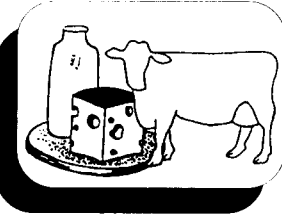


# שוק ושיווק



## חומציות החלב כמדד לסיווג החלב

עזרא שושני<sup>1</sup>, עובדיה גמיל<sup>2</sup>

<sup>1</sup>האגף למיכון וטכנולוגיה; <sup>2</sup>המחלקה לבקר שרות הדרכה ומקצוע, משרד החקלאות

### הקדמה

מועצת החלב ביקשה לערוך תצפית ולבחון מספר הבטים הקשורים בבדיקת חמיצות החלב. סקר ספרות בנושא זה פורסם על ידינו בעבר ב"במשק הבקר והחלב" מס' 270. לכן הוא לא יובא בגוף עבודה זאת והקורא המעוניין להעמיק את ידיעותיו בנושא זה יוכל לפנות אל הרשימה הנ"ל.

מטרות העבודה שהוזמנה על ידי ועדת המעקב שבמסגרת מועצת החלב, היו:

1. האם השיטה מהימנה?
2. מה המתאם בין ספירת חיידקים כללית, pH, לבין מבחן SH?
3. האם לתכולת חלבון בחלב יש קשר לדרגת החמיצות (SH) שלו?
4. האם קיימת שונות בין המחלבות בתוצאות החומציות?

לפני ביצוע תצפית השדה נבחן הקשר שבין רמת החלבון בחלב לבין דרגת החמיצות באמצעות ניתוח סטטיסטי של מאגר הנתונים המצוי כיום בידי ההתאחדות על ידי אפרים עזרא על נתונים משנת 1997. מספר הנתונים שנבדק היה 1046, ומספר החודשים שנבחנו היה 9. תחום ערכי החמיצות היה בין 5.8 לבין 6.2. ההבדל בין המשקים היה מובהק, כך גם החודשים נבדלו באופן מובהק, והשפעת החלבון היתה אף היא מובהקת ( $p < 0.01$ ).

נוסחת הרגרסיה שחושבה היא:

$$\text{Acidity(SH)} = 5.35 \pm 0.17 \times \text{protein}$$

ברור שאכן יש קשר חד-משמעי בין אחוז החלבון לבין דרגת החמיצות. אמנם, במסגרת

ניתוח זה חסרים ערכי חמיצות (SH) הגבוהים מ-6.2, אך במקרה זה אפשרית אקסטרפולציה שכן מקדמי הרגרסיה (a ו-b) היו מובהקים ( $P < 0.01$ ).

הנתונים שנאגרו מתצפית השדה ואשר תפורט להלן איפשרו לבחון סוגיה זאת פעם נוספת.

**שלב א':** מהימנות השיטה נבדקה באמצעות בדיקת השונות בין חזרות של אותה דוגמה, אשר נבחנו על ידי אותו מכשיר. לשם כך נדגמו 11 משקים (שישה משקים נבדקו במחלבת תל-יוסף וחמישה משקים במחלבת רחובות) כאשר מכל דגימת משק נבחנו 5–6 תת-דגימות (בנפח של 200 סמ"ק כ"א). כל תת-הדגימות נבחנו לדרגת חמיצות במכשיר טיטור אוטומטי אחד בלבד בכל מחלבה.

דוגמאות החלב מכל משק נלקחו מחלקו העליון של מיכל החלב באמצעות החדרת מוט מנירוסטה עם כוסית בקצהו. החלב רוכז בכלי איסוף של 1.5 ליטר, עורבב היטב ולאחר מכן פוצל לכוסיות אשר מוספרו בסדר אקראי. דגימות החלב נשמרו בצידנית מקוררת באמצעות פיתית קרח עד להגעתם אל המחלבה. חמיצות החלב (SH) נבדקה בכל הדגימות כאשר בחלקן גם נבחנה ספירת החיידקים. נתוני ספירות החיידקים הללו צורפו לבדיקות משלב ב' לשם בחינת המתאם בין דרגות חמיצות לספירות חיידקים.

