

**דו"ח מסכם: בחינת השפעת שיטות טיפול שונות בזבל המרביץ המיועד  
לפיזור בשדה על מדדי איכות הזבל וביצועי פרות החלב - 870-1642-21**

**חוקר ראשי: איל פרנק [בקר לחלב], שה"מ**

**חוקרים שותפים: אבירם ג'ונסון היחידה המקצועית אגרואקולוגיה, שה"מ,**

**הראל גרינבלט [מיכון], יואב שעני [בקר לחלב], שה"מ**

**תקציר**

ממשק ניהול משאב הזבל ברפת חשוב על מנת לצמצם מפגעים סביבתיים, מטרדים ציבוריים, לשמור על בריאות העדר ולהטיב עם הקרקעות אליהן מיועד לפיזור. אחת הדרכים המשמשות כיום לאורור וייבוש הזבל במרביץ היא קלטור חד יומי ובמקרים מסוימים דו-יומי. במחקר זה בחנו את השימוש במתחת אשר נבנתה במיוחד לצרכי הרפת ויובאה לארץ, לצורך הוספת תיחוח ככלי נוסף שיעמוד לרשות הרפתן בבואו לייבש ולטפל במרביץ. בשנת המחקר הראשונה בחנו את שני הכלים זה מול זה לאורך השנה ואת ההשפעה של הטיפולים על בריאות העדר, תנובת החלב, עלות הטיפול (שעות עבודה, תחזוקה ואנרגיה), איכות המרביץ ותכונות המרביץ ורעש המשפיעות על העדר. לצורך כך נבחרו שתי רפתות הנמצאות באקלים בעייתי מבחינת רטיבות מרביץ אשר להן שתי סככות מרחביות דומות בגודל ובמפנה בהן ביצענו את המחקר.

בשנה השנייה נערך סקר הכלל רפתות שנדגמו כזוג בכל אזור גאוגרפי. הסקר נערך ב-12 רפתות שונות. כל סככה נדגמה באופן אקראי, לאורך כל הסככה לצורך יצירת דוגמה מייצגת משני עומקים שונים. כל דוגמה נבדקה להיקף נרחב של בדיקות על מנת לבחון את איכות המרביץ עבור הפרות ועבור שימוש בשדה. באופן כללי ניתן לראות כי אין הבדלים ניכרים בין קלטור לתיחוח ברוב הפרמטרים שנבדקו, בחלק מהפרמטרים כמו אחוז חומר אורגני, אחוז חנקן כללי, אחוז זרחן, אחוז אשלגן ויחס C:N לא הבחנו בהבדלים גם כשבדקנו ממוצע כללי וגם כשבחנו כל זוג רפתות והפרדנו בין הזוגות לפי מיקום גיאוגרפי (אקלים). אנו מסיקים שגורמים אחרים משפיעים יותר על ייבוש המרביץ כגון תשתית הסככה, כיווני אוויר, מאוררים ועוד.

ישנו פרמטר אחד שסיפק תוצאות מעניינות ובו כן נצפה שוני בין תיחוח לקלטור והוא אחוז החנקן האמוניאקלי (N-NH<sub>4</sub>) והחנקן החנקתי (N-NO<sub>3</sub>) שניהם צורני חנקן זמינים בתמיסה. מהזוגות שנבדקו אנו רואים הבדל בשלושה זוגות בחנקן חנקתי ובארבעה זוגות בחנקן אמוניאקלי, דבר המעיד על פעילות מיקרוביאלית גדולה יותר בחצרות אשר תוחחו. יתכן והגורם לכך הוא שינוי ביחס הנפח לשטח הפנים והשיפת הזבל ליותר חמצן, יש לבדוק את העניין לעומק במחקר ייעודי לכך.

