מחזור מים בגדול עגבניות בבית צמיחה

חוקרים שותפים:

שה"מ, לשה"ד נגב, משרד החקלאות. –משה ברונר, גיא רשף
דוד שמואל, חנה יחזקאל, אלי מתן, שבתאי כהן, מנחם דינר, עזריאל אסף - מו"פ דרום.
בני בר-יוסף - המכון לקרקע ומים, מינהל המחקר החקלאי.

מבוא:

במושבי הבשור גדלים, מדי שנה, כ- 4,000 דונם עגבניות בבתי צמיחה. הגידול צורך כ- 1,500 מ"ק מי השקיה לשנה, בשני מחזורי גידול המגודלים בקרקע.
בעקבות מצוקת המים לחקלאות, הגדלה משנה לשנה, הוחלט לבחון בחוות הבשור את גדול העגבנייה במצע מנותק, בתנאי מחזור מלא. בתנאים אלה חוזרים מי הנקז היוצאים מן המצע לאחר ההשקיה לראש החלקה ומשמשים כמי השקיה. סחרור זה של תמיסת ההשקיה דרך מצע הגדול, מחייב התמודדות בשני מישורים. הראשון, כימי, מחייב התאמה רציפה של יסודות ההזנה והמלחים בתמיסה המסוחררת. השני, ביולוגי, מחייב התמודדות עם פתוגנים שמסתחררים במערכת.
בניסוי זה נבחן רק ההיבט הכימי תפעולי: בניית המערכת, נקודות ואופי הנטור, ממשק התיקונים וההשלמות של היסודות השונים ומי ההשקיה וערכי סף שונים של המוליכות החשמלית להקזה מבוקרת של התמיסה המסוחררת. ההיבט הביולוגי נוטר פעם אחת בסוף הניסוי ולא נבחן בניסוי זה.

שיטות וחומרים:

עגבניות מן הזן 870 של חברת הזרע, נשתלו ב- 25.9.01. השתילה התבצעה במארז פוליפרופילן במידות 22 ס"מ רוחב ו- 17 ס"מ גובה (20.6 מ"ק מצע לדונם). הצמחים נשתלו בצמדים, כל 45 ס"מ צמד, 4.4 צמחים למטר (2,464 צמחים בדונם, 8.4 ליטר מצע לצמח). מצע הגידול היה 70% טוף M חדש, 0-8 מעורבב הומוגני עם 30% קומפוסט. בשלושת הסנטימטרים התחתונים במצע הוכנס טוף גס לצורכי ניקוז. נפח המצע לטיפול היה 900 ליטר. נפח המים לטיפול היה כ- 800 ליטר. החלקה הושקתה בציוד טפטוף אל-נגר "יוני-רעם" של חברת נטפים, 1.6 ל'/ש', כל 15 ס"מ טפטפת, שתי שלוחות לערוגה.
הניסוי נערך במבנה ללא אוורור גג, גובה מרזב 4.0 מטר של חברת ימקו. במבנה קיימים וילונות צד בשלושה צדדים. מידות המבנה הן 18 מטר אורך ו- 9 מטר רוחב, 162 מ"ר ברוטו. המרחק בין מרכזי הערוגות, 1.8 מטר. גודל חזרה (=חלקת שקילה) 4.5 מטר ערוגה = 20 צמחים. שיטת ההדליה הייתה הדליה הולנדית על ענף אחד. המבנה חומם במהלך החורף ל- 12 מ"צ.
הניסוי הוצב בחמש חזרות, בבלוקים באקראי.

להלן פרוט הטיפולים בניסוי:

A) בקורת: מוליכות חשמלית של מי הקו בתוספת דשן. מנת מים יומית כמנת טיפולי המחזור.
B: הקזת מים מן המערכת כאשר המוליכות החשמלית בטפטפת מגיעה ל- E.C 2.5) ערך סף 2.5 dS/m.
C: הקזת מים מן המערכת כאשר המוליכות החשמלית בטפטפת מגיעה ל- E.C 4.0) ערך סף 4.0 dS/m.
D: הקזת מים מן המערכת כאשר המוליכות החשמלית בטפטפת מגיעה ל- E.C) ערך סף 6.0 dS/m.

עד לשלושה שבועות מהשתילה, תופעלו טיפולי המחזור כמערכת פתוחה. לאחר שלושה שבועות, החל סחרור תמיסת ההשקיה בטיפולי המחזור. לספי המוליכות החשמלית שנקבעו להקזה, נקבע מרווח תגובה לתיקון של חצי יחידת מוליכות חשמלית מעל ומתחת לסף.
מנת המים היומית להשקיה, נקבעה למנה הגדולה פי חמישה ממנת הצריכה היומית. מנת הצריכה היומית חושבה על פי המנה שנתנה בטפטפות פחות מנת הנק,ז בטיפול הביקורת וכן על פי מנת המילוי פחות מנת ההקזה בטיפולי המחזור. מנת המים הקבועה להשקיה בודדת, נקבעה לשני מ"ק לדונם.

תדירות ההשקיה נגזרה מהמנה היומית חלקי שני מ״ק. השלמת נפח התמיסה שנצרכה ע״י הצמחים, נעשתה לפנות בוקר, לפני ההשקיה הראשונה.

השקיה

טבלה מס׳ 1: מנות המים בטיפולים השונים (מ״ק/ד׳/יום).

תקופה	A	B	C	D
12.11-30.11	9.08	9.37	9.35	9.13
דצמבר	10.95	10.96	11.22	11.43
ינואר	13.65	14.05	14.35	14.14
פברואר	14.71	13.64	15.80	14.31
מרץ	26.79	20.01	26.22	24.19
אפריל	28.79	22.58	23.60	24.25
1.5-24.5	31.03	25.03	26.96	25.46

עד לאמצע נובמבר, הנתונים אינם מיוצבים בשל בעיות בהרצת המערכת ולכן אינם מוצגים. ההפרש במנת המים בין טיפול הביקורת לטיפולי המחזור, החל מחודש אפריל, נובע מסתימת טפטפות בטיפולי המחזור, כפי שיפורט בהמשך.

דישון

טבלה מס׳ 2: ריכוזי החנקן, זרחן והאשלגן, במי ההשקיה של טיפול הביקורת ובתמיסת המילוי של טיפולי המחזור.

תקופה	בקורת			השלמת מחזורים			
	חנקן	זרחן	אשלגן	אמון	חנקה	זרחן	אשלגן
25.9 – 20.10.01	88	18	119	28	60	18	119
20.10 – 14.11.01	118	23	159	19	40	12	80
14.11 – 11.12.01	148	29	198	24	50	15	99
11.12 – 29.1.02	120	18	234	19	105	18	310
29.1 – 19.2.02	120	18	234	46	38	14	106
19.2 – 26.3.02	120	18	234	77	63	23	177
26.3 – 17.4.02	120	18	234	51	43	15	118
17.4 – 25.4.02	120	18	234	64	53	19	147
25.4 – 31.5.02	118	23	159	38	80	23	159

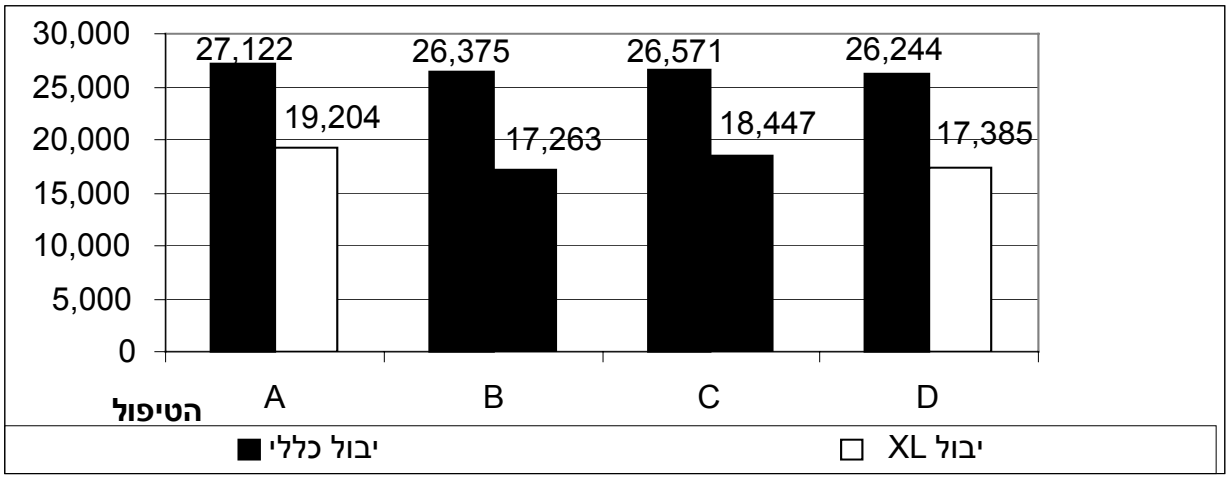
ניטור ובקרה

מדי יום נרשמו כמויות המים שעברו בכל מדי המים (מנת ההשקיה והנקז בכל טיפול, תמיסות המילוי למכלי התפעול) וכן נמדדו ערכי ה- PH והמוליכות החשמלית בכל הטיפולים, במי הטפטפת והנקז. מדי שבועיים נשלחו בדיקות מכל הטיפולים, של מי הטפטפת והנקז ונבדקו הפרמטרים הבאים: PH באלקטרודה, מוליכות חשמלית באלקטרודה, כלור בטיטרציה, נתרן בפוטומטר להבה, סידן בטיטרציה, מגניון בבליעה אטומית, חנקן חנקתי בבדיקת צבע עם נ.א.ס, חנקן אמוניאקלי בפתוח צבע

