

פיתוח אגרוטכניקה להפחתת ריכוזי חנקות ברוקולה והתאמתם לתקני היצוא

אפרים ציפליביץ, זיוה גלעד, אחיעם מאיר – מו"פ בקעת הירדן
דויד סילברמן – משרד החקלאות, שה"מ.
אורי אדלר – מועצת הצמחים

מבוא

רוקולה הינו הגידול הרביעי בחשיבותו בסל התבלינים הטריים ליצוא. הרוקולה מהווה 8% מסל התבלינים הטריים. בשוק המקומי מהווה הרוקולה חלק עיקרי בתערובת עלי הבייביס. לאחרונה, הועלתה באיחוד האירופי דרישה המגדירה ריכוז סף של תכולת ניטרט (NO_3^-) בגידולי עלים משווקים בכלל, וברוקולה טרייה בפרט. הסף האירופאי הוא 5000 מ"ג ניטרט לק"ג עלים טריים ואילו הסף הרוסי מחמיר יותר והוא עומד על 3000 מ"ג בלבד. מגבלה זו באה לידי ביטוי במשלוחי רוקולה שנפסלו והוחזרו לארץ בגלל ריכוזי ניטרט גבוהים. בקיץ 2014 נערך ניסוי בתחנת צבי – מו"פ בבקעת הירדן, שעסק בבחינת אפשרות להגיע לרמת ניטרט רצויה בגידול בקרקע. נמצא כי קיים קושי גדול לשלוט ברמת הניטרט בקרקע ומכאן ברמת הניטרט בעלה המשווק (סכום מחקרים מו"פ בקעת הירדן 2013/14). עקב כך בשלב הזה אנו עוסקים באפשרות לשלוט ברמת הניטרט בעלים במצע מנותק שבו יותר קל לנקות את החנקן מבית השורשים וע"י כך להוריד את רמתו גם בעלים המשווקים.

מטרת המחקר:

פיתוח ממשק דישון שיאפשר לחקלאי ישראל לעמוד בתקן האירופי והרוסי המחמיר לריכוזי החנקות ברוקולה ללא פגיעה בפוטנציאל היבול, באיכותו ובחיי המדף.

מהלך המחקר ושיטות עבודה

המחקר בוצע בתחנת צבי במו"פ בקעת הירדן בבית צמיחה מצע פרלייט. בוצעו 2 מחזורים של ניסוי: מחזור חורף ומחזור קיץ. בחורף המבנה כוסה בפוליאתילן ובקיץ ברשת 50% צל. נשתלו שני זנים:

1. זן רגיל

2. הזן רוק-עד, (טיפוח ע"י ד"ר דודי קניגסבוך ממנהל המחקר החקלאי). השתילה של ניסוי החורף התבצעה ב- 12/11/15 ושל ניסוי הקיץ ב- 16/6/15.

עד הקציר הראשון ניתן דישון זהה לכל הטיפולים במור 4-2.5-6.0 ריכוז 2.5 ליטר/מ"ק. הטיפולים הופעלו לאחר הקציר הראשון.

טיפולים בניסוי חורף:

1. דישון רצוף ב-2.5 לי"מ"ק מור 4.0-2.5-6.0.

2. דישון ב-2.5 לי"מ"ק מור 4.0-2.5-6.0 עד שבוע לפני מועד הקציר המתוכנן. בשבוע האחרון מעבר לדישון ללא חנקן עם ריכוז כל היסודות האחרים כמו במור.

3. דישון ב-2.5 לי"מ"ק מור 4.0-2.5-6.0 עד שבועיים לפני מועד הקציר המתוכנן, בשבועיים האחרונים מעבר לדישון ללא חנקן עם ריכוז כל היסודות האחרים כמו במור.

הדשן ללא חנקן הוכן ע"י שימוש בדשנים הבאים: פיק (36-54-0), תמיסת אשלגן גופריתי (5-0-0), קלציום כלורי, מגנזיום כלורי וקורטין.

טיפולים בניסוי קיץ:

1. דישון רצוף ב-2.5 לי"מ"ק מור 4.0-2.5-6.0.

2. דישון ב-2.5 לי"מ"ק בשבוע הראשון אחרי הקציר, בהמשך דישון עם דשן ללא חנקן בריכוז כל היסודות האחרים כמו במור.

3. דישון ב-2.5 לי"מ"ק בעשרה ימים הראשונים אחרי הקציר, בהמשך דישון עם דשן ללא חנקן בריכוז כל היסודות האחרים כמו במור.

4. דישון בדשן ללא חנקן בריכוז כל היסודות האחרים כמו במור.

* היות ומצאנו כי לא ניתן לקבוע במדויק את יום הקציר נקבע ששינוי סוג הדשן יהיה לפי מספר ימים לאחר הקציר

בניסוי הקיץ הוספנו טיפול של ריסוס עלווה- בכל חזרה, בכל טיפול בקלקר אחד מתוך ה-3 בוצע ריסוס עלווה בעלוומיד (דשן חנקני על בסיס אוראה דלת ביורט, הדשן מיועד לריסוס עלוותי בחנקן) אחת לארבעה ימים. בארבעה ריסוסים ראשונים בוצע ריסוס בריכוז של +1% שטח, ולאחר שראינו צריבות בקצות עלים הורדנו את הריכוז של העלוומיד- ל -0.5% ללא שטח.

בכל חזרה נשתלו שלושה קלקרים של רוקולה מהזן הרגיל ושלושה קלקרים של רוקולה מהזן רוקעד. אחרי כל קציר בוצעה הפסקה של ההשקיה למשך יומיים אח"כ הופעלו הטיפולים.

בניסוי החורף בוצעו ארבעה קצירים בתאריכים הבאים: 12/1/15, 8/2/15, 2/3/15, 18/3/15.

בניסוי הקיץ בוצעו ארבעה קצירים בתאריכים הבאים: 26/7/15, 11/8/15, 26/8/15, 13/9/15.

(בקציר הראשון לא נשקל היבול שנקצר מהמיכל המרוסס).

מדדים במהלך הניסוי:

1. בדיקת רמת החנקת ו- % ח"י בעלים בכל קציר. (רמת החנקת בעלים נבדקה במיצוי מימי: העלים עוברים יבוש ב-70 מ"צ עד ליבוש מלא, המדגם עובר טחינה, מהחומר הטחון שוקלים 1 גרם וממצים ב-50 מ"ל מים מזוקקים ע"י טלטול למשך חצי שעה, אח"כ מסננים וקוראים את רמת החנקת ב- rqlflex הנתונים מתורגמים לרמת החנקת בחומר הטרי ע"י הכפלה ב-% החומר היבש שמתקבל בבדיקה נוספת).
2. שקילה ומיון יבול בכל קציר.
3. בדיקת מי טפטפת ומי נקז במהלך הגידול.

תוצאות

יבול ואיכות:

בטבלה מס' 1 מרוכזים הנתונים של היבול הכללי והיבול ליצוא בזן הרגיל ובזן רוקעד בניסוי החורף. טבלה 1: השפעת משך הזמן של הדישון ללא חנקן על היבול הכללי והיבול ליצוא בזן רגיל ובזן רוקעד בניסוי החורף.

טיפול	זן רגיל		זן רוקעד	
	סה"כ יבול ליצוא (ג'/'מ"ר)	סה"כ יבול (ג'/'מ"ר)	סה"כ יבול ליצוא (ג'/'מ"ר)	סה"כ יבול (ג'/'מ"ר)
דישון מלא כל הזמן	א 4050	א 6257	א 4356	א 6977
דישון מלא עד שבוע לפני קציר, בשבוע האחרון מעבר לדישון ללא חנקן.	א 4230	א 6389	אב 3842	אב 5896
דישון מלא עד שבועיים לקציר, בשבועיים האחרונים מעבר לדישון ללא חנקן.	ב 2452	ב 3892	ב 3187	ב 4811

- אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 1 ניתן ללמוד שבניסוי החורף שבועיים ללא דישון בחנקן פגע באופן מובהק ביבול הכללי וביבול ליצוא בשני הזנים. לעומת זאת הפסקה של הדישון החנקני לשבוע בלבד לא פגעה פגיעה מובהקת ביבול. בטבלה מס' 2 מרוכזים נתוני היבול הכללי והיבול ליצוא בזן הרגיל ובזן רוקעד בניסוי הקיץ (מכיוון שבקציר הראשון לא נשקלו הקלקרים של ריסוסי העלווה, מופיע בטבלה ניתוח דו גורמי ל-3 קצירים בלבד) משום שלא הייתה השפעת גומלין, בטבלה מופיעים הנתונים של ממוצעי השפעות עיקריות.