## מבוא ותיאור הבעיה

בשנים האחרונות פיזור זבל ממקור הרפת בשדות הקלאיים הפך ממקור הכנסה לרפת הישראלית למקור להוצאות הולכות וגדלות. נוסף על כן עם תהליך מואץ של בנייה, בעיקר במרחב הכפרי הפך הזבל למקור מטריד ריחות וזבובים לתושבים. בעקבות כך נעשה היום שימוש גובר בדישון כימי הדורש השקעות אנרגיה רבות ודוחק החוצה את השימוש בזבל האורגני. עם עלייה בתפיסת הקיימות בחקלאות בעולם נעשה כיום במרבית המדינות המפותחות שימוש בזבלים אורגניים ובעיקר מהרפת לצורך טיוב קרקעות. עיקר הזבל מהרפת המופנה לשדות מגיע מאזור הרביצה של בעלי החיים. איכות הזבל רטיבותו והרכבו הכימי ישפיעו רבות על מידת התאמתו לגידולים שונים ועל היותו מטריד. נוסף על כן עם הירידה במספר הרפתות והעלייה במכסת החלב נעשה תהליך של הפחתת שטח המחיה לפרה ובעקבות כך נעשה המרבץ רטוב יותר. עלייה ברטיבות המרבץ עלולה לפגוע בביצועי בעלי החיים ובהתאמתו לפיזור בשטח. בנוסף, זבל אורגני בעל רטיבות גבוהה עלול ליצור מטריד של ריח וזבובים. לשימור היובש בשטח הרביצה של בעלי החיים נדרשת הרפת לפעולות רבות: התקנת מאוורים, פיזור חומרי ספיחה שונים ועיבוד המרבץ. כיום השיטה המקובלת הינה קלטור בה נעשה חדירה עמוקה לקרקע על ידי מקלטרת ייעודית וחשיפת אזור הרביצה לאוויר. על ידי כך נעשה יבוש של המרבץ ביחד עם הפחתת כמות החיידקים האנאירוביים במרבץ העלולים לפגוע ביצרנות הפרות החלובות. עם תהליך הקטנת שטח המחיה ובניית סככות מרחביות נוצרו אזורים בחצר ותקופות בשנה בהן טיפול בעזרת מקלטרת אינו מספק את התוצאה של מרבץ יבש ומפורר. לאחרונה עלה שימוש במתחחות ייעודיות למרבצי רפת לצורך התמודדת עם הבעיה. מטרת המחקר הינה לבחון טיפול במרבץ במתחחות בהשוואה לטיפול במקלטרת ובחינת איכות החומר האורגני היוצא מן המרבץ לצורך דישון השדות וכן השפעת הטיפול על ביצועי הפרות. שימוש במתחחות ייעודית תרם נבחן בישראל ויכול לחסוך עלויות רבות עבור הרפת הישראלית יחד עם שיפור איכות הזבל האורגני המגיע לשדות. עבודה זו הינה אחת הראשונות מתוך סדרה של מספר עבודות המתוכננות בשילוב של מספר אגפים בשה"מ לצורך יצירת ידע מעשי בנושא פיזור זבל בשדות.

## שנה ראשונה

### שיטות וחומרים

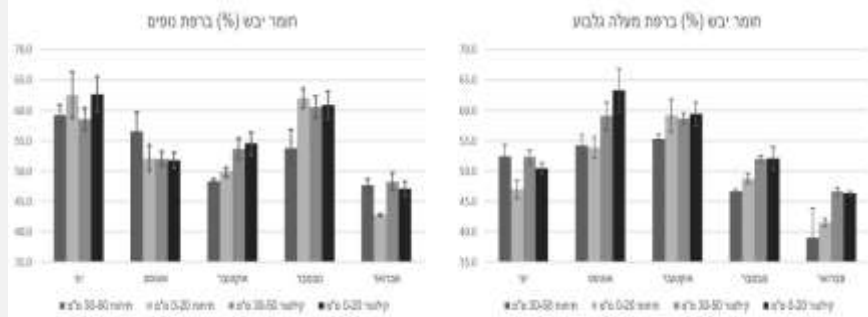
לצורך הניסוי נבחרו שתי רפתות בעלות מבנה סככות הנפוץ ברפת הישראלית: מרחבית וכוללת (בעלת מדרכים), בכל רפת נלקחו שתי סככות דומות לצורך הניסוי. הרפתות שנבחרו היו רפת מעלה גלבוע ורפת נופים בגזית. הקבוצות חולקו על פי מספר הפרות, מרחק מהמלטה, תנובת החלב ומספר תחלובה. הטיפולים כללו סככה בה נעשה תיחוח בהשוואה לסככה בה נעשה קלטור ששימשה כביקורת. משך הניסוי היה תשעה חודשים ובמהלכו נדגמו הסככות כל 50 ימים בקירוב. הדיגום כלל איסוף זבל מדגמי של זבל לאורך ורוחב כל סככה משני עומקים (0-20 ס"מ ו-30-50 ס"מ), הזבל נבדק לתכולת חומר יבש, חומר אורגני ואפר, חנקן (N), זרחן (P) ואשלגן (K) ויחס C/N. כמו כן נבדק המרבץ על ידי מד חדירה (פנטרומטר) לזיהוי

שכבות צפופות יותר העלויות ליצור אטימות לחלחול. במהלך כל הניסוי נשמר האיזון בין הקבוצות ובוצע מעקב אחר יצור החלב, סת"ס ופעילות הבקר על ידי המערכות הקיימות ברפתות.

