

## עזרים לגילוי ייחומים

עודד ניר – "החקלאית"

מתייחסות. דוגמה לחישוב כזה ניתנת בטבלה 3.8. הנתונים ששימשו בדוגמה משווים תצפיות על ידי עובדי המשק לאלה של צופי דרישה בעלי הכשרה מיוחדת (Mc Dougall et al, 1992).

### אמצעים לאוטומטיים לגילוי ייחומים

**מגלה ייחומים הפועל על רגישות ללחץ (Heat mount detector).** שפופרת מפלסטיק גמיש המכיל צבע, אותה מדביקים לשער בדיוק לפני שורש הזנב. כאשר בהמה אחרת קופצת על זאת המצוידת במגלה-הייחום האמור, הלחץ המופעל על השפופרת סוחט מן הצבע כך שהרפתן יראה מרחוק שאמנם הפרה נקפצה ויתכן שהיא דרשה, או היתה בדרישה. בתנאים מסויימים קורה, שמגלה-הייחומים זה מופעל שלא באופן מלא או בשגגה. ממליצים לא להדביק על בהמות עם עור רטוב.

**סימון הזנב בגיר (Tail paint)** מיוחד לצורך זה, נמרח באותו מקום בשורש הזנב. אם הצבע נמחק על ידי פרה שקפצה על זאת הראשונה, משמש הסימן לרפתן לגלות ייחום אפשרי. שיטה זאת מקובלת בעדרים גדולים. תדירות החיוביים השגויים גדלה במזג אוויר גשום. יש צורך למרוח הצבע מחדש לאחר 2-3 ימים. העלאת סף הפיענוח של הסימן (כשמתחשבים

חסרת-אנה ביחד עם גילוי-ייחומים לקוי מהווים סיבה עיקרית לפוריות נמוכה. על כן, לשיפור בגילוי הייחומים נודעת חשיבות מכרעת בפוריות עדר-החלב. על אף הטענה ש"אין תחליף לתצפית", בתנאי שדה קשה להגיע לתצפית טובה. הרבה מאמץ מושקע בפיתוח עזרים לגילוי ייחומים. רב המתעניינים בנושא מסכימים, שהעזרים הללו ישמשו כעזרים ולא כתחליפים לתצפית. עם זאת, ככל שמתקדמים בפיתוח עזרים אלה, לעתים קרובות מזניחים את התצפיות. מסתבר, שמאמצים משולבים עשויים להגביר את היעילות של גילוי ייחומים ויש להמריץ את השימוש של תצפיות ועזרים במשולב.

בתנאים שונים, הן בניסויים מבוקרים והן בתצפיות שדה, הושגו תוצאות סותרות – בטבלה 3.9 מסוכמים הרגישות והדיוק (accuracy and sensitivity) של כמה נסיונות. רב המחקרים העוסקים בעזרים לגילוי ייחומים אינם מאפשרים חישובי סגוליות (specificity).

### רגישות, סגוליות, ערכי חיזוי חיוביים, ודיוק כללי

הרגישות (יעילות) היא שיעור הגילוי של פרות מתייחסות אשר זוהו נכון בייחומן, בעוד הדיוק הוא שיעור הגילוי הנכון של פרות

טבלה 3.8. רגישות, סגוליות, ערך ניבוי חיובי ודיוק כללי.

|                  |    | מצב ייחום אמיתי (E) |          |    |
|------------------|----|---------------------|----------|----|
|                  |    | E+                  | E-       |    |
| תוצאות בדיקה (T) | T+ | 32<br>a             | 3<br>b   | 35 |
|                  | T- | 2<br>c              | 56<br>d  | 58 |
|                  |    | b+d<br>34           | a+<br>59 | 93 |

$$\text{רגישות} = a / (a+c) = p(T+/E+) = 94.1\%$$

$$\text{סגוליות} = d / (b+d) = p(T-/E-) = 94.9\%$$

$$\text{ערך ניבוי חיובי} = a / (b+d) = p(E+T+) = 91.4\%$$

$$\text{דיוק} \times \text{רגישות} = \text{דיוק כללי} = 86.0\%$$

מאמר שלישי ואחרון בסדרה "ממשק הרביה בעדר-החלב בישראל".

