

תכנון מנה כולית לפרות חלב בתכנון קווי

ד. סקלן וש. הורוויץ

הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית — רחובות

בהתאם לכך המחשב נזון בשלושה סוגי נתונים (קלט — input):

א. מגבלות — צירוף הדרישות התזונתיות (אנרגיה, חלבון וכו') ודרישות טכנולוגיות (כגון תוספות הנחוצות לכפתות), ואף מגבלות בלתי תזונתיות של חמרי גלם שונים. ניתן להציב למחשב את המגבלות בערכי מינימום, מקסימום או בכמות המדויקת של המגבלה.

ב. פעילויות — (הרכב) חמרי הגלם השונים מבחינת המגבלות התזונתיות והטכנולוגיות שפורטו בסעיף א'.

ג. טבלת מחירי חמרי הגלם — מחיר חמרי הגלם השונים.

סעיף המגבלות משתנה בהתאם לסוג הבהמה לה מיועדת המנה — עגלים בגילים שונים, פרות חלב עם תנובה שונה וכו'. השינוי יתכן הן לגבי סוג המגבלה (מינימום מקסימום או כמות קבועה) והן לגבי הערך האבסולוטי שלה.

סעיף המחירים משתנה עם שינויים בתנאי השוק וכן בהתאם לנתונים ספציפיים של כל משק, בעיקר לגבי מחיר המזון הגס. ניתן גם לצפות לשינויים מסוימים בפעילויות (טבלת ההרכבים), בעיקר בסעיפי המזון הגס.

לאור שינויים צפויים אלה חייבת התכנית להיות גמישה ולאפשר קליטה פשוטה של שינויים במבנה היסודי למטרת שימוש מעשי.

מבחינה טכנית יש חשיבות רבה גם לפלט (output), כלומר לצורה בה מודפסים הנתונים והתוצאות על-ידי המחשב, החייב לאפשר בדיקה נוחה של התוצאות, על מנת לאפשר ניתוח מחשבתי מהיר של התשובה.

התאמת תכנית קיימת (LP-1) במחשב, מבחינת קלט ופלט, שונה לגבי בעלי-חיים שונים בהתאם לסוג המזון הבסיסי במנה וכן בהתאם לשיטת ההאבסה. לפיכך, הצעד הראשון בשימוש

יעודה של התזונה בבעלי-חיים משקיים היא להרכיב מנה או שיטת האבסה, שתבטיח יחס מקסימלי בין עלות התפוקה לעלות התשומה. עקב ריבוי חמרי הגלם קיימות אפשרויות רבות ביותר להרכבת מנה כזאת, וסביר להניח, שרק אחת מביניהן היא הכלכלית ביותר. למרות שניתן לחשב באופן ידני מנות להזנת מעלי-גירה, כפי שנעשה במשך שנים, הרי שבדיקת כל הצירופים בצורה כזאת היא מבצע כמעט בלתי-אפשרי, בעיקר בעידן של תנאי שוק משתנים ושל שוני בדרישות התזונתיות של בני הבקר השונים. לעזרת התזונאי באות כיום מספר תכניות במחשב אלקטרוני ספרי, שביכולתן לבדוק את מכלול האפשרויות האלה ולבחור במנה הזולה ביותר, אשר תענה על דרישות מקצועיות-ניסיוניות. תכניות אלה מבוססות על תכנון קווי (לינארי).

התכנון הקווי מבוסס על פתרון מערכות מרכבות של משוואות אלגבראיות לינאריות.

לדוגמא: ברצוננו לבנות מנה בת 1,000 גרם שתכיל 200 גרם חלבון. לרשותנו תירס המכיל 80 גרם חלבון/ק"ג וכוספה סויה המכילה 450 גרם חלבון/ק"ג. נקבל שתי משוואות בשני נעלמים:

$$\begin{aligned} \text{מגבלות משקל} &= 1,000 = \text{תירס} + \text{סויה} \\ \text{מגבלות חלבון} &= 200 \end{aligned}$$

$$200 = (0.08 \text{ (תירס)} + 0.45 \text{ (סויה)})$$

פתרון המשוואות מראה, כי המנה, שתענה לדרישות הנ"ל של משקל (1000 גרם) עם 200 גרם חלבון, כוללת 324 גרם כוספה סויה ו-676 גרם תירס.

