

אפיון חלב צאן, עזים וכשים במיכל החלב והקשרו באיכות החלב ומוצריו

קוד מחקר: [14-0287-845](#)

דוח מסכם

דר. גבריאל לייטנר – החטיבה לבקטריוולוגיה -מחלות עטין, המכון הווטרינרי ע"ש קמרון.
דר. יניב לבון – התאחדות מגדלי בקר

leitnerg@moag.gov.il

Leitner, G., Lavon, L., Matzrafi, Z., Banun^c, O., Bezman, D., Merin, U. (2015). Somatic cell counts, chemical composition and coagulation properties of goat and sheep bulk tank milk IDJ 17.11.2015

Abstract

This study focused on the need for bulk milk tank somatic cell count (BMTSCC) thresholds and cut-off levels indicating a decrease in milk quality that consequently influences product quantity and quality. First, 226 ewes and 231 goat bulk tank milk samples were collected from different Israeli herds and coagulation properties were determined. Second, soft cheese was produced. No correlation of coagulation properties was found with BMTSCC for sheep milk up to 3264×10^3 and goat milk up to 6452×10^3 cells mL^{-1} . Coagulation properties of goat milk with cell count higher than the latter resulted in a significant decrease in curd firmness. For breeds and management system in Israel, 2500×10^3 cells mL^{-1} is suggested as the cut-off level for sheep and 3500×10^3 cell mL^{-1} for goats. The cell count cut-off level and milk price according to BMTSCC should be tested and then determined for every breed and management and final dairy product.

תקציר

איכות החלב מושפעת ממספר גורמים, הן בזמן ייצור וסנתוז החלב והן בזמן הובלתו למחלבה ואחסונו. עליה בסת"ס בפרה, קשורה ישירות לנגיעות תוך עטינית, אך אינה הגורם העיקרי לאיכות חלב נמוכה (הגורם העיקרי הוא החיידק והפרשת האנזימים ממנו). התעשייה מתייחסת לאיכות חלב המיכל, שהינו חלב ממוצע של כלל הפרות הנחלבות. קיים קשר בין סת"ס במיכל ואיכות החלב, אך בחלב בקר, קשר זה מתעמעם ברמת סת"ס מתחת ל-300,000 תאים/מ"ל (Leitner, G., Silanikove, N., Jacobi, S.,) (Weisblit, L., Bernstein, S. and Merin, U. 2008). חשוב לציין, כי המחלבות אינן מפרידות חלב עם סת"ס נמוך (חלב מעולה) או חלב עם סת"ס גבוה מעל ל-300,000 תאים/מ"ל לייצור מוצרים שונים וכל החלב מעורבב במחלבה ל"חלב אחיד". במחקר הנוכחי, נבדק הקשר בין רמות הסת"ס במיכלי חלב, עיזים וכבשים בפיזור ארצי ותכונות התגבנותו במכשיר אופטיגרף וכן במשקל גבינה בת 24 שעות. דוגמאות חלב נאספו בשתי תקופות: אוקטובר-דצמבר ופברואר-אפריל, במעבדה המרכזית בקיסריה לקביעת הרכב החלב והסת"ס. בשלב הראשון נבחנו 226 מכלי כבשים ו-231 מכלי עיזים. בשלב השני נדגמו 6 מכלי כבשים ו-8 מכלי עיזים עם רמות סת"ס שונות ונבחן משקל הגבינה המתקבל לאחר 24 שעות. לא נמצא מתאם בין רמות התאים הסומאטיים במיכל עד רמות של $3264 \times 10^3 \text{ cell mL}^{-1}$ בעיזים או $6452 \times 10^3 \text{ cell mL}^{-1}$ בכבשים ובין חוזק הגבן או משקל הגבינה. שתי הקבוצות הגבוהות (הרבעון העליון) בכל מין חולקו לשניים. בכבשים למרות החלוקה לא נמצא הבדל בחוזק הגבן. לעומת זאת בעיזים, בחלוקה המשנית של הסת"ס חלה ירדה בחוזק הגבן בחלב מכלים עם רמות סת"ס $< 3000 \times 10^3$. תוצאות המחקר מציעות לקבל חלב כבשים במחלבה עד לערך של $2500 \times 10^3 \text{ cell mL}^{-1}$ ועיזים עד $3500 \times 10^3 \text{ cell mL}^{-1}$. לגבי ספים של חלב לתשלום מופחת או תוספתי על פי סת"ס ו/או חלבון יש לבצע ניסויים נוספים על ידי המחלבות.

מבוא

איכות חלב לתעשייה, תלויה במקור החלב, בכמות רכיביו (בעיקר שומן וחלבון) ומשך אחסון החלב עד לעיבודו למוצר במחלבה. ברמת הפרה או ברמת רבע העטין, נמצא קשר שלילי בין נגיעות חיידקית לבין כמות החלב ואיכותו (Leitner, G., Silanikove, N., Jacobi, S., Weisblit, L.,) (Bernstein, S. and Merin, U. 2008). כתוצאה מהתגובה הדלקתית, חלה ירידה ברמות החלבון ומתוכו הקזאין, נגרמים שינויים בהרכב השומן, קיימת ירידה ברמת הלקטוז ועלייה בריכוז יונים מתכתיים (נתרן ואשלגן) בחלב. כמו כן, חלה עליה בסת"ס. נתונים אלו כמכלול, קשורים ישירות לירידה בתפוקת גבינות קשות, ירידה באיכות תוצרת מוחמצת ולירידה באורך חיי המדף של חלב שתייה לאחר הפסטור (Leitner, G., Krifucks, O., Merin, U., Lavi, Y., & Silanikove, N. 2006); מדידת נתונים אלו, מבוססת על מתאם מוכח בין רכיבי החלב ומבחן הגבנת החלב במכשיר "אופטיגרף" (Leitner, G., Silanikove, N., Jacobi,)

