



מיקרובים מסייעים לאתר בקר יעיל תזונתית

Brooke A. Clemmons, Phillip R. Myer*

המחלקה למדעי בעלי-חיים, המכון לחקלאות באוניברסיטת טנסי, נוקסוויל, טנסי, ארצות הברית

סוקרים צעירים

CATHERINE
גיל: 15



HARRISON
גיל: 11



JOSHUA
גיל: 15



MEGAN
גיל: 15



מעלי גירה (Ruminants)

יונקים שיכולים לקבל חומרי הזנה מצמחים על ידי עיכול הצמחים במעיים מיוחדים, בסיועם של מיקרובים.

מספר האנשים בעולם גדל במהרה, ועקב כך גובר הצורך במזון. למרבה המזל, בקר הוא מקור טוב שיכול לסייע בסיפוק מזון נוסף! חיות אלה מסוגלות לייצר יותר חלבון ממה שהן צורכות, והן ממירות דשא, שאינו נאכל על ידי בני אדם, לחלבון ברמה גבוהה, שבני אדם יכולים לאכול. עם זאת, ניתן עדיין לשפר את ההמרה של דשא לבשר, על ידי איתור בקר המסוגל לבצע את ההמרה יותר ביעילות, תהליך הנקרא הפיכת בקר ליעיל יותר תזונתית. במחקר זה, זיהינו מיקרובים בקיבה של בקר יעיל תזונתית וחומרי הזנה בדמם. באמצעות תוכנת מחשב, הראינו שחומרי ההזנה בדם של בקר יעיל תזונתית מאפשרים לנו לנבא מיהם המיקרובים שחיים בקיבתם. מחקרנו מצביע על כך שמיקרובים בקיבה של בקר עשויים לסייע לשפר את יעילות ההזנה, ויכולים לשמש לניבוי איזה בקר היה יעיל יותר תזונתית.

הקשר שבין דשא לבשר

האם ידעתם שלמעלי גירה כמו בקר, כבשים, עיזים וג'ירפות, יש קיבה עם ארבעה חללים שמתמחים בעיכול צמחים? החלק הראשון בבטנם נקרא rumen – זה המקום שבו מרבית הצמחים שמעלי גירה אוכלים, מתפרקים. ה-rumen של בקר יכול להחזיק כמעט 230 ליטרים של מזון ומים – זה המון מזון! מעלי הגירה מסוגלים לפרק צמחים שבני אדם אינם

מיקרובים (Microbes)

אורגניזמים מיקרוסקופיים שחיים סביבנו. מיקרובים כוללים חיידקים, פטריות ופרוטוזואונים.

יכולים לאכול, הודות ל**מיקרובים** זעירים שחיים למיקרובים יש חלבונים מיוחדים, שנקראים אנזימים, שיכולים לתקוף את הרכיבים הקשיחים של הצמח ולעכל אותם. לבני אדם אין את אותם האנזימים, ולכן מעלי גירה יכולים להשתמש בצמחים ובמזונות אחרים שבני אדם אינם יכולים להשתמש בהם.

מאחר שמיקרובים הם אלה שמפרקים את מרבית המזון שפרות ומעלי גירה אחרים אוכלים, המיקרובים משפיעים מאוד על טיב האופן שבו פרות יכולות להשתמש בסוגים שונים של מזון כדי לעלות במשקל. ישנן פרות ומיקרובים הטובים מאוד בפירוק המזון ובניצול האנרגיה וחומרי הזנה אחרים המגיעים ממנו, וחלקם פחות טובים בכך. פרות שטובות בפירוק מזון לקבלת אנרגיה נקראות יעילות תזונתית. פרות שאינן יעילות תזונתית לא טובות באותה המידה בהפקת אנרגיה ממזון.

