

בית ספר אזורי מקיף ע"ש י.ח.ברנר 770065 טל' 08-9443951

גבעת ברנר 60948

השפעת החלפת קש חיטה בגבעולי כותנה במנת עגלות על ביצועי הגדילה.

מגיש: אורן ארז מנחה: רן סולומון

כתובת: ק. צרעה ד.ג. שמשון 99803 כתובת: הקוקייה 9 רשל"צ 7554

שנה"ל תשס"א

תוכן העניינים

1.	מבוא.....	1
2.	חומרים ושיטות.....	8
3.	תוצאות ודיון.....	12
4.	רשימת ספרות.....	16
5.	נספחים.....	17

תודות

ברצוני להודות לכל מי שעזר לי בתהליך הארוך של כתיבת העבודה. לרן סולומון שהנחה אותי לאורך העבודה, שלקח חלק פעיל בביצוע הניסוי והדריך אותי במהלך כתיבת העבודה. תודה לגבי עדין ודניאל ורנר, שהסכימו לפנות לי מזמנם ולעזור בכל בעיה שהייתה לכל אורך העבודה. תודה מיוחדת לקולין לוצוף, דב פרחודניק וכל צוות רפת צרעה שעזרו לי בביצוע הניסוי ונענו בחיוב לכל בקשה או שאלה.

ולבסוף, תודה ענקית לאבי, מייק, שבנוסף להשתתפותו ועזרתו בניסוי עצמו גם תמך ועזר בכל פניה, שאלה ובעיה, ולאמי, ענת, שתמכה ועזרה לכל אורך העבודה. ברצוני להודות גם לאלו שלא הזכרתי אך היה להם חלק בתהליך עבודתי.

בית ספר אזורי מקיף ע"ש י.ח. ברנר 770065 טל' 08-9443951

גבעת ברנר 60948

השפעת החלפת קש חיטה בגבעולי כותנה במנת עגלות על ביצועי הגדילה.

עבודת גמר
מוגשת על ידי
אורן ארז

מנחה: רן סולומון

מקום עבודה: מ. החקלאות, שה"מ, המח' לבקר

כתובת: ת.ד. 28, הקריה החקלאית, בית דגן

מגיש: אורן ארז

ת.ז: 061990743

טלפון: 02-9908321

כתובת: ק. צרעה ד.נ.

שמשון 99803

שנה"ל תשס"א

מבוא

רקע כללי - מערכת העיכול של מעלי גרה

מערכת העיכול מחולקת לשני חלקים: צינור העיכול והאיברים הנספחים. מערכת זו נמצאת בחלל הבטן - החלל הגדול ביותר בגוף, השוכן בין חלל החזה (ממנו היא מופרדת ע"י הסרעפת) לבין חלל האגן. חלל הבטן עטוף בקרום דק, מבריק וחלק, הנועד להפחית את החיכוך הנובע מתנועתם של האיברים בחלל הבטן. קרום זה נקרא צפק (פריטונאום). מערכת העיכול מתחילה בפה ומסתיימת בפי-הטבעת. איברי מערכת העיכול הם: הפה, בית-הבליעה, הוושט, ארבע הקיבות (המסס, קיבת הכוסות, קיבת העלעלים והקיבה האמיתית), המעי הדק, המעי הגס, והמעי הישר. כמו-כן יש את האיברים הנפחים והם: השיניים, הלשון, בלוטות הרוק, הכבד (כולל שלפוחית המרה) והבלב (1).

הפה

הפה הוא החלל שאליו מוכנס
המזון, הנטחן ומורטב ברוק, על
מנת להכינו להובלה אל תוך
מערכת העיכול. הפה מורכב
מהשפתיים מלפנים, הלשון
בתחתית, החיך הקשה והרך
מלמעלה, השיניים והלחיים
בצדדים (2).

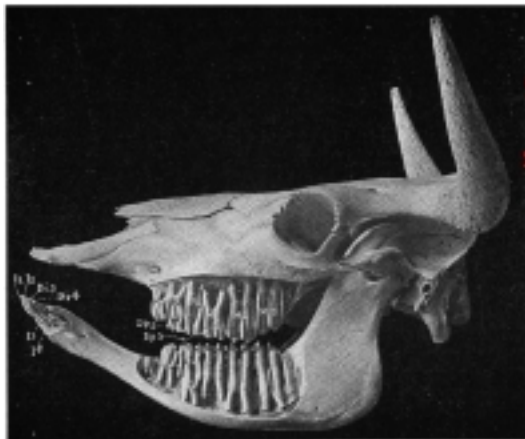
המזון שנכנס לפה מורטב ברוק
והופך לגוש חלק, כך הניתן



בקלות לבליעה ולמעבר בצינור העיכול. בלוטות הרוק מחולקות ל-3 סוגים: תת-אוזניות, תת-לסתיות ותת-לשוניות, וכולם יחד מייצרות כ-200-100 ליטר רוק ביממה. הבלוטה התת-אוזנית צבעה חום-אדום, משקלה כ-115 גרם, והיא נמצאת תחת כל אוזן וברוח של הלסת התחתונה ושרירי הצוואר. הבלוטה התת-לסתית משקלה כ-140 גרם, והיא מצויה מתחת לחלק התחתון של התת-אוזנית. הבלוטה התת-לשונית נמצאת מתחת לבסיס הלשון. תאור סכימטי של בלוטות הרוק מופיע באיור 1 (1). החיך הקשה הוא רחב וצבעו כהה, הוא חוצץ בין חלל הפה למטה לחלל האף למעלה. בחיך ישנם רכסים רוחביים ומשוננים שמסייעים ללשון להעביר את המזון פנימה. החיך הרך נמצא בהמשך לחיך הקשה והוא משמש מחיצה גמישה בין חלל הפה לחלל האף. החיך הוא רירי מאוד והוא מאפשר העלאת גרה (2).

מבנה השיניים במעלה גרה אינו מפותח במיוחד, השיניים החותכות בלסת העליונה משמשות ללעיסה גסה בלבד, והיא מושלמת בהעלאת הגירה. יש למעלי הגרה כ-12 שיניים טוחנות וכ-8 שיניים חותכות בלסת העליונה בלבד. תאור סכימטי של השיניים והחיד

מופיע באיור 2 (1). הלשון היא איבר שרירי ומחוספס והיא תורמת לתפיסת מזון, העברת הגירה אל קצות הפה לשם לעיסה ובליעה (2).



גולגולת של
שור הבאה
להראות את
מערכת
השיניים

הוושט

הוושט הוא צינור רחב וגמיש באורך 90-105 ס"מ ובקוטר עד 5 ס"מ. תפקידו במערכת הוא להעביר את המזון מן הלוע אל הקיבה על-ידי התכווצויות (תנועה פריסטלטית). הוושט מצוי בצדו הימני של הצוואר והוא מתחבר אל השק הגבי של ההמס (1).

