

מחזור מים בגידול עגבניות בבית צמיחה.

חוקרים שותפים:

אלי מתן, דוד שמואל, חנה יחזקאל ואלק סלפוי - מו"פ דרום.
גיא רשף, ברונר משה – שה"מ, משרד החקלאות.
בני בר-יוסף – המכון לקרקע ומים, מינהל המחקר החקלאי.

תקציר:

הבעיה: יחסי הגומלין צמח-מליחות-חנקן-נפח מצע-אקלים לא נבדקו לפי שעה בחממות בעלות מערכות השקיה סגורות בארץ ובעולם. *מטרות המחקר* היו לבחון יחסי גומלין אלה ולכמת השפעות של לחות יחסית ונפח מצע על יבול והתפתחות עגבניות חממה במספר ריכוזי חנקן במים ברמת מליחות שנמצאה קודם לכן כמיטבית לעגבנייה. *שיטות:* הניסוי בוצע בחממת האקלים בחוות הבשור. *הטיפולים:* נבחנו שני משטרי צינון (אוורור גג RV ומזרן לח WP), כל אחד בשלושה נפחי מצע (פרלייט), בשילוב עם שלושה ריכוזי חנקן במים ושתי תדירויות הדשיה. הבדיקות כללו יבול, איכות, תצרוכת מים והרכב כימי של צמחים ותמיסות. *תוצאות:* טיפול WP הקטין דיות ללא פגיעה בייצור החומר היבש. הגדלת הלחות הקטינה קליטת נתרן וכלור באביב והגדילה עקב כך את יבול הפירות ושפרה את איכותם. העלאת ריכוז N במים מ- 50 ל- 150 ו- 250 מ"ג/ל' הורידה יבול כללי ויבול סוג A כנראה בגלל הפרעות בקליטת סידן ומגנזיום. צמצום רוחב מצע הגידול מ- 50 ל- 20 ו- 10 ס"מ היה מלווה בירידה ביבול עקב ירידה בקליטת מים. הקטנת תדירות ההשקיה מכ- 18 לכ- 9 פעמים ביום הורידה את ה- ET היומית באביב ואת ריכוזי הסידן והמגנזיום בעלים ובפרי ולכן גם את היבול והאיכות. *מסקנות:* ניתן למתן עקת מלח בתמיסות מסוחררות על ידי העלאת הלחות היחסית בחממה בעזרת מזרן לח, הקטנת ריכוז החנקן במים והגדלת נפח מצע הגידול. המזרן הלח מקטין גם תצרוכת מים ומביא לחיסכון בתשומות מים ודשן והפחתת זיהום הסביבה. המחקר התלת-שנתי שהסתיים בשנה זאת סיפק את בסיס הידע הנדרש לגידול צמחי עגבניה במערכות השקיה סגורות בחירת טכנולוגיית המיחזור שתיתן תמורה מרבית לחקלאי תלויה בניתוח כלכלי של העלויות וההכנסות באופציות המימשק השונות. ניתוח כזה לא נעשה לפי שעה. *המלצות:* 1. לעשות ניתוח כלכלי של התוצאות שהושגו עד כה. 2. להקים שני מישקי מודל לגידול צמחי עגבניה במערכות השקיה סגורות כדי ליישם את הידע שהושג ולהציגו בפני החקלאים.

מבוא:

תגובת עגבניה למשטרי השקיה, דישון ומליחות נחקרה באופן אינטנסיבי בארץ ובעולם. בעשור האחרון החלו לגדל עגבניות חממה במערכות השקיה סגורות ונערכו מספר מחקרים בהם נבחנה תגובת הגידול למליחות המצטברת בתמיסה ולהשלכות שיש לכך על הדיות, קליטת מזינים ומימשק ההשקיה והדישון (רשף וחובי) עבודות ללימוד תגובת עגבניה למיחזור מים במשטרי צינון ונפחי מצע שונים לא נערכו לפי שעה. עובדה זאת מפתיעה שכן הקטנת הדיות מפחיתה תוספת מלחים למערכת ומקטינה את העומס האוסמוטי על הצמח, והגדלת נפח בית השורשים מגבירה קליטה ומאפשרת לגידול לקלוט מים ומזינים בקצב הנדרש גם כאשר המליחות בתמיסה עולה.

השערות העבודה היו: (א) הגדלת הלחות היחסית בחממה תקטין דיות ללא פגיעה בייצור החומר היבש. הפחתת הדיות תחסוך מים ותקטין את נפח התמיסה שתודח לצורך שמירה על EC רצויה במערכת; (ב) הקטנת נפח בית השורשים בתנאים של מבלע אטמוספרי חזק לאדי מים תגדיל את עקת המים בצמח, תקטין את קצב קליטת המזינים ותגרום לירידה ביבול בהשוואה לנפח בית שורשים גדול יותר. (ג) ניתן להוריד את ריכוז החנקן במים כאשר עולים בתדירות ההדשה ללא פגיעה ביבול והדבר יביא להקטנה בהדחת תמיסה מהחממה ולהפחתה בתשומות חנקן.

מטרת העבודה היתה לבדוק את שלושת ההשערות ולהמליץ על משטר צינון, נפח מצע וריכוז N במים שיאפשרו קבלת יבול מיטבי במערכות השקיה סגורות באזור הבשור.

חומרים ושיטות:

שתילים מזן 870 נשתלו במצע פרלייט 2 לחקלאות ביום 7/9/04 ב"חממת האקלים" בחוות הבשור. נתוני האקלים מחוץ לחממה מסוכמים בנספח 1. שטח כל תא היה 150 מ"ר (רוחבו 7.5 מ') והיו בו 4 ערוגות, כל אחת ברוחב 1.875 מ'. העומד היה 4 צמחים למ' רץ ערוגה (2200 לדונם חממה ב- 100% ניצול שטח). פירות בשלים נקטפו אחת לשבוע, נספרו, נשקלו ומוינו לפי קריטריונים מסחריים. שלוש פעמים במהלך העונה נדגמו צמחים שלמים ובעלים, בגבעולים ובפירות שהיו על השיחים נבדק אחוז החומר היבש וריכוזי היסודות העיקריים. פירות בשלים ועלים דאגנוסטיים נדגמו אף הם במהלך הגידול ונבדקו כנ"ל. הטיפולים מסוכמים בטבלה 1. התמיסות המסוחררות לא חוטאו, אך למרות זאת לא נמצאו צמחים נגועים במחלות שורש במהלך הניסוי. החממות לא חוממו במהלך הניסוי והטמפרטורה והלחות היחסית בחדרים השונים ביום ובלילה מסוכמות בנספח 1. הנספח מפרט גם את הקרינה הפוטוסינטטית שנמדדה כתלות בזמן (מכיוון שהתוצאות בכל התאים היו זהות מוצג טיפול מייצג אחד בלבד). החזר המים למילוי הגרעון ביום הקודם (ET + הדחה) נעשה לפני ההשקיה הראשונה בבוקר, לאחר שכל נפח הנקז הלילי הוחזר למיכל ההשקיה. המילוי נעשה בעזרת "תמיסת מילוי" בעלת ריכוז מזינים שהבטיח החזר המזינים שנצרכו ביום הקודם. ריכוזי המטרה של המזינים בתמיסה המסוחררת היו מ"ג N/לי' 140, מ"ג K/לי' 160, מ"ג Fe/לי' 1, מ"ג Mn/לי' ו- 0.25 מ"ג Zn/לי'. נפח המים לחדר היה 3.2 מ"ק (1.4 במיכל ההשקיה + 1.8 במצע הגידול לאחר גמר הניקוז הלילי). תכולת הרטיבות הנפחית במצע (θ) לאחר 12 ש' ניקוז ממצב רוויה היתה 0.45; θ ב- 95% מרטיבות

רוויה הייתה 0.95. מערכת ההשקיה כללה שתי שלוחות לערוגה (שלוחה לשורת צמחים) בכל הטיפולים. הטפטפות היו אל גר מווסתות, 0.15 מ' בין הטפטפות לאורך השלוחה וספיקה 1.6 ל"ש. מי הנקז נאספו באמצעות מרזב פוליפרופילן, עליו הוצבו ארגזי הגידול, במיכל איסוף שקוע בנפח 200 ל'. משאבות טבולות שהופעלו על ידי מצוף הזרימו את מי נקז למיכל ההשקיה, או כשהיה צורך בהדחה, אל מחוץ למערכת (מי הדחה). מדי מים מדדו את נפח מי ההשקיה, מי הנקז, מי ההדחה ותמיסת המילוי. אחת לשבוע בוצע תיקון בריכוזי המזינים בתמיסה המסוחררת על סמך תוצאות בדיקות המעבדה. מנת ההשקיה היומית היתה שווה לחמש פעמים ET נמדדת; מספר ההשקיות ליום נקבע כמנת ההשקיה היומית (מבוטאת ב- מ"מ) חלקי 2 מ"מ (מנת מים להשקיה בודדת המבטיחה שטיפת מלחים מכל נפח המצע). תדירות ההשקיה בפועל נעה בין 8 ל- 15 השקיות ליום, מפוזרות בין זריחה לשקיעה. מי טפטפת, מי נקז ותמיסת המילוי נאספו בכל הטיפולים מדי יום במשך 24 ש' לתוך כלי סגור שחור ולמחרת נמדדו בהם ה-pH וה-EC.

פעם בשבוע נעשתה בתמיסה אנליזה כימית. N (אמוניקלי וחנקתי), P ו- SO₄ נבדקו באוטואנלייזר; Cl בכלורידומטר; B, Ca, Mg, Fe, Zn ו- Mn בבליעה אטומית, Na ו- K בפוטומטר להבה ודו-פחמה בטיטרציה. אנליזות כימיות של חומר צמחי (עלים, גבעולים ופירות) בוצעו לאחר יבוש, טחינה ועיכול של החומר היבש בחומצה (קטיונים בחומצה חנקתית + ח' פרכלורית, השאר בחומצה גופרתית + מי חמצן); ה- Cl באברי הצמח נמדד במיצוי מימי של החומר הטחון.

תוצאות :

תנאי האקלים בטיפולים השונים

טיפול ריכוז החנקן במים ותדירות ההשקיה לא השפיעו באופן משמעותי על טמפרטורת האוויר בחממה, אולם הייתה השפעה כלשהי על הלחות היחסית: בטיפול 250 מ"ג/ל' הלחות העונתית הממוצעת בשעות היום עמדה על 61% בהשוואה לכ- 70% בשאר הריכוזים (תדירות השקיה בינונית); בתדירות הגבוהה ובריכוז 50 מ"ג/ל' הלחות הממוצעת הייתה 65% (טבלה 1). משטר צינון במזרן לח הוריד את טמפרטורת האוויר הממוצעת לעונה מ- 20.1 מ"צ באורור גג ל- 19 מ"צ (במשך שעות היום), והלחות היחסית הממוצעת עלתה מ- 71 ל- 73%. פרטים נוספים על השפעת הטיפולים על המיקרו-אקלים בחממה ברמת היום-יום מסוכמים בנספח 1.

איפיון התמיסות המסוחררות

משך הזמן שנדרש על מנת להגיע לסף ה- EC להחלפת תמיסות (4.5 דצ"ס/מ') במשטר אוורור גג היה 35 ימים בטיפול 250 מ"ג/ל' N ו- 90 ו- 135 יום בטיפולים 150 ו- 50 מ"ג/ל', בהתאמה. בטיפול מזרן לח קצב עליית המליחות היה איטי יותר מאשר בטיפול אוורור גג וסף ה- EC בריכוז N של 50 מ"ג/ל' התקבל לאחר 6.5 חודשי גידול. לאחר ההגעה לערך הסף ה- EC נשמר בכל הטיפולים בגבולות של ± 0.5 דצ"ס/מ' ממנו עד לסיום הניסוי (איור 1). להוציא כמה ימים חריגים ההפרש בין ה- EC בנקז ובטפטפת לא עלה על 0.5 דצ"ס/מ' בשלב גידול כלשהו. ה- EC בנקז לא הושפע באופן משמעותי על ידי נפח המצע.

היונים העיקריים שהצטברו בתמיסה וגרמו לעליה במליחות היו Na (איור 2) ו- Cl (לא מוצג). הצטברו גם Ca (איור 5), Mg ו- SO₄ (B לא נבדק).

