



אפרים מלך - המכון להנדסה חקלאית
www.wwwee.www



מחקר וטכנולוגיה ברפת החלב על עבודת המכון להנדסה חקלאית

בצדו המערבי של הכביש לקריה החקלאית, כנחבא מעין רואה, נמצא המכון להנדסה חקלאית, שעוסק במחקר, בפיתוח ובקידום נושאים טכנולוגיים בחקלאות. המכון שותף לפיתוח נושאים מעניינים שהם כבר שגרה בעבודת הרפת ואת מה שקורה שם מתאר ד"ר אפרים מלך שמשמש כמנהל המחלקה להנדסת מערכות גידול, ייצור וסביבה במכון

ראשית דבר

בשלהי שנת 83 של המאה הקודמת, התקבלה החלטה במנהל המחקר החקלאי (בתמיכתם הנמרצת של פרופ' גד לוונשטיין ראש מנהל המחקר דאז וד"ר קותי אלפר מנהל המכון להנדסה חקלאית) להקים יחידה לזואו-טכנולוגיה במכון להנדסה חקלאית, כדי להגדיל את מעורבות המכון להנדסה חקלאית בנושאים טכנולוגיים בתחום חיות המשק.

המורפולוגיה של פטמת העטין".

שני פרויקטים אלה היו פרי יוזמתו של פרופ' רם שגיא ז"ל שלא זכה לסיימם. הפרויקט הראשון התבצע בקיבוץ עלומים בדרום וכלל את כל החולבות בעדר. החוקר התזונאי בפרויקט זה היה ד"ר עופר קרול שעבד אז בשה"מ, ושנינו השלמנו את העבודה לאחר פטירתו בטרם עת (בגיל 53) של פרופ' רם שגיא. למסקנות הממשקיות של מחקר זה אחזור בהמשך, בשלב זה, ברצוני להתעכב על "תוצר לוואי" שפותח תוך כדי

המערכת הראשונה לשקילה יומית ואוטומטית של פרות בתנועה, ללא עצירה ביציאה ממכון החליבה פותחה ע"י חוקרי, מהנדסי וטכנאי המכון להנדסה חקלאית, בניצוחו של אורי פיפר שהיה אז מנהל המחלקה לבדיקות ולמכשור

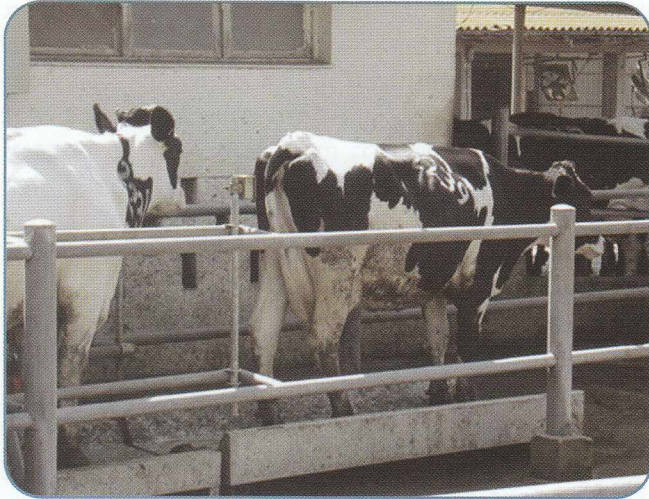


אפרים מלך במכון להנדסה חקלאית שבבית דגן

היחידה כללה אז את פרופ' רם שגיא ז"ל מהטכניון ואותי ועיקר המאמץ הושקע ברפת החלב. מאז, ועל זאת גאוותי, התנסו כמעט כל החוקרים במכון להנדסה חקלאית ב-"ריח הזבל וניחוח החציר" שמתלווה לכל מחקר ברפת, שכל חוקר לוקח עמו הביתה בתום יום העבודה. הצוות כלל לאורך השנים, גם את מוטי ברק, שרון דביר, אילן הלחמי, ניקולאי ליבשין, סטודנטים ומשתלמים מחו"ל וכמובן אהרון אנטלר.