**שלב ב':** בשלב זה נבחנו ההבטים האחרים

**גבעת יואב:** שטורך קובה, אהרונוב אהוד.  
**אמץ:** סהר יורם, אוון ויקטור, לוי מנחם.  
**חגלה:** אופיר ישי, זאב בן-זאב.

### תוצאות

#### שלב א' – מהימנות הבדיקה

כל המדדים נבחנו להתפלגות נורמלית. הנתונים נבחנו בתכנת GLM של SAS. המודל שנבחר היה מודל קינון (מודל 1). המשתנים היו מחלבה, ומשק בתוך מחלבה כאשר תוצאות בדיקת החמיצות של תתי-הדגימות שימשו כחזרות בתוך משקים.

#### מודל 1

$$Y_{ijk} = A_i + B_j(A_i) + e_{ijk}$$

כאשר:  $Y_{ijk}$  = דרגת חמיצות

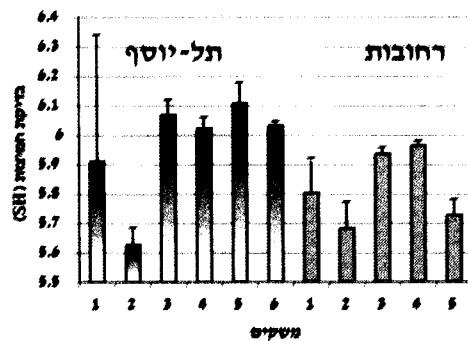
$A_i$  = הבדל בין מחלבות

$B_j(A_i)$  = הבדל בין משקים

$e_{ijk}$  = שגיאה אקראית בין דגימות

הממצאים מראים שהגורמים המשתתפים במודל זה מסבירים כ-66% משונות דרגת החמיצות. בין המחלבות היה הבדל מובהק, וכך בין משקים בתוך מחלבה ( $P < 0.0001$ ). **ההבדלים בין דגימות של אותו משק לא היו מובהקים** ( $P < 0.1799$ ). ניתן לראות זאת גם לפי סטית התקן בתרשים 1.

#### תרשים 1



#### שלב ב'

במודל של SAS GLM נבחן ההבדל בין מחלבות. המודל שנבחר היה אף הוא מודל קינון (מודל 2). המשתנים היו: תאריך, משק בתוך

כפי שמפורטים לעיל. התצפית המבוקרת בוצעה ב-40 משקים (קיבוציים ומושביים) שנבחרו מרשומות של דרגת חמיצות, ספירת חידקים וספירת תאים סומטיים מתוך מאגר הנתונים של ההתאחדות. המשקים שנבחרו לצורך הניסוי היו משני קצוות הרשומות. כל משק נדגם פעמיים (סה"כ: 300 דגימות, 20 דגימות לא נבחנו בשל תקלה טכנית באחת המחלבות).

דגימות החלב נלקחו במתכונת שהוזכרה לעיל. כל דגימת-משק פוצלה לשלש (בדרום) או ארבע (בצפון) תתי-דגימות (כל תתי-דגימה כ-200 סמ"ק). כל תתי-דגימה הועברה למחלבה שונה (לשם בחינת ההבדלים בין מחלבות) ונבדקו המדדים הבאים:

1. דרגת חומציות חלב – SH.
  2. pH בחלק מן הדגימות.
  3. ספירת חידקים כללית (Standard Plate Count).
  4. ספירת תאים סומטיים.
  5. שיעור החלבון.
- דגימות נלקחו ממשקים שיתופיים ומשקים מושביים מכל רחבי הארץ.

