

## דו"ח מסכם לתוכנית מחקר מספר : 820-0351-20

תקציב-3011004497

1 שם ההצעה:

השפעת תוספי טעם וריח מלאכותיים במנות פרות חלב גבוהות תנובה על יעילות הייצור.

**The effect of artificial flavor supplements in non-efficient high producing dairy cows on production efficiency.**

מוגש לקרן הנהלת ענף בקר

ע"י

פרופ' סמיר מבג'יש - המחלקה לבעלי חיים, הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית, האוניברסיטה העברית, ירושלים. [Sameer.mabjeesh@mail.huji.ac.il](mailto:Sameer.mabjeesh@mail.huji.ac.il)

**Prof. Sameer J. Mabjeesh** - Department of Animal Sciences, The Robert H. Smith Faculty of Agriculture, Food, and Environment, The Hebrew University of Jerusalem, P.O.B. 12, Rehovot 7610001. E-mail: [Sameer.mabjeesh@mail.huji.ac.il](mailto:Sameer.mabjeesh@mail.huji.ac.il)

דר' יהושב בן מאיר – המחלקה לחקר מעלי גירה, המכון לחקר בעלי חיים, מכון וולקני, משרד החקלאות, ראשון לציון.

Dr. Yehoshav Ben Meir, Department of Ruminant research, Institute of Animal Research, Agricultural Research Organization – Volcani Center, Rishon-Letzion.

## 2 תוכן עניינים

1.....	שם ההצעה:	1
2.....	תוכן עניינים	2
3.....	תקציר	3
3.....	Abstract	4
4.....	מבוא ותיאור הבעיה	5
6.....	מטרות המחקר	6
6.....	תיאור מהלך הניסוי של שנה א' במחקר	7
8.....	תיאור מהלך הניסוי של שנה ב' ו-ג' במחקר	8
9.....	עיקר התוצאות	9
9.....	שנה א'	9.1
11.....	שנים ב' ו-ג'	9.2
14.....	דיון ומסקנות	10
16.....	ספרות מצוטטת	11

### 3 תקציר

במהלך השנים האחרונות נושא יעילות הייצור של פרות חלב גבוהות תנובה מקבל תשומת לב מרבית. מחקרים הראו באופן ברור שניתן לחלק אוכלוסיית החולבות לשלוש קבוצות מבחינת יעילות אנרגטית של הפיכת אנרגיה במזון לחלב: יעילות, לא יעילות והשאר. הפרות הלא יעילות מאופיינות בצריכת מזון גבוהה ב-25% מפרות יעילות ומייצרות אותה כמות של חלב. הנ"ל מביא להפסדים אנרגטיים ובזבוז של משאבים. הפרות הלא יעילות מצטיינות בקצב צריכת מזון מהיר, נעילות נמוכה של המנה וייצור חום גבוה. לכן, שתי אסטרטגיות תזונתיות ננקטו על מנת להקטין את צריכת המזון הכללית ולהאט את קצב צריכת המזון בפרות הלא יעילות. האחת הגבלת צריכת המזון והאחרת החלפת רכיבים אנרגטיים במנה במזון גס. שתי הנ"ל הצליחו להקטין את צריכת המנה הכללית ולהגדיל את יעילות יצור החלב מצד אחד ולהקטין את כמות יצור החלב מחד. שני המהלכים הנ"ל עלולים לפגוע ברווחת הפרות וברווחתן. לכן, במחקר הנוכחי הצענו אסטרטגיה תזונתית חדשה שמתבססת על תוספי טעם וריח מלאכותיים שגורמים לדחיית צריכת המזון והאטת קצב האכילה בפרות הלא יעילות בלי לפגוע ברווחתן. בעקבות ניסוי הטעימות הגענו למסקנה שהתוסף CAPs-XL שמכיל מיצוי של צ'ילי חריף הביא לירידה משמעותית בצריכת המזון. לכן, תכננו ניסוי בפרות חלב שחולקו לשתי תת קבוצות של יעילות ולא יעילות מבחינת יצור החלב וצריכת חומר יבש. תוצאות הניסוי חיזקו את העובדה שפרות במעמד יעילות הייצור נשארו יציבות לכל אורך תקופת הניסוי. התוסף לא הביא לשיפור באף מדד בניסוי כולל יצור חלב מושווה אנרגיה, צריכת מזון או מקדמי נעילות של רכיבי המנה השונים.

### 4 Abstract

Previous studies revealed that low efficient (LE) cows differ from high efficient (HE) cows by higher dry matter intake (DMI) reflected with higher eating rate, while milk yield, BW, ADG, and eating time remain similar. Therefore, we hypothesized that HE cows better adjust their intake to their energy needs while LE cows consume feed beyond their metabolic needs, and the excess energy is lost. Based on preliminary trial, showing reduced eating rate when feed was supplemented with natural extract of *Capsicum* spp. (Xtract Caps XL, Pancosma S.A.,

Switzerland), the objective of this study was to measure the effect of adding capsicum extract to LE and HE lactating cows on feed intake, milk yield, and efficiency of production. However, there was a slight decrease in LE DMI during the first week of treatment with CAPs-XL, LE did not differ from control LE in their yield and efficiency. The calculated milk production efficiency of LE (ECM/DMI = 1.44) cows was lower than the HE (ECM/DMI = 1.66) cows mainly because they had higher DMI (31.2 vs 27.8 kg/d,  $P < 0.001$ ) while producing the same amount of ECM (45.6 vs 45.8 kg/d, respectively). The results of this study do not support the method of reducing DMI to improve LE cows' efficiency and encourage further study of the causes for the variation in efficiency.

תאריך: 02/01/2024

חתימת החוקר: 

## 5 מבוא ותיאור הבעיה

במהלך השנים האחרונות דר' שוקי מירון ופרופ' אילן הלחמי חקרו את נושא יעילות הייצור של פרות חלב גבוהות תנובה. המחקרים הנ"ל הניבו בין היתר את עבודת הדוקטורט של יהושב בן מאיר והראו באופן ברור שניתן לחלק אוכלוסיית החולבות לשלוש קבוצות מבחינת יעילות אנרגטית של הפיכת אנרגיה במזון לחלב: יעילות, לא יעילות והשאר (Meir et al., 2018). כאשר הפרמטרים העיקריים להגדרות הנ"ל היו צריכת מזון בהתאם למודל (NRC (2001; RFI) וחישובים נוספים להערכת ניצולת האנרגיה במנה לייצור חלב, גדילה או ייצור חום (Meir et al., 2018). הפרות הלא יעילות נבדלו במספר פרמטרים מהפרות הלא יעילות כאשר הבולט ביניהם צריכת חומר יבש (כלל המנה) בכל טרימסטר בתחלובה בשיעור הגבוהה ב-25% (או 23% יותר אנרגיה מטבולית) יותר מאשר הפרות שהוגדרו כיעילות (Meir et al., 2019). מאידך, הפרות הלא יעילות יצרו כמות דומה של חלב מושווה אנרגיה לפרות היעילות ולא הוסיפו משקל. כלומר, הפרות הלא יעילות בזבזו יותר אנרגיה לייצור חום ולא לייצור רקמות או חלב.