בנסלר, זרחן בפיתוח צבע, אשלגן בפוטומטר להבה, דו-פחמה בטיטרציה, גפרה בבדיקת עכירות, בורון, ברזל , אבץ, מנגן ונחושת ב- I.C.P.
מדי שבוע התקיימה ישיבת צוות, בא הוצגו כל הנתונים כולל המחושבים כגון, מנת ההשקיה ומנת הצריכה היומית ובהתאם להם בוצעו שינויים.
תוצאות היבול ובדיקות העלים שהתקבלו עברו ניתוח מובהקות של 5% בשיטת "S.N.K".

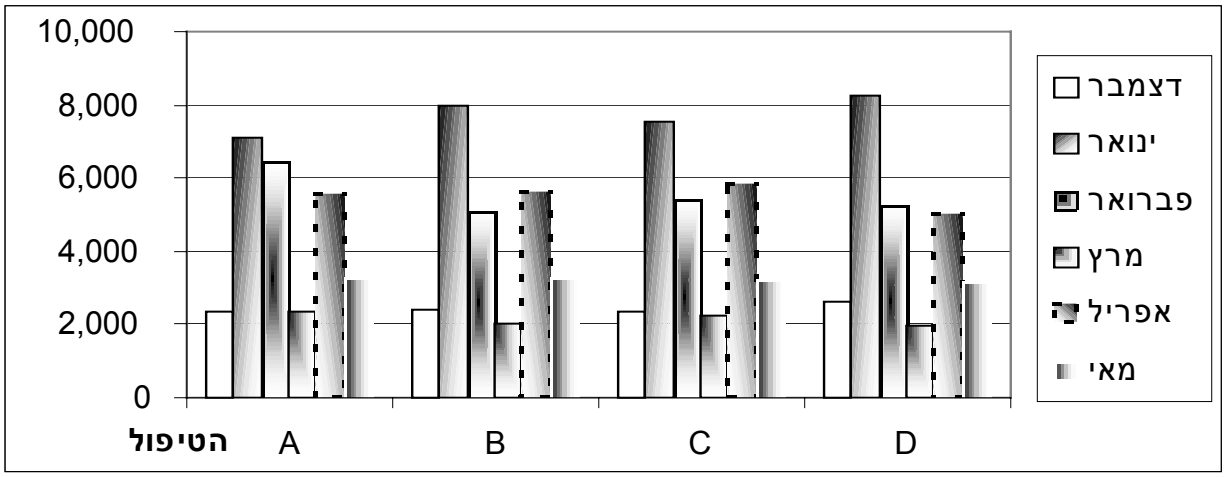
<u>תוצאות:</u>

<u>תרשים מס' 1</u>: כמות היבול הכללי (ללא פרי פגום ושחור פיטם) ופרי בגודל XL (מעל 72 מ"מ), בטון לדונם, מחושב על פי 2,500 צמחים בדונם, לסך תקופת הקטיף (20.5.02-16.12.01).

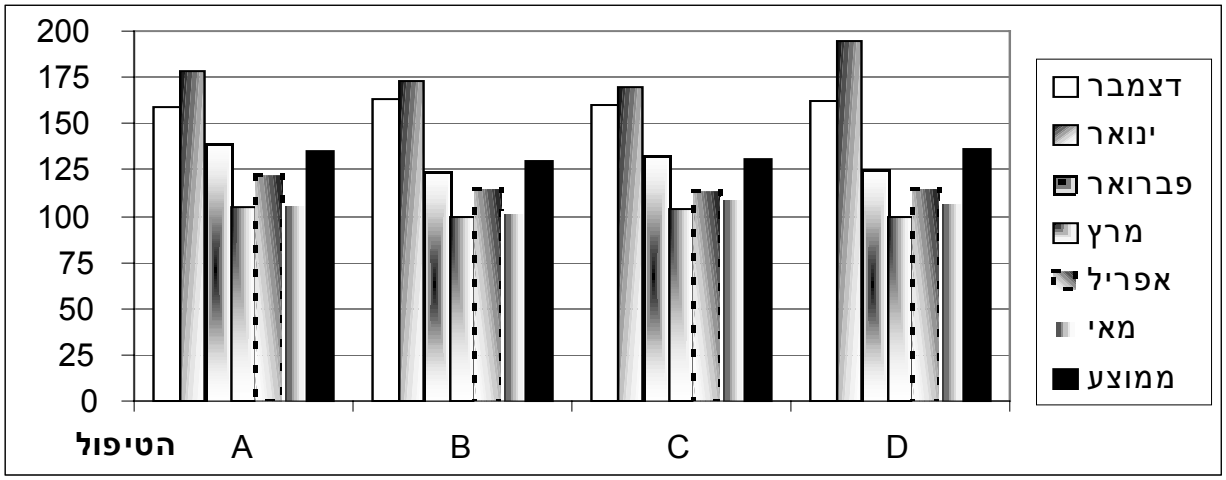


לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים, בכמות היבול הכללי והיבול בגודל XL. כמות היבול הכללי לדונם, מעט גבוהה מהמקובל בקרב מגדלים בבשור. אחוז ה- XL מהיבול הכללי, נמוך מהמקובל בחלקות מסחריות. ההפרש בין היבול הכללי, ליבול מעל 72 מ"מ, כולל בתוכו גם פרי בררה וגם את מקטע הגודל 67-72 מ"מ (L), המשווק לשוק המקומי, שלא מוין בניסוי. לא היו הבדלים מובהקים במספר הפרות עם שחור-פיטם ומספרם היה זניח ביחס ליבול הכללי.

<u>תרשים מס' 2</u>: כמות היבול מעל גודל 72 מ"מ (XL) (ט'/ד'), מחושב על פי 2,500 צמחים בדונם, על פי חודשים.לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים, למעט חודש פברואר, בכמות היבול מעל גודל 72 מ"מ. כמות היבול יורדת בחדות בחודש מרץ ועולה שוב באפריל-מאי.

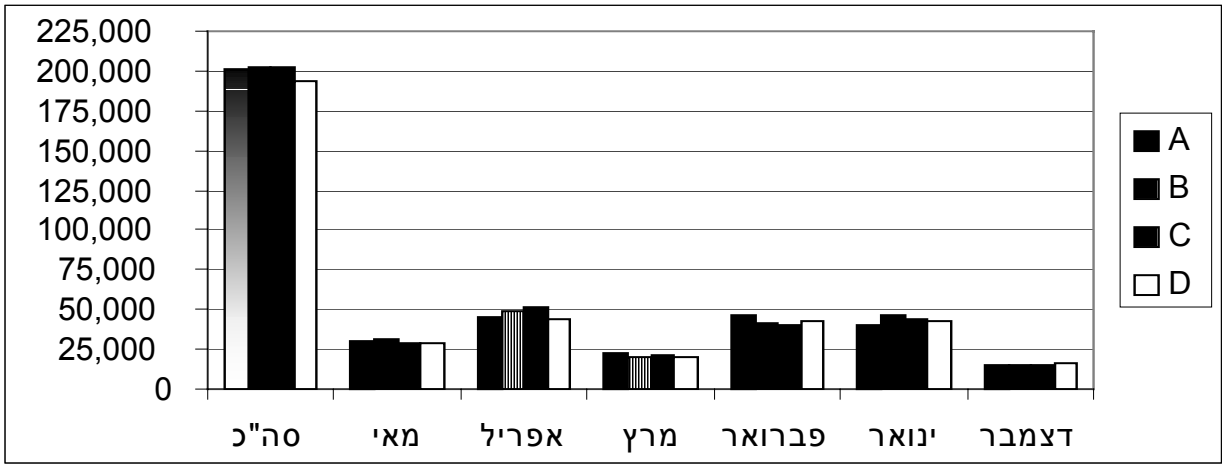


תרשים מס׳ 3: משקל פרי ממוצע, בגרמים, בטיפולים השונים, על פי חודשים ולסך תקופת הקטיף (20.5.02-16.12.01).



לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים, למעט חודש פברואר, במשקל הפרי הממוצע. גודל הפרי יורד בחדות בחודשים פברואר - מרץ, עולה מעט בחודש אפריל ויורד שוב בחודש מאי.

תרשים מס׳ 4: מספר הפרות בטיפולים על פי חודשים ולסה״כ תקופת הקטיף.

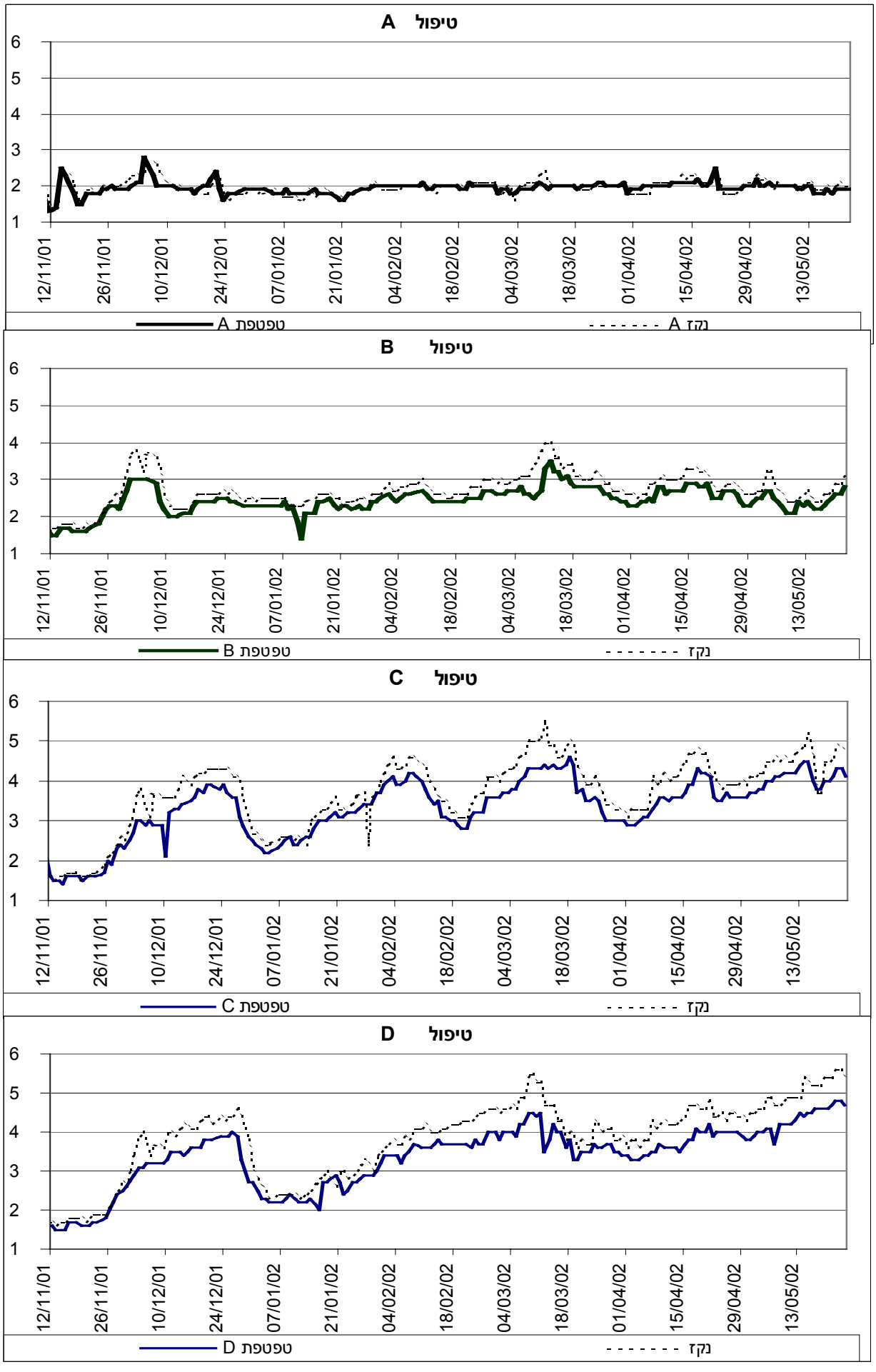


מספר הפרות הקטופים עולה מתחילת הקטיף, מתייצב במרכז החורף (פרות שחנטו בסתיו), יורד בחודש מרץ (תגובה לחנטה בקר) ועולה שוב עם ההתחממות באביב (המספרים במאי מיצגים חצי חודש). לא היו הבדלים מובהקים במספר הפרות בין הטיפולים.

איכות פרות

בבדיקות איכות שבוצעו בכל קטיף, לא התגלו הבדלים משמעותיים בין הטיפולים השונים. רמת הגלוקוז בפרי עלתה ככל שעלתה המוליכות החשמלית של תמיסת ההשקיה. רמת המוצקות של הפרות הייתה נמוכה, בכל הטיפולים.

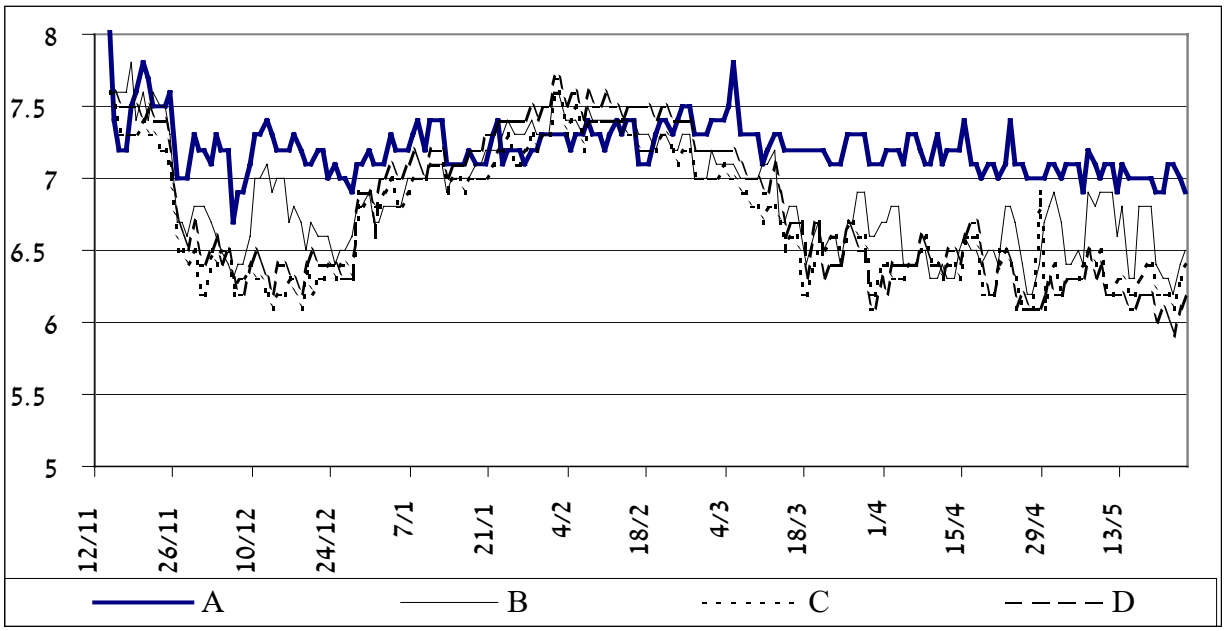
תרשימים 5-8 : תוצאות ניטור המוליכות החשמלית (dS/m), בטיפולים השונים.



מן התרשימים מעלה ניתן לראות כי המוליכות החשמלית בטיפול הביקורת (A), נעה סביב ה- 2.0 dS/m (ממוצע=1.98, סטיית התקן=0.2). המוליכות החשמלית של הטיפול עם ערך הסף להקזה של 2.5 dS/m (טיפול B), הייתה מרבית הזמן בטווח שהוגדר (ערך הסף פלוס/מינוס חצי יחידה) (ממוצע=2.71, סטיית התקן=0.46). בשני הטיפולים בעלי ערך הסף הגבוה, נאלצנו, בשל הצטברות של ברזל, להקיז את התמיסה המסוחררת, בסוף דצמבר ובאמצע מרץ, פעולה שהורידה בחדות את רמת המוליכות החשמלית. ניתן לומר כי במרבית תקופת הניסוי, היה הטיפול של רמת הסף 4.0 dS/m (טיפול C), בתחום שהוגדר לטיפול (ממוצע=3.69, סטיית התקן=0.91). הטיפול עם ערך הסף 6.0 dS/m (טיפול D), לא הגיע לרמת המוליכות שהוגדרה והיה דומה ברמת המוליכות החשמלית לטיפול של ה- 4.0 dS/m (ממוצע=3.84, סטיית התקן=0.99). בכל הטיפולים היה הפרש מזערי במוליכות החשמלית בין הטפטפת לנקז, בשל תדירות ההשקיה הגבוהה.