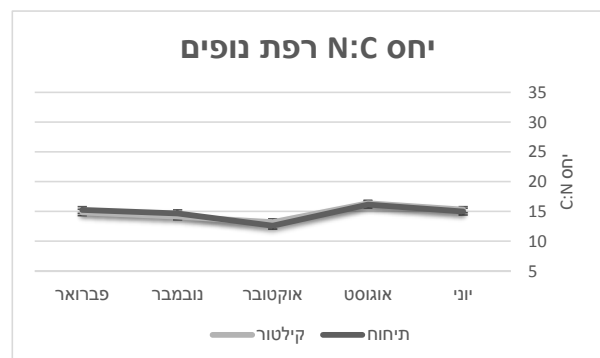
## תוצאות

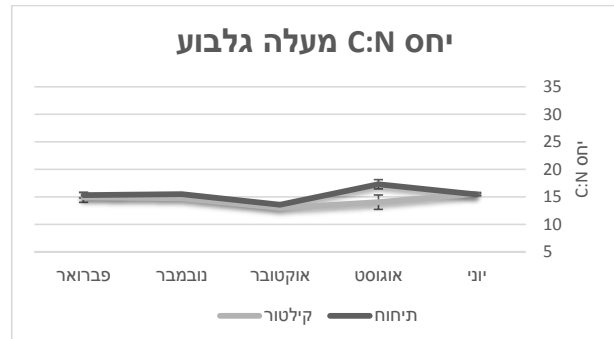
מתוצאות הביניים עולה כי לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין תיחוח לקלטור מבחינת איכות המרביץ. שיעור החומר היבש השתנה עם עונות השנה אך לא נצאו הבדלים משמעותיים בין הטיפולים (איור 1), כך גם בשיעור החומר האורגני ובתכולת מינרלי ההזנה (N,P,K). מבחינת בדיקות החדירה למרביץ לא זוהתה שכבה לא חדירה.

באיורים הבאים נסקרו התוצאות ממרבית הבדיקות אשר בוצעו במהלך המחקר

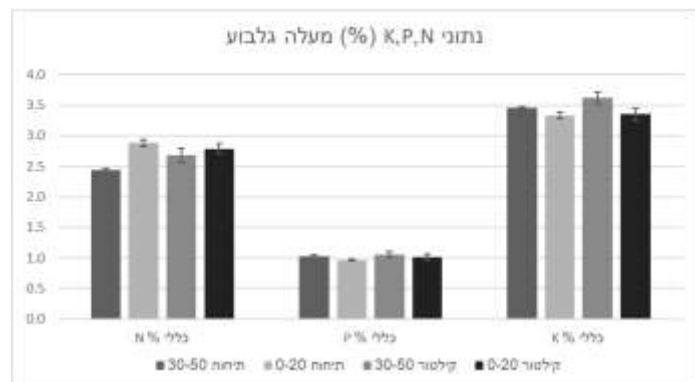
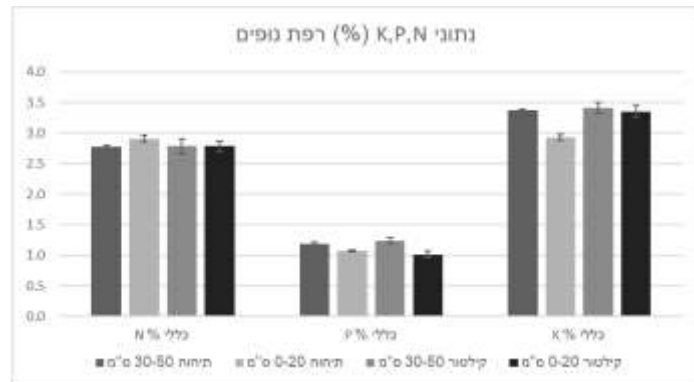


**איור 1:** שיעור החומר היבש בזבל המרביץ משני הטיפולים השונים ומשני עומקים שונים, נתונים מרפת מעלה גלבע ומרפת נופים.

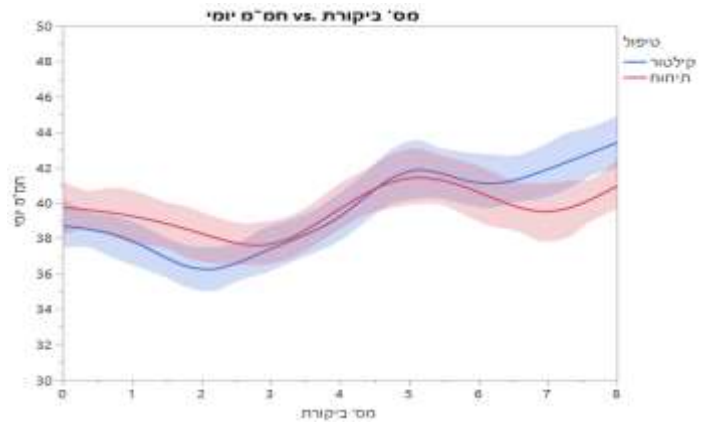




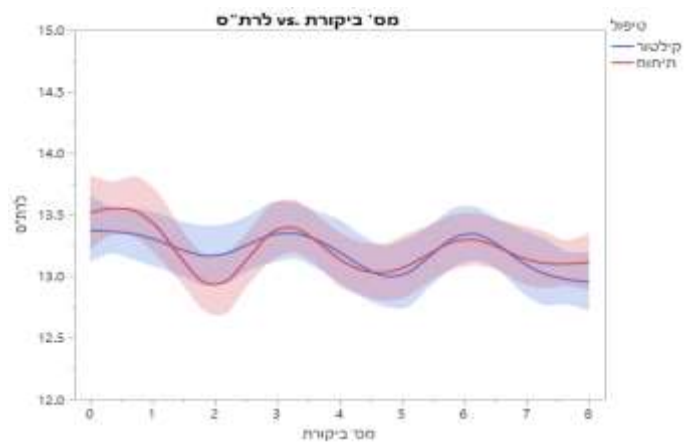
**איור 2:** יחס C:N ממוצע שנמדד במרבץ במהלך תקופת המחקר, חלוקה לתיחוח מול קילטור (רפת נופים ומעלה גלבוע בהתאמה).



**איור 3:** נתוני N, P, K באחוזים מהחומר היבש, (רפת נופים ומעלה גלבוע בהתאמה).



איור 4: חמ"מ יומי ממוצע לכלל הפרות המשתתפות במחקר לפי מס' ביקורת



איור 5: לוג ריכוז התאים הסומטיים ממוצע לכלל הפרות המשתתפות במחקר לפי מס' ביקורת

### דיון ומסקנות שגה ראשונה

מנתוני המחקר עולה כי אין הבדלים מהותיים ומובהקים בין פעולת תיחוח יומית לפעולת קליטור יומית במרבץ הרפתות שנדגמו בכל הפרמטרים שנבדקו. עם זאת ישנם פרמטרים נוספים שלא נבדקו או שעדיין מצויים בבדיקה כגון תצרוכת דלק, התנהגות העדר במרבץ (משטר רביצה) ונתוני רווחה נוספים. נוסף על כך, ראוי לציין כי מבחינה ויזואלית ועל פי התרשמות הרפתנים עולה כי ישנו הבדל מהותי לטובת התיחוח שכן שכבת המרבץ העליונה אחידה ומפוררת יותר.

## שנה שנייה

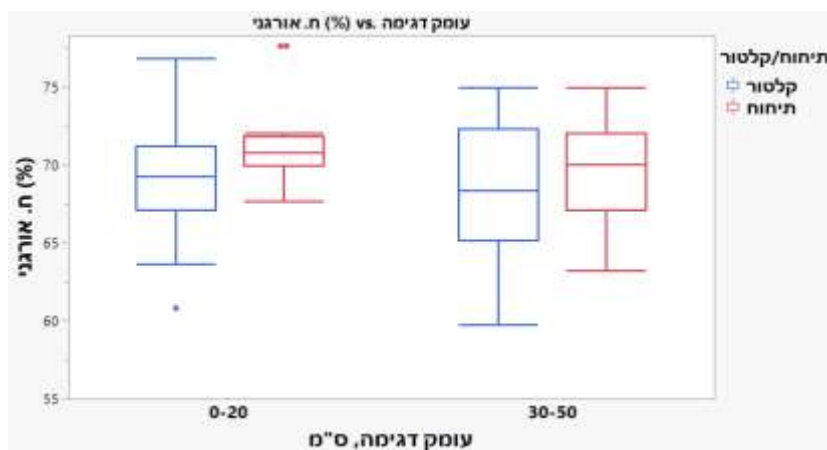
### שיטות וחומרים

בשנה השנייה נערך סקר שכלל רפתות שנדגמו בזוגות בכל אזור גאוגרפי. מכל זוג נלקחו שתי סככות אחת מכל רפת, בעלות צפיפות דומות ותנאי אקלים דומה. כל זוג כלל סככה שבוצע בה קלטור לעומת סככה שבוצע בה תיחוח. נבחרו סככות בעלות מבנה הנפוץ ברפת הישראלית: מרחבית וכוללת בעלת מדרכים. הסקר נערך ב-12 רפתות שונות בצורה של 6 זוגות. כל סככה נדגמה באופן רנדומלי לאורכה לצורך יצירה דוגמה מייצגת משני עומקים שונים. כל דוגמה נבדקה להיקף נרחב של בדיקות על מנת לבחון את איכות המרבץ עבור הפרות ועבור שימוש בשדה. הבדיקות כללו: pH, מוליכות חשמלית  $N-dS\ m$ ,  $NO_3$  ('מ"ג/ל),  $N-NH_4$  ('מ"ג/ל),  $Na$  (%),  $Ca$  (%),  $Mg$  (%),  $K$  (%),  $P$  (%),  $C/N$  (%), יחס, ח. אורגני (%), אפר (%), פחמן (%), חומר יבש (%).

