

# תגובת ליזיאנטוס למיחזור מים בחממות באזור הבשור

חוקרים שותפים:

דוד שמואל, חנה יחזקאל, שבתאי כהן, ד"ר מנחם דינר ואלי מתן – מו"פ דרום  
משה ברונר וגיא רשף – שה"מ, לשה"ד נגב, משרד החקלאות.  
ד"ר בני בר-יוסף א. לבקוביץ-קרקע ומים, מנהל המחקר החקלאי.

## תקציר:

**הבעיה:** תגובת ליזיאנטוס למיחזור מים בחממות לא נחקרה לפי שעה בארץ. מטרת המחקר היו ללמוד תגובת ליזיאנטוס לערך הסף (מבוטא ב-EC) להדחת תמיסות ולאפיין השפעות של עליה ב-EC התמיסה המסוחרת על ייצור חומר יבש, דיות וקליטת יסודות מזון, נתון וכלור על ידי הצמחים.

**שיטות:** הניסוי נערך בחוות הבשור. השתילה (זן אקו שמפיין) היתה ב-6 באוקטובר 2001. נבחנו 4 טיפולים: 3 ערכי סף EC להדחת תמיסות (2.5, 3.5, 4.5 דצ"ס/מ') ובקורת (השקיה במערכת פתוחה). מצע הגידול היה טופ M 08.

**תוצאות:** טיפולי המיחזור לא השפיעו באופן מובהק על יבול ענפי הפריחה או על איכות הפרח. מס' הפרחים בתפרחת ואורך התפרחת היה דומה בכל הטיפולים. ההבדלים באורך ענף הושפעו בצורה מינורית עם יתרון קל לטיפול הבקרת ההבדלים שהתקבלו אינם משמעותיים מהבחינה המסחרית. משקל ענפי הפריחה של צמחי הבקרת היה רב יותר אך לעובדה זו משמעות שלילית מבחינה שיווקית. בטפולי המיחזור הושג חסכון של כ-50% במים ודשן. השפעת הטיפולים על ה-ET, סך ייצור חומר יבש, יעילות ניצול המים (ET חלקי ייצור חומר יבש) וריכוזי חנקן, זרחן ואשלגן בעלים היתה בלתי מובהקת.

## מבוא:

מיחזור תמיסות בחממות מציב בפני החקלאי שלוש בעיות תפעול עיקריות: א. הצטברות מלחים הגורמת לפחיתה בקצב קליטת המים ויסודות המזון (מאקרו ומיקרו) על ידי הצמחים. ב. הצטברות הפרשות שורש (פרוטונים, דו-פחמה וחומצות אורגניות) הגורמות לשינוי pH ואקטיביות יונים קשי תמס בתמיסה. ג. הצטברות פוטנציאלית של פתוגנים והפצתם בחממה. בעיות אלו והשפעתן על יבול ואיכות ענפי קטיף נלמדו בגפסנית (בר-יוסף וחובריו, 199, -200) וורדים (קרמר וחובי, 2001), אך לא בליזיאנטוס. תגובת ליזיאנטוס לרמת הדישון החנקני וסוג החנקן המוסף וכן התגובה לעודף דשן בתמיסה בהשוואה לעודף נתון כלורי במים נלמדו במשך שלוש שנים במערכות השקיה פתוחות בבית דגן (בר-יוסף וחובי, 1995, 1996, 1997). יבול הפרחים המירבי בגידול בפרלייט התקבל כאשר החנקן הוסף כאמון חנקתי בריכוז 3 מילימולר (6 מילימולר N) ואחריו חנקן אמוניקלי בריכוז 6 מילימולר N. חנקן חנקתי בריכוז 6 מילימולר נתן את היבול המזערי. טיפולי האמון והאמון החנקתי הורידו את pH התשטיף (במערכת השקיה פתוחה) מ-7.3 ל-6.2, בעוד שטיפולי החנקת לא שינו את pH התשטיף (בר-יוסף וחובי, 1995). עבודות קודמות הראו ש-pH 6.3-6.7 הוא מיטבי להתפתחות ליזיאנטוס (Harbaugh and Woltz, 1991) ושריכוזי הסיידן במים הנדרש לקבלת יבול מירבי באירופה הוא 4 מילימולר (Frett et al., 1988).

הגדלת ריכוזי החנקן החנקתי מ-1 ל-6 ול-12 מילימולר N הורידה את יבול הפרחים, אך הגדלת הריכוז מ-8 ל-18 מילימולר חנקן ביחס אמון: חנקת 1:3 הקדימה את הקטיף בלי לפגוע ביבול (בר-יוסף וחובי, 1996). אחוז הצמחים ששרדו לאחר הקטיף הראשון ירד עם עליית ריכוזי הדשן המורכב במים. העלאת היחס אמון: חנקת מ-1:3 ל-1:1 ול-1:3 העלתה את היבול, כנראה בגלל

ההשפעה על חומציות התמיסה (בר-יוסף וחובי, 1997). התוצאות מצביעות על כך שיש לדשן לזיאנטוס ביחס אמון: חנקה של 1:1 או 1:3 ולשמור בתמיסה ריכוז חנקן של 6 מילימולר N. ערך הסף של המוליכות החשמלית (הנתרמת בעיקר על ידי נתרן כלורי) שמעליו התקבלה ירידה ביבול ענפי הפריחה בגל הפריחה הראשון היה 2.2 דצ"ס/מ' אולם בריכוז חנקן גבוה יותר (250 בהשוואה ל- 100 מ"ג N/ל' הירידה ביבול החלה ב- 3.1 דצ"ס/מ' (בר-יוסף וחובי, 1996). נתון זה הווה את הבסיס לתכנון ערכי הסף בניסוי, ותוצאות התגובה לחנקן שמשו לתכנון ריכוזי המטרה בתמיסות המסוחררות.

מטרת העבודה הנוכחית הייתה ללמוד תגובת יבול ענפי פריחה בליזאנטוס ואיכותם לערך הסף (מבוטא ב-EC) להדחת תמיסות מסוחררות ולאפיין השפעות של ערכים עולים של EC בתמיסה על ייצור חומר יבש, דיות וקליטת יסודות מזון, נתרן וכלור על ידי הצמחים.

## חומרים ושיטות:

שתילים מזן אקו שמפיין נשתלו ב- 6 באוקטובר 2001 במצע פרלייט 2 בצפיפות של 60 צמחים למ' רץ ערוגה. ממדי החלקות היו 5 מ' אורך ו- 0.5 מ' רוחב. עומד הצמחים היה 40.000 לדונם חממה. מיכלי הגידול (פוליפרופילן) היו ברוחב 0.5 מ' וגובה 0.2 מ', מחוררים לאורך דפנותיהם. הם הוצבו על הקרקע בשיפוע של 1% בכיוון הזרימה. תמיסות הנקז של כל החזרות אוחדו והוזרמו בגרביטציה ל"מיכל נקז" בנפח 100 ל'. המערך הניסיוני היה בלוקים באקראי ב- 4 חזרות. החממה היתה בעלת וילונות צד מתקפלים וחוממה לטמפרטורת לילה של 18 מ"צ (לפרט).