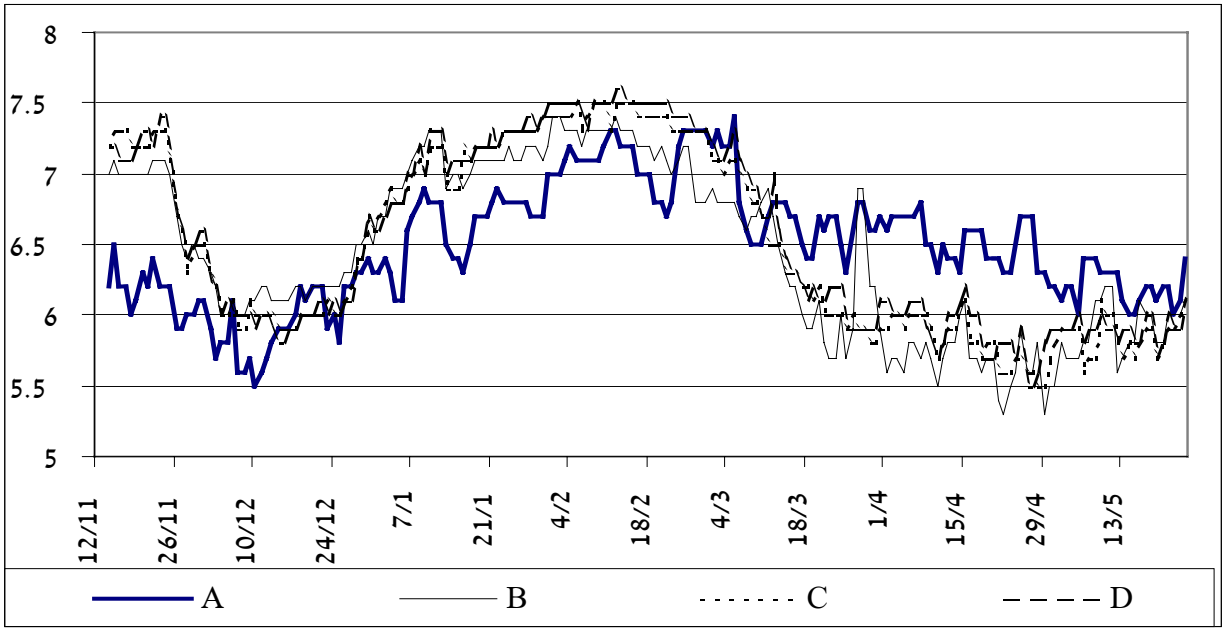
להלן נתוני הנטור היומי של ערכי ה- PH בטפטפת ובנקז בטיפולים השונים.

<u>תרשים מס' 9</u>: ערכי ה- PH במי הטפטפת בטיפולים השונים.



ניתן להבחין ברמת ה- PH במי הטפטפת של טיפול הביקורת (A), רמה שמשקפת את PH מי הרשת בתוספת הדשן (בכל הטיפולים לא הוחמצה תמיסת ההשקיה). בכל הטיפולים ה- PH יורד עם התפתחות מערכת השורשים בתחילת הגידול וכתגובה ל- 32% אמון בדשן, עולה עם ההתקררות הטמפרטורות בחורף עם הירידה בפעילות השורשים ותחרות על מוטמעים עם הפרות ויורד שוב עם הגדלת ריכוז האמון המוסף בדשן בתחילת מרץ (מעבר ל"גופר"). החל מתחילת אפריל ערכי ה- PH החמוצים משקפים את העלייה בפעילות מערכת השורשים עם העלייה בטמפרטורות.

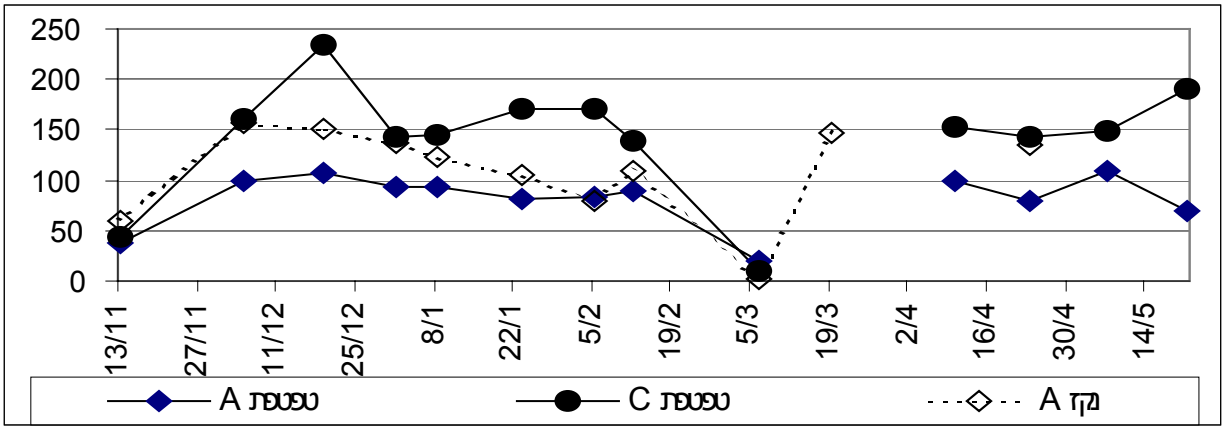
תרשים מס׳ 10: ערכי ה- PH במי הנקז בטיפולים השונים.



רמת ה- PH במי הנקז של טיפול הביקורת (A) נמוכה מרמתם בטפטפת בשל ריכוז האמון הגבוה, יחסית, אליו נחשפים שורשי הצמח בטיפול. בטיפולי המחזור רמת ה- PH במי הנקז, דומה לרמת מי הטפטפת בשל סחרור התמיסה בתדירות גבוהה. ההסבר לאופי הקווים, זהה להסבר שניתן ל- PH מי הטפטפת.

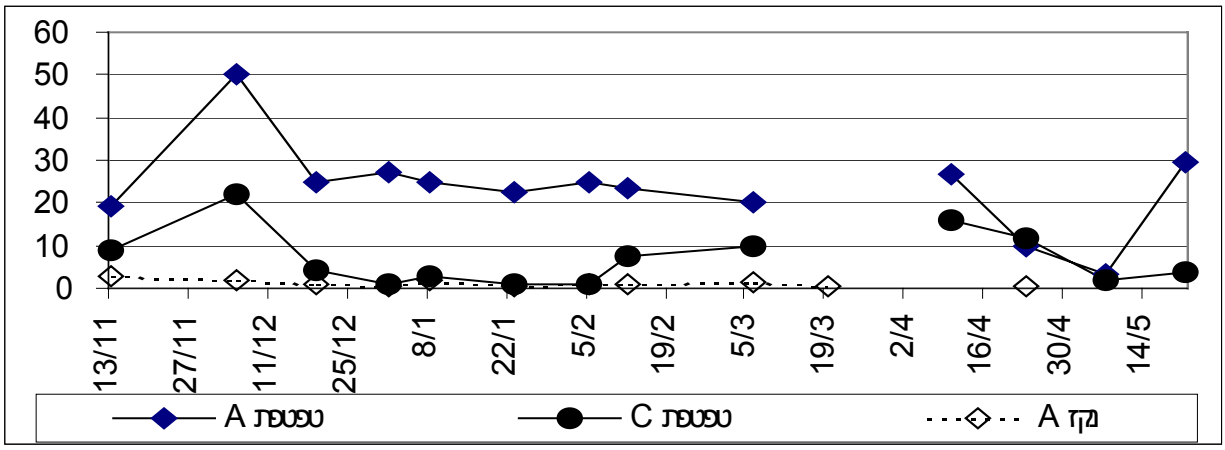
להלן הריכוזים בפועל (טפטפת ונקז) כפי שנוטרו בבדיקות המעבדה, של מספר יונים מרכזיים, להבנת התהליכים הכימיים במחזור, בארבעת הטיפולים. בתרשימים יוצגו ריכוזי הטפטפת והנקז בטיפול הפתוח (A) והריכוזים בטפטפת של טיפול המחזור בעל ערך הסף להקזה E.C 4.0 (C). בטיפולי המחזור היה הפרש מזערי בין הריכוז בטפטפת לריכוז בנקז בשל תדירות ההשקיה הגבוהה ולכן לא יוצגו הריכוזים בנקז.

תרשים מס׳ 11: ריכוז החנקן החנקתי (מ״ג/ל׳), בטפטפת ובנקז של טיפול A ובטפטפת של טיפול C.