השוואת מיקרובים וחומרי הזנה בין סוגי בקר שונים

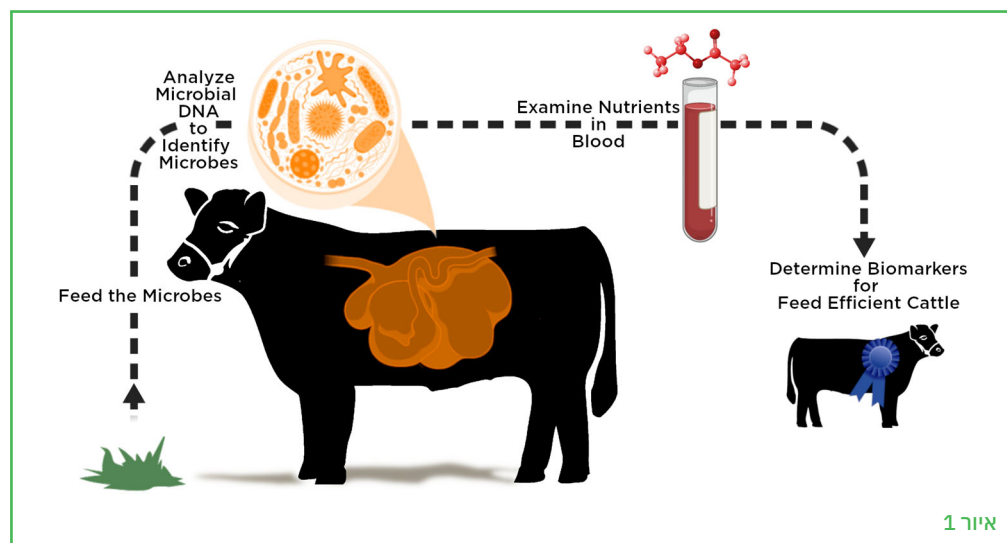
חלק ממחקר שערכנו לאחרונה משתמש בשילוב של שיטות מעבדה וניתוח ממוחשב במטרה לנסות למצוא דרך מהירה, קלה וזולה להבין אלו פרות יעילות תזונתית, וכיצד מיקרובי עשויים לסייע להן לנצל טוב יותר את מזונן. ראשית, אנו לוקחים דגימות דם מהפרות. לאחר מכן, אנו אוספים את המיקרובים שב-rumen על ידי הכנסת צינורית דרך גרונה של הפרה ועד לקיבה שלה, ושאיבת חלק מתכולת הקיבה. במעבדה, אנו מפרקים את תאי המיקרוביים כדי לקבל את ה**דנ"א** שלהם, המאפשר לנו לזהות אלו מיקרובים נוכחים. בנוסף, אנו מודדים את הכמויות השונות של חומרי הזנה בדם של פרות שמסוגלות לעלות במשקל עם פחות מזון, ובדמן של אלה שעולות פחות במשקל עם אותה כמות מזון. לאחר שאנו מוצאים אילו מיקרובים חיים במעיים של הבקר, ואת כמויות חומרי ההזנה בדמם של חיות שונות, אנו מנתחים כיצד הגורמים האלה שונים בין פרות יעילות תזונתית לפרות שאינן יעילות תזונתית. לבסוף, אנו משתמשים בתוכנת מחשב כדי לחשב את הקשרים שבין המיקרובים לבין חומרי ההזנה, מה שמאפשר לנו לראות כיצד מיקרובי ה-rumen עשויים לסייע לפרות להשתמש טוב יותר במזון שאנו נותנים להן (איור 1).

דנ"א (DNA)

החומר שנמצא בכל היצורים החיים ונושא את המידע הגנטי.

איור 1

מציאת דרכים לזהות בקר יעיל תזונתית באמצעות מיקרובים. כאשר מזין את המיקרובים, שבתורם מזינים את הפרות. חוקרים יכולים לבחון את המיקרובים ב-rumen ואת חומרי ההזנה בדם של בקר, כדי לראות אם לבקר יעיל תזונתית יש מיקרובים או חומרי הזנה שונים לעומת בקר שאינו יעיל תזונתית.