ההשקיה נעשתה בשתי שלוחות טפטוף למארו שהמרחק ביניהן היה 30 ס"מ. המרחק בין הטפטפות לאורך השלוחה (1.6 ל/ש') היה 15 ס"מ. כל טפול כלל 2.2 מ<sup>3</sup> פרלייט, 1200 צמחים, 293 טפטפות ומיכל תפעול בנפח 450 ל'. נפח המים לטפול (מיכל תפעול מלא ועוד נפח המים במצע לפני ההשקיה הראשונה בבוקר) היה כ- 1500 ל'. שעור ההשקיה היומי היה  $ET \cdot 5 = ET$  אבפורנספירציה נמדדת, מ<sup>3</sup> לד' חממה) ומנת המים לפעימה (השקיה בודדת) היתה 2 מ<sup>3</sup> /ד' חממה. מנה זאת הבטיחה שטיפה יעילה של המצע ומניעת הוצרות כסי מלח. הזמן שנדרש להשקיה בודדת היה 10 דקות. תדירות ההשקיה היתה שווה למנת המים היומית חלקי מנת המים לפעימה. ריכוזי המטרה של החנקן, הזרחן והאשלגן בתמיסות המסוחררות (זהים בכל הטיפולים) היו 100 ח"מ N (70% חנקתי ו- 30% אמוניקלי), 30 ח"מ P ו- 140 ח"מ K. ריכוזי המטרה של הברזל, האבץ, המנגן והנחושת היו 1, 0.25, 0.5, 0.125 ח"מ, בהתאמה, מוספים כקורטיין (EDTA). סטיות מריכוזי המטרה במהלך הניסוי יצוינו בטקסט. מדי יום בשעה 6.00 (לפני ההשקיה הראשונה, כאשר נפח המים במיכל הנקז היה קרוב ל- 0), הושלם נפח המים במיכל התפעול. ההשלמה היתה שווה לגרעון ה- ET ועוד נפח ההדחה ביום הקודם. ההשלמה נעשתה ב"תמיסת מילוי" שהכילה את כל יסודות המזון בריכוז שהבטיח שמירה על ריכוז המטרה בתמיסה המסוחררת. הריכוז הנדרש בתמיסת המילוי חושב אחת לשבוע על בסיס ריכוז יסודות המזון במי הטפטפת ובנקז, שנבדקו במעבדה בבית דגן. בגלל נפח ההדחה הנמוך בהשוואה לנפח הכללי והניטרפיקציה המהירה, ריכוזי האמון בתמיסה המסוחררת ירד במהירות (ראה "תוצאות ודיון") ולכן היחס אמון: חנקה בתמיסת המילוי היה חייב להיות גבוה בהרבה מהיחס בתמיסת המטרה.

הדחת תמיסה נעשתה כאשר ה- EC במי הטפטפת הגיעה לערך הסף (טבלה 1) ועוד "סטיה מותרת" של 0.3 דצ"ס/מ'. בפועל סולקו מי נקז בשעות החמות של היום, כאשר ריכוזי המלחים בהם היה מרבי. נפח ההקזה חושב כך שה- EC במי הטפטפת לאחר החזר המים היה שווה לערך הסף פחות "הסטיה המותרת". התמיסות המסוחררות נדגמו ביציאה מהטפטפות וביציאה ממיכל הנקז בחלקות עם ובלי צמחים. האחרונות (1 מ' לטיפול) שמשו לאמון התאידות פוטנציאלית ומינרליזציה גרומת מינרליזציה בלבד. בכל המקרים התמיסות נאספו במשך 24 ש' בכלים אטומים. ה- EC וה- pH נבדקו מדי יום; בדיקות כימיות מקיפות בוצעו, כאמור, אחת לשבוע. מנות ההשקיה, נפחי הנקז, נפחי התמיסות המודחות ונפחי תמיסות המילוי נמדדו באופן רציף בעזרת מדי מים. סחרור התמיסות החל 30 יום לאחר השתילה.

דיגום עלים דאגנוסטיים נעשה בתאריך 8/1/02; לקראת סיום הניסוי נדגמו צמחים שלמים ונקבעו בהם המשקל הטרי והיבש בעלים, בגבעולים ובפירות. מידגמים מהחומר היבש עוכלו בחומצה גפרתנית לבדיקת חנקן וזרחן (אוטואנלייזר), בורון (ICP) ואשלגן ונתרן (פוטומטר להבה). עכול בחומצה חנקתית נעשה לצורך בדיקת סידן, מגניון ויסודות קורט (בליעה אטומית). כלור נבדק במיצוי מימי בכלורידומטר. במהלך הניסוי התקבלו 2 גלי פריחה: הגל הראשון נקטף מה- 17/2/02 עד ה- 25/3/02 והגל השני נקטף מה- 26/5/02 עד ה- 30/6/02. המדדים שנבדקו היו: מספר ומשקל הפרחים בחלקת הקטיף (3 מ"ר). כמו כן נדגמו 30 פרחים לחלקה בהם אופיינו אורך הפרח, משקל הפרח, אורך התפרחת ומספר הפקעים בתפרחת.

הניסוי, שטיפולו מסוכמים בטבלה 1, הסתיים בסוף יוני לאחר קטיף הגל השני. תנאי האקלים בחוות הבשור במשך תקופת הניסוי מתוארים באיור א.

## תוצאות ודין:

### אפיון התמיסות המסוחררות

מ- 6/11/01 (התחלת המיחזור) ועד 4 לינואר, מועד הגעת ה- EC לערך הסף של טפול 2 (2.5 דצ"ס/מ') לא היה צורך בהדחת תמיסות (איור 1). התמיסות בטיפולים 3 ו-4 סוחררו עוד 22 ו-30 יום עד שהגיעו לערכי הסף שלהם (3.5 ו-4.5 דצ"ס/מ', בהתאמה). סמוך למועד זה (אמצע פברואר) התחיל קטיף הגל הראשון וכדי להמנע מעקת מלח בצמחים הקטומים הורדנו באופן הדרגתי את ה- EC בכל הטיפולים (על ידי הדחות תמיסה) לכ- 2.5 דצ"ס/מ'. לקראת סיום הקטיף הראשון (25 למרץ) אפשרנו ל- EC לעלות שוב עד לרמת הסף של הטיפולים השונים. עם תחילת קטיף הגל השני (24 ליוני) התחלנו להוריד שנית את ה- EC, אך עד לסיום הקטיף (30 ליוני) לא בוצעו מדידות כימיות בתמיסות. בטיפול 4 ארעו שתי הדחות תמיסה בלתי מתוכננות ומכאן התנודות בערכי ה- EC בתחילת פברי וסוף אפריל (איור 1).

