

השפעת ספירת תאים סומטיים על איכות החלב

עזרא שושני – האגף למיכון וטכנולוגיה, שה"מ

שהסת"ס גבוה מעל 300,000 תאים/מ"ל אלה ודאי נגועים.

אם כן, הגורם העיקרי לסת"ס הוא נגיעות בבלוטת העטין. אם מדובר על קליטת החלב במחלבה, הרי הסת"ס במיכל החלב הוא זה שייצג את איכות החלב של העדר. רבות דובר על הקשר בין סת"ס בחלב הכללי להפסדים בתנובת החלב ולשיעור הרבעים הנגועים בעדר. אסתפק בהצגת הטבלה הבאה לשם המחשת יחסי הגומלין הללו.

1. יחסי גומלין בין ספירת תאים סומטיים במיכל החלב לבין אחוז הרבעים הנגועים בעדר וההפסדים בתנובת החלב.

סת"ס במיכל החלב	רבעים נגועים %	הפסדים בתנובת חלב %
200,000	6	0
500,000	16	6
1,000,000	32	18
1,500,000	48	29

עם העליה בסת"ס כתוצאה מנגיעות חלים גם שינויים בשלושה מרכיבי חלב חשובים: שומן, חלבון ולקטוז. כמו כן מתרחשים שינויים גם באזוימים ובמינרלים מסוימים. שינויים אלה קשורים לתהליכים פתופיזיולוגיים בעטין: 1. פגיעה בתאי הייצור מפחיתה את הסינתוז של שומן, חלבון ולקטוז.

2. עליה בחדירות הממברנות גורמת לשטף של תאים (ומכאן העליה בסת"ס) וכן במרכיבים שונים מן הדם אל החלב. השינויים בתכולת החלב עם העליה בסת"ס מופיעים בטבלה 2 (M. Schallibaum, 2001.) (NMC).

שומנים: העדויות לגבי הפגיעה בשומן החלב כתוצאה מדלקת הן חלוקות. בד"כ ריכוז השומן יורד כתוצאה מדלקות עטין. לעתים ירידה בתנובת החלב (הגבוהה מקצב הסינתוז

בכתבות קודמות, שפורסמו ב'משק הבקר והחלב' (271, 272, 273), ניתן הסבר ממצה מה הם תאים סומטיים ומה הם הגורמים המביאים לעלייתם בחלב. אחזור על הפרטים העיקריים לשם הבנת הנאמר בהמשך.

תאים סומטיים הם תאים שמקורם בגוף הפרה ולא מחוצה לו. לרוב אלה הם תאי דם לבנים הכוללים: נוטרופילים, מקרופגים, אָאוזינופילים, וגם תאי אפיתל של בלוטת החלב. הימצאות תאים סומטיים בבלוטת עטין בריאה היא חיונית בכדי להגן על הבלוטה מפני חדירה ופעילות חידקים. עבודות רבות דיווחו על מספרם ועל היחסיות בין סוגי תאים אלה בבלוטת חלב בריאה: עד כ־10,000 תאים/מ"ל כאשר התאים הדומיננטיים בבלוטות אלה הם מקרופגים ולימפוציטים ומיעוטם נוטרופילים ותאי אפיתל. חדירת חידקים לבלוטה משנה את מספר התאים ואת היחס ביניהם: מספרם עלול להגיע למיליונים אחדים, כאשר התאים הדומיננטיים במקרים אלה הם הנוטרופילים (לעתים מעל 95%). המעבר ממצב בריא, המאופיין במספר תאים סומטיים נמוך והפרשת חלב נורמלית, למצב קליני (ספירת תאים סומטיים גבוהה, ולעתים הופעת פתיתים, גושים, או קרישידם) עשוי להיות בתוך מספר שעות והוא מהלך נורמלי של מערכת ההגנה של גוף הפרה בנסיון להתמודד עם החידקים הפולשים. דלקות תת-קליניות, הנגרמות בשל התפתחות איטית של הדלקת ללא הופעת סימנים ברורים, מאופיינות אף הן בעליות בספירת תאים סומטיים אך עוצמת העליה מתונה בהרבה מאשר בדלקת קלינית.

מקובל להניח, שהסת"ס ברבעים "נקיים" מחידקים פתוגניים יהיה מתחת ל-100,000 תאים/מ"ל. רבעים שהסת"ס הוא בסביבות 200,000 תאים/מ"ל מאופיינים קרוב לוודאי בתחילתו של תהליך דלקתי כלשהו (דלקת תת-קלינית או בתהליך ריפוי) ורבעים

טבלה 2. שינויים בהרכב החלב הקשורים לעליה בסת"ס.

סביבת השינוי	ספירת תאים סומטיים (x 1000 מ"ל)				מרכיבי החלב
	>1000	1000-500	<250	<100	
ירידה בסינתוז	}	4.21	4.60	4.74	4.9
		2.25	2.65	2.79	2.81
		3.13	3.51	3.69	3.74
חדירה מהדמ אל החלב	}	1.31	1.10	0.82	0.81
		0.35	0.23	0.15	0.02
		0.51	0.26	0.14	0.12
		0.147	0.121	0.096	0.091
		0.105	0.091	0.062	0.057
		0.157	0.135	0.180	0.173
		6.9	6.8	6.6	6.6

ירידה (בגר/100 מ"ל)

לקטוז

קזאין (כללי)

שומן

עליה (בגר/100 מ"ל)

חלבוני מי גבינה (כללי)

אלבומין

נוגדנים

כלור

נתרן

אשלגן

pH

טבלה 3. שינויים בהרכב החלבון בעקבות עליה בסת"ס.