שקילה בתנועה של פרת החלב

הפרויקטים "הטכנולוגיים" הראשונים שבהם השתתפתי, היו "הקצאת מזון מרוכז (מ"מ) לפרות חלב על פי תנובת חלב באמצעות מאביסים אינדיבידואלים מבוקרי מחשב" ו"השפעת רוחב בטנת החליבה על



פרות נשקלות על מערכת שקילה מסחרית ברפת וולקני



פרות נשקלות בתנועה ביציאה ממכון החליבה הישן ברפת וולקני

עבודה זאת המערכת לשקילה בתנועה של פרת החלב.

אם מקצים מ"מ לפי תנובת חלב ברמה האינדיבידואלית, הרי שעל פי ההיגיון הפיזיולוגי, יש לבחון את השפעת ההקצאות גם על משקל הגוף כהשלמה להשפעה על תנובת החלב.

איך שוקלים את כל הפרות בעדר מסחרי לקבלת משקל, שאפשר להתייחס אליו ברמה פיזיולוגית? לא צריך להיות רפתן כדי להבין שהדבר איננו מעשי. ואז נכנס לתמונה המכון להנדסה חקלאית.

● משקל הגוף של הפרה הוא תנודתי ומשתנה לאורך היממה בגלל אכילה, שתייה וייצור חלב? נשקול את הפרות באותה שעה של היממה.

● משקל הפרה משתנה לאורך התחלובה? נשקול את הפרה בתדירות גבוהה.

● הפרות אינן נכנסות מרצונן החופשי למערכת שקילה? נציב את המאזניים במקום שהפרות חייבות לעבור בו ומרצונן החופשי.

שביל היציאה ממכון החליבה נראה כמקום האידיאלי הממלא אחר כל התנאים הנ"ל. אולם אליה וקוץ בה. כדי להישקל חייבת הפרה לעמוד ויש לעצור אותה. אמנם יש לכך פתרונות טכנולוגיים, אולם דבר זה אפשרי רק כשהמרחק בין המאזניים לבין מכון החליבה גדול מספיק, כדי לאפשר "זרימה חופשית" של הפרות ממכון החליבה, למרות עצירת הפרות לזמן הדרוש לשקילתן. מכאן שיש לשקול את הפרות בתנועה, וזה בדיוק מה שקרה. המערכת הראשונה לשקילה יומית ואוטומטית של פרות בתנועה, ללא עצירה ביציאה ממכון החליבה פותחה ע"י חוקרי, מהנדסי וטכנאי המכון להנדסה חקלאית, בניצוחו של אורי פיפר שהיה אז מנהל המחלקה לבדיקות ולמכשור.

עלה בדעתי מתוך סקרנות, לבחון את השתנות התנהגות הפרות בימים האחרונים קודם להמלטה. קשה לומר שהופתעתי, אך התוצאות עלו על המצופה ונראה שחיישן זה יכול באמינות גבוהה להתריע גס על המלטה קרבה

אחד מאבות הטיפוס הוצב ביציאה ממכון החליבה הישן ברפת של מכון וולקני ושימש את חוקרי המנהל והפקולטה לחקלאות (תמונה 2). בזמנו, זאת הייתה המערכת הראשונה בעולם שאפשרה לשקול את כל הפרות בעדר, בתדירות יומית, כמספר החליבות ביום, ובזמנים שאפשרו חישוב משקל שניתן להתייחס אליו ברמה הפיזיולוגית, למרות התנודתיות של נתון זה. **שרון דביר** השתמש במערכת שהייתה מוצבת ברפת עלומים, לעבודת המסטר שלו. לאחר שסיים ב-1995 את הדוקטורט בהולנד בנושא "ממשק ברפת החלב הרבובטית", מונה למדען חברת צח"מ אפיקים, ובשיתוף עם המכון להנדסה חקלאית היציב מערכת כזאת להשוואה עם המערכת שיוצרה ע"י החברה ושקלה את הפרות, בעמידה תוך עצירתן. תוצאות השוואה זאת שכנעו את צח"מ לאמץ את השקילה בתנועה שאינה מפריעה את זרימת הפרות. החברה פיתחה מערכת כזאת כמוצר מדף ומערכות שקילה כאלה מוצבות בכל אחת משתי היציאות ממכון החליבה החדש ברפת וולקני, וברפתות רבות בארץ ובעולם (תמונה 3).