המחזוריות ב- pH (איור 3) נבעה מתנודות בריכוז האמון והחנקה בתמיסה המסוחררת (איור 4). כאשר ה- pH עלה מעל 7 היחס אמון/חנקה בתמיסת המילוי הועלה (ראה הרכב תמיסת המילוי, איור 4), הניטריפיקציה וקליטת האמון גדלו וה- pH ירד כתוצאה מכך. כאשר ה- pH התמיד בירידתו והתקרב ל-5 היחס אמון:חנקה בתמיסת המילוי הורד וה- pH עלה. ערכי pH מעל 7 גרמו לירידות של כ- 30% ו- 70% בריכוזי P ו-Mn, בהתאמה, בהשוואה לריכוזי המטרה (תוצאות לא מוצגות); בשאר המזינים ריכוזי המטרה נשמרו קבועים עם הזמן. ככל שריכוז החנקן במים היה גדול יותר ההפרש בין ה- pH בטפטפת ובנקז היה גדול יותר (איור 3). ככל שנפח המצע היה קטן יותר pH הנקז היה נמוך יותר כיוון שכמות דומה של פרוטונים נמהלה בנפח תמיסה קטן יותר. תדירות ההשקיה לא השפיעה על ה- pH הנמדד.

יבול ואיכות

צינון במזרן לח (WP) נתן יבול כללי ויבול סוג A (פרי גדול מ- 57 מ"מ) שהיו גבוהים ב- 15% וב- 40% בהתאמה, מהיבולים בצינון אוורור גג (RV) (ממוצע כל נפחי המצע וריכוזי החנקן). ההפרש גדל באביב ובקיץ המוקדם (טבלה 2). הגדלת היבול הושגה הודות לעליה הן במספר הפירות והן בגודלם. בטיפול WP אחוזי הפירות הנגועים בשחור פיטם, סידוק ועוות היו נמוכים באופן מובהק בהשוואה לטיפול RV (טבלה 4).

מצע ברוחב 50 ס"מ נתן יבול מצטבר גבוה יותר מאשר מצע ברוחב 20 או 10 ס"מ, שלא נבדלו זה מזה. תוספת היבול הושגה הודות להגדלה במספר הפירות והודות לעליה בגודלם. במצע ברוחב 50 ס"מ שיעור הנגיעות בשחור פיטם היה נמוך באופן מובהק מאשר ברוחב 20 או 10 ס"מ (טבלאות 2, 4). העלאת ריכוז החנקן במים מ- 50 ל- 150 ו- 250 מ"ג/לי (ממוצע משטרי האקלים ונפחי המצע) גרמה לירידה של 10% ו- 30% ביבול הכללי, בעיקר בגלל ירידה חזקה בגודל הפרי. העלייה בריכוז הגדילה את משקל הפירות הנגועים ב-BER, סידוק ועוותי צורה. הגדלת תדירות ההשקיה (ממוצע הטיפולים האחרים) העלתה באופן מובהק את היבול (בעיקר בפירות < 57 מ"מ) והורידה את הנגיעות ב-BER וסידוקי פרי. היבול המרבי בניסוי התקבל בטיפול WP, רוחב מצע 50 ס"מ וריכוז 50 N מ"ג/לי, אך התרומה העיקרית ליבול הייתה מפירות < 67 מ"מ (טבלאות 2, 4).

משקל הצמח וריכוזי יסודות באבריו השונים

בצינון במזרן לח התקבלו בסוף נובמבר צמחים גדולים יותר (גבעולים+עלים+פירות ירוקים) מאשר באוורור גג (3.8 לעומת 2.75 ק"ג/צמח חומר טרי, טבלה 5). למרות שאחוז החומר היבש בעלים, בגבעולים ובפירות הירוקים היה נמוך יותר, המשקל היבש של העלים, הגבעולים והפירות על השיחים בטיפול מזרן לח היו גבוהים יותר בהשוואה לאוורור גג (טבלאות 6, 7). הגדלת ריכוז החנקן במים הורידה את משקל הצמח השלם הטרי ואת משקל העלים, הגבעולים והפירות הירוקים בעוד שהשפעות נפח מצע הגידול ותדירות ההשקיה על גורמים אלה היו בלתי משמעותיות (טבלה 5, 6, 7). השפעות דומות של הטיפולים על משקל הצמח נמצאו גם בעונת האביב אך אלה היו פחות מובהקות (טבלה 8).

משטר הצינון לא השפיע על ריכוזי מזינים בעלים בסוף נובמבר, אך בטיפול מזרן לח ריכוז נתון וכלור בעלים היה גבוה באופן מובהק מאשר בטיפול אוורור גג. הגדלת ריכוז החנקן במים העלתה את ריכוז

K, P, N במועד זה, אך הורידה באופן מובהק את ריכוזי הסידן, המגניון והכלור בעלים. במעבר מ-150 ל-250 מ"ג/ל' התקבלה גם ירידה בריכוז הנתרן בעלים (טבלה 5). הגדלת רוחב מצע הגידול (בעומק אחיד) הגדילה את ריכוז P ו-K בעלים בסוף נובמבר אך לא השפיעה על ריכוז היסודות האחרים (טבלה 5). הגדלת תדירות ההשקיה הורידה ריכוזי N, P, K, Na בעלים בסוף נובמבר והעלתה את ריכוזי Ca, Mg, Cl. ריכוזי הברזל והאבץ בעלים לא הושפעו באופן משמעותי על ידי הטיפולים.

ריכוזי N ו-P בגבעולים עלו עם עליית ריכוז החנקן במים וריכוזי סידן, מגניון ונתרן ירדו. בפירות עליית ריכוז החנקן במים הגדילה באופן מובהק את ריכוזי N ו-P והגדלת תדירות ההשקיה הגדילה ריכוז סידן והקטינה ריכוז נתרן (טבלאות 6, 7).

בחודש מרץ צינן במזרן לח הגדיל את ריכוזי החנקן החנקתי והאשלגן בעלים בהשוואה לאוורור גג והקטין את ריכוז הכלור. הגדלת ריכוז החנקן במים המשיכה להעלות ריכוז K אך להוריד ריכוזי סידן, מגניון וכלור בעלים. השפעת רוחב המצע ותדירות ההשקיה על ריכוזי מזינים בעלים הייתה זניחה חוץ מאשר סידן, מגניון וכלור שריכוזיהם עלו עם עליית התדירות (טבלה 6). השפעת הטיפולים על ריכוזי יסודות הקורט בעלים הן באביב והן בסתו הייתה בלתי משמעותית.

אבפוטרינספירציה (ET)

ה-ET נעה בין 1 מ"מ/יום בדצמ-ינוי (ללא הבדל בין הטיפולים) ל-3-3.5 מ"מ/יום במאי-יוני (איור 5). יש לזכור שה-ET שבאיור נמדדה בחדרים שבכל אחד מהם היו שלושה רוחבי מצע: 50% מסך אורך הערוגות היה ברוחב 50 ס"מ, 26.5% ברוחב 20 ס"מ ו-23.5% ברוחב 10 ס"מ. בטיפול RV ה-ET המצטברת בריכוזי N של 50, 150 ו-250 מ"ג/ל' הייתה 532, 671 ו-533 מ"מ (ממוצע שתי התדירויות) בעוד שבטיפול WP ה-ET המצטברת בריכוזי N של 50 ו-150 מ"ג/ל' הייתה 482 ו-532 מ"מ, בהתאמה. העובדה ש-WP לא הוריד את ה-ET המצטברת בריכוז N 150 מ"ג/ל' בהשוואה לטיפול RV מפתיעה וכנראה שהייתה תת-הערכה בקביעת ה-ET בצינן RV. תרומת טיפולי רוחב המצע (קטן [Ss], בינוני [Sm] וגדול [Sl]), מ² קרקע ל-ET הכללית בחדר (ETt) מתוארת ב-[17] St) שווה לשטח החדר).

$$St * ETt = Sl ETl + Sm ETm + Ss ETs \quad [17]$$

בדיקת ה-ET בטיפולי רוחב המצע השונים בוצעה רק בשלושת החדרים בהם ריכוז N במים היה 50 מ"ג/ל'. נמצא שה-ET המצטברת הממוצעת ברוחב 10, 20 ו-50 ס"מ הייתה 255, 455 ו-717 מ"מ, בהקבלה.

בחדרים האחרים יש צורך לחשב את ה-ET בכל רוחב מצע מתוך נתוני ה-ET בחדר כלו. נוסחת החישוב מתוארת בנספח 2. התקבלה מגמה כללית לפיה היחס היומי [ET בטיפול מצע ברוחב מסוים] חלקי [ET החדר השלם] היה דומה לכל אורך הניסוי. הודות לכך ניתן להשתמש ביחס $ETl=ETt/0.794$ כדי לאמוד ET במצע ברוחב 50 ס"מ מתוך נתוני איור 5 לכל אורך עונת הגידול.

דיון:

המימשק שנתן יבול כללי ויבול סוג א' מרביים בתנאי הניסוי (EC 4.5-5.0 דצ"ס/מ' בתמיסה המסוחררת) היה צינור במזרן לח, דישון בריכוז N של 50 מ"ג/ל' ומצע ברוחב 50 ס"מ. הגדלת תדירות ההשקיה הביאה לתוספת לא מובהקת בשני מדדי היבול בעוד שהפחתת הורידה באופן מובהק את היבול. המזרן הלח תרם על ידי הגדלת מספר וגודל הפירות והפחתת הנגיעות בשחור פיטם, סידוק ועוות הפרי. הוא העלה ריכוז חנקן חנקתי (אך לא חנקן מחוזר), אשלגן ואבץ בעלים בסוף חודש מרץ והוריד ריכוז כלור בהם. בתקופת האביב (1.4-20.6.05) הוא הוריד את ה-ET היומית הממוצעת בתקופה ב-0.4 מ"מ בהשוואה לאורור גג בלי לפגוע בקצב ייצור החומר היבש וזאת כנראה הסיבה להקטנת ריכוז הכלור בעלים. יצוין שלצורך אמדן ה-ET היומית מתוך איור 5 אנו מסתמכים על החישוב [נפח מילוי] פחות [נפח תמיסה מודחת] (ולא השקיה פחות נקז), שנמצא על ידינו בעבר כיותר אמין.

הגדלת ריכוז החנקן במים (50, 150 ו-250 מ"ג/ל') הורידה את משקל הפירות סוג א' והעלתה בצורה חזקה את שיעור הנגיעות בשחור פיטם, סידוק ועוות פרי. מסתבר שההשפעה השלילית של הורדת ריכוזי הסיידן והמגניון בעלים בסתוו ובאביב ושל הסיידן בפירות ירוקים בסתוו הייתה חזקה יותר מההשפעה החיובית לכאורה של הגדלת ריכוזי N, P, K בעלים בסתוו (K גם באביב) והקטנת ריכוז הכלור בעלים בסתוו ובאביב. הגדלת ריכוז N במים מ-50 ל-150 מ"ג/ל' העלתה באופן זניח את ה-ET היומית הממוצעת באביב (בכ-0.1 מ"מ) אך העלאה נוספת ל-250 מ"ג/ל' הורידה את ה-ET מ-2.8 ל-2.2 מ"מ ליום.

הגדלת רוחב המצע (רק מ-20 ל-50 ס"מ) העלתה את היבול הודות להגדלת הפירות והורדת שיעור הנגיעות בשחור פיטם. בתנאי מזרן לח ו-50 מ"ג/ל' N במים ה-ET הממוצעת באביב במצע 10, 20 ו-50 ס"מ הייתה 1.6, 2.8 ו-3.8 מ"מ/יום, בהתאמה. מכיוון שהשפעת רוחב המצע על ריכוז היסודות בעלים הייתה זניחה הסיבה העיקרית להפחתת היבול הייתה כנראה עקת מים בצמח בנפחים הצרים. הירידה ב-ET בתנאי אורור גג הייתה גדולה עוד יותר (נתונים לא הוצגו) והדבר בא לידי ביטוי בשיעור הירידה ביבול שהיה גדול יותר בהשוואה למזרן לח.

הפחתת היבול בגלל הורדת תדירות ההשקיה נבעה כנראה מהירידה שנמצאה בריכוזי הסיידן והמגניון בעלים בסתוו ובאביב ומירידה בריכוז הסיידן בפירות הירוקים בסתוו. הירידה בריכוזי הסיידן הייתה קשורה כנראה לעליה הניכרת בשיעור הנגיעות בשחור פיטם עם הירידה בתדירות. בתנאי אורור גג ו-50 מ"ג/ל' N במים הגדלת התדירות באביב מ-16 ל-32 השקיות ליום הביאה לעליה קטנה ב-ET (3.0 לעומת 2.9 מ"מ/יום) אולם הורדת תדירות ההשקיה ל-8 פעמים ביום (ובריכוז N של 150 מ"ג/ל') הביאה לירידה ב-ET מ-2.8 ל-2.5 מ"מ/יום.