בנוסף לעובדות הנ"ל אובחנו מספר פרמטרים פיזיולוגיים והתנהגותיים שהבדילו את הפרות היעילות מהפרות הלא יעילות. אכילה מהירה בכל ארוחה, כלומר כמות המזון ליחידת זמן בפרק

הזמן שהוגדר מראש כארוחה היתה גדולה. גודל ארוחה היה גדול יותר והיה מלווה בהעלאת גירה (משך זמן) ארוך יותר על בסיס יומי. מאידך, הפרות היעילות הראו מצב הפוך בפרמטרים ההתנהגותיים הנ"ל. במבחני נעכלות לכאורה בפרות של כלל החומר היבש ורכיבי דופן התא הצמחי (NDF) לפרות היעילות היה יתרון מובהק (Meir et al., 2019). המנגנונים הפיזיולוגיים שעשויים להסביר את צריכת המזון המוגברת בפרות הלא יעילות בהשוואה ליעילות קשורים בסיגנלים הנוירולוגיים והביוכימיים שמאותתים למוח ומרכז השובע/רעב. התמתחות הכרס ויצירת לחץ באזורים הקדמיים של הכרס כתוצאה מאפקט מילוי המזון במיוחד במנות שנעכלות הכללית פחות מ-67% בפרות חלב מביאה ליצירת סיגנלים עצביים שעוברים למוח דרך עצב הוואגוס למרכז השובע שמורה לבעל החיים להפסיק לאכול (Allen, 1996, Allen and Bradford, 2009, Allen et al., 2009). מצד שני, במנות עם נעכלות גבוהה (>67%) אפקט הפיזיקאלי של מילוי הכרס השפעתו מופחתת ואילו סיגנליים ביוכימיים הם אלו ששולטים באיתות למרכז השובע. השטף האנרגטי של פרופיונאט שמגיע לכבד, לאחר ספיגתו דרך דפנות הכרס, מביא ליצירת אנרגיה זמינה (ATP) וזה מביא ליצירת הסיגנל הביוכימי/אנרגטי שמאותת למרכז השובע על הפסקת אכילה (Allen et al., 2009). בשנים האחרונות מתגבשת ההנחה כי צריכת המזון נשלטת בעיקר על ידי מנגנונים שקשורים למאזן האנרגטי בכבד, בעיקר תהליכי חמצון של מטבוליטים במעגל קרבס. תיאוריה זו נקראת hepatic oxidation theory (HOT) (Allen et al., 2009). ממצא מעניין בניסויים הנ"ל היה שמשך הארוחה של הפרות היעילות היה בממוצע 35 דקות, בהתאמה למשך הזמן שהוצע בתיאורית ה-HOT להעברת הסיגנלים הביוכימיים למרכז השובע. מניחים שמשך זמן זה הנו האופטימלי להעברת הסיגנלים למוח ולהרגשת השובע והפסקת האכילה. יש לציין שנעכלות המנה בשתי הקבוצות (יעילות ולא יעילות) היתה מעל ל-67%, כלומר ניתן להניח שהתנהגות הפרות הלא יעילות קרי, אכילה מהירה, תרמה לצריכת האנרגיה המטבולית המוגברת (23% יותר) בהשוואה לפרות היעילות.

בהמשך לפרויקט הנ"ל קבוצת המחקר בראשות דר' מירון ניסחה שתי אסטרטגיות תזונתיות להקטנת צריכת המזון על ידי פרות לא יעילות: 1. החלפת גרעינים במנה במזון גס ו-2. הגבלת צריכת מזון (Ben Meir et al., 2019). כאשר במהלך הראשון המטרה היתה להשפיע על אפקט מילוי הכרס והשני צמצום כפייתי בצריכת המזון. ברוב הפרמטרים שנמדדו שני המהלכים הנ"ל הצליחו להשיג את המטרה להקטין את צריכת המזון ולהגדיל את יעילות הייצור מאידך, הפרות ייצרו פחות חלב מושווה אנרגיה ובכך מבחינה כדאיות כלכלית המטרה לא הושגה במאת האחוזים. לאחרונה בספרות המדעית מצטבר מידע על חישת טעמים במערכת העיכול של יונקים שונים ואת חשיבות חישת הטעם המתוק בתהליכי צריכת מזון, עיכול וספיגת סוכרים לאורך מערכת העיכול.

במקביל, מידע רב קיים על תהליכי אדפטציה של טעמים שונים (בדרך כלל טעמים דוחים) עוד בתקופה העוברית והינקות בבני אדם (Gerrish and Mennella, 2001, Liem and Mennella, 2009, Beauchamp and Mennella, 2002). מצד שני לא קיים מידע על תוספי טעם שגורמים לדחיית צריכת המזון או להאטת צריכת המזון. במעבדה שלנו ביצענו מספר ניסויים על צאן ועגלות חלב על מגוון רחב של תוספי טעם וריח. תוצאות המחקרים הנ"ל פורסמו במסגרות שונות כולל דוחות לקרן המדען של משרד החקלאות והנהלת ענף בקר. מהמחקרים הנ"ל מתברר שיש תוספי טעם וריח מלאכותיים שגורמים לדחיית צריכת מזון על ידי עגלות חלב. לדוגמה מצאנו שתוספים שמבוססים על מיצוי צ'ילי חריף גורמים להקטנת צריכת המזון ב-43% יחסית לביקורת ואילו מיצוי צ'ילי בפורמולציה אחרת שמונעת מגע עם רירית הפה לא משפיעה על צריכת המזון אבל מאיטה את קצב האכילה. כמו כן, נמצא שתוספים ארומתיים כמו אניס וחילבה מורידים את צריכת המזון ב-44% ו-11%, בהתאמה.

לאור האמור לעיל, אנו מציעים בהצעת מחקר זו לנצל את הידע הקיים על התנהגות האכילה של פרות חלב מצד אחד, ואת הידע הקיים על תוספי מזון הקיימים בשוק במטרה להאט את קצב האכילה של פרות לא יעילות ולגרום להם לצרוך פחות מזון ולהתייעל בלי לפגוע ברמת היצרנות או רווחתן.