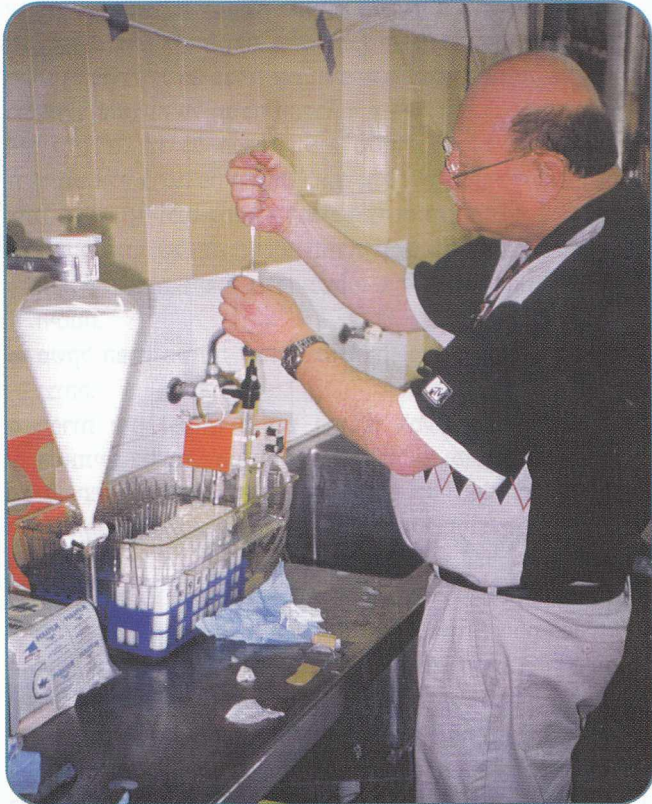
יישומים לניצול מערכת השקילה שיצאו מהמכון להנדסה חקלאית בשיתוף עם חוקרים נוספים בוולקני:

- הערכת צריכת המזון היומית של כל פרה בעדר, על פי מודל שבו משקל הגוף מהווה פרמטר נחוץ והכרחי לחישוב צריכת ח"י.
- ירידה בצריכת מזון כתוצאה ממחלה או ייחום.

- סיכויי התעברות על פי מגמת השינוי של משקל הגוף.
- בימים אלה נעשה ניסוי בהיקף ממשקי ברפת גל-ים שבו נבחנת ההנחה שניתן להקדים התעברות, אם משתמשים גם בשינויי משקל הגוף בעת ההזרעה הראשונה, כאינדיקציה ליציאה ממאזן אנרגיה שלילי.

מד הרכב חלב מקוון

"אתה לא רוצה לדעת מה יש בחלב שלך?" שאל אותי **זאב שמילוביץ (שמילו)** תוך שהוא מפעיל ספקטרומטר NIR בזמן שחלקנו טוח מעבדה שבה בדקתי ריכוזי אלקטרוליטים בחלב טרי. "ודאי שאני רוצה" עניתי "לשם כך אני שולח דגימות חלב למעבדה המרכזית, אתה חושב שאתה יכול למדוד הרכב חלב בעזרת המכשיר הזה?" "בוא נראה" אמר, "תביא שתי דגימות חלב שונות בהרכבן ונבדוק את הספקטרום. יש לי קיווטות קוורץ מיוחדות לבדיקת ספקטרום של נוזלים במכשיר זה". יצקתי חצי ליטר חלב טרי מהרפת לתוך משפך מפרד, בזמן ששמילו הלך להביא קיווטה. "עכשיו מה?" שאל שמילו. "עכשיו מחכים להפרדה הדרגתית של השומן" הסברתי למהנדס. עברה כחצי שעה לקחתי דגימות מהפרקציה התחתונה (דלת שומן) ומהמבחנה מהעליונה (עתירת שומן). החלב ניצוק, לאחר כבוד, לקיווטה שמרוב התרגשות נשמטה והתנפצה לרסיסים על הרצפה. אני תוהה מה היה קורה אלמלא הייתה לשמילו



שמילו מכין דגימות במכון החליבה ברפת אפיקים למדידה ספקטרלית, להערכת הרכב שומן באב טיפוס