(S., Weisblit, L., Bernstein, S. and Merin, U. 2008) בעבור חלב המיועד לייצור גבינות קשות. חלבון ושומן, נמצאו כמשפיעים העיקריים על זמן ההגבנה וחוזק הגבן. מכאן שהכנסת כלל המדדים הנמדדים בחלב: שומן, חלבון, לקטוז, אוריאה, נתוני המשק וכן נתוני אחסון החלב עד הגעתו למדידה כמשתנים תלויים, יאפשר לחשב את תלות ההגבנה בסת"ס. מעל לעשור שנים, קיימת מערכת להיטיב את איכות חלב הפרות והצאן ובהמשך את מוצריו. מערכת זו, שמה לה למטרה להקטין את כמות החלב המגיעה מפרות, עיזים וכבשים שאינן תואמות את חוק החלב (1. תקנון איכות חלב פרה 2013, סעיף 11, 2. תקנון איכות חלב צאן 2014, סעיף 12). מערכת זו מסתמכת על העובדה הפיסיולוגית של העטין, בו מספר התאים הלבנים ובגינם סת"ס (ספירת תאים סומאטיים), עולה בעיקר כאשר בלוטת עטין נגועה בחיידק וכן, כי מדידת הסת"ס קלה וזולה. דוגמא להצלחת מערכת זו בארץ וכן בארצות אחרות, מתבטאת בהורדת הסת"ס במיכל חלב פרות, לממוצע של כ-200,000 תאים/מ"ל ולתנודתיות של 100,000 עד 400,000 בארץ. הישגים אלו, נמצאים בישראל בחמש השנים האחרונות. ירידה ושמירה על סת"ס ברמות אלו, יקרה למשק. במימון מועצת החלב, נערך מחקר שבחן האם קיים מתאם בין הסת"ס ואיכות החלב (חלב בקר). הממצאים הראו כי לא נמצא מתאם ברמות של 200,000-300,000 תאים/מ"ל (Leitner, G., Silanikove, N., Jacobi, S., Weisblit, L., Bernstein, S. and Merin, U.) (2008). תוצאות אלו, קשורות לשונות הגדולה במקור החלב אל המיכל (כלל הפרות הנחלבות), הן ביחס לנגיעות תוך עטינית והן לשונות בהרכב החלב. המחקר הנוכחי, שם למטרה לבחון בתנאי הארץ, את הקשר הכולל של הרכב החלב לרבות סת"ס במיכל, של עיזים וכבשים, על איכות חלב המגיע לתעשייה ועל המוצרים המיוצרים ממנו.

הגדרת תאים סומאטיים בחלב, מתייחסת לכלל התאים הנמצאים בחלב בכל זמן נתון. קבוצה זו מכילה תאי אפיתל הנושרים מרקמת העטין, תאי מערכת החיסון, תאי דם לבנים המגיעים מזרם הדם לרקמת העטין ולחלב. תאי הדם הלבנים, כוללים את חמשת סוגי התאים הלבנים ובעיקר מקרופאגים, לימפוציטים ונאוטרופילים. נוכחות תאים אלו בחלב, הנה מצב פיזיולוגי והם מהווים מרכיב טבעי בתרחיף החלב. מספר התאים והיחס ביניהם, תלוי בגנטיקה של בעל החיים, זמן בתחלובה, עומס ביולוגי ופיסיקלי (סטרס) כגון עקת חום, מצב בריאותי, טמפרטורות גבוהות וכו'. לתאי מערכת החיסון בעטין ללא נגיעות מיקרוביאלית, חשיבות מרבית בהגנה הראשונית על הרקמה בפני חיידקים, גיוס תאים מזרם הדם במידת הצורך וכן בניקוי רקמת העטין מתאים מתים (שמירת חיוניות הרקמה). במצבים בהם החיידק מצליח לחדור לעטין, מגויסים תאי מערכת החיסון מזרם הדם לעטין ולחלב וכתוצאה מכך, עולה מספר התאים הכללי בחלב ויחסם בו משתנה. במצבים של דלקת עטין אקוטי-קלינית, מספר התאים עולה משמעותית. חשוב לציין, כי קיימת הפרדה אנטומית או פיסיולוגית בין בלוטות החלב בעטין, כך שברוב המקרים של דלקת כרונית, מספר התאים בבלוטות חלב ללא נגיעות בחיידק, נשאר נמוך ורק בבלוטה הנגועה מספרם עולה. כפועל יוצא מכך, סת"ס ברמת החיה, הכולל את כל העטין, נמוך מזה הנמצא בחלק הנגוע או להיפך, מספרם ברמת הפרט גבוה למרות ששלושת הרבעים/חצי (פרה/צאן) האחרים "נקיים" לחלוטין מנגיעות תוך עטינית.

בלוטת חלב הכבשה, הינה מארוקרינית בדומה לזו של הפרה. בשונה מפרות, כבשים ידועות כרגישות יותר לנגיעות תוך עטינית וגם זיהום קל יחסית, יגרום לרוב לתגובה חריפה יותר בהשוואה לחיות משק אחרות ותתבטא בין השאר בעליה בסת"ס. עבודות רבות פורסמו בנושא הנדון ומוסכם כי ברוב הכבשים, במשך רוב התחלובה (פרט לימים הראשונים לאחר ההמלטה והתקופה לפני כניסה ליובש עם תנובה נמוכה), מספרם הכללי של התאים הסומאטיים עומד עד לערך של כ-300,000 תאים למ"ל חלב ומכיל כ-50% תאי אפיתל. בעיזים, המערכת הפיסיולוגית שונה וכתוצאה מכך, בחלק גדול של העיזים, ללא קשר לנגיעות תוך עטינית, חלה עליה בסת"ס לרמות של מיליוני תאים בעיקר במחצית השנייה של התחלובה וזמן הכנסת התיישים לעדר. בלוטת החלב של העז, הינה אפוקרינית (Apocrine) כלומר, החלב מופרש עם חלק מרכיבי התא. עובדה פיזיולוגית זו, בעלת חשיבות רבה כאשר אנו בוחנים את רמות הסת"ס בעיזים. רמות גבוהות מהמקובל בענף הבקר, אינן מעידות בהכרח על חלב פחות איכותי או נגוע בפתוגנים מזיקים.