מערכת הקיבות

למעלי-גרה יש 4 קיבות התופסות כשלושה רבעים מנפח חלל הבטן: המס (rumen), קיבת כוסות (reticulum), קיבת עלעלים (omasum) וקיבה אמיתית (abomasum). נפח הקיבות נע בין 120 ל-240 ליטר. קיבת ההמס תופסת כ-80 אחוז מהנפח הכולל, העלעלים כ-8 אחוז, האמיתית כ-7 אחוז והכוסות כ-5 אחוז. תאור סכימאטי של מערכת הקיבות מופיע באיור 3. שתי הקיבות הראשונות מתפקדות כמקשה אחת ומהוות את מיכל התסיסה האנאירובי המכיל מיקרואורגניזמים (מק"א) (2).



זקיבות של הפרה
מבט מימין

Fig. 17-3.—Stomach of cow; right view. 1, Esophagus; 2, right longitudinal groove of rumen; 3, posterior groove of rumen; 4, 5, coronary grooves; 6, 7, posterior blind sac of rumen; 8, pylorus. (Slack and Grossman, The Anatomy of the Domestic Animal, courtesy of W. B. Saunders Co.)

הכרס מחולקת לשני שקים: השק הגבי והשק הבטני. בכרס מתבצעים תהליכים מכאניים הקשורים בעיבוד המזון ותהליכים ביולוגיים הקשורים בפירוק המזון ע"י קבוצות מק"א אנאירוביות החיות בסימביוזה עם הפרה. המערכת הסימביוטית מאופיינת בשיתוף פעולה בין

המק"א, לבין הפונדקאי (הפרה) המספקת להם תנאי סביבה ייחודיים והכרחיים לצורך ריבויים: מיכל גדול המתאים לקליטת מזונות צמחיים נפחים ביותר, תנאי חוסר בחמצן, טמפרטורה קבועה המבוקרת על ידי הפרה (כ-39 מ"צ), לחות קבועה הנשמרת על ידי הפרשת רוק ושתייה, ערבול מתמיד של המזון עם מיצי הכרס והמק"א, הנגרם על ידי התכווצויות הכרס, נטרול החומצות הנוצרות על ידי תסיסת החיידקים באמצעות הרוק המשמש כגורם התרסה (בופר), פינוי מוצרי התסיסה על ידי ספיגתן דרך דופן הכרס לדם או מעברן למעי מאפשר המשך פעילות אנזימטית תקינה. כתוצאה מתקיימת בשתי הקיבות הראשונות מערכת מק"א - חיידקים, פרוטוזואה ופטריות, החיים בהרמוניה ושיתוף פעולה ביניהם. כחלק משיתוף הפעולה והסימביוזה עם הפרה, המק"א תורמים

לפרה 3 אלמנטים חשובים: 1 - עיכול צלולוזה והמיצלולזה, מרכיבי דופן התא הצמחי, אשר רק למק"א השוכנים בכרס יש את האנזימים לפרוקם, בעוד שיונקים חסרים אנזימים אלו בתאיהם; 2 - יצור חומצות אמינו לבניית חלבון גופם של המק"א ממקורות חנקן שוליים כמו שיתן, אמינים ואמידים, הניתנים במזון או ממוחזרים לכרס דרך הרוק והדם;

3 - יצור ויטמינים מקבוצת B וצמצום הצורך באספקתם במזון עבור הפרה (1).

בנוסף לתהליכים כימיים אנזימטיים, מתבצעות בכרס גם פעילויות מכאניות המתבצעות על ידי שרירי הקיבות אשר חשיבותם למטבוליזם התקין בכרס היא רבה. אופן פעולת השרירים תלוי בהזנה - אם המזון גס באופיו (בעל חלקיקים ארוכים) הפעולה רבה, ואם מרוכז - פחותה. בכרס פעולת השרירים רבה יותר, ולכן נוצר לחץ גדול יותר מאשר בשאר הקיבות והפה, הגורם להעלאת המעכל (הגירה) חזרה לפה. החלק הקדמי של הכרס מכיל את הרירית הרגישה לגירוי המכאני של חלקיקי המזון. המזון עולה חזרה לפה ושם נלעס באופן יסודי יותר מאשר הפעם הראשונה, גודל החלקיקים קטן, עד גודל המאפשר מעברם לקיבה שלישית לאחר בליעתם החוזרת. להעלאת הגירה חשיבות רבה משום הקשר החיובי הישיר בין שעור העלאת הגירה לבין שעור הפרשת הרוק, המהווה בופר לחומצות האורגניות הנוצרות בכרס במהלך התסיסה. באיור 4 מוצג תאור סכימטי של מסלול העלאת הגירה (2).



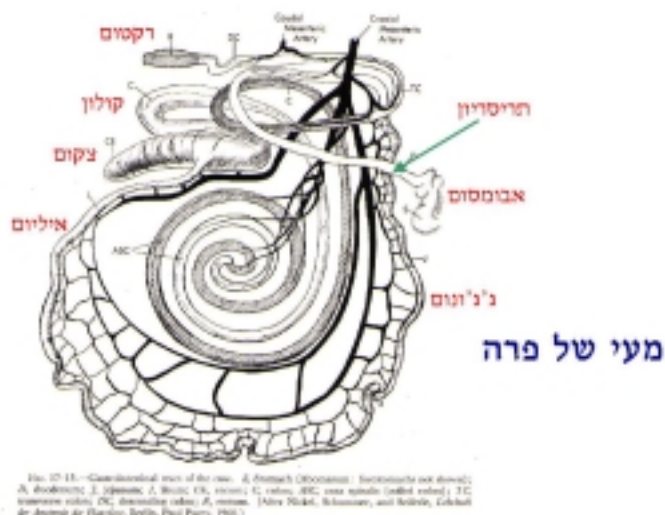
מקיבת הכוסות המזון מגיע אל קיבת העלעלים. קיבת העלעלים קצת נפרדת משאר הקיבות מבחינת מיקומה. בקיבה הזו ישנם עלעלים, שריריים ומחוספסים שגודלם 1-2 מ"מ. העלעלים נעים בתנועה הדדית וטוחנים את המזון שביניהם. עיקר תפקוד קיבה זו הוא סחיטת המזון וספיגת מים מהמעכל (1).

מקיבת העלעלים עובר המזון דרך מעבר סגלגל שאורכו כ- 10 ס"מ אל הקיבה האמיתית. לקיבה הזו צורה אגסית והיא מצופה ברקמה רירית רכה עשירה בבלוטות. הקיבה הזו דומה לקיבה של החד-קיבתיים, בה מופרשים מיצי עיכול רבים, בעיקר חומצת מלח והאנזים פפסוניגן המשופעל ב- pH הנמוך לפפסין - תחילת עיכול החלבון. המזון יוצא מן הקיבה האמיתית דרך שסתום השוער אל החלק הקדמי של המעי הדק - התריסריון (2).

