רבה בהתנהגות הפרות (טבלה 1).

מרצונן אל הרובוט. ההשפעה הבולטת היתה ירידה באחוז הפרות העצלניות (הוא עדיין גבוה גם במ"מ עם האיכות הגבוהה והסיבה אינה ברורה, אך כנראה יש קשר לנאמר לעיל; דיווחים ממדינות אחרות הצביעו על 1% - 2% וכך גם בעת ביקורינו באחד המשקים - 1-2 פרות ל-120 פרות). מספר הביקורים העצמאיים הולך ופוחת ככל שמספר הפרות לרובוט הולך וגדל (בפרט כאשר מספר הפרות/רובוט הוא מעל 65 פרות - ע.ש.). הוא גם מצא קשר ישיר בין תנובת החלב לרובוט לבין מדד זה (מעל

אחוז פרות עצלניות חושב לפי מספר הפרות שהובאו אל הרובוט ע"י הרפתן מחולק במספר הפרות שראויות לחליבה וולונטרית. אחוז חליבות "עצלניות" חושב לפי מספר החליבות של פרות שהובאו אל הרובוט ע"י הרפתן מחולק במספר החליבות של פרות שניגשו

ואשר זכתה להערכה רבה. חלב הוא מדיום עכור עם מקדם בליעה נמוך ומקדם פיזור גבוה. כאשר אור חודר דרך החלב הוא יתפזר לכל הכיוונים והאור המפוזר המוחזר יאובחן ע"י חיישן. החלב הוא בעל צבע צהבהב. עובדה זאת פירושה שצבע כחול ייבלע ע"י החלב כך שהאור המוחזר יהיה בעל עוצמת אור גבוהה יותר של צבעי אדום וירוק (כיוון שצבע זהוב הוא שילוב של צבעי אדום וירוק). חלב מרבעים גנועים או קולוסטרומים יהיה בעל גוון צהוב חזק יותר. במקרה זה, עוצמת צבעי האדום והירוק תהיה גבוהה יותר ושל הכחול נמוכה יותר. במקרה של חלב עם מופע דם הצבע הכולט שיוחזר לחיישן יהיה אדום. במקרה של פתיים בחלב יובחנו שינויים חזקים יותר בצבעים המוחזרים. בעבודה עצמה נבחנו עוצמות הצבע בכל מקטע של 100 סמ"ק שהופק מהעטין כך שניתן היה לקבל תמונה רציפה של שינויי הצבע במהלך החליבה. כיוון שמרווחי החליבה משתנים, גם תכולת החלב משתנה. לכן יהיה צורך לתקן את התוצאות בהתאם למרווח. אפשרות אחרת: בחינת ספקטרום הצבעים של רבע אחד מול שאר הרבעים. זאת מכיוון שהתמונה המתקבלת מכל הרבעים בתוך פרה היא זהה. לעתים ההבחנה/האבחנה יהיו קשים אם יחול שינוי בצבעי שאר הרבעים, כמו למשל במקרים של דלקת קלינית עם השפעות סיסטמיות. במאמר המפורט יש פירוט מקרים של קולוסטרומים ודלקות עטין. תחת תנאי מעבדה נמצא ששיטה זאת אמינה ביותר. עמיתים ממכון המחקר בהולנד עמם שוחחתי לגבי אמינות שיטה זאת מברכים את ההלל. זיהוי אמין של דלקות מחייב שימוש בתוכנות המשלבות מדדים שונים. אחת התוכנות קרויה Fuzzy logic – עד עתה שיטה זאת אינה מוכרת בתחום החלב. היא מבוססת על בחינת קורלציות בין משתנים שונים ושקלול כל הקורלציות הללו לתוצאה אחת: חריג או לא חריג. במסגרת הכנס הוצגה עבודה פרלימינארית שמראה שיש בסיס להמשך בחינת השיטה הלאה (כבדרך אגב, שיטה זאת נבחנה בעבר ע"י חוקר הולנדי כחלק מעבודת