הגדלת חלק האשלגן החנקתי בדשן על חשבון האמון החנקתי כדרך להימנע מהפרעות בקליטת סידן ומגניון אינה מעשית בתמיסות מסוחררות בגלל העלייה הצפויה ב-pH ושקיעה של מנגן לריכוזי חסר (Bar-Yosef et al, 1999) הוספת חומצה למערכת להורדת ה-pH תעלה את המליחות ותגרור הדחת

תמיסות ואיבוד מים ודשן. נראה איפה שריכוז חנקן של 50 מ"ג/ל' במים ביחס אמון: חנקה גבוה בתמיסת המילוי (בין 25% ל- 50% אמון, להבדיל מהיחס הממוצע עם הזמן בתמיסה המסוחררת שהוא 1-2%) ובתדירות סחרור של 16 השקיות ליום מהווה את השילוב המיטבי למרות שהגדלת ריכוז החנקן במים הגדילה את ריכוז K, P, N בצמח.

ספרות

רשף, ג., ברונר משה, דוד שמואל, חנה יחזקאל, אלי מתן, שבתאי כהן, בני בר יוסף 2005 מחזור מים בגדול עגבניות בבתי צמיחה חוברת סכום עונה מו"פ דרום 2003/4 עמוד 22.
Bar-Yosef, B., T. Markovich, Irit Levkovich. 1999. Pepper response to leachate recycling in a greenhouse in Israel. Acta Horti 548:357-364.

סכום הפרוייקט :

בדו"ח זה מסוכמות תוצאות הנסויים שנערכו בשנה השלישית של הפרוייקט. שנת העבודה הראשונה יועדה לבניית התשתיות הפיזיות של הנסוי, תפעול המערכת ואתור נקודות כשל. קביעת נקודות נתור לאנליזות כמיות ולבצוע מאזני מים וכו'. לצורך נהול תקין של הנסויים ותגובות מהירות לשנויים שחלים במערכת נפגש צוות הנסוי באתר הנסוי אחת לשבוע. בפגישה זו נותחו האנליזות כמיות של התמיסות שנעשו אחת לשבוע במעבדתו של בני בר יוסף, והתקבלו החלטות לגבי שנויים שיש לבצע בשבוע הקרוב.

במקביל החלנו בשנה זו לבחון סחרור תמיסות ברמות סף שונות של EC. נבחנו שלושה ספים: 2.5, 4.0 ו- 6.0 של מערכות מסוחררות שהושוו למערכת פתוחה. בפועל קבלנו בשנה זו רק את שתי הרמות הנמוכות בשל מגבלות התשתית לא הצלחנו להגיע לרמת הסף 6.0. לפיכך בשנת המחקר השניה ערכנו את השפורים הנדרשים במערכת הפיזית לאור לקחי השנה הראשונה. בשנה זו אכן הצלחנו להרחיב את טווח ספי ה- EC של התמיסות המסוחררות בטפולים השונים. נבחנו 3 ספי EC להקזה: 2.5, 4.0 ו- 5.5. וכן טפול בקרת (ללא מחזור).

יבול הפירות בטפולי EC 2.5 ו- 4.0 היה בדומה לבקורת לעומת זאת בטפול הגבוה (5.5) חלה הפחתה משמעותית ביבול ביחס לבקרת וכן ירידה מובהקת במס' הפירות ביחס ליתר הטפולים. החסכון במים עמד על 40, 60 ו 70% עם העליה בערך הסף להקזה מ- 2.5 ל- 5.5. החסכון ביסודות המקרו NPK עמד על כ- 40% בערך ההקזה הנמוך (EC=2.5) 60% בערך ההקזה הבינוני ו- 70% בערך ההקזה הגבוה (EC=5.5).

לאחר שהצלחנו להגדיר את ערך הסף של ה- EC שמעבר לו חל נזק התמקדנו בשנה השלישית בבחינת השפעות גומלין של גורמים שונים על גדול והתפתחות עגבניות הגדלות במערכת מסוחררת בסף הקזה של $EC = 4.5$

נבחנו שני משטרי צינון (אוורור גג RV ומזרן לח WP), כל אחד בשלושה נפחי מצע (פרלייט), בשילוב עם שלושה ריכוזי חנקן במים ושתי תדירויות הדשיה. הבדיקות כללו יבול, איכות, תצרוכת מים והרכב כימי של צמחים ותמיסות.

טיפול WP הקטין דיות ללא פגיעה בייצור החומר היבש. הגדלת הלחות הקטינה קליטת נתרן וכלור באביב והגדילה עקב כך את יבול הפירות ושפרה את איכותם. העלאת ריכוז N במים מ- 50 ל- 150 ו- 250 מ"ג/ל' הורידה יבול כללי ויבול סוג A כנראה בגלל הפרעות בקליטת סידן ומגניון. צמצום רוחב מצע הגידול מ- 50 ל- 20 ו- 10 ס"מ היה מלווה בירידה ביבול עקב ירידה בקליטת מים. הקטנת תדירות ההשקיה מכ- 18 לכ- 9 פעמים ביום הורידה את ה- ET היומית באביב ואת ריכוזי הסידן והמגניון בעלים ובפרי ולכן גם את היבול והאיכות.

לאור התוצאות שהתקבלו נראה שניתן למתן עקת מלח בתמיסות מסוחררות על ידי העלאת הלחות היחסית בחממה בעזרת מזרן לח, הקטנת ריכוז החנקן במים והגדלת נפח מצע הגידול. המזרן הלח מקטין גם תצרוכת מים ומביא לחיסכון בתשומות מים ודשן והפחתת זיהום הסביבה.

המחקר התלת-שנתי שהסתיים בשנה זאת סיפק את בסיס הידע הנדרש לגידול צמחי עגבניה במערכות השקיה סגורות. בחירת טכנולוגיית המיחזור שתיתן תמורה מרבית לחקלאי תלויה בניתוח כלכלי של העלויות וההכנסות באופציות המימשק השונות. ניתוח כזה לא נעשה לפי שעה. יש לציין שבמהלך 3 שנות המחקר לא חוטאו מי הנקז כנגד גורמים פתוגניים ולמרות זאת (ובדומה למינים אחרים שנבחנו על ידנו במערכות מחזור) לא אובחנה תמותה או נזק ויזואלי כלשהו בצמחים. עובדה זו מחייבת חשיבה נוספת באשר לנחיצות חטוי מי הנקז. יש לקיים דיון מעמיק עם מומחים מתחום הפיטופתולוגיה ולגבש המלצה בנושא חשוב זה.

המלצות: 1. לעשות ניתוח כלכלי של התוצאות שהושגו עד כה.

2. להקים שני מיסקי מודל לגידול צמחי עגבניה במערכות השקיה סגורות כדי ליישם את

הידע שהושג ולהציגו בפני החקלאים.

3. לקיים דיון בנושא חטוי מי נקז .

טבלה 1. פרוט הטיפולים וטמפרטורת האויר (T) והלחות היחסית (RH) שנמדדו בשבעת חדרי החממה (Ch) במהלך הניסוי. מדווחים ממוצעים יומיים (זריחה עד שקיעה) בתקופה שבין 1.11.04 ל- 20.6.05 [סיום הניסוי]. המדידות נערכו בגובה מרכז הנוף. סף ה- EC להחלפת תמיסות היה שווה בכל הטיפולים (דצ"ס/מ').

(RV = Roof ventilation; WP = Wet pad; Freq=irrigation frequency; Subs=substrate, 20 cm deep)

Tr Ch Clim CN Sub	Cooling	N in water mg/L N	Freq Appl/day	Subs width (cm)	T °C	RH (%)
1 RV 250 50 1 RV 250 20 1 RV 250 10	RV	250	8-16 8-16 8-16	50 20 10	20.1	61
2 RV 150 50 2 RV 150 50 2 RV 150 50	RV	150	8-16 8-16 8-16	50 20 10	20.0	71
3 RV 2.7 50 3 RV 2.7 20 3 RV 2.7 10	RV	50	8-16 8-16 8-16	50 20 10	19.9	71
4 FG 4.0 50 4 FG 4.0 20 4 FG 4.0 10	RV	150	4-8 4-8 4-8	50 20 10	20.3	72
5 RV 4.0 50 5 RV 4.0 20 5 RV 4.0 10	RV	50	16-32 16-32 16-32	50 20 10	20.0	65
6 WP 2.7 50 6 WP 2.7 20 6 WP 2.7 10	WP	150	8-16 8-16 8-16	50 20 10	19.1	72
7 WP 4.0 50 7 WP 4.0 50 7 WP 4.0 50	WP	50	8-16 8-16 8-16	50 20 10	19.0	74

טבלה 5. ריכוזי יסודות בעלי צמח עגבנייה בסתוו (24 נוב 2004), משקל עלים לצמח ומשקל צמח שלם. טרי. היבול המרבי התקבל בטיפול WP, 50 מ"ג/לי N, 50 ס"מ רוחב מצע.

Num	Cool	Tr	Sbst.	Freq	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	Fe	Zn	DM	Lvs	plant	leaves	leaves											
																F wt	fresh	dry											
															mg/kg	mg/kg	g/100g	kg/pl											
															g/100 g					mg/kg					mg/kg/100g				
															width														
1	WP	50	10	Av	3.63	0.96	4.7	1.05	2.49	1.6	4.07	416	363	8.29	3.86	1.1	0.091												
2	WP	50	20	Av	3.84	0.93	4.7	0.89	2.43	1.6	4.42	448	335	8.12	3.8	1.05	0.085												
3	WP	50	50	Av	3.19	1.06	5.1	0.99	2.89	1.7	4.67	536	242	7.81	4.01	1.17	0.091												
4	WP	150	10	Av	3.98	0.97	5.3	0.83	2.02	1.9	2.44	436	304	8.38	3.53	1.11	0.093												
5	WP	150	20	Av	4.19	1	5.3	0.82	1.95	1.9	2.23	410	298	8.62	3.45	1.15	0.099												
6	WP	150	50	Av	3.86	1.15	5.6	0.92	2.4	1.9	2.11	571	292	8.41	4.13	1.22	0.103												
7	RV	50	10	Av	3.58	0.94	4.1	1.06	2.79	1.3	4.33	662	328	8.9	2.57	0.92	0.082												
8	RV	50	10	High	3.33	0.87	4.1	1.03	2.95	1.4	5	518	355	8.57	3.56	1.05	0.09												
9	RV	50	20	Av	3.52	1.03	4.4	1.1	2.8	1.3	3.78	644	294	8.9	2.97	0.98	0.087												
10	RV	50	20	High	3.41	1.02	4.8	1.03	2.95	1.5	4.46	468	298	8.91	3.37	1.1	0.098												
11	RV	50	50	Av	3.52	1.03	4.6	0.99	2.65	1.4	4.27	629	309	8.29	2.97	1.02	0.084												
12	RV	50	50	High	3.31	1.01	4.5	0.96	3.11	1.4	4.23	586	366	8.25	3.34	1.12	0.092												
13	RV	150	10	Low	3.78	1.05	5.4	0.74	1.89	1.7	2.04	514	283	9.09	3.02	1.04	0.094												
14	RV	150	10	Av	4.24	1.04	5.5	0.78	1.87	1.7	2.4	658	369	8.8	2.36	0.86	0.076												
15	RV	150	20	Low	3.76	1.16	5.7	0.89	2.16	1.7	2.43	533	254	8.54	3.12	1.13	0.097												
16	RV	150	20	Av	4.06	1.04	5.4	0.79	2.05	1.8	2.73	964	375	9.13	2.48	0.85	0.078												
17	RV	150	50	Low	4.21	1.26	6.4	0.79	1.72	1.9	2.1	544	291	8.11	3.26	1.31	0.106												
18	RV	150	50	Av	3.97	1.11	5.8	0.77	2.02	1.5	2.43	752	291	8.53	2.75	1.12	0.096												
19	RV	250	10	Av	4.34	1.01	6.1	0.68	1.59	1.6	2.34	473	346	9.82	1.83	0.81	0.079												
20	RV	250	20	Av	4.16	1.23	6.4	0.73	1.7	1.5	1.68	511	283	9.97	1.94	0.93	0.093												
21	RV	250	50	Av	4.39	1.26	6.7	0.75	1.64	1.5	1.89	408	333	9.08	1.63	0.78	0.071												
Main effects																													
Cool means	WP				3.78	1.01	5.1	0.92	2.36	1.8	a 3.34	a 470	b 306	8.27	b 3.8	a 1.13	a 0.094	a											
	RV				3.84	1.07	5.3	0.87	2.26	1.5	b 3.07	b 591	a 318	8.86	a 2.75	b 1	b 0.088	b											
CN means		50			3.48	c 0.98	b 4.6	c 1.01	a 2.78	a 1.5	b 4.36	a 545	321	8.45	b 3.38	a 1.06	a 0.089	a											
		150			4	b 1.08	a 5.6	b 0.81	b 2.01	b 1.8	a 2.33	b 598	306	8.62	b 3.12	b 1.09	a 0.094	a											
		250			4.3	a 1.16	a 6.4	a 0.72	b 1.64	c 1.6	b 1.97	c 463	321	9.62	a 1.89	c 0.84	b 0.081	b											
Width means			10		3.84	0.97	b 5	b 0.88	2.23	1.6	3.23	525	335	8.84	a 2.96	0.98	b 0.086												
			20		3.85	1.06	a 5.2	ab 0.89	2.29	1.6	3.11	568	305	8.88	a 3.02	1.03	b 0.091												
			50		3.78	1.12	a 5.5	a 0.88	2.35	1.6	3.1	575	304	8.35	b 3.16	1.11	a 0.092												
Freq means				Low	3.91	a 1.15	a 5.8	a 0.81	b 1.92	c 1.8	a 2.19	c 530	276	8.58	3.14	b 1.16	a 0.099	a											
				Av	3.9	a 1.05	b 5.3	b 0.88	b 2.22	b 1.6	b 3.06	b 568	318	8.74	2.95	b 1	c 0.087	b											
				High	3.35	b 0.96	b 4.5	c 1.01	a 3	a 1.4	c 4.56	a 524	340	8.58	3.42	a 1.09	b 0.093	ab											
ANOVA																													
All mean					3.82	1.05	5.3	0.88	2.29	1.6	3.15	556	315	8.69	3.05	1.04	0.09												
F cool					ns	ns	ns	ns	ns	17.8***	4.3*	5.4*	ns	14***	155***	28***	4.6*												
F cn					43***	8.5***	48***	21***	47***	21***	164***	3.1*	ns	11***	60***	21***	5.5**												
F width					ns	8.1***	4.4*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	5.8**	ns	10.3***	ns												
F freq					ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	4.9*	ns	ns	17***	17***	8.4***												
F clmt*Vol					5.4**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns												
F Clmt*CN					ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns												
F Clmt*CN*Vol*Frq					ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	2.5*	ns												
F model					5.7***	2.4**	5.9***	2.6**	5.6***	3.5***	18***	ns	ns	2.8**	16.5***	7.6***	3***												

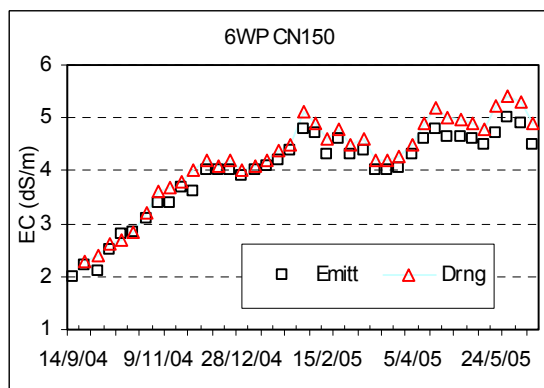
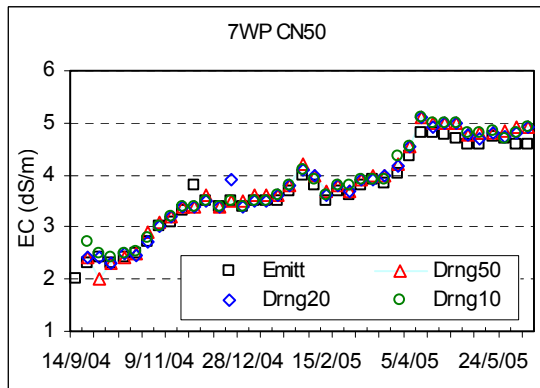
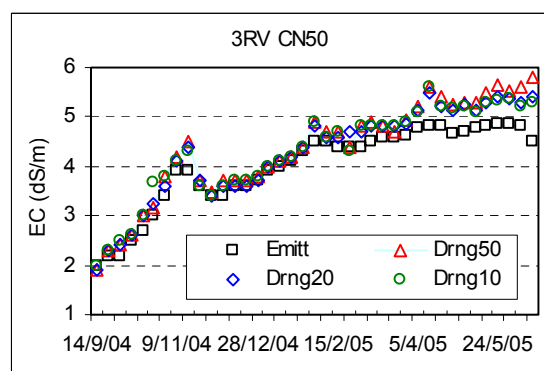
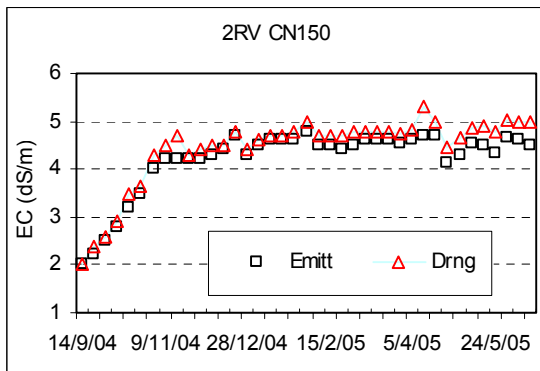
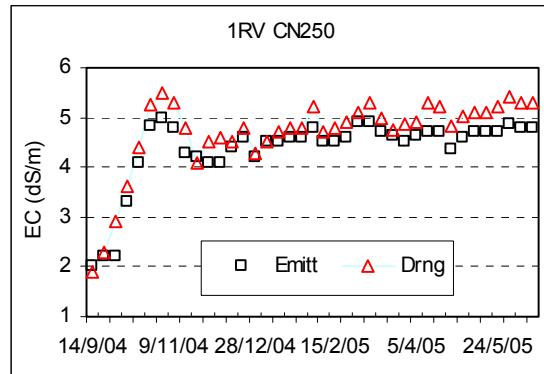
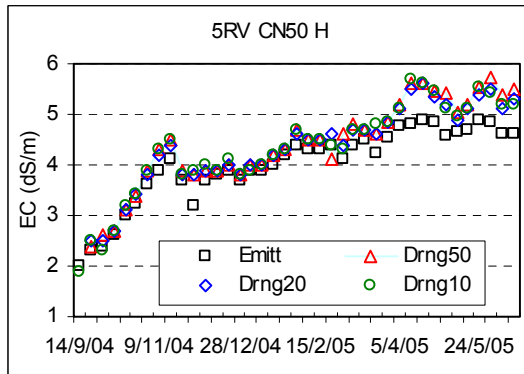
טבלה 6. ריכוזי יסודות בגבעולי צמח עגבנייה בסתוו (24 נוב 2004) ומשקל גבעול לצמח (טרי ויבש). היבול המרבי התקבל בטיפול WP, 50 מ"ג/לי N, 50 ס"מ רוחב מצע.

Num	Cooling	CN	Subst width	Freq	N	Concentration in stem					Stem weight										
						P	K	Ca	Mg	Na	%DM	Frsh	Dry								
														g/100 g	g/100g	kg/pl	kg/pl				
								g/100 g	24/11/03												
1	WP	50	10	Av	1.4	0.94	5.12	0.59	0.38	1.55	8.59	0.69	0.06								
2	WP	50	20	Av	1.45	0.86	5.15	0.65	0.34	1.54	8.4	0.64	0.054								
3	WP	50	50	Av	1.39	0.98	5.36	0.69	0.38	1.6	7.9	0.69	0.054								
4	WP	150	10	Av	1.87	0.89	4.62	0.55	0.27	1.51	9.1	0.72	0.066								
5	WP	150	20	Av	1.96	1.05	5.52	0.56	0.3	1.73	8.23	0.73	0.061								
6	WP	150	50	Av	1.68	1.11	5.84	0.55	0.27	1.72	7.64	0.72	0.055								
7	RV	50	10	Av	1.53	0.87	5.16	0.48	0.32	1.31	9.13	0.41	0.037								
8	RV	50	10	High	1.31	0.78	4.62	0.57	0.31	1.41	9.58	0.65	0.062								
9	RV	50	20	Av	1.35	0.92	5.41	0.48	0.32	1.38	8.46	0.44	0.037								
10	RV	50	20	High	1.26	0.89	5.08	0.59	0.35	1.42	9.1	0.68	0.062								
11	RV	50	50	Av	1.29	0.98	5.46	0.54	0.34	1.43	8.42	0.47	0.039								
12	RV	50	50	High	1.25	0.94	5.93	0.74	0.36	1.62	8.17	0.67	0.055								
13	RV	150	10	Low	1.97	1.13	5.08	0.54	0.25	1.62	9.85	0.68	0.066								
14	RV	150	10	Av	1.86	1.07	5.01	0.49	0.25	1.51	9.16	0.36	0.033								
15	RV	150	20	Low	1.66	1.12	5.17	0.54	0.25	1.63	9.17	0.69	0.064								
16	RV	150	20	Av	1.69	1.01	5.26	0.44	0.24	1.6	9.03	0.37	0.033								
17	RV	150	50	Low	2.12	1.16	5.46	0.51	0.26	1.55	8.9	0.72	0.065								
18	RV	150	50	Av	1.82	1.13	5.76	0.53	0.28	1.6	8.49	0.47	0.04								
19	RV	250	10	Av	2.1	0.94	4.69	0.4	0.22	1.4	10.3	0.38	0.039								
20	RV	250	20	Av	2.74	1.03	4.87	0.46	0.27	1.25	9.92	0.48	0.047								
21	RV	250	50	Av	2.48	1.08	5.36	0.49	0.27	1.25	9.88	0.46	0.046								
Main effects																					
Clim means	WP				1.62	0.97	5.27	0.6	a	0.32	a	1.61	a	8.32	b	0.7	a	0.058	a		
	RV				1.76	1	5.22	0.52	b	0.29	b	1.47	b	9.17	a	0.53	b	0.048	b		
CN means		50			1.36	c	0.91	b	5.25	0.59	a	0.34	a	1.47	a	8.64	b	0.59	a	0.051	a
		150			1.85	b	1.08	a	5.3	0.52	b	0.26	b	1.61	a	8.85	b	0.61	a	0.054	a
		250			2.44	a	1.02	a	4.97	0.45	c	0.25	b	1.3	b	10	a	0.44	b	0.044	b
Width means			10		1.72		0.95	b	4.9	b	0.52	b	0.28	b	1.47		9.39	a	0.55	b	0.052
			20		1.73		0.98	b	5.21	b	0.53	b	0.3	ab	1.51		8.91	at	0.58	at	0.051
			50		1.72		1.05	a	5.59	a	0.58	a	0.31	ab	1.54		8.49	b	0.6	a	0.051
Freq means				Low	1.92		1.14		5.23		0.53		0.25		1.6		9.31		0.7		0.065
				Av	1.77		0.99		5.24		0.53		0.3		1.49		8.85		0.54		0.047
				High	1.27		0.87		5.21		0.64		0.34		1.48		8.95		0.67		0.06
ANOVA																					
All mean					1.72		0.99		5.23		0.54		0.3		1.51		8.93		0.58		0.051
F clim					3.8*		ns		ns		18***		14***		6.6**		11**		94***		19***
F cn					63***		17***		ns		15***		41***		6.8**		5.3**		11.6***		ns
F width					ns		5.7**		7.4**		5.4**		ns		ns		5.1**		ns		ns
F freq					ns		ns		ns		10***		ns		ns		ns		78***		45***
F clmt*Vol					ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns
F Clmt*CN					ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		4.5*		ns
F Clmt*CN*Vol*Frq					ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns
F model					7.6***		3.1***		ns		4.8***		5.6***		ns		1.8*		14.6***		6.2***

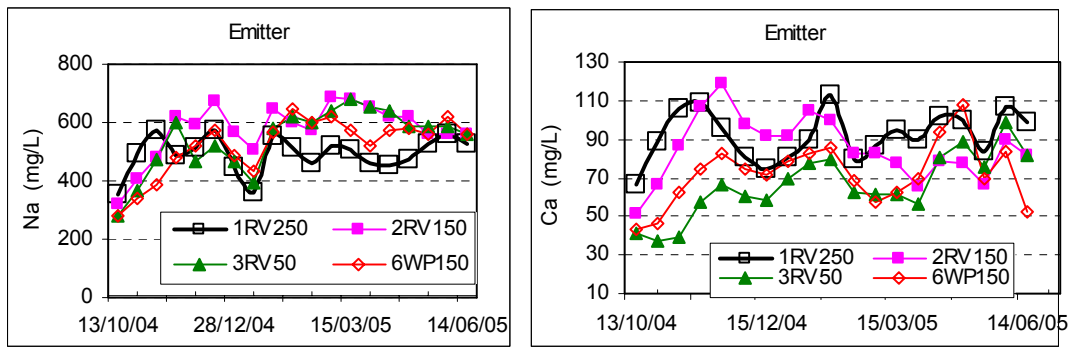
טבלה 8. ריכוזי יסודות בעלי צמח עגבנייה באביב (29 מרץ 2005), משקל עלים לצמח ומשקל צמח שלם טרי. היבול המרבי התקבל בטיפול WP, 50 מ"ג/ל N, 50 ס"מ רוחב מצע.

