

דוח מסכם לתכנית מחקר 12-0225-421 בנושא: השוואה בין ממשק הרדוף לממשק רגיל של טיפול בזבל סככות של חולבות ביחס לרמת הזיהום המיקרוביולוגי וההרכב הכימי של הזבל המתקבל

The effect of cattle manure cultivation (Harduf process) on survival of potential pathogens

מגישים: צבי וינברג, יאירה חן, ריקי פינטו ושלמה סלע, המחלקה לאיכות ובטיחות מזון, מכון וולקני

כתובת הדוא"ל של החוקר הראשי: zgw@volcani.agri.gov.il

תקציר

מטרת המחקר הייתה לבחון האם בזבל מקולטר מתפתחים מיקרואורגניזמים (מק"א) שמעכבים א. קולי שאינם מתפתחים בזבל בלתי מקולטר. נערכו שלושה ניסויים, שניים בצנצנות בנפח 1.5 ליטר וניסוי אחד בדליים בנפח 20 ליטר. הטיפול כלל עיקור של זבל מקולטר ולא מקולטר במטרה לחסל מק"א שעשויים לעכב א. קולי. הנחת המחקר הייתה שאם בזבל נמצאים מק"א שמעכבים א. קולי אזי לאחר עיקור הא. קולי ישרוד במידה שווה בזבל מקולטר ובלתי מקולטר. כל טיפולי הזבל אולחו בחיידק א. קולי המבטא GFP ועמיד לאנטיביוטיקה, בכמה מחזורי אילוח בכל ניסוי. התוצאות אינן חד-משמעיות ולא ניתן בשלב זה לאושש או לדחות את ההנחה הנ"ל. עם זאת, פטריות שבודדו מזבל מקולטר מרפת הרדוף הראו יכולת לעכב את זן הא. קולי הנ"ל בצלחות פטרי.

Abstract

The objective of the experiments was to test whether microorganisms develop in cultivated cattle manure which inhibit *E. coli*, that do not develop in non-cultivated manure. Three experiments were performed, two in 1.5 liter jars and one in 20-L buckets. Treatments included heat sterilization of cultivated and non-cultivated manure in order to eliminate microorganisms which may inhibit *E. coli*. The hypothesis was that after sterilization *E. coli* would survive to the same extent both in cultivated and non-cultivated manure. All treatments were inoculated with an *E. coli* strain which expresses GFP and is resistant to antibiotics. The results of the current experiments do not enable to accept or reject the hypothesis. However, two filamentous fungi were isolated from cultivated manure in Harduf which inhibited *E. coli* in Petri plates.

מבוא

פרת חלב מפרישה 35-55 ק"ג זבל חצי מוצק ועוד 20-30 ק"ג שתן ביום וברפתות החלב בארץ מצטברים כ- 5 מליון טון זבל בשנה. לכמויות כאלה של זבל הבקר יש כמה השלכות: זיהום הסביבה (מפגעי ריח ותשטיפים שמזהמים קרקע ומקורות מים, פליטת גזי חממה), הזבל מכיל סוגים שונים של מיקרואורגניזמים (מק"א) שחלקם פתוגניים לאדם ולבעלי החיים; חלק מהמק"א המצויים בזבל גורמים לדלקות עטין שפוגעות בייצור החלב ובאיכותו וגורמות להוצאות כספיות לרפת. מאידך גיסא הזבל עשיר בחנקן ובמינרלים ועשוי לשמש לדישון שדות.

בשנים האחרונות פותח ברפת קיבוץ הרדוף ממשק חדשני לטיפול בזבל בקר הכולל קלטור יומי עמוק של זבל הסככות תוך הוספה של חלק מזבל המדרכים הלח. הטענה בבסיס הממשק החדש היא שהזבל המתקבל יבש ואוורירי יותר וכך משפר את רווחת בעלי החיים ומפחית את שכיחות דלקות העטין. בנוסף, מפתחי הטכנולוגיה הזאת טוענים שבזבל המקולטר חלה התחממות והחומר עובר מעין קומפוסטציה.

בשלבי המחקר הקודמים שנערכו ברפת בת דגן וברפת נצר סירני נמצא שאכן הזבל המקולטר יבש יותר מאשר זבל בלתי מקולטר וחלה בו התחממות, אך היא אינה עוברת את סף 40 מ"צ באף שלב. בניסוי שנערך בסירני, מספרי הקוליפורמים והסטרפטוקוקים היו נמוכים באופן מובהק בדוגמאות זבל מהסככה המקולטרת בהשוואה לסככת הבקורת. הפרות בסככה המקולטרת היו נקיות יותר בהשוואה לסככה הבלתי מקולטרת ושכיחות אירועי דלקות עטין תת-קליניות הייתה נמוכה יותר בסככה המקולטרת (71 לעומת 65% בהתאמה, $P > 0.05$). גם מקרי הדלקות הקליניות במהלך שנת הניסוי היו נמוכים יותר באופן מובהק בפרות מסככת הניסוי מאשר בסככת הבקורת. ברוב מקרי דלקות העטין הגורם להן היה החיידק א. קולי (Menis et al., 2011).

במהלך המחקר פותח במעבדתנו מודל בדליים להדמיית ממשק הקלטור בהשוואה לזבל בלתי מקולטר. בניסויים אלה השתמשנו בזן של א. קולי שבודד מהזבל ברפת וסומן ע"י פלסמיד המבטא את החלבון הזוהר הירוק (GFP) ועמידות לשתי אנטיביוטיות. הזבל אולח בזן זה והסימון איפשר מעקב אחר שרידותו בזבל. התוצאות הצביעו על כך שהזבל המקולטר היה יבש ואוורירי ואילו הזבל הבלתי מקולטר היה בעל מירקם דחוס. בזבל המקולטר המספרים של זן חיידק הא. קולי המסומן היו נמוכים בהשוואה לזבל הבלתי מקולטר והוא שרד פחות זמן בזבל המקולטר במהלך חמישה מחזורי אילוח. התוצאות יוחסו ליובש היחסי ששרר בזבל המקולטר (Weinberg et al., 2011). אולם בהתייעצות עם עמית מהונגריה (דר' ג'ורג' סאקאטש מהאוניברסיטה הטכנולוגית של בודפשט) הוא העלה את ההשערה שבזבל המקולטר והמאוורר מתפתחים מיקרואורגניזמים כדוגמת אקטינומיצטים אשר מעכבים חיידקים שפתוגניים לפרות ולאדם, כדוגמת הא. קולי. האקטינומיצטים הם מק"א בעלי נבגים עמידים לחום וליובש אשר יוצרים מושבות דמויות מושבות של פטריות-עובש ומפרישים חומרים אנטיביוטיים לסביבתם.

הנחת העבודה הייתה שאם נצליח לסלק מהזבל המקולטר את המק"א שמעכבים א. קולי, למשל ע"י עיקור, אזי א. קולי מוסף יוכל לשרוד גם בזבל מקולטר ולא יהיה הבדל במספר חיידקי הא. קולי השורדים בין זבל מקולטר מעוקר וזבל בלתי מקולטר מעוקר.

מטרת המחקר המוצע: המטרה הספציפית הייתה להשלים את המחקר ולבחון האם בזבל המקולטר אכן מתפתחים אקטינומיצטים שאנטגוניסטים לא. קולי בהשוואה לזבל בלתי מקולטר במערכת מודל.

א. ניסוי הקדמי

הניסוי נערך בצנצנות בנפח 1.5 ליטר. הזבל הובא למעבדה מרפת מכון וולקני (בית דגן) בתחילת ינואר 2011 והוכנס ל- 12 צנצנות, 1 ק"ג לכל צנצנת. הצנצנות אוחסנו באינקובטור ב- 30 מ"צ. במחצית מהצנצנות הזבל עבר קלטור יומי למשך כחודש ימים במקלטרת ידנית (למעט סופי שבוע). לאחר מכן 3 צנצנות עם זבל בלתי מקולטר ו- 3 צנצנות עם זבל מקולטר עברו שלושה מעגלי עיקור לשעה ב- 121 מ"צ במהלך שלושה ימים עוקבים בסמוך למועד האילוח עם הזן המסומן של א. קולי. לפיכך, הניסוי כלל 4 טיפולים כדלקמן (3 צנצנות לכל טיפול):

1. זבל בלתי מקולטר לא מעוקר (nc-nau)

2. זבל בלתי מקולטר מעוקר (nc-au)

3. זבל מקולטר לא מעוקר (c-nau).

4. זבל מקולטר מעוקר (c-au).

הזבל מכל הצנצנות אולח בזן המסומן של א. קולי אשר היה עמיד לקאנאמיצין ולסטרפטומיצין. האילוח תכנן ל- 10^6 חיידקים לגרם זבל. מספרי חיידקי הא. קולי מהזן הזה בזבל נקבעו על מצע TSA שהכיל 50 ו- 100 מ"ג לליטר של קאנאמיצין וסטרפטומיצין, בהתאמה, לאחר הדגרה ב- 39 מ"צ ל- 24 שעות. הדגימות נערכו במשך 9 ימים. התוצאות עברו מבחן שונות ומבחן תחום מרובה TUKEY בתכנת SAS.

תכולת החומר היבש בזבל ביום האילוח נקבעה ע"י ייבוש בתנור ב- 100 מ"צ ל- 24 ש'. כמו כן נקבעו ביום זה מספרי שמרים ועובשים (על מצע Malt extract agar מוחמץ), אקטינומיצטים (מצע לאוכלוסיה זו, תוצרת DIFCO) וא. קולי נטיבי (על מצע Chromocult TBX, Merck).

תוצאות ודין: תכולת החומר היבש בזבל הבלתי מקולטר והמקולטר ביום האילוח הייתה בסביבות 63.5 ו- 57 אחוזים, בהתאמה, וזאת בניגוד למה שנמצא בניסויים הקודמים, הן בדליים והן בסככות שבהן הזבל המקולטר היה יותר יבש. ערך ה- pH של הזבל מכל הטיפולים היה בסביבות 9.2. לפני האילוח עם זן הא. קולי הזבל הכיל מעט מאוד חיידקי א. קולי (עד אלפים בודדים לגרם), מעט עובשים (שמרים לא נמצאו, <100 ג/ג), אבל הרבה אקטינומיצטים (כ- 10^6 לג'). לאחר 3 עיקורים עוקבים של שעה ב- 121 מ"צ לא נמצאו בזבל חיידקי א. קולי או עובשים ונמצאו עד 100

אקטינומיצטים לג'. על המצע התפתחו גם הרבה מושבות זעירות בלתי אופייניות לאקטינומיצטים שלא ברורה זהותן, אבל יתכן שמהן יכולים להתפתח מק"א פעילים ממשפחה זו.

איור מספר 1 מתאר את מספר חיידקי הא. קולי המסומנים בטיפולי הזבל השונים. במועדי הדגימה 1, 2, 3 ו-6 ימים מספר החיידקים המוספים בזבל הבלתי מקולטר המעוקר ובזבל המקולטר המעוקר היו דומים, מה שמחזק את השערת הניסוי, כלומר, העיקור ביטל את השוני בשרידות של הא. קולי בין זבל מקולטר ובלתי מקולטר. לקראת סוף הניסוי מספרי הא. קולי המסומן היו יותר נמוכים בזבל המקולטר המעוקר מאשר בזבל הבלתי מקולטר המעוקר. יתכן שהייתה נביטה של נבגי אקטינומיצטים ששרדו את העיקור, אולם בשלב זה אין לכך תימוכין. לקראת סוף הניסוי, הזבל הבלתי מקולטר והבלתי מעוקר נטה להכיל יותר חיידקי א. קולי מאשר הזבל המקולטר הבלתי מעוקר, כפי שהתקבל בניסוי הגדול מ-2010, וזאת למרות שהזבל הבלתי מקולטר בניסוי הנוכחי היה יותר יבש.

ב. ניסוי בדליים

הניסוי נערך בדליים בנפח 20 ליטר. לכל דלי הוכנסו 5-6 ק"ג זבל שהוא מרפת בית דגן בתחילת דצמבר 2011. הניסוי כלל 4 טיפולים ולכל טיפול הוקצו 3 דליים, כדלקמן:

1. זבל בלתי מקולטר לא מעוקר
2. זבל בלתי מקולטר מעוקר
3. זבל מקולטר בלתי מעוקר
4. זבל מקולטר מעוקר.

העיקור שבוצע בסמוך לאילוח עם זן הא. קולי המסומן כלל 3 מחזורים למשך שעה ב-121 מ"צ בהפרש 24 ש' בין המחזורים. לאחר תום מחזורי העיקור הזבל בכל הדליים אולח עם זן הא. קולי המסומן פעמיים בהפרש של שבוע. שאר הפרטים של מהלך העבודה היו כמתואר בניסויים בצננות. **תוצאות ודין:** איור מס. 2 מתאר את תכולת החומר היבש בזבל מהטיפולים השונים במהלך הניסוי. תכולת החומר היבש בזבל הבלתי מקולטר והמקולטר ביום האילוח הראשון הייתה בסביבות 50 ו-57.5 אחוזים, בהתאמה. מגמת הבדל זה דומה למה שהתקבל בד"כ בניסויים הקודמים ובסככות של הרפתות שנבדקו. הערך ה-pH של הזבל מכל הטיפולים היה בין 8.9 ל-9.3.

מספרי הא. קולי המסומן בזבל במהלך הניסוי מסוכמים באיורים 3, 4 ובטבלה מס. 1. דעיכת החיידקים הייתה מהירה וביום 6 לאחר האילוח בכל מחזור כבר כמעט ולא נמצאו חיידקי א. קולי מהזן המסומן. במחזור האילוח הראשון לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים. במחזור השני נמצאו ספירות יותר גבוהות דווקא בזבל המקולטר הבלתי מעוקר מאשר בזבל המקולטר והמעוקר. בזבל המעוקר הספירות היו נמוכות מאוד כבר לאחר יומיים. תוצאה זו מנוגדת להשערת המחקר, שעיקור ישמיד את האקטינומיצטים בזבל ויאפשר לזן המסומן להתפתח. יתכן שתוצאה זו התקבלה כיוון שקשה מאוד לעקר את הזבל בנפחים כאלה, מה שאפשר לחלק מהאקטינומיצטים לשרוד. ואכן,

ברוב הדליים נמצאו כבר ביום השלישי של הניסוי (מחזור 1) אקטינומיצטים ברמות גבוהות (10^4 - 10^6 לג') ועוד מושבות זעירות רבות שאופיין אינו ברור. מספרים דומים של אקטינומיצטים התקבלו גם ביום השלישי של מחזור האילוח השני (איור 5). לכן הוחלט על ביצוע ניסוי נוסף בצנצנות עם כמויות זבל יותר קטנות שיאפשר עיקור יותר יעיל.

טבלה מס. 1. מספרי א. קולי מהזן המסומן בזבל מהטיפולים השונים (מבוטאים כמספרי הלוגריתמים לג' זבל).

מחזור אילוח	קלטור	עיקור	יום 0	יום 1	יום 2	יום 3
1	+	-	7.3	6.2	5.9	4.9
	+	+	7.2	5.8	3.6	1.4
	-	-	7.1	5.9	4.3	3.7
	-	+	7.6	6.2	4.2	3.4
2	+	-	7.6	6.3	א6.3	א5.3
	+	+	7.5	3.2	ב0.7	ג0
	-	-	7.3	6.0	א4.4	אב4.0
	-	+	7.2	5.1	ב4.1	בג1.3

במחזור האילוח השני, ערכים באותו טור המלווים באותיות שונות נבדלים באופן מובהק ($P < 0.05$).

