צמצום זיהום קרקע ומקורות מים באמצעות השקיה מתמשכת: תאור משטר המים ויסודות המזון בשכבת בית השורשים של פלפל בקרקע בשור.

חוקרים שותפים:

שמואל אסולין, אבנר זליבר,יחזקאל כהן,שבתאי כהן, לבקוביץ אירית, שושנה סוריאנו - קרקע, מים ואיכות הסביבה, מנהל המחקר החקלאי.
אלי מתן, דוד שמואל, חנה יחזקאל, שבתאי כהן – מו"פ דרום.
משה ברונר, אלישע קניג, יצחק פוסלסקי, גיא רשף, זהר חנן – שה"מ, משרד החקלאות

תקציר:

השקיה מתמשכת לאורך מרבית שעות הפוטוסינתזה מאפשרת התאמה מיטבית בין קצב אספקת המים והדשן לקצב הצריכה של הצמח. השנה בוצע ניסוי שבחן את תדירות ההשקיה וריכוז הזרחן על יבול ואיכות, פרמטרים צמחיים, מבנה בית שורשים, ומשטר המים ויסודות הזנה בבית השורשים של פלפל שגדל בקרקע בחוות הבשור. מבנה הניסוי כלל 6 טיפולים ב-5 חזרות ובאקראיות גמורה. הטיפולים שנבחנו היו: השקיה כל יומיים (I1); השקיה יומית (I2); השקיה יומית ב-30 הפעלות (I3); זרחן בריכוז 3 מ"ג\ל (P1); זרחן בריכוז 30 מ"ג\ל (P2). במהלך העונה, בוצע מעקב אחר יבול, שחור פיטם, הרכב כימי של פירות, עלים וגבעולים, פרמטרים צמחיים, צריכת מים בשיטת פולס חום, עומד קפילרי בקרקע באמצעות טנסיומטרים, פילוג יסודות הזנה בקרקע, ופילוג שורשים. המסקנות עד כאן הן שהגדלת תדירות ההשקיה שיפרה את איכות הפרי, הביאה לירידה בעצמה של שחור הפיטם, ושיפרה את הקליטה של זרחן. נמצא גם שהגדלת תדירות ההשקיה יצרה בית שורשים רדוד יותר.

מבוא:

צמצום ומניעה של זיהום קרקע ומקורות מים כתוצאה מהדשיה (השקיה ודישון) אינטנסיבית של צמחים בשטח פתוח ובבתי צמיחה הפך בשנים האחרונות לאחד מהיעדים החשובים של החקלאות הישראלית. משך הזמן הנדרש להשקיה בבתי צמיחה ובשטח הפתוח בטפטפות סטנדרטיות (2 ל\שעה) הוא בדרך כלל כעשירית מזמן הפוטוסינתזה והדיות הפוטנציאליים. מכאן, (א) חלק מהמים מתנקזים ואינם מנוצלים ע"י הצמח (ב במהלך היום נוצר הפרש גדול בין תכולת הרטיבות באזור הקרוב לשורש לבין תכולת הרטיבות הממוצעת בחתך. ירידה קטנה בתכולת הרטיבות גורמת לירידה בסדרי גודל במוליכות ההידראולית של קרקעות ומכאן, לירידה בקצב הקליטה של מים ויסודות הזנה על ידי הצמח. לכן, השקיה מתמשכת לאורך מרבית שעות הפוטוסינתזה מאפשרת התאמה מיטבית בין קצב אספקת המים והדשן לקצב הצריכה של הצמח. השקיה בטפטוף בספיקה נמוכה יכולה ליצור פרוס תכולת רטיבות (בהתאם לסוג הקרקע) שונה מאשר הפרוס המתקבל מיישום ספיקה גבוהה. ההבדלים יתרכזו בעיקר בתחום האזור הרווי הנוצר בד"כ בסביבת הטפטפת, וביחס בין ההולכה האופקית לאנכית של המים בקרקע (Koenig, 1997). הבדלים אלה יכולים להשפיע על מבנה בית השורשים, קליטת המים ע"י השורש, והדליפה לעומק מעבר לבית השורשים (Phene et al., 1991; Coelho and Or, 1999).

