

השפעת סוג והרכב השומן על ביצועי פרות חלב

ריכוז האנרגיה בשומן הינו כמעט פי שניים מרכיבי מזון אחרים כמו פחמימות וחלבונים, ולכן פוטנציאלית יכול להיות מקור אנרגיה רצוי במנות מעלי גירה, ובמיוחד של פרות חלב גבוהות תנובה המצריכות מנות עתירות אנרגיה. ואולם לשומן בצורתו הטבעית יש בין היתר השפעה שלילית על תסיסת תאית, וכן הרוויה של חומצות בלתי רוויות, ולכן שיעורו במנות מעלי גירה בעבר היה מוגבל •



ד"ר עוזי מועלם

המחלקה לבקר לצאן | מינהל המחקר החקלאי

על מנת לצמצם את פעילותו השלילית, היה צורך להגן על השומן מפני הפעילות המיקרוביאלית בכרס. בתחילת שנות ה-80 של המאה הקודמת החלו לפתח שיטות שונות להגנה על השומן בכרס, וכיום קיימים מוצרים שונים של שומן הנחשבים אינרטיים בכרס. השומנים השונים נבדלים ביניהם בהרבה פרמטרים העשויים להשפיע על מידת יעילותם בהזנת מעלי גירה, כמו המופע הכימי, פרופיל חומצות השומן, טמפרטורת התכה ועוד. השומנים הנפוצים ביותר הם מלחי סידן של חומצות שומן משמן דקלים, או שומן רווי בצורות שונות: למשל כחומצות שומן חופשיות או כטריגליצרידים. בעבודת המחקר הנוכחית בחנו את השפעתם של שני מוצרים מסחריים נפוצים בשוק: מלחי סידן של חומצות שומן משמן דקלים או חומצות שומן רוויות בצורת טריגליצרידים, על ביצועי פרות חלב גבוהות תנובה.

חומרים ושיטות

הנסייני נערך ברפת ההזנה הפרטנית של מכון וולקני בבית דגן. בניסוי השתתפו 28 פרות מתחלובה שנייה ואילך, שחולקו בתחילת הניסוי על פי תנובת חלב, ימים בתחלובה, מספר תחלובה ומשקל גוף. הנתונים של 2 הקבוצות בתחילת הניסוי מופיעים בטבלה מספר 1.

לסיכום, שומן רווי הניתן בצורת טריגליצרידים יש השפעה שלילית על נעכלות המנה ורכיביה, ולכן גם על ביצועי הפרות, לעומת שומן הניתן בצורת מלחי סידן

פעמיים בשבוע על פי צריכת המזון הפרטנית ב-3 או 4 הימים שקדמו לכך.

במהלך הניסוי התבצעו ביקורות חלב אחת לשבועיים משלוש חליבות רצופות. נלקחו דוגמאות מיץ כרס לבדיקת רמות pH, ריכוזי חומצות שומן נדיפות (חש"ן) ואמוניה בכרס 3 פעמים ביממה: שעתיים לפני ארוחה, בזמן ארוחה ושעתיים לאחר ארוחה. כמו כן, בשבוע ה-9 של הניסוי נלקחו 8 דוגמאות צואה במשך יומיים רצופים, בהפרשים של 3 שעות בין דגימה לדגימה, לבדיקת נעכלות לכאורה של המנה ומרכיביה.

תוצאות

בטבלה מספר 2 ניתן לראות כי אכן ריכוז האנרגיה הכללית בתוסף ה-SFA היה גבוה יותר בגלל תכולת השומן הגבוהה. תוסף ה-CSFA הכיל 80% שומן, ואילו תוסף ה-SFA הכיל 98% שומן. כמו כן, תכולת הגליצירידיים בתוסף זה הייתה גבוהה (98%), ואילו בתוסף ה-CSFA רק 1% היא טריגליצירידיים, ו-99% חומצות שומן חופשיות.

בטבלה מספר 4 מופיעות תוצאות ייצור חלב ורכיביו על פי קבוצות הטיפול. תנובת החלב הייתה גבוהה יותר ב-3% (1.4 ק"ג ליום) בקבוצת ה-CSFA לעומת קבוצת ה-SFA. לא נמצא הבדל באחוז או תנובת השומן בין הקבוצות, ואילו אחוז החלבון היה גבוה יותר בקבוצת ה-SFA, ללא הבדלים בתנובת החלבון. תנובת החמ"ש הייתה גבוהה יותר ב-4.7% (2 ק"ג ליום) בקבוצת ה-CSFA לעומת קבוצת ה-SFA, ואילו תנובת החמ"מ הייתה גבוהה יותר ב-3.5% (1.6 ק"ג ליום) בקבוצת ה-CSFA.