לרפתנים. לרב משתמשים בפרים שעברו ניתוח (ניתוק מובילי הזרע או הטיית האבר) או בבהמות אשר טופלו בהורמונים (שוורים או פרות). לפר אחד נוהגים להקציב קבוצה של 30-40 פרות ריקות. יש סכנה אמיתית מצד בהמות תוקפניות, וגם עלות המזון והקיום שלהן די גבוהה. בהמות בטיפול הורמונלי יש להזריקן כל 2-4 שבועות. חלב מפרות מוזרקות לא ניתן לשימוש ויש להמתין תקופה ללא טיפול בטרם שחיתתן. הוספת הקשירה של מתקני-צבע לצואר השדכניות עשוי להגדיל יעילותן.

#### צילום רצוף בוידאו של העדר.

רק במקרים בהם נמחק הצבע כליל) תשפר את ערך החיזוי החיובי, אך תקטין את הרגישות. כאשר מחזיקים בהמות בקבוצות יש הרבה פיענוחים שגויים של מחיקות הצבע. התוצאות יותר טובות בפרות מאשר בעגלות.

**בהמות "שדכניות"**, (Teaser bulls, cows) הן בהמות הקופצות על פרה מתייחמת וכך מושכות את תשומת לבו של הרפתן. קשירת מתקן-מורח-צבע (Chin-Ball-marker) לצואר הבהמה "השדכנית" מסמנת את הפרות שנקפצו על ידה. בדרך כלל, ככל שהבהמה השדכנית יותר יעילה, היא גם יותר תוקפנית ומהווה סיכון

#### טבלה 3.9. רגישות וערך חיזוי חיובי של עזרים לא-אוטומטיים לגילוי ייחומים.

| השיטה                                | המקור                      | דיוק כללי (%) | דיוק (%) | רגישות מס' (%) | Standard  |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------|----------|----------------|-----------|
| פרוגסטרוגן בחלב                      | McDougall et al 1992       | 83.6          | 88.1     | 94.9           | Milk RIA* |
| תצפית עובדי משק                      |                            | 86.0          | 91.4     | 94.1           | Observers |
| תצפית פעמיים ביום + סימון בשורש הזנב | Slenning 1992              | 48.0          | 90.4     | 53.1           | P4        |
| סימון שורש הזנב בגיר                 | Elmore et al 1986          | 56.0          | 58.1     | 96.3           | P4        |
| מתקן צביעה קשור לצואר (בקר לבשר) ס"ה |                            | 68.1          | 79.7     | 85.4           | P4        |
| צביעת שורש הזנב (בשר) כל התצפיות     | Kerr & McCaughey 1984      | 60.9          | 69.1     | 88.1           | P4        |
| צביעת שורש הזנב, נמחק לגמרי          |                            | 35.7          | 100.0    | 35.7           | P4        |
| מגלה קפיצות רגיש ללחץ גיר            | Pennington & Callahan 1986 | 49.3          | 52.5     | 93.9           | P4        |
| מגלה קפיצות + גיר                    |                            | 42.2          | 44.9     | 93.9           | P4        |
| תצפית שלש פעמים ביום                 | Trial                      | 60.6          | 100.0    | 60.6           | P4        |
| מגלה קפיצות גיר                      | Pennington & Callahan 1986 |               |          | 56.6           | Table     |
| מגלה קפיצות + גיר                    |                            |               |          | 44.0           | Table     |
| תצפית שלש פעמים ביום                 | Field trial                |               |          | 63.8           | Table     |
|                                      |                            |               |          | 42.5           | Table     |
| תצפית שלש פעמים ביום                 | Stevenson & Britt 1977     | 34.7          | 68.0     | 51.0           | P4        |
| מגלה קפיצות                          |                            | 33.7          | 66.0     | 51.0           | P4        |
| עגלה מטופלת בהורמונים                |                            | 41.1          | 79.0     | 52.0           | P4        |
| תצפית בעת חליבה                      | Sawyer et al 1986          | 73.5          | 95.3     | 77.1           | P4        |
| שוורים + תצפית                       |                            | 85.1          | 96.1     | 88.6           | P4        |
| צביעת שורש הזנב + תצפית              |                            | 68.4          | 87.4     | 78.3           | P4        |

\* באמצעות איבחון Milk RIA = Radio Immune Assay.