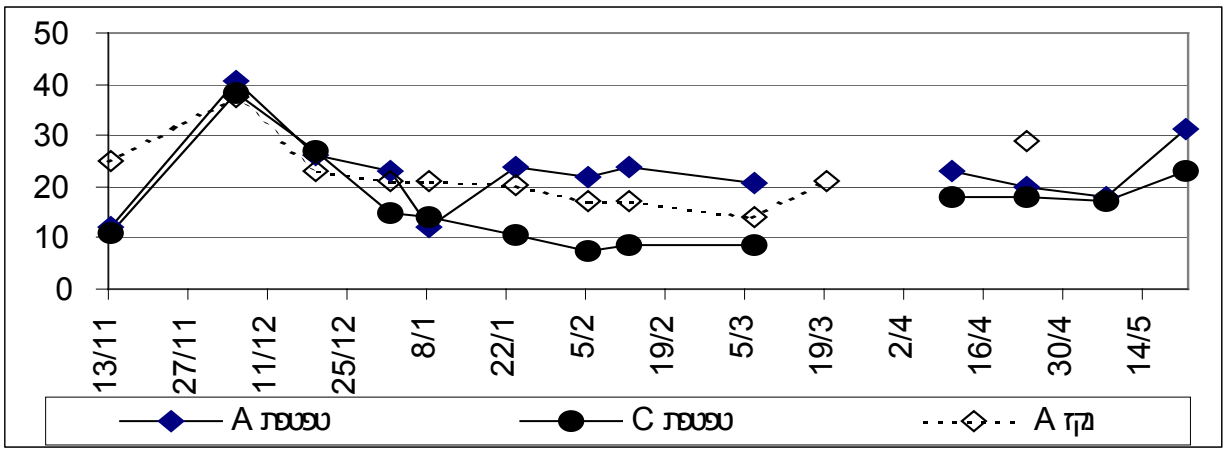
ריכוז החנקה בטיפול הביקורת היה יציב ברמות המקובלות בגידול עגבנייה (100 pp”m), לאורך מרבית תקופת הגידול. הריכוז בנקז היה גבוה מהריכוז בטפטפת בעיקר בשל תוספת החנקן האמוניאקלי בטפטפת שהופכת לחנקן חנקתי בנקז. בטיפול המחזור רוב רובו של החנקן הוא חנקן חנקתי ורמות החנקה גבוהות במעט מהמקובל.

תרשים מס' 12: ריכוז החנקן האמוניאקלי (מ"ג/ל'), בטפטפת ובנקז של טיפול A ובטפטפת של טיפול C.



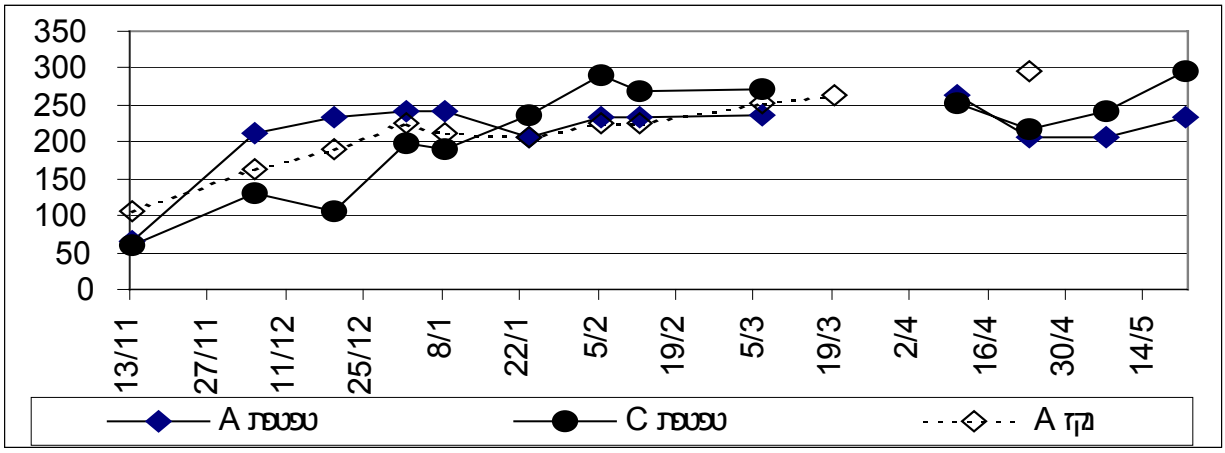
רמות החנקן האמוניאקלי במי הטפטפת של טיפול A, משקפות את ריכוזו בדשן. רמות האמון בנקז, בטיפול A ובטיפול C, נמוכות בשל תהליך הניטריפיקציה. מעט האמון בטפטפת של טיפול C מגיע מהשלמת הדשן לטיפול. ניתן להבחין בטיפול זה, במעבר לדשן עם ריכוז גבוה יחסית של אמון ("גופר"), בתחילת פברואר וזאת על מנת להתמודד עם עליית ה- PH. לאחר ירידת ה- PH בטיפולי המחזור, חזרנו לעבוד עם ריכוז אמון נמוך יותר בדשן המוסף ("שפר"), בסוף אפריל והדבר בא לידי ביטוי בתרשים. יש לציין כי יון האמון יכול גם להספח והכמות הספוחה לא נבדקה בניסוי זה.

תרשים מס' 13: ריכוז הזרחן המסיס (מ"ג/ל'), בטפטפת ובנקז של טיפול A ובטפטפת של טיפול C



למעט ריכוז גבוה של זרחן, בטיפול המחזור בנובמבר, נוצר איזון בין ריכוז הזרחן המוסף, לריכוז שסוחרר במחזור. גם בטיפול הביקורת, היה ריכוז הזרחן בנקז, בתחילת הגידול, גבוה מעט ובהמשך הגידול נוצר איזון בין הזרחן המוסף לזרחן בנקז.

תרשים 14: ריכוז האשלגן המסיס (מ״ג/ל׳), בטפטפת ובנקז של טיפול A ובטפטפת של טיפול C.



תוספת האשלגן בטיפול הביקורת, הייתה מאוזנת עם צריכת האשלגן וספיחתו למצע. בטיפול המחזור, היה ריכוז האשלגן בתמיסה, נמוך מידי עד לסוף נובמבר. לאחר תגבור האשלגן בתוספת הדשן, נשמרה רמת האשלגן בתמיסה המסוחררת, יציבה עד לסוף הניסוי.

טבלאות 3-7: רכוזי היסודות המצטברים (כלור, נתרן, סידן, מגניון, בורון), בנקז, בשלושה-ארבעה תאריכים מיצגים לאורך הניסוי, בארבעת הטיפולים. בחירת התאריכים נעשתה במרווחים דומים על פי זמינות הנתונים והם אינם זהים בכל היונים.

כלור (מ״ג\ל׳)				
תאריך/טיפול	**A**	**B**	**C**	**D**
19.12.01	252	335	930	937
5.2.02	260	391	845	706
19.3.02	216	433	749	554
23.4.02	219	325	561	667

רמות הכלור משקפות את מהלך המליחות. רמת הכלור בטיפול A גבוהה בכ- 20% מרמתם במי ההשקיה. רמות הכלור בטיפול B (E.C 2.5), משקפות יציבות יחסית של ההקזה. בטיפולים C ו- D, רמת הכלור הנמוכה בתאריך האחרון, נבעה מהקזת תמיסת המחזור, בשל רמות ברזל גבוהות. בשני טיפולים אלו, ההקזות היו גסות מידי וגרמו לתנודות גדולות במוליכות החשמלית. בטיפול D הייתה דליפה שלא אותרה ולכן ריכוז המלחים שבו, נמוך מריכוזם בטיפול C.

נתרן (מא״ק\ל׳)				
תאריך/טיפול	**A**	**B**	**C**	**D**
19.12.01	7.3	11.6	23.2	24.2
5.2.02	7.5	13.4	24.8	22.6
6.3.02	5.9	13.7	24	28
10.4.02	6.4	11.1	16	17.2
21.5.02	6.5	10.2	19.9	23.8

רמות הנתרן תואמות את רמות הכלור ומהלך ה- E.C.

סידן (מ״ג\ל׳)				
תאריך/טיפול	**A**	**B**	**C**	**D**
19.12.01	53	80	143	140
5.2.02	78	91	136	86
6.3.02	52	88	130	102
23.4.02	84	129	200	206

רמת הסידן בטיפול הביקורת, משקפת את ריכוזו במי הברז לאחר צריכת המים והיונים ע"י הצמחים. ריכוז הסידן בטיפולי המחזור, עולה עם המוליכות החשמלית.