המעיים

המעיים של הבקר ארוכים פי 20 מאורך הגוף, הם נמצאים ברובם בחלק הימני של הגוף, והם מחוברים אל הגב על-ידי קרום רחב (מזנטריום). אורך המעי הדק הוא כ- 40 מטר וקוטרו הוא כ-5-6 ס"מ (ממוצע). הוא בנוי מ- 3 חלקים: תריסריון (*duodenum*), ג'ג'ונום (*jejunum*) ואילאום (*ileum*). המעי מתחיל בתריסריון היוצא משוער הקיבה האמיתית. צינור - המרה מגיע מן הכבד ונפתח אל תחילת התריסריון. כ-30 ס"מ מתחילת התריסריון מתחבר הלבלב. התריסריון הוא האתר העיקרי להפרשת מיצי עיכול. למיצי הלבלב והמרה חשיבות בפירוק המזון, מיצי הלבלב ($pH = 8.3$) מפרקים חלבונים ועמילן לתרכובות (חומצות אמינו וסוכרים, בהתאמה) הניתנות לספיגה. מיצי המרה ($pH = 7.7$) חשובים לפירוק השומנים לתחליבים המאפשרים ספיגה קלה בדפנות המעי. מיצי המרה נספגים לדם לאחר פעולתם, וממוחזרים לשלפוחית המרה (1).

דופן המעי הדק עשוי מארבע שכבות: קרום דק של רקמות חיבור (שכבה חיצונית), שכבה שרירית, שכבה תת-רירית שבה מסתעפים כלי הדם והעצבים והיא מכילה את בלוטות ההפרשה והלימפה, והשכבה הפנימית ביותר שהיא רירית ורכה והיא מכילה הרבה כלי דם. בתוך המעי ישנם קפלים דקים רבים (סיסים), בכל קפל יש צינור לימפה מרכזי וסביבו



רשתית של נימי דם ושל צינורות לימפה וסיבי שריר חלק. חשיבות המעי היינה כפולה – בלוטות ההפרשה שלו מפרישות אנזימים המפרקים את אבות המזון לאבני הבניין, וכן, המעי משמש כאתר הספיגה העיקרי למזינים שהגיעו מהכרס ולאלו שפורקו במעי (2).

המעי הגס נמשך מסוף האילאום עד לפי הטבעת, ואורכו כ-11 מטר. המעי הגס מתחלק ל-3 חלקים: עיוור, קולון וישר. במעי הגס מתבצעת פעילות מוגבלת של מיקרואורגניזמים בתנאים אנארוביים בדומה לכרס. במעי הגס מתבצעת בעיקר ספיגה מסיבית של מים ומינרלים. איור 5 מציג תאור סכימטי של חלקי המעי (2).

אבות המזון והמטבוליזם שלהם בכרס

פחמימות

פחמימות מוגדרות כתרכובות כימיות המכילות פחמן חמצן ומימן, בהם היחס בין החמצן למימן הוא 2:1, בהתאמה. אבני הבניין של הפחמימות הם סוכרים. רוב התרכובות האורגניות בטבע המכילות פחמן הם פחמימות, עיקר הפחמימות בטבע מקורן בצמחים,

בהם הם מתרכזות כצלולזה וההמיצלולזה של דופן התא הצמחי. הפחמימות הנם אב המזון העיקרי והחשוב במנת מעלי הגירה (2).

על פי תרומתם התזונתית למע"ג, הפחמימות מתחלקות לשני סוגים: מבניות ולא מבניות (פל"מ). הפחמימות המבניות בנויות מצלולזה, המיצלולזה וליגנין המרכיבים את דופן הצמחי. למרות יכולתם של המק"א בכרס "לטפל" בדופן התא הצמחי, מקטע זה נעכל על ידם מעט ולאט יחסית למקטע הפל"מ המורכב מעמילן, סוכרים ופקטין, אשר נעכלותם גבוהה ומהירה. מזונות גסים עשירים בצלולזה, המיצלולזה וליגנין, ושעורו של האחרון גבוהה במיוחד בצמחים זקנים (במיוחד קש למינו) וכן גבוה בצמחים דו פסיגיים (קש סויה, גבעולי כותנה, וכו'). מזונות עתירי דופן תא צמחי המאופיינים בריכוז ליגנין גבוה בדרך כלל נעכלותם נמוכה וכושר צריכתם על ידי בעל החיים נמוך (1).

ברמה העקרונית תוצרי הפרוק של הפחמימות בכרס, לסוגיהן, הם חומצות שומן נדיפות כמו אצטית, פרופיונית ובוטירית אשר היחסים ביניהם משתנים בהתאם ליחס בין הפחמימות המבניות והלא מבניות במנת המזון: יחס אצטט: פרופיונט גבוה כאשר ריכוז המבניות גבוה; יחס נמוך כאשר ריכוז המבניות נמוך. ניספח א' מציג תאור סכימטי של מטבוליזם הפחמימות בכרס (1).

חלבונים

החלבונים בדומה לפחמימות מורכבים מחמצן, פחמן ומימן אך בנוסף מכילים גם את היסוד חנקן. החלבונים מורכבים מכ-20 חומצות אמינו (2). המייחד את מטבוליזם החלבון במעלי גרה - החלבון מגיע לכרס ומפורק ע"י אנזימים של המק"א לפפטידים, חומצות - אמינו ואמוניה. מוצרי הפירוק (בייחוד אמוניה) משמשים חומר מוצא לביוסינתזה מחודשת של החלבון הבונה את גופי המק"א. האמוניה שלא משמשת לביוסינתזה נספגת לדם, הופכת בכבד לאוריאה ומגיעה לשותן (ולכן לעיתים נוצר "הפסד" של חנקן). החלבון המיקרוביאלי ביחד עם שאריות החלבון שלא התפרקו מגיעים למעי הדק, שם הם נספגים אל כלי - הדם. בזכות המק"א שבכרס מסוגלים מעלי הגירה לנצל גם מקורות חנקן אשר אינם חלבון כמו אוריאה ואמוניה. ניספח ב' מציג פרוט של מטבוליזם החלבון בכרס (1).

שומנים

השומנים כמו הפחמימות מורכבים מחמצן, מימן ופחמן, ובנויים מאבני בניין הנקראות חומצות שומן. השומנים מתחלקים בעיקר ל: תלת-גליצרידים - רכיב עיקרי של שומני אגירה ברקמות; פוספוליפידים - מכיל זרחן ומהווה חלק במבנה הרקמות, כולסטרול - מהווה רכיב חשוב של המוח והדם. ניספח ג' מביא תאור סכימטי של מטבוליזם השומן בכרס (1,2).