**דרום – משקים שיתופיים:** ניר-גלים, יבנה, חפץ חיים, רבדים, כפר מנחם, כנות, קבוצת שילר, ראש צורים, מגדל עוז, מבוא חורון.

#### דרום – משקים משפחתיים:

**ניר בנים:** ברסקי יהושע, מיינרט, סטרשנוב.

**אורות:** צבי מרקס.

**באר-טובה:** מחלבה מרכזית 2x.

**כפר ורבורג:** איש רם, פרידמן בנימין.

**עזריקם:** בוקובה פליקס, טהר שמעון.

#### צפון ומרכז – משקים שיתופיים:

אלוני הבשן, מעלה גמלא, רפת הגולן, כפר חרוב, מירב, מעלה גלבווע, יפעת, גבעת חיים מאוחד, גבעת חיים איחוד.

#### צפון ומרכז – משקים משפחתיים:

**אבני איתן:** בן דוד אביב, עסיס נחמיה.

**נאות גולן:** בן מאיר דוד, מסה יובל.

טבלה 1. תוצאות דרגת חמיצות (ממוצעים מתוקנים ± שגיאת תקן) של מחלבות בצפון.

מחלבה	ממוצע מתוקן	שגיאת תקן
חיפה	5.83	0.025
שטראוס	6.05	0.030
תל-אביב	5.73	0.025
תל-יוסף	5.77	0.025

**דרום:** התוצאות במודל זה דומות לאלה שהוצגו לעיל. הגורמים המשתתפים במודל הסבירו כ-80% משונות דרגת החמיצות. בין תאריכים היה הבדל מובהק בדרגת החמיצות, וכך בין משקים בכל מועד בדיקה ( $P < 0.0001$ ). אף כאן גורם "מחלבה" במודל מראה שיש הבדל מובהק בין מחלבות ( $P < 0.0001$ ). דרגת חמיצות החלב במחלבת "טרה" היתה גבוהה באופן מובהק מאלה של "רחובות" ו"טנא" ( $P < 0.001$ ), ובין "רחובות" ל"טנא" ההבדל היה גבולי ( $P < 0.09$ ). הממוצעים המופיעים להלן הינם ממוצעים מתוקנים (טבלה 2).

טבלה 2. תוצאות דרגת חמיצות (ממוצעים מתוקנים ± שגיאת תקן) של מחלבות בדרום.

מחלבה	ממוצע מתוקן	שגיאת תקן
רחובות	5.83	0.034
טרה	6.21	0.061
טנא	5.76	0.034

השונות בין מחלבות מוצאת את ביטוייה גם

בתרשים 2.

**הקשר בין דרגות SH לספירות חידקים**

קשר זה נבחן באמצעות מבחן קורלציה בין דרגת SH לבין מספר החידקים שהומר ללוג ובין מספר החידקים הגולמי. קובץ הנתונים כלל כ-150 זוגות נתונים.

מקדם הקורלציה היה נמוך בין דרגת SH לבין מספר חידקים מומר ללוג (-0.10), ובין דרגת SH לבין מספר חידקים גולמי (-0.17),

תאריך ומחלבות שימשו כחזרות בתוך משקים.

**2. מודל**

$$Y_{ijk} = A_i + B_j(A_i) + e_{ijk}$$

כאשר:  $Y_{ijk}$  = דרגת חמיצות

$A_i$  = תאריך הבדיקה

$B_j(A_i)$  = משקים שנדגמו בכל תאריך

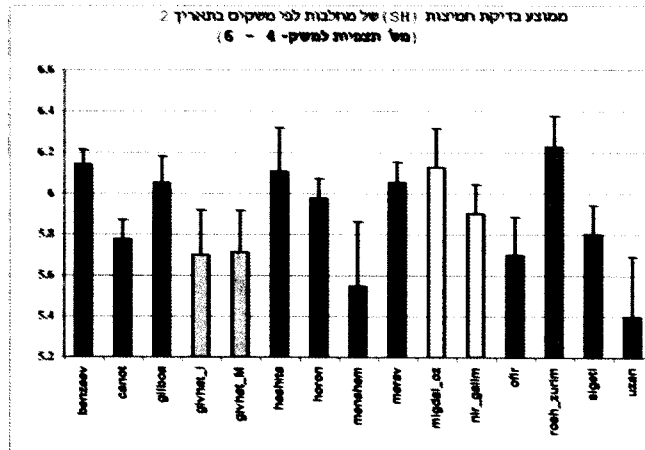
$e_{ijk}$  = שגיאה אקראית בין מחלבות

מודל זה הורץ בנפרד לאזור הצפון ולאזור הדרום וזאת בשל מבנה נתונים שונה.

