

השפעת ממשק השקיה ודישון חנקני על יבול, איכות וחיי מדף של מנטה

גלעד זיוה אפרים צפילביץ, אחיעם מאיר- תחנת צבי, מו"פ בקעת הירדן
סילברמן דויד - שהמ, משרד החקלאות.
דודי קניגסבוך – מחלקה לאחסון, מנהל המחקר החקלאי.

תקציר

בניסוי לבחינת השפעת ממשק השקיה ודישון על יבול, איכות וחיי מדף של מנטה נבחנו השנה 3 רמות של חנקן 59, 91 ו-170 מ"ג לליטר. כל רמה של חנקן נבחנה בטיפולי השקיה לפני קציר: ללא הצמאה, הצמאה של 10% מאורך המחזור והצמאה של 20% מאורך המחזור. סה"כ 9 טיפולים ב-4 חזרות בבלוקים באקראי.

תוצאות:

1. יבול

1.1. הזנה ברמת חנקן נמוכה בחורף פגעה ביבול, לעומת זאת בקיץ לרמת החנקן לא הייתה השפעה על היבול.
1.2. הצמאת הגידול לפני קציר פגעה בפוטנציאל היבול. ככל שהצמאה היתה ארוכה יותר הפגיעה היתה קשה יותר.

2. חיי מדף

2.1. לרמת החנקן בחורף לא הייתה השפעה על חיי המדף. לעומת זאת בקיץ חיי מדף טובים התקבלו ברמות חנקן גבוהות המשולבות בהצמאה קצרה או ארוכה.
2.2. בקיץ, ההצמאה שיפרה את חיי המדף. בחורף ההצמאה לא השפיעה על חיי המדף.

מבוא

בקעת הירדן מספקת כ-40% מס"כ יצוא התבלינים הטריים ממדינת ישראל. בבקעת הירדן מגדלים כמעט את כל מגוון התבלינים הירוקים ליצוא. המנטה נמצאת בתוך קבוצה של גידולי תבלין שהביקוש להם בשוקי היצוא הולך ועולה (גידול מסי' 4 בסל). בענף התבלינים הירוקים ליצוא קיימת דרישה לקבלת תוצרת איכותית של כל סל התבלינים במהלך כל השנה ורצוי מאותו מגדל. משווקי התבלינים מצביעים על מספר בעיות עיקריות באיכות המנטה המשווקת: גבעול דק ולא יציב, עלים בהירים, חוסר אחידות של הגבעולים באגד המשווק וכן, חיי מדף קצרים. הבעיות בייצור המנטה, שחלקם קשור כנראה גם למשטר ההשקיה וההזנה, והצורך התמידי לחסכון במים שפירים לחקלאות מחייב פיתוח ממשק מדויק ונכון לגידול המנטה. הפרויקט הנוכחי התחיל בעונה הקודמת שבה נבחנו 5 מקדמי השקיה בני: 40%, 70%, 100%, 130% ו-150% מהתאדות גיגית סטנדרטית סוג A המוצבת בתחנה מטאורולוגית סמוכה לחלקת הניסוי. בארבעת המקדמים הראשונים נבחנה המשמעות של ביצוע הצמאה ל-15% מאורך המחזור המתוכנן בימים. ריכוז יסודות הזנה הייה זהה בכל הטיפולים (דשן מור 2 – 4 – 5 – 6 לפי לליטר חנקן). מסי' השקיות זהה בכל הטיפולים: בחורף 3 השקיות ובקיץ 5 השקיות. מתוצאות העונה הקודמת מתברר שעלייה במקדם ההשקיה מעבר ל-70% מהתאדות לא גורמת לשיפור מובהק ביבול ובחיי המדף של המנטה (גם בחורף וגם בקיץ). לעומת זאת ביצוע ההצמאה גרם לפגיעה מובהקת ביבול גם בחורף וגם בקיץ אולם תרם לשיפור מובהק בחיי המדף בקיץ. השיפור בחיי המדף כתוצאה מההצמאה נבע משיפור בכל המדדים שמרכיבים את מדד ההופעה (מדד ההשחמה, הריקבון ונשירת העלים). ביצוע ההצמאה

שיפר את יעילות של "קליטת המים" (פחות מים יצאו בנקז מס"כ המים שניתנו לטיפול) ולא גרם לקליטה יותר גדולה של כלוריד. בסה"כ קליטת המים של המנטה עומדת על 50% מהתאדות בחורף וכ- 40% בקיץ וכל המים שניתנו מעבר לרמה הזו למעשה שימשו לשיטיפה ויצאו בנקז. בעונה הנוכחית הפרויקט עסק ברמת ההצמאה וברמת החנקן הרצויים לקבלת יבול ואיכות מקסימאליים של המנטה.

חומרים ושיטות

הניסוי התבצע בתחנת צבי – מו"פ בקעת הירדן בחממה מכוסה ביריעת פוליאאתילן בחורף ובקיץ כסוי ברשת צל 40% ללא יריעת פוליאאתילן. תאריך שתילה 23/10/08. עומד שתילה 32 צמחים למטר ערוגה. מצע פרלייט 206 בקלקרים 0.8*0.2*1.33 מ' (נפח מצע כ- 80 קוב לדי'). ההשקיה בכל הטיפולים היתה לפי מקדם של 70% ביחס להתאדות גיגית סטנדרטית סוג A המוצבת בתחנה מטאורולוגית סמוכה לחלקת הניסוי. מס' מנות ההשקיה ביום: בחורף- 3 השקיות ובקיץ- 5 השקיות, כשמנת ההשקיה המינימאלית היתה 0.5 קוב לדי'. ציוד ההשקיה- טפטוף אלנגר, טפטפת כל 20 ס"מ, 3 שלוחות לערוגה. פרוט הטיפולים בניסוי מופיע בטבלה מס' 1.

טבלה מס' 1- פרוט הטיפולים בניסוי בעונה 2008/2009.

מס' טיפול	רמת חנקן (מ"ג/ל') במי הטפטפת	משך הצמאה
1	59	ללא
2	59	10% ממחזור הגידול
3	59	20% ממחזור הגידול
4	91	ללא
5	91	10% ממחזור הגידול
6	91	20% ממחזור הגידול
7	170	ללא
8	170	10% ממחזור הגידול
9	170	20% ממחזור הגידול

סה"כ בניסוי היו 9 טיפולים ב- 4 חזרות בבלוקים באקראי. ההחלטה על מועד התחלת ההצמאה (סגירת המים בטיפולים המתאימים) התקבלה לאור הערכת מועד הקציר וסגירת מים בהתאם לטיפול, 20% מאורך המחזור הצפוי בימים (טיפולים 3,6 ו-9) או 10% מאורך המחזור הצפוי בימים (טיפולים 2,5 ו-8) או המשך השקיה (טיפולים 1,4 ו-7). מס' הימים ללא השקיה בהצמאה הארוכה נע בין 9 ימים בחורף ל- 5 ימים בקיץ. סה"כ כמויות המים לדי לעונה בטיפולים ללא הצמאה היו 6.2 ± 1315 , מ"ק/די'. בטיפולים שעברו 10% ו-20% הצמאה כמויות המים לדונם היו 6.1 ± 1160 ו- 3.7 ± 1078 מ"ק/די', בהתאמה (ירידה של 12% ו- 18% מכמות המים בטיפולים ללא הצמאה בהתאמה).

