

התפתחויות בזיהוי ייחומים בפרות

אליעזר איזינבוד ורמי לרר
המחלקה לרבייה, המכון לחקר בעלי חיים, מרכז וולקני

הייחומים מ-50% ל-80% באוכלוסית הפרות המחזוריות (Jarret, 1986).

בארה"ב ובאירופה ממליצות את שרותיהן חברות שונות לעשיית חריצים במשטחי הבטון ברפתות באמצעות מכונות מיוחדות. בארץ משתמשים מספר משקים (למשל בקיבוץ משמר העמק) בחומרים המודבקים על משטחי הבטון לשם חיפוסו, במיוחד בחומרים מסוג מתילמטקרילט. כדאי היה להשוות, איוז מן השיטות יותר יעילה מבחינה מעשית וכלכלית. חיפוס משטחי הבטון ברפתות נועד בראש וראשונה למניעת החלקת הבהמות, אך, כאמור, החיפוס מגדיל ברזומנית את שיעור זיהוי הייחומים בתצפיות. בפרות עם בעיות רגליים (טלפיים) מספר הימים הפתוחים היה גדול יותר, בהשוואה לקבוצת הביקורת, בגלל צמצום הפעילות הפיסית ואי-הופעת ייחום התנהגותי. (McDaniel, 1984).

מחברים אחרים שמים את הדגש על הצורך בבחירת הזמן האופטימלי לעריכת התצפיות. Pennington (1986) מאוניברסיטת מערב קנטאקי, ארה"ב, מצביע על כך, שבימי הקיץ החמים מירב הקפיצות נצפה ב-8 בבוקר וב-8 בערב, ומזערן בשעת הצהריים, בעוד שבחורף להיפך, מירב הקפיצות הוא בצהריים. תופעה דומה קבעו קודם לכן הרץ וחובריו (1977) בקיבוץ מרחביה.

בחסתמך על הממצאים הנ"ל מציעים שירותי ההדרכה לרפת החלב במדינת מרילנד, ארה"ב, לקבוע בכל משק את המיקום והמועד המועדפים על ידי הפרות לזיהוי הייחומים, ז.א., למצוא את המקומות בהם הפרות נקפצות וקופצות בתדירות גדולה יותר, וכן את הזמן המיטבי לתצפיות.

בזמן האחרון ממשיכים להופיע פירסומים על השימוש בכמוסות "KAMAR" כאמצעי עזר לזיהוי ייחומים בפרות. כמוסות אלה, בצבע לבן,

במשך חמש השנים מאז פירסום סקירתנו הקודמת בנושא (ראה "חקר ומעש" מס' 4, עמודים 19-23) חלו כמה התפתחויות העשויות לעניין את קהל רפתינו. התפתחויות אלה עוסקות הן בשיפור יעילות התצפיות הרגילות לזיהוי ייחומים במשקים, הן בפיתוח שיטות אלקטרוניות מתוחכמות.

דרכים להגדלת היעילות של תצפיות הייחומים

בנושא זה יש להדגיש את הממצאים האחרונים של ד"ר ג'נקס בריט מאוניברסיטת צפון קרוליינה, ארה"ב (Jenks Britt, 1986). המחבר הוכיח את השפעת טיב המדרך (הריצוף) על ההתנהגות המינית של הפרות. קבוצת פרות חלב מגזע הולשטיין נצפתה בשתי חצרות, בזו אחר זו: בחצר אדמה (dirt lot) או בחצר מבוטנת (concrete lot), כאשר סדר הכנסת הפרות לחצר האחת או האחרת היה באקראי. כתוצאה מ-69 תצפיות בכל אחת מהחצרות נקבעו, בממוצע, לפרה בחצר אדמה: מספר ייחומי עמידה - 6.3, מספר קפיצות - 7 ואורך ייחום - 13.8 שעות, לעומת 2.9 ייחומים, 3.2 קפיצות, ואורך ייחום של 9.4 שעות בחצר מבוטנת, בהתאמה.

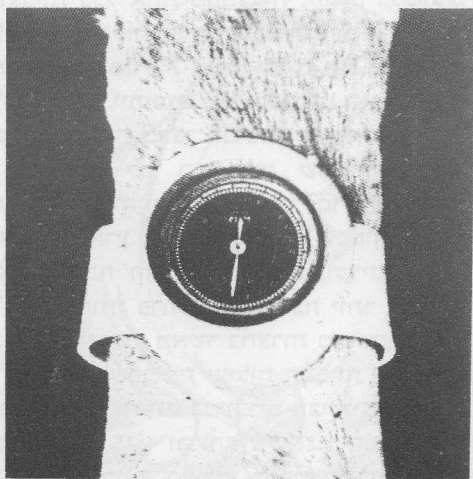
גם קודם לכן היה ידוע, שהפרות נוהרות מלקפוץ ומלהיות נקפצות על מרצף חלקלק, ואצלנו בארץ גם על משטח טפחות. אולם הפעם הוכח הדבר בניסויים מבוקרים, שניתן לגלות באותן פרות עצמן הרבה יותר ייחומים בחצרות אדמה, מאשר בחצרות מבוטנות.