עקב המספר הרב של חמרי הגלם, המיועדים לספק מספר דרישות תזונתיות וטכנולוגיות, קיים מספר רב של משוואות כנ"ל, כאשר כל משוואה מכילה מספר רב של נעלמים. המחשב פותר את המשוואות האלה ובורר את הצירוף הזול ביותר.

ספציפיים. תיכננו דרישה לכמות המזון הגס ודרישה ליחסי מזון גס: מזון מרוכז, שניתן להעריכן על-ידי כמות התאית או על-ידי כמות החומר היבש שבמזון הגס.

כמו כן, ניתן לקבוע את ריכוזיות המנה וכן יחס קבוע בין סידן לזרחן. בעיות הצרכים המשי-תנים בהתאם למשקל הפרה והתנובה היומית נפ-תרו על-ידי הוספת תת-תכנית המחשבת בהתאם ל-NRC (3) את הצרכים התזונתיים באנרגיה, חלבון ומינרלים. ניתן לכן לספק למחשב את משקל הפרה ואת התנובה היומית בלבד עבור כל מקרה. יתר על כן, ניתן בנקל לקבל שורה של פתרונות כאשר משנים את המשקל ו/או התנובה היומית. הרצה מסוג זה, כפי שנביא בדוגמה, מוגדרת כהרצה פאראמטרית.

הרכב חמרי הגלם

טיב המנה המתקבלת מן החישוב ואף ההחלטות הכלכליות והתזונתיות של המחשב תלויות במידת המהימנות והדיוק של טבלת הרכבי חמרי הגלם. ההרכבים, שהכנסנו לתכנית, הסתמכו עד כמה שאפשר על קביעות מקומיות ונלקחו מפרסומים של משרד החקלאות (2), מה-NRC (3) ומ-Feedstuffs (4). לגבי מזונות גסים — קיימים הבדלים ניכרים בין גידולים שונים, ועבור ההרצות המובאות כאן נלקחו ממוצעים של תוצאות בדיקות של מזונות גסים, שנעשו במחקרנו.

מחירי חמרי הגלם

מחירי חמרי הגלם הם מחירי השוק בעת ההרצה (מאי 1975), ולגבי מספוא גס נלקחו ממוצעים, שהתקבלו ממספר משקים עבור 1974.

הרצה ניסיונית של התכנית

מטרת ההרצה היתה לבדוק בשלב ראשוני זה את האפשרות של תכנון המנה לפרות חלב בגישה שהוזכרה, וכן לקבוע, בתנאים סטנדרטיים, את מחיר המזון הדרוש לייצור ק"ג חלב.

נערכה הרצה פאראמטרית לגבי פרה שמש-קלה 600 ק"ג והמניבה מ"0 עד 45 ליטר חלב ליום.

בהרצות אלה אופשרה בחירה בין המזונות

במחשב לתכנון מנות למעלי-גירה היה למצוא פתרון ספציפי לבעיות אלה.

פרט לבעיות הטכניות הנ"ל מתעוררות גם בעיות תזונתיות ספציפיות למעלי-גירה בכל שלוש-שת סוגי הקלט: מגבלות, פעילויות ומחירים.

דרישות ומגבלות

בהרכבת מנות כוליות לבקר, ובייחוד לפרות חולבות, קיימות מספר בעיות מרכזיות לעומת חיות משק אחרות:

א. נהוגות מספר שיטות להערכת הערך האנרגטי של מזונות למעלי-גירה ובכל אחת נקבע ערך המזונות בדרך אחרת;

ב. לגבי חלבון — קיים פער גדול בין תכולת החלבון (או החנקן) במזון לכמות החלבון הזמין למעלי-גירה;

ג. קיימות דרישות ליחסים ספציפיים בין מרכיבים שונים;

ד. קיימות אינטראקציות רבות בין מרכיבים שונים של המנה, אשר אינן משתקפות בהרכב הכימי בלבד;

ה. הרכב המנה משתנה עם השינוי במשקל הפרה ובתנובתה היומית;

ו. קיימות מגבלות מאכסימום לגבי מזונות שונים, אשר אינן נובעות מערכם התזונתי.