1520 ליטר/רובוט). לא הובחנה השפעה של משך הזמן מתחילת השימוש על אחוז הפרות העצלניות. למספר ההזנות ביממה יש השפעה מתונה בלבד על אחוז הפרות העצלניות. ככל שאחוז החלבון במ"מ הלך ועלה כך גדל שיעור הפרות העצלניות (עד 18% חלבון שיעור הפרות העצלניות היה 3%, לאחר מכן עליה בצורה מתונה עד 22% חלבון ובהמשך – עליה תלולה). כאשר אחוז החלבון בכלל החומר היבש של המנה ירד מתחת ל-16.8% אחוז, הפרות העצלניות הלך וירד. כמות מ"מ של 1-2 ק"ג נמצאה מספיק אטרקטיבית לפרות; העלאת הכמות גרמה לעליה באחוז הפרות העצלניות. לדעתו גם ריכוזיות האנרגיה משפיעה על שיעור הפרות העצלניות. בניגוד לאירופה מערכת החשמל בקנדה (וכנראה גם בארה"ב) גורמת לחשמל משוטט בהרבה מערכות בעוד שבאירופה כמעט והתופעה אינה מוכרת. יתכן שהתופעה הנ"ל יכולה להסביר את אי רצונן של הרבה פרות להגיע אל הרובוט. דיווח יפני מראה שתדירות חליבה קשורה לעליה בתנובת חלב, לירידה בתכולת השומן אך לא בחלבון (כדוגמת הממצאים שלנו בארץ – ע.ש.).

בריאות ודלקות עטין

חליבה רובוטית פירושה חליבה ללא אפשרות להבחין ויזואלית בסימנים קליניים בעטין. גם הצורך באבחון דלקות תת-קליניות, וכן גם בחלב מחייב פיתוח מדדים שונים הניתנים למדידה ע"י חיישנים. מספר עבודות שהוצגו בכנס הצביעו על הקושי באיתור דלקות עטין באמצעות החיישנים הקיימים. למשל: מוליכות חשמלית של חלב, גם ברמה של רבע בודד, לא תאתר את כל דלקות העטין. שילוב עם מדדים אחרים כמו למשל: קצב זרימת חלב, תנובת חלב, טמפרטורת חלב יכול להגביר את רגישות המערכת בזיהוי דלקות אך הוא מצריך שימוש בתוכנות מיוחדות. שתי עבודות הציגו אפשרות לבחינת צבע החלב, האחת בקווים כלליים (Rasmussen מדנמרק) והשנייה מפורטת יותר (H. Espada מהולנד),

לשינויים ברמת הסת"ס, ה-NAGase, והמוליכות החשמלית.

באיטליה נבחנה ההשפעה של חליבה רובוטית (רובוט חליבה של De-Laval) על מצב רקמת קצה הפטמה, דלקות עטין, סת"ס ואנוימים שיש בהם להעיד על פגיעה מיכנית בעטין. ממצאי עבודה זאת מראים שלא חל שינוי לרעה בבריאות העטינים וכך גם בסת"ס וגם במצב קצה הפטמה לאחר המעבר לחליבה הרובוטית. גם בריכוזי האנוימים NAGase ו-lysozyme לא חל שינוי שיעיד על גירוי מיכני של העטין.

בעבודה נוספת, שהוצגה כפוסטר, נבחנו שיטות שונות לניקוי עטין לירידה במספר הנבגים של חידק שאולח מלאכותית כ-20 דקות לפני הבדיקה. הממצאים מראים ששימוש במטליות נייר בלבד (למשך 10 שניות) הורידו 50% מנבגי החידק, מטליות לחות במשך 10 שניות (עם חומרי חיטוי ובלעדיהם) – 74% ובמשך 20 שניות – 86%, מטליות לחות ולאחר מכן מטליות נייר במשך 20 שניות – 96%. גם שימוש בשתי מטליות לחות במשך 20 שניות הביאה להפחתה של 91% מהנבגים. בפוסטר אחר הוצגו נתונים שמראים על עליה בסת"ס ככל שהמרווח בין חליבות גדל בפרות אשר תנובת החלב היומית שלהן נמוכה מ-20 ק"ג אך דוקא קטן בקבוצת הפרות שתנובת החלב היומית שלהן היא 40 ק"ג.