ההבדלים ב- pH מי הטפטפת בין הטיפולים (איור 2) היו קטנים, במיוחד מאמצע פברואר ואילך, ונבעו משונות בריכוזי החנקן והאמון בתמיסות (איור 3). ה- pH בנקז היה נמוך בכחצי יחידה מזה שבמי הטפטפת בגלל ניטרופיקציה וקליטת אמון על ידי הצמחים. בטפול הבקורת (ללא מיחזור) pH מי הטפטפת היה גבוה במקצת מאשר בטפולי המיחזור (איור 2), אולם בגלל ריכוז אמון גבוה יותר בתמיסה (איור 3) ההפרש ב- pH היה גדול יותר מאשר בתמיסות המסוחררות.

pH מי הנקז היה גבוה יותר ככל שערך הסף עלה, כתוצאה מהפחתה במספר הדחות התמיסה. לכל טיפול בניסוי היתה גם חלקה מוקטנת ללא צמחים ("ליזימטר") שניזונה מאותה תמיסה השקיה (מי טפטפת). הליזימטרים שמשו לשתי מטרות עיקריות: א. הערכת תרומת הניטרופיקציה נטו ל- pH והשוואתה לתרומה המשולבת הפרשות שורש + ניטרופיקציה (חלקות עם צמחים) (ראה נספח 1). ב. אומדן ההתאידות הפוטנציאלית היומית (Et) מפני המצע (ללא צמחים) (משוואה [1]). האומדן מבוסס על מדידת ריכוז הכלורידים בכניסה (טפטפת,  $Cl_{in}$ ) וביציאה מהליזימטר ( $Cl_{out}$ ) (בתמיסה שנאספה במשך 24 ש') וידיעת נפח התמיסה הנכנס ( $V_{in}$ ):

$$[1] \quad V_{in} Cl_{in} = V_{out} Cl_{out} + \theta \Delta Cl_{subt}$$

$\theta$  מסמן את תכולת המים במ<sup>2</sup> מצע (בעומק נתון) ו-  $\Delta Cl_{subt}$  את העליה בריכוז הכלוריד בתמיסת המצע במשך היום. עבור  $\theta$  קבוע והתנאי  $Et = V_{in} - V_{out}$  מקבלים:  $Et = V_{in} [1 - Cl_{in}/Cl_{out}] + \theta \Delta Cl_{subt}/Cl_{out}$ . מכיון שהאבר הימני זניח בהשוואה לזה שלפניו, ובתנאי הניסוי הנוכחי  $V_{in} = 5 ET$  (אבפורנספירציה נמדדת בחלקות עם צמחים) מתקבל:

$$[2] \quad Et = 5 ET (1 - Cl_{in}/Cl_{out})$$

בטיפול הבקורת (ללא מיחזור) ה- pH בנקז הליזימטר היה נמוך בכל התאריכים מזה שבתמיסת ההשקיה וגבוה מה- pH שבנקז חלקות עם צמחים. במצב זה הן הניטרופיקציה והן הפרשות השורש תרמו להורדת ה- pH בנקז. לעומת זאת בכל טיפולי המיחזור ה- pH עד תאריך 6 למאי היה גבוה יותר בנקז ליזימטר מאשר בתמיסת הטפטפת ורק בהמשך התהפכה המגמה. העליה ב- pH נעה בין 0.1 ל- 1.3 יחידות ופשרה (בהעדר צמחים) עדיין אינו ברור. ה- pH בנקז חלקות עם צמחים היה נמוך בכל הטיפולים וכל התאריכים מה- pH בנקז הליזימטרים, אך נדרשה התפתחות הצמחים (עליה בפעילות השורשים ובתצרוכת המים והחנקן) על מנת להוריד את ה- pH מתחת לזה של מי הטפטפת (ראה נספח 1).

חישובי ה- Et ([2]) לימדו ששעור ההתאידות הפוטנציאלית הממוצעת מפני מצע חשוף בחממה בתקופה שה- ET בחממה היה 4 מ"מ/יום נע בין 0.6 ל- 0.8 מ"מ/יום, תלוי בתנאי האקלים. ריכוזי הזרחן והאשלגן בתמיסות היו נמוכים מריכוזי המטרה שלהם, בפרט בארבעת החודשים הראשונים לגידול (טבלה 2). הסטיות נעו בין 10 ל- 50% ונבעו מליקויי בקרה וקשיים בתיקון הריכוזים. כל זמן שריכוז P במי הטפטפת היה נמוך מ- 25-30 מ"ג/ל', ריכוזו במי הנקז ירד למרות שה- pH בנקז היה נמוך יותר. באשלגן חלה התרכזות בנקז כאשר ריכוזו במי הטפטפת עלה על 120-130 מ"ג/ל' (טבלה 2). היונים שהצטברו במערכת עם הזמן היו נתרן, כלוריד, סידן ומגנזיום (טבלה 2), שמקורם במים, ולכן כדאי להמנע מלהוסיפם בדשן.

## יבול

הטיפולים שנבחנו לא השפיעו באופן מובהק על יבול ענפי הפריחה בשני הקטיפים (טבלה 3), או על מספר ואורך התפרחות. טיפולי המיחזור לא נבדלו זה מזה באופן מובהק במשקל ענף פורח או אורכו, אך המשקל (בשני הקטיפים) והאורך (בקטיפ השני) היו נמוכים באופן מובהק ( $P < 0.05$ ) בהשוואה לטיפול הבקורת (טבלה 3). המשקל לס"מ אורך ענף פריחה היה גדול יותר בטיפול הבקורת (1.14 ו-1.39 ג"ר חומר טרי/ס"מ בקטיפים 1 ו-2, בהתאמה) מאשר בטיפולי המיחזור, שלא נבדלו זה מזה באופן מובהק (ממוצעי טיפולים 0.81 ו-1.20 ג"ר/ס"מ, בהתאמה).

אחת הסיבות העיקריות לירידה במספר ענפי הפריחה בגל השני היא תמותת צמחים לאחר הקטיפ הראשון. התקבלה מגמה לפיה אחוז הצמחים ששרדו לאחר הקטיפ הראשון עלה עם עלית ערך הסף להדחת תמיסות (מ-69% בטיפול הבקורת ועד 81% בטיפול 4, טבלה 4). תוצאה זו דורשת אימות בהמשך המחקר.

משקל צמח ממוצע טרי בגל הפריחה השני היה מרבי בטיפול הבקורת (283 ג"ר) ומזערי בטיפול 4 (157 ג"ר) (טבלה 5). חלוקת המשקל במשקל ענף פריחה ממוצע בקטיפ השני (טבלה 3) מראה שמספר ענפי הקטיפ לצמח היה  $0.3 + 2.1$ , ללא הבדל משמעותי בין הטיפולים.