מבוא - ליגנוצלולוזות וגבעולי כותנה

ליגנוצלולוזות מוגדרות כחומרי מספוא עתירי דופן תא צמחי; דופן התא בליגנוצלולוזות היינו בעיקר דופן תא משני, עתיר ליגנין, דחוס וחסר נקבוביות, ומכאן שיכולת המק"א שבכרס לפרקו מוגבלת בעיקר משום יכולת נגישות מועטה לפחמימות הדופן.

ליגנוצולוזות כמרכיב המזון הגס במנה, מקובלות בעיקר בהזנת שלוחות הרפת המאופיינות ביצרנות בינונית-נמוכה, כמו שלוחות העגלות, הגדלות בקצב גדילה מבוקר ואיטי של 700-800 ג'/יום. הנפוצות שבליגנוצולוזות בארץ הן קש חיטה, קש תירס וקש תלתן (3).

בשנת הבצורת הקשה האחרונה (חורף 1998-1999), מצאי קש החיטה וליגנוצולוזות אחרות היה נמוך ביותר (נספח ד' – הקף השימוש במספוא בשנת בצורת) ומחיר קש החיטה, שחלקו אף יובא לארץ הרקיע שחקים (>150\$ לטון). מחוסר ברירה, המחסור החמור בליגנוצולוזות הביא לחיפוש מקורות חדשים אותם ניתן לשלב במנה (6).

שיח הכותנה מוגדר כחלק הנותר בשדה לאחר קטיף הכותנה, מהווה מטרד לעיבוד החקלאי ולרוב אינו בר שימוש יעיל. כמות שיחי הכותנה בעולם מפליגה, ובישראל, בתקופת הזוהר של גידול הכותנה הגיעו יבולי גבעולי הכותנה לכ-150,000 טון חומר יבש לשנה. כיום עם ירידת שטחי המזרע של הכותנה, סך היבולים הם כשליש. גבעולי הכותנה מכילים את הגבעול הראשי, עלים, קשוות, ומעט צמר ובתוכו גרעיני הכותנה, שנותר על הצמח בשדה לאחר הקטיף (טבלה 2). שיח הכותנה הנו בעל ערך תזונתי נמוך ביותר (כמחצית מקש חיטה; טבלה 1), והשימוש המוגבל בו עד כה היה לצורכי ריפוד בלבד. עם זאת, גבעולי כותנה הנם בעל פוטנציאל לשמש כחומר גס למילוי מערכת העיכול, לצורך הגירוי הפיזיקאלי התורם להעלאת גרה. בנתוני פתיחה של מחסור בליגנוצולוזות (קש לסוגיו) ומזונות גסים, עשויים גבעולי כותנה לשמש כתחליף הולם. בכל מקרה, האלטרנטיבה לאיסוף החומר לטובת הרפת, היא כיסוח והטמנה באדמה על-ידי אנשי גידולי השדה (4,9).

טבלה 1. הרכב כימי מאפיין (% ע"ב ח"י), ונעכלות בכרס מלאכותית (כרמ"ל, %) של גבעולי כותנה ושל קש חיטה.

פרמטר	NDF	חלבון כללי	ליגנין	אפר	נעכלות כרמ"ל
גבעולי כותנה	74-79	6-7	18-25	7-10	25-30
קש חיטה*	80	3-4	7-8	7-10	45

* נתוני קש חיטה מובאים לצורך השוואה בלבד לגבעולי כותנה.

טבלה 2. מאפיינים פיזיקליים של גבעולי כותנה (%)¹.

חומר דק ²	גבעולים	גרעינים וסיבים	כושר ספיחת מים ³
13	76	11	1.82

¹ גבעולים וחומר דק הופרדו בעזרת נפה; גרעינים וסיבים הופרדו ידנית. המספרים מבטאים משקל יחסי של המקטעים השונים מכלל הדוגמא.

² חלק מהחומר הדק הנו עפר.

³ כפולה של משקל החומר, ללא מים; לצורך השוואה, הערך המקביל של קש חיטה הוא כ-1.72. (7)

הזנת עגלות לתחלופה-הדגשים

ממשק ההזנה של העגלות לתחלופה בעדר החלב היינו גורם משמעותי בקביעת ביצועי היצור שלהן לאחר המלטתן. המטרה בממשק גדול תקין היא להביא את העגלה להמלטתה הראשונה בגיל של כ-24 חודש, במשקל של כ-600 ק"ג ובגובה שכמות של כ-140 ס"מ. גובה השכמות מהווה מדד חשוב להתפתחות תקינה של השלד לאורך הגידול. לאור עלויות הגידול הגבוהות של עגלות, במשך שנתיים עד להמלטתן ללא תמורה יצרנית, ולאור מחיר העגלות ההרות, יש חשיבות רבה להביא את העגלה להמלטה בממדים התקניים (נספח ה' - עקומת גדול של עגלה) בעלויות גדול מינימאליות. זו הסיבה שבמנת העגלה רב השימוש במוצרי לוואי ובמקורות מזון גס מאיכות בינונית ומטה שעלותן לרוב נמוכה יותר. במצבי מחסור חמורים במזון גס (המרכיב היקר במנה) ובתנאים בהם יש לבחון שימוש אלטרנטיבי בליגנוצלולוזות, שלוחת העגלות היינה מועמד רציני ביותר. בתקופת הבצורת האחרונה נעשה שימוש בדרום הארץ בגבעולי כותנה במנת עגלות, אולם זאת ללא שום עבודה מסודרת הבאה לבחון יעילות השימוש. בחינה קפדנית היינה כורח מציאות בהיותה תכנית מגירה לעת תקופות בצורת הבאות לעיתים די תכופות בשנים האחרונות. מהאמור לעיל נגזרה מטרת העבודה, כדלקמן:

מטרת העבודה

השפעת החלפת קש חיטה בגבעולי כותנה במנת עגלות לתחלופה על ביצועי הגדילה.

חומרים ושיטות

בעלי חיים ותנאי החזקתם

העבודה בוצעה ברפת צרעה. מתוך קבוצת העגלות ההרות (15-16 חודשים ומעלה) נלקחו 58 עגלות, ומוינו לזוגות לאחר שקילתן על פי גילן ומשקלן. העגלות בנות אותו זוג, הופרדו אקראית לשתי קבוצות ושוכנו באותה סככה אשר חולקה לשני חלקים שווים. העבודה תוכננה כך שתסתיים עם תחילת ההמלטות בקבוצות. לקראת סוף העבודה המליטה עגלה אחת קודם זמנה, עם זאת, העבודה המשיכה עד תחילת גל ההמלטות. לכל קבוצה היה שטח כללי של 1088 מ"ר, כאשר מתוכם 448 מ"ר מקורה ו-640 מ"ר אינו מקורה. לכל קבוצה היו שתי שקתות מים. אורך האבוס היה 64 מ'. בסככה לא היה בטון, אלא ריפוד עמוק – זבל וקש. הסככה הייתה מצוידת בעולים, ולכל אורך הסככה היו 5 מאווררים גדולים.

מהלך העבודה

משך הניסוי: העבודה החלה בסוף נובמבר והסתיימה בתחילת פברואר. משך העבודה היה 74 יום. העגלות נשקלו מידי כ-10 ימים בעזרת מאזני שקילה אלקטרוניות (חברת כרכום), בדיוק של 1 ק"ג. השקילה התבצעה באותה שעה (08:00), על ידי אדם קבוע. אחת לחודש נמדד גובה העגלות בעזרת מד גובה מפולס, על ידי אדם קבוע. סה"כ בוצעו 8 שקילות (כולל שקילה התחלתית) ו-4 מדידות גובה (כולל הראשונית).

הזנה

שתי הקבוצות הוזנו מידי יום בבלייל עגלות טרי. החלוקה נעשתה בשעה 10:00, מידי יום, על ידי מערבולת סלף מדגם 580. זמן הערבול של רכיבי המנה היה כ-5 דקות. בסופי שבוע (שי-שבת) חולקה מנה כפולה של מזון. מנת המזון הוקצבה ל-10 ק"ג חומר יבש לכל אחת מהקבוצות. הסיבה היא שבתקופה זו של היותם הרות רגישות העגלות להשמנה ולכן ללא קשר לעבודה, ממשק ההזנה התבצע על פי ההמלצות המקובלות ברפת הישראלית לקבוצת גיל זו. עם זאת, לצורך בחינה של השפעת הרכב המנה על צריכת המזון, לקראת סוף העבודה, במשך כשבוע, חולק המזון באופן חופשי, דהינו, בבוקר נמצאו שאריות באבוס; שאריות אלו נשקלו והופחתו מסך המזון שחולק באותו יום. לסיכום – מתוך סך 74 ימי העבודה, במשך 66 ימים ניתן מזון מוגבל ובמשך 8 ימים ניתן מזון חופשי. כללית, במידה והיו שאריות הן הופחתו מסך צריכת המזון, אשר חושבה על ידי סיכום כל המזונות שהועמסו ונשקלו לתוך המערבלת מידי יום וחלוקת סך המזון במספר העגלות.

האגרוטכניקה הקשורה בהכנת גבעולי הכותנה (מן השדה עד הרפת)

שלב הכיסוח והייבוש

במחצית השנייה של חודש אוקטובר, לאחר קטיפת הכותנה, כוסחו שיחי הכותנה שנותרו בשדה (480 דונם) על ידי מכסחת 6 מ'. מכסחת זו יוצרת ואל אחד מ-6 שורות של שיחים. משך הכיסוח היה 1-2 ימים. החומר המכוסח נותר בשדה לייבוש במשך 5 ימים. כללית - משך הייבוש תלוי במזג האוויר בחודש אוקטובר, שעלול להיות הפכפך. סה"כ יכול מייבוש היה 120 טון; יכול גבעולי הכותנה המחושב היה 250 ק"ג/דונם. חשוב לציין שהכיסוח היה גבוה יחסית (לכן היבול הנמוך יחסית) זאת על מנת למנוע זהום מוגזם בעפר, וכן על מנת להשאיר את חלק העצי יותר של הגבעול (שערכו התזונתי ירוד במיוחד) בשדה. קיימת שיטה נוספת לקציר גבעולי הכותנה והיא השימוש בעקרון. בשיטה זו, העקרון עוקר את השיח מהאדמה יחד עם השורש. שיטה זו עדיפה על אנשי גד"ש משום שמשאירה שטח נקי יותר. עם זאת, לא מומלץ להשתמש בשיטה זו משתי סיבות: א. בשיטה זו נאסף גם חלקו הנמוך והעצי במיוחד של הגבעול, בליווי השורש; ב. כמות העפר החודרת לחומר הנקצר גבוהה יותר (6).

קיצוץ, איסוף והובלה

בשבוע האחרון של אוקטובר, לאחר הקמלתו, הורם החומר על ידי קומביין (pick-up) תוך קיצוץ (2-3 אינץ') לתוך עגלות מתהפכות מובלות על ידי טרקטור. סה"כ נעשה שימוש בכ-40 עגלות (כ-3 טון חומר מייבוש לכל עגלה) (6).

פריקה, הידוק וכיסוי

החומר נפרק במרכז מזון על משטח בטון פנוי של בור תחמיץ ריק. לצורך חיסכון במקום הודק החומר על ידי שופל. הערמה כוסתה בפלסטיק לצורך מניעת הרטבות בגשמים. על הפלסטיק הונחו צמיגים לצורך הצמדתו לערמה. אפשרות נוספת היא איסוף גבעולי הכותנה המייבשים לבלות; שיטה זו הייתה נהוגה בעבר ברפת נען בנוסף על עירום לערמה וכיסוייה בפלסטיק (כיום - לא מומלץ להשתמש בבלות לצורכי הזנה או ריפוד) (6).

עלויות יצור גבעולי כותנה

טבלה 3 מציגה תחשיב כלכלי המתאר עלויות יצור גבעולי כותנה מהשדה ועד לרפת. הנתונים הם נתוני הנהלת חשבונות של צרעה (6). המחיר בסופי של גבעולי הכותנה הם כ-46\$ לטון כולל כל העלויות. מחיר זה מקביל למחירו של קש חיתה בשנה רגילה של שפע קש אולם יש לשער שמחיר גבעולי הכותנה יכול בשנה כזו להיות נמוך יותר בצורה משמעותית, למשל, התשלום עבור הקש לאנשי הפלחה.

טבלה 3. עלויות שימוש בגבעולי כותנה, מהשדה לרפת (120 טון גבעולי כותנה מיובשים, 480 דונם, יבול - 0.25 טון/דונם; \$1=4.18 ש"ח; תחשיב של רפת צרעה, 10/99)¹.

פרמטר	סה"כ, ש"ח	ש"ח/טון	\$/טון	\$/דונם
בקמה ²	2445	20.4	4.88	1.22
כיסוח	6707	55.9	13.4	3.34
קיצוץ	7500	62.5	14.9	2.73
הובלה	5000	41.7	9.97	2.49
הידוק	1000	8.33	1.99	0.5
פלסטיק	100	0.83	0.20	0.05
שונות	100	0.83	0.20	0.05
סה"כ	22852	190	45.5	11.4
עם פחת (3%)	-	-	46.8	-

¹ חשוב לציין שהעלויות מאפיינות שנת בצורת; יתכן שבשנה רגילה, בה אין מחסור בקש לסוגיו, העלויות תהינה נמוכות יותר.
² תשלום לאנשי הפלחה עבור החומר (גבוה בשנת בצורת).