איכות חלב

בהרצאה פותחת למושב זה הוצג ניתוח נתונים שנאסף מ-99 משקים בדנמרק, 33 מגרמניה ו-262 משקים מהולד במשך 3 שנים (1999-2000). כמשקי שתי קבוצות ביקורת שימשו משקים שחלבו פעמיים או שלוש במכון קונבנציונלי. ירידה קלה באיכות החלב הובחנה בשלוש הארצות בתקופה שלאחר המעבר לחליבה הרובוטית בהשוואה לתקופה שלפני המעבר ובהשוואה למשקי הביקורת. על אף זאת, איכות החלב ממערכות חליבה אוטומטיות היא טובה והרמות הן עדיין נמוכות בהרבה ממגבלות הסף האירופאיות (אני שוב

הדוקטורט שלו והיא הוצגה לראשונה בכנס הקודם בהולנד).

חוקר גרמני ידוע לאלה מאיתנו הקרובים למחקרים בתחום דלקות העטין (Jorn Hamman) הציג עבודה רחבה, אך גם מעמיקה בהשפעת מכונת החליבה על בריאות העטין – השוואה בין חליבה רובוטית לחליבה קונבנציונלית. הרובוט שנבחן הוא מתוצרת De-Laval ומכון החליבה הקונבנציונלי היה טנדס עם ציוד לחליבה לקו של אותה חברה. מצב בריאות העטין נבחן בכמה אופנים: בחינת מוליכות חשמלית שבוצעה ידנית על דגימות חלב ראשוניות, בחינת סת"ס בדגימות אלה, ואבחון בקטריוולוגי. לא הובחנה פגיעה בבריאות העטינים של הפרות שנחלבו ע"י הרובוט, למעשה אף חל שינוי לטובה. בתנובת החלב לא הובחנה מגמה ברורה בתקופות שונות (כל תקופה נמשכה 20 ימים, ומס' התקופות לפני הניסוי היה 6 ולאחר תחילת הניסוי 7) אך נתון זה צריך להילקח בזהירות בשל מספר תצפיות קטן (5 פרות מתוך 40 בכל קבוצה). באותו ניסוי גם נבחנה השפעת המרווחים השונים על סת"ס, NAGase, ומוליכות חשמלית של חלב המוגדר כנורמלי. הממצאים מלמדים שכאשר מרווח החליבה קטן מ-6 שעות, יש עליה חדה ומובהקת בסת"ס, ב-NAGase ובמוליכות החשמלית לעומת מרווחים גדולים יותר. אשר לסוגי החידקים: הובחנה ירידה במספר המקרים של מיקרוקוקים בשתי הקבוצות אך היא היתה חזקה יותר בקבוצת הפרות שנחלבו ברובוט. הנגיעות ב-Staph. aureus עלתה אמנם בשתי הקבוצות אך בעוצמה חזקה יותר בקבוצת הביקורת. העליה במספר הדלקות מסטףפים אחרים שאינם אגלקטיא היתה דומה בשתי הקבוצות אך במקרי דלקות העטין מחידקים אחרים – חלה עליה גדולה יותר בקרב הפרות שנחלבו ע"י הרובוט.

המסקנות מעבודה זאת מראים שהנגיעות בדלקות עטין, בקבוצת הפרות שנחלבו ע"י הרובוט, השתפרה והיא גם לוותה בירידה בסת"ס, הן ברמת הפרה והן ברמת הרבע. כמו כן, מרווחי חליבה הקטנים מ-6 שעות גורמים

קיים מידע מועט לגבי השפעת שיטות ניקוי הפטמות ע"י הרובוטים על איכות החלב הבקטריאלית. שתי שיטות אומנם נבחנו (מברשות ובתוך גביעי החליבה) והן נמצאו כיעילות מול מצב של אי-ניקוי אך הן לא הושוּו לניקוי ידני (עבודה פרלימטרית שפורסמה בכנס הנוכחי על בסיס תצפית במשק אחד בקנדה הראתה שאין הבדל בין ניקוי במברשת לבין ניקוי ידני – ע.ש.). בבחינת משק מסוים במשך שבועיים נמצאה עליה בחיידקי קולי בחלב, דבר שמעיד על הרכבת גביעים על פטמות מלוכלכות, הרכבה על פטמות שלא יובשו כראוי וגורמים נוספים. חלק מיצרני הרובוטים אינו מאפשר ייבוש הפטמות ויש בכך כדי להגביר את הסיכון לדלקות עטין ופגיעה באיכות החלב כנ"ל. קיים גם סיכון של זיהום מחדש של הפטמות בגלל ציוד חליבה מלוכלך. מכל האמור לעיל, יש חשיבות להדגיש שגורמי ממשק המשפיעים על נקיון העטין והפטמות הם הרבה יותר חשובים במערכות חליבה אוטומטיות מאשר במערכות קונבנציונליות.