איור 1

מה גילינו?

ראשית, הסתכלנו על מיקרובים בבקר יעיל תזונתית ובבקר שאינו יעיל תזונתית [1]. מאחר שישנם מאות סוגים שונים של מיקרובים שחיים ב-rumen, רצינו לראות אם לפרות יעילות תזונתית ולא יעילות תזונתית יש סוגים שונים של מיקרובים ב-rumen שלהן. לא ראינו כל הבדל במספר הסוגים השונים של מיקרובים, או כל שינוי בקשר שבין המיקרובים לבין הפרות היעילות והלא יעילות תזונתית. אולם כן ראינו הבדלים בכמות של מיקרובים מסוימים בין שתי קבוצות הבקר. לדוגמה, החיידקים בקבוצת Flavobacteriia היו רבים יותר בקרב פרות יעילות תזונתית. שמנו לב גם לעובדה ששלושה סוגי מיקרובים שונים נדמו כאחראים על השונות ביכולת להשתמש בחומרי הזנה.

מיקרובים משפיעים על הפקת אנרגיה ממזון

אפילו אם ישנם הבדלים במיקרובים, האם הם באמת גורמים להבדל בחומרי ההזנה שפרות מקבלות? כדי לענות על השאלה הזו, הסתכלנו על חומרי הזנה שנמצאים בדם של פרות. ראשית, מצאנו שלפרות יעילות תזונתית ולפרות לא יעילות תזונתית היו כמויות שונות של חומרי הזנה מסוימים [2]. אחד מחומרי ההזנה האלה, שנקרא **פנטוטנאט**, נמצא בכמות גדולה יותר אצל פרות יעילות תזונתית. פנטוטנאט משמש ליצירת מולקולה מיוחדת שנקראת **קואנזים A**. חומר זה חשוב עבור חיות רבות, מאחר שהוא מעורב בהפיכת מזון לאנרגיה ובבניית שרירים [3]. אולם לחיות אין את הכלים להפוך פנטוטנאט לקואנזים A, אך מיקרובים מסוימים יכולים לעשות זאת.

פנטוטנאט (Pantothenate)

ידוע כוויטמין B5, חשוב עבור פירוק המזון שאנו אוכלים לרכיבים שהגוף יכול להשתמש בהם.

קואנזים A (Coenzyme A)

מולקולה שכיחה וחינונית שמעורבת בתהליכים רבים שקשורים לאנרגיה.

בשלב הבא רצינו לבדוק אם ישנם מיקרובים ב-rumen שמסוגלים להפוך פנטוטנאט לקואנזים A. מצאנו שקבוצה אחת של חיידקים, שנקראים Flavobacteriia, הופיעו בכמות גדולה יותר ב-rumen של פרות יעילות תזונתית. לאחר מכן, השתמשנו במחשבים המסוגלים לבצע חישובים מורכבים מאוד, כדי לקבוע את הקשר שבין פנטוטנאט לבין Flavobacteriia. מצאנו שכמות הפנטוטנאט בדם של פרות יכלה "לחזות" את כמות ה-Flavobacteriia שחיו ב-rumen שלהן. אם כן, ככל שכמות הפנטוטנאט בדם נמוכה יותר, כך כמות ה-Flavobacteriia שחיים ב-rumen של הפרות נמוכה יותר. כאשר כמות הפנטוטנאט בדם גדלה, יותר Flavobacteriia חיים ב-rumen.