ג. הניסוי בצנצנות (סוף 2012).

ניסוי נוסף נערך בצנצנות בנפח 1.5 ליטר שלכל אחת מהן הוכנסו כ- 1 ק"ג זבל, כפי שמתואר לעיל. הניסוי כלל 4 טיפולים ולכל טיפול הוקצו 3 צנצנות, כדלקמן:

1. זבל מקולטר בלתי מעוקר

2. זבל מקולטר מעוקר

3. זבל בלתי מקולטר ובלתי מעוקר

4. זבל בלתי מקולטר ומעוקר.

העיקור כלל 3 מחזורים למשך שעה ב- 121 מ"צ בהפרש 24 ש' בין המחזורים. הזבל בכל הטיפולים אולח עם חיידק הא. קולי המסומן במטרה להגיע ל- 10^6 חיידקים לג' זבל. התבצעו שני מחזורי אילוח שביניהם הזבל עוקר שוב ג' פעמים כנ"ל. בנוסף לבדיקות המיקרוביולוגיות, תכולת ח"י וערכי pH. בניסוי זה נבדקה גם תכולת חנקן נדיף (TVBN) באמצעות מערכת קלדהל ללא שלב העיכול בחומצה ועם שימוש ב-MgO כבסיס לנידוף האמוניה.

תוצאות ודין: תוצאות הבדיקות הכימיות שנערכו מסוכמות בטבלה מס. 2. כפי שהתקבל ברוב הניסויים, הקולטור העלה את תכולת החומר היבש של הזבל בהשוואה לזבל בלתי מקולטר (גרם לייבוש); הקולטור של תהליך העיקור גרם להרטבה של הזבל המקולטר, אך לא של הזבל הבלתי מקולטר, כיוון שהזבל הבלתי מקולטר דחוס. העיקור גרם לירידה בערכי ה-pH של הזבל ולעלייה בתכולת החנקן הנדיף. התנדפות חנקן בסיסי מהזבל יכולה להביא לערכי זבל מעט יותר חומציים. בזבל המקולטר נמצאו רמות גבוהות של חנקן נדיף מאשר בזבל הבלתי מקולטר.

טבלה מס. 2. תוצאות הבדיקות הכימיות וספירת מק"א כללית של זבל הבקר בניסוי הצנצנת.

הטיפול/בדיקה	קולטור	קולטור ועיקור	ללא קולטור	ללא קולטור, עיקור
% חומר יבש	63.3±0.88 א	57.4±1.87 ב	45.3±2.35 ג	47.5±2.44 ג
pH	9.4±0.07 א	9.0±0.08 ב	9.3±0.03 א	8.6±0.15 ג
חנקן נדיף (TVBN)*	30.4±5.03 ב	45.8±8.71 א	12.9±2.20 ג	37.9±1.87 ב
ספירת מק"א כללית	5.7±0.19	6.7±0.99	6.9±1.30	1.3±2.30

ערכים באותה שורה המלווים באותיות שונות נבדלים באופן מובהק ($P < 0.05$).

*החנקן הנדיף מבוטא במ"ג חנקן ל- 100 ג' זבל. תוצאות הספירה הכללית מבוטאות כמספר לוגריתמי של היחידות יוצרות המושבות לג' זבל.

איור מס. 6 מתאר את מספרי החיידק המסומן במחזור האילוח הראשון. לפי המספרים שנמנו ביום האילוח (0), יעד האילוח הושג (קרוב ל- 10^7 חיידקים לג' זבל). בין הימים 1 ו-3 לניסוי חלה ירידה מסוימת במספרי הא. קולי המסומן; בזבל הבלתי המקולטר נמצאו יותר חיידקים כאלה מאשר בזבל המקולטר, מה שמתאים לתוצאות בניסויים הקודמים שנערכו ב- 2010 (Weinberg et al., 2011); הן בזבל המקולטר ובבלתי מקולטר היו מספרים יותר גבוהים בזבל שעבר את מחזורי העיקור, מה שמאושש את השערת הניסוי: העיקור השמיד גורמים שעשויים להשפיע על השרידות של א. קולי בזבל ולכן לאחר העיקור החיידק המוסף שרד יותר טוב בהשוואה לזבל שלא עבר עיקור. ביום ה- 6 לניסוי (לאחר סופ"ש) לא נמצאו בכלל מושבות מהזן המסומן. תוצאות אלה מנוגדות לתוצאות הניסוי בדליים ויתכן שהסיבה לכך נעוצה ביעילות טובה יותר של העיקור בצנצנות הקטנות מאשר בדליים הגדולים.

איור מס. 7 מתאר את מספרי הא. קולי המסומן במחזור האילוח השני. בזבל המקולטר התפתחה מגמה דומה לזו שבמחזור הראשון, כלומר: החיידק שרד קצת יותר טוב בזבל שעבר טיפול עיקור.

אולם, בזבל הבלתי מקולטר התפתחה מגמה הפוכה, שסותרת את הנחת המחקר הנ"ל. במחזור אילוח זה החיידק המוסף דעך במהירות וביום ה-4 לניסוי (יום שישי) הוא לא נמצא בזבל במקולטר בכלל. ביום ה-6 לאחר האילוח החיידק לא נמצא באף לא אחד מהטיפולים.

איורים מס. 8, 9 מתארים את אוכלוסיית האקטינומיצטים בשני מחזורי האילוח בניסוי בצנצנות. אוכלוסיה זו הייתה גבוהה למדי בכל הטיפולים אם כי בזבל המקולטר המעוקר נמצאו מספרים יותר קטנים בהשוואה לזבל המקולטר שלא עוקר, וזאת בשני מחזורי האילוח. בזבל הבלתי מקולטר המגמה הייתה הפוכה, ובטיפול העיקור נמצאו יותר אקטינומיצטים מאשר בזבל שלא עבר עיקור.

מהניסוי שנערך בצנצנות לא ניתן לאשש באופן חד משמעי את הנחת המחקר של הניסוי, וגם לא לאשש את ההנחה שאוכלוסיית האקטינומיצטים הינה הגורם לדיכוי א. קולי בזבל המקולטר. בדיקה של אוכלוסית האקטינומיצטים נבחרה משום שידוע שמינים רבים מייצרים חומרים אנטיביוטיים שעשויים להשפיע על פתוגנים. תוצאות המחקר מצביעות על כך שחלק מהאקטינומיצטים (שמיצרים נבגים עמידים לחום) שרדו את העיקור והופיעו במספרים גדולים בכל הטיפולים. לפיכך לא ניתן על סמך המחקר הנוכחי לשלול או לקבל את הנחת העבודה. יש לציין שהעיקור גרם גם לשינויים בהרכב הזבל כפי שעולה מההבדלים בערכי ה-pH ובחנקן הנדיף וייתכן שגם לשינויים אלה הייתה השפעה על מספרי הא. קולי ועל אוכלוסיות מק"א נוספות. לכן יש לחשוב על גישה שונה לעיקור, למשל בעזרת קרינה מייננת או במערכות מודל קטנות יותר בהן ניתן להגביר את יעילות העיקור.

ייתכן שההבדלים בין זבל מקולטר ובלתי מקולטר ביחס לשרידות של א. קולי נובעים מהבדלים ברמת הלחות והאוויריות בזבל. בכל אופן, התוצאה שא. קולי מוסף שורד פחות טוב בזבל מקולטר חזרה על עצמה, ומחזקת גם את המימצאים ביחס לבריאות העטין (Menis et al., 2011).