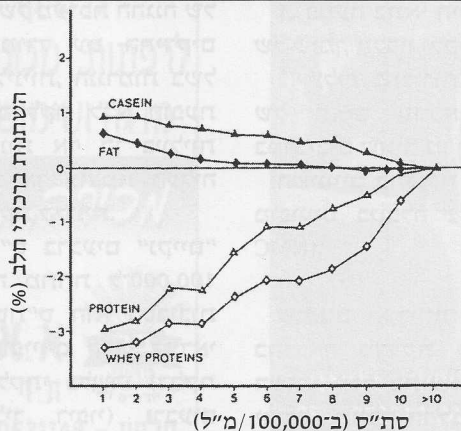
מרכיב	סת"ס (x 100 מ"ל)		
	>1000	500-1000	<250
חלבון כללי	3.56	3.59	3.61
קזאין כללי	2.25	2.65	2.79
α_s casein	0.85	1.09	1.33
β - casein	0.65	0.92	1.06
κ - casein	0.19	0.20	0.16
חלבון כללי במי החלב	1.31	1.10	0.82
β - lactoglobulin	0.22	0.31	0.26
α - lactoglobulin	0.23	0.30	0.28

תביא לעליה בריכוז השומן. בחלב דלקתי ריכוז חומצות השומן החופשיות יכול לעלות כתוצאה מפעילות מואצת של אנזים הליפאז. על אף זאת, שינוי יחול רק אם הסת"ס עולה מעל לשני מיליון. במקרים אלה עלול להתפתח טעם מעופש בחלב ובמוצרי, בעיקר בגבינה.

חלבונים: ריכוז החלבון הכללי ישתנה אך במעט בשל עליה בסת"ס. הירידה בסינתוז חלבון בתאי ייצור החלב משתווה פחות או יותר לכמות החלבון שעוברת מהדם אל החלב בשל פגיעה במחסום חלב-דם.

השינויים במקטעי החלבון מופיעים בטבלה 3 (M. Schalibaum, 2001, NMC) 3.

תרשים 1. השתנותם של רכיבי השומן והחלבון בחלב לספירות תאים סומטיים שונות.



סת"ס (ב-100,000 מ"ל)

306490
04-5835778 - פלמ
058-510933 - ישראל

בהשפעת הסת"ס על איכות החלב הניגר.

השפעת סת"ס על הרכב החלב

בעבודה של Politics & NG-Kwai-Hang (1988a), בה נלקחו דיגמות חלב מפרות רבות והחלב דורג לכ-11 דרגות של 100,000 תאים/מל' כל אחת, נמצאה עליה מסויימת בחלבון במקביל לעליה בסת"ס (תרשים 1) שהוסברה ע"י עליה בחלבוני מיי-הגבינה בעוד שתכולת הקזאין ירדה. בתכולת השומן הובחנה ירידה מסויימת עם העליה בסת"ס.

השיעורים היחסיים של α_3 -casein ו- κ -casein בחלב עלו עם העליה בסת"ס (תרשים 2). לעומת זאת שיעור ה- β -casein עם העליה בסת"ס. חומציות החלב (pH) לא הושפעה באופן מובהק מהעליה בסת"ס אך הובחנה נטיה למתאם חיובי כפי שנמצא בעבודות רבות אחרות (תרשים 3). עליה ניכרת בפעילות הפלסמין (תרשים 3) הובחנה עם העליה בסת"ס ואף ממצא זה מחוזק מעבודות נוספות. העליה בפעילות הפלסמין עם העליה בסת"ס נבעה כנראה מהמעבר הגדל של האנזימים זימוגן ופלסמינוגן מהדם לחלב ומהגברת ההתמרה מפלסמינוגן לפלסמין. רמות גבוהות של pH ופלסמין עם העליה בסת"ס נמצאו כבעלי השפעה מזיקה לייצור גבינה.

ככל שהסת"ס בחלב יהיה גבוה יותר, כך תכונות הקרישה תיפגענה וזה כמוכן יוביל לתפוקת גבינה נמוכה יותר, אך גם להרכב לא-רצוי של הגבינה. הפלסמין ישנה את הקומפלקס של הקזאין ע"י הקטנה יחסית של β -casein אשר חשוב להקשיית גבן החלב.

השפעת הסת"ס על איכות הגבינה

השפעת הסת"ס על תכולות הגבינה

"המודל" ששימש בהרבה עבודות לבחינת השפעת סת"ס על מדדי ייצור גבינה היה גבינת הצ'דר. עבודה אחת בלבד התייחסה גם לגבינת הקוטג'. המרכיב החשוב ליצרני הגבינה היא כמות

(משקל) הגבינה המיוצרת מכמות חלב נתונה. מכיוון ששני המרכיבים החשובים לייצור גבינה

חלב דלקתי מגלה פעילות פרוטאוליטית (= פירוק חלבוני) יותר מאשר חלב נורמלי. בחלקו הדבר נובע בשל עליה בריכוז הפלסמינוגן והפלסמין. פלסמין הוא בעל יכולת לפירוק קזאינים ולשינוי מבנה הקזאין ע"י הפחתת היחס של β -casein אשר חשוב להקשיית הגבן. אנזימים מסויימים אשר אחראיים לגיבון החלב הם בעלי יכולת להפעיל את הפלסמינוגן. זה מתבטא בעליית רמות הפלסמין בגבינה ויכול להיות בר משקל בהשפעתו על טעם החלב ועל התפתחות המרקם.

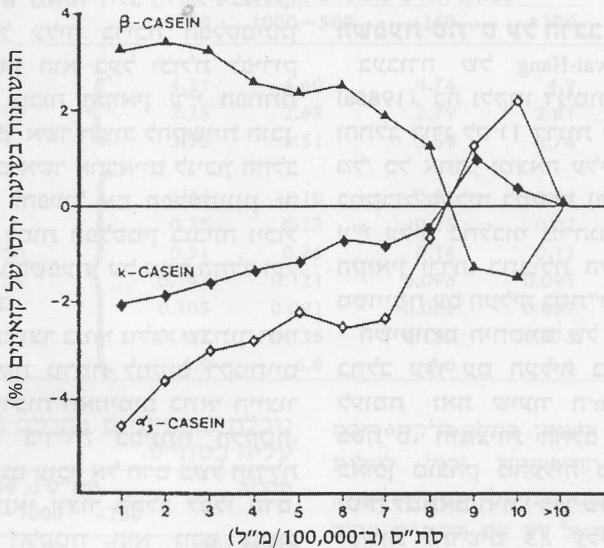
לקטוז: לקטוז מיוצר בגופי גולג'י שבתוך תאי ייצור החלב. דלקת גורמת לנזקים רקמתיים ומשפיעה על מערכות האנזימים בתאי הייצור אשר מתבטאים בירידה בסינתוז הלקטוז. במקביל הלקטוז גם עובר אל הדם בשל הגדלת החדירות שבין תאי ייצור החלב לכלי הדם. הירידה בריכוז הלקטוז היא גורם חשוב בתכונות החמצה חלשות של חלב עם סת"ס גבוה.

מינרלים: האניונים והקטיונים החשובים מועברים מן הדם אל החלב בצורה אקטיבית ופסיבית דרך הממברנות הבולית והאפיקלית של תאי ייצור החלב. ריכוז המינרלים בדם ובנוזלים חוץ-תאיים הוא הרבה יותר גבוה מאשר בחלב. דלקת גורמת לנוק לתאי אפיתל של צינורות ההובלה וגם של רקמת ייצור החלב. מעברים בין תאי הייצור נפתחים וחדירות כלי הדם גדלה. שינויים אלה מאפשרים מעבר חופשי של נתון וכלור מהדם אל החלב. בכדי לשמור על האוסמולריות, האשלגן עובר בכיוון ההפוך וריכוזו בחלב יורד בהתאם.

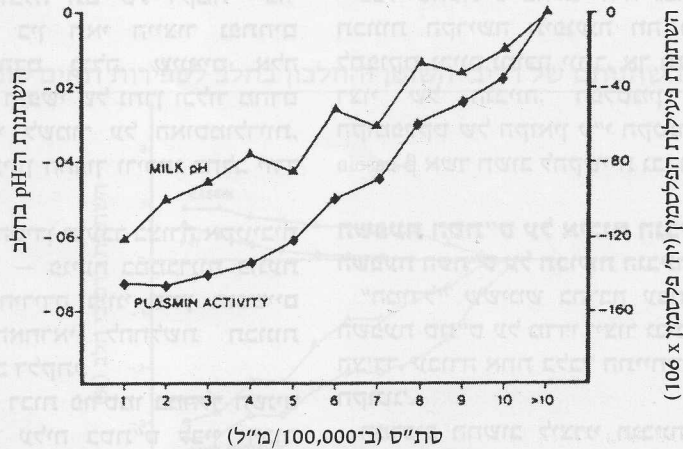
במצב נורמלי, הסידן מועבר בצורה אקטיבית מהדם אל החלב – פגיעה בממברנות פוגעת במעבר הסידן. הירידה ביוני סידן חופשיים מהווה גורם האחראי להחלשת תכונות ההקרשה של חלב דלקתי.

עבודות מחקר רבות פורסמו במהלך השנים על הקשר שבין עליה בסת"ס לבין איכות הגבינה. בהן אתחיל את סקירת ואסיים בתיאור עבודה שפורסמה לאחרונה והדנה

תרשים 2. שיעור יחסי של א-קזאין, β -קזאין, ו- α_3 -קזאין לחלב עם סת"ס שונה.

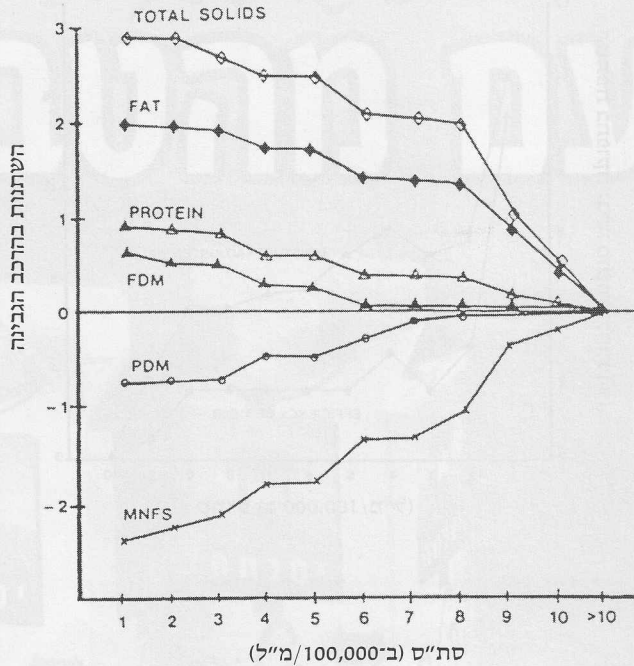


תרשים 3. פעילות פלסמין ו-pH של חלב עם סת"ס שונה.



סת"ס (ב-100,000 מ"ל)

תרשים 4. השפעת רמת הסת"ס על תכולת הגבינה בס"ה מוצקים, שומן, חלבון, שומן בחומר יבש (FDM), חלבון בחומר יבש (PDM), ולחות בחומר חסר-שומן (MNFS).