במטרה לשפר את יעילות תצפיות הייחומים נחרטו בחצרות וגם במעברים מבוטנים, חריצים בעומק של 1.25 וברוחב של 1.25 סנטימטרים במקביל לכיוון הליכת הפרות. בנוסף לכך, פעמיים בשבוע לאחר הרחקת הזבל פוזרו על הבטון גרגרי אבן גיר חקלאית. 6-8 חודשים לאחר נקיטת האמצעים האלה שופר זיהוי

בניורזילנד משתמשים בשיטת צביעת שורש הזנב בתרסיס צבע. שחיקת הצבע מצביעה על כך שהפרה נקפצה. בדיקת השיטה בקיבוץ נען (עוזי מועלם, יונתן רוז) הראתה, שעיתוי שחיקת הצבע תואם את ייחוס העמידה בסביבות 70% מהמקרים. Pennigton et al. (1986^a) מצא ששילוב השיטות של כמוסות KAMAR והצביעה בשורש הזנב נותנות תוצאות טובות יותר מאשר כל אחת מהשיטות בנפרד.

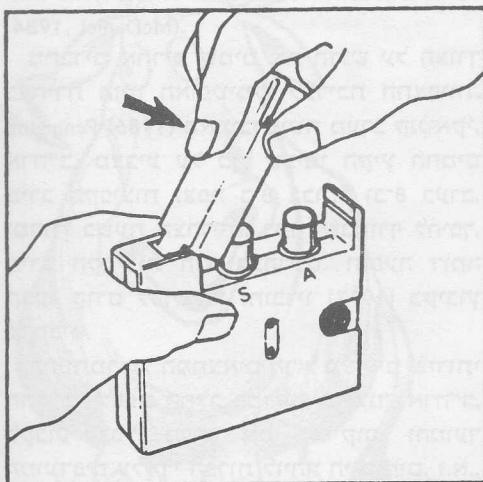
פדומטרים (מדי צעדים) וניטור (monitoring) פעילות תנועתית אחרת

בשנת 1954 ד"ר פריס (Faris) מאוניברסיטת ג'אלף בקנדה הצמיד לרגלים של 13 פרות גרוי מדי צעדים (ציור 2) ומצא, שמספר הצעדים שהן עושות בתנאי מרעה עולה בזמן הייחוס ב-218%, בהשוואה למספר צעדיהן בתקופה ללא ייחוס (ביחידת זמן). 23 שנים מאוחר יותר קידי (Kiddy, 1977) גילה בפרות חלב, שהוחזקו ברפת ללא קשירה, גידול במספר הצעדים בזמן הייחוס פי ארבעה ובפרות שהוחזקו בתאי רביצה פי 2.7, בהשוואה למספר צעדיהן בתקופה ללא ייחוס. בניסוי אחר מצא המחבר

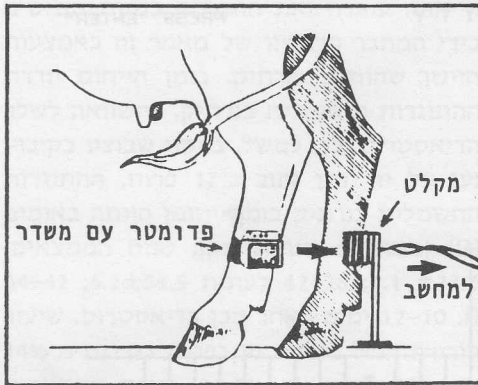


ציור 2. פדומטר (מד צעדים) מכאני, המוצמד לרגלה של פרה. בפדומטרים מסוג זה הוכח עוד בשנות החמישים גידול ניכר של מספר הצעדים בפרות מתייחמות (J. Dairy Sci 60:236).

מודבקות קדימה משורש הזנב על גב הבהמה. כשהפרה נקפצת על ידי פרה אחרת ואינה בורחת תוך 3 שניות, כל הכמוסה נצבעת, בעקבות הלחץ, בצבע אדום. היות ופרות שאינן בייחוס, הנקפצות על ידי פרות מתייחמות, לעיתים אינן יכולות לברוח (בתנאי צפיפות יתר, למשל) יש הרבה "האדמות שגויות" (false positive) של הכמוסות, בתנאי המשק הקיבוצי עד 30% מכלל ההאדמות. כדי להתגבר על המגבלה הזאת מציעה חברת KAMAR לשלב את שיטת הכמוסות עם קביעת ריכוז הפרוגסטרוון בחלב. במקרה והרפתן מגלה בפרה כמוסה אדומה, הוא חולב בגמר החליבה כמה זליפי חלב לתוך מבחנה, מוסיף ריאגנטים ומכניס את המבחנה למכשיר נייד (ציור 1). ברגע שהוא סוגר את מכסה המכשיר, נקבעת רמת הפרוגסטרוון בחלב; אם נדלקת נורה ירוקה סימן שכמות הפרוגסטרוון בחלב נמוכה מאד – הפרה קרובה לייחוס ויש להזריעה. במקרה ונדלקת נורה אדומה – רמת הפרוגסטרוון גבוהה, האדמת הכמוסה היתה "שגויה".



