



פרה עם אלקטרודה המושתלת בשפת הבושת.

אבחנת תקופת הייחום של רחלות ופרות על-ידי מדידת שינויי המוליכות החשמלית ברקמות איברי הרבייה (סקירה)

מאת אליעזר איזנבוד, רמי לרר,
המחלקה לרבייה,
המכון לחקר בעלי-חיים
מינהל המחקר החקלאי*

המוליכות החשמלית באיברי הרבייה של רחלות ופרות נמדדה לאורך מחזור הייחום, באמצעות אלקטרודות מושתלות ברקמות דופן הנרתיק והבושת. נמצא, שהמוליכות החשמלית בתקופת הייחום רבה במידה מובהקת מבשלבים אחרים של המחזור. תופעה זו עשויה להיות מנוצלת לגילוי יחומים בעדר הבקר המתועש, כאשר שינויי המוליכות נמדדים ומועברים באלחוט ממשדרים זעירים המושתלים ברקמת הבושת.

* פירסום של מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה' 1982, מס' 1143

תיעוש הרפת — הכרוך בהגדלת העדר — מקשה את המעקב אחר התנהגות הפרה הבושת ומפחית את יעילות איבחון הייחומים. בשל כך מתאחרת ההתעברות אחר ההמלטה, ונגרם הפסד ניכר בחלב ובולדות. החוקר צ' קידי (5) ממרכז המחקר החקלאי בבל-טסוויל, ארצות-הברית, מתאר את הבעיה במלים הבאות: "הקשיים בזהוי הייחומים, והשגיאות הכרוכות בכך, גורמים פחיתה ניכרת בפוריות. במשקים שבהם רווחה הזרעה מלאכותית היתה הבעיה רצינית עד כדי כך, שבכמה מהם עברו לרביעה טבעית, יותר מאשר הזרעה מלאכותית. למרות הנזק לתהליך הביריה הגנטית. נתונים שונים מצביעים על כך, שכ-50% מן הייחומים נשארים בלתי מזוהים. מחקרים אחרים מראים, שכ-20% מן הפרות המוגשות להזרעה אינן בייחום". עד כאן — על המצב בארצות-הברית. ובארץ, בסקר שתוצאותיו פורסמו בדו"ח "און" משנת 1978, נמסר שכ-16% מן הפרות המוזרעות אינן בייחום (לפי בדיקות הפרוגסטרוג בדם), ושכ-53% מהפרות המוגשות להזרעה במשקים מסוימים — דוחה המזרע בשל העדר כל סימני יחום.

בגלל חשיבות הדבר וחומרת הבעיה — הוצעו שיטות שונות ואמצעי עזר שונים לאיבחון הייחומים. בין היתר נבחנות אפשרויות לזהות יחומים על-פי שינויים פיסיוולוגיים האפייניים לייחום, ולא על-פי התנהגות הפרה, כמקובל עתה. אחת מאפשרויות אלה מתבססת על העובדה, שהתכונות החשמליות של איברי הרבייה משתנות בהתאם לשלב מחזור הייחום שבו נמצאת הפרה. עובדה זו התגלתה לראשונה בתחילת שנות ה-60 (בידי המחבר הראשון של מאמר זה) באמצעות חיישנים (אלקטרו-דות) שהוצמדו לדופן פי-הבושת או הוחדרו לחלל הנרתיק (3). התברר, שהמוליכות החשמלית הנמדדת בעת הייחום מרובה בכ-40% מאשר בשלבי המחזור האחרים. בעיקר בשל ריכוזי הריר בחלל הנרתיק נאותה עת. קיום התופעה אושר ובוסס בעבודות רבות שנעשו בא"י ובחו"ל; אולם ההתנסות בשימוש בשיטה הבהירה גם את מגבלותיה בתנאי שדה: נמצא, שקיים הפרש אינדיוידואלי ניכר בממצאי המוליכות, ושהשינוי בערכי המוליכות בעת המעבר בין