מכשיר אפילאב תוצאת צח"מ ברפת וולקני. המכשיר מודד הרכב חלב מקוון כל חליבה לכל פרה

אחרי ההשתנות לאורך התחלובה בתדירות שבועית או אפילו חודשית, יש למדוד ולחזור ולמדוד את עובי השומן התת-עורי, תמיד באותו מקום וההשקעה הנדרשת גבוהה מדי למימוש המדידה כמכשיר מעשי. ייתכן שבעמדת חליבה רובוטית ניתן יהיה לממש את השיטה, שכן בתנאים אלה יספיק מכשיר אחד לכל הפרות הנחלבות באותו רובוט ותנוחתן בעת החליבה מקילה על איתור אתר המדידה על גופן. גישה הנראית מבטיחה היא ניתוח תמונה של פרה המצלמת מאותו מרחק ומאותה זווית. לגישה זאת נראה שיש עתיד לא רק בעמדת חליבה רובוטית, תודות לעלות הנמוכה של מצלמות דיגיטליות וזמינות תכנות מקוונות לניתוח תמונה (תמונה 6).

קיווטה חילופית. העניין היה נדחה (קיווטה מיוחדת שצריך להזמין מחו"ל) ויכול להיות שלעולם לא היינו מגיעים למדידה. איך שלא יהיה, שמילו הביא את הקיווטה החלופית והפעם נזהרנו כראוי והספקטרום נבדק בשתי דגימות החלב, חלב "רזה" וחלב "שמן" וכל אחת נתנה ספקטרום כה ייחודי, שלשנינו היה ברור, שנושא בדיקת הרכב חלב בעזרת NIR עומד לתפוס חלק משמעותי מזמננו.

למרות המניעים השונים לקידום הנושא - אני הפיזיולוג לצורך התייחסות ממשקית לפרה האינדיבידואלית ושמילו המהנדס לשימוש ב-NIR לצרכי הערכת הרכב נוזלים חקלאיים - קודם הנושא בעיקר בעזרת משאבים עצמיים של המכון להנדסה חקלאית, לרמה של מכשיר פשוט וזול שניתן היה לבצע בו בדיקות היתכנות.

כאן אני רוצה לקחת צעד אחד אחורה.

אילן הלחמי תכנן ובנה בסככה חדשה ברפת בית דגן, בעזרת חוקרים מהמכון להנדסה חקלאית והמכון לחקר בע"ח, את המערכת להאבסה פרטנית של בליל לפרות המוחזקות בקבוצה, כחלק מעבודת המסטר שלו, בנושא מודל להערכת צריכת מזון אינדיבידואלית של פרות המוחזקות בקבוצה (ראה לעיל). בסיימו את העבודה נסע להולנד לעשות דוקטורט בנושא "תכנון רפת רובוטית". עם שובו מעוטרת בתואר ד"ר, נקלט לעבודה בחברת צח"מ כמנהל בפועל של אגף הפיתוח. מטבע הדברים ידע על מאמציו לקדם את נושא הבדיקה המקוונת של הרכב החלב שלפחות לגבי חליבה רובוטית נראתה מאד אטרקטיבית, עקב קשיי דיגום חלב ברפת כזאת. אילן הזמין את שמילו (אני הייתי אז בשבתון) לבצע בדיקת היתכנות בעזרת המכשיר שפותח במכון. שמילו נסע לאפיקים ובעזרת דוגם ומשפך מפריד (תמונה 4) קיבל דגימות חלב בהרכב שהיה צפוי להיות בטווח גדול של אחוז שומן.

הדגימות הטרויות נמדדו מיד לאחר חליבת הפרה במכשיר ונשלחו למעבדה המרכזית לביקורת חלב בשגרה המקובלת.

התוצאות שכנעו את מקבלי ההחלטות בחברה לאמץ את כוון המחקר שהוצע על ידינו לפיתוח משותף של מד הרכב חלב מקוון, שימדוד את הרכב החלב של כל פרה בכל חליבה. את התוצאה הסופית של מחקר זה אפשר לראות היום ברפת בית דגן (תמונה 5) ובמספר הולך וגדל של רפתות בארץ ובעולם. מכשיר שמועד הרכב חלב מקוון של כל פרה בעדר, כל חליבה, וניתן לנצל לצרכים דיאגנוסטיים, כגון אצידוזיס כמו גם, לצרכים ממשקיים, כגון האבסת מ"מ על פי ביצועים כולל הרכב חלב.