פרוס תכולת הרטיבות בקרבת השורש משפיע גם על מקדמי ההולכה של יסודות ההזנה השונים, ולכן צפויה השפעה של ההשקיה בספיקה נמוכה גם על קליטת יסודות אלה ע״י הצמח. תיתכן גם השפעה מסוימת על מידת האוורור בבית השורשים כתוצאה מצמצום או ביטול התחום הרווי בקרבת הטפטפת. בנוסף, לחידוש המתמיד של תמיסת ההשקיה, המגדיל את זמינות המים ויסודות מזון, השפעה על יחסי אמון/חנקה וה-pH בסביבת השורש. גורמים אלו יתבטאו בתגובת הצמח.

<u>פירוט הניסויים והתוצאות:</u>

השנה, הפעילות התמקדה בניסוי שבחן את תדירות ההשקיה וריכוז הזרחן על יבול ואיכות, פרמטרים צמחיים, מבנה בית שורשים, ומשטר המים ויסודות הזנה בבית השורשים של פלפל שגדל בקרקע בחוות הבשור. הניסוי נערך בבית רשת (% צל, צריך לבדוק) בפלפל מזן סליקה שהודלה בהדליה הולנדית. השתילה בוצעה ב- 20 מאי 2003, לפי שתי שורות לערוגה, 40 ס״מ מרווח בין השתילים כך שהעומד היה 5400 צמחים בשטח כולל של 1728 ממ״ר. ההשקיה בוצעה בעזרת שלוחות טפטוף אל-נגר אינטגרלי (נטפים) עם שלוחה אחת לשורה, ו- 2 טפטפות של 1.6 ל/ש לצמח. בטפטוף הרגיל, שיעור ההשקיה היה 10 מ״מ/שעה. בהשקיה המתמשכת, המערכת הופעלה בפולסים של 1.5 דקה כל 12 דקות כך ששיעור ההשקיה הממוצע היה 1.25 מ״מ/שעה. מבנה הניסוי כלל 6 טיפולים ב-5 חזרות ובאקריות גמורה. הטיפולים שנבחנו היו: השקיה כל יומיים (I1); השקיה יומית (I2); השקיה יומית ב-30 הפעלות (I3); זרחן בריכוז 3 מ״ג\ל (P1); זרחן בריכוז 30 מ״ג\ל (P2). במהלך העונה, בוצע מעקב אחר יבול, נגיעות בשחור פיטם, הרכב כימי של פירות, עלים וגבעולים, פרמטרים צמחיים, עומד קפילרי בקרקע באמצעות טנסיומטרים, פילוג יסודות הזנה בקרקע, וצריכת מים בשיטת פולס חום. כמו כן בוצעה חשיפת שורשים לאיפיון השפעת הטיפולים על מבנה בית השורשים.

1. <u>יבול (תרשים 1).</u>

   היבול הגבוה ביותר של פרי ליצוא התקבל בטיפול שהושקה בתדירות נמוכה (ההשקיה כל יומיים) ודושן בריכוז גבוה של זרחן. הדבר מבטא את השפעת הגומלין בין התנאים בקרקע הנוצרים בעקבות ממשקי ההדשייה השונים למבנה בית השורשים המתפתח. תוצאות ההשקיה בתדירות הגבוהה טובות יותר בהשוואה לאלו שהתקבלו בשנה הקודמת בגידול במצע מנותק.

   במונחים של מס׳ כללי של פירות לצמח, הגידול במצע המנותק הניב יותר פירות. ככלל, הטיפול בריכוז הזרחן הנמוך הניב יותר הזה בריכוז הזרחן הגבוה. הסיבה לכל הינה התחרות בין השלב הוגטטיבי לשלב הפרודוקטיבי: ריכוז זרחן גבוה מגביר את ייצור העלווה ומעכב את ייצור הפירות.