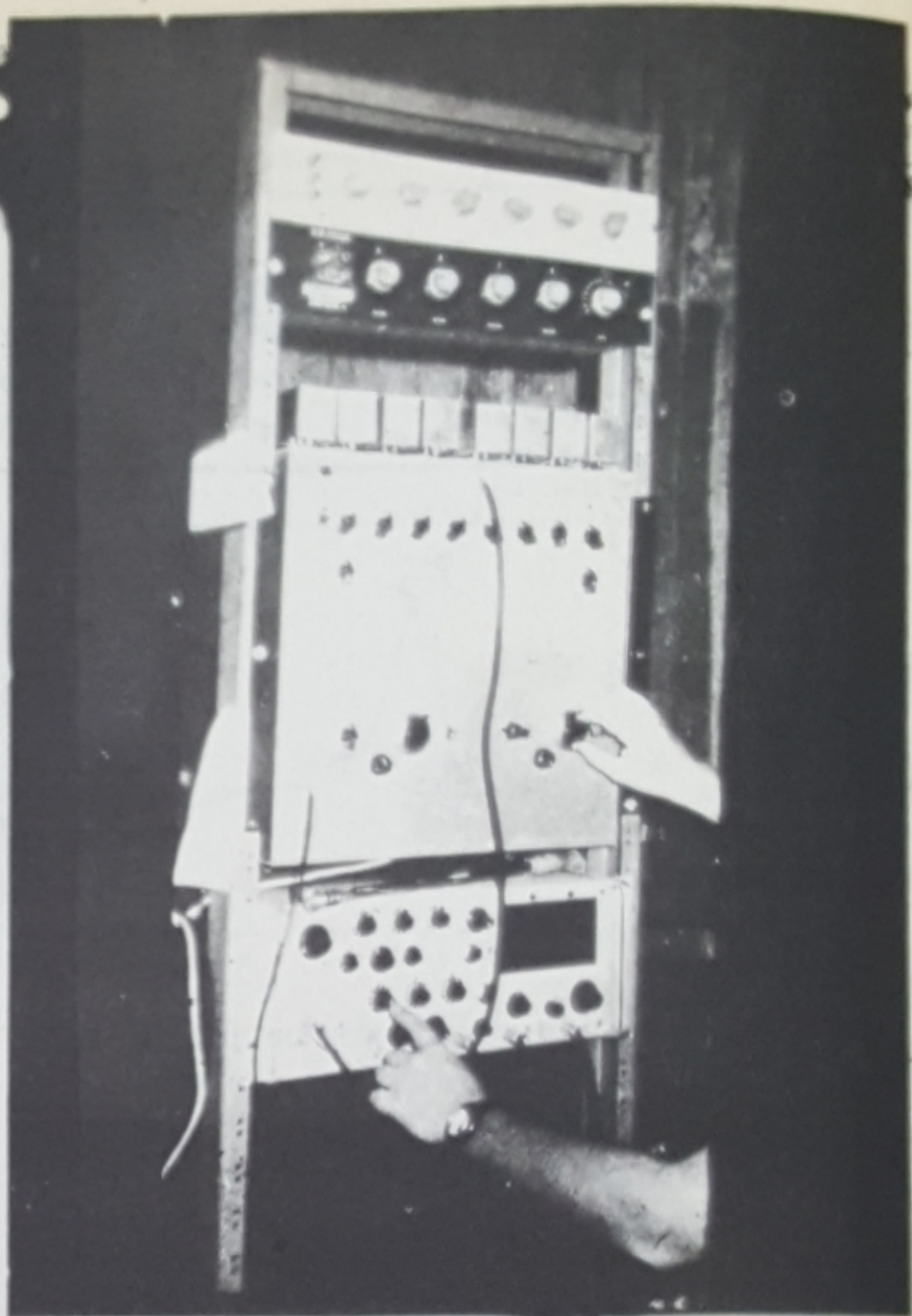


רחלה ופרה בעת מדידה ושידור אלחוטי של המוליכות החשמלית באיברי הרבייה, האלקטרודות מחוברות למשדר חיצוני הנמצא על גב בעלי החיים. שינויי המוליכות נקלטים ונרשמים באמצעות מקלט-רשמקול רגיל.