ציוד חליבה – בחינת קבוצות של חידקים שונים במכל החלב תוכל להצביע על כשלון בניקוי המערכות כמו גם שימוש בשיטת ATP-bioluminescence. עד עתה בוצעו עבודות מעטות בכדי לבחון את הקשר בין תדירות השטיפה לבין ספירת חידקים. ברור ששטיפה מספר רב של פעמים יש בה חסרון מבחינת ניצול הרובוט. לכן, אין לדעתה לרדת משתי שטיפות יעילות (בדרך כלל מדובר על שלוש). כמו כן, שטיפות קצרות של יחידות החליבה אחרי מספר פרות חיוני ביותר (גם כאן אני ממליץ לאחר כל פרה). ביצוע שטיפות כשהמסנן אינו מוצא עלול לגרום להתרבות חידקים במערכת. לכן, התקנת מסנן צריכה להישקל היטב.

שיטות לקירור יעיל של חלב שהוצגו בכנס בהולנד פורטו בסקירה שלי שפורסמה במשק הבקר והחלב לאחר הכנס בהולנד ולכן לא אחזור על כך. אציין רק מספר נקודות שיש לקחתן בחשבון:

● קצב זרימת החלב הוא איטי וקיים סיכון

מפנה לסקירה שפורסמה במשק הבקר והחלב בעקבות הכנס הקודם בהולנד).

עבודה מעניינת הוצגה ע"י חוקרת מגרמניה אשר כותרתה היתה: השפעות על איכות חלב בקטריוולוגית בעדרים המשתמשים ברובוט חליבה ותצפיות מרפתות גרמניות נבחרות (כותרת מפוצצת אך כך נוהגים הגרמנים וגם עמיתיהם ההולנדים). מקורות החידקים מהחלב הם:

חידקים פתוגנים מתוך העטין – בעדרים שבהם יש ממשק היגיני גבוה לחידקים הפתוגנים יכולת התרבות גבוהה בגלל היעדר תחרות. ספירת חידקים הגבוהה מ-10,000 מושבות/מל' בחלב המכל יכולה להיות מיוחסת לנוכחות של חידקים פתוגנים. השיטה היעילה ביותר למניעת הדבקת החלב הכללי בחידקים פתוגנים היא אבחון הפרות הנגועות והרחקת החלב של פרות אלה מהחלב הכללי. מספר שיטות לזיהוי דלקות זמינות בעת הזאת (הן הוזכרו לעיל ולכן לא אפרטם שוב). גם חוקרת זאת ועמיתה בחנו את יעילות מדידת המוליכות החשמלית של החלב לאבחון דלקות קליניות ברמת רבע בשני משקים (לא הוזכר שם היצרן). קרוב ל-50% מהרבעים זוהו מאוחר מדי (לאחר שהופיעו כבר הסימנים הקליניים) או לא זוהו כלל. נוסף לכך בשני המשקים היו אתראות שוא רבות מידי יום לדלקות תת-קליניות.

פני שטח העטין והפטמות – ברוב המערכות רק פני שטח הפטמות מנוקה אך לא העטין וחלקי הגוף הצמודים לו. בדרך כלל אין השפעה על ההדבקה הבקטריאלית של החלב אם אזורים אלה אינם מתנקים אך ציבור הצרכנים, שעמדותיו הולכות ומתחזקות, ידרוש עטין נקי לפני החליבה. עד עתה אין שום יצרן רובוטים אשר מאפשר זיהוי זיהום מסיבי של זבל על העטין והפטמות לשם הגברת עוצמת ומשך הניקוי. זיהום של פטמות נובע בעיקרו מחומרי רפד וזבל. ספירת חידקים במצע משומש יכולה להגיע ל- 10^7 – 10^8 מושבות/גרם. לעתים פרות בודדות עם זיהום מסיבי של פטמות יכולות לגרום לספירות חידקים של 10^4 מושבות ויותר.