מטרת המחקר: בחינה בתנאי הארץ, את הקשר הכולל של הרכב החלב לרבות סת"ס במיכל ומקורו בכבשים ובעיזים, על איכות החלב המגיע לתעשייה.

השאלות הספציפיות שהמחקר שאל:

1. כמה משמעותית השפעתם של התאים הסומאטיים על איכות החלב ומוצריו?
2. מיהם מרכיבי החלב התורמים יותר לחוזק הגבן וזמן ההתגבנות?
3. האם ממשק פרס/קנס המונהג בענף הבקר כיום ומתבסס בעיקרו על רמות סת"ס מוצדק?
4. האם ענף הצאן צריך להתחקות אחר ענף הבקר במדיניות פרס/קנס?

השערת המחקר

הנחת העבודה המרכזית של עבודה המחקר הייתה: נגיעות תוך עטינית, הבאה לידי ביטוי ברמות שונות של סת"ס במיכל החלב, משפיעה על איכות החלב לתעשייה ופוגעת באיכותו הסופית של המוצר. בנוסף, השפעת הרמות השונות, שונה בין כבשים ועיזים וכן בעיזים קיימת תלות בשלב התחלובה של העדר.

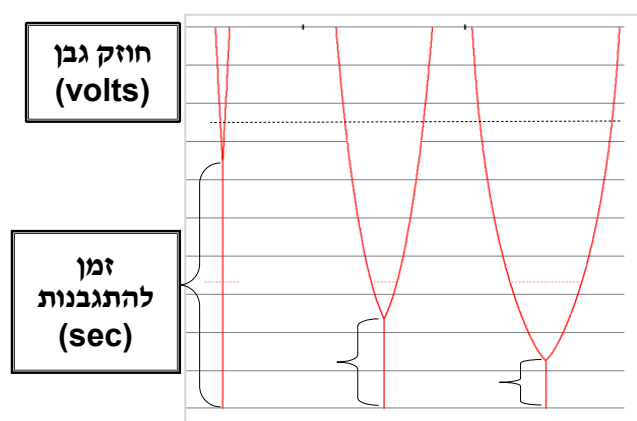
שיטות וחומרים

המחקר תוכנן לשניים. חלב למחקר נאסף ישירות ממכלי חלב או מדוגמאות חלב המכלים שנתקבלו באופן שוטף במעבדה המרכזית לחלב של "התאחדות מגדלי הבקר" בקיסריה לאחר קביעת רכיבי החלב וסת"ס. אחת לשבוע, בשתי תקופות: 1. אוקטובר-דצמבר, 2. פברואר-אפריל. הדוגמאות שנלקחו, הועברו בקירור מהמעבדה לחלב אל מכון וולקני לשם קביעת זמן ההתגבנות וחוזק הגבן. דוגמאות חלב שנלקחו ישירות מהמיכל נלקחו בתקופה השנייה.

במשך המחקר נאספו 30-40 דוגמאות של כבשים ועיזים בכל שבוע דיגום. הדוגמאות לא נבחרו, אלא נלקחו כל הדוגמאות שהיו באותו היום. במשך המחקר, נלקחו 231 דוגמאות חלב עיזים ו-226 דוגמאות

חלב כבשים בפיזור ארצי. טווח הסת"ס במיכלים עמד על 165-6452 אלף תאים/מ"ל בעיזים ו-237-3264 אלף תאים/מ"ל בכבשים. עדרי עיזים מורכבים מגזעים שונים, הידועים בהרכבי חלב שונים אך המחקר התמקד במיכל החלב כמכלול החלב המגיע מעדר העיזים ולכן הניתוחים אינם כוללים את גורם הגזע.

תכונות התגבנות החלב: זמן לתחילת ההתגבנות וחוזק הגבן לאחר 60 דקות מזמן הוספת האזנים, נבחנה במעבדה לחלב, וולקני במכשיר (Optigraph (Ysebaert, Frepillon, France). איור 1 מציג סכמה למדידת שתי התכונות בחלב ממקור שונה.



איור 1 : דוגמא לגרף המתקבל מהפעלת האופטיגרף על דגימות חלב שונות

חלב שנלקח ישירות מהמכלים: 6 עיזים ו-8 כבשים, נבחן בנוסף למדדים הרשומים מעלה, לתפוקת גבינה בת 24 שעות. יצור הגבינה מפורט במאמר באנגלית ובוצע במעבדה ב"אפמיילק", אפיקים.

ניתוח סטטיסטי

בשלב הראשון בוצע ניתוח מתאם בין נתוני ההתגבנות שהתקבלו באופטיגרף וסת"ס בחלב המכלים. SAS Proc Corr (SAS Institute Inc., 2009 Version 9.2, Cary, NC, USA). ניתוח דומה בוצע לגבי הרכבי החלב השונים. נתוני הגבינה נבחנו באותו המודל כאשר בנוסף למדדים המוזכרים הוספו נתוני משקל הגבינה לאחר שעה וכן לאחר 24 שעות.