המרכיב בין ערכי המוליכות בייחוס, בהשוואה לשלבים האחרים של מחזור הייחוס.

ההשערה בדבר שינויי המוליכות החשמלית ברקמה אכן נתאמתה. כפי שרואים בדיאגרמה 1 (1): המוליכות החשמלית של רקמות הנרתיק והבושת, בעת הייחוס — מרובה במידה ניכרת מזו שבשלבי המחזור האחרים. נמצא גם, ששיעור הגברת המוליכות רב יותר ברקמת הבושת, מאשר ברקמת דופן הנרתיק, תופעה הקשורה כנראה יותר מיום ברקמה הראשונה. הגברת המוליכות היתה בשיעור הרב ביותר — כאשר תדר המדידה היה 100 קילוהרץ. ממצאים אלה הצביעו על המיקום המועדף להשתלת האלקטרודה ועל תדר המדידה המיטבי. שינויים דומים נמצאו גם בפרות, כמוצג בדיאגרמה 2 (6).

השתלת האלקטרודות ברקמה שיחררה מהצורך להחדיר את החיישן לחלל הנרתיק, אך הותירה את הצורך לחבר את בעלי החיים למכשיר מדידה. תהליך זה ישים למטרת ניסויים, אך לא לשימוש יום-יומי בשדה. לכן הוחל בפיתוח שיטה להעברה אלחוטית של שינויי המוליכות. לשם כך נבנה משדר-מוליכות המותקן על גב בעלי החיים (ראה תמונות) ומתחבר לאלקטרודות המושתלות ברקמת הבושת. שינויי המוליכות "מתורגמים" לצליל, משודרים מבעלי-



מכשיר הספקטרו-אימפדוגרף למדידת המוליכות החשמלית ברקמות חיות.