הזנה- רמת החנקן לפי טיפולים (טבלה 1), יחס אמון מכלל החנקן 7 – 13%. רמת יסודות הזנה אחרים, מוליכות ו-pH מרוכזים בטבלה 2.

טבלה 2- רמת יסודות ההזנה, מוליכות, כלוריד ו- pH בטיפולים השונים בניסוי

מגניון (מא"ק/לי)	סידן (מא"ק/לי)	כלוריד (מא"ק/לי)	אשלגן (מא"ק/לי)	זרחן (מ"ג/לי)	pH	מוליכות (dS/M)	הטיפולים
1.1	4.1	3.3	2.6	21.8	6.9	1.3	1 - 3
0.5	5.8	2.5	3.2	26.9	6.8	1.5	4 - 6
2.1	9.0	2.6	3.2	26.6	6.8	2.0	7 - 9

רמת יסודות קורט היתה זהה בכל הטיפולים וניתנה בתרכיז יסודות קורט קורטין לפי 1.2 מ"ג לליטר ברזל. ההזנה ניתנה בתמיסה סופית לפי המתוכנן לכל טיפול.

במהלך הניסוי בוצעו 8 קצירים: 3 קצירים בחורף- 18/12/09, 5/2/09, 18/3/09 ו-5 קצירים בקיץ בין התאריכים 21/4/09 - 9/9/09. היבול הנקטף, נשקל ומוין לפי הסטנדרטים ליצוא. דוגמאות מכל טיפול נארזו ונשלחו למעבדה של ד"ר דודי קניגסבוך במחלקה לאחסון במנהל המחקר החקלאי לבדיקות חיי מדף. הבדיקות בוצעו לאחר סימולציה למשלוח: 7 ימים ב-3 מ"צ+ 5 ימים ב-6 מ"צ+ יומיים ב-17 מ"צ. נבדקה השפעת הטיפולים על מדד ההצהבה, הריקבונות, הכמישה והשחמות. כלל הנתונים שוכללו למדד ההופעה. בכ"א מטיפולי ההזנה האמצעית (100 מ"ג לליטר חנקן במי הטפטפת) הוצב קלקר על משקל שנתן קריאה רציפה של המשקל הכללי (הקלקר עם המצע כולל המסה הצמחית). מטרת השקילה הייתה לאפיין את רמת ההצמאה (גרעון המים במצע) של כל טיפול.

מהקציר של ה- 5/2/09 עד הקציר של ה- 18/3/09 נדגמו צמחים לפי 26 ס"מ קלקר (0.042% מדונם) לכל דיגום (ימי הדיגום ביחס לקציר של ה- 5/2/09 היו: 19, 26, 33, 38 ו-41 ימים מקציר-בקציר של ה- 18/3/09). הצמחים נשקלו לקבלת המשקל הרטוב, עברו יבוש בתנור ב-70 מ"צ לקבלת % חומר יבש (ח"י). בח"י בוצעה אנליזה של יסודות המקרו (חנקן, זרחן, אשלגן) וכלוריד ויסודות הקורט (ברזל, מנגן, אבץ ונחושת). הנתונים שנאספו נותנים את קצב הצטברות ח"י וקצב קליטת יסודות הזנה בחורף. בקצירים של ה- 5/2/09 (חורף) וה- 3/8/09 וה- 10/9/09 (2 קצירים בקיץ) נדגמו צמחים בזמן הקציר ובוצעה אנליזה של יסודות כמו בדיגומים שבוצעו לעקום הקליטה. בקצירים של מרץ ומאי נלקחו מדגמים למעבדה של אלי פוטיבסקי בנווה יער לקבלת השפעת הטיפולים על תכולת השמנים של המנטה. כמו כן נעשתה הפרדה בין גבעולים ועלים ונקבע % הח"י בכל חלק של הצמח בנפרד.

יבול ואיכות – בטבלה מס' 3 מרוכזים הנתונים של היבול ליצוא ושל סה"כ היבול בחורף (3 קצירים - 18/12/09, 5/2/09, 18/3/09) בהשפעת רמת החנקן ובהשפעת רמת ההצמאה (אין השפעת גומלין בין הגורמים ולכן הניתוח בטבלה מתייחס לכל גורם בנפרד).

טבלה 3- השפעת רמת ההזנה בחנקן ורמת ההצמאה על היבול ליצוא וסה"כ היבול בחורף.

רמת חנקן (מ"ג/ל')	יבול ליצוא (ג' למ"ר)	סה"כ יבול (ג' למ"ר)	הצמאה (% מאורך המחזור בימים)	יבול ליצוא (ג' למ"ר)	סה"כ יבול (ג' למ"ר)
59	4333 b	7441 b	ללא	5007 a	8746 a
91	4885 a	8610 a	10	4652 a	8325 a
170	4693 ab	8335 a	20	4253 b	7315 b

אותיות שונות באותו טור מלמדות על הבדל מובהק ברמה של 5%. שוב חלק מהטבלאות עם סימונים סטטיסטיים באנגלית וחלק בעברית. הפכו הכל לעברית.

מטבלה 3 ניתן ללמוד שבחורף, היבול ליצוא בטיפולים שקיבלו הזנה בחנקן לפי 91 מ"ג לליטר היה גבוה באופן מובהק מהיבול ליצוא בטיפולים שקיבלו הזנה בחנקן לפי 59 מ"ג לליטר בלבד. היבול ליצוא בטיפולים שקיבלו הזנה בחנקן לפי 170 מ"ג לליטר היה נמוך מהיבול ליצוא בטיפולים שקיבלו הזנה בחנקן לפי 91 מ"ג לליטר, אבל ההבדל אינו מובהק. סה"כ היבול בטיפולים שקיבלו הזנה בחנקן לפי 91 או 170 מ"ג לליטר היה גבוה מסה"כ היבול בטיפולים שקיבלו הזנה בחנקן לפי 59 מ"ג לליטר בלבד. הצמאה של 20% מאורך המחזור הביאה לפגיעה מובהקת ביבול ליצוא ובסה"כ היבול, לעומת זאת הפגיעה ביבול ליצוא ובסה"כ היבול בהצמאה של 10% מאורך המחזור לא הייתה מובהקת.

בטבלה 4 מרוכזים הנתונים של היבול ליצוא ושל סה"כ היבול בתקופת הקיץ (5 קצירים - 21/4/09 - 9/9/09) בהשפעת רמת החנקן ובהשפעת רמת ההצמאה (גם בקיץ לא הייתה השפעת גומלין ולכן הניתוח בטבלה מתייחס לכל גורם בנפרד).

