

מזונות והזנה



הערך היצרני של המזון

עופר קרול, 'החקלאית'

אחת, בתנאים מוגדרים מאד של לחץ אטמוספרי). במרבית ממדינות מערב-אירופה כיום נוהגים להמיר את הקלוריה בג'אול שזאת יחידה שמודדת מוליכות חשמלית. (המרה בין ג'אול לקלוריה = חילוק או הכפלה ב-4.18). הג'אול כמו גם הקלוריה אינם כלי מדידה מושלמים, אבל מאחר ואלה כלים מוסכמים כמו הגרם, המעלה, המטר וכד' – ניתן להשתמש בהם ככלים להשוואה ולקבלת החלטות. על מנת להקל, אנחנו נוהגים להשתמש במגה-קלוריה (1 מגה-קלוריה = מיליון קלוריות).

את הקלוריות מודדים בקלורימטר שהוא כלי סגור שבתוכו החומר הנבדק ומה שבעצם מודדים זה שינוי טמפרטורת המים שנגרם כתוצאה מהתפרקות החומר הנבדק. מכאן שאנחנו מודדים את כל כמות האנרגיה שהיתה אצורה בחומר הנבדק והיא כוללת רכיבים רבים, שלא עומדים לרשות בעלי-החיים אשר אוכל את אותו החומר. הקלורימטר מודד את סך כל כמות האנרגיה הכללית האצורה בחומר, ולא את אותו החלק שניתן לנצל לייצור. שלב הקלורימטר הוא החלק הקל, הקושי מתחיל באיתור הגורמים המפריעים לניצול כל האנרגיה הזאת לייצור.

הזכרנו את השוואת העמילן בין שוורים מפוטמים. היו שהשוו הוספה של 1 ק"ג גרעין שעורה לפרות חלב שאכלו ירק לשובע ומצאו עליה בייצור של 4 ק"ג חלב המכיל 4% שומן. תוצאה נכונה וכלי יפה להשוואה בין המזונות, אבל מהר מאד נתגלה, כי 2 ק"ג גרעינים לא מוסיפים 8 ק"ג חלב, אלא פחות מכך ויש כנראה

הערך היצרני של המזון אשר מבוטא בדרך כלל ביחידות של אנרגיה נטו אצל יצרני החלב ואנרגיה מטבולית אצל מרבית המפטמים, הוא ערך מחושב וקשה למדידה.

לצורך הערכת המזון נוהגים להגדיר את כמות הקלוריות הנתרמת על ידי כמות מסוימת של מזון לקבלת כמות מסוימת של מוצר (חלב, בשר, עבודה וכד'). הנסיון להעריך נכונה את הערך היצרני של המזון מלווה את החוקרים והחקלאים שנים רבות ומביא מדי פעם גישות חדשות ומתחדשות, אשר עדיין לא אמרו את המילה האחרונה.

עוד בשלהי המאה ה-19 וראשית המאה ה-20 מצאו חוקרים כי שוורים מפוטמים, אשר קיבלו בנוסף למנה הבסיסית שלהם תוספת של 1 ק"ג עמילן נעכל, עלו במשקל בשיעור של 248 גרם. ממצא זה שהוא כנראה נכון גם היום הביא ליצירת שיטה מוסכמת להערכת המזון שבה משווים את שיעור תוספת המשקל של השוורים שאכלו מזון אחר מעמילן נעכל, לאלה שאכלו את העמילן. השיטה שפותחה היא שיטה השוואתית בתנאים מוגדרים. מאז ועד היום למדנו, כי ההשוואה חייבת לקחת בחשבון גם משתנים נוספים פרט להגדרה הפשוטית של הוספת עמילן נעכל לשוורים מפוטמים.