טבלה 2: השפעת משך הזמן של הדישון ללא חנקן, ללא ריסוסי עלווה ועם ריסוסי עלווה על היבול הכללי והיבול ליצוא בזן הרגיל ובזן רוקעד בניסוי הקיץ (3 קצירים).

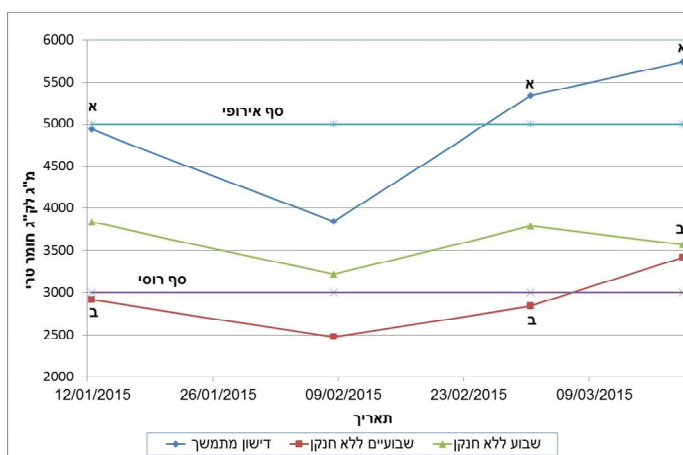
טיפול	זן רגיל		זן רוקעד	
	יבול ליצוא (ג/מ"ר)	סה"כ יבול (ג/מ"ר)	יבול ליצוא (ג/מ"ר)	סה"כ יבול (ג/מ"ר)
השפעת משך הדישון בחנקן				
דישון רצוף בחנקן	1401 א	1961 א	1366	1947
דישון בחנקן בשבוע הראשון אחרי הקציר	1284 א	1764 אב	1139	1663
דישון בחנקן ב-10 ימים הראשונים אחרי הקציר	1471 א	2046 א	1374	1943
ללא דישון חנקני לאחר קציר ראשון	985 ב	1409 ב	1148	1559
השפעת ריסוסי העלווה				
עם ריסוס עלווה	1290	1815	1267	1791
ללא ריסוס עלווה	1280	1775	1246	1764

• אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%.

מטבלה 2 ניתן ללמוד שבזן הרגיל הפסקת הדישון החנקני החל מהקציר הראשון פגעה באופן מובהק ביבול הכללי וביבול ליצוא, לעומת זאת הפסקת הדישון שבוע מקציר או לאחר 10 ימים מהקציר לא פגעה בצורה מובהקת בפורטנציאל היבול. בזן רוקעד להפסקת הדישון החנקני לא הייתה השפעה על היבול. ריסוסי העלווה לא השפיעו על היבולים.

רמת ניטרט בעלים:

באיור מס' 1 מרוכזים הנתונים של רמת הניטרט בעלים בזן הרגיל ביום הקציר ב-4 קצירים שהיו בניסוי החורף.

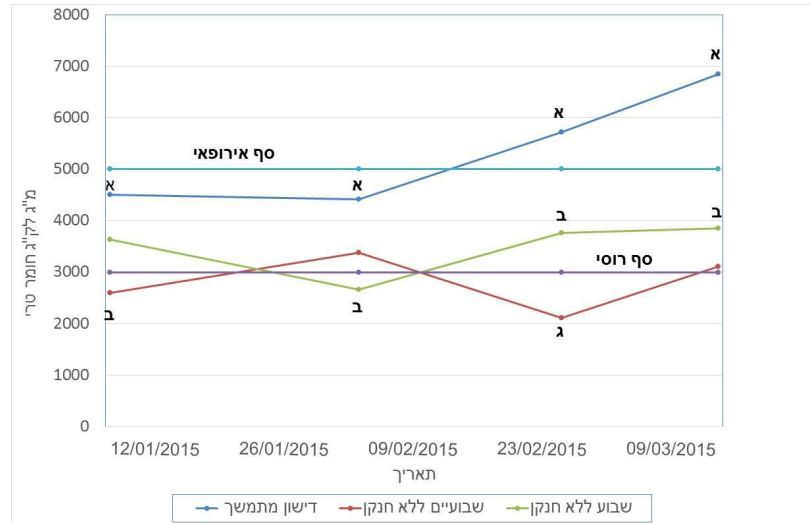


איור 1: השפעת מניעת דישון חנקני על רמת החנקן בחומר הטרי של עלי רוקולה (זן רגיל) ניסוי חורף.

* אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק סטטיסטי ברמה של 5%

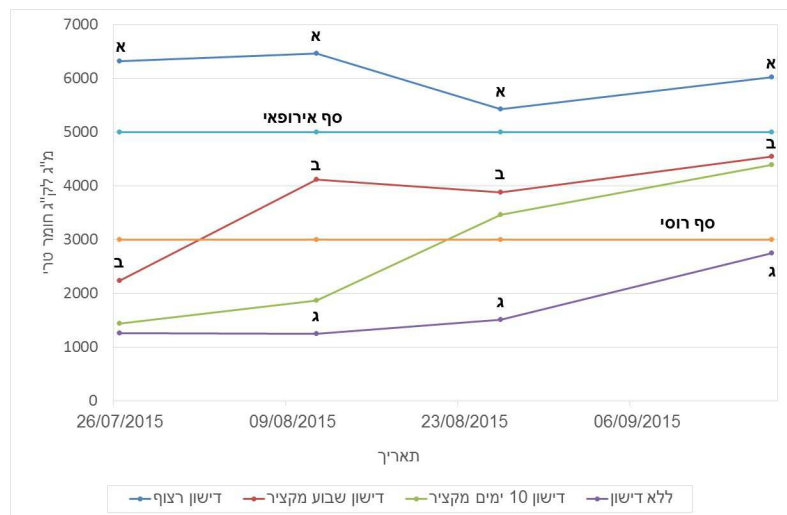
מאיור 1 ניתן ללמוד שבזן הרגיל הפסקת הדישון החנקני שבועיים לפני הקציר גורמת לרמת ניטרט נמוכה בעלים מהסף הרוסי המחמיר ב-3 קצירים מתוך ה-4 שהיו בניסוי. לעומת זאת הפסקת דישון חנקני לשבוע גורמת לרמת ניטרט נמוכה בעלים מהרמה המתקבלת בדישון חנקני רצוף, אולם גבוהה מהרמה הנדרשת בתקנים הרוסיים. כשהדישון החנקני נמשך ללא הפסקה רמת הניטרט בעלים גבוהה גם מהסף האירופאי ב-2 קצירים מתוך ה-4 שהיו בניסוי.

באיור מס' 2 מרוכזים הנתונים של רמת הניטרט בעלים בזן רוק עד ב-4 קצירים שהיו בניסוי בחורף.



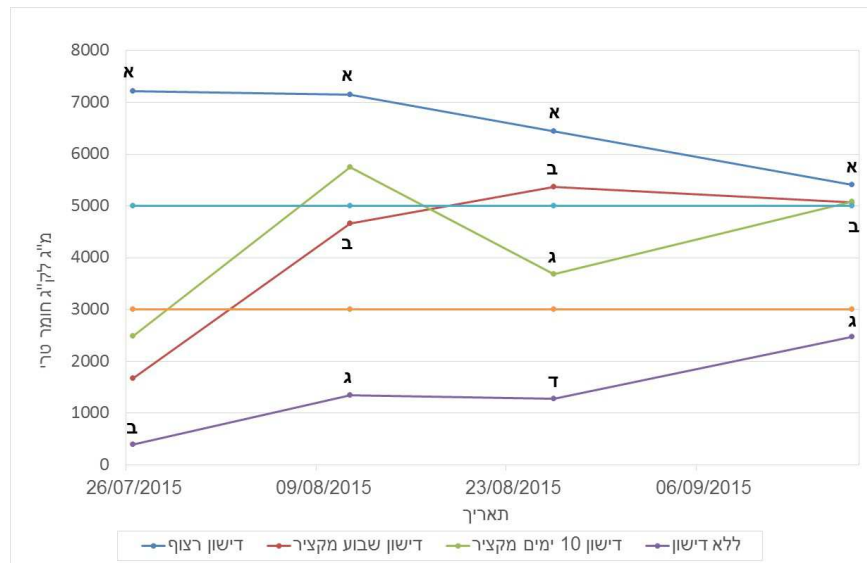
- איור 2:** השפעת מניעת דישון חנקני על רמת החנקה בחומר הטרי של עלי רוקולה (זן רוקעד) ניסוי חורף. אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק סטטיסטי ברמה של 5%. מאיור 2 ניתן ללמוד שבזן רוקעד הפסקת הדישון החנקני שבועיים לפני הקציר לא תורמת לירידה ברמה של החנקן הניטרטי מתחת לסף הרוסי. כמו כן בזן רוקעד אין הבדל בין הפסקת הדישון החנקני למשך שבוע או שבועיים, לעומת זאת דישון רצוף בחנקן נתן תמונה דומה לתמונה שהתקבלה בזן הרגיל. ב-2 קצירים הרמה של הניטרט בעלים הייתה נמוכה מהסף האירופאי וב-2 קצירים הרמה של הניטרט הייתה גבוהה מהסף האירופאי.

באיור מס' 3 מרוכזים הנתונים של רמת הניטרט בעלים בזמן הקציר ב-4 טיפולי דישון ללא ריסוסי עלווה בזן הרגיל בקיץ.



- איור 3:** השפעת מניעת דישון חנקני על רמת החנקה בחומר הטרי של עלי רוקולה זן רגיל ללא ריסוסי עלווה בניסוי קיץ. אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק סטטיסטי ברמה של 5%.

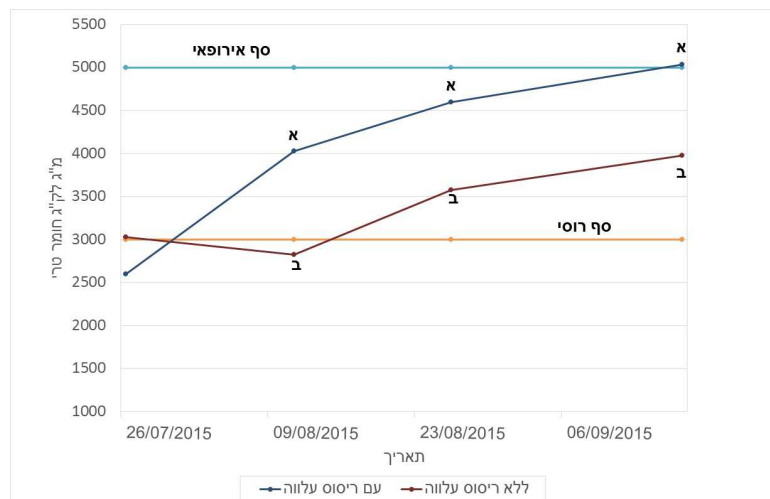
באיור מס' 4 מרוכזים הנתונים של רמת הניטרט בעלים בזמן הקציר ב-4 טיפולי דישון ללא ריסוסי עלווה בזן רוקעד בקיץ.



איור 4: השפעת מניעת דישון חנקני על רמת החנקן בחומר הטרי של עלי רוקולה (זן רוקעד) ללא ריסוסי עלווה ניסוי קיץ. אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק סטטיסטי ברמה של 5%.

מאיור 4 ניתן ללמוד שללא דישון בחנקן רמת הניטרט בעלים נמוכה מהסף הרוסי המחמיר. לעומת זאת דישון בחנקן ללא הפסקה נמצא מעל הסף האירופאי. דישון בשבוע הראשון או ב-10 ימים הראשונים אחרי הקציר העלה באופן מובהק את הרמה של הניטרט בעלים ביחס לטיפול שבו לא היה דישון בחנקן ולמעשה הוא היה גבוה מהסף הרוסי ובחלק מהמקרים גם מהסף האירופאי.

באיור מס' 5 מרוכזים הנתונים של השפעת ריסוסי עלווה בעלוומיד על ריכוז הניטרט בעלים של הרוקולה בזן הרגיל (הנתונים של השפעת ריסוסי עלווה על ריכוז הניטרט בעלים בזן רוקעד היו דומים, כשהמובהקות בין טיפולי הריסוס בטיפולים ללא ריסוס הייתה רק במועד הקציר האחרון, נתונים לא מוצגים).



איור 5: השפעת ביצוע ריסוסי עלווה על רמת החנקן בחומר הטרי של עלי רוקולה (זן רגיל) ניסוי קיץ. אותיות שונות מצביעות על הבדל מובהק סטטיסטי ברמה של 5%.

מאיור 5 ניתן ללמוד שמלבד הקציר הראשון בכל הקצירים ביצוע ריסוסי עלווה בעלוומיד העלה באופן מובהק את רמת הניטרט בעלים.

מטרת הניסויים המוצגים הייתה לנסות לקבל רוקולה משווקת עם רמת ניטרט בעלים ע"פ דרישות השוק, (רמת ניטרט נמוכה בעלים) ללא פגיעה ביבול ובאיכות. נראה באופן ברור כי בשני מחזורי הגידול (חורף וקיץ), במצע מנותק ניתן לשלוט ברמת הניטרט בעלים ע"י הפסקת הדישון החנקני לקראת הקציר.

גידול חורף - בזן הרגיל שבועיים ללא דישון חנקני תרם להורדת רמת הניטרט בעלים מתחת לסף הרוסי ב-3 קצירים מתוך 4 שבועו. יש לציין שדווקא בקציר האחרון רמת הניטרט בעלים בטיפול שבו לא דישנו בחנקן שבועיים לפני מועד הקציר הייתה גבוהה מהסף הרוסי. ניתן אולי להסביר שבקציר האחרון הטמפרטורות היו יותר גבוהות ולכן הגידול היה יותר מהיר והפסקת הדישון בפועל הייתה יותר קצרה. ההפסקה הארוכה של הדישון בחנקן פגעה באופן מובהק ביבול בזן הרגיל ולכן חשוב ללוות אותה בשיכלול כלכלי (האם אני רוצה לעמוד בתקנים המחמירים גם ע"פ פגיעה מובהקת ביבול?). הפסקות יותר קצרות של הדישון החנקני הורידו את רמת הניטרט בעלים אולם לא תרמו לדרישת השוק הרוסי. בזן רוקעד התגובות לטיפול הפסקת הדישון החנקני לא היו משמעותיות. בהפסקה בת שבועיים לקראת הקציר לא הצלחנו לרדת מתחת לסף הרוסי. כמו כן הפסקה של שבועיים לא פגעה באופן מובהק ביבול. ההסבר להבדל זה בין הזנים איננו ברור.

גידול קיץ – בניסוי הקיצי, הוספנו לטיפול הפסקת דישון בחנקן טיפול של ריסוסי עלווה בעלוומיד. ריסוסי העלווה העלו את רמת החנקן בעלים ולא תרמו ליבול, כשכוונת הריסוסים הייתה הפוכה: לבחון אפשרות להעלות את היבול ללא עלייה מקבילה ברמת החנקן בעלים. ע"פ זה נראה שהשימוש בעלוומיד (תכשיר חנקן המיועד לריסוס עלווה) איננו נכון להשגת המטרה.

מסקנות

בניסוי הקיץ בטיפול של הפסקת הדישון החנקני החל מהקציר הראשון, הצלחנו להוריד את רמת הניטרט בעלים מתחת לסף הרוסי המחמיר גם בזן הרגיל וגם בזן רוקעד. מהלך זה לא פגע באופן מובהק ביבול בזן רוקעד, לעומת פגיעה מובהקת ביבול בזן הרגיל. הפסקת הדישון החנקני לאחר שבוע או 10 ימים לא הספיקה להוריד את רמת הניטרט בעלים מתחת לסף הרוסי. בכוונתנו להמשיך לבחון ריסוס עלוותי במוליבדן מתוך מחשבה שמוליבדן מופיע במבנה האנזים ניטרט רדוקטז והעשרה של הצמח במוליבדן עשויה להגביר את פעילות האנזים ובסופו של התהליך להוריד את רמת הניטרט בעלים.

הפסקות הדישון החנקני לא לוו בבדיקה של חיי מדף, נתון חשוב שמגדלי התבלינים לוקחים בחשבון בקבלת החלטות. לכן, במחזור הבא של הניסוי תהייה בחינה של השפעת הטיפולים גם על חיי המדף. כמו כן תוצאות אלו נכונות למספר הקצירים שבוצעו בניסוי וסביר להניח שאם היינו מנסים להמשיך ולגדל הפגיעה בטיפולים ללא חנקן הייתה יותר גדולה.