## 6 מטרת המחקר

כפי שהוגדרו בהצעת המחקר המקיפה.

1. לערוך סולם של העדפה ודחיה של תוספי טעם וריח מלאכותיים בפרות חלב גבוהות תנובה.
2. לאפיין פרות חלב גבוהות תנובה כלא יעילות בהתאם לפרמטרים שהוגדרו לעיל.
3. לערוך ניסוי ברפת הפרטנית עם תוספי טעם וריח דוחים בפרות שהוגדרו כלא יעילות.
4. לבדוק השפעות התוספים על צריכת מזון, נעילות, ייצור חלב ויעילות ייצור חלב בפרות הנ"ל.

## 7 תיאור מהלך הניסוי של שנה א' במחקר

לצורך עריכת ניסוי הטעימות השתמשנו ברפת הפרטנית של מכון וולקני בין החודשים פברואר-אפריל 2020. כל העמדות התקינות (פרות n=36) נוצלו לצורך מבחן הטעימות. בסה"כ היו בכל סיבוב 6 פרות לטיפול, והניסוי בוצע ב-6 סבבים. השתמשנו בחמשה תוספים כאמור הזמינים בשוק לשימוש בפרות חלב: ממתיק מלאכותי Sucram, Organo, Molasweet, Anise, ו-CapsXL.

כאשר הראשון הנו טעם והאחרון מיצוי של צ'ילי חריף והשאר נחשבים לארומות (חוש ריח). יש לציין שכל התוספות מיוצרות על ידי חברת Pancosma ומאפשרות לשימוש על ידי השירותים הוותרנירים בארץ. טבלה מס' 1 מתארת את הריכוזים השונים של התוספים במנה (בליל) על בסיס חומר יבש. תוסף מסוים בריכוזים שונים היווה טיפול נפרד.

**הכנת הפרימקס:** כל התוספים הוכנו מראש בחברה בר-מגן בע"מ בריכוז שמתאים לערבוב עם 10 ק"ג בליל טרי לכל עמדה ברפת (פרה) למתן ריכוז סופי על בסיס חומר יבש כמתואר בטבלה מס' 1. הפרימקס הכיל תירס גרוס עם התוסף לכל פרה (0.5 ק"ג) ונשמר בתוך שקית ייעודית. השקיות (טיפול) סומנו במדבקה בצבע מסוים עם כיתוב מודפס ונסגרו בהלחמה. כך, שלכל טיפול היה לו צבע אחר על מנת למנוע בלבול. יש לציין שהשקיות הייעודיות מטרתם שמירה על טריות הפרימקס ומניעת בריחת הארומות.

**מהלך הניסוי:** בבוקר של כל סיבוב עולי האיבוסים ברפת הפרטנית נסגרו כך שלאחר החזרה ממכון חליבה לא היתה גישה לאיבוסים. האיבוסים נוקו משאריות ואופסו. לאחר מכן, חולק לכל האיבוסים בליל חולבות (10 ק"ג בדיוק). התוספים חולקו באיבוסים באופן אקראי. בכל סיבוב היו 5 תוספים ועוד טיפול הביקורת (תירס גרוס ללא תוסף). בכל סיבוב היו 6 חזרות לכל תוסף. הפרימקס עורבב באופן ידני עם הבליל עד למזוג מושלם (לא ראו את גרגרי התירס בבליל). לאחר שכל התוספים עורבבו העולים נפתחו באותו זמן והפרות קורבו לאבוסים הייעודיים שלהן. הזמן שנקבע לניסוי היה 10 דקות מהכנסת הראש לאבוס. לאחר 10 ד' הפרת גורשו מהאבוסים ועולים נסגרו וכמות המזון שנצרכה נרשמה. כך, שמבחן הטעימה יוחס לצריכת המזון בגרמים לדקה לכל פרה בנפרד. שלושה ימים הפרידו בין כל סיבוב.

להלן מטריצה שמתארת את מהלך הניסוי לקבוצה ניסוי (n=6) כאשר היו 6 חזרות ליחידת הניסוי. בפועל הניסוי בוצע במתכונת של ריבוע לטיני 6x6 עם 6 חזרות.

מטריצה מס' 1. תיאור ניסוי הטעימות בפרות חלב						
A*	B	C	D	E	F	סיבוב/פרה
a**	b	c	d	e	f	1
f	a	b	c	d	e	2
e	f	a	b	c	d	3
d	e	f	a	b	c	4
c	d	e	f	a	b	5
b	c	d	e	f	a	6

\*אותיות גדולות מסמלות פרה. \*\*אותיות קטניות מסמלות טיפול (תוסף טעם)

טבלה מס' 1. הפרימקסים השונים (טיפולים) שהוכנו ליצירת הטיפולים השונים. הריכוז מתייחס לריכוז הסופי בבלייל על בסיס חומר יבש.

Flavour supplement	Dosage used (g/ton DM)
Sucram® C-150®	150
Molasweet®	160
Molasweet®	300
Organo®	500
Organo®	1000
Organo®	1500
Anise®	300
CapsXL50®	50
CapsXL50®	100
CapsXL50®	150
CapsXL50®	300
CapsXL50®	500

## 8 תיאור מהלך הניסוי של שנה ב' ו-ג' במחקר

לצורך עריכת הניסוי השתמשנו ברפת הפרטנית של מכון וולקני בין החודשים אוקטובר 2021 ועד מרץ 2022. כל העמדות (פרות n=42) נוצלו לצורך הניסוי. 42 פרות חולבות (שאינן מבכירות) נבחרו באופן אקראי לניסוי. הפרות הוכנסו לרפת הפרטנית בבית דגן החל מיום א' ה-3 באוקטובר למשך 9 שבועות, שחולקו לשלוש תקופות ניסוי:

1. שבוע הרגלה לעמדות.
2. ארבעה שבועות לבחינת יעילות הייצור בהתאם לצריכת המזון וייצור כמות חלב הפרטנית כאשר הפרות לא נקשרות לעמדות בשום שלב במהלך היום למעט טיפולים רפואיים. לאחר 4 שבועות הפרות דורגו לפי מדדי היעילות שלהן וחולקו בהתאם ל-2 קבוצות – יעילות ו"לא יעילות". בכל תת קבוצה, הפרות חולקו לזוגות לפי ימים בתחלובה (n=10), צריכת מזון וייצור חלב מושווה אנרגיה. כל זוג חולק באופן אקראי לאחד מ-2 קבוצות – קבוצת טיפול וקבוצת ביקורת. כאשר הכוונה לטיפול היא התוסף.
3. במשך 16 ימים נוספים (תקופה 1 בטיפול התזונתי) עקבנו אחרי צריכת המזון, יצרנות והתנהגות אכילה של הפרות בטיפולים השונים.