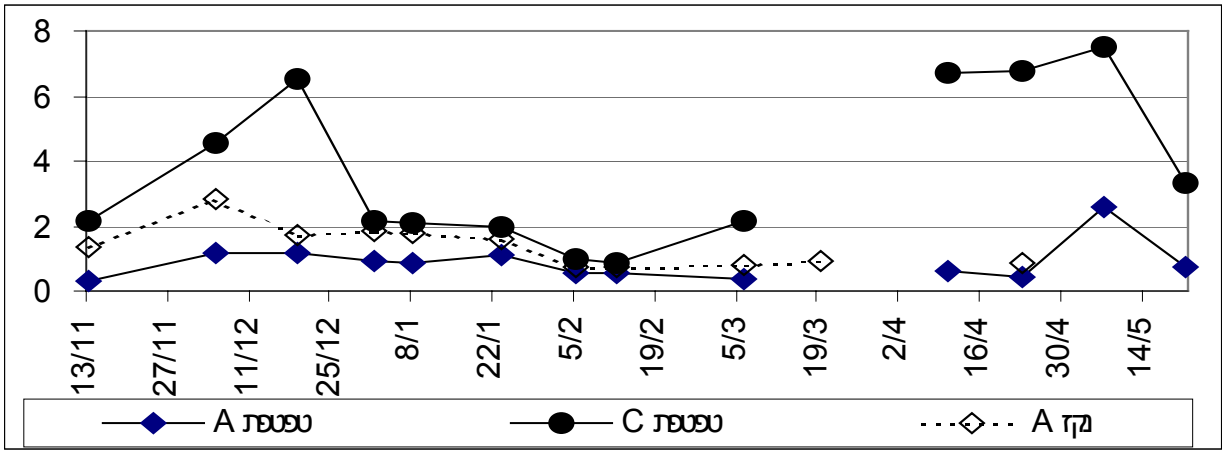
מגניון (מ"ג\ל')				
תאריך/טיפול	**A**	**B**	**C**	**D**
19.12.01	59	81	152	149
5.2.02	34	39	75	51
6.3.02	36	66	97	80
23.4.02	34	49	88	97

מגמת המגניון, דומה למגמת הסידן. להבדיל מהעלייה החדה ברמות הסידן בתאריך האחרון בטיפולים C ו- D, לאור הירידה ב- PH, היציבות ברמת המגניון בטיפולים אלה מצביעה על תלות נמוכה ב- PH.

בורון (מ"ג\ל')				
תאריך/טיפול	**A**	**B**	**C**	**D**
19.12.01	0.32	0.38	0.67	0.65
5.2.02	0.3	0.4	0.54	0.48
6.3.02	0.23	0.38	0.59	0.57
23.4.02	0.24	0.31	0.49	0.53

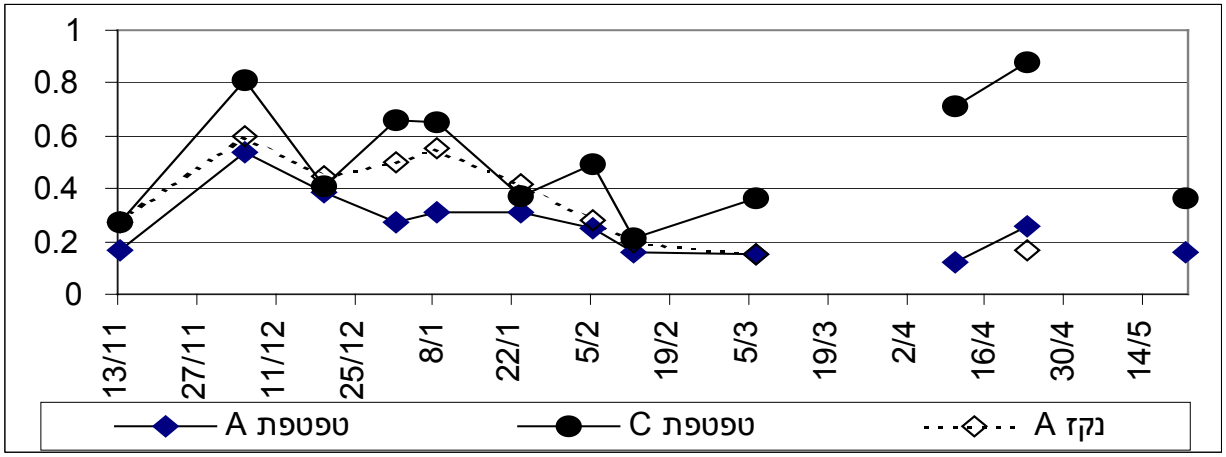
ריכוז הבורון עלה בהדרגה בתחילת הניסוי, כאשר ההקזות הרציפות בטיפולי המחזור ושתי ההקזות של כל התמיסה המסוחררת בטיפולים C ו- D, מנעו מהיון להצטבר לרמות רעילות. ריכוז הבורון בטיפול A משקפות את רמתו במי הברז לאחר צריכת הצמח.

<u>תרשים מס' 15</u>: ריכוז הברזל (מ"ג/ל'), בטפטפת ובנקז של טיפול A ובטפטפת של טיפול C.



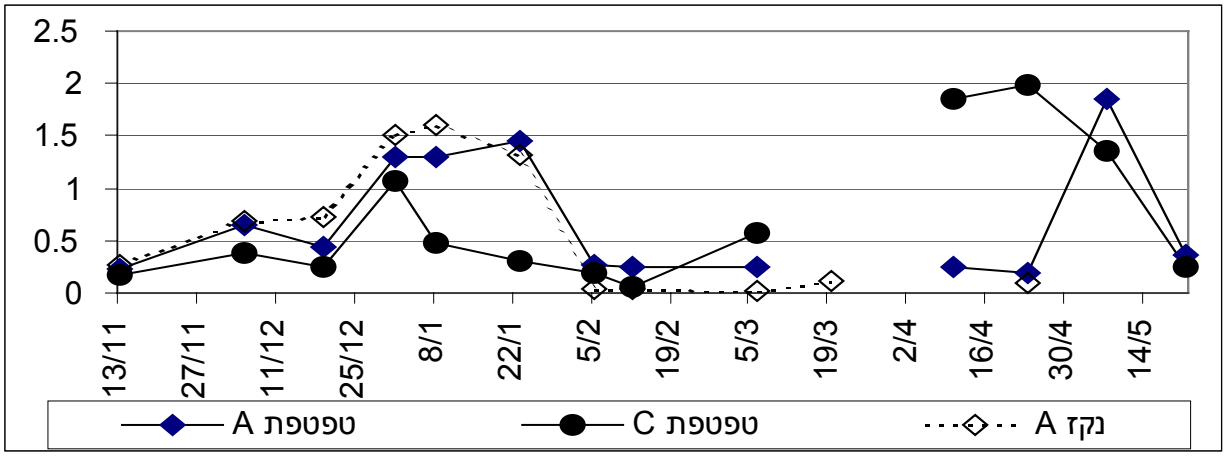
רמות הברזל בטיפול הביקורת (A), שומרות על הרמה המומלצת מרבית תקופת הניסוי. ברמת הברזל בטיפולי המחזור, חלה עלייה חדה ב- PH חומצי של תמיסת ההשקיה, שהגדיל את זמינות הברזל, עד לאמצע דצמבר. עליה זו חייבה את הקזת תמיסת ההשקיה הממוחזרת בטיפולים C ו- D, מחשש להרעלת ברזל. גם ההקזות הרציפות בטיפול B, לא מנעו את עלית הברזל לרמות גבוהות. כל זאת על רקע pp"m 300 ברזל מוסף כקורטין בליטר דשן. לאחר ההקזה, במהלך ינואר ופברואר, נשמרה רמת הברזל נמוכה יחסית, בטיפולי המחזור. זאת על רקע של PH בסיסי קל של תמיסת המחזור, כנראה בשל תהליכי שקיעה וספיחה. מתחילת מרץ, הולך ריכוז הברזל ועולה בטיפולי המחזור, במקביל לירידה ב- PH התמיסה. הקזה נוספת של תמיסות המחזור בטיפולים C ו- D, לא מנעה את התופעה. רק הפסקה של תוספת הברזל בדשן המוסף, גורמת לירידה בריכוז, בטיפולי המחזור, בסוף מאי.

תרשים מס' 16: ריכוז האבץ (מ"ג/ל'), בטפטפת ובנקז של טיפול A ובטפטפת של טיפול C.



ריכוז האבץ בטיפול הביקורת גבוה מהרמה המומלצת עד לתחילת ינואר. מאמצע פברואר ועד לסוף הניסוי, הרמה נמוכה מהמומלץ (0.3) וזאת על רקע 75 pp"m אבץ כקורטין בליטר דשן.
מגמת ריכוזי האבץ בטיפולי המחזור, תואמות את מגמות הברזל, התרכזות בחודשים דצמבר ינואר, ריכוז קרוב למומלץ מאמצע ינואר ועד לתחילת מרץ והתרכזות מאמצע מרץ שיורדת רק לאחר הפסקת מתן תוספת האבץ בדשן, בסוף מאי.