טבלה 1. נתוני הפרות בתחילת הניסוי

CSFA	SFA	
7.1 ± 53.1	7.6 ± 53.5	חלב, ק"ג/יום
1.1 ± 3.14	1.2 ± 3.21	מספר תחלובה
33 ± 139.1	26 ± 135.2	ימים בתחלובה
47 ± 662.2	56 ± 665.9	משקל גוף, ק"ג

הטיפולים התזונתיים היו כדלקמן: (1) CSFA - קיבלה מנת בסיס + תוספת של 1.4% מן המנה (כ-440 גר' ליום) שומן מוגן כמלחי סידן (אדולק, פוליבה, רמלה), (2) SFA - קיבלה מנת בסיס זהה לקבוצה הקודמת + תוספת 1.2% מן המנה (350 גר' ליום) של שומן רווי כטריגליצירידיים (שומן 99%, Optima 100).

לשומן מ-2 המקורות ניתן אותו ערך אנרגטי (NEL). תכולת השומן נבדקה בשני התוספים, ובהתחשב בכך שתכולת השומן ב-CSFA היא 80% לעומת 98% ב-SFA (טבלה מספר 1) חושבה כמות התוסף היומית שניתנה לפרות, ונשמרה האחידות בכמות השומן שהוספה לפרות. עם הוספת התוספים, המנות היו זהות בחלבון (16.5%), אנרגיה (1.78 מק"ל לק"ג חומר יבש) ושומן. התוספים הוגשו באופן אינדיבידואלי, ועל מנת לשמור על אחוז שומן קבוע במנה, כמות השומן לפרה הבודדת חושבה

רשת רב פעמית לכיסוי תחמיץ קלה לתפעול והכי משתלמת בעולם

הכיסוי החזק והעמיד ביותר בשוק • 10 שנות אחריות UV על המוצר • החזר השקעה מהיר ביותר • קלה לכיסוי ופתיחה • מונעת לחלוטין

נזקים ממכרסמים, ציפורים, ברד ודריכה

◀ מקטינה את כמות הפחת.

◀ רשת סרוגה וגמישה שאינה נקרעת או נפרמת.

◀ קיבוע הרשת נעשה על ידי שקי חצץ.

*פטנט מוגן של חברת Secure Cover הבריטית. מיובא ומשווק בלעדית בישראל ע"י תומר רענן



בור תחמיץ 16X60 מ' במושב גילת

הזמנות לעונה הבאה מתקבלות עכשיו:

תומר רענן 054-7918102 • tomer.raanan@gmail.com • www.larefet.com

טבלה 2. פרופיל חומצות השומן בתוספי השומן

CSEA	SFA	
9.32	7.78	אנרגיה כללית, mj/kg
98	80	תכולת שומן כללי, %
2	99	חומצות שומן חופשיות, %
0.1	1.7	C12:0, %
1.4	1.7	C14:0, %
79.0	47	C16:0, %
6.3	55.3	C18:0, %
0.3	0.3	C20:0, %
0.5	0	C22:0, %
0.5	0	C24:0, %
9.7	35.4	C18:1, %
1.9	7.3	C18:2n6, %
0	0.24	C18:3n3, %
0.4	0.8	שונות
88.2	56.6	חומצות רוויות, %
11.7	43.4	חומצות לא רוויות, %

צריכת המזון והאנרגיה היו זהות בין הטיפולים. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקבוצות בחישובי היעילות לייצור חלב, חמ"ש או חמ"מ. העלאת גירה הייתה יותר גבוהה בקבוצת ה-SFA, ואילו כאשר חושבה העלאת גירה לק"ג חומר יבש, לא נמצא הבדל בין הקבוצות. זמן רביצה נטה היות גבוה יותר בקבוצת ה-CSFA. בטבלה 5 מופיעות תוצאות הבדיקה של נוזל הכרס. לא נמצא הבדל ברמת החומציות בכרס בין הקבוצות או בריכוזי האמוניה. ריכוזי החומצה האצטית והיחס אצטית לפרופיונית היו גבוהים יותר בקבוצת ה-CSFA, ללא הבדלים בריכוזם של שאר החומצות הנדיפות בכרס.

