

סקירת היבטים ממשקיים ותזונתיים להגדלת יצור שומן החלב

ד"ר גבי עדין אגף בע"ח, שה"מ
 יואב שעני המחלקה לבקר, שה"מ
 ד"ר יהושע מירון המחלקה לחקר בקר וצאן |
 מנהל המחקר החקלאי

בשנים האחרונות מזהים מחסור עולמי בחמאה שבא לידי ביטוי במחירה הגבוה. המחסור נובע מהעלייה בביקוש לשומן חלב במדינות רבות. גם בישראל אנו מזהים מחסור בשומן חלב המתבטא השנה במחסור של כ-3,000 טון חמאה המכילה 82% שומן. יש לזכור שהשומן הוא מרכיב המקנה לתוצרי החלב את טעמם המיוחד הטעים, וכן את המרקם •

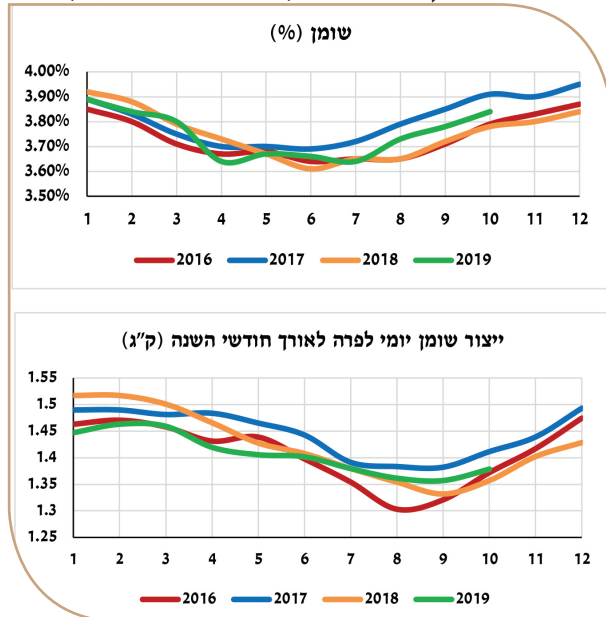
מבוא

המחירים העולמיים הגבוהים של חמאה מגדילים את הביקוש לחמאה מייצור מקומי. כושר הייצור ברפת הישראלית מאפשר הגדלת היצע החלב, ולכאורה ניתן לגשר די בקלות על המחסור ע"י הגדלת ההיצע. מחסור של 3,000 טון חמאה משמעותם כ-2,500 טון שומן, ואם נניח כי בחלב הגולמי 3.85% שומן, הרי שמדובר בתוספת ייצור של 66 מיליון ליטרים, כלומר הגדלת הייצור השנתי בכ-4.5% תפתור את בעיית המחסור בחמאה. אבל, תוספת ייצור זו תגדיל את היצע חלבון החלב מעבר לביקוש המקומי ויהיה על הענף לפנות עודפים אלו ליבוס. השימושים האפשריים באבקות חלב (מוצר עם אורך חיי מדף מוגבל כרגע ל-18 חודש) הם:

1. לצבירת מלאים בעלי נפח מוקטן;
2. לתגבור תוצרת ניגרת למרקם מוצק יותר תוך עליה בתכולת החלבון;
3. שחזור חלב לתקופה בה קצרים בחלב גולמי לייצור גבינות מלוחות ותוצרת ניגרת. בארץ, שימוש באבקות חלב אסור לשחזור חלב שתייה, ולגבי יצור גבינות קשות, פחות כדאי ואף פוגע באיכות;
4. יצור חומר גלם לתעשיות: שוקולד, גלידות, מזון לבע"ח (עגלים וטלאים), ומזון לתינוקות;
5. אבקות חלב יכולה לשמש כמזון במדינות מתפתחות. עלות פינוי של טון אחד של אבקות חלב נאמדת ע"י מועצת החלב בכ-10,000 ש"ח, ומכאן שעלות הפינוי של 6,000 טון היא 60 מיליון ש"ח בכל שנה.