**צפון:** הגורמים המשתתפים במודל זה הסבירו כ-81% משונות דרגת החמיצות. בין תאריכים היה הבדל מובהק בדרגת החמיצות, וכך בין משקים בכל מועד בדיקה ( $P < 0.0001$ ). כאמור, מטרת המודל היתה לבחון, האם קיימים הבדלים בין דגימות מאותו משק שהועברו למחלבות שונות: נמצא הבדל מובהק.

בין מחלבות ( $P < 0.0001$ ). בין מחלבת "שטראוס" לבין שאר מחלבות תנובה (כל אחת בנפרד) היה הבדל מובהק ( $P < 0.0001$ , טבלה 1). כאשר נבחן ההבדל בין מחלבות "תנובה" בלבד לא חלו שינויים בממוצעים המתוקנים המופיעים בטבלה 1. בין מחלבות תנובה בלבד נמצא הבדל מובהק בין "חיפה" ל"תל-אביב" ( $P < 0.001$ ) וכן הבדל גבולי בין "חיפה" ל"תל-יוסף" ( $P < 0.09$ ). לא נמצא הבדל מובהק בין "תל-אביב" ל"תל-יוסף".

**2. תרשים**



1,000,000 מושבות/מ"ל; חמיצות (SH) בין 4.64 ל-6.6. מכיוון שמקדם הקורלציה קרוב ל-0 ניתן לאמר, **שכל קשר בין מספר חידקים לדרגת חמיצות בתחומים הנ"ל הוא מקרי בהחלט**. ממצאים אלה תואמים לממצאים של עבודה שהוזכרה במאמר קודם. עם זאת, כיוון שבניסוי זה לא נתקלנו בספירות חידקים הגבוהות מעל ל- $10^6$  חידקים/מ"ל, יש לבחון האם לספירות חידקים גבוהות מסף זה ימצא מתאם לדרגות החמיצות. לחילופין, יש לבחון את המתאם בין חמיצות לספירת חידקים השונה מהנהוג עד כה ואשר תייצג נכונה מערכות חליבה "לא נקיות".

מתאם שלילי של 0.5 בין דרגת חמיצות SH ל- $pH$ , ועם מקדם הסבר גבוה יחסית ( $r^2=0.35$ ) מראה על קשר הרבה יותר חזק בין דרגת חמיצות SH ל- $pH$  מאשר למספר חידקים, אך קשר זה אינו יכול להיות מוסבר במתאם בין  $pH$  לבין מספר חידקים, שכן מקדם המתאם בין  $pH$  לספירת חידקים נטה ל-0 ( $r=0.02$ ). מכאן ניתן להסיק, ששני מדדים אלה – מדד חמיצות (SH) ומדד  $pH$  – אינם מייצגים נכונה את מצבו הבקטריאלי של החלב בתחומים הנ"ל. הקשר החזק ביניהם מעיד על השפעה משותפת של גורמים שונים.

אחוז החלבון בחלב אמנם משפיע על דרגת החמיצות. אך מידת השפעתו קטנה בהרבה מזאת שדווח עליה בעבודות אחרות: תוספת של 1% חלבון תעלה את דרגת החמיצות ב-0.17–0.18 ולכן, אין בידינו כעת כל הוכחה לטענה שחלב בעל תכולת חלבון נורמטיביות (3%–4%), תחום הכולל בתוכו תכולת חלבון של חלב מבכירות ופרות כשבוע לאחר ההמלטה) ישפיע על דרגת החמיצות של החלב במידה כזאת שיוטל עליו קנס. יש לבחון סיבות אחרות לקשר אפשרי בין גיל הפרה לדרגת חמיצות, אם בכלל.