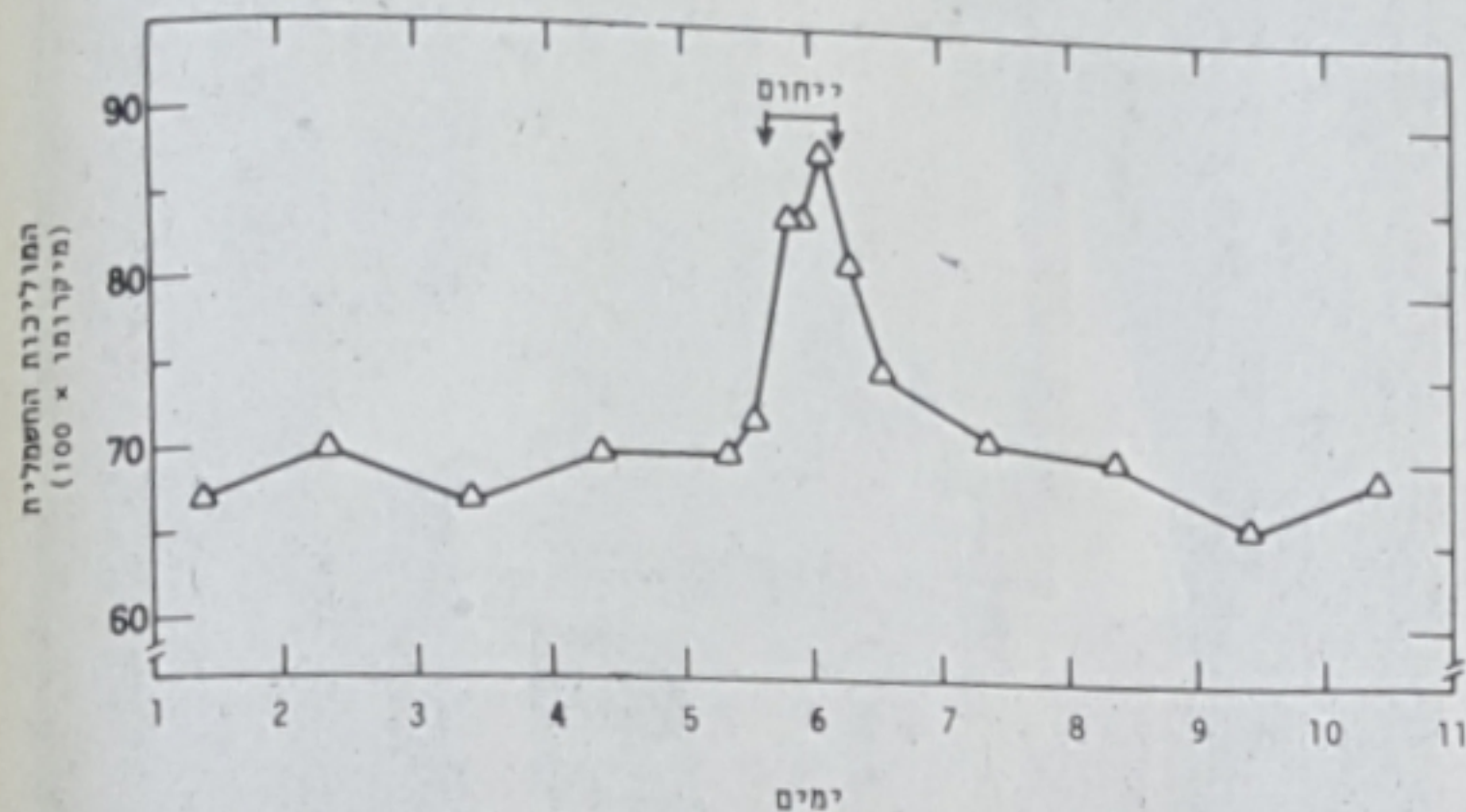
שלבי מחזור הייחוס הוא הדרגתי. משום כך, מדידה בודדת אינה מספקת לקביעת עיתוי ההזרעה במידת הדיוק הדרושה. שימוש יעיל בשיטה כרוך אפוא בתוספת עבודה, בשל הצורך במדידות חוזרות באותה פרה. מגבלה נוספת היא — ההחדרה החוזרת-ונשנית של החיישן לתוך הנרתיק, העלולה לגרות את הקרום הרירי. מגבלות אלה עוררו צורך לפתח גישה חדשה, שתאפשר מדידות חוזרות באותה פרה — ללא תוספת עבודה וללא חשש מגירוי רקמות איברי הרבייה. המאמר הנוכחי סוקר עבודות שנעשו בכיוון זה, בשנים האחרונות, במחלקה לרביית בעלי-חיים של מינהל המחקר החקלאי. בעבודה היו שותפים עמיתים מהמעבדה לביו-הנדסה באוניברסיטת תל-אביב ומהמכון הווטרנרי בבית-דגן. פירוט דרכי הביצוע והתוצאות כבר פורסמו בעיתונות המקצועית, והמאמר הנוכחי מסכם אותם בתמצית. הקורא המתעניין בפרטים יוכל לפנות לרשימת הספרות שבסוף המאמר.

השימוש בחיישנים עם אלקטרודות המוחדרות לחלל הנרתיק התבסס, כאמור לעיל, על ריבוי הריר באתר זה. אולם הייחוס מלווה גם כמיום (הידרציה) מוגבר של רקמות הרבייה, כתוצאה מהגברת זרימת הדם לאיברים אלה (למעט השחלה) ומהצטברות נוזלים ברקמות. תופעות אלה קורות בהשפעת ההורמון אסטרוגן, שרמתו בדם עולה במועד הייחוס. שוער, ששינויי מיום הרקמות יתבטאו גם בשינויי המוליכות החשמלית, והרעיון היה אפוא — למדוד את מוליכות הרקמה עצמה.

נכונות השערה זו נבדקה בתחילה ברחלות. אלקטרודות של קוצבי לב (מתוצרת חברת Elecath) הושתלו בתת-רירית של הנרתיק וברקמת הבושת. המדידות נעשו בתדרים שונים, בעזרת מד-מוליכות ששוכלל, הספקטרו-אימפדוגרף, שנבנה באוניברסיטת תל-אביב (1). המדידה בתדרים שונים נועדה לקבוע באיזה מהם נוצר ההפרש

טבלה 1. שינויי המוליכות החשמלית בתוך רקמת הבושת של עגלות ורחלות, כפי שהועברו באלחוט. על-פי (2).

מספר העגלה/רחלה	ימים מהשתלת האלקטרודה להופעת הייחוס	המוליכות החשמלית	
		בקדם-ייחוס (מיקרומו)	בעת הייחוס (מיקרומו)
עגלה 690	36	2400	3300
עגלה 691	32	3100	4400
רחלה 160	20	2900	3300
רחלה 179	26	3100	3500
רחלה 180	18	3100	3500



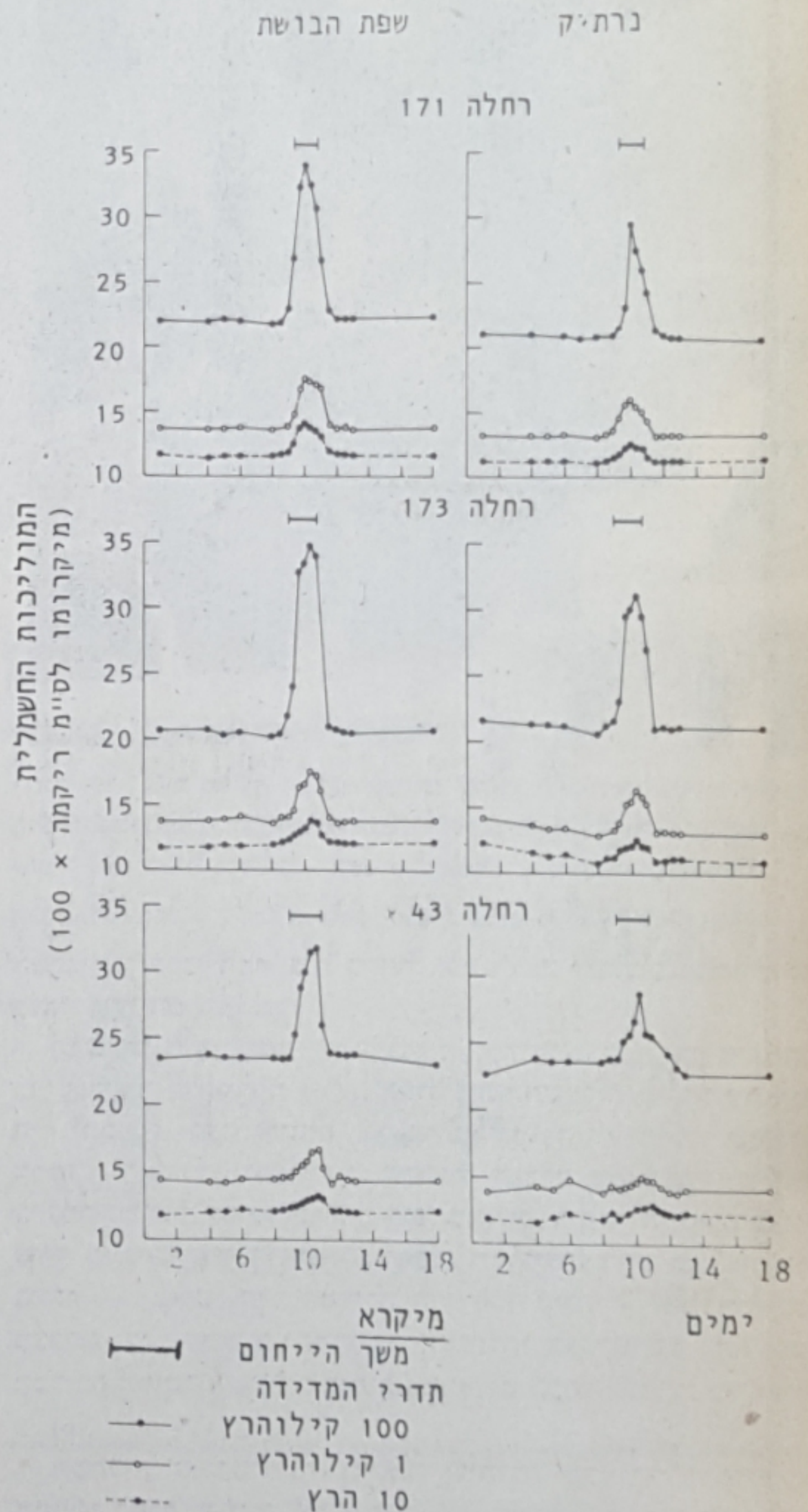
דיאגרמה 2. שינויי המוליכות החשמלית ברקמת דופן הנרתיק של פרה במשך מחזור הייחוס (תדר המדידה – קילוהרץ) אחד. לפי (6). הוא אפוא – מיזעור המשדר לממדי כמוסת אנטיביוטיקה, השתלת כולו בתוך הרקמה ללא חוטים המזדקרים החוצה, ומדידה אוטומטית של המוליכות החשמלית; למשל, בעת ההליכה לחליבה. המשך העבודה מכון למימוש מטרות אלה.

מעקב שוטף אחר שינויי המוליכות החשמלית עשוי לספק מידע חיוני לא רק להבחנת שלבי המחזור המיני, כי אם גם על אירועים נוספים הקשורים בשינויי מיום איברי הרבייה, כגון התעברות, התקרבות מועד ההמלטה, ועל אירועים פתולוגיים, כגון הפרעות באורך מחזור הייחוס ומות העובר. דוגמה: אם היתה התעברות – לא תהיה הגברת המוליכות החשמלית במועד הצפוי לייחוס העוקב אחר ההזרעה.

בזמן האחרון ניכרת התקדמות מהירה ביישום טכנולוגיות ביו-טלמטריות. כך, למשל, פיתחו בארצות-הברית מיתקנים זעירים, המושתלים מתחת לעור באיזור הגב ומשדרים את מספר הפרה ואת טמפרטורת הגוף. המחיר המשוער של משדר כזה הוא 3–5 דולרים לפרה, ומחיר המקלט עם המחשב 100–200 דולרים למשק (4). לאור זאת נראית מציאותית אפשרות הפיתוח של כמוסות-רדיו למעקב אחר השינויים הפיסיולוגיים באיברי הרבייה של פרות במשך הבקר המתועש.

ספרות

1. Adam, L., Aizinbud, E., Tadmor, A. and Schindler, H. (1981). J. Reprod. Fertil., 61: 11–17.
2. Aizinbud, E., Tadmor, A., Adam, L., Atlas, D., Lehrer, A.R., Lidsky, Y. and Schindler, H. (1980). Proc. 11th Intern. Cong. Dis. Cattle, Tel Aviv, Part 2: 967–971.
3. Aizinbud, L. and Doviltis, P. (1962). Zhivontovodstvo 11: 68–70 (In Russian). Animal Breeding Abstracts (ABA), 31, 1083.
4. Hooven, N.W. (1978). J. Dairy Sci. 60: 1167–1180.
5. Kiddy, Ch.A. (1979). 4th Belstville Symposia in Agric. Res. Haested Press Book, N.Y. Toronto, 77–89.
6. Feldman, F., Aizinbud, E., Schindler, H. and Broda, H. (1978). Animal Prod., 26: 61–65.



דיאגרמה 1. שינויי המוליכות החשמלית ברקמות התת-רירית של הבושת והנרתיק ברחלות, במשך מחזור הייחוס. לפי (1). החיים, נקלטים, ונרשמים במקלט-רשמי רגיל (2). בטבלה 1 מוצגים ממצאי המוליכות בשידור אלחוטי.

התוצאות מראות, שאפשר לשדר באלחוט את שינויי המוליכות החשמלית במשך מחזור הייחוס. בניסויים אלה הוכח, שאמנם אפשר למדוד את שינויי המוליכות החשמלית באיברי הרבייה של בעלי-חיים שבתנועה חפזית. אך נותרה הבעיה של הימצאות המשדר על גב הפרה. הצעד המתבקש