## ריכוז יסודות בצמח

ריכוזי Na, P, N בעלים ובגבעולים ביום 24 לפבר' הושפעו באופן מובהק על ידי הטיפולים (טבלה 6). המעבר ממערכת השקיה פתוחה למיחזור הוריד את ריכוזי N ו-P והעלה את ריכוזי Na, אך בשלב זה בגידול השפעת ערך הסף על הריכוזים היתה בלתי מובהקת. ריכוז הכלור בגבעולים עלה באופן מובהק עם עלית ערך הסף. ריכוזי היסודות בתפרחת לא הושפעו על ידי הטיפולים זולת אבץ, שריכוזו בתפרחת בטיפול 1 היה גבוה באופן מובהק בהשוואה לטיפולים האחרים. בשיא גל הפריחה השני (5 ליוני) ריכוזי החנקן, הזרחן, האשלגן והמנגן בעלים ירדו, וריכוז הנתרן עלה באופן מובהק ( $P = 0.05$ ) עם עלית ערך הסף. השפעת הטיפולים על הריכוזים בגבעולים ובתפרחות באה לידי ביטוי מובהק רק בזרחן, נתרן, מנגן ואבץ (האחרון בתפרחת בלבד) (טבלה 7).

## ייצור חומר יבש וקליטה

המשקל היבש של הצמחים בתחילת חודש יוני ירד באופן מובהק עם עלית ערך הסף (טבלה 5). ההשפעה העיקרית היתה על העלים. הקליטה המצטברת של N, P, K על ידי הצמחים באותו זמן ירדה גם היא באופן מובהק ונעה בין 890 ל-470 מ"ג N לצמח, 120 – 34 מ"ג P, ו-840 – 400 מ"ג K לצמח. בשאר היסודות הקליטה המצטברת לא הושפעה על ידי הטיפולים (טבלה 8).

## אבפוטרונספירציה

ערכי האבפוטרונספירציה (ET) היומיים עלו באופן הדרגתי עם הזמן כתוצאה מהתפתחות הצמח, התארכות היום ועלית הטמפרטורות (איור 4). הטיפולים לא השפיעו באופן משמעותי על ה-ET היומית או על ה-ET המצטברת. מדידות ה-ET התאפנו בתנודות גדולות שנבעו מקושי טכני במדידת נפח מי הנקז ולכן הרזולוציה בבדיקת ה-ET היתה נמוכה. ה-ET המצטברת (ממוצע כל הטיפולים) עמדה על 610 מ"מ לעונה. סך ייצור החומר היבש הכללי (שני הגלים) בטיפולים 1 עד 4 היה 2.83, 2.27, 2.14 ו-2.18 ק"ג/מ<sup>2</sup>, בהתאמה. יעילות ייצור החומר היבש הממוצעת (ET חלקי חומר יבש) היתה איפה 260 ל"ק"ג.

כמויות המים שהוספו מהרשת בטפול הבקרת עמדו על 2600 קוב ובטפולי ערכי הסף 2.5, 3.5 ו-4.5, 540, 420 קוב לדונם בהתאמה.

משטר ההשקיה במערכת הפתוחה היה כאמור זהה למשטר ההשקיה במערכות המסוחררות ועמד על 5 פעמים האופוטרונספירציה היומית, ברור שמשטר זה הנו בזבזני ואינו מייצג את הממשק החקלאי. כדי להעריך את פוטנציאל החסכון של מערכת המיחזור ניתן להתבסס על ערכי הוופוטרונספירציה שנמדדו, ערך זה עומד על כ-660 קוב, בהנחה שגדול במצע מנותק מחייב השקיה ב-50% נקז על מנת לקבל שטיפה נאותה של המלחים, הרי שבמערכת מסחרית פתוחה היה צורך להשקות כ-1000 קוב לדונם. ומתוך כך עולה שהחסכון במים בטפולי המיחזור הסתכם בכ-50 אחוז. בגלל מגבלות הנסוי אין באפשרותנו להציג מאזן דשן מדויק יחד עם זאת ניתן

להעריך לאור התוצאות שהחסכון המינימלי בדשן עמד על כ-50% ולהערכתנו אף יותר שכן בשל תדירות ההשקיה הגבוהה המקובלת במערכות מחזור ניתן להפחית באופן משמעותי את רכוזי הדשן בתמיסה המשקה ובכך להגיע לחסכון של כ-70% בדשן.  
מיקרופלורה

הריכוז של מספר חיידקים ופטריות הידועים כמחוללי מחלות שורש בליזיאנטוס נבדק בתמיסות המסוחרות בסיום הניסוי. לא נמצאו הבדלים משמעותיים בריכוז בין הטיפולים ובשום מקרה לא התקבל ריכוז פתוגנים המהווה סכנה לגידול (טבלה 9).

### מסקנות:

בניסוי זה היה יתרון משמעותי לטיפול בו ערך הסף להדחת תמיסות היה מרבי. היבול האיכותי לא נפגע, הושג חסכון של כ-50% במים ודשן ושעור הדחת התמיסה לסביבה שאף לאפס.

### ספרות:

ב. בר-יוסף, א. לבקוביץ, ט. מרקוביץ. 1998.  
ב. בר-יוסף, א. לבקוביץ, ט. מרקוביץ. 2000.

Bar-Yosef B., Markovich T., Levkovich I. 2000.

טבלה מס' 1: הטיפולים בניסוי מיחזור תמיסות בליזיאנטוס (2002).

טיפול	ערך סף <sup>1</sup> להדחת תמיסות (ד"צ/ס/מ) EC
A	ביקורת <sup>2</sup> (2.0)
B	2.5
C	3.5
D	4.5

<sup>1</sup> ערך הסף מתייחס למוליכות במי הטפטפת. ה- EC

במי הנקז היה גבוה ב- 0.2 עד 0.5 ד"צ/ס/מ מה- EC במי הטפטפת.

<sup>2</sup> טיפול הביקורת היה ללא מיחזור. הרכב תמיסת ההשקיה היה זהה להרכב תמיסת המטרה.

ריכוזי המטרה של K P N בתמיסה היו 100, 30, 140 ח"מ בהתאמה

ריכוזי Fe, Zn, Mn היו 0.5, 0.25, 1 ח"מ בהתאמה

**טבלה 2.** ההרכב הכימי של מי הטפטפת והנקז ביום 1 ינואר 2002 (לפני התחלת המיחזור), 5 מרץ (קטיף גל I) ו- 4 יוני (קטיף גל II). טיפול 1 = מערכת השקיה פתוחה.