ממצא זה חשוב מאוד מכמה סיבות. ראשית, גם פנטוטנאט וגם Flavobacteriia נמצאים בכמויות גדולות יותר בקרב פרות יעילות תזונתית. הדבר מרמז על כך שגם פנטוטנאט וגם Flavobacteriia יכולים לשמש מדענים וחקלאים כדי להחליט אלו פרות עומדות להיות טובות יותר בשימוש במזון. בחירה וגידול של פרות שטובות יותר בשימוש במזון שלהן, משמעותם שהפרות יכולות לגדול מהר יותר ולהשתמש בפחות מזון, מה שיעיל יותר לסביבה [4]. הממצאים שלנו גם מצביעים על כך שמיקרובים ב-rumen כן משנים את האופן שבו פרות משתמשות בחומרי ההזנה במזון, ובחומרי הזנה שמיוצרים על ידי מיקרובים. לעיתים, הבדלים קטנים שמדענים מוצאים בין קבוצות של אורגניזמים, לא משפיעים בפועל על האורגניזמים. אולם העבודה שלנו מספקת ראיות נוספות לכך שההבדלים במיקרובים ב-rumen יכולים להשפיע על האופן שבו גופן של חיות פועל על מנת להפיק אנרגיה ממזון [5].

שימוש עתידי במידע שהתקבל במחקר

אנו מקווים שנוכל להשתמש במידע הזה בכמה דרכים. ראשית, בסופו של דבר אנו שואפים לפתח מבחן שיוכל להשתמש בכמות קטנה של דם כדי למדוד כמה פרות יעילות בשימוש בחומרי הזנה מזונן. פנטוטנאט עשוי להיות אחד מחומרי ההזנה שיכולים לשמש כמדד ליעילות תזונתית, אולם אנו רוצים למצוא חומרים נוספים כאלה. אנו גם מקווים למצוא מיקרובים נוספים שמשנים או מייצרים את חומרי ההזנה שגורמים למעלי הגירה להיות טובים יותר בשימוש במזונם. אם נדע אלו מיקרובים מייצרים את חומרי ההזנה שמסייעים למעלי גירה להשתמש במזונם ביעילות, אולי נוכל לספק את המיקרובים האלה לבעלי הגירה במטרה לסייע להם להגביר את יעילות השימוש במזונם. טרם שנגיע לנקודה הזו לפנינו עבודה לא מעטה, אך חשיבותה רבה, מאחר שפרות שמחות ובריאות טובות יותר עבור אנשים, וטובות יותר לסביבה.

מאמר המקור

Clemmons, B. A., Martino, C., Powers, J. B., Campagna, S. R., Voy, B. H., Donohoe, D. R., et al. 2019. Rumen bacteria and serum metabolites predictive of feed efficiency phenotypes in beef cattle. *Sci. Rep.* 9:19265. doi: 10.1038/s41598-019-55978-y

מקורות

1. Myer, P. R., Smith, T. P., Wells, J. E., Kuehn, L. A., and Freetly, H. C. 2015. Rumen microbiome from steers differing in feed efficiency. *PLoS ONE* 10:E0129174. doi: 10.1371/journal.pone.0129174
2. Clemmons, B. A., Mihelic, R. I., Beckford, R. C., Powers, J. B., Melchior, E. A., McFarlane, Z. D., et al. 2017. Serum metabolites associated with feed efficiency in black angus steers. *Metabolomics* 13:147. doi: 10.1007/s11306-017-1282-z
3. Leonardi, R., Zhang, Y. M., Rock, C. O., and Jackowski, S. 2005. Coenzyme A: back in action. *Prog. Lipid Res.* 44:125–53. doi: 10.1016/j.plipres.2005.04.001
4. Myer, P., Clemmons, B., Schneider, L., and Ault, T. 2019. Microbiomes in ruminant protein production and food security. *CAB Rev.* 14:1–11. doi: 10.1079/PAVSNR201914008
5. Clemmons, B. A., Powers, J. B., Campagna, S. R., Seay, T. B., Embree, M. M., and Myer, P. R. 2020. Rumen fluid metabolomics of beef steers differing in feed efficiency. *Metabolomics* 16:23. doi: 10.1007/s11306-020-1643-x

פורסם אונליין: 30 בנובמבר 2022

נערך על ידי: Johnathan J. Dalzell

מנחה מדעי: Ryan Weir

יעילות תזונתית (Feed Efficiency)

מדד פשוט שקובע את יכולתן של פרות להפוך את מזונן לחלב, לרכיבי חלב, או למשקל גוף.