הרכב מנות המזון

טבלה 4 מציגה את הרכב המנות בהן ניזונו עגלות הניסוי. הנחת היסוד שעמדה בבסיס הרכבת המנות הייתה שהערך התזונתי וההרכב הכימי של גבעולי כותנה ושל קש החיטה זהים. בפועל הוחלפו 2 ק"ג של קש חיטה ב-2 ק"ג של גבעולי כותנה, בלבד, משום החשש להחליף את כל כמות הקש בגבעולי כותנה. עבודה זו היא חלוצית בהקשר זה ומכאן שננקטו אמצעי זהירות. היות ובמטריצת הרכב המזונות ניתנו ערכים דומים לקש ולגבעולים, הרכבן הכימי של המנות דומה. להלן הסברים קצרים הנוגעים למזונות שהשתתפו בבניית המנה. שאריות תירס מתוק – זהו מוצר לוואי הנותר בתעשיית אריזת התירס המתוק הנמכר באריזות ואקום במרכולים. מוצר זה מכיל בעיקר את הגלומות (עטיפות קלח התירס) אך גם את קצות הקלח שנקטמו וכן מספר רב יחסית של קלחים שלמים. היות ולא ברור דיו מהו "מקדם הגסות" של חומר זה, ניתן לו במטריצת המזונות ערך של כ-50% מזון גס. חומר זה משפר את כושר הערבול של המנה ואת טעימותה. סובין חיטה – קליפות הזרע הנותרות לאחר עשיית הקמח בתחנה. זבל עופות – מלול פיטום; חומר שעבר תהליכי עיבוד בחימום בתעשייה לצורך הקטנת הסיכון להמצאות פתוגנים. משמש כמקור חלבון ומינרלים חשוב בהזנת העגלה. בהרכב הכימי של המזונות מופיעים מספר פרמטרים הדורשים הסבר: NDF – בדיקה כימית המכמתת את שעור דופן התא הצמחי (ראה מבוא); NPN – חנקן שאינו חלבון – מקור חנקני שאינו בנוי מחומצות אמינו (אוריאה) אך משמש בכרס מע"ג לבניית חלבון מיקרוביאלי על ידי המק"א (ראה מבוא).

טבלה 4. הרכב המנות של העגלות שניזונו במנת קש החיטה או במנת גבעולי הכותנה (ק"ג 100/ק"ג חומר יבש).

מזונות	מנת קש חיטה	מנת גבעולי כותנה
קש חיטה	26.5	7.90
גבעולי כותנה	-	18.7
שאריות תירס מתוק*	22.7	22.7
סובין חיטה*	24.4	24.4
גרעיני תירס גרוס	7.20	7.10
זבל עופות מטופל*	19.2	19.2
סה"כ	100	100
פרמטר כימי		
חלבון כללי	12.9	12.9
*NDF	54.3	54.3
סידן	0.98	0.98
זרחן	0.78	0.78
אנרגיה נטו (מגק"ל/ק"ג ח"י)	1.35	1.35
אפר	2.86	2.86
*NPN	3.29	3.29
מזון גס*	43.0	43.0
ויטמין A (יחב"ל/ק"ג ח"י)	7000	7000
מחיר (ק"ג ח"י)	0.37	0.43

* ראה הסברים בטקסט.

** ההרכב הכימי של המזונות הגסים נקבע בשיטת NIR - מעבדת חברת נירה מדעים; ההרכב הכימי של המזונות המרוכזים נקבע על פי נתוני מכון תערוכת "אמבר".

ניתוח סטטיסטי

ניתוח סטטיסטי של קצבי הגדילה (משקל וגובה) נערך בעזרת תוכנת סאס, תוך תיקון על פי משתני קווריאנס של משקל התחלתי וגיל עם תחילת העבודה. הנתונים נותחו על ידי גב' יעל פוזין, משרד החקלאות, שרות ההדרכה והמקצוע.

תוצאות ודיון

צריכת מזון

טבלה 5 מציגה את צריכת המזון הממוצעת של עגלות אשר ניזונו במנות הניסוי. הנתונים הם נתוני ההזנה הקבוצתית מחולקים במספר העגלות בכל קבוצה. לתוצאות אין ניתוח סטטיסטי משום שבמשק מסחרי, וכן במרבית מוסדות המחקר לא ניתן לבצע בדיקה פרטנית של כל בעל חיים בנפרד. ניתן להבחין בנטייה קלה של צריכת מזון גבוהה יותר של העגלות שניזונו במנת הקש. בתקופת ההזנה המוגבלת לערך זה יש משמעות מועטה משום שצריכת המזון לא הייתה חופשית, אולם בתקופה השנייה בה חולק המזון לצריכה חופשית במשך כשבוע מסתמן יתרון למנת הקש שהגיע לכ-0.6 ק"ג חומר יבש/עגלה/יום. עם זאת מהסיכום הכללי של כך התקופה ניראה שההבדלים בצריכת המזון בין שתי הקבוצות הם זניחים. לכאורה לאור הערך התזונתי הנמוך יותר של גבעולי כותנה ניתן היה לצפות לפגיעה בצריכת המזון. אולם בפועל לא התקבלה פגיעה משמעותית בפרמטר זה. ניתן להסביר תופעה זו בכמה כיוונים. מרבית התקופה מנת המזון הייתה מוקצבת וניתן שהעגלות לא הגיעו למצב בו איכות המזון הגס (קש חיטה או קש כותנה) מהווה מגבלה בצריכה. הסבר זה מחוזק על ידי העובדה שכאשר העגלות ניזונו בהזנה חופשית, הפער לטובת קש החיטה גדל והוכפל (מ-0.3 ל-0.6 ק"ג/עגלה/יום). בנוסף, עצם נוכחות שאריות התירס המתוק בשני המנות היווה גורם טעימות, המדרבן צריכת מזון ואף משפר את ערבולו של המזון ואת אפשרות הבחירה מתוך הבלייל של גורמים מועדפים כמו גרעיני תירס בהשוואה לפיסות גבעולי הכותנה. ניראה שמתכונת הרכב המנה ושיטת העבודה הייתה טובה מספיק על מנת "למסך" כביכול את החומר שמטבעו נחות. חיזוק לכך מתקבל מעבודות קודמות. ברפת נען חולקו גבעולי כותנה בשליש מהאבוס בנפרד מבלייל העגלות והתקבל פחת יומי בצריכתם של כ-50%, שהיינו העגלות בררו את הצמר, הזרעים ומעט העלים וההלוקטים והותירו את פיסות הגבעול הקשות (4). שפט (1983) האביס גבעולי כותנה מטופלים כימית ב-8% בסיס הנתרן בשיעור של 50% מהמנה. ערכם ניתן על פי הערך של קש חיטה. עם זאת, בפועל חומר זה היינו בעל ערך תזונתי גבוה משל גבעולי כותנה לא מטופלים ואכן, התקבלו ביצועי גדילה מעבר לצפוי על פי ה-NRC, והעגלות בררו והותירן כ-5% מגבעולי הכותנה שחולקו (5).