הדרך המקובלת לביטוי הערך האנרגטי של המזון ו/או המוצר היא דרך התרומה הקלורית שלהם. מסתבר, כי כבר בהגדרה זאת קיימים אי-דיוקים רבים באשר הקלוריה עצמה היא יחידת מידה לחום ולא בהכרח לאנרגיה (קלוריה = כמות חום שיכולה להעלות טמפרטורה של 1 גרם מים במעלת צלזיוס

לאחר כל המכשולים אנחנו באים לשלב ההערכה ולצורך זה יש בראש ובראשונה לבחון את מידת הנעכלות. איזה חלק מרכיבי המזון שנאכלו אמנם נספג במעי ועמד לרשות בעל-החיים. נשאלת השאלה איך לבחון את הנושא, האם ניסוי בכבשים שהוא זול וקל ומייצג את כל הסיטואציות במפטמה ו/או ברפת בחלב? האם יש לעשות את הניסוי באקלים מבוקר או איך נביא בחשבון את הרוח, הצל, החום והלחות באתר הניסויים ובמשק היעד? יש בינינו הסבורים כי עדיף לבחון את הנעכלות במבחנה, כי אז אנחנו שמים דגש על המזון ללא הגורם המפריע של בעל-החיים ותנאי הסביבה. חשיבה מעניינת ואולי אפילו נכונה, אבל איך מתרגמים את פוטנציאל הנעכלות שנמצא במבחנה למציאות המשתנה בשטח?

הטכניקה להערכת הנעכלות נראית מורכבת ולא מדוייקת, אבל גם כאן תחזור לפנינו דוגמת המטר המוסכם ונוכל לעשות צעד נוסף קדימה. בשלב זה נמצא כי לפחות במקרה של אחד הרכיבים החשובים במנה, השומן, אין בדיקת הנעכלות עונה על הצרכים ולכן הונהגה שיטת חישוב מוסכמת של כלל החומרים הנעכלים (TDN), אשר מוסיפה תיקון לנעכלות החומר היבש במזונות עתירי שומן בדרך של הכפלת כמות השומן שנמצא בחומר ב-2.25, שזה ההפרש היחסי המקובל בערך האנרגטי בין השומן לרכיבים האורגניים האחרים, חלבון ופחמימות.

נראה כי לפחות בהערכת ה-TDN למזונות הניתנים לצורכי קיום אין הבדלים גדולים בין החוקרים ומקורות המידע השונים, אבל יש בעיה עם המעבר מערך בסיסי זה לחישוב הערך היצרני של המזון בצריכה חופשית ובתנאים משתנים של סביבה ובעל-חיים.

על מנת שנוכל לפענח טוב יותר את החידה העומדת לפנינו, נבחן שני מזונות גסים מקובלים כפי שמצאתי בדיווח מהמעבדה המרכזית של צפון-מערב ארצות-הברית, שנותנת היום שירות באמצעות דואר מהיר ואינטרנט לארצות רבות בעולם. עיון בטבלה יכול לעורר תמיהות רבות, כיצד

פגיעה ביעילות כאשר עולים ברמת ההזנה. היום כולם מסכימים, כי לרמת ההזנה השפעה מכרעת על הערך היצרני של המזון, אבל אין הסכמה בין החוקרים על מידת ההשפעה ועל הגורמים לכך, ומתחיל בלבול וים של ערכים לאותו מזון כאשר בוחנים את המקורות השונים.

הכלים שעומדים לרשותנו רבים ומגוונים והם בראש וראשונה ידיעת ההרכב הכימי של המזון וההבנה של מה שניתן לצפות מכל רכיב ורכיב. הבעיה היא, שאין לחוקרים שיטה כימית ברורה ומוגדרת. מה שיש זה כמו המטר והגרם, הסכמה של ערכים יחסיים שהיא עומדת יפה במבחן עד, וזה קורה הרבה, שיש מי שמערער על ההסכמות ובא עם טכנולוגיה אחרת והגדרה שונה. עד היום אין לנו כלי חד וברור לבדיקת הגורם החשוב ביותר במזון שיש לו ההשפעה הגדולה ביותר על הערך היצרני, וזה הליגינין. יש טכניקה מוסכמת ולא מדוייקת של ADL, אבל אין טכניקה ישירה לליגינין ואין דרך לאבחנה טובה של הנוק לנעכלות הנגרם מהאופן בו מצוי הליגינין בצמח, מפוזר או בשכבה אחת. ליגינין מפוזר יש לו הרבה יותר שטח פנים ומכאן יותר נוק לנעכלות ואנחנו לא תמיד יודעים איך להתחשב בזה.