תרשים מס' 17: ריכוז המנגן (מ"ג/ל'), בטפטפת ובנקז של טיפול A ובטפטפת של טיפול C.



רמת המנגן בטיפול הביקורת, עולה מעל למומלץ (0.5-0.7), במהלך חודש ינואר ולאחר מכן נותרת סביב ה- 0.3 מ"ג\ל' (למעט חריגה אחת) עד לסוף הניסוי וזאת על רקע של 150 pp"m מנגן כקורטין בליטר דשן מוסף.
ברמת המנגן בטיפולי המחזור, חלה עלייה חדה, ב- PH חומצי של תמיסת ההשקיה, שהגדיל את זמינות המנגן, עד לאמצע דצמבר. רמת המנגן יורדת בחדות לאחר הקזת תמיסות המחזור בטיפולים C ו- D, וההקזות הרציפות בטיפול B. כל זאת, על רקע 150 pp"m מנגן מוסף כקורטין בליטר דשן עד לאמצע דצמבר. לאחר ההקזה יורדת רמת המנגן בטיפולי המחזור במהלך ינואר ופברואר וזאת על רקע של PH בסיסי קל של תמיסת המחזור, כנראה בשל תהליכי שקיעה וזאת למרות תוספת של כ- 420 pp"m מנגן כקורטין בליטר דשן מוסף. מתחילת מרץ, הולך ריכוז המנגן ועולה בטיפולי המחזור, במקביל לירידה ב- PH התמיסה. הקזה נוספת של תמיסות המחזור בטיפולים C ו- D, לא מנעה את התופעה. רמת השיא באמצע אפריל נגרמת על רקע של 366 pp"m מנגן כקורטין בליטר דשן מוסף. רק ירידה הדרגתית של תוספת המנגן בדשן המוסף, שהגיעה עד ל- 68 pp"m מנגן כקורטין לליטר דשן, גורמת לירידה בריכוז, בטיפולי המחזור, בסוף מאי.

רמות הנחושת נותרות יציבות יחסית בכל הטיפולים כאשר הריכוז הממוצע בטיפול הביקורת (A) עומד על 0.036 מ״ג\ל׳ בטפטפת ו- 0.073 בנקז. בטיפולי המחזור עומד ריכוז הנחושת הממוצע על 0.095 מ״ג\ל׳.

טבלה מס׳ 8: רמת יסודות הזנה בעלים דיאגנוסטיים שנדגמו ב- 3.7.02 (סוף הניסוי), בארבעת בטיפולים.

הטיפול/יסוד	**N** %	**P** %	**K** %	**Mg** %	**Ca** %	**Na** %
A	A 2.7	A 0.81	A 4.6	B 1.154	A 4.4	C 0.732
B	A 2.82	B 0.592	AB 3.64	A 1.472	A 4.38	A 2.18
C	A 2.66	B 0.594	AB 4.42	AB 1.346	A 4.5	B 1.38
D	A 2.74	B 0.546	B 3.38	A 1.58	A 4.88	AB 1.72

הטיפול/יסוד	**B** (מ״ג/ק״ג)	**Cl** %	**Fe** (מ״ג/ק״ג)	**Zi** (מ״ג/ק״ג)	**Mn** (מ״ג/ק״ג)	**Cu** (מ״ג/ק״ג)
A	A 86	B 1.82	A 438.4	A 25.4	A 428.2	B 6.18
B	A 79	A 2.8	A 367.6	A 24.6	A 451.2	B 6.42
C	A 73.2	A 2.86	A 485.4	A 27	A 404	A 7.8
D	A 79.2	A 3.18	A 324.4	A 25.2	A 362.4	B 5.8

ביסודות המאקרו, לא היה הבדל מובהק בריכוז החנקן והסידן בעלים. ריכוז הזרחן בטיפולי המחזור היה נמוך במובהק מטיפול הביקורת. מגמות הפוכות מתקיימות בין רמות האשלגן והמגניון (אשלגן גבוה, מגניון נמוך ולהפך). את ריכוז המגניון הנמוך בטיפול הביקורת ניתן לשייך לתחרות עם האמון. כמו כן רמות הנתרן והכלור בטיפולי המחזור, היו גבוהות במובהק מרמתן בטיפול הביקורת. לא היו הבדלים מובהקים בין הטיפולים ברמת הבורון.

ביסודות המיקרו לא היו הבדלים מובהקים בריכוז בעלים, למעט הנחושת בטיפול C.

צריכת מים

טבלה מס׳ 9: נתוני האוופו-טראנספירציה (E.T) (מ״ק/ד׳/יום), ממוצע חודשי בכל טיפול.

תקופה	A	B	C	D
12.11-30.11	3.01	2.54	2.33	2.70
דצמבר	2.46	2.70	2.84	3.44
ינואר	2.68	3.18	3.06	4.03
פברואר	2.71	3.92	4.47	3.73
מרץ	4.83	7.02	6.43	5.33
אפריל	4.83	5.21	5.15	5.87
1.5-24.5	4.47	4.68	5.76	7.23

מהטבלה נראה כי טיפולי הצמחים בטיפולי המחזור, צרכו יותר מים מהצמחים בטיפול הביקורת וזאת בהנחה כי למעט בטיפול D, לא היו דליפות מן המערכת.

טבלה מס' 10: אוופו-טראנספירציה ותשומות מים (מ"ק/דונם), לכל תקופת הגידול, בטיפולים השונים.

הטיפול	צריכת הגידול (מ"ק/ד')	צריכת הרשת (מ"ק/ד')	יחס הצריכה בין הטיפולים השונים לביקורת המסחרית
A	514	3,640	2.86
B	653	957	0.75
C	601	677	0.53
D	657	687	0.54
בקורת מסחרית		1,274	1.0

צריכת הצמחים מחושבת בטיפול הביקורת על פי שעון מי הטפטפת פחות שעון מי הנקז. טיפולי המחזור מחושבים על פי שעון מילוי מיכל טיפול המחזור פחות שעון ההקזה.

צריכת מי הרשת מחושבת באמצעות שעוני מילוי הרשת (ביקורת) או שעוני מילוי המחזורים. צריכת הביקורת המסחרית חושבה מתוך הנחה כי הצריכה הממוצעת של טיפולי המחזור, מהווה 50% ממנת ההשקיה (בלשון אחרת: על סמך 50% נקז).

טבלה מס' 11: תשומות של חנקן, זרחן ואשלגן, בק"ג/ד', במהלך הניסוי, בטיפולים השונים.

	תשומות (ק"ג/ד')			יחס התשומה בטיפולים לתשומה בביקורת המסחרית		
הטיפול	**חנקן**	**זרחן**	**אשלגן**	**חנקן**	**זרחן**	**אשלגן**
A	434	74	728	2.86	2.85	2.85
B	99	17	157	0.65	0.65	0.62
C	70	12	111	0.46	0.46	0.44
D	71	12.4	112.7	0.47	0.48	0.44
בקורת מסחרית	152	26	255	1.0	1.0	1.0

<u>ניטור חיידקים ופטריות</u>

בתאריך 10.6.02, נלקחו בדיקות נקז מטיפול הביקורת ומטיפולי המחזור B ו- D, לניטור חיידקים ופטריות.

טבלה מס' 12: תוצאות ניטור חיידקים ופטריות מתאריך 10.6.02.

	סה"כ חיידקים	פסאודומונס פלורסנטי	סה"כ פטריות	קסנטומונס	קלוויבקטר	פיתיום	ארווינייה
נקז A	$2*10^4$	$1*10^3$	$5*10^2$	$6*10^2$	0	-	-
נקז B	$8*10^4$	0	30	60	$7*10^2$	-	-
נקז C	$1*10^3$	0	10	$1*10^4$	$4*10^3$	-	+

פלוס = נמצא, מינוס = אינו בנמצא.
יש לשים לב במיוחד לרמת החיידק קלוויבקטר מיצ'יגננזיס, הגורם למחלת הכיב הבקטרי בעגבניות ולהבדל הברור בכמותו בין טיפול הביקורת לטיפולי המחזור.