ציטוט: Clemmons BA and Myer PR (2022) מיקרובים מסייעים לאתר בקר יעיל תזונתית Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2020.540393-he

תורגם והותאם מ: Clemmons BA and Myer PR (2020) Microbes Help Predict More Efficient Cattle. Front. Young Minds 8:540393. doi: 10.3389/frym.2020.540393

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

COPYRIGHT © 2020 © 2020 Clemmons and Myer. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחבר(ים) המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

CATHERINE, גיל: 15

אני אוהבת מוזיקה ושירה, מנגנת בכינור ובגיטרה ונהנית לכתוב! רוקדת בלהקת מחול מקצועית ומתנדבת עם ילדים במועדונים מקומיים ובהדרכות. אני נהנית ללכת לאירועים של צעירים בכנסייה שלי ולעשות כושר. מקווה שעל ידי סקירת המאמרים האלה, אוכל ללמוד דברים חדשים ומעניינים!

HARRISON, גיל: 11

אני אוהב לעשות ספורט כמו למשל הוקי, או לצאת לריצה ולרדוף אחרי הכלב שלי! אני גם אוהב לגלות דברים חדשים, אולם לא מזונות חדשים! מאחר שכיום אני בבית ספר יסודי, אני מתרגש להתחיל את חטיבת הביניים ולנסות הרבה מקצועות חדשים. המקצוע האהוב עליי נכון להיום הוא מתמטיקה.

JOSHUA, גיל: 15

התעניינתי מאוד במדע מגיל צעיר, ואני מרותק מנפלאות העולם. אני אוהב לדעת כמה שיותר על כל דבר, ולמען האמת אני די חנון! אני מתעניין בביולוגיה ובכימיה, ומשחק רוגבי בבית הספר שלי.

MEGAN, גיל: 15

היי, אני Megan, התחביבים שלי כוללים מחזות זמר, אפייה וגלישה (אבל רק במהלך הקיץ!). נעשיתי מעורבת בפרונטירז – מדע לצעירים מאחר שאני אוהבת מאוד ללמוד עוד על מדע ועל העולם שסביבי, וקריאת המאמרים האלה היא דרך טובה בתור התחלה!

הכותבים

BROOKE A. CLEMMONS

Brooke A. Clemmons היא דוקטורנטית במדעי בעלי החיים בנוקסוויל, טנסי. היא גדלה בעיר, אולם תמיד אהבה חיות מרעה. כיום, Brooke עובדת עם 132 פרות במטרה להבין כיצד גורמים סביבתיים שונים



משפיעים על האופן שבו פרות משתמשות במזון. היא מתמקדת בפרט באופן שבו גורמים שונים כמו היריון וגנטיקה משפיעים על המיקרובים שחיים במעי של פרות, וכיצד אנו יכולים להשתמש בגורמים האלה כדי לגרום לחיות לגדול בצורה טובה ובריאה יותר.



PHILLIP R. MYER

Phillip R. Myer הוא פרופסור באוניברסיטת טנסי במחלקה למדעי בעלי החיים. הוא מתעניין באופן שבו מיקרובים בבקר משפיעים על יעילות ההזנה. Phillip גם מתעניין באופן שבו בקר יכול לתקשר עם המיקרובים בקרבו. קבוצת המחקר שלו משתמשת בטכנולוגיות דנ"א במטרה לחקור את האינטראקציות האלה. הוא מקווה שהמחקר שלו יוכל לסייע על ידי יידוע, שיפור ולקיחת חלק בפתרון של דרישת החלבון והמזון העולמית בעתיד. *pmyer@utk.edu

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK