

השפעת הטיפול בקיטור על ערכו התזונתי של זבל עופות

נתי גלבע – הפקולטה לחקלאות, רחובות

מטרות העבודה

- לקבוע השפעות החימום על הרכבו הכימי של ז"ע.
- לברר, האם מתרחשת תסיסה כלשהי בזמן התהליך.
- לקבוע מהי זמינותו לאוכלוסית המק"א בכרס אחרי הטיפול.
- לבחון מה הם התנאים המיטביים לאיחסונו בגמר הטיפול.
- לבדוק מה הם השינויים החלים במוצר עקב אחסונו במשך 35 ימים לאחר גמר הטיפול בו.

חומרים ושיטות

לניסויים שימש זבל עופות מלולי "אימון פיטום" מ"מ 12 משקים שונים, תחולותיו: ח"י 75-85, אפר 13-17 וח"כ 30-35.

תאור תהליך חיטוי זבל העופות באמצעות קיטור

משאיות עם ז"ע נכנסות דרך שער כניסת חומרי גלם בלבד. מערימת הזבל נלקחות דוגמאות לבדיקת ח"י, אפר וח"כ. לאחר שתכולות הזבל עומדות בקריטריונים שנקבעו (מפורטים לעיל), הזבל מפוזר ומיובש באזור הרחוק מאזור הייצור ומאזור איחסון החומר המטופל. בשלב הבא הזבל נאסף ועובר לתהליך הייצור המורכב מ"מ 4 שלבים:

- מעבר תחת מגנט המרחיק כל גוף מתכתי.
- מעבר דרך נפה להרחקת נוצות, חלקי עץ, אבנים, לכלוך וגושים גדולים.
- מעבר דרך מגרסה ע"מ לגרוס את כל הגושים הקטנים ויצירת חומר הומוגני.
- טיפול טרמי הנעשה באמצעות קיטור (100 מ"צ).

- תקציר עבודת מחקר שבוצעה ע"י המחבר עבור חברת שחם גבעת עדה בע"מ.

זבל עופות המשמש מזון למעליגירה חייב לעבור חיטוי; באמצעות התססתו בטיפולים אירוביים או אנאירוביים עובר הזבל חיטוי מגורמים פתוגניים. מטרת עבודה זאת היתה בחינת השפעת טיפול חדש – חיטוי בקיטור – על הרכבו הכימי של ז"ע תוך השוואת ערכים אלה לשינויים שחלו בז"ע המוחמץ בתסיסה אירובית/אנאירובית.

טיפול בקיטור לא גרם הפסדי חומר אורגני כלשהם, מכיוון שזבל העופות עבר את תהליך החיטוי בצורה פסיבית ולא על ידי תסיסה כלשהי. לא נמצא שינוי ברמת ה-pH, בתכולת חנקן האמוניה ובתכולת חומצות השומן הנדיפות. בנוסף, תכולת הזרחן (מדד להפסדי חומר אורגני) לא השתנתה. תכולת ה-ADF והחנקן הקשור אליו לא השתנו. תכולת חומצות האמינו לא השתנתה, פריקות החנקן ונעכלות החומר האורגני עלו במעט לאחר הטיפול.

בעבודה זאת נבחן גם כושר השתמדותו של ז"ע שאוחסן במשך 35 ימים לאחר גמר הטיפול בו. ככלל, השתמר ערכו התזונתי של ז"ע שאוחסן בצורה נאותה, ותכולות מרכיביו השונים לא השתנתה.

עיקרון הטיפול בקיטור

הטמפרטורה בה מטופל הזבל (100 מ"צ) היא כזאת, אשר משמידה את כל החידקים הפתוגניים מחד, ומאידך אינה גורמת להפסדים או לשינויים בהרכב החומר האורגני, בתכולתו ובטיבו. העיקרון המנחה בטיפול הוא שהעלאת הטמפרטורה מביאה לקיצור משך התהליך עד 3 שעות, בהשוואה ל-72 שעות בטיפול האירובי או 45 ימים בטיפול האנאירובי. דווח על ידי FUSER (1993), כי הגורם העיקרי שמביא לפחת בערכו המזוני של חומר חלבוני הוא משך הטיפול ולא גובה הטמפרטורה. לכן נהוג כיום בתהליכי פיסטור, להשתמש בטמפרטורה גבוהה אך במשך זמן קצר מאד.