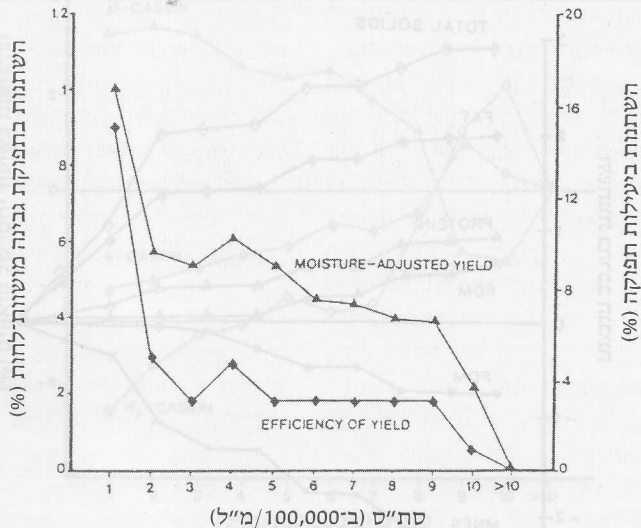
השפעת הסת"ס על תפוקת הגבינה

בבחינת ההשפעה של סת"ס על תפוקת הגבינה נמצא, שעם העליה בסת"ס יש ירידה ברורה בתנובת הגבינה המתואמת ללחות מסויימת (משקל בגרמים של גבינה בלחות של 100/37% גרם חלב). גם יעילות ייצור גבינה המבוטאת כיחס בין תנובת גבינה מתואמת ללחות 37% לבין תנובת גבינה תיאורטית (הלוקחת בחשבון יחס מסויים בין שיעורי החלבון והשומן בגבינה לכלל המוצקים בגבינה) הושפעה מהעליה בסת"ס (תרשים 5). מחלב המכיל 200,000 תאים ל-1 מ"ל ו-900,000 תאים הופקה גבינה מתואמת ללחות ב-0.44 ו-0.60 יחידות האחוז פחות מחלב המכיל 100,000 תאים. מעבר מ-400,000 ל-900,000 תאים קשורה בירידה של 11% ביעילות ייצור הגבינה. עם סת"ס הגבוה מעל 900,000 תאים/מ"ל הירידה בשני מדדים אלה היתה בולטת (אם תנובת גבינה מתואמת ללחות תהיה 9.3%

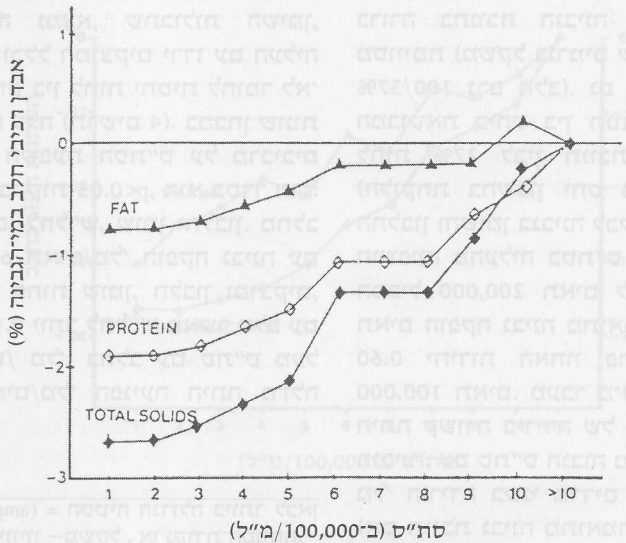
הם שומן וקזאין, הרי כל גורם שעלול להשפיע עליהם גם ישפיע בעקיפין על מדד חשוב זה. כאשר נבחן הקשר בין עליה בסת"ס לבין תכולת הגבינה נמצא, שתכולת השומן, החלבון הכללי וכלל המוצקים ירדו עם העליה בסת"ס אך היחס בין לחות יחסית לחומר לא-שומני (לחל"ש) עלה (תרשים 4). במבחן שונות נמצא שמידת השפעת הסת"ס על מרכיבים אלה, ברמת מובהקות $p < 0.05$, היא בסדר הזה: מוצקים כלליים, לחל"ש, שומן וחלבון. מחלב המכיל 600,000 תאים/מ"ל הופקה גבינה עם 0.4 ו-0.5 פחות שומן, חלבון ומוצקים, בהתאמה, ו-0.9% יותר לחל"ש מאשר חלב עם 100,000 תאים/מ"ל. בחלב עם סת"ס מעל 1,000,000 תאים/מ"ל הפגיעה היתה גדולה יותר.

* משרעת (amplitude) = הסטייה הגדולה ביותר לכאן ולכאן מנקודת שיוויון - משקל, או נקודת-המנוחה.

תרשים 5. תפוקה מושוות-לחות ויעילות-לחות של גבינה בחלבנים עם סת"ס שונה.



תרשים 6. שינויים באבדן רכיבי חלב במייגבינה ברמות סת"ס שונות.



סת"ס (ב-100,000/מ"ל)

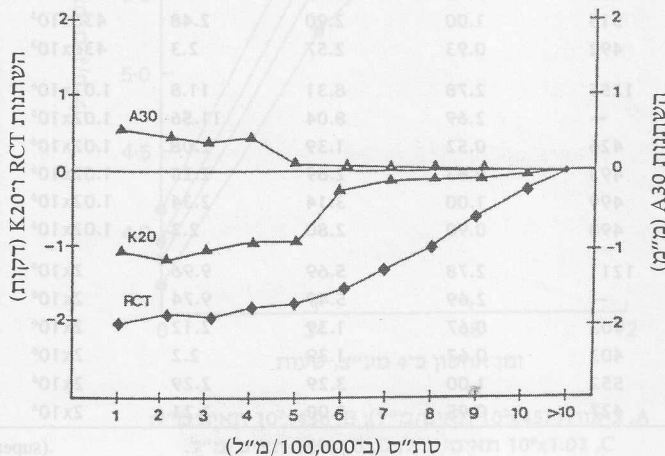
הזמן בין הוספת האזנים לבין השגת משרעת (אמפליטודה) של 1.5 מ"מ ברשם גרף;
 2. קצב היצמקות (דקות, K20) – המרווח בין השגת משרעת של 1.5 מ"מ לבין משרעת של 20 מ"מ;
 3. מוצקות הגבן (מ"מ, A30) – משרעת המושגת 30 דקות לאחר הוספת האזנים.
 רמות סת"ס משפיעות באופן מובהק על RCT ו-K20 (תרשים 7) זמן קרישת הרנין (RCT) עלה עם העליה בסת"ס, אך לא נמצא כל הבדל מובהק בין 1,000,000 ל-500,000 תאים/מ"ל. אולם, RCT של חלב שהכיל בין 600,000 תאים/מ"ל ל-1,000,000 תאים/מ"ל היה ארוך יותר מזה של חלב שהכיל 100,000 תאים/מ"ל (0.38 עד 1.7 דקות יותר).