לצורך בדיקת ההשפעה של רמות שונות של תאים סומאטיים ורכיבי החלב על זמן וחוזק הגבן, חולקו הנתונים ל-4 קבוצות שונות. החלוקה התבצעה על פי התפלגות רבעונית של הנתונים. אין קשר בין הקבוצות משמע כל 4 קבוצות בעמודה עומדים רק לגורם. טבלה 1 מתארת את ההתפלגות לכלל הגורמים הנבדקים.

טבלה 1: חלוקת הגורמים הנבדקים לקבוצות על פי התפלגות רבעונית.

קבוצה	רמת סת"ס * 1000	אחוז שומן	אחוז חלבון	אחוז לקטוז	אוריאה
A					
עזים					
1	עד 1576	עד 3.87	עד 3.51	עד 4.28	עד 16.92
2	1677 - 2055	3.88 - 4.24	3.52 - 3.71	4.28 - 4.41	16.93 - 20.21
3	2056 - 2473	4.25 - 4.58	3.72 - 3.91	4.42 - 4.56	20.22 - 28.20
4	מעל 2473	מעל 4.58	מעל 3.91	מעל 4.56	מעל 28.20
B					
כבשים					
1	עד 827	עד 5.38	עד 4.95	עד 4.93	עד 15.04
2	828 - 1263	5.39 - 5.75	4.96 - 5.15	4.94 - 5.08	15.05 - 18.095
3	1264 - 1727	5.76 - 6.19	5.16 - 5.34	5.09 - 5.20	18.10 - 23.03
4	מעל 1727	מעל 6.19	מעל 5.34	מעל 5.20	מעל 23.04

השפעת רכיבי החלב וכן רמות סת"ס (על פי ההתפלגות המתוארת בטבלה 1) על זמן ההתגבנות וחוזק הגבן, נבחנה במבחן GLM של תוכנת SAS. הבדלים בין רמות שונות בתוך אותו גורם נבדקו במבחן Duncan. רמה של $P < 0.05$ נחשבה כהבדל מובהק. התוצאות מוצגות כממוצע \pm שגיאת תקן. בנוסף, נבחנה השפעת רמות שונות של סת"ס באחוזי חלבון משתנים, כאשר רמות השומן קבועות, על זמן וחוזק הגבן. כמו כן, נעשו מבחני קורלציה בין המדדים השונים בפרוצדורת version 9.2 SAS Proc Corr (Institute Inc. 2009, Cary, NC, USA).

תוצאות

חלב עזים

השפעת תקופת הדיגום על רכיבי החלב, זמן ההתגבנות וחוזק הגבן

טבלה 2, מציגה את הממוצעים הכלליים לרכיבי החלב, רמות הסת"ס, זמן ההתגבנות וחוזק ההתגבנות לפי שתי התקופות אשר נבדקו. לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין העונות, ולכן שאר הניתוחים במחקר לא כוללים את גורם העונה.

טבלה 2 : ממוצעים כללים של הגורמים הנבדקים.

תקופה*	מספר דגימות	% שומן	% חלבון	% לקטוז	SCC (x1000)	% אוריאה	זמן התגבנות (שניות)	חוזק גבן (V)
1	187	4.31	3.78	4.37	2201	22.37	635.80	9.78
2	44	4.21	3.54	4.68	1564	21.21	551.80	7.69
1+2	231	4.29	3.74	4.43	2080	22.15	619.80	9.38

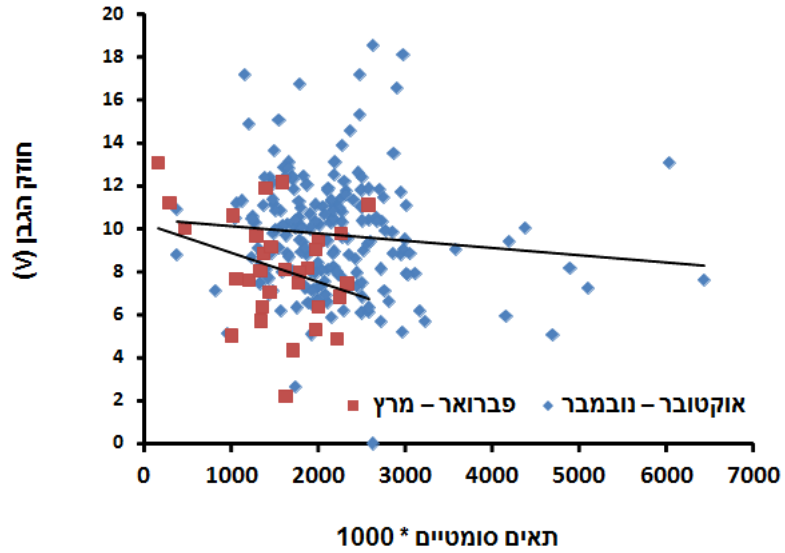
* 1 - אוקטובר - נובמבר; 2 - פברואר - מרץ

קורלציות בין רכיבי החלב כפי שמתקבלים במעבדה לבין זמן וחוזק ההתגבנות המעידות על איכות החלב לייצור מוצרים מוצג בטבלה 3. נמצאו הבדלים משמעותיים בין זמן ההתגבנות לתאים סומאטיים. לעומת זאת, לא נמצאו הבדלים משמעותיים עם חוזק הגבן. התפלגות חוזק הגבן כפונקציה של ס"ס של כלל 231 מכלי חלב מסוכמת באיור 2. בנוסף, נמצא מתאם חיובי בין חלבון וחוזק הגבן או זמן ההגבנה, (זמן עד הגבנה ארוך יותר וחוזק את הגבן גבוה יותר). שיעור הלקטוז מקצר את זמן ההתגבנות (מתאם שלילי מובהק). חוזק הגבן כפונקציה של לקטוז על כלל דגימות המכלים מסוכם באיור 3.