ג) פר "שדיך" עם מתקן מסמן: \$752-692 לשנה, ללא עלות העבודה.

### שיטות אוטומטיות ומדידות מרחוק

**התנגדות חשמלית של הפרשות הנרתיק;** נמדדים השינויים בהתנגדות החשמלית של הפרשות הנרתיק. הימים הסמוכים סביב הייחום (Periestrous) מצטיינים במיום מוגבר של אברי-המין, בהשוואה לתקופה נעדרת הייחום. מיום הרקמה עומד ביחס הפוך להתנגדות החשמלית של הרקמה. דבר זה מהווה הבסיס הביולוגי לגילוי ייחומים באמצעות מעקב אחר שינויים בהתנגדות החשמלית של אברי המין. ההתנגדות החשמלית נמדדת על ידי אלקטרודות מושתלות ברקמת הבושת. שינוי כזה עשוי להצביע על התקרבות הייחום, או על בעיות במערכת המין. השיטה יקרה וחייבת להיות מבוצעת בתנאים סטריליים.

**בדיקת פרוגסטרוון בחלב** היא בדיקת ELISA המבוצעת ברפת, תוך 3-5 ימים סביב מועד הייחום. פרוגסטרוון החלב נמצא ברמה נמוכה,  $<2.5$  ננוגרם/סמ"ק. בדיקה הנערכת 3 או 4 פעמים בשבוע בחלב של פרות בודדות תאפשר איתור ייחום ומועד צפוי לביוץ. ניתן להזריע פרות במועד קבוע מראש. שיטה זאת נמצאה יעילה ביותר בגילוי פרות לא-הרות שנבדקות באופן שגרתי 20-22 יום אחרי ההזרעה.

**העזרים השונים לגילוי ייחומים ומחיריהם.** בעבודה להערכת היתרונות הכלכליים של שימוש בעזרים שונים (Hollmann et al. 1987) נאמדו העלויות ביחס לשיטות השונות:

א) מגלה קפיצות (Heat mount detector): \$0.93 כולל הדבק; נדרשות שלש דקות עבודה להדבקתו.

ב) גיר לסימון בשורש הזנב (Stick of tail paint) \$0.45, מספיק ל-50 ראש; פחת 5%, עבודה 30 שניות/ליום/לראש.

### טבלה 3.10 רגישות וערך חיזוי חיובי של עזרים אוטומטיים לגילוי ייחומים.

| השיטה                                             | המקור              | דיוק כללי (%) | דיוק (%)  | רגישות (%) | מס' Standard |
|---------------------------------------------------|--------------------|---------------|-----------|------------|--------------|
| מד-פסיעות שינוי טמפרטורה תצפית אחת ליום           | Redden et al 1993  | 80.2          | 85.0      | 94.4       | 25 P4        |
|                                                   |                    | 82.7          | 88.2      | 93.8       | 21 P4        |
|                                                   |                    | 93.3          | 100.0     | 93.3       | 26 P4        |
| מד-פסיעות תצפית 4 × ביום                          | Cohen et al 1990   | 83.5          | 92.0      | 90.8       | 274 P4       |
|                                                   |                    | 88.8          | 94.1      | 94.4       | 274 P4       |
| מד-פסיעות עד 60 יום אחרי ההמלטה תצפית פעמיים ביום | Peter & Bosu 1986  | 75.8          | 100.0     | 75.8       | 95 P4+       |
|                                                   |                    |               |           | 35.2       | 95 rectal    |
| מד-פסיעות                                         | Moore & Spahr 1991 | 11.5          | 21.0      | 54.5       | 55 P4        |
| התנגדות חשמלית בבושת תוך-נרתיקיים                 | Lehrer et al. 1992 |               | 57.0-82.0 | 65.0-82.0  |              |
| התנגדות חשמלית בבושת                              | Lewis et al 1989   | 72.8          | 80.0      | 91.0       | 116          |

P4 = פרוגסטרוון בדם.

rectal = בדיקה רקטלית.

Table = טבלאות חישוב.