לקפיאת חלב;

- זמני שטיפת המכל הם קריטיים. לכן התקנת מכל ביניים (בנפח של 10% מהמכל הכללי ולא יותר) היא חיונית לשם המשך ביצוע החליבה גם בעת שטיפת מכל החלב.
- חסכון באנרגיה – על המדף קיימות מספר שיטות קירור. יש לבחון את עלויות האנרגיה בגין הפעלתם.

כוח אדם, כלכלה ורווחת הפרות

ניתוח כלכלי מפורט הוצג ע"י כלכלן מאוניברסיטת פנסילבניה וממצאיו מראים שיש תמריץ גבוה יותר למשקים משפחתיים לעבור לחליבה ברובוט מאשר לעדרים גדולים. כל המעוניין לבחון מודל זה יוכל למצוא אותו באתר הבא: <http://farmmanagement.aers.psu.edu> (תחת הקישור "Decision Tools").
בהקשר של רווחת בע"ח נבחנה ההשפעה של ההמתנה לחליבה על מבכירות. לצורך כך

נלקחו דגימות דם מהמבכירות לשם קביעת ריכוזי האדרנלין והקורטיזול. לא הובחן כל קשר בין זמן ההמתנה (המעיד על תחרות בין הפרות) לבין ריכוזי הורמונים אלה. לתוצאות אלה מצטרפות תוצאות של אחרים אשר בנוסף להורמונים אלה גם לא מצאו כל השפעה על הורדת החלב, וקצב פעימות הלב.

כיצד בוחנים רווחת הפרות? הדרך הפשוטה כביכול היא באמצעות בחינת התנהגות הפרות. אך איך מתרגמים את התנהגות הפרות לשפת דו"ח יבש? כיצד רואה ציבור הצרכנים את רווחת הפרה ואיך אלה יצטלבו עם ראיית רווחת הפרה ע"י הרפתנים? על אספקטים אלה ואחרים עובד צוות דני.

כמה זמן יש להקדיש לפרה בחליבה רובוטית מול חליבה קונבנציונלית? תצפית כזאת בוצעה ע"י צוות גרמני אשר במדידות זמנים מצא את הפרטים הבאים:

סיכום

מכון חליבה x2 (Lely)	מכון חליבה x2	מכון חליבה x3	זמן מוקדש לפרה (שעה/פרה/שנה)
8.2	12.6	18.9	

מהעדויות החדשות יש לצפות לשיפור מה בבריאות העטין ולא להחמרה כפי שדווח בעבר. אין מסקנה חד-משמעית לגבי צורת תנועה אופטימלית של פרות. יש אולי הסכמה ששילוב בין גישה חופשית לגישה כפויה יתן מענה ראוי הן לאלה הדורשים את רווחת הפרה והן לאלה הדורשים יעילות רובוט גבוהה. ומסקנת המסקנות, שעברה כחוט השני בכל העבודות, היא: ממשק טוב יכריע לשבט או חסד את ההצלחה באימוץ הטכנולוגיה החדשה.



ההתעניינות ברובוט פלשה גם ליבשת אמריקה. התמריץ הוא בעיקר לרפתות המשפחתיות עד 240 פרות (ראה מאמר של Jack Rodenburg ב-Hoard's Dairyman מרץ, 2002). מחיר הרובוט ביבשת זאת הוא יחסית גבוה ועל אף זאת הוא אינו מרתיע רפתנים, בפרט בקנדה, לרוכשו. המצב בארה"ב הוא בעייתי לאור ניוד מחיר החלב במהלך השנה אך סנוניות ראשוניות קיימות כבר גם שם. עדיין לא נמצא שביל הזהב לשינוי התקנות במדינות השונות. קבוצת דיון שקדמה לכנס עצמו עסקה בכך יום שלם.

עדויות העבר לגבי פגיעה באיכות החלב לא מצאו את ביטויין בכנס זה. הממצאים לגבי חומצות שומן חופשיות מטרידים את ההולנדים אך לא את שאר המדינות (כיוון שלא בודקים בהן) אולם גורמי הסיכון חייבים להיבחן הלאה (חדירת כמויות אוויר גבוהות, אורך צנרת הובלת החלב, תדירות חליבה).