ד. ניסויים משלימים

דוגמאות של זבל מקולטר נאספו מרפתות של נצר סירני, בארות יצחק והרדוף. בנוסף זבל מרפת בית דגן קולטר במשך כחודש. הדוגמאות יובשו בסככה במעבדתנו ונשלחו לעמיתנו ההונגרי לבידוד אקטינומיצטים ובחינת כושרם לעכב התרבות של א. קולי בצלחות פטרי. דר' סאקאטש דיווח לנו שבזבל המקולטר מרפת הרדוף הוא הצליח לבדוד דווקא שתי פטריות שמעכבות את זן הא. קולי שלנו.

כיוון שמטרת המחקר לא הושגה, בדעתנו לחזור שוב על הניסוי בצנצנות ולהוסיף שני טיפולים נוספים שיכילו זבל מקולטר מהרדוף כמקור אפשרי לעיכוב א. קולי. יחסי הגומלין בין אוכלוסיות מק"א בזבל מורכבים ותלויים גם בשינויים שהזבל עובר בקלטור (למשל, יצירת אמוניה) והם מחייבים מחקר רב תחומי בגישות שונות.

ספרות מאוזכרת

Weinberg, Z.G., Chen, Y., Prabhat, K., Pinto, R., Zakin, V. and Sela, S. (2011). The effect of cattle manure cultivation on moisture content and survival of *E. coli*. *J. Anim. Sci.* 89, 874-881.

Menis, D., Schwimmer, A., Feldheim, Z., Weinberg, Z. and Friedman, S. (2011). The effect of manure daily deep cultivation in cowsheds on udder health and milk quality. IDF World Dairy Summit, Parma, Italy, October 15-19.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.

לקבוע האם בזבל בקר מקולטר מתפתחים מק"א שיכולים לעכב הישרדות של א. קולי בהשוואה לזבל בלתי מקולטר..

עיקרי הניסויים והתוצאות.

נערכו ניסויים בצנצנות בנפח 1.5 ליטר ובדליים בנפח 10 ליטר. הטיפולים כללו זבל מקולטר ובלתי מקולטר שחלקו עבר 3 מעגלי עיקור ב- 121 מ"צ לשעה כדי לחטא את הזבל ממק"א שעשויים לעכב א. קולי. השוואה בין זבל מעוקר ובלתי מעוקר ביחס לשרידות זן א. קולי מסומן לא הניבה תוצאות חד-משמעיות: לא ברור האם קיימים מק"א בזבל המקולטר שיכולים לעכב א. קולי בהשוואה לזבל בלתי מקולטר. בזבל המקולטר נמצא יותר חנקן נדיף מאשר בזבל הבלתי מקולטר.

מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?

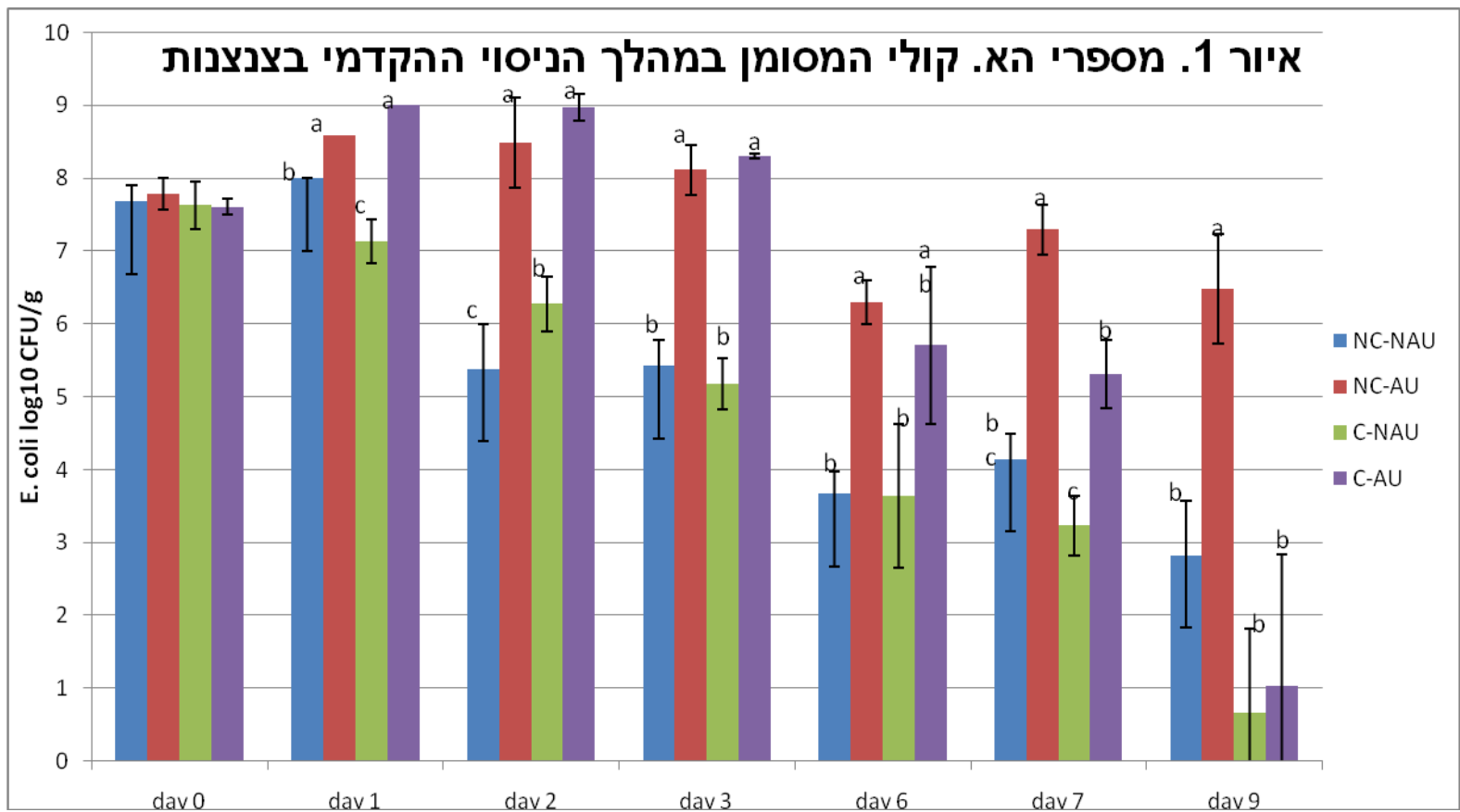
למרות שבוצעה עבודת מחקר רבה המטרות טרם הושגו ובדעתנו להמשיך לחקור את הנושא ולבצע ניסוי נוסף בצנצנות.

בעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר?

יש צורך לפתח מודל ופרוטוקול עיקור אשר יאפשר קטילה מוחלטת של מק"א בזבל. יתכן שהפטריות שבודדו בהונגריה מזבל מקולטר ואשר מסוגלות לעכב א. קולי יאפשרו פיתוח של תכשיר ביולוגי ידיותי לסביבה כאמצעי חדש לקטילה של א. קולי בסביבת הרפת.