טבלה 4- השפעת רמת ההזנה בחנקן ורמת ההצמאה על היבול ליצוא וסה"כ היבול בקיץ

רמת חנקן (מ"ג/ל')	יבול ליצוא (ג' למ"ר)	סה"כ יבול (ג' למ"ר)	הצמאה (% מאורך המחזור בימים)	יבול ליצוא (ג' למ"ר)	סה"כ יבול (ג' למ"ר)
59	6262	11810	ללא	7021 א	13248 א
91	6269	11571	10	6327 ב	11776 ב
170	6019	10952	20	5203 ג	9309 ג

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

מטבלה 4 ניתן ללמוד שבקיץ רמת ההזנה בחנקן לא השפיע באופן מובהק על היבול ליצוא ועל סה"כ היבול. לעומת זאת השפעת רמת ההצמאה הייתה מובהקת, ככל שההצמאה הייתה ארוכה יותר כך היבול ליצוא וסה"כ היבול היו נמוכים יותר.

חיי מדף - בקצירי חורף הטיפולים לא השפיעו על חיי המדף של המנטה. בקיץ הייתה לטיפולים השפעה על חיי המדף. עקב ריבוי הנתונים של השפעת הטיפולים על כ"א מהמרכיבים של חיי המדף (הצהבה, ריקבונות, כמישה

והשחמות) מוצגים בדו"ח הנוכחי הנתונים של השפעת הטיפולים על מדד ההופעה. נתונים נוספים ניתן לקבל מהמחברים של הדו"ח. בטבלה 5 מרוכזים הנתונים של חיי מדף בקיץ בקצירים שבהם הייתה השפעת גומלין בין רמת ההזנה ורמת ההצמאה.

טבלה 5- השפעת רמת ההזנה בחנקן ורמת ההצמאה על מדד ההופעה של המנטה בקיץ בקצירים שבהם הייתה השפעת גומלין בין רמת ההזנה בחנקן ורמת ההצמאה.

מועד קציר			הצמאה (%) מאורך (המחזור בימים)	רמת חנקן (מ"ג/ל')
3/8/09	24/5/09	22/4/09		
א 2.9	ה 2.7	אב 2.8	ללא	59
א 2.9	גד 2.9	בג 2.6	10	
ג 2.4	בג 3.0	ד 2.3	20	
בג 2.5	אב 3.1	ד 2.3	ללא	91
א 2.9	אב 3.1	בג 2.6	10	
אב 2.8	אב 3.1	ג 2.5	20	
אבג 2.7	ד 2.8	ג 2.5	ללא	170
א 3.0	אב 3.1	בג 2.6	10	
אב 2.8	א 3.2	א 2.9	20	

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

מטבלה 5 ניתן ללמוד שברמת החנקן הנמוכה ב- 2 מתוך 3 קצירים, מדד ההופעה ללא הצמאה היה גבוה באופן מובהק ממדד ההופעה של המנטה שעברה הצמאה ארוכה (20% מאורך המחזור בימים). לעומת זאת ברמת החנקן הבינונית (91 מ"ג לליטר) והגבוהה (170 מ"ג לליטר) "ההתנהגות" של מדד ההופעה הייתה הפוכה. ברמת החנקן הבינונית (91 מ"ג לליטר) מדד ההופעה של המנטה שעברה הצמאה קצרה (10% מאורך המחזור בימים) היה גבוה באופן מובהק ממדד ההופעה של המנטה שלא עברה הצמאה, כשהצמאה ארוכה גרמה לפגיעה לא מובהקת במדד ההופעה ב- 2 מתוך 3 קצירים. ברמת החנקן הגבוהה (170 מ"ג לליטר) מדד ההופעה בהצמאה ארוכה (20% מאורך המחזור בימים) הייה גבוה באופן מובהק ממדד ההופעה ללא הצמאה ב- 2 מ- 3 קצירים. בטבלה 6 מרוכזים הנתונים של חיי המדף בקיץ בקצירים שבהם לא הייתה השפעת גומלין בין רמת ההזנה בחנקן ורמת ההצמאה.

טבלה 6- השפעת רמת ההזנה בחנקן ורמת ההצמאה על מדד ההופעה של המנטה בקיץ בקצירים שבהם לא הייתה השפעת גומלין בין רמת ההזנה בחנקן ורמת ההצמאה.

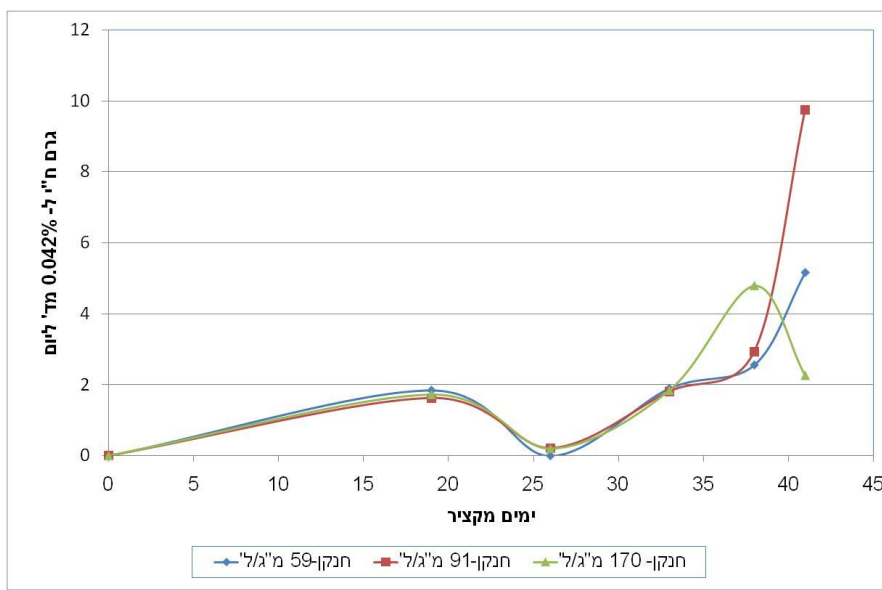
מועד קציר		הצמאה (%) מאורך (המחזור בימים)	מועד קציר		רמת חנקן (מ"ג/ל')
9/9/10	25/6/10		9/9/10	25/6/10	
ב 2.5	3.0	ללא	2.8	ב 2.8	59
א 3.0	2.8	10	2.8	א 3.0	91
א 3.0	2.9	20	3.0	א 3.0	170

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

מטבלה 6 ניתן ללמוד שבקציר של ה- 25/6/10 מדד ההופעה היה נמוך באופן מובהק ממדד ההופעה בטיפולים שבהם רמת ההזנה בחנקן הייתה בינונית (91 מ"ג לליטר) או גבוהה (170 מ"ג לליטר) שבהם בהשוואה לרמת ההזנה נמוכה (59 מ"ג לליטר), לגבי רמת ההצמאה ניתן לראות שבקציר של ה- 9/9/10 מדד ההופעה בטיפולים