ציור 1. מכשיר חדיש לקביעה מהירה של ריכוז הפרוגסטרוון בחלב. לתוך השקע A מכניסים את המבחנה עם החלב בתוספת ריאגנטים. כשסוגרים את המכסה נדלקת אחת הנורות שבחזית המכשיר: נורה ירוקה מצביעה על רמת פרוגסטרוון נמוכה מאד – האופיינית למועד הקרוב לזמן הייחוס, נורה אדומה – על תקופה ללא ייחוס. (ארה"ב).



ציור 3. פדומטר אלקטרוני המוצמד לרגלה של פרה. בזמן החליבה משדר הפדומטר למחשב את מספר הצעדים שהפרה צעדה החל מהחליבה הקודמת. מערכת פדומטרית כזו פועלת בקיבוץ אפיקים.

משמעותית בכמות החלב הנחלבת, בחישוב ק"ג חלב לשעה בפרק הזמן שבין אותן החליבות, סבירות אירוע הייחום גדלה עוד יותר. לדוגמה הננו מביאים צילום של פלט המחשב מרפת קיבוץ אפיקים (ציור 4). עליות מספר הצעדים חלה במקרה זה ברזמנית עם ירידת תנובת החלב. המערכת הפדומטרית יושמה גם בקיבוץ צרעה, ובקרוב יפורסמו גם שיעורי ההתעברות של הפרות שהוזרעו בהתאם לממצאי הפדומטרים.

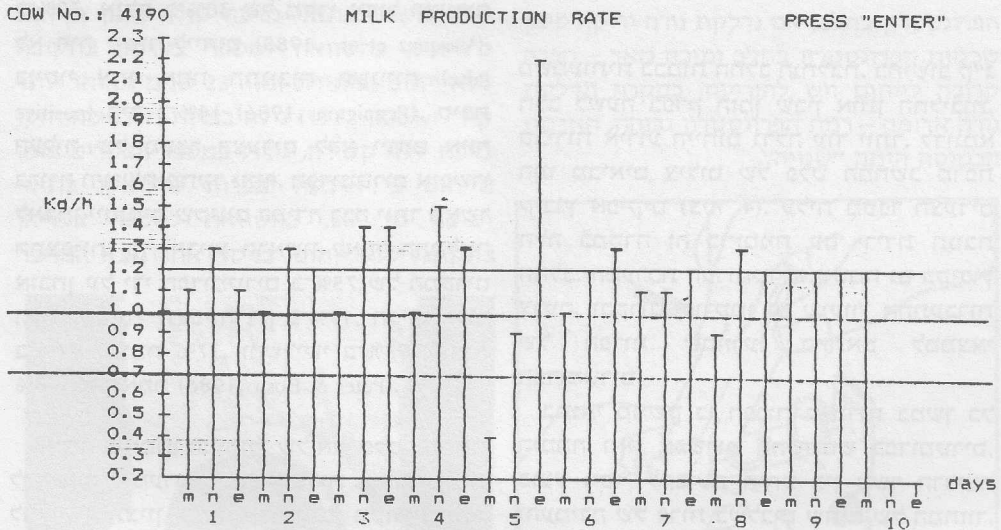
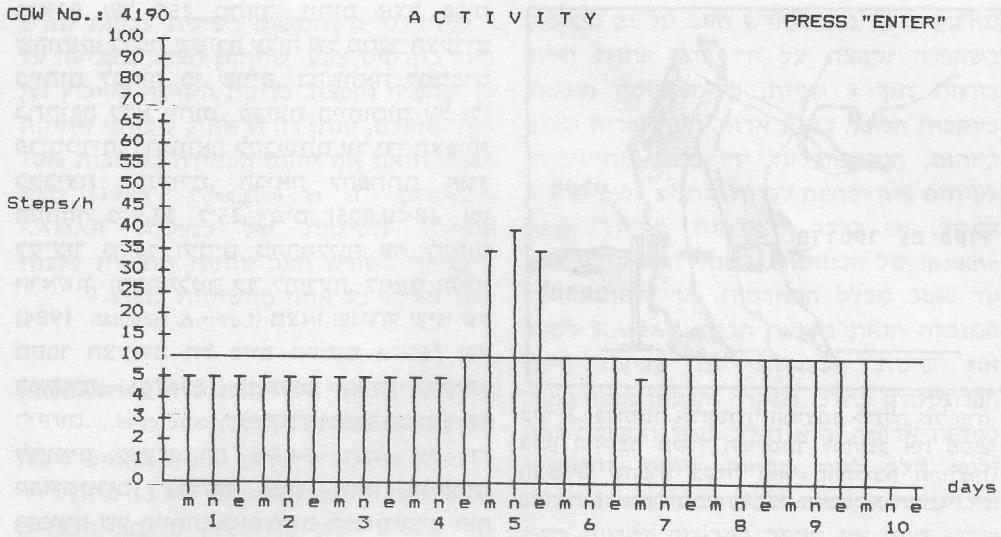
בתנאי ממשק בו הפרות קשורות במשך כל היממה ואין אפשרות להשתמש בפדומטרים, בוצע ניסוי לקביעת היחס בין משך הרביצה והעמידה של פרות בשלבים שונים של המחזור. Phatak (1982) השתמש לשם כך במערכת המוצגת בציור 5. פרות הנמצאות בייחום מרבית בעמידה. למשל, פרה בדיאסטרוס רבצה 14 שעות ביממה ובייחום – רק 4. אולם יחסי זמני רביצה/עמידה תלויים מאד באורך הייחום השונה מפרה לפרה, וכן מסיבות אחרות.