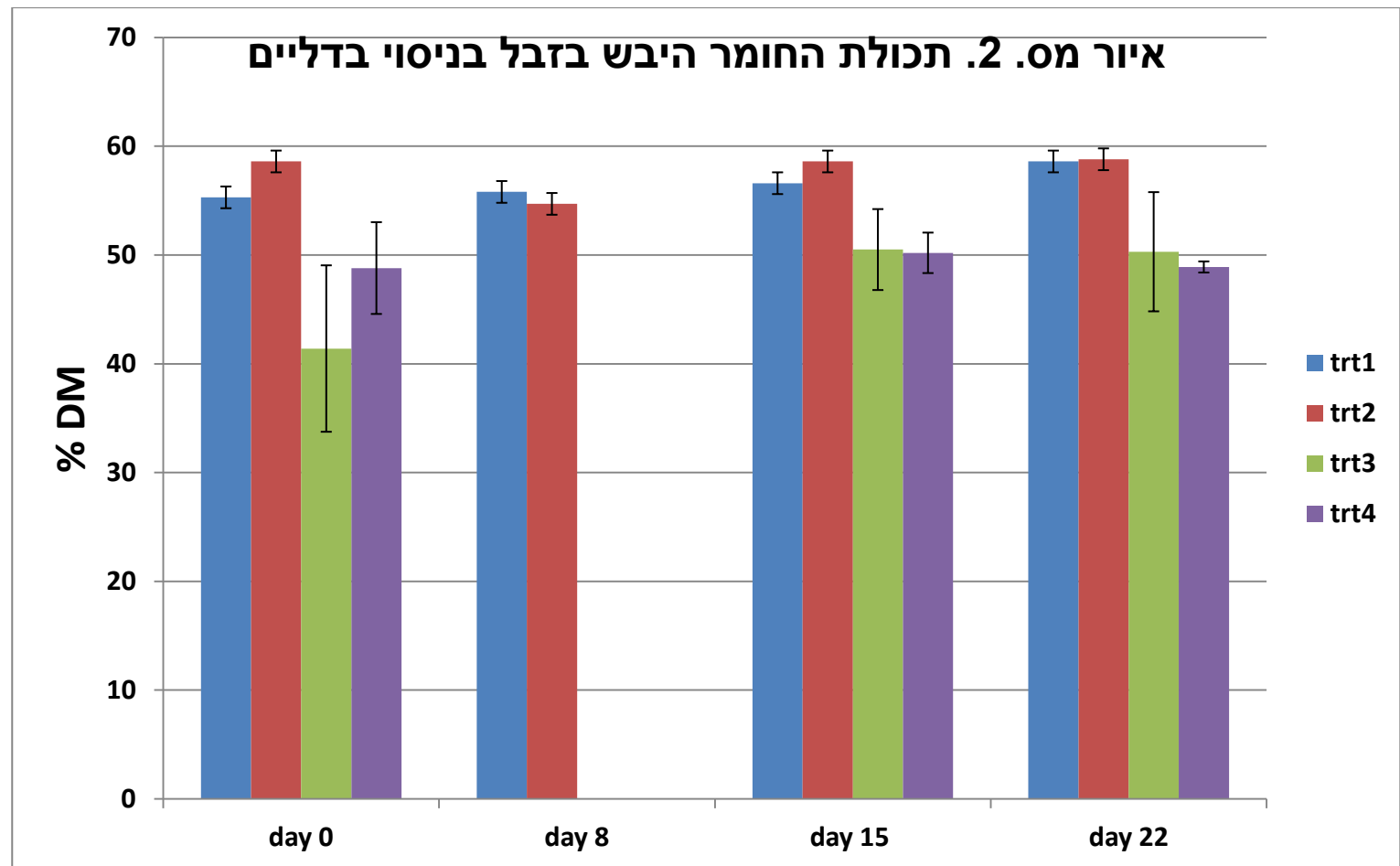
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - <u>ציטט</u> ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
התוצאות אינן בשלות עדיין לפרסום.
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
<input type="checkbox"/> רק בספריות
<input type="checkbox"/> ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
<input type="checkbox"/> חסוי – לא לפרסם
עדיין אין לפרסם את מהלך המחקר.
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן* - לא.

איור 1. מספרי הא. קולי המסומן במהלך הניסוי ההקדמי בצנצנות

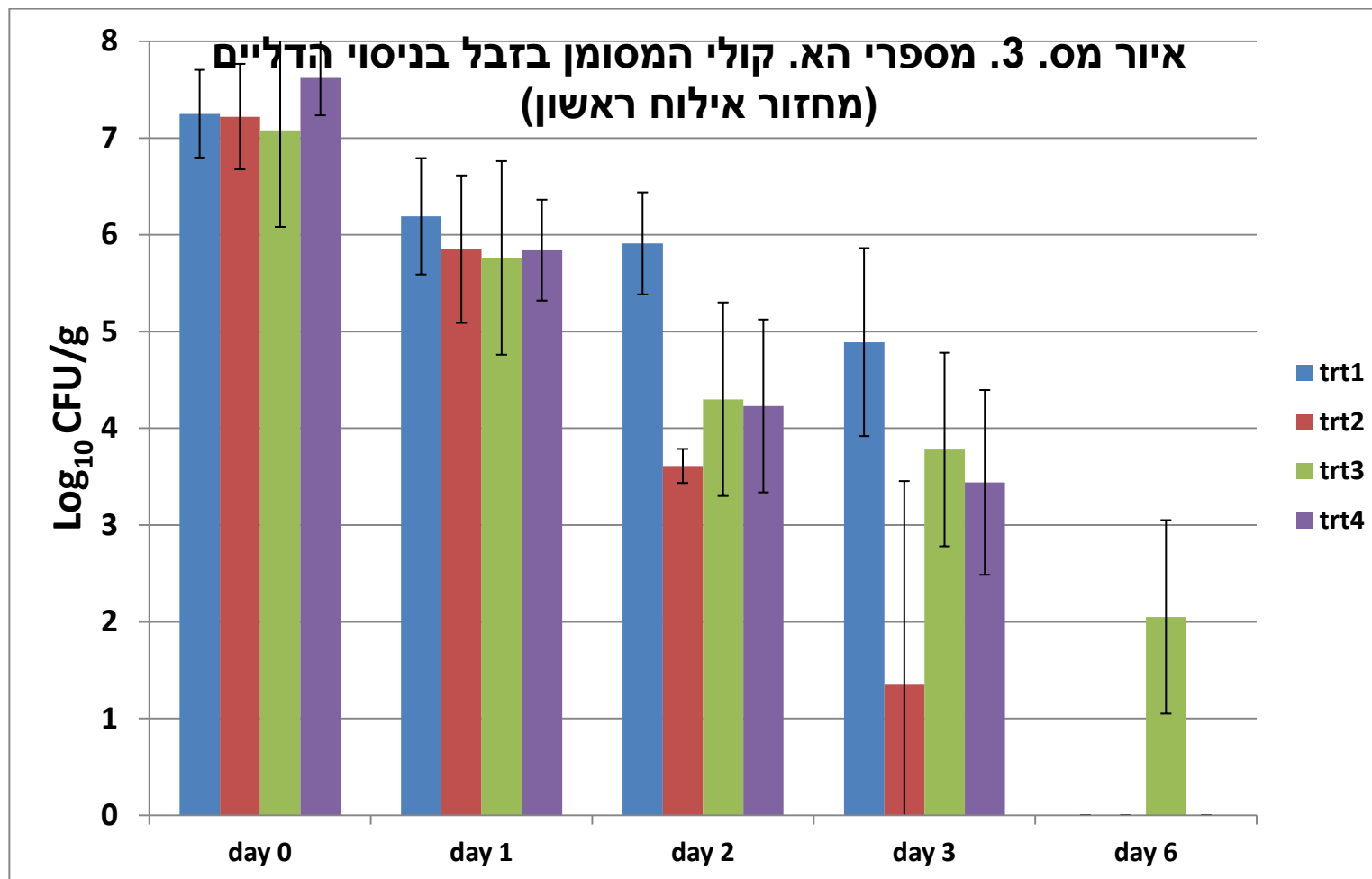


בכל מועד דגימה, עמודות המלוות באותיות שונות נבדלות באופן מובהק ($P < 0.05$).