עליית הסת"ס היתה גם קשורה לעליה ב-K20. אם ערך זה יהיה איטי יותר מהמקובל, אזי ייצור הגבן יהיה לא שלם ולא מן הנמנע שיופיע גבן חלש. גבן חלש יתבטא גם בפחות תפוקה של גבינה. לא נמצא כל הבדל במדד זה בחלב שהכיל סת"ס בין 100,000 ל-500,000 תאים/מ"ל. אך חלב עם 600,000 תאים מל' K20 היה גבוה ב-0.8 הדקה לעומת K20 של חלב שהכיל 200,000 תאים/מ"ל. A30 לא הושפע באופן מובהק מרמות שונות של סת"ס, אך הובחנה

לחלב המכיל 100,000 תאים/מ"ל, אזי התנובה תרד ל-8.3% לחלב המכיל יותר ממיליון (תאים).
 ההסבר העיקרי להשפעה השלילית של רמות סת"ס הולכות ועולות על תנובת הגבינה הוא תכולות נמוכות יותר של קזאין ושומן. אם נניח שהרכב גבינה שהוכנה מחלב של 100,000 תאים/מ"ל הוא 29.5, 24.8, 61 ו-55% שומן, חלבון, מוצקים כלליים, ולחל"ש, בהתאמה הרכב הגבינה מחלב של 1,000,000 תאים/מ"ל יהיה 27.5, 23.9, 58 ו-57.4%, בהתאמה. העובדה שמרכיבי גבינה יורדים בהדרגה ולחל"ש עולה בהדרגה עם עליה הדרגתית של סת"ס מעידה שירידה קטנה בסת"ס תתבטא בהרכב גבינה טוב יותר ובכמות גדולה יותר. במקביל לפגיעה בתכולות הגבינה עם העליה בסת"ס נמצא שתכולות שומן, חלבון ומוצקים כלליים עלו בהדרגה במי הגבינה עם העליה בסת"ס כשהמרכיב העיקרי היה חלבון (תרשים 6).

השפעת הסת"ס על תכונות הקרישה של החלב
 שלושה מדדים משמשים לבחינת תכונות הקרישה של החלב:
 1. זמן קרישה של רנין (דקות, RCT) – מרווח

תרשים 7. השתנות זמן קרישת הרנין (RCT), שיעור התקשות הגבן (K20) וחוזק הגבן (A30) בסת"ס שונה.



הכנסה של 2.30 דולר לכל 1 ק"ג של גבינת קוטג' עם 4% שומן. לפי מחברי המאמר ייתכן שהנוק עלול להיות גבוה יותר. כאשר נבחנה השפעת זמן אחסון ב-4 מ"צ על טיב הגבינה (פירוק חלבון ע"י אנזימים) נמצא שקצב הפגיעה גבוה יותר בחלב עם סת"ס גבוה. בעבודה משנת 1980 (Ali et al.) נבחנו שני מודלים: האחד – החדרת אנדוטוקסין לרבעים אחוריים בפרה מסויימת. הרבעים השניים שימשו כרבעי ביקורת. יום לאחר ההחדרה, נאסף החלב מהרבעים המטופלים ומרבעי הביקורת בנפרד. כמות מסויימת משתי הקבוצות נמהלה בחלב שגלקח מעשר פרות נוספות (אין נתונים לגבי הסת"ס של עשר הפרות) כך שנוצרו ארבע קבוצות טיפול: חלב מרבעי ביקורת, חלב מרבעים מטופלים

נטיה לירידה במדד זה עם העליה בסת"ס. שני המדדים הראשונים מושפעים מהסת"ס בשל הפגיעה בקומפלקס הקזאין. גם עליה ב-pH מפריעה לתהליך הקרישה. מודל אחר (Kli et al., 1998) בחן את השפעה של סת"ס על ייצור גבינת קוטג'. במקרה זה לא נבחנו רמות הולכות ועולות של סת"ס, אלא שתי רמות כאשר הרמה הגבוהה נוצרה בצורה מלאכותית ע"י הדבקת שני רבעים בכל פרה מתוך שמונה פרות בניסוי בחידק Strep. agalactiae שתי הרמות שנבחנו היו בממוצע: 83,000 תאים/מ"ל ו-872,000 תאים/מ"ל. בעבודה זאת נמצא הבדל דחוק בתפוקת הגבינה בין שתי רמות הסת"ס והוא עמד על 4.34% פחות לגבי חלב עם סת"ס גבוה. בחישוב לפי מחירי ארה"ב מדובר על אובדן

טבלה 4. ריכוזי קזאין, סידן וזרחן בחלב עם סת"ס שונה בחלב ובתצליל.