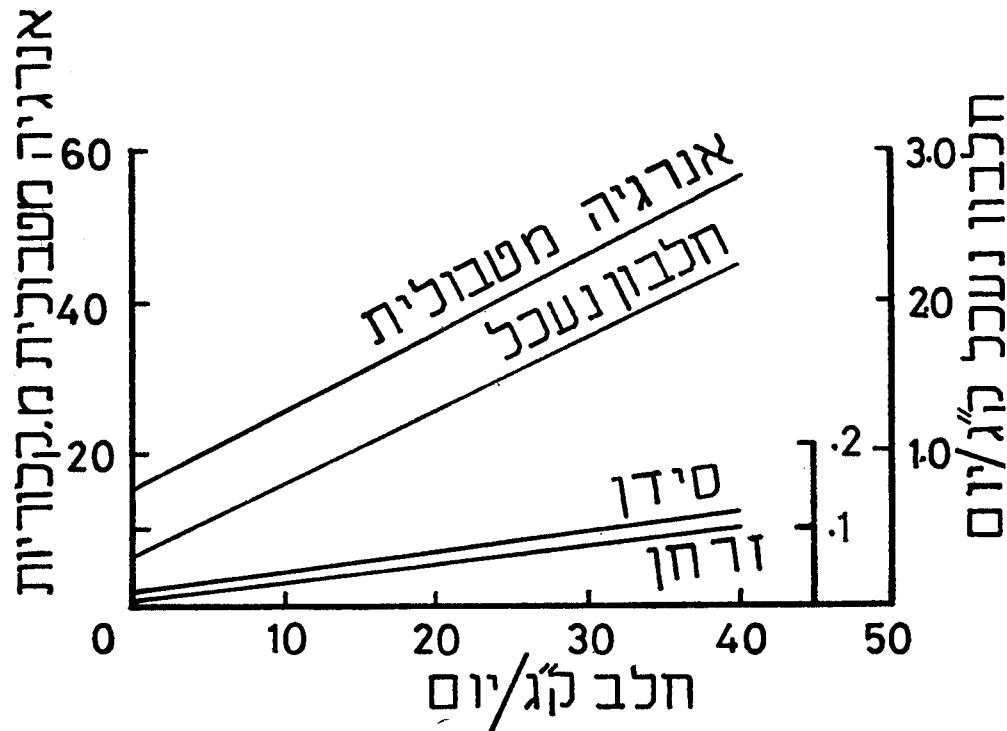
בתכניתנו ניסינו לפתור את הבעיות האלו בכדי לאפשר שימוש נוח לגבי השיטות השונות להערכת האנרגיה. אין אנו יכולים לפתור את בעיית ההערכות השונות של המזונות, הנובעות משימוש במדדים שונים, אך תיכננו אפשרות לשימוש ביחידות מזון, אנרגיה מטבולית ואנרגיה נטו ללקטציה (1) או בצירוף כלשהוא של שיטות, לפי בחירת המתכנן.

הדרישה לחלבון במנה הוכנסה כדרישה לחלבון נעכל, אשר מהווה לדעתנו אומדן מדויק יותר של הערך המזוני, וכתוצאה מהמצאותם של ערכים עבור רוב מזונותינו. תיכנתנו תיקון עבור חנקן אנדוגני (חנקן שעבר חילוף חמרים בגוף והופרש למערכת העיכול) בצואה לפי 13 גרם חלבון לכל ק"ג חומר יבש במנה.

בנוסף לדרישות הרגילות למרכיבי המזונות אנו מעוניינים להאכיל מזון גס במנה ביחסים

הבאים: גרעינים, כוספה סויה, כוספה כותנה, תלתן (ירק), שחת-בקיה וקש, ונקבעו מגבלות של 15% מזון גס (על בסיס חומר יבש) ככמות מינימלית, תכולת תאית של 15%–20% וריי-כוזיות מנה של 2.6 מק"ל/ק"ג או יותר.

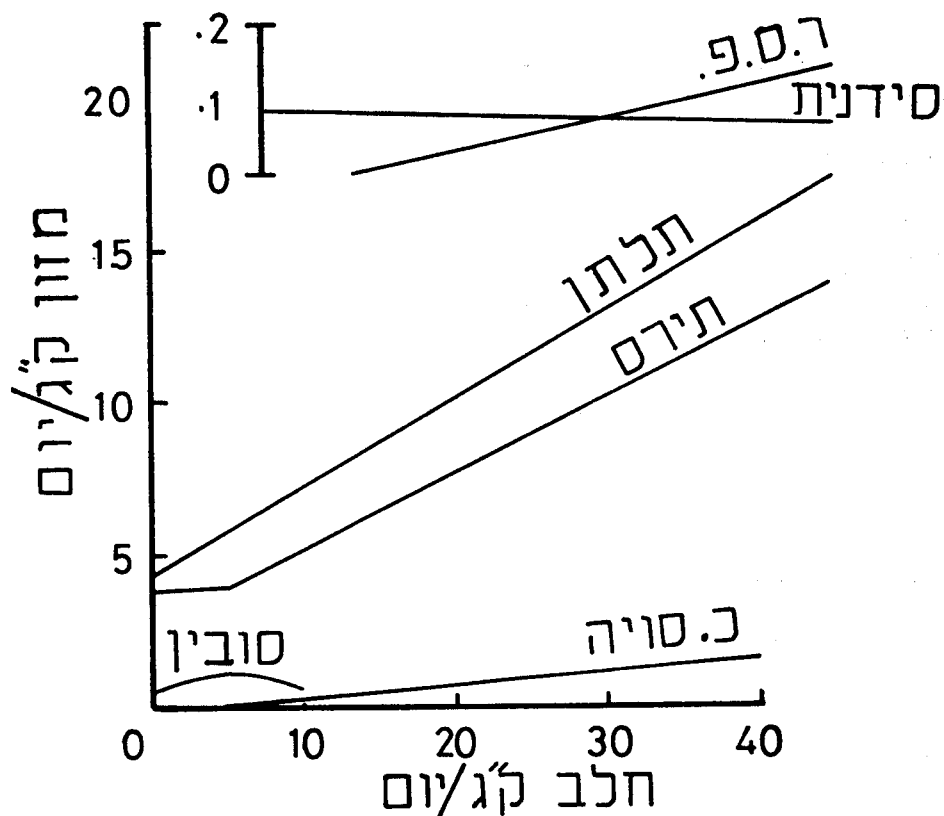
השינויים בדרישות לאנרגיה מטבולית, חלבון, סידן וזרחן, עם עליית התנובה היומית, הובאו בציר 1. חישובים אלו נעשו על-ידי המחשב, ולפי דרישות אלו חושבו המנות. ניתן להווכח, כי הדרישה עולה עם עליית התנובה.



ציר 1. דרישות תזונתיות לאנרגיה מטבולית (קילו-קלוריות), חלבון (ק"ג), סידן וזרחן (ק"ג) לפי N.R.C. (3) כנגד תנובת החלב היומית.

בציר 3 מובאת עקומה של מחיר ק"ג חלב במנה יומית אופטימלית כנגד התנובה היומית. ניתן לראות, שהיעילות האופטימלית בייצור החלב הושגה בתנובה של כ-20 ק"ג ליום, אך במחיר החלב הנוכחי עדיין כדאי, מבחינת מחיר המזון, לייצר חלב גם מתחת לתנובה זו. יתכן עלי-כן, כי מבחינה זו בלבד כדאי לאחר את מועד ייבוש הפרה. הערך הנמוך ביותר הכדאי לייצור ישתנה בהתאם לתנאים הספציפיים של כל משק.

בציר 2 מובאות הכמויות של חמרי הגלם השונים, אשר, בלקחו" על-ידי המחשב במנה האופטימלית, כנגד תנובת החלב. עקב הדרישות הפשוטות, אשר הוצגו כאן, קיימים רק שינויים מעטים בחמרי הגלם שנבחרו. ניתן להווכח, שבתנובות נמוכות סובי חיטה מועדפים על חלק מהתירס ואין צורך בדי.סי.פי. עם עליית התנובה היומית נכללים במנה תירס, כוספה סויה, תלתן וכמויות עולות של די.סי.פי., ללא החלפת מרכיבי המנה.



צויר 2. כמויות המזונות השונים, שנבחרו לייצורן של תנובות חלב שונות.
 צויר 3. מחיר המזון הדרוש לייצור ק"ג חלב כנגד התנובה היומית.