תוצאות

טבלה 1. שינויים בהרכבו הכימי של ז"ע (אחוז מח"י).

השפעת התהליך על תכולת אפר, זרחן, חלבון			
SEM	בסיום תהליך	לפני תהליך	
0.64	15.07	15.10	אפר
0.05	1.77	1.75	זרחן
1.37	29.71	30.18	חלבון כללי

השפעת התהליך על תכולת חנקן אמוניה, ADF וח"כ הקשור בו

SEM	בסיום תהליך	לפני תהליך	
0.06	0.84	0.81	חנקן אמוניה
0.71	18.35	18.95	ADF
.60	5.90	6.01	ח"כ הקשור ADF

השפעת התהליך על תכולת הליגנין, התאית ו-pH

SEM	סיום תהליך	לפני תהליך	
0.25	4.51	4.69	ליגנין
0.75	13.66	13.97	תאית
0.04	6.66	6.70	pH

קביעת נעכלות ח"א ופריקות חלבון באמצעות הדגרת שקי דקרון בכרס

בעבודה זאת הודגרו שקי דקרון עם ז"ע בכרס אילים, הודגרו דוגמאות משני השלבים: א. ביקורת ז"ע לפני הטיפול בקיטור; ב. לאחר סיום התהליך.

◀ הטיפול בקיטור שיפר במעט את נעכלות החומר האורגני בשעות הראשונות (0, 3, 6) והאחרונות להדגרה (48, 72), בהשוואה לביקורת.

טבלה 2. שינויים בהרכב החנקן - נבדק הרכב חומצות האמינו של מקטע החלבון האמיתי (אחוז מחומר יבש).

SEM	בסיום תהליך	ביקורת לפני	ח' אמינו
0.013	1.203	1.206	אספרטית
0.160	1.536	1.629	גלוטמית
0.127	1.407	1.255	גליצין
0.068	0.877	0.948	אלנין
0.024	0.536	0.539	פ. אלנין
0.023	0.430	0.450	טירוזין
0.018	0.642	0.596	סרין
0.016	0.580	0.550	תריאונין
0.036	0.607	0.535	א. לאוצין
0.043	0.981	0.929	לאוצין
0.010	0.238	0.232	היסטדין
0.006	0.313	0.317	ציסטאין
0.009	0.670	0.645	פרולין
0.024	0.611	0.584	ליזין
0.017	0.230	0.212	מתיונין
0.021	0.681	0.631	וואלין
0.036	0.568	0.560	ארגינין

טבלה 3. השתנות תכולת חומצות שומן נדיפות בעקבות התהליך (אחוז מחומר יבש).

השפעת התהליך על תכולת החומצה האצטית C2			
SEM	בסיום תהליך	ביקורת לפני	החומצה
0.007	0.015	0.030	אצטית

השפעת התהליך על תכולת החומצה הפרופיונית C3 והבוטירית C4

SEM	בסיום תהליך	ביקורת לפני	החומצה
0.005	0.0145	0.0160	פרופיונית
0.03	0.06	0.10	בוטירית