טפול	E.C	pH	N-NH4	N-NO3	P	K	Na	Cl	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn
1 ינואר 2002													
1 טפטפת	1.90	7.40	33	82	32	135	134	197	63	30	1.1	0.43	0.58
2 טפטפת	2.20	7.20	6	95	14	105	247	419	99	48	1.2	0.35	0.41
3 טפטפת	2.20	7.20	6	116	14	109	235	404	91	45	1.0	0.36	0.42
4 טפטפת	2.30	7.10	7	101	15	100	235	423	92	50	1.2	0.32	0.46
1 נקז	1.90	6.80	0.3	106	27	122	155	225	76	40	1.2	0.43	0.32
2 נקז	2.40	7.10	0.1	97	9	84	259	467	98	56	1.1	0.31	0.06
3 נקז	2.40	7.00	0.3	119	9	92	259	441	101	57	1.0	0.26	0.09
4 נקז	2.40	7.20	0.1	101	10	88	272	469	101	57	1.2	0.32	0.09
5 מרץ 2002													
1 טפטפת	1.70	7.50	25	76	25	109	331	185	62	32	1.7	0.30	0.32
2 טפטפת	2.10	7.50	5	113	18	122	436	365	78	48	0.8	0.16	0.51
3 טפטפת	2.40	7.50	4	117	16	122	468	416	87	54	0.7	0.22	0.39
4 טפטפת	3.00	7.30	3	152	13	140	569	566	100	68	0.8	0.17	0.33
1 נקז	1.80	6.60	0.1	105	26	118	395	207	69	32	1.7	0.30	0.32
2 נקז	2.40	7.10	0.1	125	16	131	452	426	81	49	0.8	0.12	0.02
3 נקז	2.70	7.30	0.1	132	14	131	484	485	92	58	0.8	0.13	0.01
4 נקז	3.40	7.30	0.1	126	11	154	586	653	110	76	0.8	0.14	0.01
4 יוני 2002													
1 טפטפת	1.80	7.10	46	73	27	116	92	300	54	29	0.9	0.29	0.45
2 טפטפת	2.50	7.30	12	167	35	183	245	467	106	59	1.5	0.37	1.07
3 טפטפת	2.90	6.80	22	196	34	200	295	577	117	74	1.2	0.34	0.80
4 טפטפת	4.00	6.50	5	261	28	218	442	808	145	100	1.0	0.26	0.65
1 נקז	1.90	4.40	18	117	19	133	165	331	64	34	1.3	0.32	1.1
2 נקז	2.60	5.7	3	178	33	183	261	484	111	62	1.7	0.34	1.6
3 נקז	3.00	6.40	0.1	200	25	175	330	599	120	76	0.6	0.15	0.26
4 נקז	3.90	6.40	0.6	264	24	218	442	791	149	105	0.8	0.20	0.31

**טבלה מס' 3 : יבול ענפי פריחה בליזיאנתוס ומספר מדדי איכות כתלות בטיפול המיחזור וגל הפריחה.**

יבול (מס' ענפים פורחים למ"ר)		אורך ענף פורח (ס"מ)		משקל ענף פורח (גר')		אורך תפרחת (ס"מ)		מס' פרחים בתפרחת		טיפול
II גל	I גל	II גל	I גל	II גל	I גל	II גל	I גל	II גל	I גל	
a 83	b 120	a 85	a 76	a 118	a 87	a 19.8	a 18.6	a 6.1	a 9.7	A
a 79	ab 133	b 78	a 76	b 99	b 63	a 18.2	a 18.8	a 6.2	a 8.2	B
a 80	ab 135	b 74	a 77	b 88	b 61	a 18.1	a 18.4	a 5.6	a 8.4	C
a 84	ab 145	b 75	b 71	b 85	b 58	a 19.5	b 16.0	a 5.0	a 8.9	D
81	133	78	75	97	67	19	18	6	9	ממוצע
0.545	3.127	8.55	6.256	8.402	12.927	1.657	8.987	1.269	1.991	F
0.661	0.061	0.003	0.008	0.003	0.000	0.229	0.002	0.329	0.169	P > F
9.97	5.78	1.72	1.15	5.02	3.62	6.77	4.44	5.03	4.61	LSD

**טבלה מס' 8 : קליטה מצטברת של חנקן, זרחן, אשלגן ונתרן, כתלות בטיפול המיחזור בליזיאנתוס (גר' / 10 צמחים; דיגום 5 יוני 2002).**

Na	K	P	N	טיפול
a 3.75	a 8.40	a 1.19	a 8.92	1
b 2.69	bc 4.58	b 0.46	b 5.03	2
a 4.03	b 5.85	b 0.54	b 6.2	3
b 2.82	c 4.02	b 0.34	b 4.67	4
3.32	5.71	0.631	6.2	ממוצע
7.3	13.6	23.3	16.4	F
0.09	0.001	0.0001	0.0005	P > F
0.844	1.804	0.270	1.62	LSD

טבלה מס' 4: אחוז הצמחים ששרדו בניסוי מחזור תמיסות בליזיאנתוס.

גל I	טיפול
69	A
73.9	B
76.9	C
81.0	D





טבלה מס' 7: ריכוז יסודות בענפי פריחה של ליזיאנתוס (עלים, גבעולים ותפרחת) כתלות בטיפול המיחזור. התוצאות מייצגות את גל פריחה II. הדגימה נעשתה ב- 5.6.02.

Mn	Zn	Fe	Na	Ca	Mg	K	P	N	DM	טיפול
mg/kg					%					
<b>עלים</b>										
a 143	69	573	d 1.55	b 0.49	0.67	a 2.32	a 0.47	a 3.8	a 10.96	<b>1</b>
b 79	50	520	c 2.13	ab 0.51	0.55	b 2.03	b 0.25	ab 3.7	bc 10.37	<b>2</b>
b 74	47	387	a 2.65	a 0.57	0.70	bc 1.95	bc 0.22	b 3.48	c 9.98	<b>3</b>
b 74	45	335	b 2.38	ab 0.56	0.66	c 1.73	c 0.17	b 3.50	ab 10.51	<b>4</b>
92	53	453	2.17	0.53	0.65	2.01	0.28	3.62	10.45	<b>ממוצע</b>
28	0.46	1.12	44	3.2	0.64	11.6	41	4.2	7.4	<b>F</b>
0.0001	0.72	0.39	0.0001	0.07	0.61	0.002	0.0001	0.04	0.008	<b>P &gt; F</b>
21.6	Ns	Ns	0.242	0.070	Ns	0.249	0.070	0.26	0.507	<b>LSD</b>
<b>גבעולים</b>										
a 23	51	a 68	c 0.81	0.37	a 0.26	a 2.30	a 0.20	a 1.30	a 15.88	<b>1</b>
a 19	42	ab 39	b 0.98	0.10	ab 0.23	ab 20.23	b 0.14	a 1.25	a 16.15	<b>2</b>
b 10	45	ab 31	a 1.10	0.10	b 0.22	ab 2.28	b 0.12	a 1.28	a 16.25	<b>3</b>
ab 15.5	45	b 23	ab 1.03	0.09	b 0.21	b 2.08	c 0.10	a 1.23	a 17.16	<b>4</b>
17	46	40	0.98	0.16	0.23	2.22	0.138	1.26	16.36	<b>ממוצע</b>
5.1	0.42	2.6	16.3	0.92	3.8	2.7	37	0.9	2.0	<b>F</b>
0.025	0.22	0.12	0.001	0.44	0.05	Ns	0.0001	Ns	Ns	<b>P F</b>
8.8	Ns	41.2	0.105	Ns	Ns	0.210	0.024	0.118	1.35	<b>LSD</b>
<b>תפרחת</b>										
a.43	ab 55	ab 102	b 0.30	0.15	0.29	ab 1.25	a 0.29	a 2.28	a 16.63	<b>1</b>
ab 38	ab 57	ab 103	a 0.34	0.15	0.31	a 1.35	ab 0.27	ab 2.70	b 16.11	<b>2</b>
ab 33	a 82	a 147	a 0.37	0.14	0.29	ab 1.28	b 0.25	ab 2.15	b 16.07	<b>3</b>
b 27	b 40	b 89	a 0.37	0.14	0.26	b 1.23	c 0.23	b 2.03	a 16.71	<b>4</b>
35	58	110	0.344	0.14	0.29	1.27	0.257	2.16	16.38	<b>ממוצע</b>
3.2	3.8	2.2	11.7	0.16	0.77	2.6	10.6	2.6	4.1	<b>F</b>
0.076	0.05	0.15	0.002	0.92	0.54	Ns	0.003	Ns	0.03	<b>P F</b>
13	31	58	0.034	Ns	Ns	0.114	0.027	0.223	0.472	<b>LSD</b>

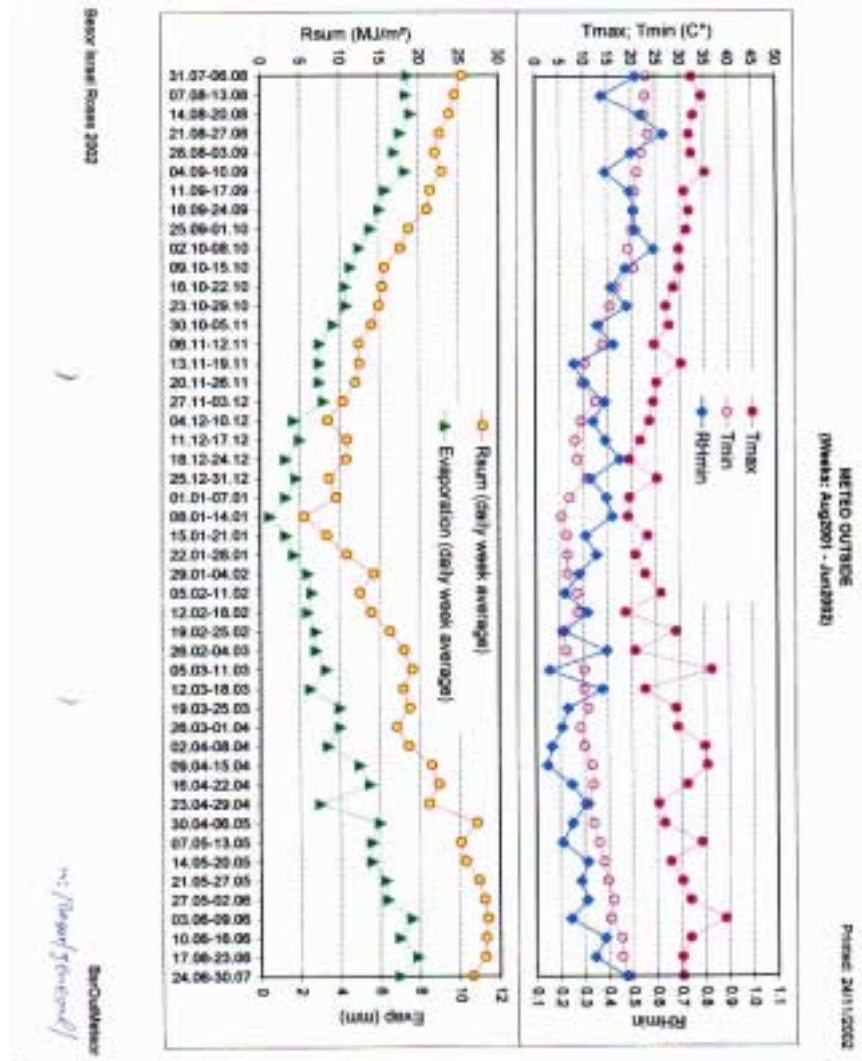
**טבלה מס' 5: משקל טרי ויבש של ענפי פריחה בליזיאנתוס וחלוקת המסה בין העלים, הגבעולים והתפרחות כתלות בטיפול המחזור. התוצאות מייצגות את גל הפריחה ה-II. הדגימה נעשתה ב- 5 יוני 2002.**

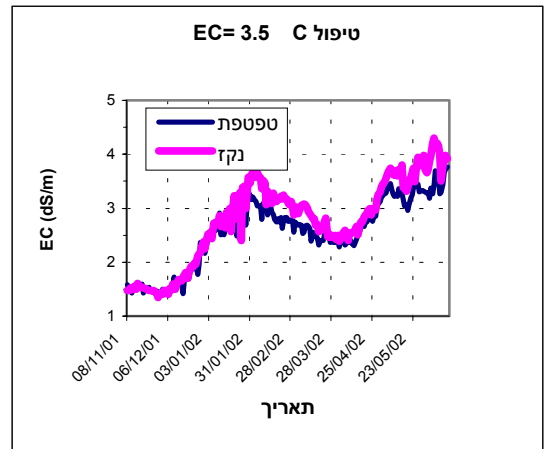
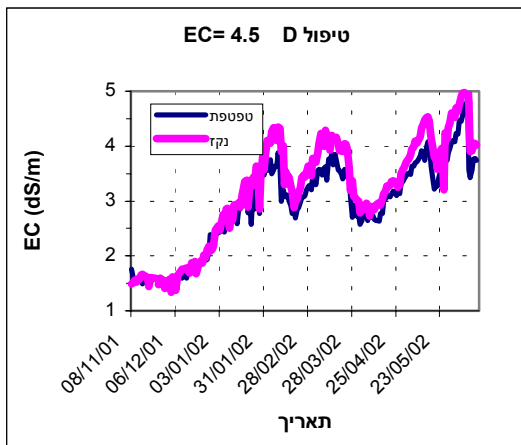
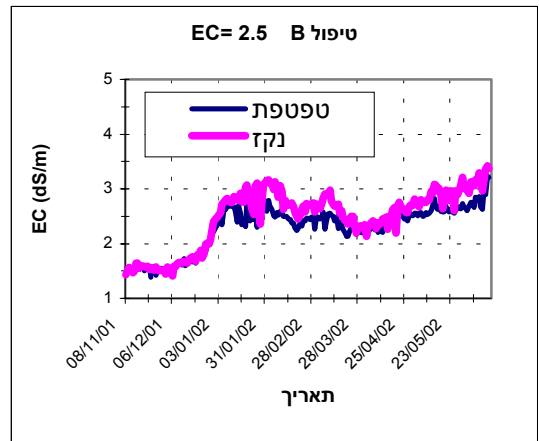
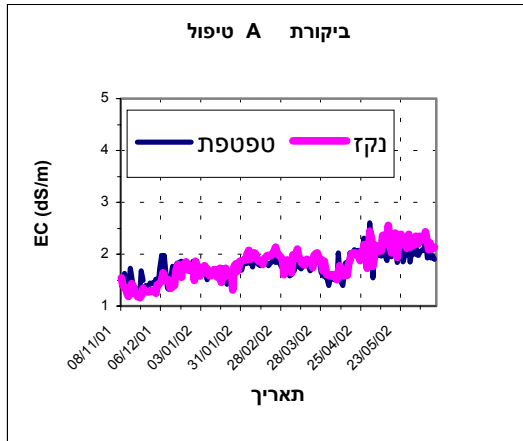
% DM			משקל יבש (גר' / 10 צמחים)				משקל טרי (גר' / 10 צמחים)				טיפול
תפרחת	גבעולים	עלים	סה"כ	תפרחת	גבעולים	עלים	סה"כ	תפרחת	גבעולים	עלים	
a 16.63	a 15.88	a 10.96	a 395	a 77.1	a 196.2	a 121.7	a 2832	a 464	a 1252	a 1116	1
b 16.11	a 16.15	bc 10.37	c 232.7	b 55.1	c 111.5	b 66.1	bc 1670	b 343	bc 691	b 637	2
b 16.07	a 16.25	c 9.98	b 298.7	ab 68.6	b 148.3	b 81.8	b 2154	ab 426	b 910	b 818	3
a 16.71	a 17.16	ab 10.51	c 227.3	b 55.7	c 108.4	b 63.2	c 1566	b 334	c 631	b 601	4
16.38	16.36	10.45	288.4	64.1	141.1	83.2	2055.4	391	871	793	ממוצע
4.1	2.0	7.4	11.0	5.2	17.2	14.3	137	5.3	15.4	11.1	F
0.03	Ns	0.008	0.001	0.02	0.00005	0.001	0.001	0.02	0.0007	0.002	P F
0.472	1.35	0.507	65.76	15.9	33.8	24.3	534	95	245	242	LSD

**טבלה מס' 9: ריכוז סה"כ חיידקים, פטריות ומספר פתוגנים מייצגים בתמיסות מסוחררות  
בניסוי ליזיאנתוס. הדיגום נעשה ביום 4.3.02.**

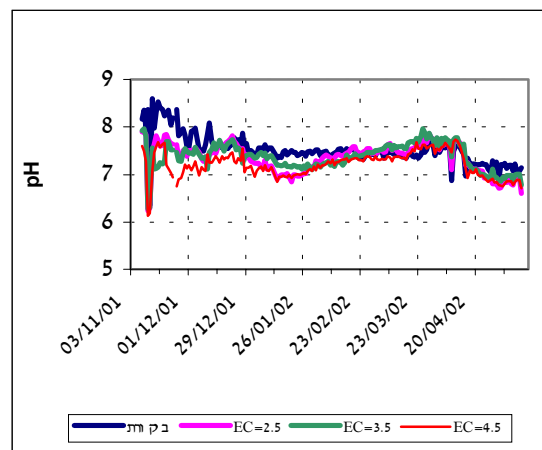
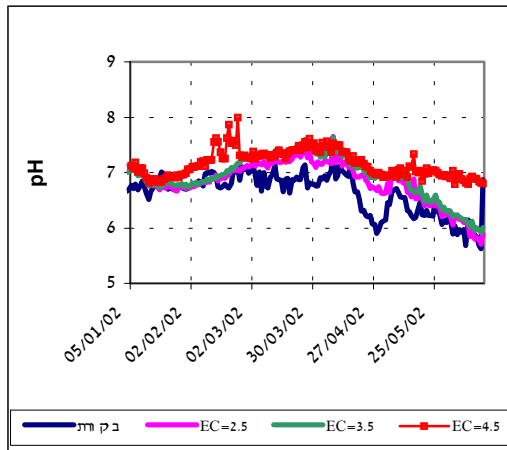
תאריך	טיפול	סה"כ חיידקים	פסאודומונס פלאורסנטי	סה"כ פטריות	פוזריום	קסנטומונס	פיתום	ארוויניה
<b>4.3.02</b>	A	$4 \cdot 10^5$	0	10	0	$1 \cdot 10^4$	-	-
	B	$5 \cdot 10^5$	$10^3$	0	0	$3 \cdot 10^3$	-	+
	C	$1.7 \cdot 10^5$	0	0	0	$4 \cdot 10^3$	-	+
<b>17.6.02</b>	A	$1 \cdot 10^4$	0	50	$1 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^3$	-	-
	B	$4 \cdot 10^4$	0	90	0	0	-	-
	C	$6 \cdot 10^4$	$10^3$	$9 \cdot 10^2$	40	$1 \cdot 10^3$	-	-

**איור א.** ערכים ממוצעים יומיים של טמפרטורה מרבית ומזערית, לחות יחסית מזערית וקרינה גלובלית יומית מצטברת ( $R_{sum}$ ) במהלך הניסוי (שים לב שהניסוי החל ב- 2001/11/8 והסתיים ב- 30/6/2002).



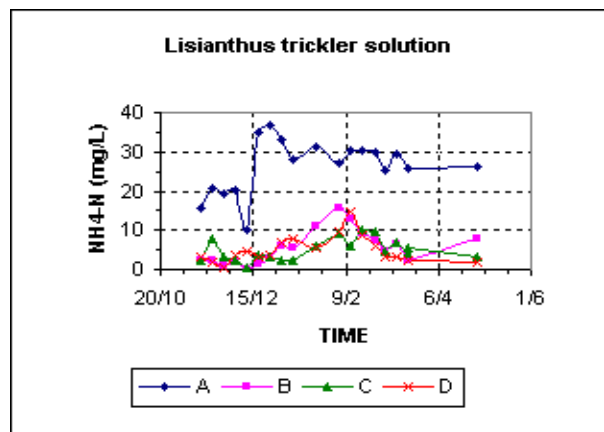
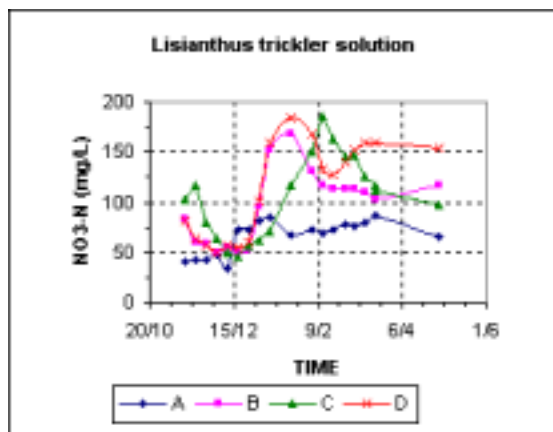


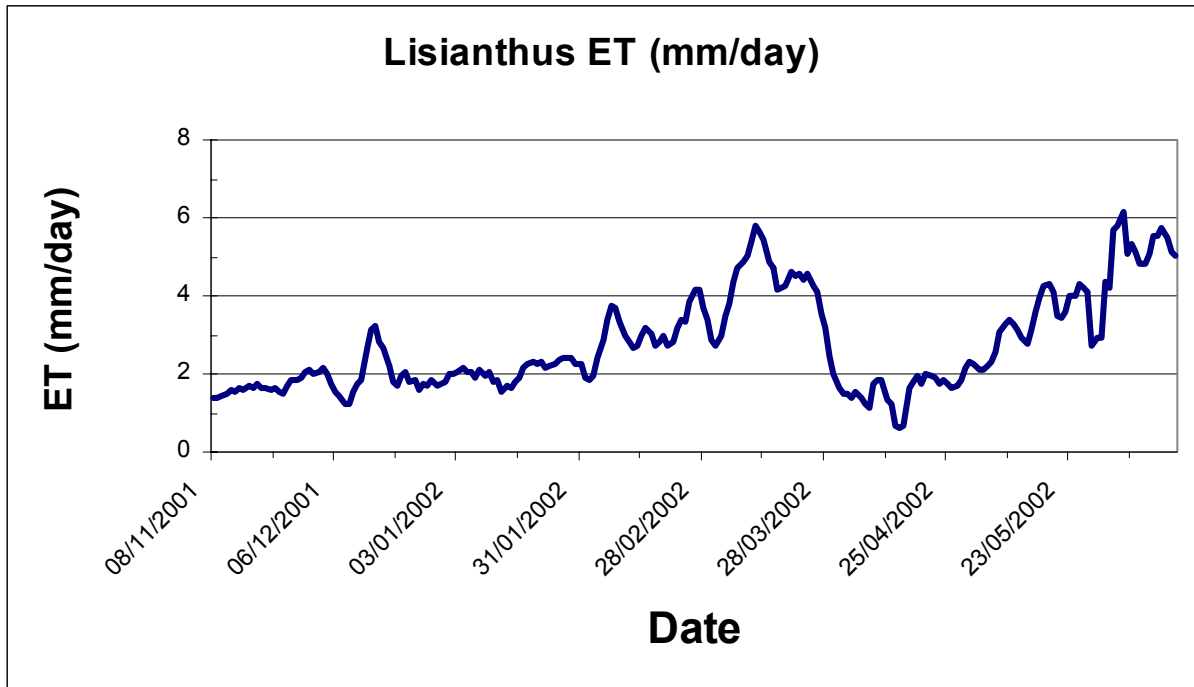
**איור 1.** המוליכות החשמלית במי טפטפת ובנקז כתלות בזמן ובטיפול. ניסוי מיחזור מים - לזיאנטוס



**איור 2.** ה-pH במי טפטפת ומי נקז כתלות בזמן ובטיפול.

**איור 3.** ריכוזי חנקן חנקתי ואמוניקלי במי טפטפת כתלות בזמן ובטיפול. מתאריך 25 לאפריל ואילך ריכוזי  $\text{NO}_3\text{-N}$  ו- $\text{NH}_4\text{-N}$  בטיפול A היו 5 + 75 ו- 5 - 47, ובשאר הטיפולים 30 + 160 ו- 1 + 2 מ"ג/ל, בהתאמה.





**איור 4.** אבפורנספירציה יומית בטיפול הבקורת (מערכת השקיה פתוחה) כתלות בזמן. טיפולי המיחזור לא נבדלו באופן משמעותי מטיפול הבקורת או זה מזה ולכן אינם מוצגים. האבפורנספירציה המצטברת היתה 610 מ"מ. גל הפריחה הראשון נקטף בין 17 לפבר' 25 למרץ; הגל השני נקטף בין 24 ליוני ל- 30 בו.



נספח 1. ערכי pH בטפטפת, בנקז של חלקות עם ובלי צמחים ובתמיסת המילוי בתקופת גל הפריחה השני.

Table 1. Weekly measured pH in emitter solution (emtr), filling solution (fill) and drainage from plots with plants (drng+) without plants (drng-), as a function of time and treatment (Tr) (Lisianthus, Besor recycling experiment)

Date	Plant status	filling solution			Tr 1 (open)			Tr 2			Tr 3			Tr 4		
		NH4-N mg N/L	NO3-N mg N/L	pH	emtr	drng+	drng-	emtr	drng+	drng-	emtr	drng+	drng-	emtr	drng+	drng-
3/02	Harvesting	14	47	7.5	7.4	6.6	7.2	7.6	7.4	7.59	7.7	7.5	7.8	7.4	7.6	7.7
3/02	End harvest I			7.4	7.4	6.4	7	7.7	7.3	7.9	7.8	7.6	7.7	7.5	7.6	8
4/02	Minimal canopy				7.2	6.3	6.8	7.1	7.2	8.3	7.2	7.4	8.2	7.1	7.5	8.2
4/02	Plant growing	7	36	7.3	7.3	6.5	7.1	7.7	7.1	8.1	7.9	7.3	8.5	7.6	7.6	8.4
4/02		71	82	6.7	7.2	6.3	6.9	7.1	7	7.7	7.1	7.1	7.9	7	7.4	8
4/02		51	78	7	7.3	6	6.3	7.1	7	7.8	7	7.1	7.8	6.9	7.2	8.2
4/02		42	71	6.9	7.2	5.3	5.8	6.9	6.7	6.89	7.1	6.8	7.3	6.9	6.8	7.5
5/02		40	82	6.9	7.1	5.5	5.8	6.7	6.7	6.8	6.9	7.1	7.3	6.8	7	7.2
5/02		33	57	7	7	4.7	5.5	6.8	6.4	6.5	6.9	6.6	7	6.8	6.7	7.2
5/02	Full canopy	43	62	7.2	7.1	5.4	5.4	6.4	6.2	6.5	6.7	6.5	6.69	6.7	6.6	7
5/02	Flowers open	52	60	7.1	6.9	4.3	5	6.5	6.1	6	6.7	6.4	6.6	6.6	6.5	6.7
5/02	Start harvest II	50	67	7.2	7.1	4.4	5.3	7.3	5.7	5.9	6.8	6.3	6.4	6.5	6.2	6.4