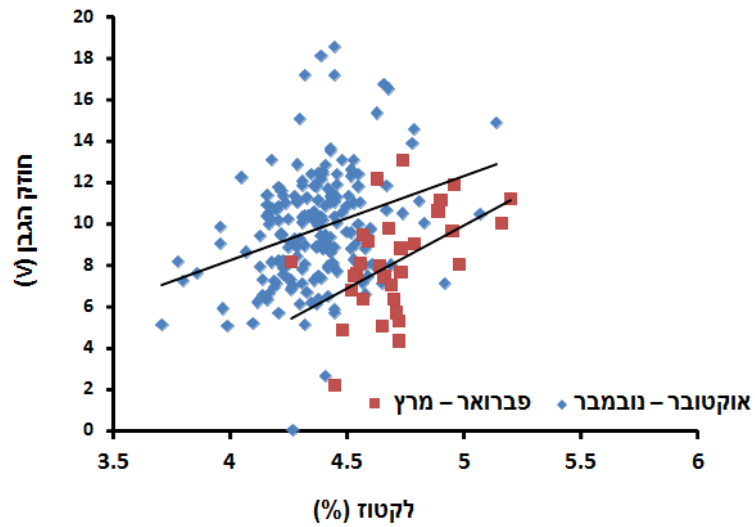
טבלה 3: מתאם בין רכיבי החלב ורמות תאים סומאטיים לבין זמן וחוזק הגבן.

גורם	זמן ההתגבנות (שניות)	P	חוזק גבן (V)	P
תאים סומאטיים	0.3587	<.0001	-0.01539	0.8164
לקטוז	-0.24962	0.0001	0.11228	0.0893
חלבון	0.34051	<.0001	0.78199	<.0001
שומן	0.17014	0.0096	0.43246	<.0001
אוריאה	-0.03213	0.6271	0.0333	0.6154

איור 2: חוזק הגבן כפונקציה של מספר התאים הסומאטיים של כלל 231 מיכל חלב.



איור 3: חוזק הגבן כפונקציה של אחוז לקטוז של כלל 231 מיכל חלב.



4.1.1 השפעת רמות רכיבי החלב ותאים סומאטיים על זמן ההתגבנות וחוזק הגבן

המדדים נבחנו בחלוקה לקבוצות הרבעוניות (טבלה 1A). חלוקה רבעונית, באה לבחון האם בטווח הרכבי החלב העומדים בחוק החלב, יש מקום לדרוג בתשלום עבור איכות חלב. התוצאות מתייחסות לשיטות הגבן בהן בוצע הניסוי. השפעת רמות סת"ס ורכיבי החלב על חוזק הגבן וזמן ההתגבנות בהתפלגות רבעונית של כל מדד בנפרד הראה כי תאים סומאטיים, עד 1.576 מיליון, זמן ההתגבנות קצר יותר באופן מובהק ($P < 0.05$) אך לא נראתה השפעה של הסת"ס על חוזק הגבן. שלושת המרכיבים הנוספים שהראו השפעה מובהקת הם: רמות שומן מעל 4.58% אשר חיזקו את הגבן שהתקבל, רמת חלבון מעל 3.91% (רבעון רביעי) האריכה את זמן ההתגבנות, אך השפעתו על חוזק הגבן הייתה חיובית ואילו רמות חלבון עד 3.51% (רבעון ראשון) הביאו לתוצאות הפוכות. לקטוז עד 4.28% הראה באופן מובהק התארכות זמן התגבנות ולפגיעה בחוזק הגבן.

טבלה 4: השפעת רמות רכיבי החלב ותאים סומאטיים על זמן ההתגבנות וחוזק הגבן בחלוקה רבעונית של כלל 231 מכלי החלב.

חוזק גבן (V)	זמן ההתגבנות (שניות)	רמה	גורם
9.73±0.36	585±9.41 ^c	1	תאים סומאטיים
9.21±0.35	615±15.65 ^b	2	
9.36±0.29	629±8.16 ^b	3	
9.31±0.43	651±14.43 ^a	4	
9.10±0.27 ^d	603±7.94 ^b	1	שומן
9.30±0.23 ^c	610±10.23 ^{ab}	2	
9.14±0.31 ^b	634±18.29 ^a	3	
10.06±0.40 ^a	634±12.45 ^a	4	
7.09±0.23 ^d	593±8.88 ^c	1	חלבון
8.63±0.21 ^c	605±14.58 ^{bc}	2	
10.02±0.23 ^b	627±15.33 ^b	3	
11.87±0.33 ^a	655±10.06 ^a	4	
8.73±0.26 ^a	663±13.74 ^a	1	לקטוז
9.82±0.36 ^b	621±13.75 ^b	2	
9.66±0.38 ^b	595±11.72 ^b	3	
9.27±0.40 ^b	602±10.77 ^b	4	
9.59±0.33	637±17.3 ^a	1	אוריאה
9.57±0.35	603±8.70 ^b	2	
8.99±0.36	624±13.88 ^{ab}	3	
9.46±0.40	616±8.06 ^{ab}	4	

* ab - אותיות שונות בתוך אותו גורם מצביעות על הבדל מובהק בין הקטגוריות $P < 0.05$.

תוצאות חלב כבשים

השפעת תקופת הדיגום על רכיבי החלב, זמן ההתגבנות וחוזק הגבן

טבלה 5, מציגה את הממוצעים הכלליים לרכיבי החלב, רמות הסת"ס, זמן ההתגבנות וחוזק ההתגבנות לפי שתי התקופות אשר נבדקו. לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין העונות, ולכן שאר הניתוחים במחקר לא כוללים את גורם העונה.

טבלה 5 : ממוצעים כלליים של הגורמים הנבדקים.

תקופה	מספר דגימות	% שומן	% חלבון	% לקטוז	SCC (x1000)	% אוריאה	זמן התגבנות (שניות)	חוזק גבן (V)
1	121	5.88	5.26	4.99	1256	20.17	683	17.63
2	105	5.67	5.04	5.13	1328	18.24	591	16.24
1+2	226	5.78	5.16	5.06	1289	19.27	640	16.99

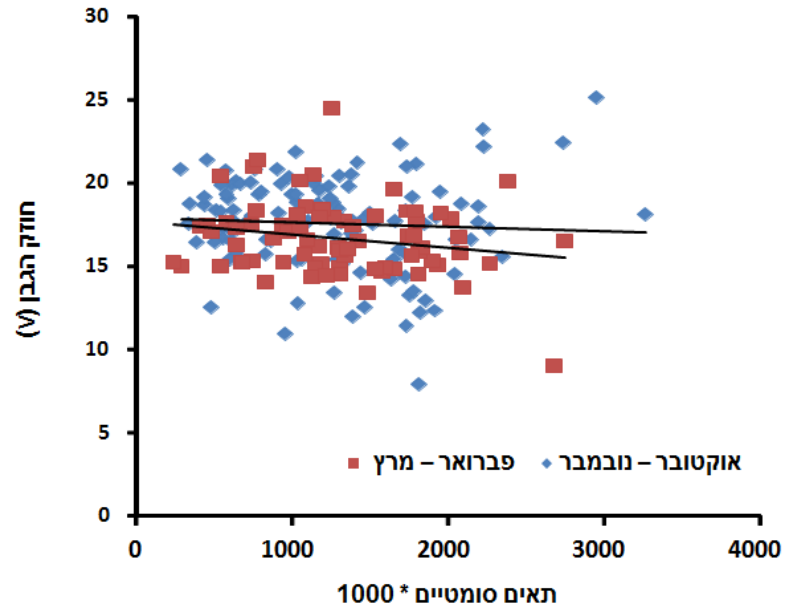
* 1 - אוקטובר - נובמבר; 2 - פברואר - מרץ

הקורלציות בין רכיבי החלב כפי שמתקבלים במעבדה לבין זמן וחוזק ההתגבנות, המעידות על איכות החלב לייצור מוצרים מסוכמת בטבלה 6. נמצא מתאם החיובי בין זמן ההתגבנות לתאים סומאטיים, אך לא נראה קשר מובהק בין תאים סומאטיים לחוזק הגבן. התפלגות חוזק הגבן כפונקציה של סת"ס של כלל 226 מיכלי חלב מסוכם באיור 4. בנוסף, שיעור הלקטוז נמצא בעל ההשפעה הקורלטיבית החזקה ביותר על זמן ההתגבנות. חוזק הגבן כפונקציה של לקטוז של כלל הדגימות מסוכם באיור 5. שיעור החלבון, נמצא באופן מובהק כגורם עיקרי המשפיע גם על חוזק הגבן וגם על זמן ההתגבנות. שיעור השומן השפיע גם כן על חוזק הגבן.

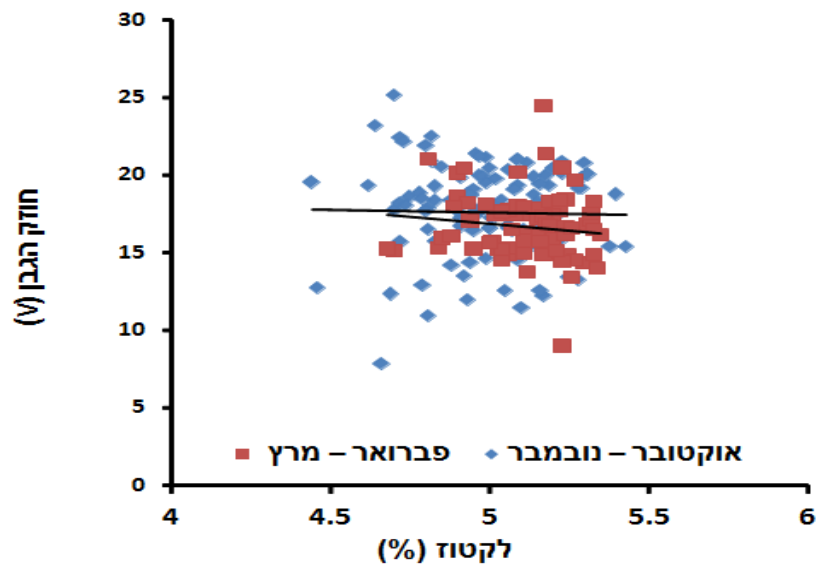
טבלה 6 : מתאם בין רכיבי החלב ורמות תאים סומאטיים לבין זמן וחוזק הגבן.

גורם	זמן ההתגבנות (שניות)	P	חוזק גבן (V)	P
תאים סומאטיים	0.31494	<.0001	-0.0842	0.2093
לקטוז	-0.49063	<.0001	-0.0969	0.1483
חלבון	0.41402	<.0001	0.37863	<.0001
שומן	0.21642	0.0011	0.26221	<.0001
אוריאה	-0.13811	0.038	0.1153	0.0851

איור 9. חוזק הגבן כפונקציה של מספר התאים הסומאטיים של כלל 226 מיכל חלב.



איור 10. חוזק הגבן כפונקציה של אחוז לקטוז של כלל 226 מיכל חלב.