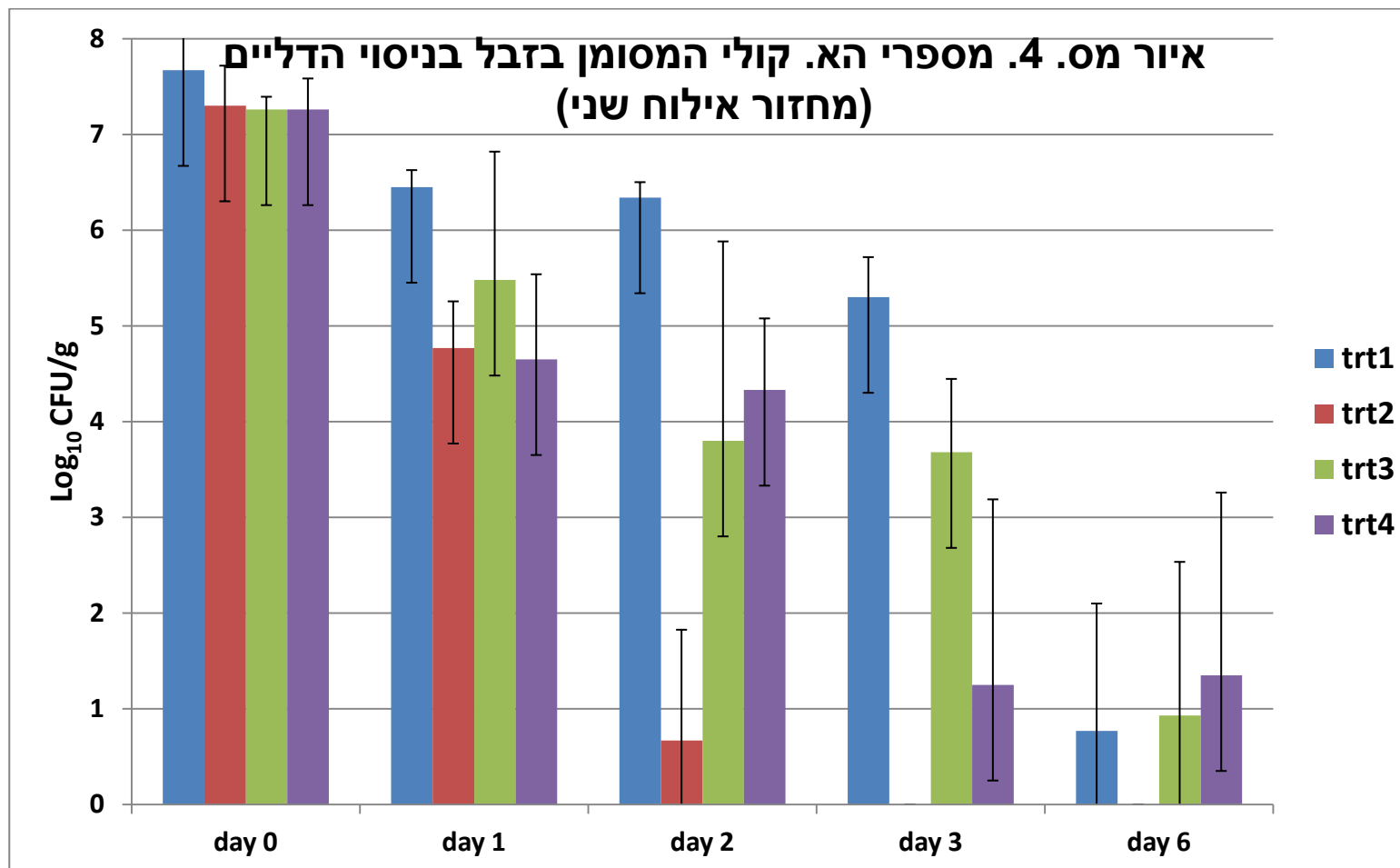
NC-NAU, לא מקולטר ולא מעוקר; NC-AU, לא מקולטר מעוקר; C-NAU, מקולטר ולא מעוקר; C-AU, מקולטר ומעוקר.



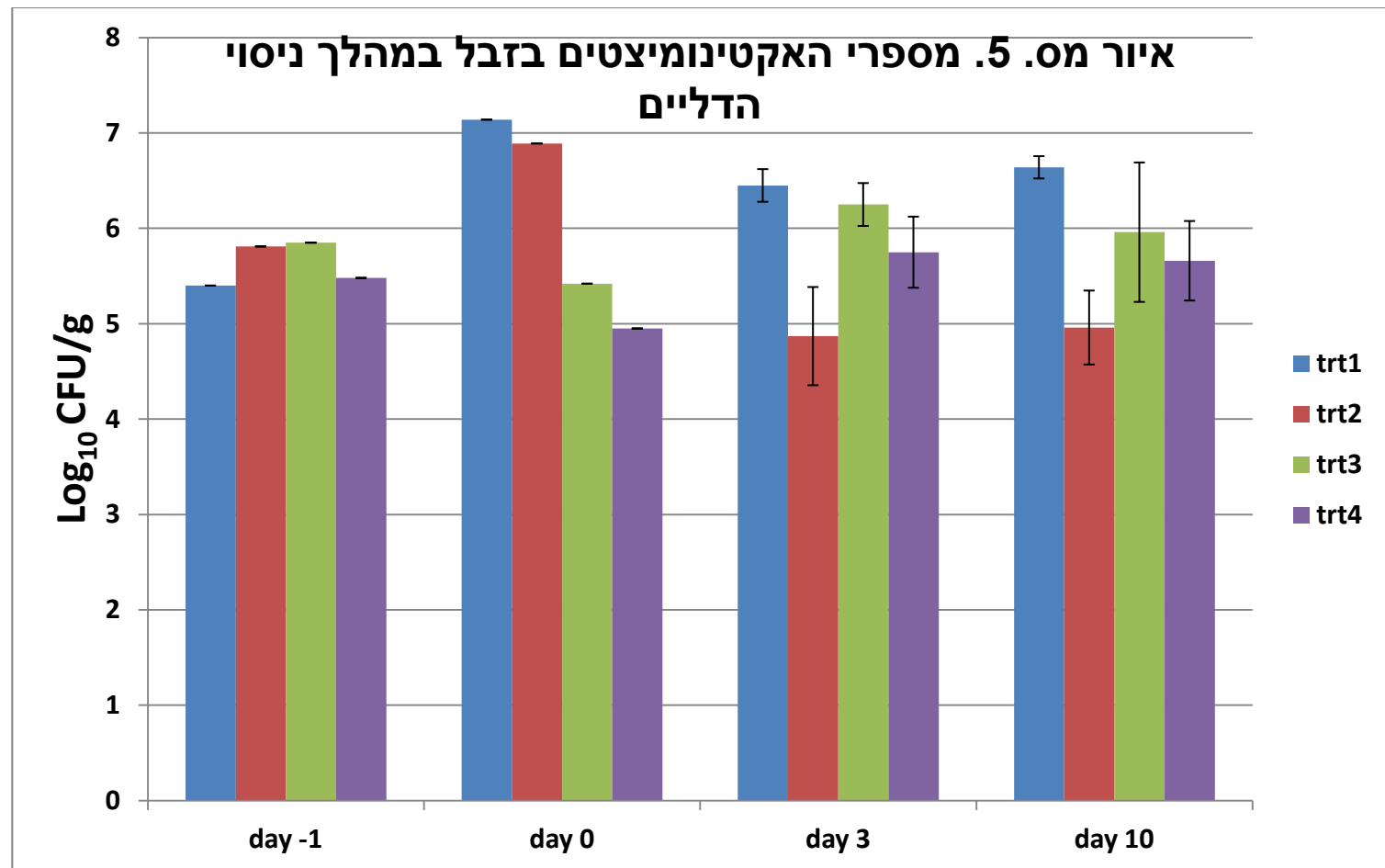
הטיפול: 1, מקולטר ולא מעוקר; 2, מקולטר ומעוקר; 3, לא מקולטר ולא מעוקר; 4, לא מקולטר ומעוקר.