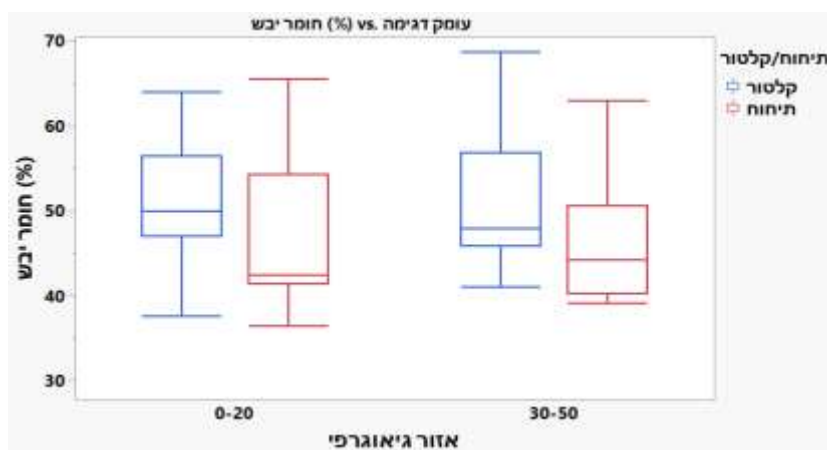
### תוצאות

בדיקה	קלטור	SE	תיחוח	SE	P
pH	8.65	0.12	8.66	0.12	0.7784
מוליכות חשמלית	10.38	0.744772	11.62	0.744772	0.0036
N-NO3	1.366	0.174276	0.858342	0.174276	0.0533
N-NH4	84.55	11.76413	45.24296	11.76413	0.0056
%Na	1.289	0.228424	1.412969	0.228424	0.1292
%Ca	4.286	0.528826	3.06952	0.528826	0.0111
%Mg	0.8	0.051201	0.825075	0.051201	0.6641
%K	3.436	0.284265	3.67138	0.284265	0.1971
%P	0.783	0.103244	0.880738	0.103244	0.0048
%N	2.654	0.176085	2.825963	0.176085	0.1876
C/N	13.95	0.30496	14.81705	0.30496	0.186
%OM	68.37	1.036267	70.9321	1.036267	0.0269
%ASH	31.63	1.036267	29.0679	1.036267	0.0269
%C	36.03	2.210475	41.87661	2.210475	0.006
%DM	51.17	2.30483	46.29926	2.30483	0.828