### סיכום

מבחן דרגת החמיצות של החלב (SH) אינו יכול לייצג את איכותו הבקטריאלי של החלב על פי ספירות החידקים המקובלות, לפחות

( $P<0.02$ ). שימוש במבחנים רגישים יותר הוריד את המקדם קרוב ל-0. חוסר ההתאמה בין שני מדדים אלה בא לידי ביטוי בתרשים הבא. נסיונות נוספים למצוא קשר כלשהו בין שני מדדים אלה (קו ישר, פולינומי בדרגות חזקה שונות) הצביעו על קשר חלש ביותר.

### הקשר בין דרגות SH לדרגות pH

מדד SH נמצא במתאם הפוך למדד  $pH$ ;  $r=-0.589$ ,  $P<0.0001$ . הקשר ליניארי בין שני מדדים אלה מופיע בתרשים הבא (תרשים 2):  
נוסחת הרגרסיה ( $R^2=0.35$ ):  
 $pH=7.35-0.099XSH$

### הקשר בין אחוז חלבון בחלב לדרגות SH

קשר ליניארי דומה לזה שהובחן בנייתוח הנתונים על ידי אפרים עזרא נמצא גם בעבודה זאת.

$$\text{Acidity(SH)}=5.27\pm 0.189X\% \text{ protein}$$

### מסקנות

מהימנות הבדיקה נבחנה באמצעות בחינת דרגות SH בדגימות חלב שהוכנסו לשתי מחלבות. הממצאים מלמדים שרמת ההדירות (חזרתיות) בין דגימות היא גבוהה (אין הבדל מובהק בין דגימות), ומכאן: מכשיר בדיקת החמיצות הוא מהימן.

שונות בין מחלבות הובחנה לדגימות מאותו משק. שונות זאת נובעת קרוב לודאי מכיול שונה או מתנאים שונים בין מעבדות. גודל הסטייה בתוך משק היה בדרך כלל קטן מיחידת SH אחת מלבד שני מקרים (עד 90% מצטבר בין המשקים גודל הסטייה בדרגת SH היה קטן או שווה ל-0.760). מכאן ניתן לאמר, שעל אף קיום הבדלים בין מחלבות, הסטיות אינן מעבר ליחידה אחת של SH.

אם מבחן SH מתבסס על הצטברות חומצה לקטית עם העליה במספר החידקים, תוצאות הבדיקה המתוארות לעיל טופחות על פני אלה הטוענים לכך – נמצא קשר חלש ביותר בין דרגת חמיצות לבין מספר החידקים בתחומי הבדיקות הבאים: ספירות חידקים בין 1000 ל-

דרגת SH (ממוצע  $0.27+0.35$ ), שיעור המשקים בהם היתה חריגה מעל דרגת SH אחת ועד  $1.64$  –  $5\%$ .

דו"ח זה הונח על שולחנה של ועדת המעקב של מועצת החלב.

ברצוננו להודות לכל אלה אשר תרמו את חלקם לעבודה זאת: הצוות שמונה ע"י ועדת המעקב, בעלי הרפתות, טכנולוגים, מנהלים ועובדי המעבדות ואחרים.

4  
2

בתחומי דרגות ה-SH כפי שנבדקו בעבודה זאת ( $4.64-6.6$ ). יש יסוד להניח, שגם בדרגות SH גבוהות יותר המתאם יהיה חלש (על סמך אי היכולת לאתר קשר כלשהו שיחזק את הזיקה בין שני מדדים אלה וכן על סמך חוסר ההתאמה בין שני המדדים הללו גם בתנאי השטח). יתכן שמבחן אחר לספירת חידקים יניב מתאם טוב יותר לדרגת החמיצות (SH). מכשירי הטיטור האוטומטיים מאופיינים בהדירות גבוהה. יש הבדל בין מחלבות בבדיקת חמיצות. עם זאת, הבדלים אלה נעים בד"כ בפחות מ- $0.760$