השפעת התהליך על סה"כ תכולת החש"ן

SEM	בסיום תהליך	ביקורת לפני	ס"ה חש"ן
0.04	0.22	0.29	

דיון ומסקנות

בעקבות תסיסה אנאירובית או אירובית חלים הפסדים כמותיים ואיכותיים של מרכיבי ז"ע המוחמץ (BECK, 1978; LINDGREN וחוב', 1983). ח"א תוסס ויוצר חומצות כגון ח' לקטית וחש"ן, או מתפרק כגון ח' שתן לאמוניה. כל הפסד בחומר מזין גורם לפחת בנעכלות בחומר שנשאר בתחמיץ, בהשוואה לחומר המוצא (BARNETT, 1964); זאת משום שהחומר שנפסד הוא חומר פריק במלואו שהיה עשוי לתסוס ולהתפרק בכרס בע"ח במקום במכולה או בבור התחמיץ. כאינדקטורים להקף ההפסדים עשויים לשמש מספר גורמים, כגון תכולות האפר והזרחן שעולות כתוצאה של היעלמות ח"א, או תכולת האמוניה שעולה כתוצאה של פירוק מרכיבי חנקן עם התמשכות התסיסה (WALDO, 1977).

תחמיצי מזון משקיים רגילים (לא של ז"ע) נעשים עם חומרי גלם שמכילים 25-40% ח"י וההפסדים בהם בד"כ בין 2-40% (SIDONS וחוב', 1982; צימר, 1969; פארס, 1966). אך בתחמיצי ז"ע תכולת הח"י בד"כ גבוהה ולכן שיעור ההפסדים נמוך. כמו כן, קיימים בז"ע מרכיבים, כגון אפר וח"י, שבמידה ששיעורם גבוה אזי הלחץ האוסמוטי בבור התסיסה או במכולה עולה, עוצמת התסיסה מופחתת ובהתאם לכך גם שיעור ההפסדים פוחת. תהליך הטיפול בקיטור הוא תהליך חיטוי המשתמש באנרגיה חיצונית, כלומר ח"א לא עובר התססה כלשהי בהשוואה לתהליכי התסיסה האחרים בהם התססת ח"א נעשית על-ידי חיידקים אירוביים או אנאירוביים. אי-לכך ברור, מדוע בתהליך הטיפול בקיטור לא

טבלה 4. נעכלות חומר אורגני (%) של זבל עופות שהודגר בשקי דקרון בכרס כבשים.

שעות הדגרה	נעכלות חומר אורגני	
	ביקורת	בסיום התהליך
0	42.17	43.29
3	42.93	45.00
6	48.85	50.00
9	51.83	50.64
16	53.19	52.02
24	58.18	58.12
32	64.34	64.76
48	72.56	75.22
72	79.18	80.80

- ◀ נעכלות ח"א אינה שונה בין הטיפולים בשעות הדגרה 24 ו-32, שזה זמן השהות הממוצעת במערכת העיכול.
- ◀ הטיפול בטמפ' גבוהה (100 מ"צ) גרם להגדלת פריקותו של הח"כ ולכן חלקו של החלבון המסיס (a) גדל לעומת הביקורת.
- ◀ היפוכו של דבר קרה למקטע (b) החשוף לפריקות בכרס – בביקורת, מקטע זה גבוה יותר לעומת הטיפול, בו מקטע זה (b) קטן בעקבות הגברת הפריקות שקיבל החלבון (בעיקר מקטע a).
- ◀ קצב הפריקות (c) של מקטע b (%) לשעה) לאחר הטיפול בקיטור גדול יותר מקצב זה אשר בביקורת.
- ◀ קיים מתאם גבוה מאד בשיעורי הנעכלות השונים לאורך זמן ההדגרה בכרס. מתאם זה איננו שונה בין הביקורת לסיום התהליך, למרות שעלה במעט בעקבות הטיפול בקיטור.

טבלה 5. מקדמי משוואות הפריקות של חלבון כללי בזבל עופות שהודגר בשקי דקרון בכרס כבשים.

דגימת מס' טיפול	מקדמי משוואות הפריקות			r ²
	a	b	c	
ביקורת	62.63	30.01	0.0462	.954
בסיום התהליך	71.06	25.44	0.0486	.964

להתנדפות אמוניה. כלומר, תכולת חנקן האמוניה שעלתה יש בה בכדי להעיד על כמות חנקן האמוניה שנוצרה בתהליכי התסיסה. מכל מקום, בעליה בתכולת החש"ן וחנקן האמוניה טמון ההסבר לירידת תכולת חומצות-האמינו.