המשכנו בניסוי עוד 21 ימים נוספים (תקופה 2 בטיפול התזונתי) להמשך מעקב אחרי הפרמטרים כפי שתואר בסעיף 3 (ראה בהמשך את ההבדלים בכמות התוסף בין התקופות 1 ו-2). יש לציין שהמעקב אחרי התנהגות אכילה (באמצעות מצלמות גו-פרו), ונתונים נוספים ממערכת "נעה" כולל התנהגות תנועה וכו'...הנה מחוץ למטרות המחקר הנוכחי.



בתום התקופה הראשונה (הרגלה) נאספו שאריות מזון וצואות (במשך 3 ימים בהתאם לפרוטוקול שמאפשר דיגום צואה (grab sampling) סביב השעון וכמו כן, בתום הניסוי (סוף תקופה 2).

**הכנת הפרימקס:** התוסף CAPs-XL (*Capsicum spp* Xtract® Caps XL, Pancosma S.A., Switzerland) הוכן מראש בחברת בר-מגן בע"מ בריכוז שמתאים לערבוב עם 30 ק"ג בליל (על בסיס חומר יבש) על מנת לתת ריכוז של 150 חל"מ. ריכוז החומר הפעיל בתוסף הנו 20%. צריכת ח"י חושבה בהתאם למעקב של 5 ימים רצופים וכמות התוסף הותאמה לכל פרה לתקופה העוקבת. לדוגמא פרה, בהנחה שצרכה 30 ק"ג חומר יבש ליום תקבל 900 מ"ג חומר פעיל בתקופה 1. בתקופת הניסוי השניה ריכוז התוסף הוכפל ל-300 חל"מ.

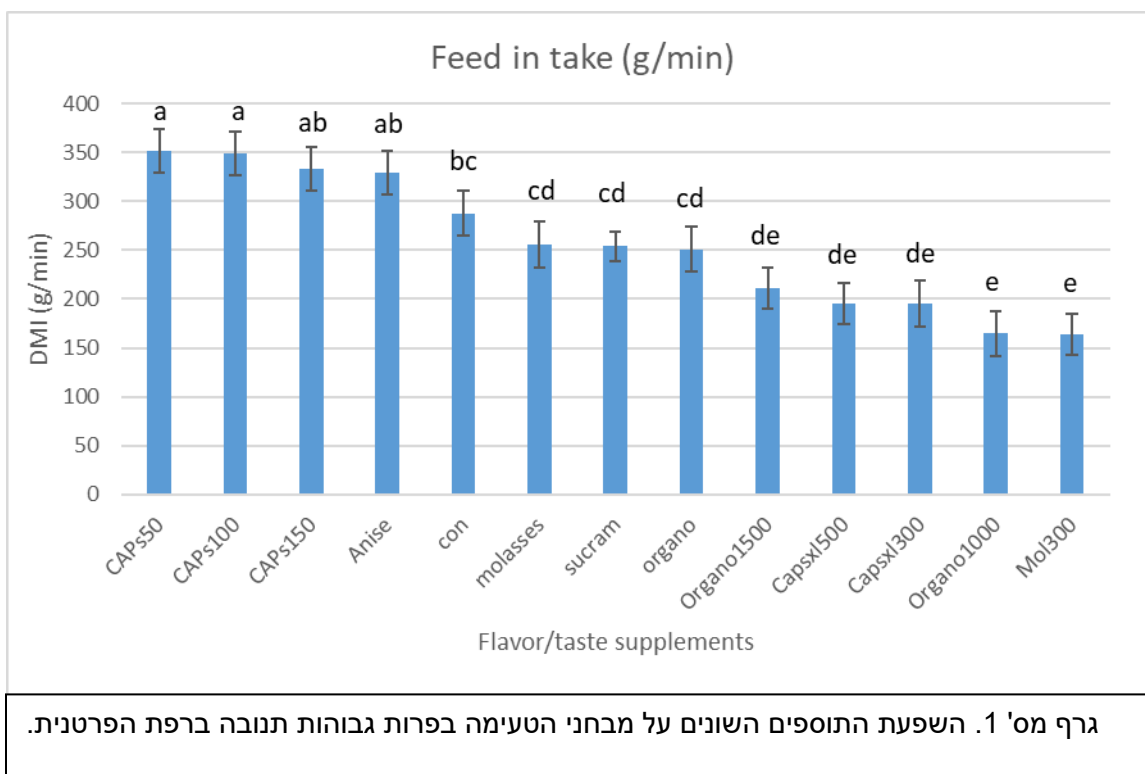
## 9 עיקר התוצאות

### 9.1 שנה א'

ממוצע תנובות החלב שנרשמו בתקופת הניסוי לכל הפרות היה 44.9 ק"ג ליום עם טווח תנובות של 31.0-53.9 ק"ג/יום עם  $SD=6.58$ .

תוצאות מבחן הטעימה מוצגים בגרף מס' 1. התוצאות מוצגים כממוצעים  $\pm$  שגיאת תקן (LSmeas  $\pm SE$ ). הניתוח הסטטיסטי בוצע במתכנת ריבוע לטיני בהתאם למטריצה מס' 1 JMP pro ver 15.0 (SAS institute Inc. 2019). תוצאות מובהקות ( $P < 0.05$ ) סומנו באות שונה בגרף.

ניתן להבחין שתוסף הצ'ילי בריכוזים של 50 ו-100 חל"מ הגביר את צריכת המזון (22% יותר) יחסית לביקורת מאידך, בריכוזים הגבוהים (300 ו-500 חל"מ) גרם לירידה משמעותית (32%) בצריכת המזון (גר'/דקה) במבחן הטעימות. התוספים עם הטעם והארומה המתוקה סוקראם ומולסה בריכוז 160 חל"מ הורידה את צריכת המזון יחסית לביקורת באופן מתון. בדומה לכך תוסף האורגנו בריכוז 500 חל"מ לא השפיע באופן מובהק על צריכת המזון יחסית לביקורת. תוסף המולסה בריכוז 300 חל"מ והאורגנו בריכוזים 1000 ו-1500 חל"מ הורידו את צריכת המזון באופן מובהק בהשוואה לביקורת.