השווינו כמה מדדי פוריות בקרב 19 עדרים המשתמשים במדי-פסיעה (pedometers) ל-19 עדרים ביקורת (תצפית בלבד). הזוגות הותאמו בהתאם למיקומם הגיאוגרפי (טבלה 3.12). ימי המנוחה בעדר עם מדי-פסיעות נטו להיות יותר קצרים, שיעורי חוסר-התאנה בטרם הזרעה ומחזוריים כפולים היו יותר נמוכים ומחזוריים נורמליים יותר גבוהים בעדרים עם מדי-פסיעות. לא נמצא הבדל באחוז ההתעברות.

### ניתוח כלכלי

בכדי לאמוד נכונה את העלות והתועלת שבמערכת זיהוי נתונה, הערכת יעילות המערכת

**מדי-פסיעה (Pedometers).** מספר הצעדים לשעה של פרה מתייחמת הוא כפליים עד פי ארבעה יותר גבוה מזה של פרות שאינן מתייחמות. דבר זה מהווה הבסיס הביולוגי לגילוי ייחומים באמצעות מדי-פסיעה הקשורים לרגלי הפרות. רמת הפעילות הנורמלית של הפרה מאובחנת במחשב זעיר. הגדלה יחסית בפעילות נקלטת ומסומנת בדו"ח המחשב היומי או על ידי נורת ביקורת/אזעקה. העלאת הסף (הגדלת שיעור הפעילות) עשויה להוריד את הרגישות ולהעלות את דיוקם של מדי-הפסיעות; הן עומדות ביחס הפוך האחת למשנה.

### טבלה 3.11. יחסים הפוכים בין רגישות ודיוק בהשוואה לרמת הסף של מדי-פסיעות.

| Standard | מס' | רגישות (%) | דיוק (%) | דיוק כללי (%) | המקור              |
|----------|-----|------------|----------|---------------|--------------------|
| Table    | 66  | 86.4       | 30.5     | 26.4          | Liu & Spahr 1993   |
| Table    | 66  | 74.2       | 74.7     | 55.4          | מדי-פסיעה, סף 1.5  |
| Table    | 66  | 60.6       | 91.6     | 55.5          | מדי-פסיעה, סף 1.75 |
| Table    | 66  | 57.6       |          |               | מדי-פסיעה, סף 2.0  |
|          |     |            |          |               | תצפית 4 × ביום     |

הכוללת אינה מספיקה. יש להעריך בנוסף נזקים קיימים מול החזרים אפשריים.

**הפסדים מייחומים שלא נצפו בהשוואה לחלופה נתונה.** המודלים שלנו מאפשרים את כימות ההפסדים הנובעים מאי-גילוי ייחום בשיטת גילוי ייחומים נתונה, בהשוואה לאלה של עוזרים אחרים לגילוי ייחומים. כאן מובאת דוגמה הלקוחה מעדר עם 261 פרות (טבלה 3.13).

**ניתוח כלכלי השוואתי.** מבין כל השיטות החלופיות המוצעות כיום בשוק, קרוב לודאי שלתצפית מנוהלת כדבעי רמת הדיוק הכי גבוהה. עלות העבודה הגבוהה הקשורה בתצפית ייחומים טובה גורמת לחיפוש אחר שיטות חלופיות לגילוי ייחומים. Senger (1991) מציע את הנתונים הבאים לצורך חישוב עלות העבודה הדרושה לגילוי ייחומים מבוצעת שלש פעמים ביממה במשך מחצית השעה בכל פעם (טבלה 3.14).

טבלה 3.12. מדדי פוריות; השוואה בין עדרים המשתמשים במדי-פסיעות וכאלה שאין בהם מדי-פסיעות (19 זוגות).

| המדד                        | עדר ביקורת | עדרים עם מדי-פסיעות |
|-----------------------------|------------|---------------------|
| ימי-מנוחה (ממוצע)           | 78.8       | 76.7                |
| חוסר-תאנה בטרם הזרעה        | 39.5+      | 30.8                |
| <b>אורך מחזוריים, ימים:</b> |            |                     |
| 5-17                        | 7.4        | 7.7                 |
| 18-24                       | 56.7°      | 61.5                |
| 25-36                       | 11.3       | 11.0                |
| 37-60                       | 24.6°      | 19.8                |
| <b>אחוזי התעברות</b>        |            |                     |
| מהזרעה ראשונה               | 36.1       | 35.1                |
| ס"ה                         | 35.0       | 39.5                |
| לאחרות 150 יום אחרי ההמלטה  | 31.7       | 29.5                |

\* P<0.05, P<0.1

## טבלה 3.13 אומדן היתרון הכלכלי משימוש במדי-פסיעות.

| עדר הדו"ח | <sup>1</sup> מד-פסיעות | ימיריק נוספים<br>הפרש דולר/יום |                                   |
|-----------|------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 2984      | 1749                   | $1235 \times 3 = 3705$         | <sup>א</sup> מחזוריים כפולים      |
| 2991      | 1556                   | $1435 \times 3 = 4305$         | <sup>ב</sup> חוסר-תאנה בטרם הזרעה |
| 5975      | 3305                   | $2670 \times 3 = 8010$         | ס"ה                               |

<sup>א</sup> עלות מחזוריים כפולים = שיעור מחזוריים כפולים  $\times$  מספר המחזוריים  $\times$  24 (שזאת נקודת האמצע של מחזור כפול) כפול עלות יום ריק.

<sup>ב</sup> עלות חוסר-תאנה בטרם הזרעה =  $\Sigma$  (ימים נוספים לפרה בקבוצת התחלובה  $\times$  מספר הפרות בקבוצה)  $\times$  1.5 (שזה גורם תיקון)  $\times$  עלות יום-ריק.

<sup>ג</sup> ערכי ממוצעים לחוסר-תאנה בטרם הזרעה ולמחזוריים כפולים 25% ו-15%, בהתאמה.

## טבלה 3.14 עלות העבודה בגילוי ייחומים.

| גודל העדר:  | 100   | 200   | 300   | 400   | 600   |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| זמן, ש"ע    | 1.5   | 1.5   | 1.5   | 1.8   | 2.7   |
| עלות העבודה |       |       |       |       |       |
| 8 דולר/שעה  | 43.80 | 21.90 | 14.60 | 13.14 | 13.14 |
| 10 דולר/שעה | 54.75 | 27.36 | 18.25 | 16.42 | 16.42 |
| 12 דולר/שעה | 65.70 | 32.85 | 21.90 | 19.70 | 19.70 |
| 15 דולר/שעה | 82.13 | 41.07 | 27.40 | 24.63 | 24.63 |

חמש רמות שכר, ארבעה שיעורי התעברות ממוצע מהזרעה ראשונה, ושלוש רמות של גילוי ייחומים לכל שיטת גילוי. טבלה 3.15 מביאה מידע אודות שלוש שיטות חלופיות לגילוי ייחומים עם שיעור התעברות מהזרעה ראשונה של 30% ו-60% ושיעור גילוי ייחומים ממוצע, בדולר ארה"ב/לעונה.

לשיטות מגלה-קפיצות וצביעת-הזנב עם

שיטות חלופיות שונות נותחו מבחינת ההבט הכלכלי (Holmann et al. 1987). העזרים לגילוי ייחומים אשר הושאו כללו: תצפיות פעמיים ושלוש פעמים ביום, פרים שדיכים, מגלה-קפיצות וצביעת שורש הזנב. סך כל העלויות של עבודה ותשומות אחרות נאמדו לגבי עדדים עם 120 פרות-חלב, שהיה להן שיעור התעברות מצטבר של 90% תוך השוואת

## טבלה 3.15 עלותן היחסית של שיטות שונות לגילוי ייחומים.

| יחס (FL) עבודת המשפחה: (HL) עבודה שכירה |        |                 |        |         |        |                           |
|-----------------------------------------|--------|-----------------|--------|---------|--------|---------------------------|
| 100% HL                                 |        | 50% HL : 50% FL |        | 100% FL |        |                           |
| 60% CR                                  | 30% CR | 60% CR          | 30% CR | 60% CR  | 30% CR | השיטה                     |
| 2172                                    | 2880   | 1790            | 2192   | 1408    | 1504   | פר "שדיך" פעמיים שעה ביום |
| 612                                     | 1093   | 562             | 1004   | 512     | 914    | מגלה קפיצות + פר שדיך     |
| 379                                     | 667    | 235             | 413    | 90      | 158    | צביעת זנב + פר שדיך       |
| 917                                     | 1632   | 459             | 841    | 0       | 0      | תצפית פעמיים שעה ביום     |

CR = % התעברות.

או מגלה-קפיצות בנוסף לתצפיות שגרתיות היו יותר יעילות מבחינה כלכלית, מאשר תצפיות ללא-עזרים בטווח רחב של מצבים משקיים.

### מסקנות

אפשר להסכים עם קביעתם של לרר וחוב' (1992), שמצאו:

(א) עזרים לגילוי ייחומים בדרך כלל יותר יעילים, אך לא בהכרח יותר מדויקים מתצפיות; ישנן כמה שיטות היכולות לשמש חלופות מהימנות לתצפיות. לעתים קרובות, שימושן של שיטות לא-אוטומטיות מוגבל למדי, על אף יעילותן הכלכלית, בגלל היעדר הזמן או הרצון להקדיש הזמן הדרוש לאחזקתן היומיומית.

(ב) הבדלים בתנאי ממשק הביאו לידי תוצאות סותרות שהושגו באותן שיטות.

(ג) אפשר לשפר את היעילות של גילוי ייחומים בשימוש עוקב או בריזומי של שיטות שונות תוך שמירה על יעילות כלכלית.

תצפיות תוך כדי עבודת רפת שגרתית בלבד, תמיד היו עלויות יותר צנועות, כל עוד השכר הממוצע נמצא מעל \$2.25/ש"ע. על מנת להפוך את מגליה-קפיצות תחרותיים, דרושה עליה של לפחות 10% בשיעור הגילויים בהשוואה לשיטה של צביעת הזנב. תצפיות ללא עזרים פעמיים ביום היו יותר זולות מאשר השימוש במגלה-קפיצות במצבים, שלעבודה לא נמצאו ביקושים חלופיים רבים וכל עוד העבודה עלתה פחות מ-\$2.25/ש"ע. בדרך כלל, שיטות אלה עלו פחות ממחצית העלות של פרים שדיכים וסינכרון ייחומים עם פרוסטגלנדין (PG).

המחברים סיכמו: (א) השיטה הטובה ביותר מבחינה כלכלית היתה תצפיות ללא-עזרים, הן לגבי אחוז ההתעברות והן לגבי גילוי ייחומים, כאשר שנייה העלות תלויים במחיר החלופה של העבודה. תצפיות של פעמיים או שלש פעמים ביום היו הכי זולות במצב של כ-עבודה הנמצא בלי ביקוש לתעסוקה אחרת. (ב) נקודת-האיזון של עלות העבודה מרמזת, ששיטות צביעת-זנב

### ספרות

- Cohen, T., Eisenberg, M., Amir, M., Elam, M., & Aizinbud, E., Estrus detection in dairy cows by a computerized system of using pedometry and milk recording. 1990. Hassadeh Q., 1:21-23.
- Elmore, R.G., Adenibigle, A.A., & Gaverick, H.A., The use of heat detection aids in estrus synchronization programs. 1986. Tierio 26:239-244.
- Holmann, F.J., Blake, R.W., & Shumway, C.R., Economic evaluation of fourteen methods of estrus detection. 1987. J Dairy Sci 70:186-194.
- Kerr, O.M. & McCaughey W.J., Tailpainting techniques as an aid to oestrus detection in cattle. 1984. Vet Rec 114:605-607.
- Lehrer, A.R., Lewis, G.S., & Aizinbud, E., Oestrus detection in cattle: recent developments. 1992. Anim Reprod Sci 28:355-361.
- Lewis, G.S., Aizinbud, E., & Lehrer, A.R., Changes in electrical resistance of vulvular tissue in Holstein cows during ovarian cycles and after treatment with prostaglandin F<sub>2α</sub>. 1989. Anim Reprod Sci 18:183-197.
- Liu X. & Spahr S. L., Automated electronic activity measurement for detection of estrus in dairy cattle. 1993. J Dairy Sci 76:2906-2912.
- McDougall, S., & Hampson, A., Efficacy of detection of oestrus in a dairy herd. 1992. Aust Vet J 69:96-98.
- Moore, A.S., & Spahr, S.L., Activity monitoring and an enzyme immunoassay for milk progesterone to aid in the detection of estrus. 1991. J Dairy Sci 74:3857-3862.

(המשך רשימת ספרות בעמ' 30)