טבלה 5. צריכת המזון (ק"ג חומר יבש/עגלה/יום) של עגלות שניזונו במנת קש החיטה או במנת גבעולי הכותנה, במהלך העבודה.

תקופה	מנת קש חיטה	מנת גבעולי כותנה
הזנה מוקצבת (שאינה חופשית, סה"כ 64 ימים)	10.4	10.1
הזנה חופשית (סה"כ 8 ימים)	13.2	12.6
סה"כ צריכת מזון בכל התקופה (74 ימים)	10.7	10.4

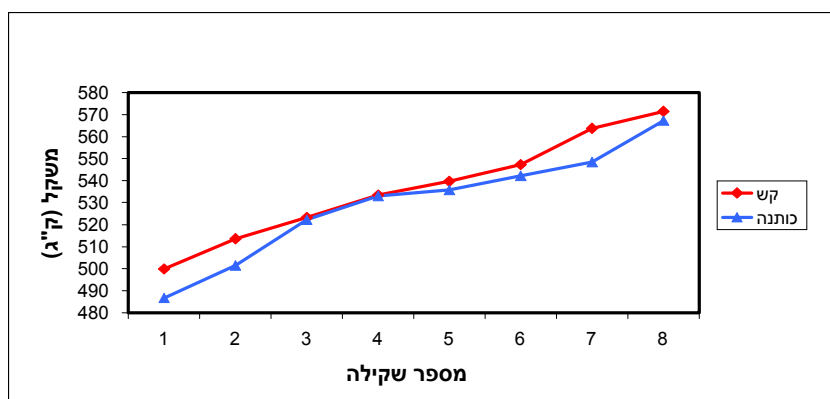
ביצועי גדילה

טבלה 6 מציגה את גילן של העגלות, ימי הריון ממוצעים, משקל התחלתי ממוצע ומשקל סופי בתום העבודה. העגלות שחולקו לטיפולים זוגו על פי גילן ומשקלן ההתחלתי כנאמר קודם בפרק חומרים ושיטות.

טבלה 6. ימי הריון, גיל, משקל התחלתי ומשקל סופי של העגלות שהשתתפו בעבודה.

קבוצת "גבעולי כותנה"	קבוצת "קש חיתה"	פרמטר
133	142	ימי הריון
582	592	גיל בימים
487	500	משקל התחלתי (ק"ג)
567	571	משקל סופי (ק"ג)

איור 6 מציג את עקומות הגדילה של העגלות שניזונו במנות קש החיתה או במנות גבעולי הכותנה. עם תחילת העבודה היה פער קטן לטובת עגלות קש החיתה (ראה טבלה 6) אשר הצטמצם עם סיומה. מסתמן מהאיור שקצבי הגדילה של שתי הקבוצות היו דומים. ניתוח מעמיק של קצבי הגדילה מובא בטבלה 7.



איור 6. עקומת הגדילה של העגלות שניזונו במנות קש החיתה או גבעולי הכותנה.

טבלה 7 מציגה את קצבי הגדילה היומיים של העגלות אשר השתתפו בעבודה. תוספת המשקל היומית חושבה בשני דרכים. האחת – חישוב הפרשי המשקל בין שקילה אחת לקודמתה, וניתוח סטטיסטי להבדלים בין כל ההפרשים (פרמטר ראשון בטבלה 7). בשניהם חושב קצב הגדילה היומי על פי ההפרש בין השקילה הראשונה (על פיה חולקו

העגלות) לבין השקילה האחרונה. על פי תוצאות הטבלה מסתמן שלא היה הבדל בביצועי הגדילה, בין שתי קבוצות העגלות שניזונו במנות הניסוי, בשתי שיטות החישוב.

טבלה 7. תוספת המשקל היומית של עגלות אשר ניזונו במנת "קש חיטה" או במנת "גבעולי הכותנה"

פרמטר	מנת קש חיטה	מנת גבעולי כותנה	SEM	P
תוספת משקל על פי הפרשי כל מועדי השקילות ¹	1.09	1.01	0.04	0.18
תוספת משקל על פי ההפרש בין השקילה הראשונה והאחרונה בלבד ²	1.04	0.97	0.05	0.33

1 – חושבו ההפרשים בין כל שקילה וקודמתה; הפרשים אלו נותחו סטטיסטית להבדל בין שני הטיפולים.

2 – חושב ההפרש בין השקילה ההתחלתית והסופית; הפרש זה נבחן סטטיסטית להבדל בין הטיפולים.

גובה העגלות: במהלך העבודה נמדד גובה העגלות בעזרת מד גובה מפולס. עם זאת התנאים ברפת לא אפשרו מדידות מדויקות. להלן מובאות תוצאות המדידה אולם יש להתייחס לתוצאות אלו במשנה זהירות. הגובה ההתחלתי בשתי הקבוצות היה בממוצע 126 ס"מ; גובה הסופי היה בממוצע 134 ו-132 ס"מ, לקבוצת "קש החיטה" ו"גבעולי הכותנה", בהתאמה. מכאן שתוספת הגובה לקבוצת עגלות "קש החיטה" היה 8 ס"מ ולקבוצת "גבעולי הכותנה", 6 ס"מ. הבדלים אלו לא נמצאו מובהקים בניתוח סטטיסטי, אולם הגורם העיקרי הוא מספר המדידות המוגבל, והפיזור הגדול בתוצאות המדידה בין העגלות הנובע מקשיי המדידה. יש לציין שערכי הגובה נמצאים בתחום המומלץ לגידול עגלות בגיל הנתון (8).