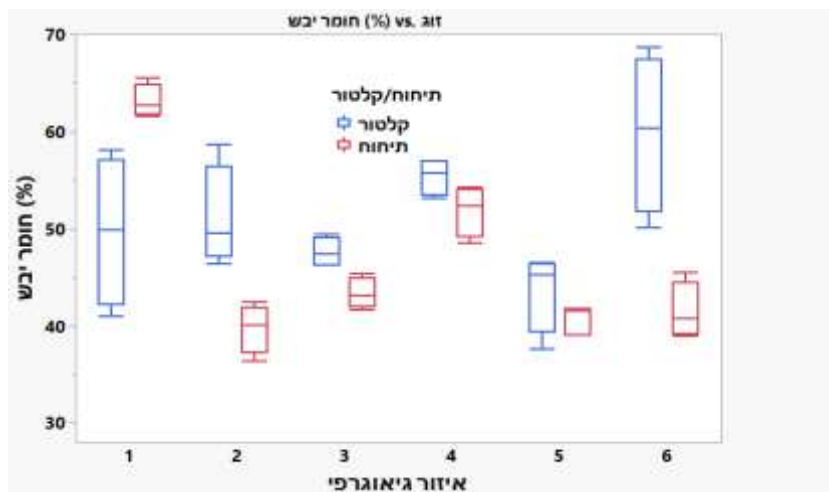
גרף 1



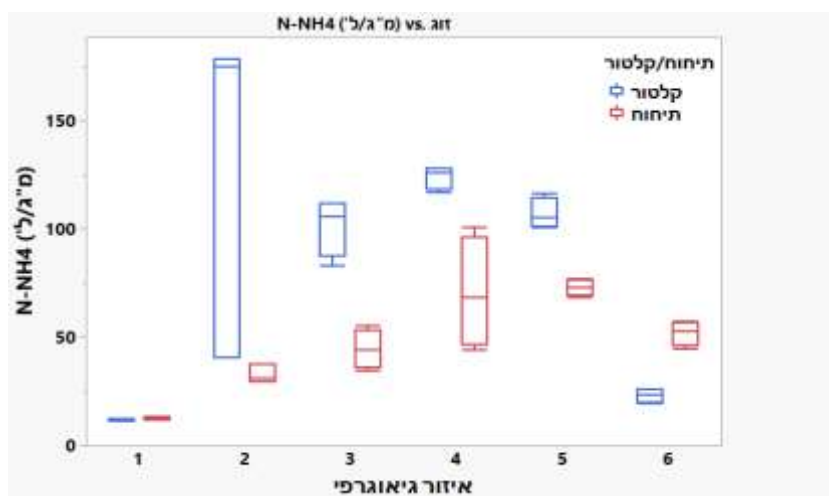
גרף 2



גרף 3

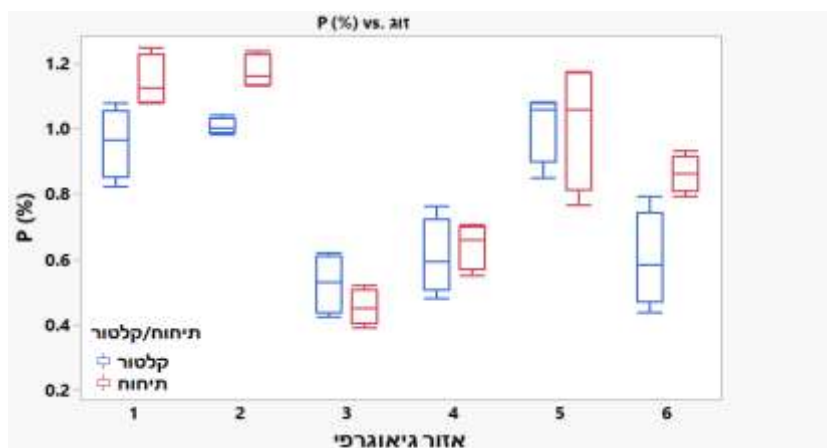


גרף 4

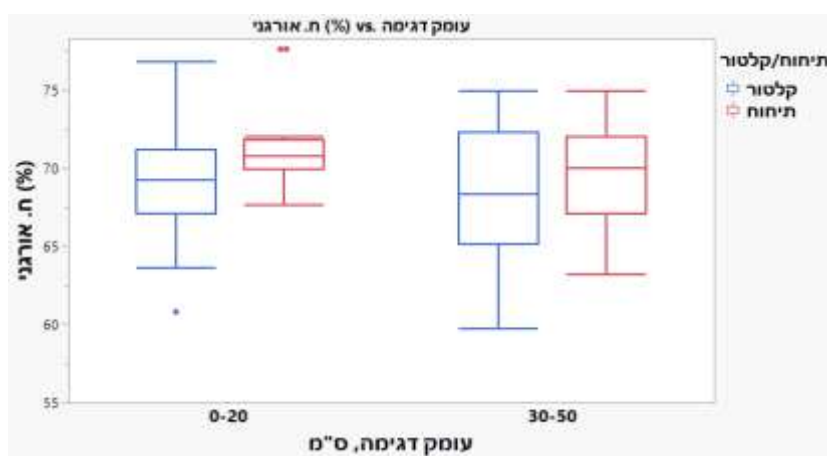




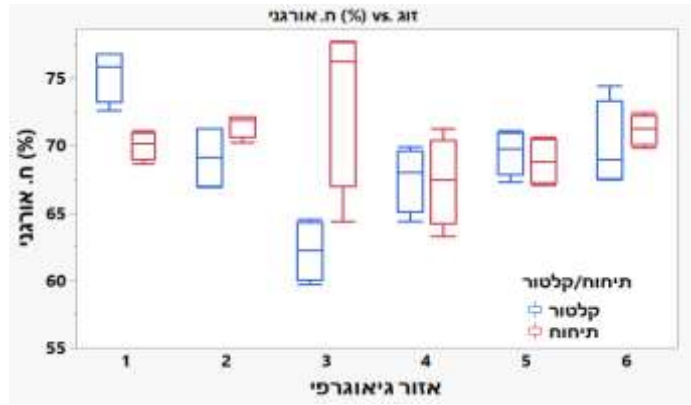
גרף 5



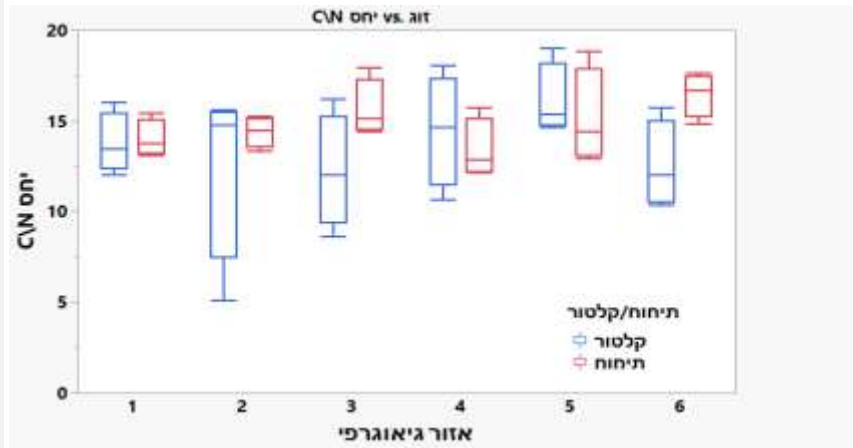
גרף 6



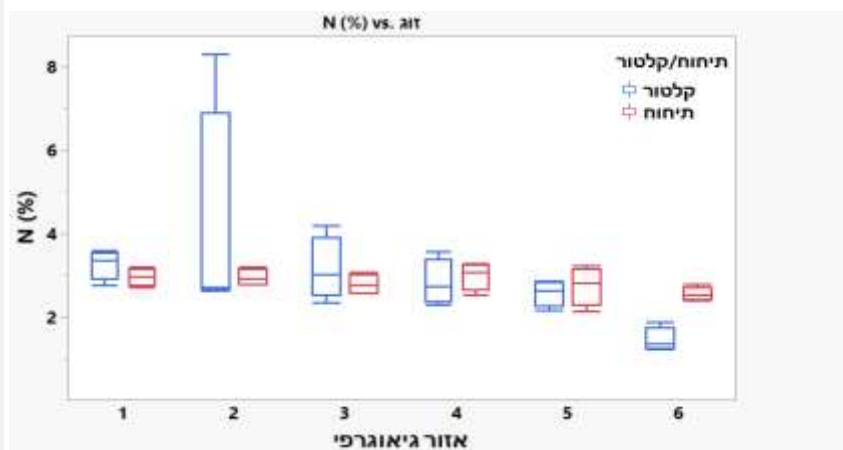
גרף 7



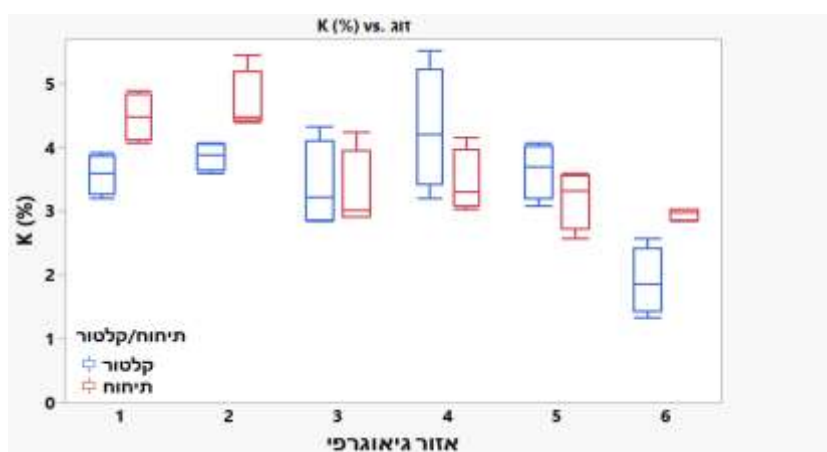
גרף 8



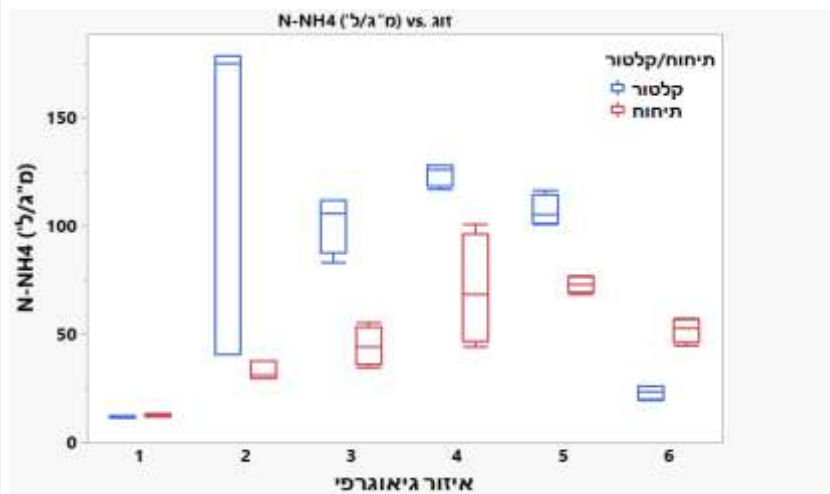
גרף 9



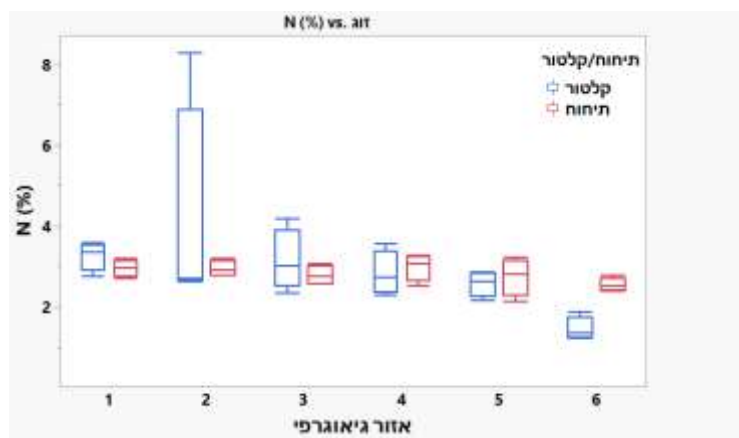
גרף 10

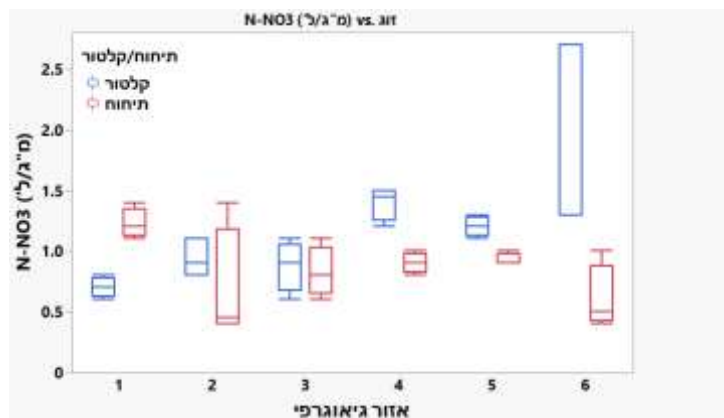


גרף 11



גרף 12





### דיון ומסקנות

ניתן לראות כי אין הבדלים ניכרים בין קלטור לתיחוח ברוב הפרמטרים שנבדקו, לא בשנה א' כאשר נבדקו שתי רפתות במשך 8 חודשים ולא בשנה ב' כאשר נדגמו 12 רפתות בסקר שכלל בדיקה של זוגות רפתות מאזורי אקלים דומים כאשר רפת אחת מקלטרת והשנייה מתחתת. בחלק מהפרמטרים כגון % חומר אורגני, % חנקן כללי, % זרחן, % אשלגן ויחס C:N לא הבחנו בהבדלים גם כשנבדק ממוצע כללי וגם בחלוקת הרפתות שנדגמו לפי מיקום גיאוגרפי (אקלים). הפרמטר של אחוז חומר יבש הוא חשוב ביותר בבדיקת יעילות העבודה של מתחתת מול קלטרת, ולא מצאנו הבדל בממוצע הכללי. אך כשמשווים בין רפתות אשר נמצאות בקרבה גיאוגרפית ובאותו גובה מבחינים בשוני מובהק סטטיסטית בין זוגות הרפתות. אך מן התוצאות עולה כי בחלק מהמקרים תיחוח השיג ייבוש טוב יותר של המרבץ ובחלקן הקלטור היה יעיל יותר בנידוף המים. צריך לזכור כי בשנה א' לא נמצא הבדל מובהק בין ביצועי התיחוח והקלטור בייבוש ואילו בשנה ב' מדובר בסקר שדגם רפתות שונות, מכך אנו מסיקים שגורמים אחרים משפיעים יותר על ייבוש המרבץ כגון תשתית הסככה, כיווני אוויר, מאוררים ועוד.