זה לא היה כוון המחקר היחיד בנושא מדידה מקוונת של הרכב חלב. בשיתוף פעולה עם פרופ' יהודית רישפון מאוניברסיטת ת"א חקרנו, בועז ציון ואני, את האפשרות למדוד הרכב חלב של כל פרה באמצעות חיישנים ביולוגיים. פותחה מערכת הדוגמת כמויות מדודות ומדיקות של חלב ומעבירה אותן אל מערכת החישה שבה מתבצעת האנליזה. עיקרון המדידה של הביו-סנסורים התבססו על ראקציות אימונולוגיות, אנזימטיות ואלקטרוכימיות המייצרות אותות חשמליים על פי ריכוז לקטוז או חלבון. התוצאות היו מבטיחות לרישום פטנט, אך בינתיים לא יושמו.

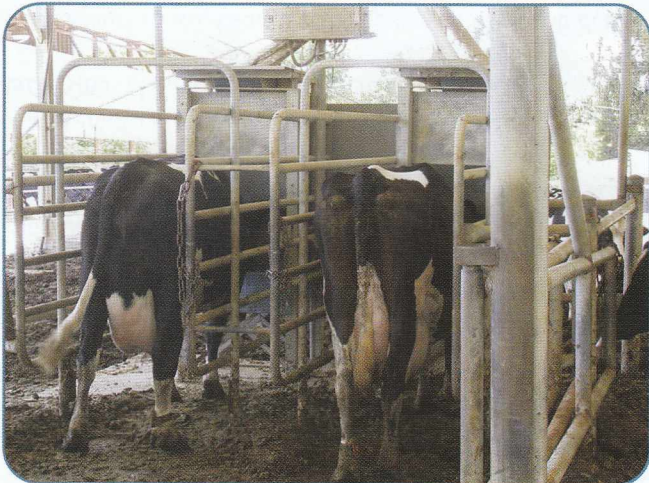
מדידת מצב גופני של פרה

מדידת המצב הגופני של פרת החלב הווה ועדיין מהווה אתגר לחוקרי המכון להנדסה חקלאית.

עמוס מזרח, חוקר מוביל בתחום שימוש באולטרה-סאונד להערכת איכות של פירות וירקות, הציע להשתמש באולטרה-סאונד כדי למדוד את עובי השומן התת-עורי של פרת החלב. המחקר הניב תוצאות שהצביעו על היתכנות הגישה, מחד ומגבלותיה מאידך. אמנם ניתן למדוד את עובי השומן התת-עורי באמצעות אולטרה-סאונד, אך כדי לעקוב



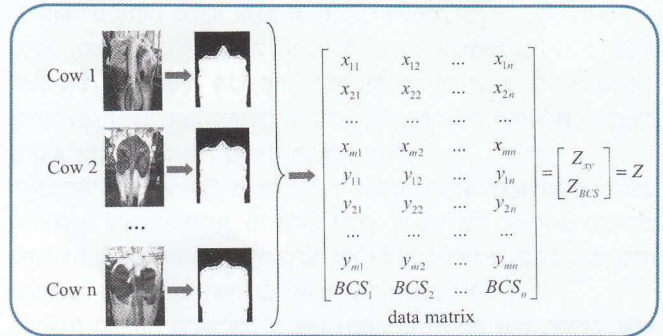
"מד רביצה" שנבנה במכון להנדסה חקלאית ארוז בקופסאות תגי הזיהוי של צח"מ אפיקים



פרות צורכת מזון מרכז ממאביסיס פרטניים מבוקרי מחשב באחת הסככות ברפת וולקני



מערכת צינון באחת הסככות ברפת בית זרע. מערכת זאת כוללת מערכת ערפול וסחרור אוויר



תאור ניתוח תמונת פרה מאחור לחישוב השתנות המצב הגופני. התמונות נלקחות כל שבוע מאותו מרחק ובאותו ציוד צילום

ניתן להציב את המצלמה מעל לשביל היציאה ממכון החליבה ובשילוב עם מערכת זיהוי אלקטרונית, ניתן לקבל מערכת שעשויה לשמש כלי ממשקי לקביעת מצב גופני בעלות סבירה.