השפעת רמות רכיבי החלב ותאים סומאטיים על זמן ההתגבנות וחוזק הגבן

המדדים נבחנו בחלוקה לקבוצות הרבעוניות (טבלה 1B). חלוקה רבעונית, באה לבחון האם בטווח הרכבי החלב העומדים בחוק החלב, יש מקום לדרוג בתשלום עבור איכות החלב. תוצאות אלו מתייחסות לשיטות הגבן בהן בוצע הניסוי. השפעת רמות סת"ס ורכיבי החלב על חוזק הגבן וזמן ההתגבנות בהתפלגות רבעונית של כל מדד בנפרד. שלושה מדדים נמצאו כמשפיעים באופן מובהק ($P < 0.05$) יותר משאר הרבעונים בתוך הקבוצה. רמת סת"ס עד 827 אלף, רמות שומן מעל 6.19% ורמות חלבון מעל 5.34%. אחוז השומן ואחוז החלבון האריכו את זמן ההתגבנות (מתאם חיובי מובהק משאר הרבעונים) ואילו אחוז הלקטוז, נמצא היחיד שקיצר את זמן ההתגבנות (טבלה 7).

טבלה 7: השפעת רמות רכיבי החלב ותאים סומאטיים על זמן ההתגבנות וחוזק הגבן בחלוקה רבעונית של כלל 226 מכלי החלב.

גורם	רמה	זמן ההתגבנות (שניות)	חוזק גבן (V)
תאים סומאטיים	1	600±12.62 ^b	17.58±0.30 ^a
	2	602±14.33 ^b	17.31±0.34 ^{ab}
	3	662±11.56 ^a	16.48±0.29 ^b
	4	697±18.39 ^a	16.61±0.44 ^b
שומן	1	623±14.04 ^b	15.91±0.32 ^c
	2	620±8.93 ^b	16.93±0.27 ^b
	3	648±14.99 ^{ab}	17.13±0.28 ^b
	4	671±21.77 ^a	18.13±0.47 ^a
חלבון	1	600±11.22 ^c	15.56±0.25 ^c
	2	604±11.08 ^c	16.87±0.28 ^b
	3	641±14.29 ^b	17.47±0.35 ^{ab}
	4	718±18.88 ^a	18.19±0.41 ^a
לקטוז	1	714±19.57 ^a	17.13±0.48
	2	651±10.86 ^b	17.40±0.25
	3	618±14.09 ^b	16.86±0.33
	4	576±10.04 ^c	16.55±0.32
אוריאה	1	654±19.24 ^{ab}	16.82±0.36
	2	669±15.19 ^a	16.78±0.38
	3	614±12.86 ^c	17.08±0.30
	4	626±12.77 ^{bc}	17.31±0.37

* ab - אותיות שונות בתוך אותו גורם מצביעות על הבדל מובהק בין הקטגוריות $P < 0.05$.

בניסוי הכנת גבינה בנוסף למדדי ההתגבנות, לא נמצא כל מתאם עם משקל הגבינה ב 24 שעות וסת"ס החלב במיכלים. נמצא מתאם חיובי בין משקל הגבינה לבין אחוזי החלבון והשומן.

המחקר התמקד בקשר שבין הרכב החלב לרבות סת"ס במיכל החלב כפי שמתקבל במחלבות ובין איכותו לייצור גבינה. מכלי החלב שנבחנו, היו בפריסה ארצית וכללו דירים בפריסה ארצית ומשתנה של חליבות למיכל וכתוצאה מכך זמן אחסון שונה. בנוסף, זמן איסוף דוגמאות החלב כלל שני מועדים ובכל מועד 5-8 שבועות. כפועל יוצא מדרך וזמן הדיגום, מכלי החלב מייצגים באופן אקראי את החלב המגיע למחלבות בארץ. התייחסות משק החלב לסת"ס לאורך השנים, העלתה את המודעות למניעת הכנסת חלב למיכל, בעיקר מדלקות עטין פעילות ובכך להעלאת איכותו לצרכן וכן לתעשייה. התייחסות זו, הובילה לירידה משמעותית במרב העדרים בעולם המערבי, לרמות נמוכות משהיו מוכרות קודם לכן. שמירה על רמות אלו, מייקרת את מחיר החלב כתוצאה מהפסדי חלב במשק מפרות/עזים/כבשים עם סת"ס גבוה והוצאת חלק מהן בעקבות זאת. בתחום רמות הסת"ס המקובלות, נמצאו מדדים נוספים היכולים להעיד על איכות החלב, כשהבולט מבניהם הינו הלקטוז.

ברמת הפרט, נגיעות תוך עטינית מובילה לעליה בסת"ס ובהתאם לסוג החיידק, גורמת הדלקת לירידה באיכות החלב. קשר זה בין סת"ס בחיה הבודדת ובין איכות החלב, מתעמעם ברמת המיכל. גם ברמות ממוצעות תקינות, כמות החלב במיכל ממקור דלקתי, משתנה ובהקצנה. בעלי חיים בודדים עם דלקת קלינית ועשרות מיליוני תאים, יכולים להעלות את הסת"ס במיכל בעשרות אחוזים, למרות שכמות החלב שהן תורמות למיכל קטנה ביותר. לחילופין, יתכנו מצבים בהם פרטים רבים עם נגיעות תוך עטינית, אך עם תגובה דלקתית מינורית (דלקות תת-קליניות), יעלו את הסת"ס וכן יתרמו כמות חלב משמעותית למיכל החלב. כמות הלקטוז משתנה בפרט הבודד ובניגוד לסת"ס, השינוי נמצא פרופורציונלי לכמות החלב כיוון שהשינוי בלקטוז ברמת הבלוטה הבודדת קטן (בין 5% ל-3.5%). על כן, ירידה באחוז הלקטוז ברמת מיכל החלב, מצביעה באופן ישיר על חליבה של כמות חלב גדולה מפרטים רבים עם איכות חלב נמוכה. הירידה באחוז הלקטוז בזמן דלקת עטין, הינה תוצאה של שינויים בסנתוז החלב בתאי האפיתל ומעבר יונים מהדם לחלב, המשנים את הלחץ האוסמוטי ועל מנת לייצבו, כמות הלקטוז יורדת. חשוב לציין, שלמיטב ידיעתנו, זו הפעם הראשונה שנמצא מתאם חיובי ברמת המיכל עם ירידה בלקטוז. מחקר זה, אשר שם למטרה לבחון את הקשר בין רמות תאים סומאטיים לבין איכות החלב לתעשייה (ללא ידע מוקדם על אוכלוסיית הפרטים שנחלבו למיכל), מצא כי בתחום הסת"ס שנבדק, המתאם עם זמן ההגבנה נמצא נמוך וכן לא נמצא מתאם מובהק עם חוזק הגבן, המצביע על ערך נמוך של מדד סת"ס לקביעת איכות החלב לתעשייה ברמות סת"ס מותרות. חשוב לציין, כי ממצא זה, נמצא נכון במודל ההגבנה (אופטיגרף). יחד עם זאת, הממצא אשר קיים מתאם שלילי מובהק בין לקטוז וזמן ההתגבנות, משמעותו כי כאשר רמת הלקטוז בחלב נמוכה, יתכן וחלב עם pH נמוך יותר, המקצר את זמן ההתגבנות הוכנס למיכל.

מסקנות פרטניות

עיזים

בעיזים, לעומת כבשים ופרות, מערכת סינתוז החלב שונה, אפוקרינית. בנוסף לכך, ריכוז ההמלטות ניכר וכפועל יוצא במחצית- שליש אחרון של התחלובה, חלה עליה פיסולוגית בס"ת ולא כתוצאה מזיהום חיידקי בעטין. יחד עם זאת, עולה כמות המוצקים. עיזים הראו הבדל מסוים בערכי הלקטוז, חלבון וסט"ס בין עונות האיסוף. הבדל זה בעונתיות, נובע ממספר הימים בתחלובה. השאיפה להורדת רמות הסט"ס בשנים הקרובות, לא בהכרח תשפר את איכות החלב או את כמות התוצר לכל ליטר חלב. למיטב ידיעתנו, אין מחקרים שבהנו רמות סט"ס במיכל כתוצאה מנגיעות תוך עטינית או סוף תחלובה. תוצאות אלו, מצביעות על מגמה של חלב באיכות גבוהה יותר, להתגבן מהר יותר וליצור כמות גבן גבוהה יותר. המדדים העיקריים אשר עמדו בחלוקה רבעונית, היו חלבון ושומן. תוצאה זו, מחיבת מחשבה מחודשת לגבי תשלום עבור מוצקים בחלב עיזים. חלבון מעל 3.91% ושומן מעל 4.58% העלו באופן מובהק את חוזק הגבן בעיזים (טבלה 8). חלק מהחלב משמש לייצור גבינה וחלק לחלב לשתייה ויתכן כי איכות חלב לשני סוגי מוצרים אלו כפי שנקבע על-ידי סט"ס, אינו אחיד.

כבשים:

המתאם המובהק החיובי בין חלבון ושומן ובין חוזק הגבן, משמעותו כי ככל שרמת החלבון והשומן גבוהה יותר בחלב המיכל, איכותו לתעשיית הגבינה גבוהה. חשוב לציין, כי חלב הכבשים מיועד כולו לייצור גבינה ועל כן, מדד התעשייה לתשלום, מעבר לבריאות הציבור, עומד על ערך כלכלי בייצור גבינה. למרות שהפרשת החלב מבלוטות החלב זהה לזאת של הפרה, כבשים ידועות כרגישות יותר לנגיעות תוך-עטינית. אחוז הכבשים עם דלקת כרונית עומד על 20-60% לעומת 15-40% בפרות ולכן, לרוב הדירת חיידקים תתבטא בתגובה חריפה יותר ועליה בתאים סומאטיים בהתאם.

משותף לצאן

השפעות רכיבי החלב, הן בחלב עיזים והן בחלב כבשים, דומות. חלבון ושומן, היו הרכיבים שהשפיעו הכי הרבה על חוזק הגבן. תאים סומאטיים וחלבון, היו בקורלציה החזקה ביותר עם זמן ההתגבנות והאריכו את הזמן. לעומת זאת, לקטוז היה היחיד שנוכחותו קיצרה את זמן ההתגבנות. העלאת המודעות וקביעת תשלום מדורג בצאן, הובילה להעלאת איכות החלב כפי שבאה לידי ביטוי בירידת סט"ס, אך ירידה זו, נעצרה על רמות של מיליונים בחמש השנים האחרונות. שמירה על רמות אלו, מיקרת את מחיר החלב כתוצאה מהפסדי חלב במשק מבעלי חיים עם סט"ס גבוה והוצאת חלק מהם בעקבות כך. עובדה זו, חייבה בחינה מחדש של רמות סט"ס אלו בהקשר לאיכות החלב.

- Leitner, G., Merin, U., & Silanikove, N. (2004). Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goats. *Journal of Dairy Science*, 87, 1719–1726.
- Leitner, G., Silanikove, N., Jacobi, S., Weisblit, L., Bernstein, S. and Merin, U. (2008). The influence of milk storage time on the farm and in dairy silos on its quality for cheese production. *Int. Dairy J.*, 18:109-113.
- Leitner, G., Krifucks, O., Merin, U., Lavi, Y., & Silanikove, N. (2006). Interactions between bacteria type, proteolysis of casein and physicochemical properties of bovine milk. *International Dairy Journal*, 16, 648–654.
- Barbano, D. M., Ma, Y., & Santos, M. V. (2006). Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. *Journal of Dairy Science*, 89(Suppl. 1), E15–E19.

• תקנון בדבר איכות חלב צאן בקבלתו במחלבה, מהדורה 2014, 13-96-15, מועצת החלב.

• תקנון בדבר איכות חלב פרה ובקבלתו במחלבה, מהדורה: 2013, 13-175-15, מועצת החלב.

• ד"ר מריגה גיפס, הבטחת איכות, המעבדה המרכזית לחלב.