Num	Cooling	CN	Subst width	Freq	Frsh	Frsh	DM	Dry	Reduced	NO3-N	P	K	Mg	Ca	Na	Cl	Fe	Zn	Mn											
					Pl wt	Lvs wt	Lvs	Lvs wt	N	%	%	%	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg										
					kg/pl	kg/pl	%	kg/pl	%	%	%	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg											
1	WP	50	10	Av	2.96	0.74	10.34	0.076	3.62	0.63	0.93	3.88	0.78	2.51	1.17	1.73	155	45.8	433											
2	WP	50	20	Av	3	0.75	9.64	0.071	3.59	0.73	1.03	3.78	0.9	2.96	1.12	2.43	151	67.8	581											
3	WP	50	50	Av	3.34	0.59	10.22	0.061	3.45	0.3	0.79	2.83	0.88	3.01	1.09	2.58	143	51.5	509											
4	WP	150	10	Av	2.97	0.59	12.07	0.071	3.39	0.63	0.7	3.38	0.69	2.24	1.62	1.88	134	51.5	478											
5	WP	150	20	Av	3.15	0.65	11.17	0.072	3.63	0.49	0.77	3.43	0.78	2.64	1.14	1.93	152	59.8	628											
6	WP	150	50	Av	3.25	0.55	10.78	0.06	3.64	0.44	0.7	3.2	0.74	2.26	1.31	1.9	184	59.5	457											
7	RV	50	10	Av	2.74	0.42	11.34	0.047	3.51	0.3	0.71	2.55	0.98	3.05	1.23	3.15	170	50.8	489											
8	RV	50	10	High	2.5	0.44	11.03	0.048	3.74	0.37	0.73	2.85	0.87	2.8	1.07	2.22	187	46.5	422											
9	RV	50	20	Av	2.29	0.54	11.02	0.058	3.57	0.34	0.98	3.13	0.92	3.02	1.2	2.75	191	43	496											
10	RV	50	20	High	2.7	0.53	11.32	0.059	3.21	0.28	0.79	3.3	0.99	3.4	1.17	2.68	149	47.8	568											
11	RV	50	50	Av	2.61	0.39	11.76	0.046	3.45	0.24	0.71	3	0.92	2.84	1.27	2.73	211	44.8	462											
12	RV	50	50	High	2.64	0.55	10.92	0.06	3.61	0.3	0.78	3.12	0.88	2.86	1.06	2.4	138	42.8	415											
13	RV	150	10	Low	2.8	0.42	11.51	0.049	3.9	0.39	0.71	3.48	0.64	2.35	1.43	1.6	190	49	559											
14	RV	150	10	Av	3.18	0.52	10.18	0.052	3.83	0.49	0.59	2.15	1	2.97	1.85	3.3	163	36	413											
15	RV	150	20	Low	2.65	0.44	11.8	0.052	3.67	0.35	0.72	3.43	0.64	2.1	1.42	1.6	176	44.5	547											
16	RV	150	20	Av	3.05	0.52	9.96	0.052	3.6	0.56	0.63	2.48	1.02	2.98	1.67	3.1	150	40.8	441											
17	RV	150	50	Low	2.73	0.44	11.59	0.051	3.72	0.34	0.67	3.25	0.63	2.04	1.31	1.53	184	44.5	541											
18	RV	150	50	Av	2.69	0.43	9.47	0.04	3.84	0.52	0.64	2.43	1.05	2.87	1.94	3.33	166	40.8	407											
19	RV	250	10	Av	2.25	0.38	11.48	0.043	3.52	0.45	0.62	3.95	0.56	1.56	1.72	1.65	155	37	499											
20	RV	250	20	Av	3.07	0.5	11.73	0.059	3.4	0.5	0.7	4.48	0.57	1.72	1.6	1.6	174	47.5	562											
21	RV	250	50	Av	2.35	0.5	11.17	0.056	3.47	0.49	0.64	3.8	0.65	1.48	1.43	1.48	151	46.3	441											
Main effects																														
Cool mean	WP				3.11	a	0.64	a	10.71	0.068	a	3.55	0.53	a	0.82	a	3.41	a	0.8	2.6	1.24	b	2.07	b	153	56	a	514		
	RV				2.68	b	0.47	b	11.09	0.052	b	3.6	0.39	b	0.71	b	3.16	b	0.82	2.53	1.42	a	2.34	a	170	44.1	b	484		
CN means		50			2.75	ab	0.55		10.84	0.058		3.53	b	0.39	0.83	a	3.16	b	0.9	a	2.94	a	1.15	b	2.52	a	166	48.9	486	
		150			2.94	ab	0.51		10.95	0.056		3.7	a	0.47	0.68	b	3.02	b	0.8	b	2.49	b	1.52	a	2.24	b	167	47.4	497	
		250			2.56	b	0.46		11.46	0.053		3.46	b	0.48	0.65	b	4.08	a	0.59	c	1.59	c	1.58	a	1.58	c	160	43.6	501	
Width means			10		2.77		0.5		11.14	0.055		3.64		0.46	0.71	b	3.18	b	0.79		2.5		1.44		2.22		165	45.2	471	b
			20		2.84		0.56		10.95	0.06		3.52		0.47	0.8	a	3.43	a	0.83		2.69		1.33		2.3		163	50.1	546	a
			50		2.8		0.49		10.85	0.053		3.6		0.37	0.7	b	3.09	b	0.82		2.48		1.34		2.28		168	47.1	461	b
Freq means				Low	2.73		0.44	b	11.63	a	0.051	3.76	a	0.36	ab	0.7		3.38		0.64	b	2.16	b	1.39	a	1.58	b	183	46	549
				Av	2.86		0.54	a	10.82	b	0.058	3.57	b	0.47	ab	0.74		3.23		0.83	a	2.54	b	1.42	a	2.37	a	163	48.2	486
				High	2.61		0.5	ab	11.09	ab	0.056	3.52	b	0.32	b	0.77		3.09		0.91	a	3.02	a	1.1	b	2.43	a	158	45.7	468
All mean					2.805		0.519		10.98	0.056		3.59		0.434		0.74		3.23		0.81		2.55		1.37		2.26		165	47.5	492
F cool					11 **		28.7***		ns	23.1***		ns		10.5 **		10.5 **		5.2 *		ns		ns		7.2		7. *		ns	18.3***	ns
F CN					1.5 ns		ns		ns	ns		6.2 **		3.4 *		10.7***		30.3***		32.6***		28.6***		17.6***		28.5***		ns	ns	ns
F width					.13 ns		2.1 ns		ns	ns		ns		ns		4.3 *		4.1 *		ns		ns		ns		ns		ns	ns	4.6 *
F freq					.3 ns		ns		4.2 *	ns		ns		ns		14.5***		26.5***		5.2**		6.5**		45.8***		ns		ns	ns	3.2 *
F cool*Vol					ns		ns		ns	ns		ns		3.1 *		ns		3.6 *		ns		ns		ns		ns		ns	ns	ns
F Cool*CN					ns		ns		23.6***	ns		ns		6.5 *		ns		ns		8.3 **		ns		4.7 *		8.4 **		ns	ns	ns
F Cool*CN*Vol*Frq					ns		ns		ns	ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns		ns	ns	ns
F model					1.4 ns		2.3**		2.3 **	1.8 *		1.8 *		2.2 *		2.6**		6.1***		6.8***		3.9***		3.6***		9.0***		ns	1.8 *	1.3 ns

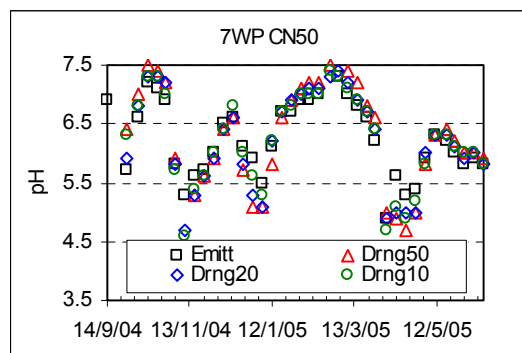
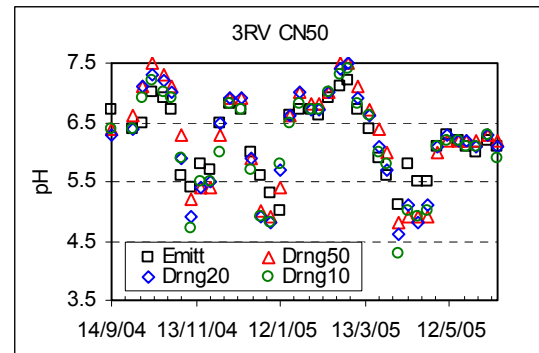
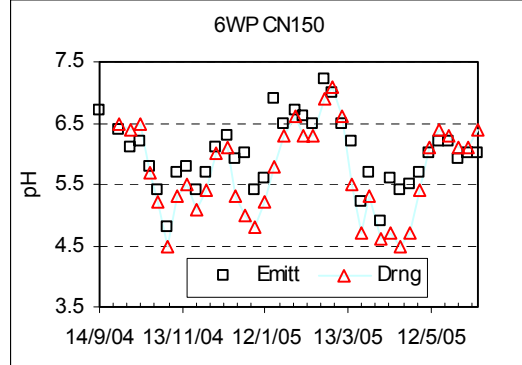
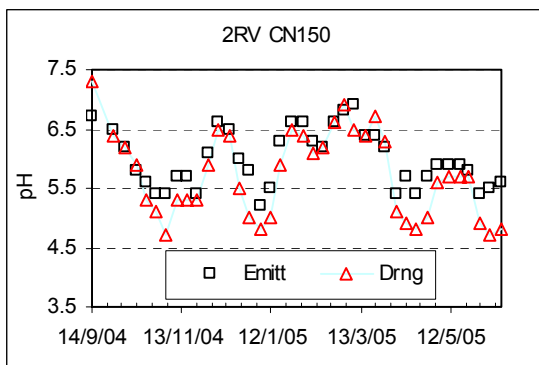
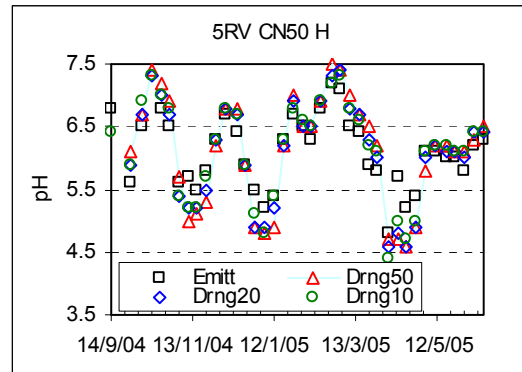
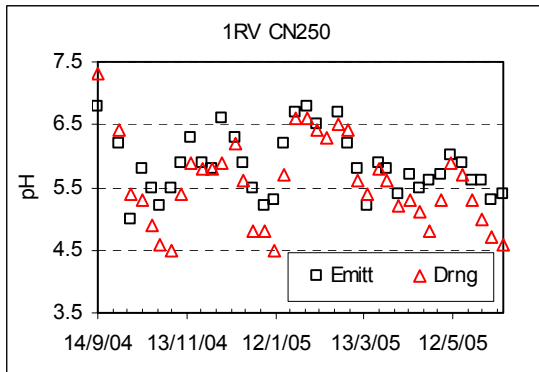
File: TomRecyTiss230905.xls