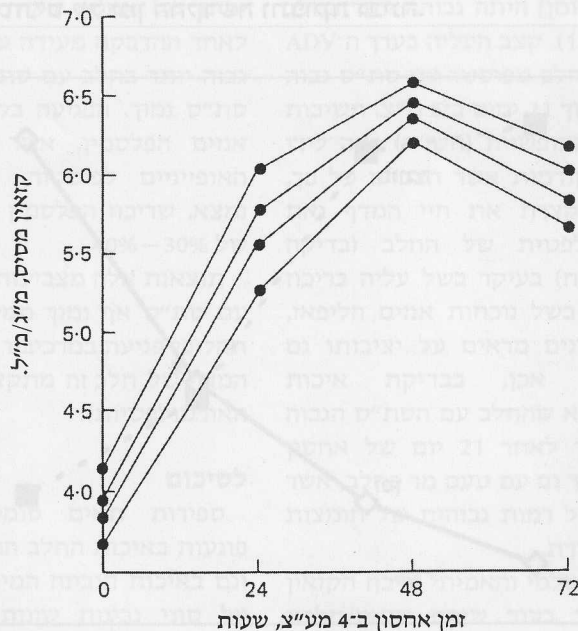
זרחן חל"מ	סידן חל"מ	κ-casein מ"ג/מ"ל	β-casein מ"ג/מ"ל	α _s -casein מ"ג/מ"ל	סת"ס מ"ל	טמ'פ' דימה במ"צ וזמן בשעות
711	1333	2.73	10.82	13.52	45x10 ³	חלב A טרי
—	—	2.65	10.60	13.36	45x10 ³	חלב A 72/4
275	466	0.50	1.10	2.07	45x10 ³	תצליל 0/20
285	514	0.69	2.30	2.32	45x10 ³	תצליל 24/4
288	518	0.92	2.85	2.44	45x10 ³	תצליל 48/4
277	466	0.80	2.49	2.36	45x10 ³	תצליל 72/4
766	1287	2.78	9.83	12.9	436x10 ³	חלב B טרי
—	—	2.69	9.61	2.73	436x10 ³	חלב B 72/4
298	428	0.50	1.28	2.07	436x10 ³	תצליל 0/20
329	502	0.72	2.49	2.36	436x10 ³	תצליל 24/4
329	515	1.00	2.90	2.48	436x10 ³	תצליל 48/4
320	492	0.93	2.57	2.3	436x10 ³	תצליל 72/4
818	1255	2.78	8.31	11.8	1.02x10 ⁶	חלב C טרי
—	—	2.69	8.04	11.56	1.02x10 ⁶	חלב C 72/4
338	426	0.52	1.39	2.08	1.02x10 ⁶	תצליל 0/20
362	493	0.83	2.69	2.25	1.02x10 ⁶	תצליל 24/4
371	499	1.00	3.14	2.34	1.02x10 ⁶	תצליל 48/4
355	490	0.90	2.80	2.3	1.02x10 ⁶	תצליל 72/4
858	1211	2.78	5.69	9.96	2x10 ⁶	חלב D טרי
—	—	2.69	5.49	9.74	2x10 ⁶	חלב D 72/4
386	403	0.67	1.39	2.12	2x10 ⁶	תצליל 0/20
386	403	0.67	1.39	2.2	2x10 ⁶	תצליל 24/4
512	552	1.00	3.29	2.29	2x10 ⁶	תצליל 48/4
482	427	0.95	3.00	2.21	2x10 ⁶	תצליל 72/4

* תצליל (supernatant).

השוניים כשהבולט בהם היה β -casein. תוצאות כמעט זהות נמצאו גם במודל של הפרות הנגועות. אם סוכמים את ריכוזי כל מקטעי הקזאין, אזי הקזאין בכללותו נוטה לעלות בתצליל (המקטע הנוזלי לאחר הסירכוח) עם העליה בזמן האחסון (שעות ב־4 מ"צ) עד 48 שעות מתחילת האיחסון; ריכוזו בתצליל גם הולך ועולה עם העליה בסת"ס ללא קשר לזמן האחסון (תרשים 8). בחלב הטרי הובחנה ירידה ברורה בתכולת הסיידן ועליה בזרחן עם העליה בסת"ס (טבלה 4). לאחר אחסון של 72 שעות ריכוז מקטעי הקזאין בחלב ירד. לעומת זאת, בתצליל חלה עליה בכל מקטעי הקזאין עם ההתקדמות בזמן האחסון עד 48 שעות. במקביל הובחנה גם עליה בסיידן וירידה בזרחן.

באנדוטוקסין, חלב מרבעי ביקורת+חלב כללי מעשר הפרות, חלב מרבעים מטופלים באנדוטוקסין+חלב כללי. המודל השני התבסס על לקיחת חלב משתי פרות נגועות. האחת ב־Corynebacterium Strep. dysgalactiae והשנייה ב־bovis. חלב מכל פרה נמהל ביחסים שונים עם חלב שהכיל סת"ס נמוך. במודל הראשון נמצא שבמשך יום אחד עד שלושה לאחר הטיפול הסת"ס עלה כמצופה, תכולת הלקטוז ירדה, תכולת האלבומין (חלבון האופייני לדם) עלתה, ומקטעי קזאין α_3 -casein β -casein ירדו. ממצא אחרון זה תואם עבודה קודמת של חוקרים אלה אשר מצאו ירידה בקזאין בחלב עם סת"ס גבוה שנבע מפעילות פרוטאוליטית. לאחר הפרדת נוזלים ממוצקים (ע"י סירכוח) נמצא שבמדיום הנוזלי (זה שאינו מנוצל לצורכי הגבינה) עלו מקטעי הקזאין

תרשים 8. ריכוזי קזאין מסיס בחלב עם סת"ס שונה בזמן אחסון חלב גולמי עד 72 שעות.



A, Bיקורת (10⁴x45 תאים/מ"ל); B, 10³x436 תאים מ"ל; C, 10⁶x1.02 תאים/מ"ל; D, 10⁶x2.0 תאים/מ"ל.