הגורמים המשפיעים על שיעור השומן בחלב הם: גנטיקה, סלקציה והוצאת הפרות, עונה/אורך יום, מרחק מההמלטה, בריאות עטין, ממשק חליבה וציוד, תדירות חליבות, גורמי ממשק כגון צפיפות, צינון ועוד, וכמובן – ההזנה

איור 3-2 השפעת העונתיות ואורך היום על אחוז וכמות השומן בחלב בישראל לאורך חודשי השנה (2016-2018 ספר העדר)



בעיכול המזון הגס נוצר חום מטבולי, שעלול לדכא את התיאבון, במיוחד בתנאי עומס חום

שינוי תדירות החליבות

עם שינוי תדירות החליבה, צפויה ירידה ממוצעת של 7%-12% בתנובת החלב ו-8%-6% בתנובת החמ"מ, אך המחיר לליטר חלב המשוק עשוי להיות גבוה בכ-1.0% עד 2.0% בגין שיפור בשיעור המוצקים ובעיקר השומן. מנתוני שיווק חלב בשנים 2017-2018 בהשוואה בין משקים שחלבו פעמיים לעומת שלוש פעמים ביום, נמצא 1.8% יותר שומן (טבלה 1). כגורם ממשקי, בחרנו להציג ממצאים מעבודה שבחנה את השפעת הוספת צינון לילה בקיץ על הפרשת הורמונים מטבוליים ומדדי ייצור בפרות חולבות, עבודתם של קלייניאן אלעזרי, גרשון ומירון (2017) בה נמצא ששיעור השומן היה גבוה בכ-7.5% (3.72% לעומת 3.46%) במשטר של 7 לעומת 3 צינונים במהלך היממה בהתאמה.

טבלה 1. השפעת 2 לעומת 3 חליבות ביום, על יצור החלב והרכבו (שנים 2017 ו-2018 ספר העדר)

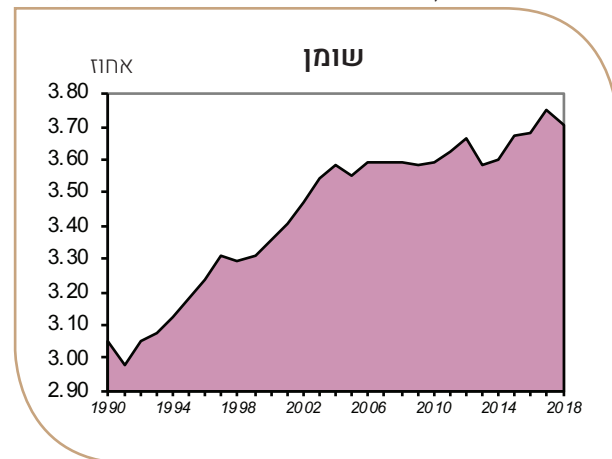
מספר חליבות	מספר משלוחים	אחוז שומן	אחוז חלבון	כמות חלב	ממוצע למשלוח
2	47,015	3.88	3.44	133,708,114	2,844
3	280,501	3.81	3.41	1,753,271,496	6,250
ס"ה	327,516	3.82	3.41	1,886,979,610	5,761

- הדרכים האחרות להתמודדות עם הביקוש לשומן החלב הם: בעזרת יבוא, אך אז נחשפים לתנודתיות המחירים העולמית ולקשיים נוספים הנובעים מתלות ביבוא (איכויות, רמת כשרות, זמינות וכיו"ב) וגוזלים מהיצרנים בישראל את הזכות לספק את מלוא הביקוש לחלב ומוצריו;
- ע"י שינוי תכולת השומן בחלב.

גורמי השפעה על השומן בחלב

הגורמים המשפיעים על שיעור השומן בחלב הם: גנטיקה, סלקציה והוצאת הפרות, עונה/אורך יום, מרחק מההמלטה, בריאות עטין, ממשק חליבה וצידוד, תדירות חליבות, גורמי ממשק כגון צפיפות, צינון ועוד, וכמובן – ההזנה. ההתקדמות הגנטית מראה שמשנת 1990 ועד היום נרשמה עליה של 7 עשיריות האחוז בשיעור השומן, זהו ללא ספק אחד הכלים האפקטיביים ביותר לטווח הרחוק (איור 1).

איור 1 שיעור השומן בחלב בישראל 1990-2018 (ספר העדר)

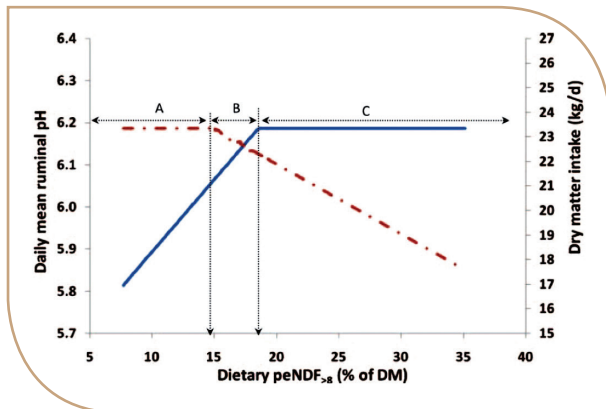


בעזרת סלקציה והוצאת פרות מחמירה ומוכוונת מוצקים בחלב (עם דגש על שומן על חשבון ויתור על פרות גבוהות תנובה), ניתן בטווח קצר להעלות את שיעור השומן הממוצע בעדר. דוגמאות לכך יש מהתקופה בעבר (1990) בה ניתנה עדיפות גבוהה לשיעור החלבון בחלב בנוסחת התשלום. לגבי השפעת העונתיות ואורך היום, אחוז השומן (והחלבון) יורדים בתקופת הקיץ ככל שהיום מתארך, המנגנונים לא ברורים – סברה אפשרית קשורה לריכוז המלטונין הגבוה ביום קצר, ונמוך ביום ארוך. ישנם רצפטורים למלטונין בתאי אפיתל הפרנקימה בעטין, וקשירה הולכת ועולה של המלטונין לרצפטורים בתאים אלה מעלה את המטבוליזם של הליפידים, ולכן ההנחה (הלא מבוססת) שהעלייה בקשירה של המלטונין לתאי האפיתל מעלה את סנתז השומן והחלבון (איורים 2 ו-3).

המרחק מההמלטה

המרחק מההמלטה משפיע באופן דומה על תנובת החלב, השומן והחלבון, אך באופן יחסי, החלב יורד יותר מהמוצקים בגלל הורמונים המעודדים ייצור שומן ברקמות יצרניות. לגבי שיעור המוצקים, הם גבוהים לאחר ההמלטה ויורדים לאחר מכן. החל מהשבוע השמיני בתחלובה בערך, יש עליה מתונה בריכוז השומן והחלבון שנגרמת כתוצאה מירידה בתנובת החלב וכן עליה בהורמונים אנבוליים כמו אינסולין, שיכולים להשפיע על ייצור השומן והחלבון בבלוטת החלב (איורים 4-5).

איור 6 השפעת תכולת הסיב האפקטיבי במנה על ה-pH בכרס (קו כחול) ועל צריכת המזון (ק"ג ח"י/יום - קו חום) Zebeli, 2012



הכנתה, ובקבוצת חומרי הלוואי הלחים את קליפות ההדר שמעודדים יצור שומן בחלב. בין התוספים השונים, הבופרים למיניהם בד"כ מסייעים להעלאת ריכוז שומן החלב לעומת שמן שנוטה להורידו. בקבוצת הגרעינים העמילניים, לחיטה, שיפון, שיבולת שועל ושעורה, שפריקותם מהירה בכרס יש פוטנציאל להוריד את שומן החלב.

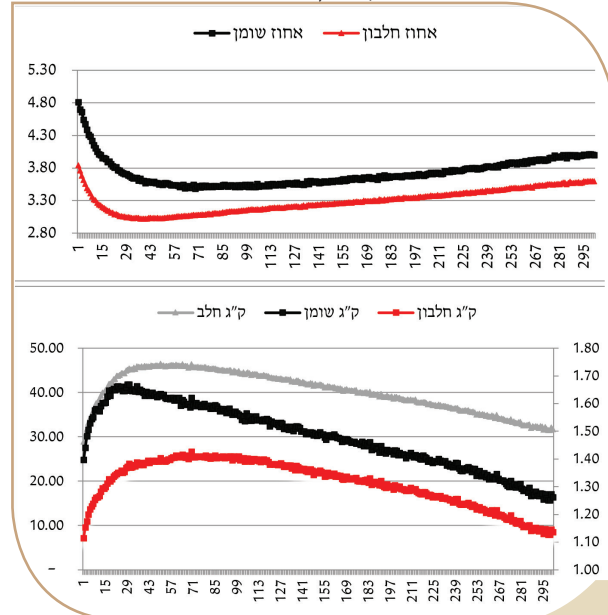
בזמן שהכמות המינימאלית של מזון גס במנה מבטיחה פעילות תקינה של הכרס, את בריאות הבקר ומגדילה את תוחלת חיים, הכמות האופטימאלית במנה תלויה מחיר המזונות, איכותם, ומחיר החלב ורכיביו. בהתייחס לכמות ה"מקסימאלית", יש לזכור שמזון גס דורש זמן לעיסה והעלאת גירה רב כדי להקטין את גודל החלקיקים, ולכן, עלול להגביל את צריכת המזון ולפגוע בתנובה. בנוסף, בעיכול המזון הגס נוצר חום מטבולי, שעלול לדכא את התיאבון, במיוחד בתנאי עומס חום.

לאיכות המזון הגס המואבס לפרה, השפעה רבה על ייצור השומן והפרשתו בחלב. לדוגמא, מועד הקציר של החיטה לתחמיץ יוצר סתירה בין היבול לאיכות של המזון הגס. בקציר מוקדם יש אמנם פחות יבול, אך נעילות גבוהה של דופן התא הצמחי, שפע עלים, פריקות גבוהה, רקמות יסוד רכות ויותר פחמימות; ומנגד בקציר מאוחר יש אולי יותר חומר יבש נעיל (בגלל הגרעינים) אך פחות יבול דופן תא נעיל, יותר גבעולים וחוזק מכני, רקמות הובלה קשות וליגנין. בנוסף, סוג הצמח, הדישון, נוכחות של עשבים שוטים, שיטת השימור ואיכותו ישפיעו על התכולות הכימיות של המספוא הגס.

שיעור הסיב האפקטיבי (peNDF) במנה הנו פרמטר חשוב מאחר והוא משקלל את המבנה הפיזי של המזון והרכבו הכימי. ככל שהסיב האפקטיבי עולה, צריכת המזון יורדת וה-pH יורד (איור 6). בעבודה מקיפה שבחנה את השפעת אורך הסיב ושיטת שימור המזון הגס של צמח החיטה על מדדי ייצור (שעני וחוב' 2014), נמצא שבמנת השחת הגסה, שיעור השומן בחלב היה גבוה מאשר במנת השחת הקצוצה (אך דומה למנת התחמיץ), וזה בא לידי ביטוי בצריכת מזון נמוכה יותר אך ללא שינוי בערכי ה-pH בכרס. באופן פרדוקסאלי, זמן העלאת הגירה במנה הגסה היה נמוך מזו שבקצוצה וההסבר טמון בכך שתהליך העלאת הגירה מורכב ורב גורמי ותלוי בגודל החלקיקים, אחוז ה-NDF במנה, אפקטיביות הסיב ועוד (טבלה 2).