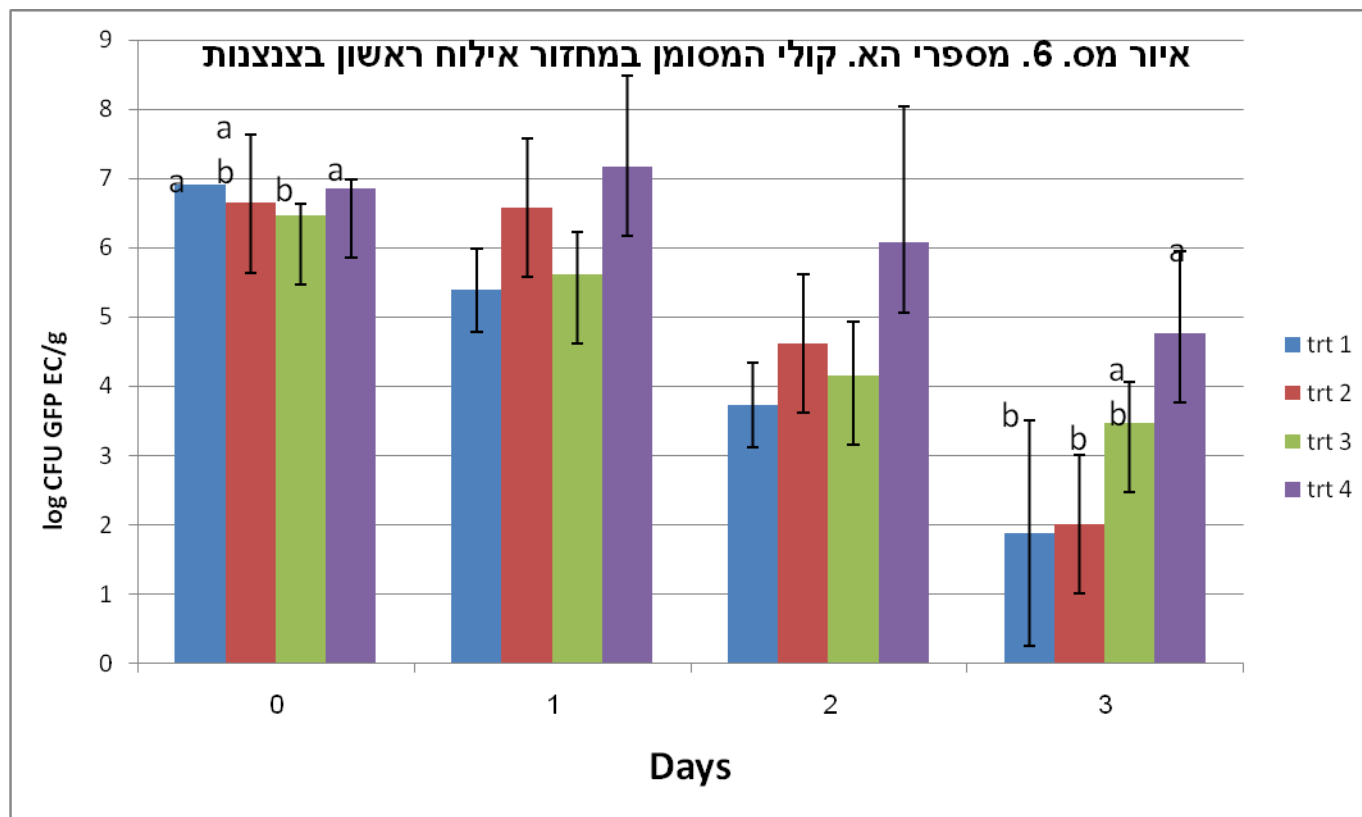
הטיפולים: 1, מקולטר ולא מעוקר; 2, מקולטר ומעוקר; 3, לא מקולטר ולא מעוקר; 4, לא מקולטר ומעוקר.



הטיפולים: 1, מקולטר ולא מעוקר; 2, מקולטר ומעוקר; 3, לא מקולטר ולא מעוקר; 4, לא מקולטר ומעוקר.

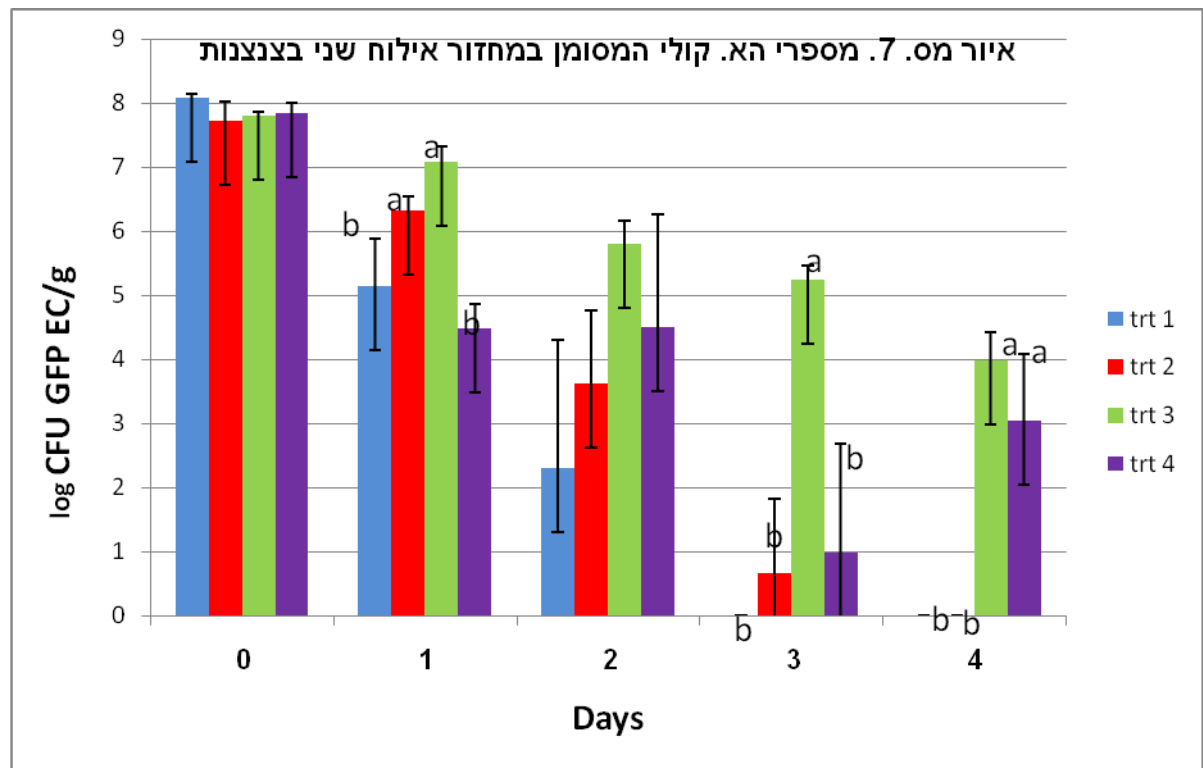


הטיפולים: 1, מקולטר ולא מעוקר; 2, מקולטר ומעוקר; 3, לא מקולטר ולא מעוקר; 4, לא מקולטר ומעוקר.



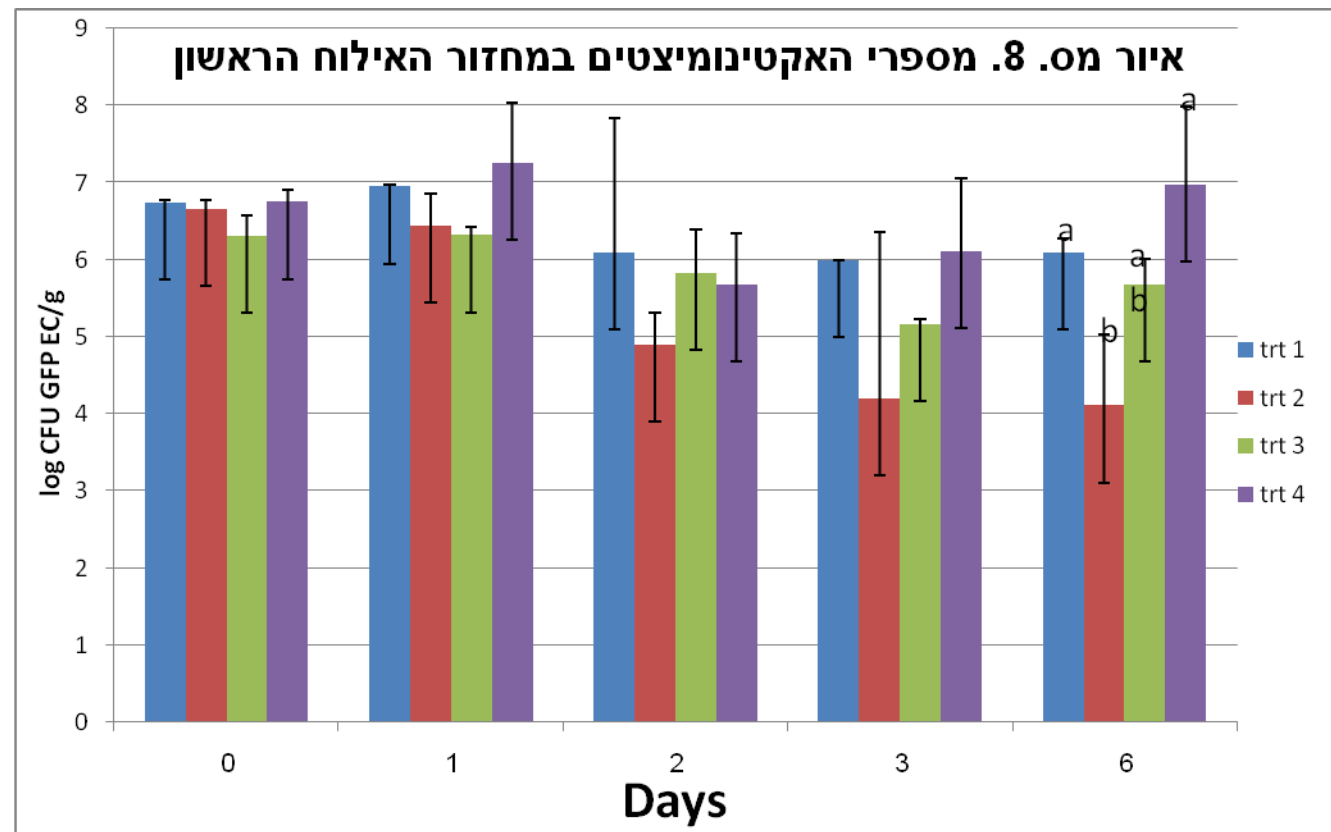
בכל מועד דגימה, עמודות המלוות באותיות שונות נבדלות באופן מובהק ($P < 0.05$).

הטיפול: 1, מקולטר ולא מעוקר; 2, מקולטר ומעוקר; 3, לא מקולטר ולא מעוקר; 4, לא מקולטר ומעוקר.

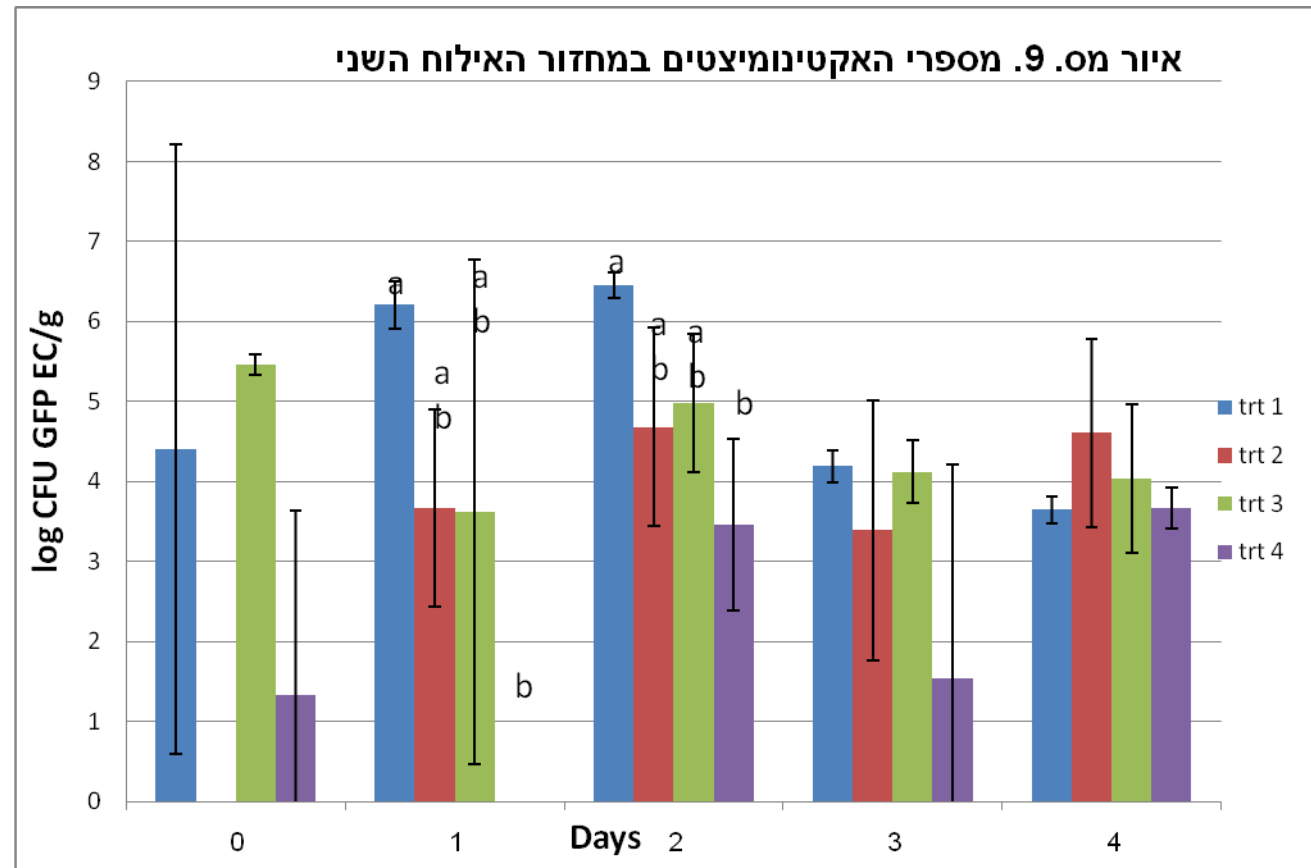


בכל מועד דגימה, עמודות המלוות באותיות שונות נבדלות באופן מובהק ($P < 0.05$).

הטיפולים: 1, מקולטר ולא מעוקר; 2, מקולטר ומעוקר; 3, לא מקולטר ולא מעוקר; 4, לא מקולטר ומעוקר.



הטיפולים: 1, מקולטר ולא מעוקר; 2, מקולטר ומעוקר; 3, לא מקולטר ולא מעוקר; 4, לא מקולטר ומעוקר.



בכל מועד דגימה, עמודות המלוות באותיות שונות נבדלות באופן מובהק ($P < 0.05$).

הטיפול: 1, מקולטר ולא מעוקר; 2, מקולטר ומעוקר; 3, לא מקולטר ולא מעוקר; 4, לא מקולטר ומעוקר.