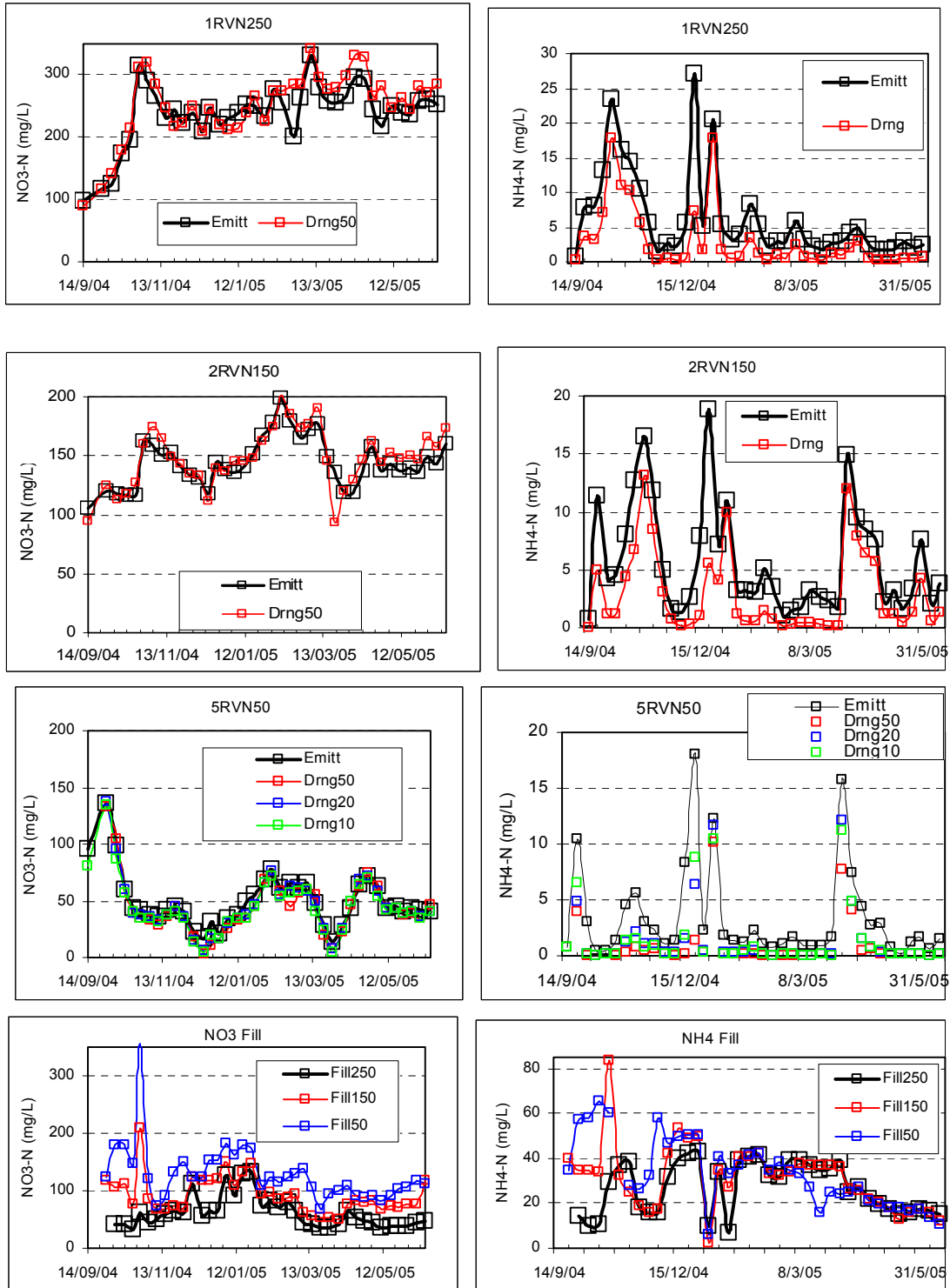
איור 1. EC במי הטפטפת (Emitt) והנקז (Drng) כתלות בטיפול ובזמן (הספרות ליד ה- Drng במקרא מציינות את רוחב המצע; WP ו-RV מציינים מזרח לח ואווורור גג; CN מציין ריכוז N במים). מדידות בתמיסות שנאספו מדי יום במשך 24 שעות.



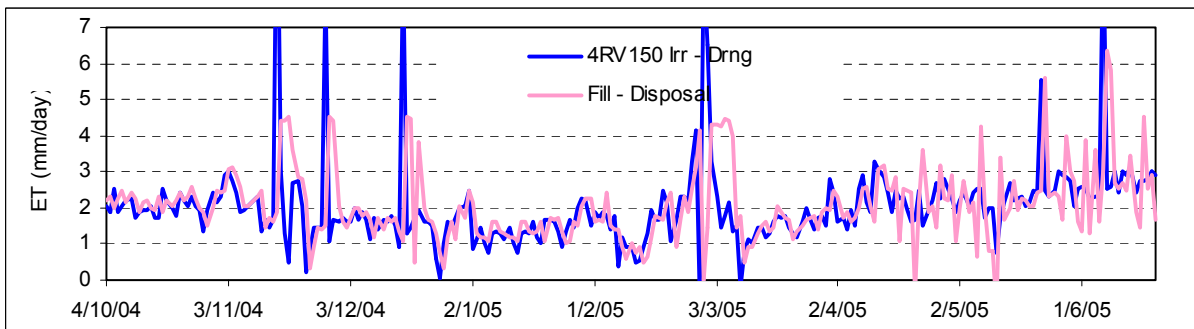
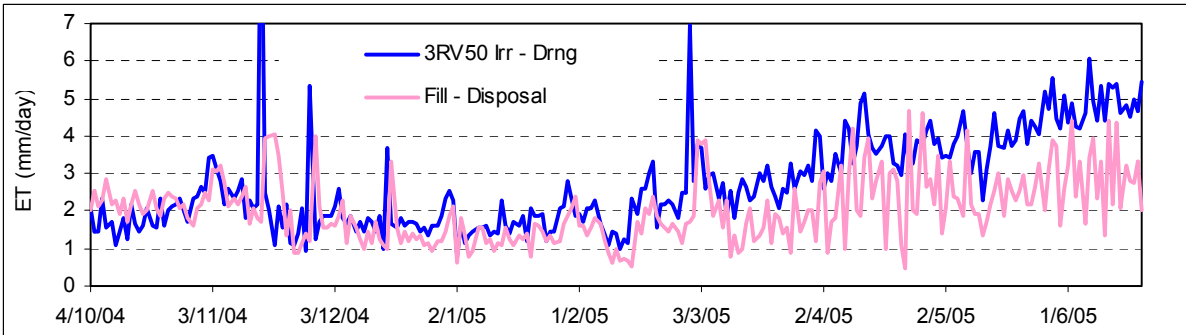
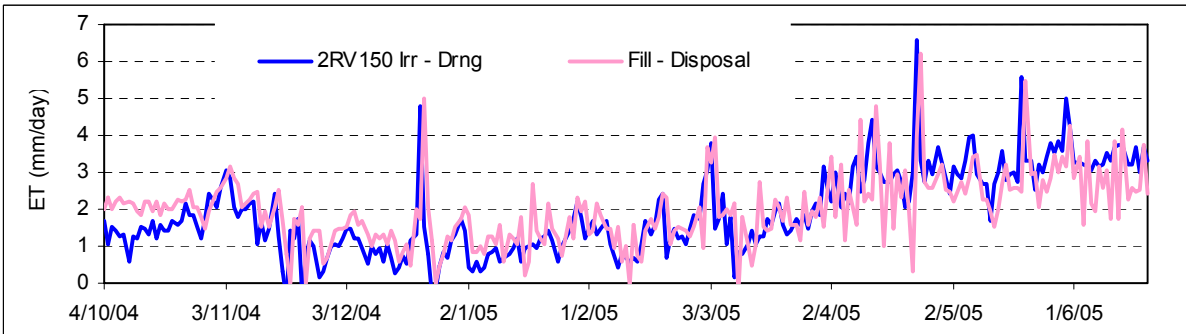
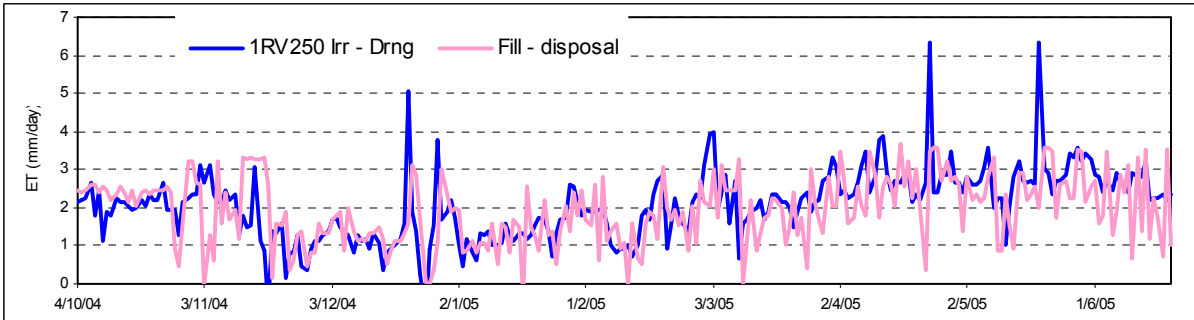
איור 2. ריכוזי סידן ונתרן במי טפטפת כתלות בריכוז N במים (50, 150 או 250 מ"ג/לי), משטר הצינורן (אוורור גג-RV או מזרן לח-WP) והזמן.



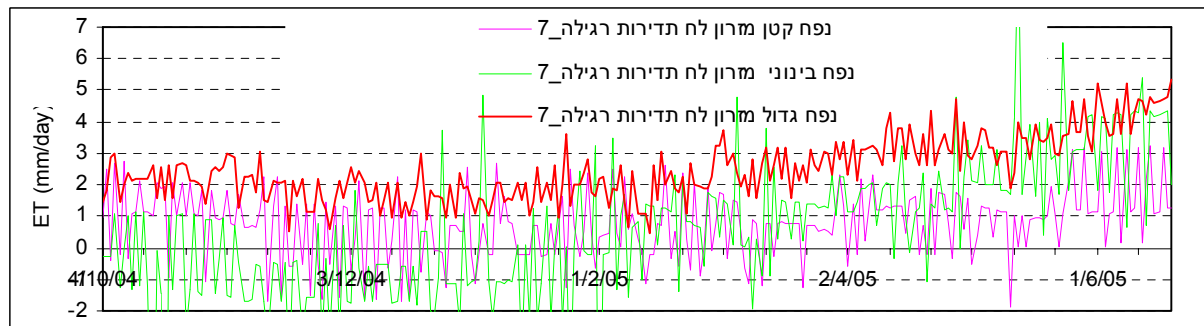
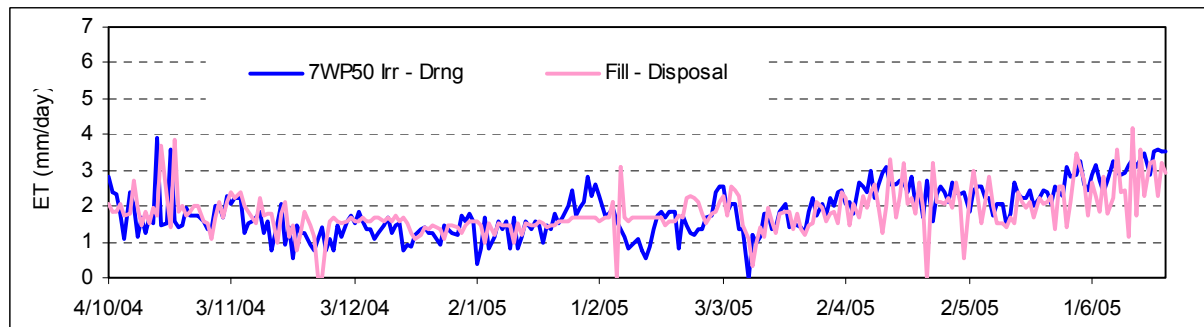
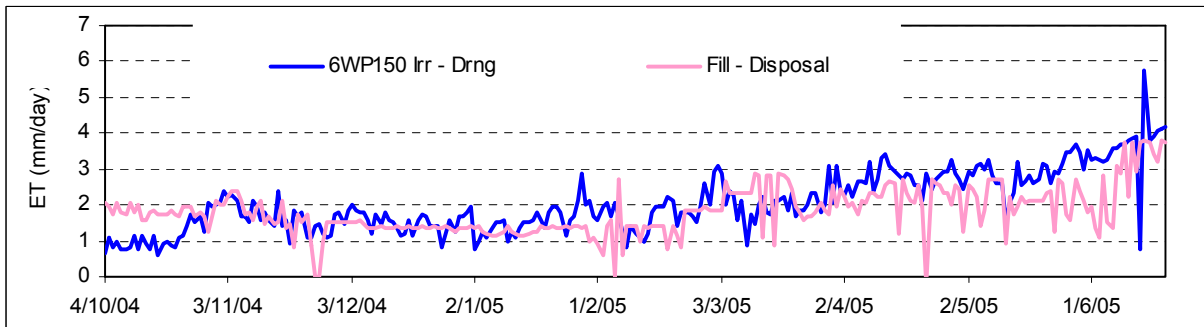
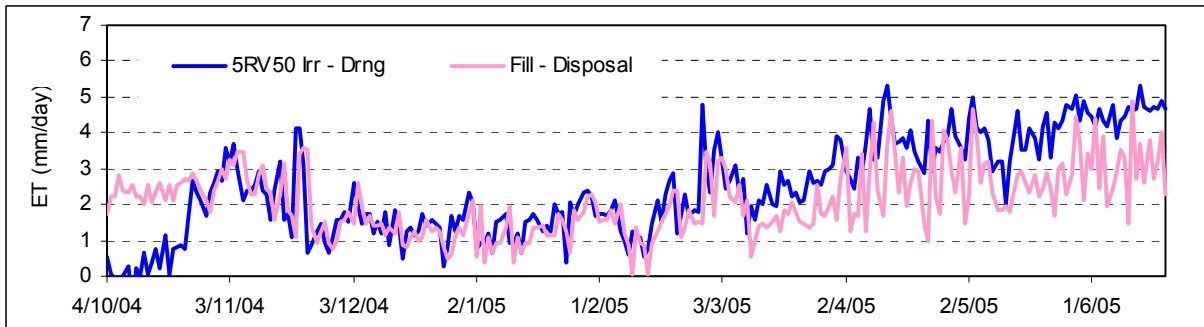
איור 3. pH במי הטפטפת (Emitt) והנקז (Drng) כתלות בטיפול ובזמן (הספרות ליד ה- Drng במקרא מציינות את רוחב המצע; WP ו-RV מציינים מזרח לח ואווורג; CN; מציינין ריכוז N במים). מדידות בתמיסות שנאספו מדי יום במשך 24 שעות.



איור 4. ריכוז אמון וחנקן במי הטפטפת (Emitt) והנקז (Dmg) כתלות בטיפול ובזמן (הספרות ליד ה-Dmg במקרא מציינות את רוחב המצע; WP ו-RV מציינים מזרן לח ואוורור גג; CN מציינ ריכוז N במים). מדידות בתמיסות שנאספו מדי יום במשך 24 שעות.

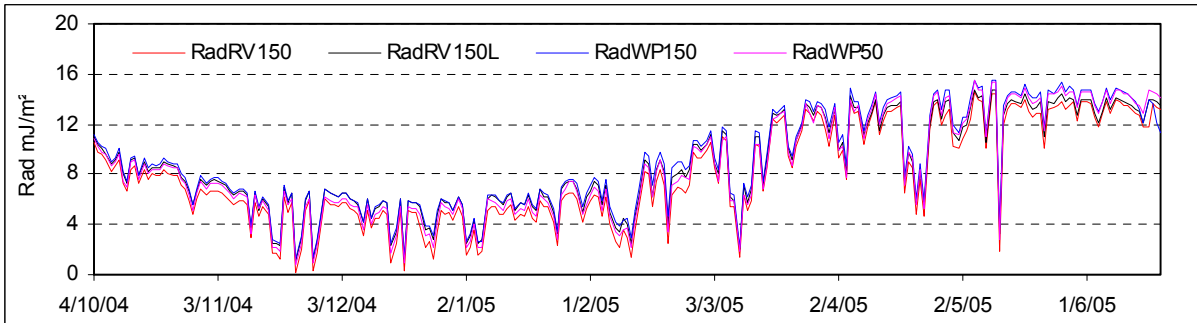
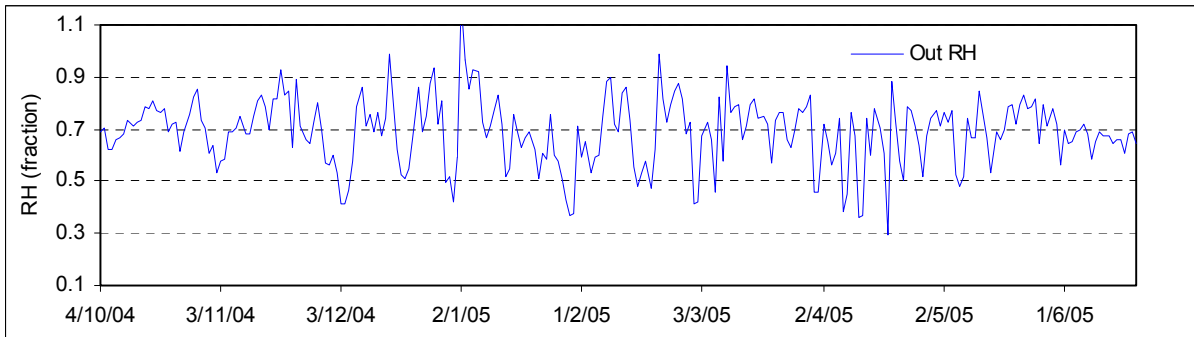
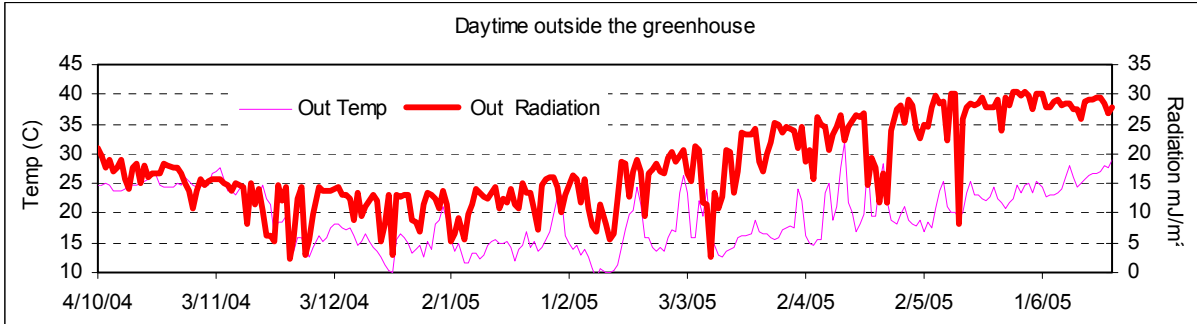


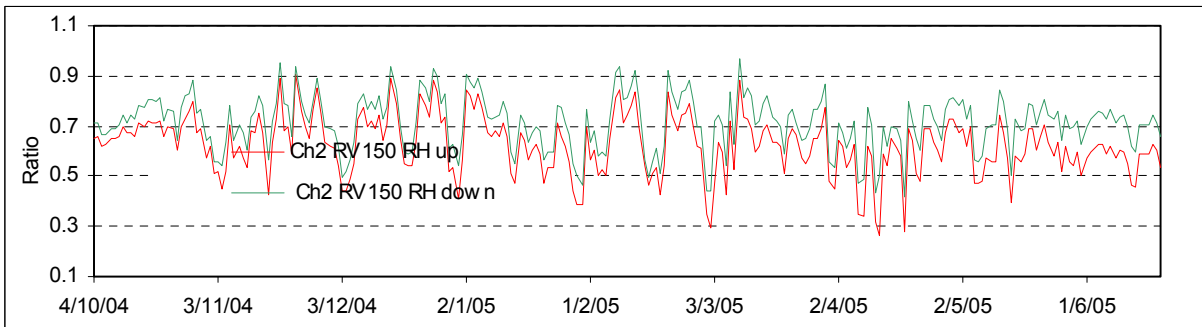
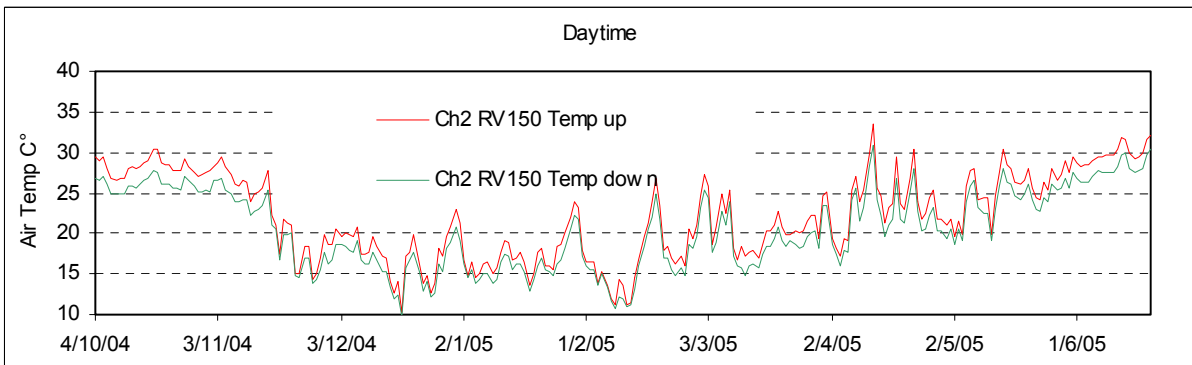
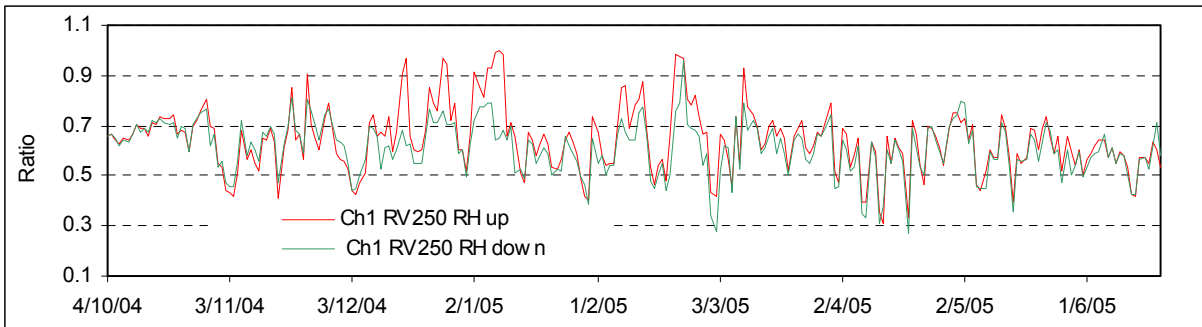
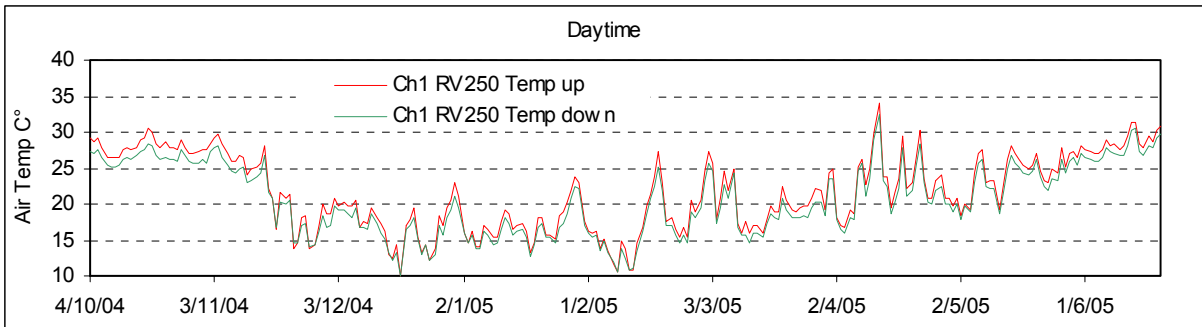
איור 5. אבפוטרנספירציה (ET) יומית בטיפולים השונים (חדרים 1 עד 4 למעלה ו5, 6 ו-7 בדף הבא) כתלות בזמן. ה-ET חושבה לפי שתי שיטות: 1. מנת השקיה (Irr) פחות נקז (Drng); 2. מנת מילוי (Fill) פחות הדחה (Disposal). שתי השיטות צריכות לתת ערכי ET זהים. בחדר 7 (איור אחרון בדף הבא) ניתנת ה-ET בשלושת רוחבי המצע (w) (השקיה פחות נקז). יש לזכור שה-ET משקלל שלושה נפחי מצע שהיו בכל חדר (ראה טקסט)