ניסיונות למדוד מצב גופני בצורה אוטומטית ובתדירות גבוהה בגישות דומות ואחרות, מתבצעים בארץ ובעולם, אך עד עתה לא הניבו כלי ממשקי שניתן להשתמש בו. יכול להיות שהפתרון, בסופו של דבר, יהיה מודל שלוקח בחשבון השתנות לאורך התחלובה (שבועית) של תנובת חלב והרכבו, משקל גוף, והיחסים ההדדיים כדי לבנות הערכה לגבי מצב הרזרות הגופניות. אנו מנסים לבנות מודל כזה בהנחה שההתייחסות לפרמטרים השונים צריכה להיות מושפעת מהשלב בתחלובה והמצב הפיסיולוגי בו נמצאת הפרה בזמן בו הם נמדדים.

חקלאות מדייקת ברפת החלב אינו גחמה או משאת נפש רחוקה, אלא צורך שיותר ויותר רפתנים בארץ ובעולם רואים בו צורך, שייעל את הענף וישפר את הרווחיות בו, מחד בלי לפגוע ברווחת הפרה, מאידך. הטכנולוגיה שועטת קדימה ושומה עלינו לרתמה לתועלת הענף

מד התנהגות כמצביע על רווחת הפרה וכחיישן דיאגנוסטי

"אפרים", פנה אליי יום אחד מהנדס המחקר ניקולאי ליבשין, שהצטרף לצוות שלנו ב-1992, "אני חושב שניתן למדוד את זמן הרביצה של פרה באמצעים אלקטרוניים זמינים ויוסף (יוסף גרינשפון מהנדס האלקטרוניקה במכון להנדסה חקלאית) יכול לבנות לנו מכשיר כזה". במוחי חלפו מחשבות בעניין הקשר בין רביצה והעלאת גרה, ושיחה עם עופר קרול שכנעה אותי שכדאי להשקיע מאמץ בנידון. בתחילת דרכו מדד, חיישן זה, רק זמן רביצה. קיבלנו מצח"מ "קופסאות" פלסטיק ריקות שברגיל מכילות את המערכת לזיהוי פרה ולזיהוי ייחומים, ולתוכן זיורד אהרון אנטלר, טכנאי המחקר של הצוות, את החיישן שלנו. קופסה אחת כללה את הרכיבים האלקטרוניים וקופסה שנייה את מקור הכוח. כדי להוריד נתונים ניגשנו לפרה, הצמדנו אנטנה לחיישן וקראנו את המונים. דבר זה היה כרוך בהתייבבות בכל חליבה במכון החליבה ולהמתין לפרות המצוידות בחיישן, כדי "להוריד" ממנו נתונים. באותה עת, לא חשבתי עדיין שחיישן כזה עשוי לשמש להערכת תנאי הרווחה של הפרה, אולם לניקולאי היו מחשבות אחרות. באותה תקופה שהה במכון משתלם ממקדוניה בשם גורן סטוינובסקי.

"שתלנו" אותו ברפת יהודה בקיבוץ צרעה ולרגלי כמה פרות ברפת הקיבוץ הרכבנו את החיישן (מד-רביצה קראנו לו אז) (תמונה 7) על חלק מהפרות בסככת תאי רביצה וחלק בסככה כוללת, אחת ליד השנייה. גורן מדד ורשם את התנהגות הרביצה של הפרות בכל חליבה בוקר, צהריים וערב. הבדלי התנהגות שנרשמו בין שתי סוגי הסככות הצביעו בעליל על הפוטנציאל של חיישן זה, לשמש ככלי להערכת רווחת הפרה בתנאי מבנה שונים. צח"מ הרימה את הכפפה ובנתה חיישן המודד, לא רק מספר צעדים וזמן רביצה, אלא גם מספר רביצות. התחלנו להיערך לסדרת ניסויים שתאפשר לשלב את החיישן הזה במערכת קבלת החלטות שקשורות בהאבסה פרטנית, בעזרת מאביסים מבוקרי מחשב. אולם, כפי שקורא במקרים רבים במחקר, "המשני" לכאורה הופך לראשי. והמעשה שהיה כך היה.

כשלב ראשון למחקר רצינו להשוות התנהגות הפרות במצב יובש, קודם להמלטה, לבין התנהגותן בתחלובה המוקדמת עד לשיא התנובה (תקופת המעבר). באותה תקופה לא חשבתי שחיישן זה ישמש לניתור אירועים דיאגנוסטיים מעבר לזיהוי יחומים, כפי שהתברר לנו במהלך המעקב השגרתי אחרי התנהגות הפרות. אך מאחר והחיישנים היו על הפרות גם בזמן ההמלטה והתנובים, עד להמלטה, נרשמו אחת ליממה, עלה בדעתי מתוך סקרנות, לבחון את השתנות התנהגות הפרות בימים האחרונים קודם להמלטה. קשה לומר שהופתעתי, אך התוצאות עלו על המצופה ונראה שחיישן זה יכול באמינות גבוהה להתריע גם על המלטה קרבה.

חקלאות מדייקת ברפת החלב

המאמץ העיקרי של הצוות, לאורך שנים, היה מה שקראנו אז "ממשק אינדיבידואלי של פרת החלב" באמצעות מאביסים פרטניים מבוקרי מחשב להאבסת מ"מ (תמונה 8) היום מכנים זאת "חקלאות מדייקת ברפת החלב".

בבסיס הגישה מונחת התפיסה שאם תהיה לנו אינפורמציה מפורטת ותדירה לגבי ביצועיה של כל פרה בעדר ותהיה לנו האפשרות לתרגם אינפורמציה זאת לפוטנציאל ייצור, ויהיו לנו האמצעים ליישם ממשק ברמה האינדיבידואלית, הרי שנוכל להוציא לפועל מדיניות כלכלית ברמת הפרה הבודדת. זאת ע"י מימוש פוטנציאל הייצור שלה בהתאם לפוטנציאל הגנטי של הפרה, כפוף למדיניות הכלכלית. לדוגמה, "לעודד" רכיבי ייצור רצויים ו"לדכא" בלתי רצויים, בהתאם לתנאים הכלכליים המשתנים, חדשות לבקרים, הן לגבי מחיר החלב והן לגבי מחירי המזונות.

למימוש גישה זאת יש צורך בחיישנים המודדים הן את ביצועי הפרה בזמן אמת ובתדירות גבוהה והן את התנאים האקלימיים, מערכת ממוחשבת ומודלים פיסולוגיים המתרגמים את הנתונים לאינפורמציה ומערכת קבלת החלטות ממוחשבת, שמפקחת באופן אוטומטי על האמצעים המוציאים לפועל, ע"י טכנולוגיה מתאימה, מדיניות "פיסיו-כלכלית" באופן אינדיבידואלי לכל פרה בעדר. החיישנים הם מד החלב, מד הרכב חלב, מאזניים לשקילת פרות ומד התנהגות. בנוסף לנתוני הפרה כגון תחלובה, מועד המלטה וימים בתחלובה, ונתוני אקלים הנצברים ע"י חיישני תחנות מטאורולוגיות מקומיות.

כל הנתונים האלה נאספים ומעובדים בזמן אמת בעזרת מודלים פיסולוגיים המעריכים את פוטנציאל הייצור של הפרה ומוציאים לפועל החלטה לגבי העברת פרות בין קבוצות האבסה, או הקצאה אינדיבידואלית של מזון מרוכז (אנרגיה או חלבון ע"י מאביסים אוטומטיים מבוקרי מחשב) ותדירות חליבה (בתנאי חליבה רובוטית או ברפתות כוללות גדולות). מובן שאנו עדיין רחוקים "מהארץ המובטחת". אין בידינו, עדיין, להציע מערכת אוטומטית שתבצע באופן מלא את האמור לעיל. אולם, אם מביטים אחורה, מאין התחלנו ועל מצבנו בהווה,

יש בהחלט מקום להיות אופטימיים לגבי העתיד. סדרת הניסיונות הראשונה התבצעה ברפת עלומים בתחילת שנות השמונים של המאה הקודמת והמסקנה הייתה שאין בידינו מספיק אינפורמציה לגבי הפרה הבודדת, כדי לעשות החלטה רציונלית להקצאת מ"מ ע"י מאביסים אוטומטיים מבוקרי מחשב.