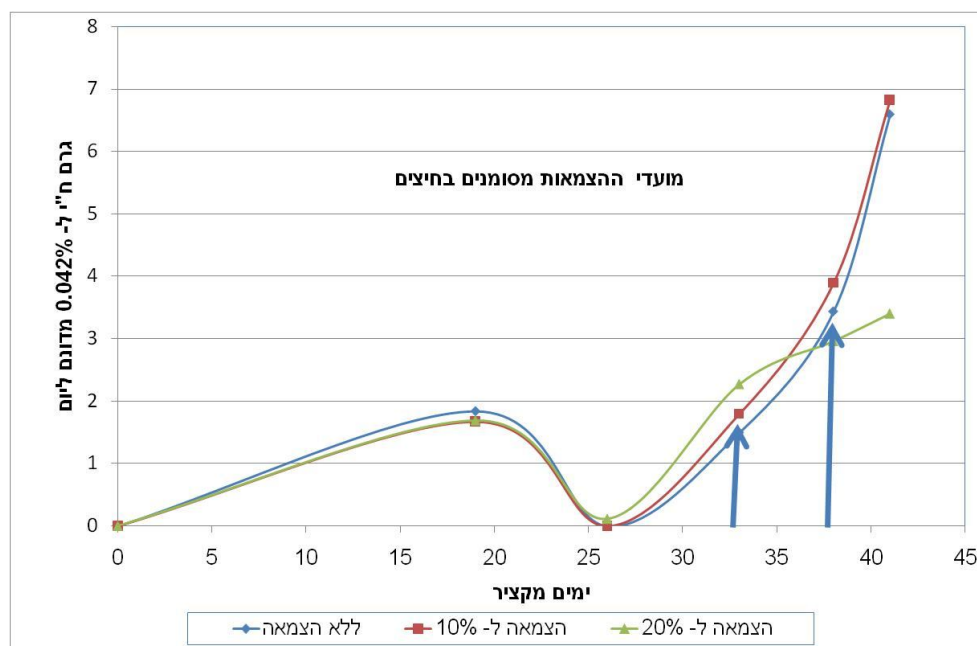
ללא הצמאה היה נמוך באופן מובהק ממדד ההופעה בטיפולים שעברו הצמאה קצרה (10% מאורך המחזור בימים) או ארוכה (20% מאורך המחזור בימים).

הצטברות חומר-יבש (חיי) באיור 1 מרוכזים הנתונים של השפעת רמת ההזנה בחנקן על קצב הצטברות חיי החל מהקציר של ה- 5/2/09 ועד לקציר של ה- 18/3/09.



איור 1- השפעת רמת ההזנה בחנקן על קצב הצטברות חיי החל מהקציר של ה- 5/2/09 ועד לקציר ב- 18/3/09.

מאיור 1 ניתן ללמוד שבשלושת הדיגומים הראשונים מהקציר אין הבדל בולט בין הטיפולים בקצב הצטברות החיי. לעומת זאת בדיגום הרביעי קצב הצטברות החיי בטיפולים שקיבלו הזנה בחנקן לפי 170 מ"ג גבוה מקצב הצטברות החיי בטיפולים האחרים. בדיגום החמישי קצב הצטברות החיי בטיפולים שקיבלו הזנה בחנקן לפי 170 מ"ג לליטר חנקן יורד, ולעומת זאת ב- 2 הטיפולים האחרים הקצב ממשיך לעלות כשטיפולים שקיבלו הזנה בחנקן לפי 91 מ"ג לליטר הוא מגיע ל- 10 גרם חיי ל- 4.2% מדונם ליום. באיור 2 מרוכזים הנתונים של השפעת רמת ההצמאה על קצב הצטברות החיי החל מהקציר של ה- 5/2/09 ועד לקציר של ה- 18/3/09.



איור 2- השפעת רמת ההצמאה על קצב הצטברות חיי החל מהקציר של ה- 5/2/09 ועד לקציר ב- 18/3/09.

מאיור 2 ניתן ללמוד שההצמאה של 10% מאורך המחזור לא השפיע על קצב הצטברות החיי, לעומת זאת הצמאה של 20% מאורך המחזור הייתה יותר משמעותית וגרמה לפגיעה בקצב הצטברות החיי כך שבדיגום שבוצע בקציר של ה- 18/3/09 הקצב של הצטברות החיי בטיפול הצמאה של 20% מאורך המחזור עמד על 3.5 גרם חיי ל- 0.042% מדי ליום, ולעומת זאת בטיפול הצמאה של 10% מאורך המחזור ובטיפולים שלא עברו הצמאה, קצב הצטברות החיי גבוה פי 2 והוא מגיע ל- 7.0 גרם חיי ל- 0.042% מדי ליום.

בטבלה 7 מרוכזים הנתונים של השפעת הטיפולים על % החיי בעלים ובגבעולים.

טבלה 7- השפעת רמת ההזנה בחנקן ורמת ההצמאה על % החיי בעלים ובגבעולים בקציר מאי (קציר בתקופת הקיץ).

חיי (%)		הצמאה (%) מאורך המחזור בימים)	חיי (%)		רמת חנקן (מ"ג/ל')
עלים	גבעולים		עלים	גבעולים	
6.7	3.4 ג	ללא	6.3 ב	4.1	59
6.5	4.2 ב	10	7.0 אב	4.0	91
7.3	4.9 א	20	7.1 א	4.3	170

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

מטבלה 7 ניתן ללמוד שרמת ההזנה בחנקן לא השפיע על % החיי בגבעולים. לעומת זאת בעלים, ככל שרמת ההזנה בחנקן הייתה יותר גבוהה כך % החיי היה גבוה יותר. ההצמאה לא השפיעה על % החיי בעלים, ככל שמשך ההצמאה היה ארוך יותר, כך % החיי בגבעולים היה גבוה ה.

שמנים אתרים - לגבי תכולת השמנים האתרים לא נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים (נתונים לא מוצגים).

עקום קליטה - טבלה 8 מסכמת את רמת יסודות ההזנה ויסודות המליחות בהשפעת רמת החנקן ורמת

ההצמאה. כמו כן מופיע בטבלה רמת המובהקות של כ"א מהגורמים והמובהקות של האינטראקציה החל מהקציר השני ועד לקציר השלישי.

טבלה 8- השפעת רמת החנקן ורמת ההצמאה על ריכוז יסודות ההזנה ויסודות המליחות במנטה החל מהקציר של ה- 5/2/09 ועד ל- 18/3/09.

נחושת (מ"ג/ק"ג)	מנגן (מ"ג/ק"ג)	אבץ (מ"ג/ק"ג)	ברזל (מ"ג/ק"ג)	כלוריד (%)	אשלגן (%)	זרחן (%)	חנקן (%)	חיי (ג')	
19-24/2/09 ימים מקציר									
רמת חנקן									
22.2	128	63	314	0.65	4.36	0.84	4.57	35.1	59
21.2	129	57	262	0.56	4.37	0.87	4.44	30.9	91
21.6	157	65	299	0.51	4.28	0.89	4.93	32.8	170
רמת הצמאה									
21.5	129	58	277	0.58	4.25	0.85	4.46	35.0	ללא
21.9	138	62	298	0.57	4.40	0.88	4.53	31.8	10%
21.7	147	64	300	0.58	4.36	0.87	4.95	32.1	20%
מובהקות									
ל.מ.	מ.	מ.	ל.מ.	מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	רמת חנקן
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	רמת הצמאה
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	אינטראקציה
26-3/3/09 ימים מקציר									
רמת חנקן									
21.5	119	68	265	0.91	4.61	0.71	5.2	32.5	59
20.9	122	59	233	0.55	4.86	0.71	5.7	32.4	91
19.9	140	58	178	0.52	4.57	0.67	5.9	34.2	170
רמת הצמאה									
20.7	125	59	221	0.66	4.72	0.70	5.6	34.2	ללא
20.6	121	60	210	0.66	4.68	0.69	5.5	31.8	10%
21.0	136	66	245	0.66	4.63	0.70	5.7	32.9	20%
מובהקות									
ל.מ.	מ.	מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	רמת חנקן
ל.מ.	ל.מ.	מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	רמת הצמאה
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	אינטראקציה
33-10/3/09 ימים מקציר, הצמאה ל- 20% מאורך מחזור									
רמת חנקן									
16.7	90	53	177	0.99	4.89	0.59	3.4	45.8	59
16.1	82	47	175	0.61	5.42	0.59	4.1	45.1	91
16.3	95	47	159	0.49	5.06	0.54	4.2	47.0	170
רמת הצמאה									
16.4	92	48	176	0.64	5.14	0.59	4.1	44.8	ללא
16.4	82	47	163	0.70	5.14	0.57	3.8	44.4	10%
16.3	93	52	172	0.74	5.09	0.56	3.9	48.8	20%
מובהקות									
ל.מ.	ל.מ.	מ.	ל.מ.	מ.	מ.	מ.	מ.	ל.מ.	רמת חנקן
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מ.	רמת הצמאה
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	אינטראקציה
38-15/3/09 ימים מקציר, הצמאה ל- 10% מאורך מחזור									
רמת חנקן									
13.5	70	42	141	1.07	4.57	0.49	2.91	58.6	59
13.7	64	40	141	0.69	4.88	0.47	3.83	59.8	91
14.1	81	40	153	0.41	4.62	0.42	3.94	71.1	170
רמת הצמאה									
13.8	77	42	164	0.71	4.76	0.47	3.68	62.0	ללא
14.0	70	40	136	0.77	4.93	0.48	3.56	63.9	10%
13.6	69	40	135	0.69	4.40	0.44	3.44	63.6	20%
מובהקות									
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מ.	ל.מ.	ל.מ.	מ.	מ.	רמת חנקן
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	רמת הצמאה
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	אינטראקציה
18/3/09 דיגום בקציר									
רמת חנקן									
11.9	58.7	36.9	162	0.93	3.17	0.40	2.32	74.1	59
11.5	51.7	33.8	117	0.59	4.03	0.41	3.32	88.4	91
12.6	72.4	37.6	133	0.51	3.83	0.38	3.50	77.9	170
רמת הצמאה									
11.7	63.7	35.7	128	0.64	4.10	0.40	3.05	81.7	ללא
12.4	60.4	36.2	170	0.62	3.41	0.41	3.27	84.4	10%
12.1	59.5	36.7	119	0.77	3.47	0.38	2.81	73.8	20%
מובהקות									
ל.מ.	מ.	ל.מ.	ל.מ.	מ.	מ.	ל.מ.	מ.	ל.מ.	רמת חנקן
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	רמת הצמאה
ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	אינטראקציה

מטבלה 8 ניתן ללמוד שהגורם של רמת ההזנה בחנקן השפיעה על משקל החי"י רק במועד הדיגום הרביעי (38 ימים מקציר). לעומת זאת ריכוז החנקן בחי"י הושפע באופן מובהק בכל מועדי הדיגום מלבד בדיגום הראשון שבוצע 19 ימים מקציר. לגבי רמת הזרחן בחי"י ניתן לראות שהוא הושפע באופן מובהק רק בדיגום השלישי (33 ימים מקציר). לגבי רמת האשלגן בחי"י, ניתן לראות שהוא הושפע באופן מובהק בדיגומים השלישי והאחרון (המגמה של ההשפעה היא ירידה ברמת הזרחן ועליה ברמת האשלגן עם העלייה ברמת ההזנה בחנקן). לגבי הכלוריד ניתן לראות שהוא הושפע באופן מובהק ב-4 מועדים מתוך ה-5 שבוצעו. מגמת ההשפעה היא שככל שרמת ההזנה בחנקן הייתה יותר גבוהה כך רמת הכלוריד בחי"י של המנטה הייתה נמוכה יותר. לגבי הרמה של יסודות הקורט-רמת הברזל בחי"י לא הושפעה מרמת ההזנה בחנקן, לעומת זאת לגבי האבץ התקבלה השפעה מובהקת ב-3 מועדי דיגום, כשהמגמה היא ככל שרמת ההזנה בחנקן גבוהה יותר כך רמת האבץ בחי"י יותר נמוכה (במועד הדיגום הראשון המגמה היא הפוכה). לגבי המנגן ג"כ התקבלה השפעה מובהקת ב-3 מועדי דיגום כשהמגמה היא ככל שרמת ההזנה בחנקן יותר גבוהה כך רמת המנגן בחי"י יותר גבוהה (גם לגבי המנגן יש מועד אחד שבו המגמה היא הפוכה). רמת הנחושת בחי"י לא הושפעה מרמת ההזנה בחנקן. לגבי הגורם של רמת ההצמאה ניתן לראות שהשפעתו על רמת היסודות הייתה מובהקת בהרבה פחות מקריים מההשפעה של רמת ההזנה בחנקן. ההשפעה המובהקת על משקל החי"י במועד שבו הופעלה ההצמאה ל-20% מאורך המחזור איננה קשורה לטיפולים שעדין לא בוצעו במועד זה. רמת החנקן, הזרחן והכלוריד לא הושפעו מרמת ההצמאה, לעומת זאת בדיגום שבוצע בקציר רמת האשלגן בחי"י בטיפולים ללא הצמאה הייתה יותר גבוהה באופן מובהק מהרמה בטיפולי ההצמאה. לגבי יסודות הקורט-רמת הברזל והאבץ היו מובהקים במועד אחד ולעומת זה רמת המנגן והנחושת לא הושפעו באופן מובהק מרמת ההצמאה. בדיגום של ה-5/2/09 (דיגום בזמן הקציר השני) התקבלו מגמות דומות למגמות של הקציר של ה-18/3/09 (טבלה 7) נתונים לא מוצגים.

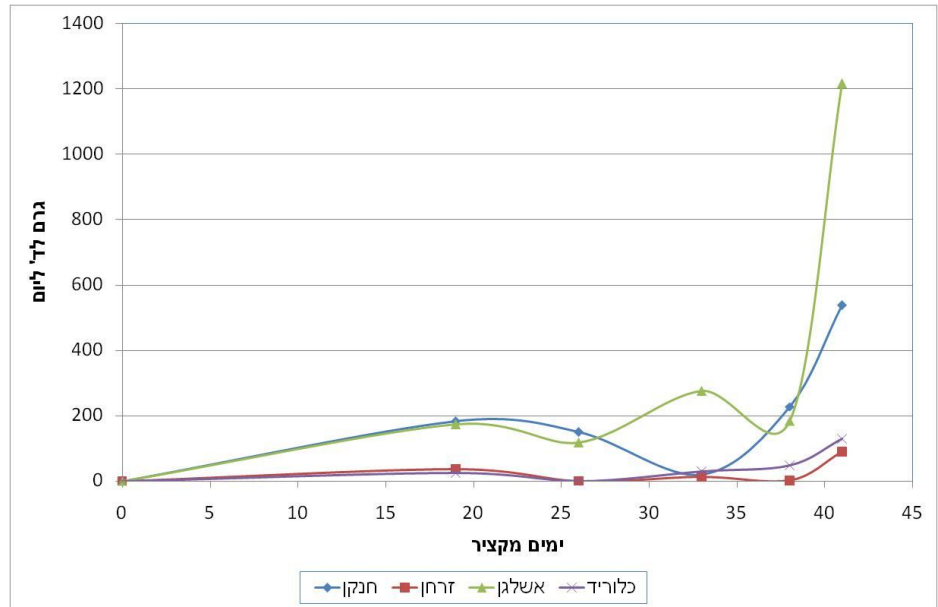
בטבלה 9 מוצגים הנתונים של השפעת רמת ההזנה בחנקן ורמת ההצמאה על ריכוז יסודות ההזנה ויסודות המליחות ב-2 מהקצירים של הקיץ.

טבלה 9- השפעת רמת ההזנה בחנקן ורמת ההצמאה על ריכוז יסודות ההזנה ויסודות המליחות במנטה בקצירים של ה- 3/8/09 וה- 10/9/09.

חנקן (%)	זרחן (%)	אשלגן (%)	כלוריד (%)	ברזל (מ"ג/ק"ג)	אבץ (מ"ג/ק"ג)	מנגן (מ"ג/ק"ג)	נחושת (מ"ג/ק"ג)	
3/8/09								
רמת חנקן								
59	4.15	0.60	5.53	0.97	135	55.1	9.8	
91	4.07	0.59	5.70	0.88	129	47.7	9.6	
170	4.27	0.60	5.35	0.83	170	125.5	8.3	
רמת הצמאה								
ללא	4.35	0.65	5.92	0.86	129	85.8	10.0	
10%	4.11	0.58	5.38	0.89	123	70.4	8.9	
20%	4.03	0.55	5.29	0.92	182	72.0	8.8	
מובהקות								
רמת חנקן	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	מ.	ל.מ.	מ.	מ.	
רמת הצמאה	ל.מ.	מ.	מ.	ל.מ.	ל.מ.	מ.	מ.	
אינטראקציה	מ.	מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	
10/9/09								
רמת חנקן								
59	3.92	0.54	5.43	1.05	205	65.3	9.1	
91	4.13	0.51	5.70	0.95	148	44.8	9.0	
170	4.00	0.52	5.14	0.91	123	114.9	8.0	
רמת הצמאה								
ללא	4.21	0.56	5.38	0.99	133	90.0	9.7	
10%	3.95	0.52	5.51	0.91	137	70.5	8.4	
20%	3.89	0.50	5.38	1.01	206	64.5	8.0	
מובהקות								
רמת חנקן	ל.מ.	ל.מ.	מ.	מ.	ל.מ.	מ.	מ.	
רמת הצמאה	מ.	מ.	ל.מ.	ל.מ.	מ.	מ.	מ.	
אינטראקציה	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.	

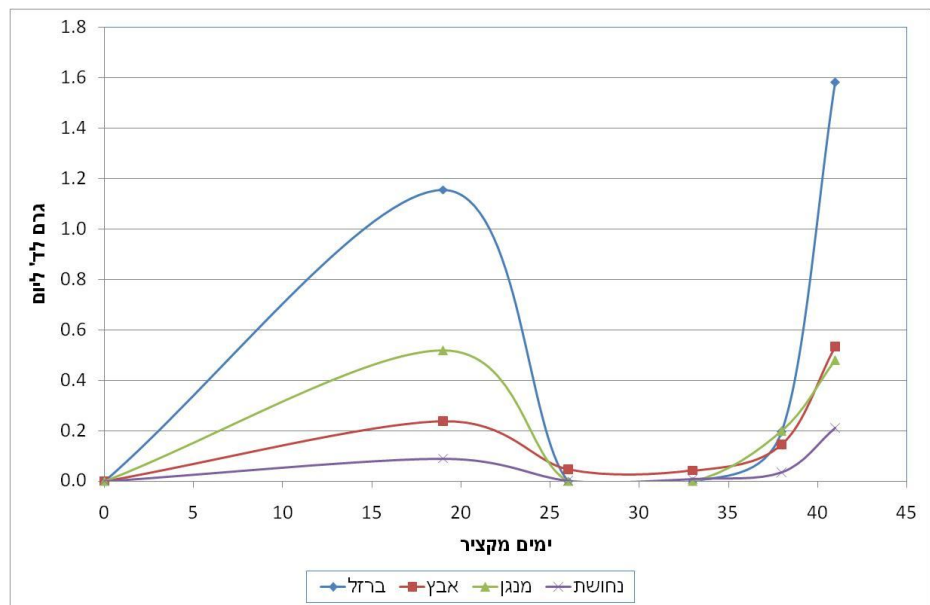
מטבלה 9 ניתן ללמוד שבניגוד לחורף שבו רמת ההזנה בחנקן השפיעה באופן מובהק על רמת החנקן בחי"י (טבלה 8), בקיץ לרמת ההזנה בחנקן לא הייתה השפעה מובהקת על רמת החנקן בחי"י. לגבי רמת הכלוריד ניתן לראות שהמגמה של החורף המשיכה גם בקיץ וככל שרמת ההזנה בחנקן הייתה יותר גבוהה כך הריכוז של הכלוריד בחי"י היה נמוך יותר. כמו כן ניתן לראות שגם בקיץ רמת ההצמאה לא השפיעה על רמת הכלוריד בחי"י. לגבי רמת יסודות הקורט ניתן לראות שבחורף רק הרמה של המנגן הושפעה באופן מובהק מרמת ההזנה בחנקן ולעומת זאת בקיץ גם הרמה של האבץ והנחושת הושפעו באופן מובהק מרמת ההזנה בחנקן. לגבי ההשפעה של רמת ההצמאה ניתן לראות שרמת ההצמאה השפיעה על רמת החנקן, הזרחן, האבץ והנחושת בקציר אחד מ-2 הקצירים שנבדקו, לעומת זאת רמת המנגן הושפעה מרמת ההצמאה ב-2 הקצירים.

מכוון שבחורף הטיפול לא השפיעו על חי המדף, ניתן באיורים הבאים את קצב קליטת היסודות בטיפול שנתן את היבול הגבוה ביותר (טבלה 2). באיור 3 מרוכזים הנתונים של קצב קליטת יסודות המקרו (חנקן, זרחן, אשלגן וכלוריד) בטיפול 4 (טבלה 1).



איור 3 - קצב קליטת יסודות מקרו (חנקן, זרחן, אשלגן וכלוריד) החל מהקציר של ה- 5/2/09 עד הקציר של ה- 18/3/09 בטיפול 4.

מאיור 3 ניתן ללמוד שב- 25 הימים הראשונים קצב הקליטה של החנקן והאשלגן דומה והוא מתייצב על כ- 200 גרם לדי' ליום בממוצע לחנקן ואשלגן. בהמשך קצב הקליטה של החנקן יורד ולעומתו זה של האשלגן ממשיך לעלות בקצב דומה. ב- 4 ימים אחרונים לקראת הקציר הקצב של קליטת החנקן עולה פי 2.4 ולעומת זאת הקצב של קליטת האשלגן עולה פי 6.6. קליטת הזרחן והכלוריד יחסית נמוכה והיא מגיעה ב- 4 ימים האחרונים לקראת הקציר ל- 90 גרי לדי' ליום לזרחן ול- 130 גרי לדי' ליום לכלוריד. באיור 4 מרוכזים הנתונים של קצב קליטת יסודות הקורט (ברזל, מנגן, אבץ ונחושת) בגרם לדי' ליום.



איור 4 - קצב קליטת יסודות קורט (ברזל, מנגן, אבץ ונחושת) החל מהקציר של ה- 5/2/09 עד הקציר של ה- 18/3/09 בטיפול 4.

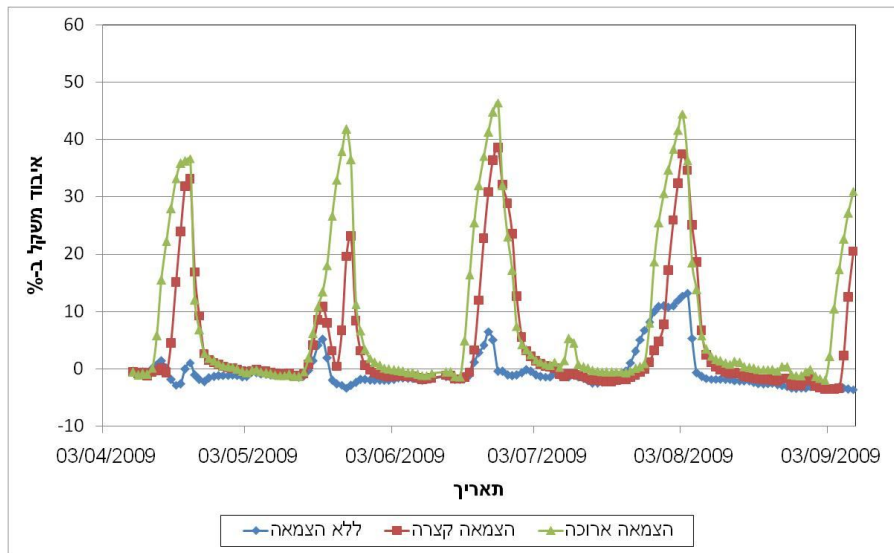
מאיור 4 ניתן ללמוד שב- 19 ימים הראשונים אחרי הקציר קצב הקליטה של הברזל עומד על 1.2 גרם לדי ליום והיחס של הקליטה דומה ל- 1: 2: 4 אבץ:מנגן:ברזל. בהמשך קצב הקליטה של כל היסודות יורד והקליטה מאוד נמוכה. ב- 4 ימים האחרונים הקצב עולה והוא מגיע ל- 1.6 גרם לדי ליום לברזל. 0.6 גרם לדי ליום לאבץ ולמנגן ו- 0.2 גרם לדי ליום לנחושת.

מי נקז - בטבלה 10 מרוכזים הנתונים של רמת יסודות ההזנה, מוליכות חשמלית, כלוריד ו- pH במי הנקז בממוצע לכל תקופת הניסוי.

טבלה 10 - רמת יסודות ההזנה, מוליכות חשמלית ו- pH במי הנקז בטיפולים השונים בניסוי

מגניון (מא"ק/לי)	סידן (מא"ק/לי)	כלוריד (מא"ק/לי)	אשלגן (מא"ק/לי)	זרחן (מ"ג/לי)	חנקן (מ"ג/לי)	pH	מוליכות (dS/M)	הטיפול
1.5	5.4	3.7	2.2	16.4	48.9	7.2	1.3	1
3.3	4.6	3.8	1.7	13.6	43.0	7.5	1.3	2
3.7	4.7	3.8	1.7	12.6	41.2	7.6	1.3	3
3.2	5.8	3.8	2.5	19.0	81.1	7.5	1.6	4
3.7	5.3	3.8	2.7	20.9	87.4	7.4	1.6	5
1.2	7.3	4.0	2.5	17.6	83.8	7.5	1.6	6
2.5	10.5	4.0	2.8	20.1	206	6.8	2.5	7
3.3	10.0	4.3	2.8	17.0	214	6.9	2.6	8
3.0	9.5	4.2	2.8	18.0	214	6.9	2.5	9

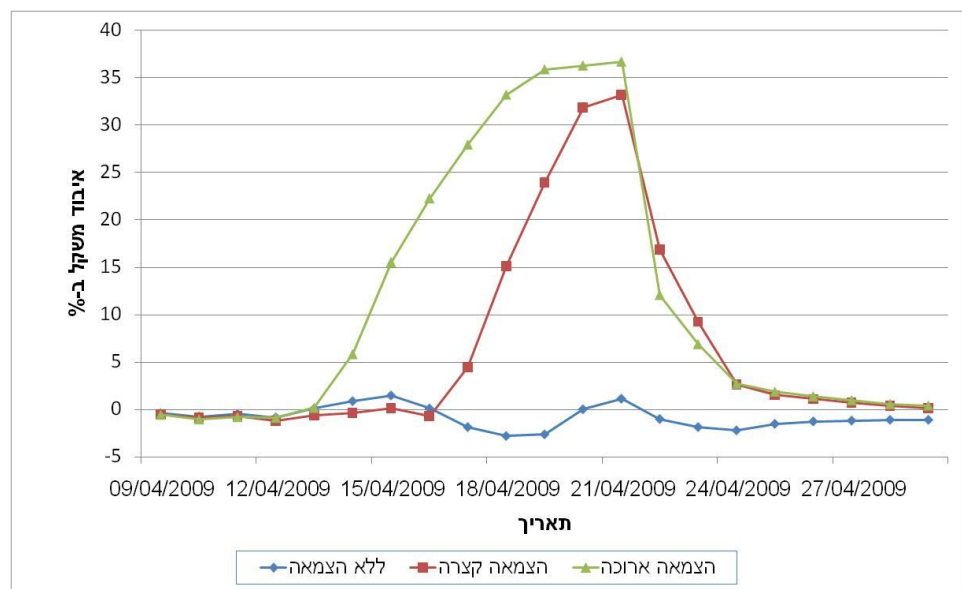
מטבלה 10 ניתן ללמוד שבטיפולים שקיבלו רמת הזנה נמוכה (59 מ"ג/לי) או בינונית (91 מ"ג/לי), רמת החנקן בנקז ירדה ביחס לרמה בטפטפת (טבלה 1). לעומת זאת בטיפולים שקיבלו את רמת החנקן הגבוהה ישנה הצטברות בנקז. לגבי רמת הזרחן והאשלגן אין הבדל ברור בין הטיפולים, מלבד ההבדל שנובע מהשינוי בין הטיפולים ברמה בטפטפת (טבלה 2). לגבי ההבדל בין הטיפולים ברמת הסידן הוא קשור למרכיבים שמהם יוצר הדשן וזאת במטרה לקבל כ- 10% אמון מכלל החנקן. ניתן לראות שכשרמת הסידן בטפטפת עלתה (טבלה 2) התקבל יותר סידן בנקז ולכאורה הוא לא נקלט ע"י המנטה. לגבי ההשפעה של ההצמאה על רמת הכלוריד, ניתן לראות שאין הבדל בולט בין הטיפולים. הסיבה לכך היא השטיפה שניתנה אחרי הקציר בכל מחזור. גרעון מים במצע - באיור 5 מרוכזים הנתונים של השתנות משקל הקלקר ב-% במהלך הקיץ בטיפולים רמת חנקן במי הטפטפת 91 מ"ג לליטר (4,5,6). כל נקודה באיור מבטאת משקל ממוצע יומי של הקלקר. המשקל ההתחלתי - קלקר+המצע + המים שהמצע מכיל+הצמחים היה בממוצע 119.6 ± 18.8 ק"ג



איור 5 - השפעת משך ההצמאה על איבוד המשקל של הקלקר ב-% ביחס למשקל בזמן ההשקיה בטיפול ההזנה האמצעית (רמת חנקן במי הטפטפת 91 מ"ג לליטר).

מאיור 5 ניתן ללמוד שהצמאה ארוכה גורמת לאיבוד משקל של כ- 40% מהמשקל הכללי של הקלקר (איבוד המשקל בכל הקצירים די דומה). כמו כן ניתן לראות שבהצמאה הקצרה היה איבוד משקל של כ-35% פער של 5% בלבד. בקציר של סוף מאי ההפרש בין הצמאה קצרה להצמאה ארוכה עומד על כ- 15% איבוד משקל. ניתן לראות שגם בטיפול שלא עבר הצמאה יש איבוד משקל של כ- 5%. בקציר של אוגוסט איבוד המשקל גבוה מ-10%.

כדי ללמוד על הקצב של הוצאת המים מהמצע נתון באיור 6 המהלך של איבוד המים באחוזים בקציר אפריל.



איור 6 - מהלך איבוד המים ב-% בקציר אפריל

מאיור 6 ניתן ללמוד שבהצמאה הארוכה אחרי יומיים הקצב של איבוד המשקל יורד, כמו כן ישנה ירידה נוספת של הקצב בשלושת הימים האחרונים של ההצמאה. בהצמאה של 10% מאורך המחזור ניתן לראות שב-4 ימים ראשונים של ההצמאה הקצב יחסית קבוע ורק ביום האחרון הקצב יורד (השינוי בקצב איבוד המים במהלך ההצמאות קיים גם בהצמאות הבאות אבל הוא פחות בולט).

רמות הצמאה: בניסוי הנוכחי ניסינו לתת סקלה של רמות הצמאה כדי ללמוד מהו משך ההצמאה המיטבי וכיצד ניתן להגיע לשיפור בחיי מדף במינימום פגיעה ביבול. לכאורה בחורף הנושא פשוט ומכוון לכך שההצמאה לא שיפרה את חיי המדף ולכן אין סיבה להצמיא. לגבי הקיץ חיי המדף הטובים ביותר היו בהצמאה ארוכה, אבל מכוון שבכל הטיפולים בהם רמת החנקן היתה גבוהה מ- 59 מ"ג לליטרה מנטה עברה הצמאה (אפילו הצמאה קצרה), חיי המדף היו יחסית טובים (מדד הופעה גבוה מ- 2.5) ומכוון שבהצמאה ארוכה הפגיעה ביבול הגיעה לירידה של כ- 30%, נראה לכאורה שהצמאה של 10% מאורך המחזור יכולה להספיק. בסה"כ יתכן שיש מקום לבחון גם את תחום ההצמאה שבין 0 – 10% שבו אולי יתקבל שיפור בחיי המדף ללא פגיעה מובהקת ביבול. הסיבה לפגיעה ביבול בטיפולי ההצמאה היא הפגיעה ביכולת של הצמח להמשיך ולהוציא מים מהמצע בקצב שבו הוא מוציא אותם בימים הראשונים. יתכן שאם נתכיל על הצמאה שגורמת לאיבוד משקל של כ- 30% בלבד נקבל את האפקטים שבהם אנחנו מעוניינים. בניסוי זה גם הצמאה ארוכה לא גרמה לקליטה גדולה יותר של כלוריד ע"י הצמח ויתכן שהסיבה לכך היא שבסיומו של כל תהליך הצמאה ביצענו שטיפה, כך שהצמח לא הספיק לקלוט יותר כלור. מניתוח החומר הצמחי נראה שההצמאה גרמה לפגיעה מסוימת בקליטת יסודות קורט ובחלק מהמקרים נפגעה גם קליטת הזרחן, אבל הרמה של יסודות אלה נראת סבירה ולא נראה לנו שיש טיפול שבו היה מחסור ביסודות אלה.

רמות חנקן: בחורף, הזנה ברמת חנקן נמוכה פגעה ביבול באופן מובהק לעומת זאת בקיץ לא היה הבדל מובהק בין הטיפולים בהשפעה של רמת החנקן, למרות זאת נראה שלא כדאי לעבוד ברמות הנמוכות של החנקן וזאת משום שבחלק מהקצירים חנקן נמוך פגע בחיי המדף. בטיפולי הזנה ברמת חנקן נמוכה בחלק מהמקרים הריכוז של יסודות הקורט היה יותר גבוה אבל גם לגבי ההשפעה של החנקן לא נראה שהיו בניסוי מחסורים ביסודות אלה.

עקום קליטה: מטרת הבצוע של עקום הקליטה הינו לצורך קביעת קצב קליטת יסודות ההזנה בשלבים שונים של התפתחות הצמח. מידע זה יאפשר לגבש הנחיות דישון בשלבים שונים של הגידול. בניסוי זה בוצע עקום קליטה רק בחורף. יש צורך לבצע עקום קליטה גם בקיץ כדי להשלים את התמונה. לגבי הירידה בקצב יצור חיי וקצב קליטת יסודות שמתקבלת אחרי 20 יום מקציר, הסיבה לכך לא ברורה. כמו כן העלייה בקצב הקליטה של החנקן והאשלגן בימים האחרונים לקראת הקציר התקבלה ע"י קליטה של היסודות מהמצע. יתכן והיה כדאי לעלות את ריכוז הדשן בימים אלה.