גם מספר תנועות הצואר ביחידת זמן עולה בזמן הייחום בהשוואה לזה שבדיאסטרוס, אולם השוני פחות מובהק מאשר במספר הצעדים (Favero et al., 1984).

ב-92% של 255 מחזורי ייחום אצל פרות שהוחזקו ברפת קשירה עליה של מספר הצעדים בייחום לפחות פי שניים, בהשוואה למספרם בתקופה ללא ייחום. קביעת הייחומים על ידי פדומטרים, בהשוואה לקביעתם על ידי תצפיות בקבוצת הביקורת, הביאה להפחתת אורך המחזור מ-32.9 ל-25 ימים ($P < 0.005$), וכן לקיצור מספר הימים מההמלטה עד לייחום הראשון, ומההמלטה עד להזרעה. לואיס ונוימן (Lewis & Neuman, 1984) מצאו שגידול שיא של מספר הצעדים חל ביום הייחום ב-75% של המקרים, וב-25% הנותרים ביום שלאחר הייחום. Moore et al. (1986) מצאו שמתוך 55 ייחומים שנצפו רק 54.5% נתגלו על ידי הפדומטרים. במחקר אחר אחוז הגילויים הנכונים של הייחום באמצעות הפדומטרים היה כ-70%, אולם כ-30% של מקרי גידול הצעדים לא היה קשור לייחום (Vasquez et al., 1985).

בניסוי אחר אחוז התגובות השגויות (false positive) היה כ-14% (Pennigton, 1986). סיבת העליה של מספר הצעדים ללא ייחום אינה ברורה ודורשת מחקר נוסף. הפדומטרים איפשרו לאבחן ייחומים שקטים במידה רבה יותר מאשר התצפיות. כך, הביזן הראשון לאחר ההמלטה אובחן על ידי הפדומטרים ב-75% של המקרים ואילו על ידי תצפיות רק ב-19%, הביזן השני ב-91% לעומת 37%, והשלישי ב-93% לעומת 78%, בהתאמה (Peter & Bosu, 1986).

בארץ, ביוזמתו ובניהולו של אלי פלס, פותחה לראשונה מערכת פדומטרית אוטומטית לחלוטין. נציין כמה אלמנטים מקוריים של המערכת: מיקום האנטנה הקולטת את האותות של הפדומטר באזור העטין (ציור 3); פיתוח תוכנת מחשב מקורית המאפשרת ליחס את מספר הצעדים הממוצע לשעה בין שתי חליבות עוקבות לממוצע הצעדים במשך 9 ימים קודמים (מינוס שני הימים האחרונים) בפרקי הזמן שבין אותן החליבות. גידול מספר הצעדים ב-90% ומעלה, לעומת הממוצע הקודם הנ"ל, נחשב לחרגי ומצביע על שינוי משמעותי בהתנהגות הפרה. אם חלה, במקביל לכך, ירידה



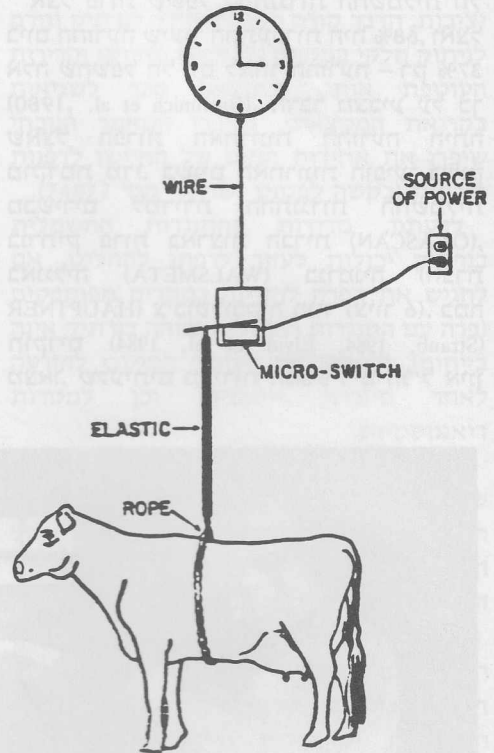
בתרשים התחתון: תנובת החלב לשעה בפרקי זמן שבין אותן החליבות בפרה הנ"ל. בתקופת הייחום, בין חליבת הערב של היום הרביעי למעקב ובין חליבת הבקר של היום החמישי בו, חלה עליה משמעותית במספר הצעדים וירידה משמעותית בתחלובה. הפעילות הפיסית המוגברת במקרה זה ממשכה יממה.

ציור 4. רישום הפעילות הפיסית (פדומטריה) ותנובת החלב בפרה; פלט המחשב מהרפת המתועשת בקיבוץ אפיקים

בתרשים העליון: מספר הצעדים לשעה שבין חליבות ערב-בקר (m), בקר-צהרים (n), צהרים-ערב (e) במשך 10 ימים רצופים.