מאז פותחו (בסיוע אקטיבי של המכון להנדסה חקלאית) חיישנים נוספים (מאזניים לשקילת פרות, מד הרכב חלב, מד פעילות) המודדים ביצועים בתדירות יומית, מספר הפרות לרפת גדל דבר זה מאפשר קבוצות האבסה ובאירופה פותח רובוט החליבה טכנולוגיה שנכנסת לארץ.

חקלאות מדייקת ברפת החלב אינו גחמה או משאת נפש רחוקה, אלא צורך שיותר ויותר רפתנים בארץ ובעולם רואים בו צורך, שייעל את הענף וישפר את הרווחיות בו, מחד בלי לפגוע ברווחת הפרה, מאידך. הטכנולוגיה שועטת קדימה ושומה עלינו לרתמה לתועלת הענף.

המשך המחקר התבצע ומתבצע בכל רחבי הארץ ברפתות רגילות ורובוטיות בשיתוף עם חוקרים מהמכון לחקר בע"ח, הפקולטה לחקלאות ושה"מ, אך בעיקר ברפת המחקר של מכון וולקני בבית דגן.

רפת זאת, תודות לציוד המותקן בה והצוות המיומן, מהווה את אחד ממחקרי המחקר המתקדמים בעולם, אם לא המתקדם ביותר.

נושאים נוספים בטפול המכון להנדסה חקלאית

נושא עקת החום מלווה את רפת החלב בארץ משחר ימיה ותקצר היריעה לתאר את העבודה העצומה שנעשתה ונעשית בתחום הפגת החום של פרת החלב, ע"י צינון הפרות בחצר ההמתנה בשביל ההאבסה ובסככות עצמן בניצוחו של פרופ' מימי ברמן, ישראל פלמנבאום וחובריהם. לאחרונה מנסים אבי ארבל, אלכס שקליאר, מוטי ברק וגיא לידור מהמכון להנדסה חקלאית לטפל בנושא עקת החום ללא הרטבה ובאמצעות בקרה חדשנית על הטמפרטורה, הלחות וזרימת האוויר של כל המבנה כולו (תמונה 9) ובעזרת תכנות סימולציה מתקדמת וע"י כך לחסוך במים ועבודה בהובלת הפרות למכון החליבה בין החליבות.

המכון להנדסה חקלאית אמנם לא מתעסק בתכנון מבנים, אך נושא המבנים זוכה להתייחסות. ביוזמתם של עזרא שושני משה"מ ואמוץ חצרוני מהמכון, נבנתה מערכת מדידה שצברה נתונים סביבתיים ממגוון הסככות המאפיינות את רפת החלב בארץ ועל סמך נתונים אלה נבנה מודל להערכת יעילותו האקלימית של כל אחד מסוגי המבנה.

העבודה שבתנאי שגרת ממשק קבועים (האבסה, חליבה, צינון בחצר המתנה) התנהגות הפרות שגרתית עד כדי קביעות, כפוף להבדלים אינדיבידואלים בטמפרמנט, תאפשר לנצל את חיישן ההתנהגות להעריך לא רק את רווחת הפרה בתנאי אחזקה וממשק שונים, אלא לנצל חיישן זה לאבחון מצב בריאות (בעיקר צליעות) ברמה האינדיבידואלית.

הטכנולוגיות והמיומנויות הקיימות במכון להנדסה חקלאית מאפשרות יוזמות לסייע בנייתו ובדיאגנוסטיקה של בעיות בריאות. מאחר ולא תמיד ברורה הסיבה לצליעה, בעיקר כשהצליעה מאובחנת קודם להיותה בולטת לעין, אנו מנסים לבדוק אפשרויות לאבחון יותר ספציפי.

בעזרתו של ויקטור אלחנטי, המומחה שלנו בעיבוד תמונה, נבחנה האפשרות לאתר את הסיבה לצליעה בעזרת הדמאה תרמית של הטלפיים.

סיכום

העבודות שהוצגו כאן הן רק חלק מהנושאים שבהם עוסק המכון להנדסה חקלאית בתחום רפת החלב בכלל והיחידה לזואו-טכנולוגיה בפרט.

אנו משתדלים להיות מעודכנים, חדשנים אך יחד עם זאת רלוונטים.

אנו מקפידים לדווח על עבודתנו באופן שותף בכינוסים המקצועיים השנתיים, כמו גם בעיתונות המקצועית בארץ ובעולם. ■