לעומת זאת, בתהליך הטיפול בקיטור וברמת ה-pH מעידות על כך, שבתהליך זה לא חלה כל תסיסה וממילא ברור, מדוע לא חלה ירידה בתכולת חומצות-האמינו.

ד. תכולת חנקן אמוניה

ז"ע מכיל 4-6% חנקן בח"י, כאשר 40-60 ממנו הינם חנקן שאינו חלבוני (חש"ח). מע"ג מסוגלים להשתמש בכמויות מוגבלות של חנקן אמוניה, תוך הטמעתו על ידי חידקי הכרס. תכולת חנקן האמוניה עולה בתהליכי ההחמצה האירוביים והאנאירוביים במקביל לירידה בתכולת חנקן ח' אמינו, שבחלקן מתפרקות לאמוניה (EDWARDS AND MCDONALD, 1978).

בתהליך הטיפול בקיטור החיטוי מושג באמצעות חום של 100 מ"צ. חום זה מהווה כעין גורם מעקר למרבית החידקים האירוביים. אי-לכך אין כל פעילות מיקרוביאלית ותכולת חנקן האמוניה לא השתנתה.

ה. תכולת חנקן (ח"כ) הנקשר למקטע הסיבים איטיי-היכול (ADF)

בד"כ, בהחמצות אירוביות ואנאירוביות כמות החלבון הכללי הקשורה למקטע ה-ADF היא בתחום 1-1.5%, דהיינו כ-5% מכלל החנקן שבז"ע. מקטע ה-ADF קושר אליו מקטעי חנקן במהלך התסיסה. חנקן זה אשר נקשר לליגנין הוא למעשה בגדר ח"א בלתי זמין למע"ג, מכיוון שליגנין עצמו נחשב לבלתי עכיל וכמו כן הוא גם מפריע לנעכלות מרכיבי דופן הסמוכים אליו.

בתהליך הטיפול בקיטור תכולת החנקן הקשורה ל-ADF לא השתנתה למרות שטיפול זה מבוצע בחום רב (100 מ"צ),

נמצאו כל הפסדי ח"א, או שינויים בתכולות השונות, כגון חש"ן, אמוניה, pH, ADF, תאית, ליגנין וחומצות-אמינו.

א. שינוי בתכולת חומר אורגני או בערכו המזוני של התחמיץ

פחת בח"א וירידה בערכו המזוני בתהליכי תסיסה שונים (אירובי או אנאירובי) מתקבל בד"כ כתוצאה (או) מהתנדפות ח"א או פירוק למרכיבים בסיסיים, אשר אינם מופיעים במקטע החומר האורגני, או (ב) על ידי השתנות הרכבו. לדוגמה: כתוצאה מהחימום חומר עכיל עובר ליגניפיקציה, כלומר מקטעים עכילים נקשרים לליגנין ועקב כך נעכלותם יורדת מאוד, כלומר ירידה בערך המזוני.

לעומת זאת, בתהליך הטיפול בקיטור לא חל כל פחת בחומר האורגני או ירידה בערכו המזוני, זאת בשל אי-התססת הזבל ומהירות הטיפול.

ב. שינוי בתכולת חנקן חומצות-אמינו

בד"כ, בתהליכי החמצה אירוביים או אנאירוביים הירידה בתכולת חנקן ח' אמינו מצביעה על כך, שבמקביל לתהליכי פרוטאוליזה ודאמינציה שהתרחשו בהחמצה, התרחשו גם תהליכי אמינציה ובניית תרכובות חלבון (במידה פחותה מאשר מתרחש בכרס) בגוף המק"א אך במידה פחותה, והתוצאה משני תהליכים אלה היא ירידה בכמות החנקן מחלבון אמיתי. תופעה זאת מוכרת ודווחה בע"ג של תבורי, 1978.

לעומת זאת בתהליך הטיפול בקיטור תכולת חומצות-האמינו, לא זו בלבד שלא ירדה אלא אף עלתה במעט.