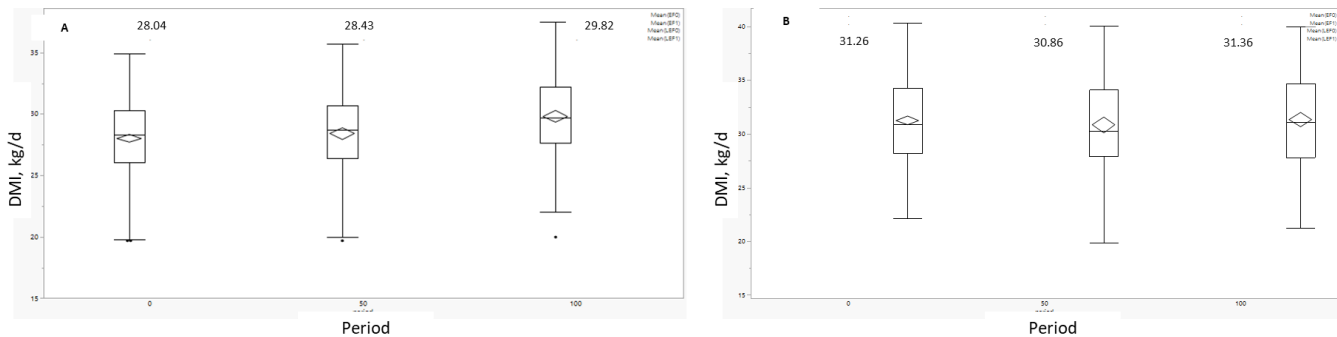


ניתן להסיק באופן ברור מניסוי הטעימות בפרות חלב שהתוספים השפיעו על צריכת המזון בהתאם להשערת המחקר כאשר הורדת המזון המשמעותית ביותר התקיימה עם התוספים של צ'ילי חריף בריכוזים הגבוהים (בממוצע ירידה של 32% בהשוואה לביקורת) ואילו תוספת האורגנו בריכוזים הגבוהים (1000 ו-1500 חל"מ) הורידה את צריכת המזון ב-43% ו-27% בהתאמה. תוספת המולסה בריכוז של 300 חל"מ הורידה את צריכת המזון ב-43% יחסית לביקורת. יש לזכור שהחריף לא נחשב לטעמן קלסי והקפיצין עובד על רצפטורים של מערכת העצבים (חישה) ואילו התוספים אורגנו ומולסה תוספות ארומטיות שעובדות על חוש הטעם והריח.

תוסף הצ'ילי נבחר להמשך הניסוי בריכוזים של 150 ו-300 חל"מ לק"ג ח"י לאחר סקירת ספרות והתייעצות עם אנשי החברה. אחד השיקולים לבחירת הריכוזים הנ"ל היה פגיעה מוגזמת בצריכת ח"י ובעקבותיה ירידה דרמטית בתנובת החלב.

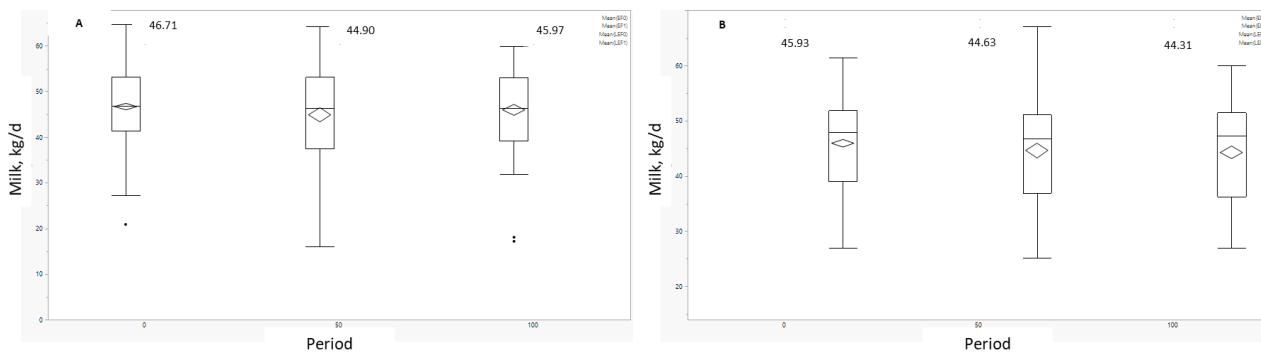
## 9.2 שנים ב' ו-ג'

כאמור במהלך ארבעת השבועות הראשונים לניסוי (לאחר שבוע ההרגלה) הפרות חולקו לשתי קבוצות מבחינת צריכת המזון ויעילות ייצור החלב בהתאם לביצועים שלהם בתקופה זו וכך בעצם נוצרו שתי קבוצות הפרות מבחינת יעילותן ליצור חלב. לאחר מכן, כל קבוצה חולקה לשתיים כאשר האחת היתה ביקורת (ללא תוסף) והשניה קיבלה את התוסף (CAPs-XL). כך, בעצם נוצר מבנה פקטוריאלי לניסוי. ממוצע צריכת ח"י בקבוצת היעילות נטה ( $P < 0.1$ ) להיות נמוך מזה, של הלא יעילות (29.9 לעומת 31.4 ק"ג/יום, בהתאמה; טבלה מס' 2; גרף מס' 2). צריכת ח"י דמתה בין הטיפולים השונים לאורך תקופת הניסוי.



גרף מס' 2. השפעת מתן תוסף CAPsXL ברמות שונות על צריכת חומר יבש (ק"ג ח"י/יום) של פרות יעילות (A) ולא יעילות (B) בשלוש תקופות שונות: 0; ביקורת, 50 תוספת של 150 חל"מ, 100; 300 חל"מ במנה בח"י.

צריכת המזון בתקופות הניסוי השונות מוצגת בגרף מס' 2 וניתן להתרשם שהתוסף CAPs-XL הביא לעליה (לא מובהק סטטיסטית) בצריכת המזון בקבוצת היעילות בשני הריכוזים של התוסף.



גרף מס' 3. השפעת מתן תוסף CAPsXL ברמות שונות על צריכת תנובות חלב (ק"ג/יום) של פרות יעילות (A) ולא יעילות (B) בשלוש תקופות שונות: 0; ביקורת, 50 תוספת של 150 חל"מ, 100; 300 חל"מ במנה בח"י.