הייחוס. עובדה זאת התגלתה בשנות השישים בידי המחבר הראשון של מאמר זה באמצעות חיישן שהוחדר לנרתיק. בזמן הייחוס יורדת ההתנגדות החשמלית בנרתיק, בהשוואה לשלב הדיאסטרוס. כך, למשל, בניסוי שבוצע בקיבוץ נען על ידי נתן אזוב ב-17 פרות, ההתנגדות החשמלית בנרתיק בזמן ייחומן הוותה באומים (Ω) (ממוצע \pm סטיית תקן, טווח הממצאים) $64-42$; 6.2 ± 54.5 ; לעומת $42-28$; 4.1 ± 33.6 Ω , ימים לאחר מכן בדיאסטרוס. שיעור הירידה הנ"ל בייחוס נע בפרות בודדות מ-14% עד 53%, ובממוצע 38.5%. ירידת ההתנגדות החשמלית בנרתיק בעת הייחוס מותנית בריבוי הריר שבתוכו וכן בגידול ריכוז האלקטרוליטים – נתן וכלור – בריר (Aboul Ela, 1980). Canfield et al. (1986) מאוניברסיטת קורנל, ארה"ב, מצאו שהשפל המירבי של ההתנגדות החשמלית חל ± 6 שעות ממועד שיא ה-LH בדם הפרות, גם כאשר סימני הייחוס ההתנהגותיים הם חלשים או נעדרים. ככל שההתנגדות החשמלית בנרתיק גבוהה יותר בזמן ההזרעה (ז.א. ככל שרירית הנרתיק יבשה יותר), כך שיעור ההתעברות נמוך יותר. טבלה 1 הלקוחה ממחקרן של Koerber (1985) מאוניברסיטת מינכן, מערב גרמניה, מדגימה את התופעה הנ"ל.

בניסוי אחר (Bustamante et al., 1984) שיעור ההתעברות ירד בהדרגה מ-66% עד 20%, במקביל לעליית ההתנגדות החשמלית בנרתיק הפרות המוגשות להזרעה. חשוב להדגיש, שהתוצאות המובאות לעיל התקבלו בפרות בריאות מבחינה גינקולוגית (ללא ממצאים



ציור 5. מתקן ניסיוני לקביעת משכי זמן העמידה והרביצה של פרה הקשורה בעמדתה כל היממה. בזמן הייחוס משך זמן העמידה גדל בהרבה (לפי Pathak, 1982).

מדידת ההתנגדות החשמלית באברי הרבייה של הפרה

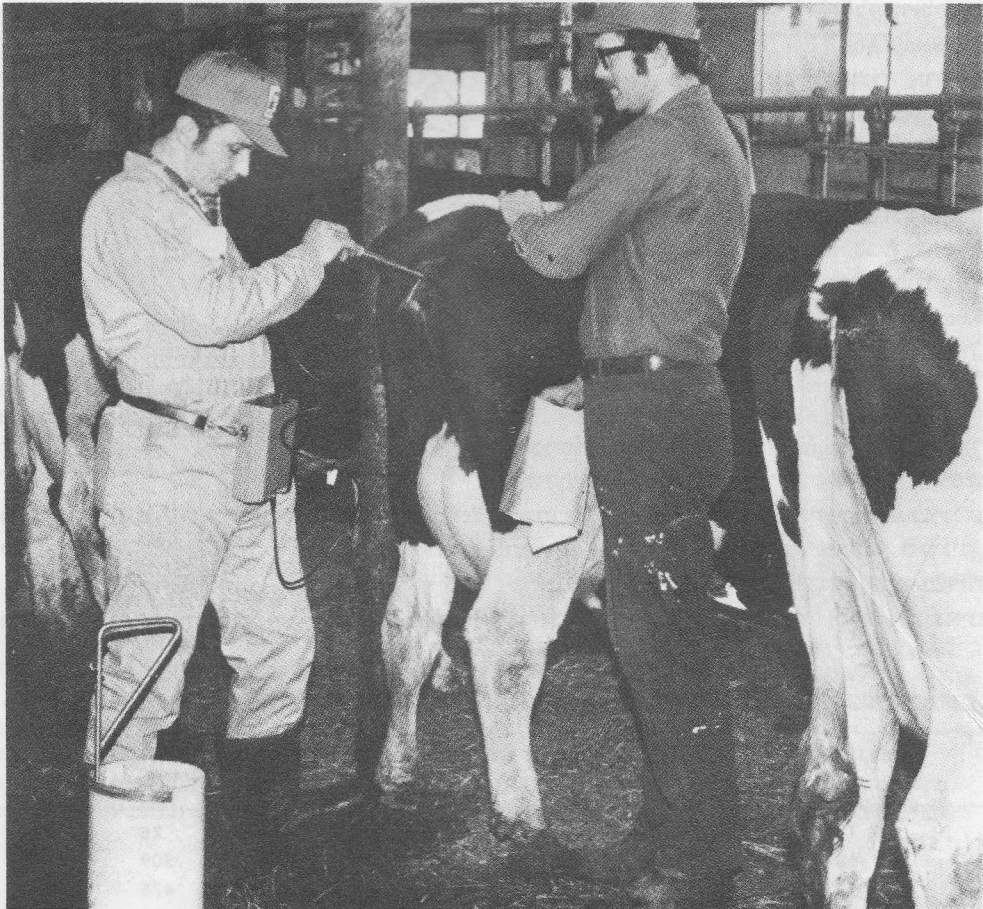
התכונות החשמליות של אברי הרבייה הנקביים משתנות בהתאם לשלב במחזור