רשימת ספרות

1. Moe, P.W. and Flatt, W.P. (1969). Net energy of feedstuffs for lactation. J. Dairy Sci. 52, 928.
2. ב. לב, ש. דורי וי. קלי (1972) נתונים להזנת בקר, משרד החקלאות.
3. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 4th Edition, (1971) National Academy of Sciences, Washington, D.C.
4. Allen, R.D. (1974) Feedstuffs Ingredient Analysis Tables. Winnipeg.

ניתן כמובן לתכנן מנות ספציפיות לתנאים שונים ומשתנים. במאמר זה הובאה דוגמה פשוטה בלבד; אך יש לציין, כי תכנית זו שימשה כבר לתכנון מנות עבור מספר רפתות והתוצאות, שהושגו, הן סבירות למדי.

יש חדש תחת השמש: „צלופס”

המאכלסים ביותר הם גם אלה המשוועים ביותר לבשר, לחלב ולמוצריהם. במצב זה של מחסור גדל והולך במוזונות גסים אמיתיים עבור כל סוגי הבקר, ובהתחשב במחירי רים הגבוהים המשתלמים עבור הגרעינים להזנת בעלי-חיים כמעט בכל הארצות, נערכו ניסיונות ותצפיות במקומות רבים ובדרכים שונות לגבי השימוש האפשרי בחמרים שונים להזנת הבקר. לאחר שקילת כל הבעיות הקשורות בשאלה של „ייצור יש מאין”, הגיעו למסקנה, שמבחינה עקרונית, הכיוון חייב להיות להפיכת חמרי-גלם גסים ביותר ובעלי דרגת נעכלות נמוכה ביותר למוזון-נות בעלי תכולה אנרגטית גבוהה המלווים בטעיית מות רבה, כדי שהבקר יאכל מהם ככל האפשר. בשלב זה עלינו להסב תשומת-לבנו למספר עקרונות של הזנת-בקר וליישומם הלכה למעשה לנוכח מספר בעיות המתעוררות בהאבסת בקר לחלב ובקר לבשר כאחד. יש להתחשב במיוחד בבעיות הפוריות והרבייה מחד, וברמות תנובה וגדילה ואחוז שומן בחלב, מאידך. ובכן, סוגי הבקר האמורים זקוקים למנה מאו-זנת בקפדנות בכל הנוגע לתכולת החלבון, הויטמינים, המחצבים, יסודות הקורט וכו'. באותו הזמן יש לשמור על יחס נכון בין החומר היבש, התאית והאנרגיה. על מנת להגיע לתוצאות כלכליות נאותות על-ידי צריכת מוגברת של מוזונות, ובעקבות

זה שנים שהמומחים בהזנת בעלי-חיים מחפשים אחר מקורות חדשים, כדי לספק את תצרוכתן של בהמות הבית במנות אנרגיה זולות ככל האפשר והניתנות לשילוב קל ונוח במערכות ההזנה ובסידורי ההאבסה הקיימים. הדבר אמור ביחס לבקר מגזעי הבשר כשם שהוא אמור לגבי הזנת פרות חלב. עובדה ידועה היא, שמעלי הגירה בדרך-כלל, והבקר בפרט, נחוננו בכושר מיוחד לאכול כמויות אדירות של מזון גס. סוגי הבקר השונים מסוגלים להפוך לחלב ולבשר חמרים שאין להם כל ערך ישיר לתזונה האדם, והמאפה שרים גדילה נורמלית של הדור החדש של עגלות, מבכירות ועגלים.

מצב מוכר הוא, ששטחי המרעה הטבעי וה-Ranges רחבי הידיים נמצאים בתהליך של הצטמצמות מתמדת, ויהא זה בגלל העיור של אזורים, שהיו מיועדים בעבר לחקלאות, או גם משום העובדה, שאוכלוסיות גדולות והולכות דורשות כל פעם יותר חלבונים ממקור החי, על מנת לספק את הרגלי התזונה המתפתחים של החברה האנושית. באותו הזמן, הערך הכלכלי האלטרנטיבי של גידולים חקלאיים שונים, כגון כותנה, סלק-סוכר, פרי הדר וכד', עשוי לדחוק את האדמות המיועדות לייצור מספוא לקרן-זווית — אל עבר חלקות שוליות ובעלות שטח מוגבל בלבד. תהא הסיבה אשר תהא, העובדה נשאת, שהאזורים