ישנו פרמטר אחד שסיפק תוצאות מעניינות בשנה ב' ובו כן נצפה שוני בין תיחוח לקלטור והוא אחוז החנקן האמוניאקלי (N-NH<sub>4</sub>) והחנקן הנקתי (N-NO<sub>3</sub>) שניהם צורות שונות של חנקן זמינן בתמיסה. אנו רואים שאחוז החנקן הכללי אינו שונה ועומד על בין 2.5% ל-4% (גרף 9) ואילו בחנקן האמוניאקלי ובחנקן הנקתי במחצית מהזוגות שנבדקו אנו רואים הבדל בשלושה זוגות בחנקן נקתי (גרף 11) ובארבעה זוגות בחנקן אמוניאקלי (גרף 12), דבר המעיד על פעילות מיקרוביאלית משמעותית יותר בהצרות אשר תוחחו. יתכן והגורם לכך הוא שינוי ביחס הנפח לשטח שפנים וחשיפת הזבל ליותר חמצן, יש לבדוק את העניין לעומק במחקר ייעודי לכך.

#### רשימת ספרות

**Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programmed.** 2006 . Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. **IPCC**

**, Land Application of Manure and Class B Biosolids: An Occupational and Public Quantitative Microbial Risk Assessment** .2009. Brooks J.P., McLoughlin M.R., Gerba C.P. and Pepper I.L.: Journal of Environmental Quality.

אפיון חומרים אורגניים לחקלאות. בן הגיא נ., ברונר מ., רביב מ., וולקן ר., שושני ב. ואייזנקוט א. 2011, פורסם: עלון הנוטע ס"ה, יוני-יולי 2011.

#### תודות

ברצוננו להודות לקרן מחקרי שה"מ, קרן מחקר מועצת החלב, רפת מעלה גלבוע ורפת נופים וכן לכנען טרקטורים.

Managing manure in a dairy farm is crucial in reducing environmental impacts, public nuisance, preserving herd health, and improving soil quality where the manure is intended for field application. One of the methods currently used for airing and drying manure in a dairy farm is a daily and in some cases, a bi-daily cultivator run. This study examines the use of a special-built rotavator designed specifically for dairy farm purposes and imported to Israel as an additional tool available to dairy farm operators when drying and airing manure.

In the first stage, we compared the two methods against each other for one year and examined their impact on the health of the herd, milk yield, treatment cost (labor cost, maintenance, and energy), quality and characteristics of the dairy farm, and the noise affecting the herd. For this purpose, we selected two dairy farms located in problematic climates in terms of dairy farm humidity, each with two similar spatial covers in size and orientation, where we conducted the study.