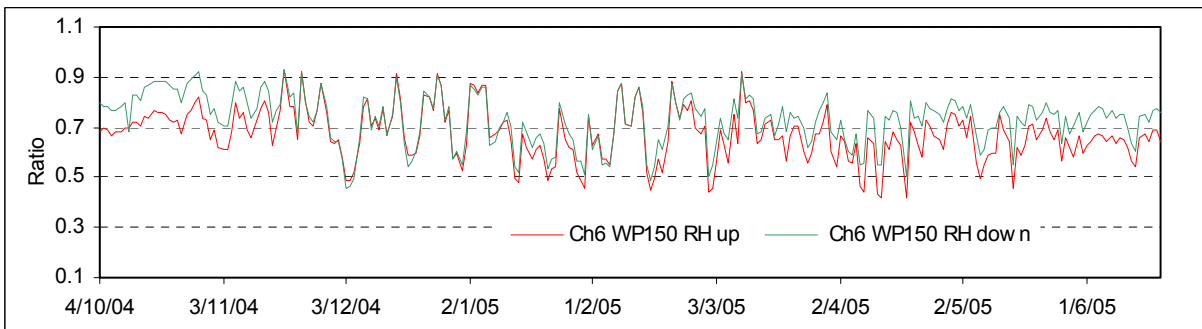
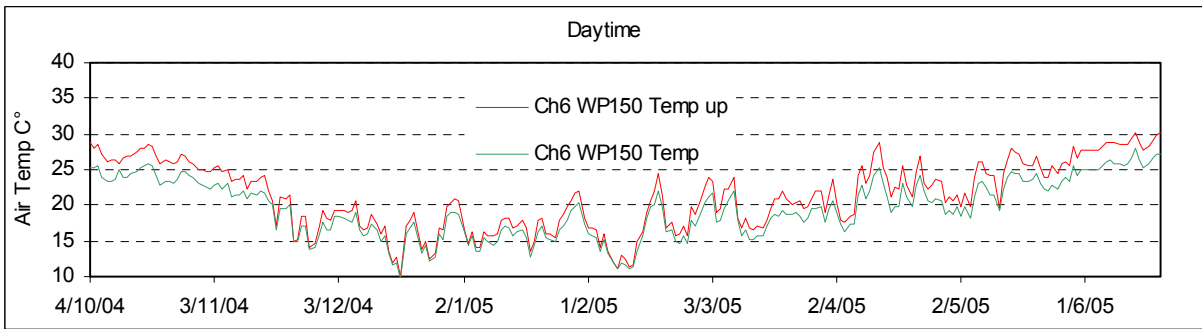
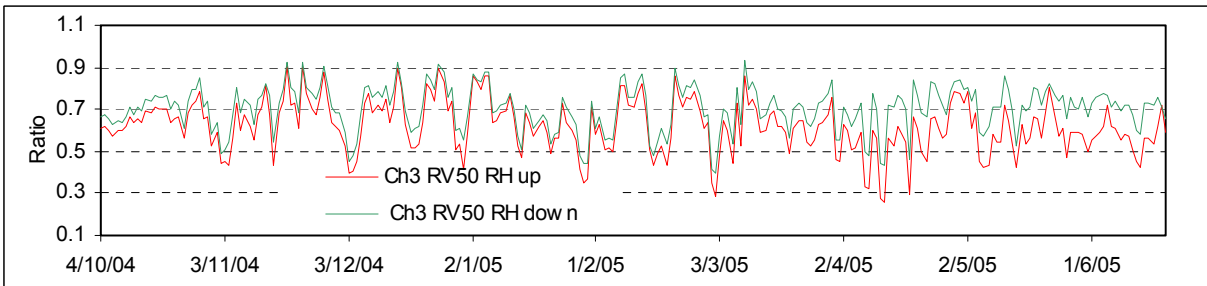
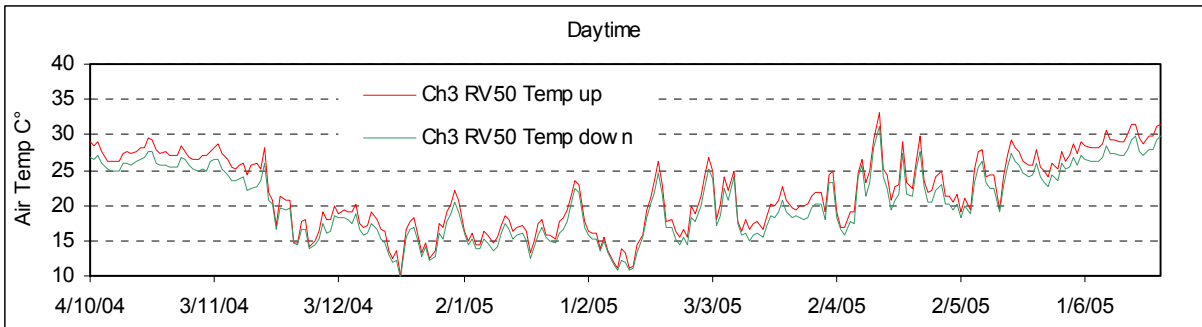


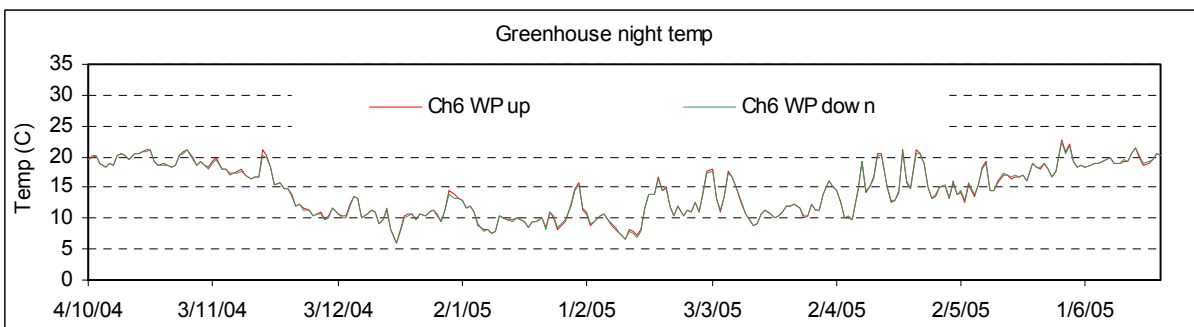
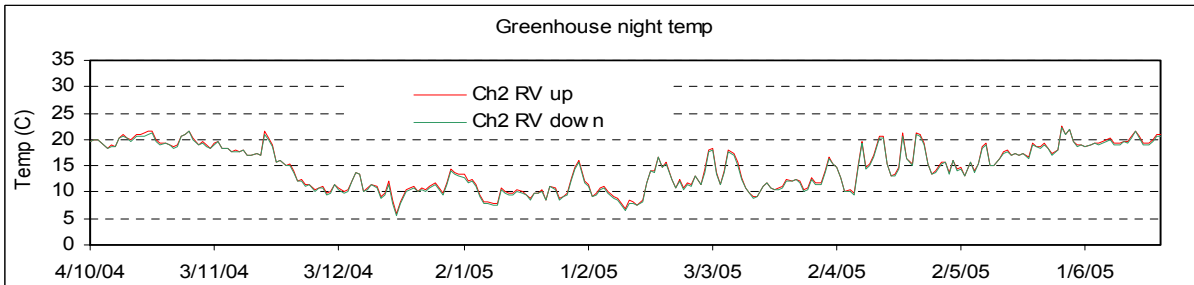
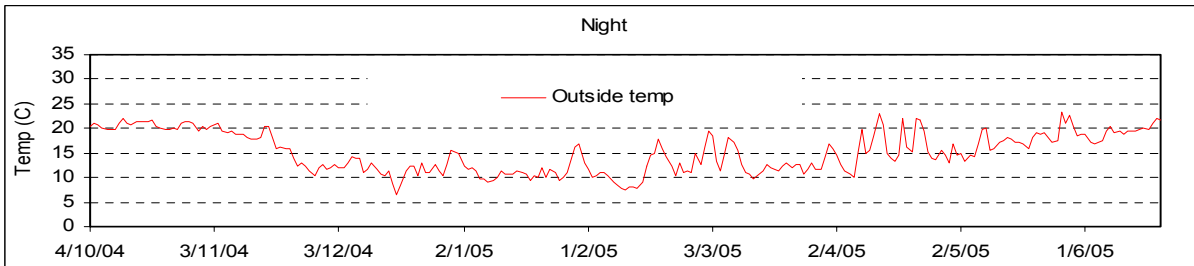
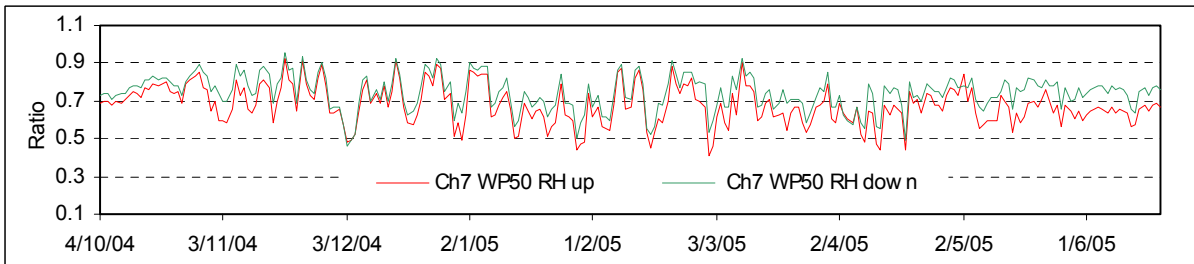
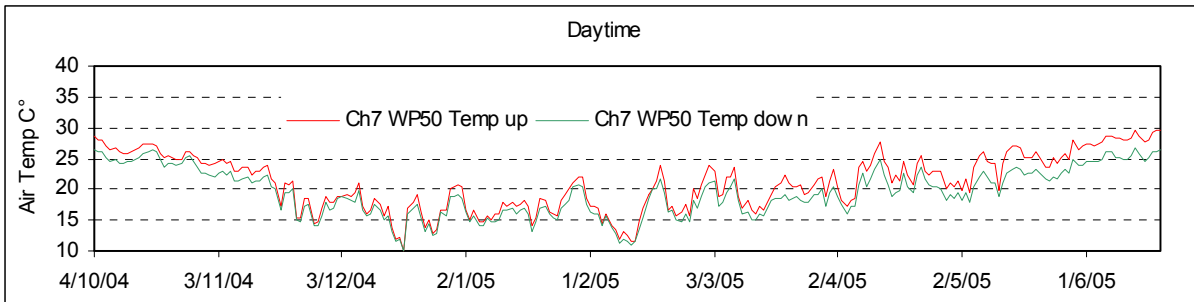
המשך איור 5 (ראה מקרא בעמוד הקודם)

נספח 1. תנאי האקלים (טמפרטורה, קרינה ולחות יחסית) מחוץ לחממה ובתוכה בתקופת הניסוי. הנתונים בחממה נמדדו מעל לנוף (up) ובגובה מרכז הצמח (down). הטיפולים מאופיינים על ידי מספר החדר (Ch), משטר הצינון (WP או RV) וריכוז N במים (50, 150 ו- 250 מ"ג/ל). תדירות השקיה גבוהה או נמוכה מצוינת על ידי H ו-L (בהתאמה).









נספח 2. אמדן ה-ET בטיפולי רוחב מצע מתוך המדידות שבוצעו בחדרים בחממה

תרומת כל טיפול רוחב מצע (קטן [S_s], בינוני [S_m] וגדול [S_l], מ² קרקע) ל-ET הכללית בחדר (ET_t) ניתנת במשוואה [17] (S_t שווה לשטח הקרקע הכללי בחדר).

$$St * ET_t = Sl ET_l + Sm ET_m + Ss ET_s \quad [17]$$

נגדיר: f₁+f₂+f₃=1; S_l/S_t=f₁; S_m/S_t=f₂; S_s/S_t=f₃; ET_s/ET_l=a₁; ET_m/ET_l=a₂; נציב את ההגדרות ב- [17] ונקבל אמדן של ET במצע 50 ס"מ (ET_l) מתוך ה- ET_t הנמדדת בתא מעורב:

$$ET_l = ET_t / (f_1 + f_2 a_2 + f_3 a_1) \quad [18]$$

ניתן להעריך את a₁, a₂ מתוך טיפול WP בו נמדדה ה-ET בנפרד בכל טיפול רוחב מצע (טבלה 8.1). את ET_m ו-ET_s ניתן לחשב מתוך ET_l לפי ההגדרות שלמעלה. המכנה במשוואה [18] חושב מתוך הקבועים שבטבלה – וערכו היה 0.794; מכאן ש- ET_l = ET_t / 0.794.

טבלה 8.1. ה-ET המצטברת שנמדדה בשלושת טיפולי רוחב המצע (ET_l, ET_m, ET_s) ובחדר כלו (ET_t) בשתי תדירויות השקיה (רגילה R וגבוהה H) בטיפול RV, ובתדירות R בטיפול WP (ריכוז 50 N מ"ג/ל). ערכי ה-ET שמשו לחישוב המקדמים במשוואה [18]. עגבניה, בשור 2004/5.

Tr	Measured (Lm ⁻² ground)				Calculated			
	ET _t	ET _l	ET _m	ET _s	a ₁	a ₂	f ₁	f ₂
	10.11.03 -27.6.04							
WP50R	710	466	466	251	0.54	1.0	0.50	0.265
WP50H	633	717	449	260	0.36	0.63	0.50	0.265
RV50R	482	647	384	202	0.31	0.59	0.50	0.265
Av	608	610	433	237	0.40	0.74	0.50	0.265