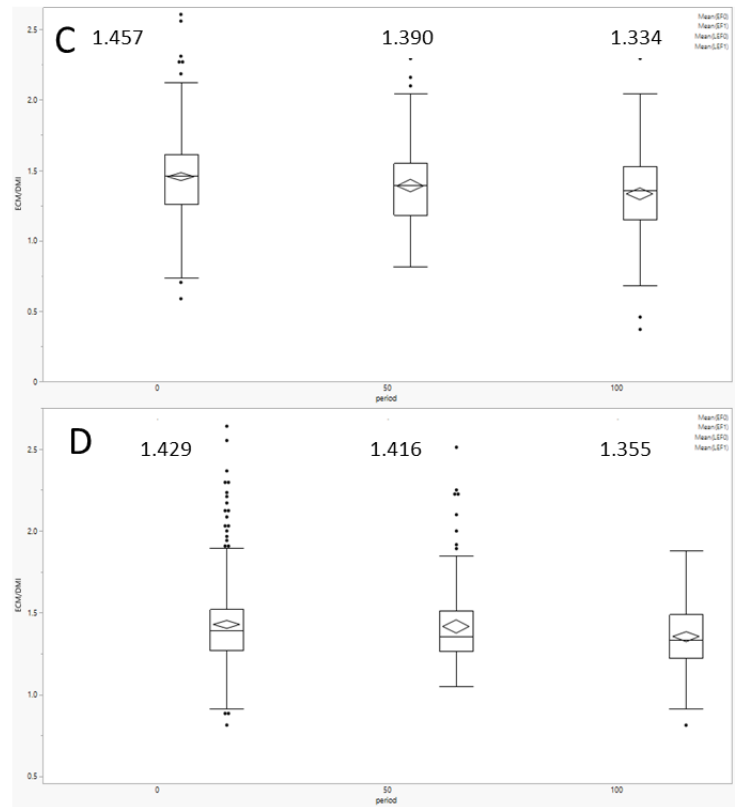
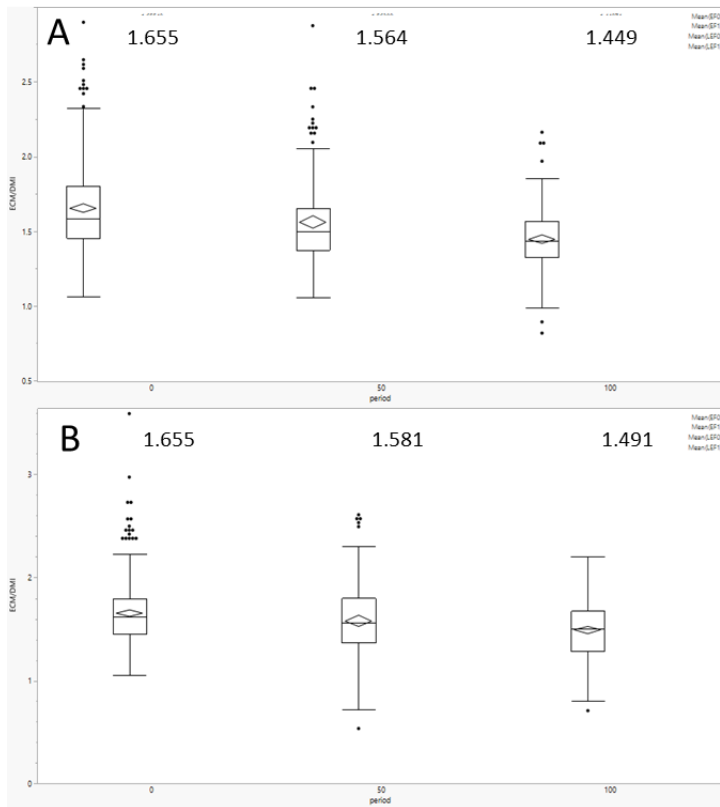
תנובות החלב לאורך תקופות הניסוי השונות דמו בין הטיפולים וקבוצות הפרות. ממוצע תנובת החלב לפרות היעילות היה 45.6 ק"ג/יום ואילו הלא יעילות היה 44.2 ק"ג/יום (גרף מס' 3 וטבלה מס' 2). בדומה לכך, תנובת חלב מושווה אנרגיה (ECM) ק"ג/יום לא נבדלה בין קבוצות הניסוי

השונות (גרף מס' 3; טבלה מס' 2).

טבלה מס' 2. השפעת תוסף CAPs-XL על ביצועי פרות חלב יעילות (HE) ולא יעילות (LE) לאורך תקופת בניסוי.

אינטראקציה	השפעה עיקרית, $P <$		קבוצת פרות				מדד	
	CAPs vs C	HE vs LE	SEM	לא יעילות (LE)	יעילות (HE)			
				בקות	בקות	בקות		
				10	10	10	מספר פרות (n)	
0.44	0.96	0.63	2.73	230	217	206	214	ימים בתחלובה
0.69	0.99	0.10	0.15	31.4	31.4	29.9	29.8	צריכת ח"י, ק"ג/יום
0.51	0.80	0.96	0.28	42.4	43.6	43.0	44.1	תנובת חלב מושווה אנרגיה, ECM ק"ג/יום
0.73	0.79	0.09	0.01	1.33	1.36	1.45	1.49	יחס ECM לצריכת ח"י
0.58	0.98	0.76	0.33	44.1	44.3	45.2	46.0	תנובת חלב, ק"ג/יום
0.93	0.56	0.34	0.02	3.78	3.87	3.68	3.73	תכולת שומן חלב, %
0.95	0.2	0.68	0.01	3.39	3.44	3.40	3.45	תכולת חלבון חלב, %
0.61	0.57	0.003	0.02	4.73	4.70	4.62	4.62	תכולת לקטוז, %
0.46	0.68	0.88	0.01	1.64	1.71	1.65	1.69	שומן חלב, ק"ג/יום
0.54	0.80	0.71	0.01	1.49	1.52	1.54	1.58	חלבון חלב, ק"ג/יום
0.29	0.79	0.76	0.02	1.82	2.08	2.09	1.93	לקטוז חלב, ק"ג/יום

יעילות אנרגטית ליצור חלב חושבה בהתאם ליחס לייצור כמות חלב מושווה אנרגיה (ECM) ליום וצריכת הח"י היומית לפרה בכל טיפול בתקופות הניסוי השונות (גרף מס' 4; טבלה מס' 2). ניתן לראות שהגדרת הפרות מבחינת יעילות היצור נשמרה לאורך תקופת הניסוי והיחס נשמר לפרות היעילות ל-1.47 ואילו הלא יעילות היחס היה 1.35 עם נטיה ( $P < 0.09$ ) ליעילות גבוהה יותר בפרות היעילות. יש לציין (אומנם ללא מובהקות סטטיסטית) שיעילות היצור של הפרות היעילות (HE) עם התוסף CAPs-XL ירדה עם הזמן בגלל העליה בצריכת המזון ללא שינוי ברמת היצרנות (גרף מס' 4). תכולת הלקטוז בפרות היעילות היתה גבוהה יותר בפרות הלא יעילות (4.72%) בהשוואה ליעילות לכל אורך תקופת הניסוי ולא הושפעה מהטיפול התזונתי (טבלה מס' 2).