נבחנה גם הכדאיות של שימוש בתחמיץ ושחת שעורה כמספוא גס מתחדש (ביקל וחוב' 2018), כחלופה לחיטה,

איורים 5-4 תכולת ותנובת (ק"ג) השומן והחלבון לאורך 301 ימי התחלובה (המלטות 2017, משקים שיתופיים - ספר העדר)



יש לבחון את הטיפול הפיזיקאלי של הגרעין כולל טיפול בסודה קאוסטית בו הגרעין מהווה נשא לבסיס חזק המשמש כחומר סותר חומציות בכרס, ומניעת שימוש בשמנים וחומצות שומן רב בלתי רוויות

גורמים תזונתיים

בבחינת הגורמים התזונתיים שיכולים להשפיע על אחוז השומן בחלב, יש לבחון כלים למניעת ירידת ה-pH בכרס, כגון העלאת שיעור ואיכות המזון גס, הקפדה על אורך סיב ושימוש בבופרים, ובנוסף הגבלת השימוש בגרעינים עמילניים פריקים ובמקורות של פחמימות פריקות אחרות שעלולות לפגוע בחיידקים מפרקי סיב ולגרור לירידה בייצור אצטט בכרס המשמש כפרקורסור ליצור שומן החלב. יש לבחון את הטיפול הפיזיקאלי של הגרעין כולל טיפול בסודה קאוסטית בו הגרעין מהווה נשא לבסיס חזק המשמש כחומר סותר חומציות בכרס, ומניעת שימוש בשמנים וחומצות שומן רב בלתי רוויות שתוצריהם בכרס עלולים, דרך פגיעה ברמת ביטוי הגנים בעטין, לדיכוי ייצור השומן בעטין. גורמים נוספים הקשורים לממשק האבוס כגון, הקפדה על רטיבות הבליט כדי למנוע ברור והקטנה בצריכת מזון גס באבוס, שמירה על שגרה במנה עם מינימום שינויים, הגשת מים נקיים וטריים בשפע, והקפדה על ניקיון אבוסים, קירובי מזון, מספר חלוקות ביום ועוד.

במנה ישראלית טיפוסית לפרות חולבות, אפשר, בזהירות רבה, לסמן מזונות להם פוטנציאל להעלאת תכולת השומן בחלב כגון תחמיצי שעורה, חיטה, וסורגום, ושחת דגן בעוד לתחמיץ התירס יכולה להיות השפעה שלילית על שומן החלב. במשפחת חומרי הלוואי עשירי דופן תא נמצא את גרעיני

טבלה 2. השפעת אורך הסיב ושיטת שימור המזון הגס של צמח החיטה על מדדי ייצור (שעני וחוב')

פרמטר/מנה	שחת קצוצה	שחת גסה	תחמיץ
תנובת חלב (ק"ג ליום)	44.9 ^b	43.2 ^c	46.1 ^a
אחוז שומן בחלב	3.31 ^b	3.43 ^a	3.40 ^a
חומר יבש	29.2 ^a	27.8 ^c	28.1 ^{bc}
סיב אפקטיבי	2.75 ^c	3.25 ^a	3.14 ^b
נעכלות (%) (חומר יבש)	62.4 ^{ab}	61.8 ^b	65.2 ^a
pH ממוצע בכרס	6.58	6.68	6.59
העלאת גירה: דקות ביום	478.6 ^a	445.2 ^b	441.2 ^b

טבלה 3. ערכו התזונתי של תחמיץ שעורה כחלופה לתחמיץ חיטה כמזון גס בלעדי במנת חולבות גבוהות תנובה (ביקל וחוב')

פרמטר	מנת חיטה	מנת שעורה	P
צריכת מזון (ק"ג ח"י)	28.0	27.5	0.05
תנובת חלב (ק"ג ליום)	46.0	45.3	0.13
תכולת שומן (%)	3.41	3.58	0.01
תכולת חלבון (%)	3.22	3.25	0.01
ק"ג שומן	1.56	1.61	0.01
ק"ג חלבון	1.48	1.47	0.45
תנובת חמ"מ (ק"ג)	43.1	43.4	0.45
יעילות ייצור - ק"ג ח"י/ק"ג חמ"מ	0.641	0.625	0.03
תנובת ECM (ק"ג ליום)	42.2	42.6	0.34
יעילות ייצור - ק"ג ח"י/ק"ג ECM	0.654	0.637	0.01

ונמצא שהשימוש בשעורה העלה את האחוז והתנובה של שומן בחלב ביחס לחיטה וכן שיפר את יעילות ייצור החמ"מ והחלב משווה אנרגיה. יחד עם זאת, יש לקחת בחשבון שמדובר בניסוי שעשה שימוש במספר מצומצם של פרות (21 לקבוצה), ויש לבחון את התופעה בניסויים נוספים רחבי היקף (טבלה 3).

קיימים בשוק תוספי מזון המיועדים לעלות את תכולת השומן בחלב, מכיוון שחלק מהמוצרים הללו לא נבדק בתנאי ישראל אנו ממליצים לבצע ניסוי הזנה השוואתי שיבחן את הנושא בעונות שונות, וכן לבחון את הכדאיות הכלכלית של שימוש בתוספים אלו. מכיוון שהערך האנרגטי של שומן החלב הוא כפול מזה של החלבון והלקטוז, יש לצפות שהעלייה בריכוז

טבלה 4. תכולות הרכיבים במנה ישראלית טיפוסית בהשוואה לאמריקאית

תכולות רכיבים במנה	ישראלית	אמריקאית
חלבון כללי %	16.4-16.7	16-18
שומן %	4-5	4-7
מזון גס %	28-35	45-50
NDF גס %	17-19	21-26
NDF כללי %	30-33	28-35
בופר %	0.8	0.8
פל"מ %	35-42	32-38

אורך סיב: התפלגות גודל חלקיקים לפי שיטת פנסילבניה - % על בסיס ח"י

חלקיקים גדולים (1.9 ס"מ)	20	2-8
חלקיקים בינוניים (0.8 ס"מ)	18	30-50
חלקיקים קטנים (0.4 ס"מ)	10	10-20
חלקיקים מאד קטנים		
(נפה ללא חורים)	50	30-40

השומן בחלב (ללא שינוי בתנובה או בחלבון ובמצב הגופני), תגורר עליה בצריכת המזון. בבחינת תכולות המרכיבים במנה ישראלית טיפוסית בהשוואה לאמריקאית (טבלה 4), נראה שהמנה האמריקאית גסה יותר אך מקוצצת יותר מהישראלית בעיקר בשל המזונות הגסים: תחמיץ תירס, שחמיץ אספסת ושחת עשבונית. ממוצעי תנובת החלב, שיעור ותנובת השומן (תחלובות 1-5 מתוקנות ל 305 יום) בישראל הם 12,294 ק"ג, 3.82% ו-470 ק"ג לעומת ממוצע בארה"ב, הכולל ביקורות חלב של 8541 משקים, 3,022,821 פרות: 11,643 ק"ג, 3.91% ו-455 ק"ג בהתאמה. באירופה, במנות המבוססות בעיקר על מרעה, מעט תחמיץ בתוספת מזון מרוכז, תנובת החלב נמוכה בכ-2000 עד 3000 ק"ג לשנה: 9,800 ק"ג, 4.20%, ורק 412 ק"ג שומן בהתאמה...

סיכום

נראה שנושא ייצור שומן החלב הינו מורכב וההשפעה עליו רב גורמית. ניסינו בסקירה זו לעמוד על עיקרי הגורמים ונראה שכמו בתחומים השונים, ההצלחה טמונה בשילוב שיטות אותם יש לבחון היטב בכל משק תוך כדי לקיחה בחשבון של כלל ההשלכות הכלכליות. ▲

הבעת תודה מיוחדת ל: לאפרים עזרא, ד"ר יניב לבון ובוועד חנוכי - ה.מ.ב, ללירון תמיר - מועצת החלב, לד"ר נורית ארגוב ופרופ. צבי רוט מהפקולטה לחקלאות.