ההרכב הכימי של המזון הוא ללא ספק מפתח חשוב בדרך לפתרון הבעיה, אבל במציאות אין שתי תוצאות זהות לאותה דוגמה באותה מעבדה ועל אחת כמה וכמה בהשוואה בין מעבדות ועוד יותר חמור מכך בטכניקה של הדיגום שלפני הבדיקה.

אחרי שעברנו את מכשול תכולת המזון והוספנו לו את אפקט רמת ההזנה, אנחנו נתקלים בבעיות נוספות של היחס בין החומרים השונים במנה וזה במספר אפשרויות כמעט אין-סופי: המבנה הפיסיקלי של המזונות, העמילן הפריק וזה העוקף ונספג במעי, החלבון הפריק, המסיס וזה ההופך להיות חלבון מיקרוביאלי, לעומת זה שלא מתפרק בכרס ועובר לספיגה במעי ואולי בחלקו עובר כל כך טוב עד שמגיע לצואה ללא ספיגה וניצול, ועדיין לא נגענו בסוגיה של חומצות-האמינו השונות.

המזון	חלבון	חלבון מסיס	ADF	NDF	NSC	שומן	אפר	TDN
שחת אספסת	19.4	40.6	32.5	41.2	27.4	2.12	9.60	63.5
שחת שיבולת	9.6	38.2	36.4	58.5	21.3	2.00	8.26	63.1

הערכים ב-% מהחומר היבש.

NRC החדש אין הפחתה בנעכלות לשומן ולכן ערכו ברמת קיום נמוך יותר מזה שהיה ב-NRC הקודם. אבל אין גם התחשבות במזונות שפריקותם רבה כמו סויה ומזונות דומים אשר תורמים הרבה לנעכלות המדומה, כמו זאת שמסתיימת בהפרשה גדולה בשתן של חנקן לא מנוצל ותרומתה לערך היצרני של המזון מוטל בספק.

הרצון לפשט את תהליך קבלת ההחלטות והקביעה של נעכלות כלל המנה = אנרגיה יצרנית גרמה לכך, שהערכים בין שתי מהדורות ה-NRC שונים במידה רבה ומתעוררת תהייה כיצד לנהוג. לצורך הדגמה נביא דוגמה להערכת האנרגיה היצרנית ברמה של שלוש כפולות קיום של שלושה מזונות מקובלים וידועים.

המזון	NRC01	NRC89	Van Soest 84
שחת אספסת	1.29	1.35	1.42
כוספת סויה	2.31	1.94	1.78
גרעין שעורה	1.86	1.94	1.92

הערכים במגה-קלוריות אנרגיה נטו לחלב ל-1 ק"ג חומר יבש מזון ב-3x קיום.

נעכלות האספסת נמוכה כנראה בגלל הסיב והליגנין ולכן הערך הנמוך שניתן על ידי NRC 01, אבל תרומת חלבון האספסת לחלבון המיקרוביאלי גבוהה ולכן כנראה הערך הגבוה יותר לפי Van Soest. במקרה של הסויה הערך עלה כנראה בגין הנעכלות הגבוהה הנובעת משיעור גבוה של חלבון פריק ואם אמנם זה כך, תמהני אם ניתן לקבל הערכה זאת שהיא שונה לחלוטין מזאת של Van Soest שידע לקנוס את הסויה בגין הנעכלות המדומה.