תוצאות הנעכלות לכאורה מופיעות בטבלה מספר 6. הנעכלות של כל רכיבי המנה היו נמוכים יותר בקבוצת ה-SFA: נעכלות החומר היבש והחומר האורגני היו יותר נמוכים ב-10% בקבוצת ה-SFA, ואילו נעכלות החלבון הייתה נמוכה יותר ב-7.4% בקבוצת ה-SFA לעומת קבוצת ה-CSFA. ההבדל הבולט ביותר בין הקבוצות היה בנעכלות השומן, כאשר נעכלות שומן ה-SFA הייתה נמוכה יותר ב-17.6% לעומת השומן בקבוצת ה-CSFA. גם נעכלות ה-NDF וה-ADF היו נמוכים יותר בקבוצת ה-SFA לעומת ה-CSFA.

דיון

יעילותו של שומן מוגן בהזנת מעלי גירה תלויה ב-2 פרמטרים עיקריים: פרופיל חומצות השומן והמופע הכימי שלו. בנוסף לכך, לאינטראקציה עם רכיבים אחרים במנה, שלב בתחלובה ופרמטרים נוספים אחרים יש השפעה על יעילות השימוש בשומן, אבל הם לא נבחנו במחקר הנוכחי. פרופיל חומצות השומן בתוספי השומן והמופע הכימי שלו משפיעים על מידת ההתמוססות שלהם בכרס, הספיגה במעי

טבלה 3. הרכב ותכולת המנות בניסוי

SFA	CSFA	
הרכב המנה - % מחומר יבש		
23.2	22.2	תירס גרוס
2.2	2.2	שעורה לחוצה
4.8	4.8	גרעיני חיטה
4.3	4.3	לפתית
2.6	2.6	כ. סויה
12.4	12.3	גלוטן פיד
2.0	2.0	גרעיני כותנה
20.1	20.0	ת. חיטה
13.3	13.3	שחת דגן
8.9	8.9	DDG
3.3	3.3	מי לקטוז
1.2	1.4	CSFA
0.3	0.3	אוריאה
1.6	1.6	מלח + סידינית
1.0	1.0	ביקרבוונאט + ויטמינים
תכולה		
1.78	1.78	אנרגיה, מק"ל/ק"ג ח"י
16.5	16.5	חלבון כללי, %
4.9	4.9	שומן, %
31.2	31.2	NDF כללי, %
17.5	17.5	NDF גס, %
0.009	0.009	סידן, %
0.005	0.005	זרחן, %

ורמת הנעכלות. מבחינת פרופיל חומצות השומן, ככלל, מתייחסים ליחס שביין חומצות השומן הבלתי רוויות לחומצות השומן הרוויות כפרמטר עיקרי, אם כי, גם להרכב הספציפי של חומצות השומן יש משמעות גדולה. המופע הכימי של שומן מוגן הקיים בשוק הוא מגוון, כאשר 2 סוגי השומן הנפוצים הם מלחי סידן של חומצות שומן (CSFA) ושומן רווי (SFA). CSFA מיוצר בדרך כלל משומן דקלים, ולכן בד"כ כ-45-40% ממנו יהיה שומן בלתי רווי. שומן רווי (נקרא גם שומן מוקשה, או שומן 99%), יכול להופיע כטריגליצרידים, או כחומצות שומן חופשיות. גם שומן זה מיוצר בדרך כלל משומן דקלים שעבר הרוויה.

בעבודת המחקר הנוכחית השווינו בין 2 מוצרים נפוצים בשוק: CSFA ו-SFA. שני מוצרים אלה שונים בפרופיל חומצות השומן ובמופע הכימי. תוצאות עבודה זו מראות כי שומן רווי בצורת טריגליצרידים פוגע בתנובת החלב ובנעכלות של המזון. כתוצאה מכך הייתה ירידה גם בחמ"ש ובחמ"מ. גם בעבודות אחרות בעולם נמצא כי שומן רווי בצורת טריגליצרידים פגע בביצועים, לעומת שומן רווי בצורת חומצות שומן חופשיות. עבודות מחקר רבות מראות כי שומן

טבלה 5. רמת pH וריכוזי אמוניה וחומצות שומן נדיפות בכרס (mM)

>P	SEM	SFA	CSFA	
0.20	0.05	6.67	6.67	ממוצע בכרס pH
0.99	11.5	158.6	158.4	אמוניה, $\mu\text{g/mL}$
0.03	1.4	57.9	61.6	אציטית (C2)
0.56	1.0	36.1	35.3	פרופיונית (C3)
0.22	0.7	20.7	22.1	בוטירית (C4)
0.21	0.1	1.3	1.6	איזולרית (IC5)
0.93	0.1	2.1	2.1	ולרית (C5)
0.22	0.05	0.4	0.5	קפרואית (C6)
0.04	0.05	1.6	1.8	C2/C3
0.17	2.4	118.7	123.4	סה"כ חש"ן