מתוצאות העבודה מסתמן שלא היה הבדל בולט בצריכת המזון ובקצבי הגדילה בין קבוצת העגלות שצרכו מנה בה המזון גס מבוסס על קש חיטה, לבין מנה בה המזון גס מבוסס על גבעולי כותנה, זאת למרות ההבדל בערך התזונתי המשמעותי בין קש חיטה ובין גבעולי כותנה. חובה להזכיר כי ריכוז החלבון בגבעולי כותנה יכול להגיע ל-7-8% אולם כנאמר קודם, בעבודה זו הוערכו גבעולי הכותנה בדיוק כמו קש החיטה; מכאן שיתכן שלמרות נעכלות הגבעולים הנמוכה יותר, היתרון בחלבון חיפה משהוא על הנעכלות הנמוכה. גורם אחר שיכול להסביר את חוסר הפגיעה בביצועי הגדילה עם שילוב גבעולי הכותנה היא האפשרות שבגבעולי הכותנה בהם נעשה שימוש בעבודה זו, היה שעור גבוה יחסית של צמר שנותר לאחר הקטיף; צמר זה מכיל גרעיני כותנה שערכם האנרגטי והחלבוני גבוה במיוחד. בנוסף, למרות הביצועים הדומים, יתכן שהיו פערים בהרכב הטיבחה של שתי הקבוצות, כמו % שומן בטבחה ושעור חלוקתו, אך במסגרת עבודה זו לא היה ניתן לבחון פרמטר זה. יש לציין שללא קשר לטיפולים עגלות רפת צרעה מאופיינות בקצבי גדילה

גבוהים של כ-1.00 ק"ג (טבלה 7) בתקופת הריון ובמצב גופני משופר ולעיתים עודף; בעקבות עבודה זו והמדידות שנערכו ננקטו האמצעים הדרושים לצמצום מגמה זו.

עלויות גידול: שילוב גבעולי כותנה במנת עגלות לא פגם בביצועי הגדילה של העגלות בהשוואה למנה שהכילה קש חיטה. תוצאות אלו מעודדות במיוחד משום שעלות שילוב גבעולי כותנה בתנאי העבודה היו נמוכים במיוחד דבר שהוזיל את מחיר המנה (טבלה 4) ואת עלויות הגידול. הדבר תקף במיוחד בתקופה בה מחיר קש החיטה גבוה במיוחד (ברפת צרעה, כ-100 \$ לטון), כששיא המחיר בשנת הבצורת היה כ-150 \$ לטון.

לאחרונה נעשה סיכום של יצור החלב במשך 100 ימים בתחלובה של כל העגלות שהשתתפו בעבודה, והמליטו. התקבלו הנתונים הבאים: עגלות "קש החיטה" יצרו בתקופה זו 32.8 ק"ג/יום ואילו קבוצת גבעולי הכותנה יצרו בממוצע 34.5 ק"ג/יום. אין באמור לעיל לרמז שלגבעולי כותנה שניתנו בתקופת הגידול יש יתרון ביצור חלב לאחר ההמלטה. אולם, רמות יצור אלו מצביעות על אי פגיעה של הגבעולים בכושר היצרני של הבהמות שניזונו מהם, לאחר המלטתן. בחינה מדוקדקת יוצר הראתה שבקבוצת העגלות שניזונו מקש החיטה היה שעור תמותת ולדות גבוה יותר לאחר ההמלטה: 4 ולדות מתים מתוך 29 המלטות בהשוואה ל-1 ולד מת בקבוצת גבעולי הכותנה. תמותת ולדות גבוהה יותר הוא פרמטר הקשור בשיעור גבוה של אירועים שליליים אחר ההמלטה כמו המלטות קשות, העלולים לפגוע ביצור החלב בתקופה הראשונה אחר ההמלטה. עובדה זו העשויה להסביר את יצור החלב הנמוך יותר בקבוצת קש החיטה.

מסקנות

- גבעולי כותנה החליפו קש חיטה במנת גידול של עגלות הרות.
- שילוב גבעולי כותנה לא פגע בצריכת המזון ובביצועי הגדילה של העגלות.
- שילוב של גבעולי הכותנה לא פגם ביצור החלב ב-100 הימים הראשונים של התחלובה.
- גבעולי כותנה הוזילו את מנת הגידול בשיעור ניכר בעיקר לנוכח מחירי קש החיטה הגבוהים בתקופת מחסור.
- יש לשקול שילוב גבעולי כותנה במנת גידול בתקופות אחרות בהן מחירי קש החיטה זולים יותר.
- יש לבחון בעתיד שילוב גבעולי כותנה בשלוחות נוספות כמו שלוחת הפיטום.

הערת סיום: לאחר קטיף הכותנה באוקטובר שנת 2000 (השנה העוקבת לעבודה זו) כל גבעולי הכותנה שנותרו בשדה לאחר הקטיף קוצצו, אך בניגוד לשנה הם לא נאספו על מנת לשמש מזון לבקר, אלא אנשי גדולי שדה העדיפו להפוך את האדמה כאשר החומר

עדיין על האדמה. אנשי גדולי שדה טענו שהם מעדיפים שהחומר יוכנס לאדמה מכיוון שזה גורם מטייב קרקע הגורם ליבולים גבוהים יותר בהשוואה לשדה שהכותנה סולקה מהשטח. כמובן, שגורם זה חייב להבחן בהסתכלות כללית של רווחיות ענף גדולי השדה ורווחיות הרפת.

רשימת ספרות

1. בונדי, א, תשמ"ב. הזנת בעלי-חיים, הוצאת ספרים ע"ש י"ל מאנס. האוניברסיטה העברית.
2. מערכת העיכול והתזונה, 1981. האנציקלופדיה החקלאית, כרך רביעי, בעלי חיים, חלק ראשון. הוצאת האנציקלופדיה לחקלאות.
3. סולומון, ר. 1998. חיבור לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה: יחסי מיקרואורגניזמים של הכרס ודופן התא הצמחי בליגנולוזות מטופלות כימית ממקורות חד ודו פסיגיים.
4. שפט, ג. ר. סולומון וב. מוזס, 1995. הזנת גבעולי כותנה לעגלות בגדילה; נתונים ראשוניים. השדה, 75 עמ' 70.
5. שפט, ג. 1983. חיבור לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה: הסגולות התזונתיות של שיח כותנה עבור מעלי הגירה ושיפור ההעכלות על-ידי טיפולים באוזון ובבסיסים.
6. סולומון, ר. ג. עדין וד. ורנר. שימוש בגבעולי כותנה לריפוד והזנה, 2000. יום עיון לזכרו של בינימין לב ז"ל: היבטים שונים הקשורים בהזנה, מספוא וממשק ברפת החלב – תקצירי הרצאות, הוצאת משרד החקלאות, 2000.
7. www.geocities.com/capecanaveral/5380/hp-e1.html
8. סולומון, ר. וד. ורנר, 2000. המלצות תזונתיות לגידול עגלות, דפון, משרד החקלאות שה"מ, המחלקה לבקר.
9. Ben-Ghedalia D., Shefet, G. and Dror, Y., 1983. Chemical treatments for increasing the digestibility of cotton straw. 1. Effect of ozone and sodium hydroxide treatments on rumen metabolism and on the digestibility of cell-walls and organic matter. J. Agric. Sci., Camb., 100: 393-400