In the second year, a survey included dairy farms sampled as a pair in each geographic area; the survey was conducted in 12 different dairy farms. Each shed was randomly sampled along the entire length of the shed to create a representative sample from two different depths. Each piece was subjected to an extensive range of tests to examine the quality of the manure for violations and field use. In general, there are no significant differences between a cultivator and the rotavator in most of the parameters tested; in some parameters, such as the percentage of organic matter, the percentage of available nitrogen, the percentage of phosphorus, the percentage of potassium and the C: N ratio we cannot find separation even when examined by geographic location (climate). We conclude that other factors have a more significant influence on the drying of the manure, such as the infrastructure of the shed, air directions, and the bedding depth.

A difference was observed between cultivator and rotavator: the percentage of ammonium nitrogen (N-NH<sub>4</sub>) and nitrate nitrogen (N-NO<sub>3</sub>), both forms of nitrogen available to plants in the soil solution. Of the pairs tested, we see a difference in three pairs in nitrate nitrogen and four pairs in ammonium nitrogen, indicating a more significant microbial activity in the rotavator treatment. The reason for this may be a

[[1-i] עם הערות: מה הכוונה?

[[2-i] עם הערות: לא ברור

change in the ratio of volume to surface area and the exposure of the manure to more oxygen; the matter should be examined in depth in a study dedicated to this.