טבלה 6. שיעור הנעכלות לכאורה של רכיבי המנה

>P	SEM	SFA	CSFA	
0.0007	0.09	55.8	62.0	ח"י, %
0.0003	0.09	58.1	64.7	חומר אורגני, %
0.06	0.13	52.9	57.1	חלבון, %
0.02	0.16	43.0	47.8	NDF
0.01	0.18	27.5	34.6	ADF
0.0001	0.17	58.1	70.5	שומן, %

ב-CSFA לעומת 98% ב-SFA). היות ונכון לעכשיו אין ערכי אנרגיה ספציפיים לתוספים אלה, הערך האנרגטי שניתן לשומן בשני התוספים היה זהה, אבל היות ושיעור השומן בתוסף ה-SFA היה גבוה יותר בכ-12.5%, בפועל הערך האנרגטי שניתן לתוסף ה-SFA היה גבוה יותר בכ-12.5% מאשר תוסף ה-CSFA. ניתן לראות זאת גם בערך הגבוה יותר שניתן לשומן ה-SFA גם באנרגיה הכללית שנבדקה בקלורמטר לעומת ה-CSFA (9.32-7.78 מק"ל לק"ג, בהתאמה). בהתחשב ברמת הנעכלות הנמוכה של תוסף ה-SFA, צריך לתת לו ערך אנרגטי (נטו לחלב) נמוך יותר משומן שמקורו ב-CSFA.

לסיכום, שומן רווי הניתן בצורת טריגליצרידים יש השפעה שלילית על נעכלות המנה ורכיביה, ולכן גם על ביצועי הפרות, לעומת שומן הניתן בצורת מלחי סידן. ▲

טבלה 4. ייצור חלב ורכיביו

>P	SEM	SFA	CSFA	
0.0001	0.37	46.2	47.6	חלב, ק"ג ליום
0.36	0.07	3.72	3.63	שומן, %
0.004	0.02	3.34	3.24	חלבון, %
0.07	0.02	5.04	5.01	לקטוז, %
0.24	0.04	1.72	1.78	שומן, ק"ג ליום
0.2	0.02	1.54	1.58	חלבון, ק"ג ליום
0.04	0.03	2.36	2.45	לקטוז, ק"ג ליום
0.02	0.62	42.7	44.7	חמ"ש, 4%
0.03	0.47	45.8	47.4	חמ"מ, ק"ג יום
0.76	0.50	30.2	30.0	צריכת מזון, ק"ג ח"י ליום
0.77	0.88	225.1	223.6	צריכת אנרגיה, מק"ל ליום
0.19	2.74	9.2	14.5	צבירת משקל גוף, ק"ג
0.32	0.02	1.58	1.60	חלב לק"ג ח"י
0.21	0.02	1.48	1.50	חמ"ש לק"ג ח"י
0.37	0.01	1.58	1.60	חמ"מ לק"ג ח"י
0.01	4.84	539.9	523.4	העלאת גירה, דק' ליום
0.22	0.29	18.2	17.7	העלאת גירה לק"ג ח"י
0.09	15.9	538.2	571.5	רביצה, דק' ליום

בלתי רווי נעכל בצורה טובה יותר מאשר שומן רווי. ואולם, לשומן הרווי יש יתרון בכך שאינו מצריך או מאפשר פעילות כל שהיא של החיידקים בכרס, והשומן זורם כמעט בשלמות עם המעכל אל המעי.

בניסוי הנוכחי, הנעכלות של שומן ה-SFA הייתה נמוכה באופן משמעותי בהשוואה לשומן שמקורו ב-CSFA, אבל מעבר לכך הייתה פגיעה גם בנעכלות רכיבי המנה האחרים. הסיבה לאינטראקציה השלילית של שומן ה-SFA עם רכיבי מנה אחרים אינה ברורה, ומחייבת מחקר נוסף. פגיעה זו בנעכלות המזון גרמה לכך שזמינות האנרגיה ושאר הנוטריאנטים הייתה נמוכה יותר בפרות ה-SFA לעומת ה-CSFA, מה שככל הנראה פגע בסוף בביצועי הפרות.

יש לציין כי בעבודה הנוכחית כמות השומן שסופקה לפרות הייתה זהה, בהתחשב בשיעור השומן השונה בתוספים (80%