<u>דיון ומסקנות</u>

1) הגדרת וביצוע הטיפולים: לאור תוצאות היבול (תרשימים 1-4), והמאפיינים הכימיים (תרשימים 5,6 וטבלאות 3-8), ההבדל בין טיפול B (E.C 2.5) לטיפול הביקורת היה מינורי ולא הביא לידי ביטוי

את היתרונות (חסכון במים ודשן = טבלאות 9,10) והחסרונות (הצטברות וחוסר איזון במלחים) הגלומים במחזור. מאידך טיפול D (E.C 6.0), לא הגיע לרמת המוליכות המוגדרת (תרשים 8), כנראה בשל דליפת מים שלא אותרה ולכן היה דומה לטיפול C (E.C 4.0). מבחינת התנאים שהשרה סחרור התמיסה, נמדדו שני טיפולים זה מול זה, הביקורת (A) וטיפול C. מניסוי זה נראה כי ההבדל בין שני הטיפולים הנ"ל לא היה קיצוני מספיק ולא פגע ביבול (תרשימים 1-4). סימן נוסף לכך שלא הגענו לערך מוליכות שפוגע ביבול (3,5) הוא שצריכת המים בטיפולי המחזור, הייתה גבוהה מהצריכה בטיפול הביקורת (טבלה 10). מן הראוי לשקול בניסוי ההמשך הפרשים גדולים יותר ברמות המוליכות החשמלית להקזה, וכן מהו טיפול הביקורת – תנאי הגידול במצע מנותק כפי שמגדלים החקלאים או כמות מים זהה כפי שהתבצע בניסוי זה.

2) כמות היבול הכללי, בניסוי זה הייתה מעט יותר גבוהה מהיבול המקובל בקרב מגדלי העגבניות בקרקע בתקופה מקבילה (6, נתוני מגדלים). מאידך, יחס הפרות בגודל XL, ליבול הכללי היה נמוך מהמקובל (תרשים 1). יש לציין כי לא נמדד מקטע הגודל L, המשווק גם הוא.

3) ירידת גודל הפרי החל מחודש פברואר (תרשים 3), מתוארת בספרות (3,4,7) אם כי לאור התנודות ב- PH (תרשימים 9,10) ותנאי ההזנה ששררו בניסוי (תרשימים 11-17), ניתן יהיה בשליטה טובה יותר, להגיע לפרי יותר גדול ולהגדיל את מספר הפרות במקטע XL.

4) בכדי להגיע ל- PH אופטימלי לגידול, יש לשלוט טוב יותר ביחס אמון:חנקה. קליטת אמון ע"י הצמח וניטריפיקציה, משחררת יון מימן לתמיסה ומורידה את ה- PH. מאחר ובתמיסה מסוחררת לא נותר אמון עקב תהליך הניטריפיקציה (תרשים 12), יש להשתמש בדשנים עתירי אמון להורדת ה- PH. מאידך, דשנים אלה מבוססים ברובם על גופרת אמון כך ששימוש בהם יכול לגרום לסתימת טפטפות עקב ראקציה בין הגופרה לסידן והמגניון שנמצאים בריכוזים גבוהים בתמיסה המסוחררת (טבלאות 5,6). בבדיקת מעבדה לחומר שבמבוכי הטפטפות, נתגלו בעיקר משקעי אלומו-סיליקטים, זרחן וחומר אורגני.

5) בתנאי מחזור יש לשמור על יציבות בתנאים הכימיים האופטימליים לגידול מאחר וכל שינוי קטן יכול לגרום לעודף או חוסר במספר יונים שונים. חוסר יציבות ב- PH יכול לגרום לשקיעה או זמינות יתרה של מיקרו אלמנטים (תרשימים 15-17) וזרחן, כפי שארע בניסוי.

6) בכדי לשלוט כראוי באופי וכמות יסודות ההזנה בתנאי מחזור, יש צורך לנטר בתדירות גבוהה את התנאים בתמיסה ולהימנע מדישון סכמטי בתמיסות דשן מסחריות. נראה כי דישון בתנאי מחזור, מחייב הרכבה עצמית של דשנים תוך יכולת להוסיף כל רכיב בנפרד, ביסודות המאקרו והמיקרו, עד כמה שניתן.

7) בתמיסה המסוחררת, מצטברים יונים כגון סידן, נתרן כלור ובורון (טבלאות 3-7), שללא הקזה נאותה יכולים לגרום לנזק ישיר (קליטה לצמח) או עקיף (השריית מחסורים ביסודות מזון) לצמחים. עודף או חוסר של יון מסוים, יכולים להוביל להקזה של כל תמיסת המחזור ולו רק בכדי ל"אפס" את הריכוזים בתמיסה (תרשימים 7,8,15,17 וכו').

8) "כלל האצבע" שנקבע בניסוי זה לגבי מנת ההשקיה על פיו משקים את הגידול במנה בודדת שלא קטנה משני מ"ק לדונם ובמנה יומית הגדולה פי חמש מהצריכה, הוביל לתדירות השקיה גבוהה מהמקובל (עד 16 פעמים ביום). התדירות הגבוהה מגדילה את יעילות הדישון של מספר יסודות הזנה ומאפשרת דישון בריכוזים נמוכים מהמומלץ (2). במנת מים גדולה להשקיה, מתקבלת הדחה טובה יותר של מלחים מהמצע, כפי שיעיד ההפרש הקטן בריכוז המלחים בין הטפטפת לנקז. יש לציין כי השקיה בתדירות גבוהה, מחייבת התאמות בציוד ההשקיה כגון טפטפות אל-נגר, מניעת נזילות ולו גם ה"זניחות" ביותר, גודל פלטים מהשעונים ועוד.

9) בניסוי זה, התקבל חסכון של 50% ויותר במים ודשן, ביחס לביקורת המשקית (טבלאות 10,11) וזאת מבלי לפגוע בכמות ובאיכות היבול הכללי. עבודה בתנאי מחזור מחייבת דיוק בהקמת המערכת, ניטור ובקרה בתדירות גבוהה ולעיתים יום יומית, הבנת תהליכים ותגובה מהירה. חוסר יציבות בתנאי ההשקיה וההזנה, יגרום במהירות לפגיעה בגידול.

10) בניסוי זה לא עברה תמיסת המחזור כל חיטוי. למרות זאת, במהלך הניסוי לא הובחנו פגיעות ונפילות צמחים כתוצאה מאילוח של תמיסת ההשקיה. עם זאת, בבדיקת המעבדה שבוצעה ב-10.6.02, נמצאו רמות גבוהות של החיידק קלוויבקטר מיצ'יגננסיס בטיפולי המחזור, ביחס לטיפול הביקורת. בדיקה זו מהווה נורית הזהרה לעוסקים במחזור ללא חיטוי. אל אף העלות המוספת של מערכת החיטוי, הסיכון הקיים באילוח מהיר של החלקה כולה ופוטנציאל הנזק, יקרים פי כמה.
11) ניסוי זה היה התמודדות ראשונית עם מחזור מים בעגבניות ובמהלכו התמודדנו עם הקמת המערכת, ניטור והבנת תהליכים. לעיתים נעשו טעויות בפענוח התהליכים ולעיתים זמן התגובה היה איטי מידי. עם זאת פוטנציאל החסכון במים ודשן, וזאת מבלי לפגוע ביבול, מצדיק ניסוי המשך ומהווה אגרו-טכניקה שתשתלם בעתיד למגדלים.

<u>מקורות:</u>

1) מתן, א. וחובריו. (2001) **מחזור מי נקז בתות שדה.** מו"פ דרום, סכום עונת 2000-2001, עמ' 235-243.
2) זילבר, א. וחובריו. (2001) **השפעת תדירות ההשקיה, ריכוז חנקן והיחס אמון:חנקה במי ההשקיה, על יבול פלפל בבשור.** מו"פ דרום, סכום עונת 2000-2001, עמ' 97-109.
3) פלאוט, צ. וחובריו. (1996) **תחלופה של יבול ואיכות בעגבניות חממה באמצעות ממשק השקיה במים שפירים ומליחים.** דו"ח מחקר מס' 307-0227, מנהל המחקר החקלאי.
4) יצחק, א. וחובריו. (1994) **ממשק השקיה ודישון בעגבניות F – 144 בבקעת בית-שאן 1993-1994.** משרד החקלאות, מחוז בית שאן.
5) וינר, צ. וחובריו. (1992) **תצפית בהמלחת עגבניות ליצוא – קדש ברנע.** עגבניות בבתי צמיחה, סיכום עונת 1991-1992.
6) בר-יוסף, ב. וחובריו (1992) **תגובת עגבניות חממה מהזנים 144 ו- 175 להשקיה ודישון באזור הבשור.** דו"ח מחקר מס' 301-170-92, מנהל המחקר החקלאי.
7) בר-יוסף, ב. שגיב, ב. אליה, א. (1980) **דישון והשקיית עגבניות חממה באזור הבשור**. פרסום מקדים מס' 775, מנהל המחקר החקלאי.

<u>תודות</u>
לכל העוסקים במלאכה בחוות הבשור, המקימים, המנטרים, המרססים, הקוטפים והשוקלים – בלעדיהם, כל זה לא היה.
למועצת הירקות, על הסיוע החריג במימון הניסוי.