גרף מס' 4. השפעת מתן תוסף CAPsXL ברמות שונות על יעילות יצור החלב המבוטאת כק"ג חלב לק"ג ח"י נצרך (ECM/DMI) בשלוש תקופות שונות: 0; ביקורת, 50 תוספת של 150 חל"מ, 100; 300 חל"מ במנה בח"י. A; פרות יעילות ללא תוסף במנה, B; פרות יעילות עם תוסף, C; פרות לא יעילות ללא תוסף, D; פרות לא יעילות עם תוסף.

טבלה מס' 3. השפעת תוסף CAPs-XL על מקדמי נעכלות של רכיבי המנה השונים בפרות חלב יעילות (HE) ולא יעילות (LE) לאורך תקופת בניסוי.

אינטראקציה	השפעה עיקרית, $P <$		קבוצת פרות					מדד מספר פרות (n)	
	CAPs vs C	HE vs LE	SEM	לא יעילות (LE)		יעילות (HE)			
				CAPs-XL	בקורת	CAPs-XL	בקורת		
				10	10	10	10		
				נעכלות לכאורה, ק"ג/ג"ק					
	0.95	0.43	0.15	0.01	0.69	0.70	0.71	0.72	חומר יבש
	0.14	0.23	0.40	0.01	0.79	0.73	0.74	0.74	חומר אורגני
	0.48	0.24	0.29	0.01	0.44	0.45	0.45	0.48	NDF
	0.41	0.43	0.25	0.10	0.46	0.46	0.47	0.49	ADF
	0.40	0.70	0.56	0.12	0.69	0.68	0.69	0.72	שומן כללי
	0.40	0.74	0.40	0.01	0.71	0.71	0.72	0.71	חלבון כללי
	0.09	0.75	0.46	0.02	0.98	0.94	0.91	0.97	עמילן
	0.74	0.56	0.14	0.01	0.71	0.71	0.72	0.73	אנרגיה כללית

נעכלות רכיבי המנה השונים מוצגים בטבלה מס' 3. לא נצפו השפעות עיקריות של הטיפול או מצב הפיזיולוגי של הפרות מבחינת יעילות היצרנות. ממוצע נעכלות ח"י היה 70.5% ואילו נעכלות של NDF (אמתית) היתה 45.5% לכל הטיפולים. נעכלות לכאורה של אנרגיה וחלבון כללי בטיפולים התזונתיים וקבוצות הפרות השונות דמה בין הקבוצות והממוצע היה 71.8% ו-71.3%, בהתאמה. התקיימה השפעת אינטראקציה ( $P < 0.09$ ) בנעכלות עמילן שנבעה מהעובדה שבפרות היעילות השפעת התוסף הקטינה את הנעכלות ואילו בפרות הלא יעילות הגדילה את ערך הנעכלות של עמילן במנה.

### 10 דיון ומסקנות

ניתן להבחין שתוסף הצילי (ניסוי הטעימות) בריכוזים של 50 ו-100 חל"מ הגביר את צריכת המזון (22% יותר) יחסית לביקורת מאידך, בריכוזים הגבוהים (300 ו-500 חל"מ) גרם לירידה משמעותית (32%) בצריכת המזון (גר/דקה) במבחן הטעימות. התוספים עם הטעם והארומה המתוקה סוקראם ומולסה בריכוז 160 חל"מ הורידה את צריכת המזון יחסית לביקורת באופן מתון.

בדומה לכך תוסף האורגנו בריכוז 500 חל"מ לא השפיע באופן מובהק על צריכת המזון יחסית לביקורת. תוסף המולסה בריכוז 300 חל"מ והאורגנו בריכוזים 1000 ו-1500 חל"מ הורידו את צריכת המזון באופן מובהק בהשוואה לביקורת. לאור התוצאות הנ"ל והספרות המקצועית הוחלט להשתמש בתוסף עם מיצוי הצ'ילי בגלל השפעתו (בריכוזים שנבדקו) הורידה את צריכת המזון ומחקרים אחרים הראו יתרון לפעילות של החומר הפעיל (קפסצין) במערכת החיסון, ויסות ושינוי אוכלוסיות חיידקי הכרס והיכולת שלו לשמש כחומר אנטי אוקסידנטי ( Oh et al., 2013, Oh et al., 2015, Oh et al., 2017b, Westphalen et al., 2021).

תוצאות הניסוי הנוכחי לא הוכיחו שיש לתוסף CAPs-XL השפעה על יעילות היצור של פרות חלב לא יעילות, להפך אחת התוצאות הבולטות (למרות אי ההבדל הסטטיסטי) הנה פגיעה ביעילות היצור של פרות חלב שהוגדרו בתקופת הקו-וואריאט כיעילות. פגיעה זו נגרמה בגלל העליה בצריכת המזון בטיפול עם התוסף ללא שינוי בתנובות החלב בקבוצת היעילות ואילו הלא יעילות לא היתה שום השפעה על צריכת המזון. תוצאות אלו נוגדות את רוב הממצאים בספרות שהראו בפרות חלב בשלבים שונים בתחלובה, יעילות הייצור עלתה עם תוספים המכילים קפסצין לבד או בתערובות של שמנים אתרים צמחיים אחרים ( Oh et al., 2015, Oh et al., 2017b, Vittorazzi Jr et al., 2022). יש לציין שהניסויים הנ"ל בוצעו לתקופות קצרות (ריבוע לטיני) ולכן, יש לקחת את אפקט "ההרגלה" בחשבון בהשוואות לניסויים הנ"ל עם הניסוי הנוכחי שתקופה זו הייתה ארוכה (4 שבועות) ותקופת הניסוי 5 שבועות. למרות המגבלה הנ"ל בתכנון הניסויים ומצבן הפיזיולוגי של פרות הניסוי השיפור ביעילות הייצור היתה בגין העליה בצריכת מזון שבעקבותיה עלה יצור החלב. מחקר נוסף הראה, שתוסף CAPs מוגן כרס בדומה לתוסף שהשתמשו בו בניסוי הנוכחי, בטווח הארוך (12 שבועות) השפעתו התבטאה באופן דרמטי יותר במיוחד השפעות ישירות על חיידקי הכרס (van Gastelen et al., 2023). קפסצין מביא לריקון מואץ של מערכת העיכול ולירידה ברמות ליפטין בדם שמביאות לעליה בצריכת המזון.

הסבר נוסף לעליה בצריכת המזון בפרות הניסוי (היעילות) הנו שיפור בנעכלות רכיבי המנה השונים בדומה לממצאים באדם ועכברים (Vittorazzi Jr et al., 2022). הוכח שצריכת קפסצין מביאה לעליה בהפרשות אנזימי הבלבל כמו ליפאזות, אלפא-עמילז, טריפסין וכמוטריפסין מה שמביא לעליה בנעכלות רכיבי המנה השונים ובעקבותיו עליה בצריכת ח"י. אבל, בניסוי הנוכחי לא נצפתה עליה בנעכלות רכיבי המנה השונים בין הטיפולים השונים או קבוצות הפרות בדומה לממצאים שדווחו על ידי חוקרים אחרים ( Oh et al., 2013, Oh et al., 2016, Oh et al., 2017a, Takiya et al., 2023, van Gastelen et al., 2023). העליה ה"רגעית" בצריכת המזון שנצפתה בקבוצת היעילות ולא בלא יעילות כנראה כרוכה ביכולת המקסימאלית של צריכת ח"י על ידי הפרות היעילות

שכנראה פוטנציאל הצריכה לא היה על הגבול המקסימאלי בטיפול הביקורת. מאידך, לא נצפתה עליה ביצור החלב כנראה בגלל המרחק מההמלטה.

ניתן לסכם שתוצאות הניסוי הנוכחי למרות היותו ארוך טווח לא נצפו תוצאות בהתאם להיפותזת העבודה שהתבססה על האטה בקצב האכילה ו/או ירידה בצריכת מזון כללי תשפר את יעילות הייצור של פרות לא יעילות. בניסוי הנוכחי, צריכת התוסף CAPs-XL הביאה לנטיה בעליה בצריכת המזון בלי שינוי ברמת היצרנות מה שהביא לירידה ביעילות הייצור בפרות היעילות. למרות האמור, הפרות היעילות והלא יעילות שמרו על סטטוס יעילות הייצור לאורך תקופת הניסוי כפי שהוכח בעבר לגבי פרות חלב.

## 11 ספרות מצוטטת

- Allen, M. S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J Anim Sci* 74(12):3063-3075.
- Allen, M. S. and B. J. Bradford. 2009. Control of eating by hepatic oxidation of fatty acids. A note of caution. *Appetite* 53(2):272-273; author reply 274-276.
- Allen, M. S., B. J. Bradford, and M. Oba. 2009. Board Invited Review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. *J Anim Sci* 87(10):3317-3334.
- Beauchamp, G. K. and J. A. Mennella. 2009. Early Flavor Learning and Its Impact on Later Feeding Behavior. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 48:S25-S30.
- Ben Meir, Y. A., M. Nikbachat, Y. Portnik, S. Jacoby, H. Levit, D. Bikel, G. Adin, U. Moallem, J. Miron, S. J. Mabweesh, and I. Halachmi. 2019. Dietary restriction improved feed efficiency of inefficient lactating cows. *J Dairy Sci*.
- Gerrish, C. J. and J. A. Mennella. 2001. Flavor variety enhances food acceptance in formula-fed infants. *The American Journal of Clinical Nutrition* 73(6):1080-1085.
- Liem, D. G. and J. A. Mennella. 2002. Sweet and Sour Preferences During Childhood: Role of Early Experiences. *Developmental psychobiology* 41(4):388-395.
- Meir, Y. B., M. Nikbachat, Y. Fortnik, S. Jacoby, H. Levit, G. Adin, M. C. Zinder, A. Shabtay, E. Gershon, and M. Zachut. 2018. Eating behavior, milk production, rumination, and digestibility characteristics of high-and low-efficiency lactating cows fed a low-roughage diet. *Journal of dairy science* 101(12):10973-10984.
- Meir, Y. B., M. Nikbachat, S. Jacoby, Y. Portnik, H. Levit, A. K. Elazary, E. Gershon, G. Adin, M. C. Zinder, and A. Shabtay. 2019. Effect of lactation trimester and parity on eating behavior, milk production and efficiency traits of dairy cows. *animal*:1-8.
- Oh, J., F. Giallongo, T. Frederick, J. Pate, S. Walusimbi, R. Elias, E. Wall, D. Bravo, and A. Hristov. 2015. Effects of dietary Capsicum oleoresin on productivity and immune responses in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 98(9):6327-6339.
- Oh, J., M. Harper, F. Giallongo, D. Bravo, E. Wall, and A. Hristov. 2017a. Effects of rumen-protected Capsicum oleoresin on immune responses in dairy cows intravenously challenged with lipopolysaccharide. *Journal of dairy science* 100(3):1902-1913.
- Oh, J., M. Harper, F. Giallongo, D. Bravo, E. Wall, and A. Hristov. 2017b. Effects of rumen-protected Capsicum oleoresin on productivity and responses to a glucose tolerance test in lactating dairy cows. *Journal of dairy science* 100(3):1888-1901.



- Oh, J., M. Harper, F. Giallongo, E. Wall, D. Bravo, and A. Hristov. 2016. Effect of rumen-protected Capsicum oleoresin on immune responses in lactating dairy cows experimentally challenged with lipopolysaccharide. *Journal of Animal Science* 94:757-758.
- Oh, J., A. Hristov, C. Lee, T. Cassidy, K. Heyler, G. Varga, J. Pate, S. Walusimbi, E. Brzezicka, and K. Toyokawa. 2013. Immune and production responses of dairy cows to postruminal supplementation with phytonutrients. *Journal of dairy science* 96(12):7830-7843.
- Takiya, C. S., N. T. Grigoletto, R. G. Chesini, O. P. Sbaralho, M. Bugoni, P. C. Vittorazzi Jr, A. T. Nunes, G. G. da Silva, D. J. C. Vieira, and A. C. de Freitas. 2023. Feeding rumen-protected Capsicum oleoresin to dairy cows during the transition period and early lactation: Effects on nutrient digestibility, blood metabolites, and performance. *Animal Feed Science and Technology* 305:115758.
- van Gastelen, S., D. Yáñez-Ruiz, H. Khelil-Arfa, A. Blanchard, and A. Bannink. 2023. Effect of a blend of cinnamaldehyde, eugenol, and capsicum oleoresin on methane emission and lactation performance of Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Science*.
- Vittorazzi Jr, P. C., C. S. Takiya, A. T. Nunes, R. G. Chesini, M. Bugoni, G. G. Silva, T. B. Silva, M. S. Dias, N. T. Grigoletto, and F. P. Rennó. 2022. Feeding encapsulated pepper to dairy cows during the hot season improves performance without affecting core and skin temperature. *Journal of Dairy Science* 105(12):9542-9551.
- Westphalen, M. F., P. H. Carvalho, J. Oh, A. N. Hristov, W. B. Staniar, and T. L. Felix. 2021. Effects of feeding rumen-protected Capsicum oleoresin on growth performance, health status, and total tract digestibility of growing beef cattle. *Animal feed science and technology* 271:114778.