ג. חומצות שומן נדיפות

התססה אירובית ואנאירובית גורמות בד"כ לעליית סה"כ תכולת החש"ן וכן לתכולת חנקן האמוניה. ירידת ה-pH בתהליכים אלה הביאה להצטברות החש"ן ומנעה בריחת חנקן האמוניה שלא התנדפה כמו NH_3 , אלא נקשרה כמלח (NH_4^+), מכיוון ש-pH בסיסי (מעל 7.5) דוחף

האורגני שהודג בברס, במיוחד בשעות הראשונות והאחרונות במשך ההדגרה. < טיפול זה משמיד את הגורמים הפתוגניים במידה שנמצאו. כמו כן הוא הפחית באופן ניכר את סה"כ כמות החידקים ופטריית העובש. < באיחסון ז"ע במשך 35 ימים לאחר הטיפול בקיטור, לא נגרמו הפסדי הח"א. 

רשימת חומרים ושיטות, רשימת ספרות וסיכום עבודה מפורט ניתן להשיג אצל המחבר, או בשחם.



המשך מעמוד 25

סיכום

ZINPRO הינו תוסף למנה המכיל אבץ-מתינוין. תהליך הייצור של מולקולה זאת מוגן בפטנט, והמוצר המתקבל ייחודי ובעל תכונות ייחודיות. האבץ "מוגן" בברס ונספג היטב בהמשך מערכת העיכול. כתוצאה מהוספתו למנה יורד מספר התאים הסומטיים בחלב, עולה תנובת החלב, ומצב הטלפיים משתפר.

ספרות

מטעמים טכניים ובגלל הקפה לא מובאת כאן רשימת הספרות המוזכרת בגוף המאמר. כל המעוניין יכול לקבל במערכת או אצל המחבר. 

זאת מכיוון שהטיפול מתרחש בפרק זמן קצר מאד.

1. היעלמות (פריקות) ח"כ משקי הדקרון

אחת התכונות המשפיעות על פריקות החלבון הינה מסיסותו. חלבונים מסיסים זמינים יותר לפירוק פרוטאוליטי ונוטים להתפרק בקצב מהיר יותר, לעתים אף במלואם, לעומת חלבונים המסיסים פחות, באופן יחסי.

2. השינויים בהיעלמות (פריקות) החלבון משקי הדקרון

פריקות החלבון שנמצאה הראתה, שהמקטע המסיס (a) מהווה כ-62% מכלל ח"כ. תכולת מקטע זה עלתה בעקבות הטיפול בקיטור ל-71%. כלומר, בברס יימצא יותר חלבון פריק, מאשר זמין לאוכלוסיית המיקרואורגניזמים. קצב הפריקות לאחר הטיפול בקיטור מהיר קצת יותר, כלומר בברס יימצא יותר חלבון זמין לאוכלוסיית המיקרואורגניזמים (מק"א) במשך שהות המזון במערכת העיכול בכלל, ובברס בפרט.

תהליך הטיפול בקיטור שיפר את תכולת המקטע הפריק של החלבון וכן העלה את קצב פריקותו ולכן בברס יימצא יותר חלבון זמין לאוכלוסיית המק"א.

סיכום ומסקנות

- < הטיפול בקיטור אינו גורם לפחת בח"א.
- < הטיפול בקיטור אינו גורם לשינוי בתכולת ח"כ בכלל ובתכולת החנקן הקשור אליו.
- < הטיפול בקיטור לא גרם לשינוי בתכולת מקטע ה-ADF ובתכולת החנקן הקשור אליו.
- < תהליך הטיפול בקיטור אינו מלווה בהתססת החומר האורגני ולכן, ריכוזי החש"ן והאמוניה וכן דרגת ה-pH לא השתנו.
- < הטיפול שמבוצע בחום של 100 מ"צ במשך 3 שעות אינו גורם להגנה על החלבון, אלא גורם להגברת קצב פריקותו בברס וכן מעלה את תכולת המקטע הפריק.
- < הטיפול שיפר במעט את נעילות החומר