מעניין לציין, כי אין הבדל במקורות השונים באשר להרכב המנה. כל שלושת המקורות עומדים על המלצה זהה של מינון דופן-תא במנה ומה שחשוב יותר, זה חלקו של דופן-תא ממקורות של מזון גס אשר צריך לעמוד על

חומרים כל כך שונים בתכולת החלבון, רכיבי הסיב, הפחמימות הלא-מבניות (NSC) והאפר מוערכים באופן כל כך דומה באנרגיה (TDN)? מה בכלל המשמעות של הערך האנרגטי הזה, אשר במזון האחד נובע מתכולה גבוהה של תוכן-התא (אספסת) ובשני מנעכלות גבוהה של דופן-תא (שיבולת). נשאלת השאלה, האם נוכל להסתפק בידיעת הערך האנרגטי (והמחיר) לקביעת הרכב המנה כשנבוא לבחון את ערכה לייצור, או שצריך כלים נוספים שלא באים לידי ביטוי על ידי הערך האנרגטי כפי שבא לביטוי בטבלה למעלה.

בהנחה שעברנו את כל הקשיים והמהמורות וקיבלנו ערך מוסכם לאנרגיה (TDN) ברמת קיום, אנחנו מגיעים לקושי הגדול של הערכת האנרגיה ברמת הייצור ולחיוזי הנזק לנעכלות שנגרם בגין העליה ברמת ההזנה. מחברי ה-NRC הקודם משנת 1989 קבעו פשרה של ערך מזון משוקלל להזנה ב-3 כפולות קיום (3 פעמים רמת האנרגיה הנדרשת לקיום או במילים אחרות, קיום ועוד פעמיים אותה כמות אנרגיה לייצור), כאשר מפחיתים מערך המזון 8% וזה היה לדעתם חישוב מוסכם ונאות המבטא את המצב האמיתי לעומת הבדיקה במבחנה. קבוצת חוקרים אחרת, בעיקר מאוניברסיטת קורנל (Peter van Soest), סברה שיש צורך לדון בכל חומר בנפרד ולא יתכן לקנוס את כל המזונות באופן שווה. לא סביר שהנזק של קש חיטה לנעכלות יהיה זהה לזה הנגרם מגרעין החיטה ולכן, הם נתנו טבלת תיקון ערכים לרמת ייצור כאשר הערך לתיקון אינו 8% אלא לכל מזון בנפרד בין 0% ל-14% בהתאם להרכב החומר, בעיקר לייגנין וקצב הפריקות בכרס.

לאחרונה, ועדה אחרת (NRC 2001) ויתרה על החישוב הממוצע ל-3 כפולות קיום, אבל לא השכילה לבחון כל מזון בנפרד אלא את כל המנה כמקשה אחת פרט לשומן. נמצא, כי ב-

מודלים ונוסחאות שנבחנו והותאמו לתנאים ולמשק המקובל בצפון-מערב ארצות-הברית. לחיזוי הערך היצרני של המזון יש ערך רב ביותר, אבל החיים כנראה מעט יותר מורכבים ולא ניתן לקצר בפיונות ולכן, הנושא נשאר מרתק ומושך כי אין תשובה אחת ואין פתרון אחד ואין תחליף ליצירתיות של המשתמש הנבון.

שיעור של 75%–70 מסך כל דופן-התא במנה. המציאות והנסיון הישראלי מראים, שאפשר גם אחרת. אבל אז, מהיכן ניקח את הפתרון המתאים לנו?!

תקצר היריעה מלדון כאן על כל הקשיים והחולשות של המהדורה החדשה אשר מוסיפה לידע שלנו, אבל כנראה כשלה בגלל הרצון לפשט ולהכניס את כל התורה למערכת של



**דנקוויט - החברה המובילה בעולם
בתחליפי חלב לעגלות ועגלים.
עובדת בארץ - 35 שנה.**



דנקוויט מייצרת ל-40 מדינות בעולם כולל ישראל

למידע נוסף: בית ארז - 03-9604607, אבי בן-צבי - 051-513583
E-mail: milatin1@netvision.net.il