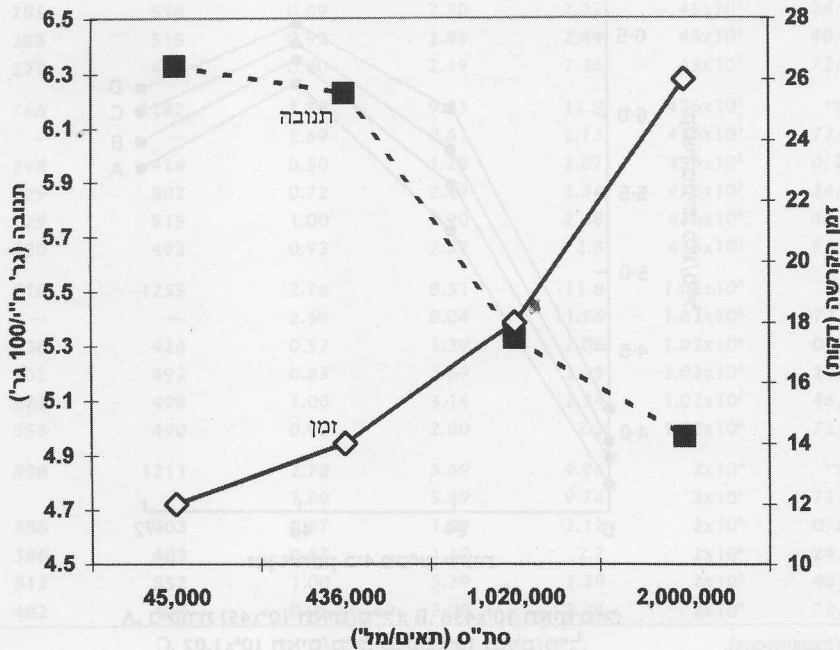
גם בעבודה זאת נמצא קשר שלילי בין הסת"ס לתכונות ייצור גבינה: עם העליה בסת"ס הולך ועולה הזמן הנדרש לתהליך ההקרשה, אחוז השומן במי־הגבינה הולך ועולה, אחוז הלחות בגבן עולה והתנובה (גר' חומר יבש ל-100 גרם) הולכת ויורדת (תרשים 9). בעבודה נוספת (Senik et al., 1985) נבחן הקשר בין סת"ס לבין פעילות פרוטאוליטית. פעילות זאת נבחנה באמצעות בדיקת טירוזין. הפעילות הפרוטאוליטית נבחנה בחלב גולמי לפני קירור ולאחריו, בחלב מפוסטר ולאחר אחסון ב-6.7 מ"צ למשך 14 ימים, ובתהליכי ייצור גבינה. הפעילות הפרוטאוליטית בחלב גולמי הלכה ועלתה ככל שהסת"ס היה גבוה יותר (החל ב-50,000 וכלה ב-2,000,000). לאחר קירור בטמפ' 6.7 מ"צ למשך 72 שעות עוצמת התהליך התחזקה (מתאם הקורלציה עלה מ-0.6 ל-0.8). קירור למשך 14 ימים לאחר פיסטור בטמפ'

6.7 מ"צ לא מנע את תהליך פירוק החלבון. העליה בפעילות הפרוטאוליטית היתה גבוהה פי ארבעה בחלב שהכיל סת"ס הגבוה ממיליון תאים/מ"ל לעומת חלב שהכיל 100,000 תאים/מ"ל. לא הובחן הבדל בפעילות זאת בין חלב שהכיל 50,000 לבין חלב שהכיל 100,000 תאים/מ"ל. מכאן ניתן להסיק שפיסטור אינו מנטרל את ההשפעה השלילית של אנזימים מפרקי חלבון. ואכן, בעבודות נוספות נמצא שאנזים הפלסמין שומר על יציבותו גם בטמפ' של הפיסטור.

השפעת הסת"ס על איכות וחי המדף של חלב מפוסטר

בעבודה שפורסמה בשנת 2000 (Ma Y. et al.) שמונה פרות שימשו כחיות מודל: נאסף מהן חלב ארבע פעמים לפני שהודבקו בחידק Strep. agalactiae וארבע פעמים לאחר ההדבקה. הסת"ס לפני ההדבקה היה בממוצע 45,000

תרשים 9. השפעת סת"ס על זמן ההקרשה ותפוקת גבינה.



טבלה 5. השפעת סת"ס על הרכב חלב מפוסטר שנאסף בתקופה לפני ההדבקה בחידק *Strep. agalactiae* ובתקופה שלאחר ההדבקה.

מובהקות	לאחר הדבקה	לפני ההדבקה	מדד
P<0.05	849,000	45,000	סת"ס (תאים/מ"ל)
P<0.05	4.04	3.43	שומן, %
P<0.05	0.43	0.27	ADV מיליאקויוולנט חש"ח/100 גר' שומן
P<0.05	3.28	3.19	חלבון גולמי, %
P<0.05	3.08	2.96	חלבון אמיתי, %
P<0.05	2.49	2.44	קזאין, %
P<0.05	80.75	82.32	קזאין/חלבון אמיתי, %
לא מובהק	2.99	2.91	קוטר ממוצע של כדוריות שומן, μm
לא מובהק	5.44	5.28	קוטר μm (0.9)**

** 90% מנפח השומן אגור בתוך כדוריות השומן שגודלן פחות מערך זה.

ירידה של 30% בנפח החלב היומי בעקבות ההדבקה, התפוקה היומית של מרכיבים אלה היתה נמוכה באופן ברור לאחר ההדבקה; התפוקה הממוצעת של חלבון גולמי, חלבון אמיתי וקזאין היתה 1.26, 1.17, 0.96 ק"ג/יום, בהתאמה, לפני ההדבקה ר' 0.91, 0.86, 0.69 לאחר ההדבקה.

ירידה ביחס קזאין/חלבון אמיתי במשך 21 ימים של אחסון בקירור של חלב מפוסטר לאחר ההדבקה מעידה על תהליך פירוק חלבון גבוה יותר בחלב עם סת"ס גבוה מול חלב עם סת"ס נמוך. הפגיעה בקזאין היא תוצאה של אנוזים הפלסמיין, אשר עמיד לטיפול חום האופייניים לפיסטור, אפילו בטיפול UHT נמצא, שריכוז הפלסמיין נשאר עדיין על רמות של 30%–40%.

תוצאות אלה מצביעות על כך, שחלב דלקתי עם סת"ס אף נמוך ממיליון תאים/מ"ל עובר תהליכי פגיעה במרכיביו (שומן וחלבון). גם חיי המדף של חלב זה מתקצרים (על פי הבדיקות האורגנולפטיות).

לסיכום

ספירות תאים סומטיים גבוהות בחלב פוגעות באיכות החלב הניגר גם לאחר פיסטור וגם באיכות הגבינה המיוצרת. מידת ההשפעה על סוגי גבינות שונות היא שונה. הפגיעה באיכות החלב ובמוצריו נגרמת בשל תהליכי פירוק שומן (ליפוליזיס) ותהליכי פירוק חלבון

תאים/מ"ל ואחרי ההדבקה – 850,000 (טבלה 5). ריכוז השומן בחלב עם הסת"ס הגבוה היה גבוה יותר לעומת החלב עם הסת"ס הנמוך, אך כמותו קטנה יותר (1.22 ק"ג שומן/יום לעומת 1.36), דבר המעיד על פגיעה בסינתזת השומן. לא הובחנה כל פגיעה בגודל כדוריות השומן. תכולת חומצות השומן החופשיות [מבוטאת כערך דרגת חומציות (ADV) מיליאקויוולנט חש"ח/100 גר' שומן] היתה גבוהה יותר בחלב עם הסת"ס (פי 1.6). קצב העליה בערך ה-ADV היה מהיר יותר בחלב מפוסטר עם סת"ס גבוה לאחר אחסון למשך 21 ימים ב-5 מ"צ. השיבות חומצות השומן החופשיות (חש"ח) באה לידי ביטוי בעבודות קודמות אשר הצביעו על כך, שדלקת עטיין מקצרת את חיי המדף ואת איכותו האורגנולפטית של החלב (בדיקה הכוללת טעם, ריח) בעיקר בשל עליה בריכוז החש"ח הנגרמת בשל נוכחות אנוזים הליפאז, אשר דיווחים שונים מראים על יציבותו גם לאחר פיסטור. אכן, בבדיקת איכות אורגנולפטית נמצא שהחלב עם הסת"ס הגבוה היה מעופש יותר לאחר 21 יום של אחסון בקירור ובנוסף לכך גם עם טעם מר בחלב, אשר קשור לנוכחות של רמות גבוהות של חומצות שומן קצרות שרשרת.

ריכוז החלבון הגולמי והאמיתי וריכוז הקזאין היו גבוהים יותר בעוד שיחס קזאין/חלבון אמיתי היה נמוך יותר בחלב שהופק לאחר ההדבקה (טבלה 5). אולם, אם לוקחים בחשבון

האחסון בקירור תקינים. הפגיעה במוצרי החלב כבר מתחילה לאחר מעבר מדרגה של 100,000 תאים/מ"ל ל-200,000 ליטר. אולם "קפיצת מדרגה" מתרחשת (לפי חלק מהעבודות) לחלב מעל 300,000 תאים/מ"ל.

(פרוטאוליזיס). האנוימים האחראים לפגיעה במרכיבים אלה יציבים במידה זאת או אחרת גם לטיפול בחום (האופייני לתהליכי פיסטור) ולכן חשוב להדגיש שפיסטור אינו מנטרל השפעת אנוימים אלה. השפעתם עלולה לבוא לידי ביטוי לאחר תקופה של ימים, גם אם תנאי

ספרות

1. Ali, E., A.T. Andrews and G.C. Cheeseman. 1979. Influence of elevated somatic cell count distribution and cheese-making. J.D. Res. 47:393-400.
2. Klei, J., J. Yun, A. Sapru, J. Lynch, D. Barbano, P. Sears, and D. Galton. 1998. Effects of milk somatic cell count on cottage cheese yield and quality. J.D. Sci. 81:1205-1213.
3. Ma, Y., C. Ryan, D. M. Barbano, D.M. Galton, M.A. Rudan, and K.J. Boor. J. 2000. Effects of somatic cell count on quality and shelf-life of pasteurized fluid milk. J.D. Sci. 83:264-274.
4. Politis, I., and K.F. NG-Kwai-Hang. 1988a. Effects of Somatic Cell Count and milk composition on cheese composition and cheese making efficiency. J.D. Sci 71:1711-1719.
5. Politis, I. and K.F. NG-Kwai-Hang. 1988b. Association between somatic cell count of milk and cheese-yielding capacity. J.D. Sci 71:1720-1727.
6. Politis, I. and K.F. NG-Kwai-Hang. 1988c. Effects of Somatic Cell Counts and milk composition on the coagulating properties of milk. J.D. Sci 71:1740-1746.
7. Schalibaum, M. 2000. Impact of SCC on the quality of fluid milk and cheese. National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings 38-46.
8. Sneyk, G.F., D.M. Barbano and W.F. Shipe. 1985. Proteolysis in milk associated increasing somatic cell count. J.D. Si. 68: 2189-2194.

צבר ברזל

שיווק והספקת מתכת בע"מ



חספקת חומרי גלם לרפתות

חג שמח וכשר

צינורות, פטות, אסכוריות, פרופילים ועוד

שירות מהיר ומידי מהמלחי

המחירים כוללים הובלה

עד לבית הלקוח

מבצע ההוזלות נמשך

רח' שרת משה 29, ח.ת. רחשון לציון

טלפון: 03-9615965 (רב קווי), פקס: 03-9614370/9616817

המחירים
הזולים
במדינה

בשנת 2002
שירות מהיר
פי 2