טבלה 1. שיעור ההתעברות של פרות עם התנגדות חשמלית שונה בנרתיק בעת הזרעתן

שיעור ההתעברות %	ההתנגדות החשמלית בנרתיק	מספר הפרות שהזרעו
74.4	28 פחות מ'	78
64.0	- 29	309
57.3	- 35	475
40.0	- 41	75
36.4	- 46	15

אצל פרות ששפל ההתנגדות החשמלית חל ביום הזרעה שיעור ההתעברות היה 68%, ואצל אלה שהשפל חל יום לאחר הזרעה - רק 37% (Bushmich et al., 1980). הדבר מצביע על כך שאצל הפרות האחרונות הזרעה היתה מוקדמת מדי. בשנים האחרונות הופיעו בשוק מכשירים למדידת ההתנגדות החשמלית בנרתיק פרות בארצות הברית (OVASCAN), באנגליה (WALSMETA) בגרמניה (חברת HAUPTNER) צ'כוסלובקיה ועוד (ציור 6). כמה חוקרים (Straub, 1984; Elvin et al., 1984) מצאו, שלעיתים מדידות המכשירים הנ"ל אינן

פתולוגיים), היות ודלקות נרתיק ורחם וציסטות הזקיק מלוות בירידה מתמשכת של ההתנגדות החשמלית בנרתיק (דוידסון, שיין). שיעור ההתעברות של פרות עם סינכרון ייחומים היה גבוה יותר כאשר הזרעו לפי שפל ההתנגדות החשמלית בנרתיק, בהשוואה ל"הזרעה עיוורת" במועדים מסויימים לאחר הזרקה ההורמון. כך, למשל, בניסוי McCabe et al. (1980) שיעור ההתעברות היה 57% כשהזרעות בוצעו לפי שינויי ההתנגדות החשמלית בנרתיק, לעומת 42% ב"הזרעה עיוורת", ובניסוי Aboul Ela 68% לעומת 40%, בהתאמה.



ציור 6. מדידת ההתנגדות החשמלית בנרתיק הפרה. בזמן הייחום ההתנגדות החשמלית בנרתיק נמוכה, בתקופה ללא ייחום - גבוהה (ARTIFICIAL BREEDERS' COOPERATOR EASTERN, 1978).

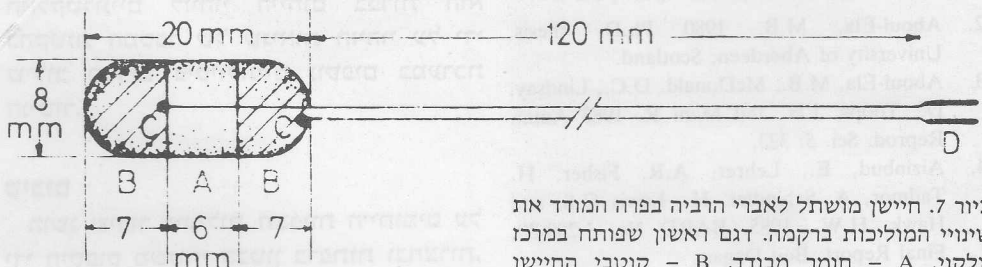
באוניב' אילינוי נקבעו ירידות של ההתנגדות החשמלית בזמן הייחום בבקר הן בדופן הנרתיק, הן ברקמת הבושת (Smith et al., 1986). את שינויי ההתנגדות החשמלית באברי הרביה ניתן לשדר בשיטה הרדיוטלמטרית. למטרה זו פותח על ידנו בשיתוף עם מכון ויצמן למדע (ד"ר פישלר) והמכון הוטרינרי (פרופ' תדמור) משדר מיוחד. המשך הפיתוח בכיוון זה יאפשר לקבל מידע שוטף על שינויי ריכוז הנחלים באברי הרביה של הפרה. בנוסף לנתונים על המחזור המיני שתוארו לעיל, יוכל הרפתן לקבל גם מידע אחר החשוב לממשק הרביה: 1) התקרבות ההמלטה - התהוות הבצקת בשפתי הבושת שלפני ההמלטה מתבטאת בירידת ההתנגדות החשמלית (D. Schindler et al., 1985; 2) שיקום (אינבולוציה) של אברי הרביה לאחר ההמלטה, המתבטאת בעליה הדרגתית של ההתנגדות החשמלית ברקמה (שם; 3) מהלך חידוש המחזוריות השחלתית וההפרעות בסדירותה (רז; 4) הריון - העדר ירידה בהתנגדות החשמלית 17-27 ימים לאחר ההזרעה.

בשלושה מכונים להנדסה חקלאית - באוניברסיטת אילינוי, ארה"ב; במכון הפדרלי לחקלאות, FAL, בראונשוויג - פולקנרודה, מערב גרמניה וב-IMAG, וגינינג, הולנד - מתבצעת עבודת מחקר ענפה שמטרתה הסופית פיתוח מערכות מעקב אלקטרוניות אחר ביצועי הפרה הבודדת, כולל זיהוי הייחומים, בעדר החלב המתועש. במקביל לזיהוי האלקטרוני של הפרה מתבצע ניטור (monitoring) אוטומטי של תנובת החלב בכל חליבה, צריכת המזון והמים,

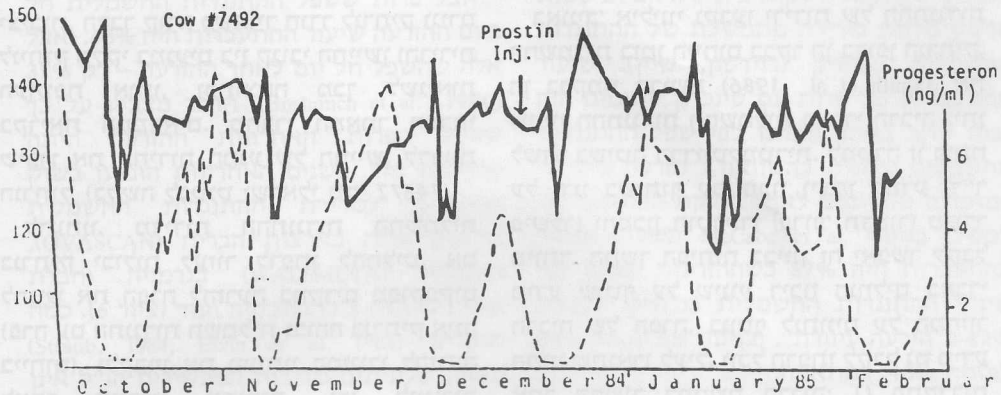
יציבות. הדבר קורה כשאוויר חודר לנרתיק וגורם לניתוק חלקי במגעים בין קטבי החיישן והיריית העוטפת אותו, וכתוצאה מכך לשגיאות בקריאת הממצאים. מחברי המאמר הנוכחי שיפרו את אחידות המגע של החיישן לדפנות הנרתיק (בקשה לפטנט ישראלי מס' 74872). לדעתנו, מדידות ההתנגדות החשמלית בנרתיק יכולות לעזור לרפתן להחליט, אם להגיש את הפרה להזרעה במקרים מפוקפקים (פרה עם התנגדות חשמלית גבוהה בנרתיק אינה בייחום), ולקבוע את העיתוי המיטבי להזרעה לאחר סינכרון ייחומים, וכן למטרות דיאגנוסטיות.

כדי לאפשר מעקב שוטף ואוטומטי אחרי שינויי ההתנגדות החשמלית באברי הרביה של הפרה ומבלי להזדקק להחדרות ידניות של החיישן לנרתיק, נוסו במרכז וולקני חיישנים **המושתיים** לתוך דופן הנרתיק (Feldman, 1978; et al. או לרקמת הבושת (Aizinbud et al., 1980) הוכח שגם באתרים אלה, למרות העדר ריר דרישה בתוכם, קיימת תופעה של ירידת ההתנגדות החשמלית בייחום, וזאת בגלל התהוות הבצקת וריבוי האלקטרוליטים ברקמה (Ezov et al., 1985).

בציור 7 מוצגת, כדגם, עקומת ההתנגדות החשמלית בבושת פרה לאורך 6 מחזורים עוקבים. ירידות משמעותיות של ההתנגדות חלות בשלב הפוליקולרי, באמצע השפל של רמת הפרוגסטרוגן בדם. בניסוי במרכז המחקר החקלאי האמריקאי בבלטסוויל תופעה זו חזרה על עצמה ב-61 מחזורים מתוך 63 (1985, Aizinbud et al.).



ציור 7. חיישן מושתל לאברי הרביה בפרה המודד את שינויי המוליכות ברקמה. דגם ראשון שפותח במרכז וולקני. A - חומר מבודד, B - קוטבי החיישן מנירוסטה רפואית (Anim. Prod., 26:62, 1978).



ציור 8. שינויי ההתנגדות החשמלית ברקמת הבושת כפי שנמדדו באמצעות היישן המושתל לתוכה (קו רציף) ושינויי הפרוגסטרון בדם (קו מקווקו) בפרה (Aizinbud et al., 1985).

במשך 6 מחזורים עוקבים. בזמן הקרוב לייחום, באמצע שפל ריכוז הפרוגסטרון רואים ירידות משמעותיות של ההתנגדות החשמלית (Aizinbud et al., 1985).

פוחת מכשיר המאפשר לקבוע את רמת הפרוגסטרון בחלב מידיית בתנאי הרפת. השימוש בו עשוי להקטין את השגיאות בזיהוי הייחומים בכלל, ובעזרת אמצעי עזר, בפרט. חלה התפתחות משמעותית בפיתוח שיטת הפדומטרים (מדי הצעדים) לקביעת הייחום, וכן בשיטת המעקב אחרי שינויי ההתנגדות החשמלית באברי הרביה הפרות.

חוקרים מארצות שונות מנסים לשלב במערכת הניטור מדדים פיסיוולוגיים נוספים לשם הקטנת השגיאות האפשריות באיבחון האלקטרוני של הייחומים בפרות.

ספרות

1. הרץ, י. פולמן, א. איזינבוד, א. לופט, מ. דודון, 1977. משק הבקר והחלב, חוברת 150.
2. Aboul-Ela, M.B. 1980 Ph.D. thesis, University of Aberdeen, Scotland.
3. Aboul-Ela, M.B., McDonald, D.C., Lindsay, D., Toops, J.H. and Mani R. 1983 Anim. Reprod. Sci. 5: 323.
4. Aizinbud, E., Lehrer, A.R. Fisher, H. Tadmor, A. Schindler, H., Lewis G.S. and Hawk, H.W., 1985. BARD No. I-280-80, Final Report, Beit Dagan
5. Aizinbud, E., Tadmor, A., Adam, L., Atlas,

משקל הגוף, המוליכות החשמלית של החלב (לאיבחון דלקות עטין) וכו'. אשר לזיהוי הייחומים סבורים החוקרים, שיש לכלול במערכת הבקרה את כל השינויים הפיסיוולוגיים בגוף הפרה המלווים את תופעת הייחום והניתנים לשידור באמצעות השיטה הרדיוטלמטרית. כך, למשל, באוניברסיטת אילינוי (Spahr, 1987) מוזרם למחשב המרכזי של הרפת הניסיונית ברזומנית מידע על הפעילות הפיסית של הפרה (ממצאי הפדומטר), שינויי תנובת החלב, ההתנגדות החשמלית באברי הרביה, טמפרטורת הגוף. החוקרים מצפים ששילוב המדדים הפיסיוולוגיים השונים במערכת הבקרה יגדיל את ודאות ה"איבחון האלקטרוני" של אירוע הייחום בפרה. גם בגרמניה (Roth, 1987) הכיוון בפיתוח האמצעים האלקטרוניים לזיהוי הייחום בפרות הוא בהקטנת המספר של שגיאות הזיהוי על ידי שילוב מדדים פיסיוולוגיים נוספים במערכת הניטור.

סיכום

הושג שיפור ביעילות תצפיות הייחומים על ידי חיספוס משטחי הבטון ברפתות ובחצרות, וכן על ידי טיפול בטלפיים.

- D., Lehrer, A.R., Lidsky, N. and Schindler H., 1980. 11th Congr. on Diseases of Cattle (Tel Aviv) Part II:967.
6. Britt, J.H., Scott, J.D., Armstrong, J.D. and Whitacre, M.D., 1986. *J. Dairy Sci.* 69:2195.
 7. Bushmich, S.L., N. Butendieck, P.M. Riek, Scipioni R.L. and R.H. Foote 1980, *J. Anim. Sci. Suppl* 1:265.
 8. Bustamante, G., Garcia, A., Ramirez, B., 1984. 10th Inter. Congress on Anim, Reprod. and A.I. Univ. Illinois, Urbana Champaign, Vol. 2:80.
 9. Canfield, R.W. and Butler, W.R., 1986. *J. Anim. Sci.* 63, Suppl. 1:325.
 10. Elving, L., Pieterse, M.C., Vernooy, A.M. 1983. *Tijdschr. Diergeneeskd.* 108:85-89.
 11. Ezov, N., Malz, R., Yaron, R., Aizinbud, E., Schindler, H. and Lehrer, A.R., 1985. *J. Anim. Sci.* 61, Suppl. I:392.
 12. Farris, F.J., 1954. *J. Anim. Vet. Med. Assoc.* 125:117.
 13. Favero, R.J., Spahr, S.L., Packett, H.B. and Whitmore, H.L. 1981. *J. Dairy Sci.* 67, Suppl. 1:156.
 14. Feldman, F., Aizinbud, E., Schindler H. and Broda, H., 1978, *Anim. Prod.* 26:61.
 15. Jarret, J.A. 1986 *Hoard's Dairyman*, Dec. 10&25:1068.
 16. Kiddy, C.A., 1977. *J. Dairy Sci.* 60:235.
 17. Koerber, A. 1985. Inaugural Diss., München.
 18. Lewis, G.S. and Neuman, S.K. 1984. *J. Dairy Sci.* 67:146.
 19. McCabe, C.T., Sprowson, G.W. and Holness, D.H. 1980. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 10:119.
 20. McDaniel, B.T., Verbeck B., Wilk J.C. 1984, *J. Dairy Sci.* 67, Suppl. 1: 198.
 21. Moore, A.S. and Spahr, S.L. 1986. *J. Dairy Sci. Suppl.* 1:92.
 22. Pthal, A.P. 1982, PH.D. Thesis, University of Minnesota.
 23. Pennigton, J.A. 1986. *Hoard's Dairyman* Sept:833.
 24. Pennigton, J.A. 1986^a *J. Dairy Sci.* 69. Supl. 1:92.
 25. Peter, A.T. and Bosu, W.T.K., 1986. *Theriogenology* 26(1):111.
 26. Toth, H. 1987. *Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft* 83.
 27. Schindler, D., Lehrer, A.R., Tadmor, A. Fischer, H., Schindler, H. and Aizinbud, E., *JAS:vol* 61; Suppl. 1:442.
 28. Smith, J.W., Spahr S.L. and Puckett H.B. 1986. *J. Dairy Sci.* 69, Suppl. 1:92.
 29. Spahr, S.L., Dill, D.E., and Jones L.R. 2087 *J. Dairy Sci.* (in press).
 30. Straub, 1984. Msc. Thesis, University of Kentucky.
 31. Vasquez, L., Whitmore, H.L. and Sieber, R.L. 1982. Proc. 58th Conf. of Research Workers in Animal Disease, Chicago.