2. <u>הרכב כימי של העלים (תרשים 2).</u>

   השקיה בתדירות הגבוהה השפיעה על ההרכב הכימי של העלה, המעיד על השפעת הטיפולים על קליטת יסודות הזנה. דוגמאות עבור מנגן וזרחן מובאים בתרשים 2. התדירות הגבוהה הגדילה את ריכוז המנגן בעלה. השפעה דומה התקבלה עבור ריכוז הזרחן. ההשפעה מתעצמת בצורה מובהקת בטיפול בו הדישון סיפק רמת הזרחן הנמוכה.

3. <u>עומד קפילרי בקרקע (תרשים 3).</u>

המעקב אחר העומד הקפילרי בקרקע בוצע בעזרת טנסיומטרים אשר הותקנו בעומקים 20, 40, 60 ו- 90 ס״מ מתחת לפני הקרקע בשתי עמדות, כ- 5 ס״מ ו- 20 ס״מ מהטפטפת. ברוב שעות היממה, העומד הקפילרי הגבוה ביותר (קרקע רטובה יותר) התקבל עבור ההשקיה היומית בתדירות הגבוהה בכל העומקים. בעומקים 60 ו- 90 ס״מ, העומד הקפילרי הנמוך ביותר התקבל עבור ההשקיה היומית החד-פעמית.

בתרשים 3א מוצג העומד הקפילרי המדוד בעומק 20 ס״מ ובמרחק 5 ס״מ מהטפטפת עבור שתי ההשקיות היומיות. פרט למשך מתן מנת הים היומית, העומד הקפילרי גבוה יותר עבור ההשקיה בתדירות הגבוהה. בתרשים 3ב מוצג העומד הקפילרי המחושב עבור שני טיפולים אלו בשתי נקודות, 15 ס״מ מתחת לטפטפת ו-15 ס״מ במרחק של 20 ס״מ מהטפטפת. הערכים המוחלטים אינם זהים לערכים המדודים בגלל העדר התאמה בין עקום התאחיזה אשר נמדד לקרקע הבשור לתכונות הקרקע בחלקות המדידה. אולם המגמה המחושבת בנקודה מתחת לטפטפת זהה למגמה המדודה המקבילה. בין הטפטפות (מרחק של 20 ס״מ), המגמה המחושבת מראה כי העומד הקפילרי עבור התדירות הגבוהה גדול או שווה לעומד המתקבל עבור ההשקיה היומית החד-פעמית.

4. <u>מבנה בית השורשים (תרשים 4).</u>

תרשים 4 מסכם את תוצאות החשיפה והאומדן של התפלגות השורשים בקרקע. לא התקבלה השפעה של הטיפולים על צפיפות השורשים (משקל חומר יבש לסמ״ק קרקע) ב- 20 ס״מ העליונים של הקרקע. אולם ברור מאוד שככל שתדירות ההשקיה קטנה, בית השורשים עמוק יותר. בית השורשים העיקרי בתדירות הגבוהה התרכז ב- 20 ס״מ העליונים. עבור השקיה יומית, הוא העמיק ל- 40 ס״מ, ועבור השקיה כל יומיים ל- 60 ס״מ. לתוצאה זו השפעה גדולה על (א) הבנת התהליכים אשר הושפעו מהגדלת תדירות ההשקיה; (ב) על היכולת למדל תהליכים אלו.

5. <u>צריכת מים (תרשים 5).</u>

השפעת הטיפולים על צריכת המים נבחנה דרך שני משתנים: תולכת העלה; מדידה לפי שיטת פולס החום. תולכת העלה גדלה עם תדירות ההשקיה (תרשים 5א). צריכת המים המוערכת לפי שיטת פולס החום (תרשים 5ב) גבוהה יותר עבור ההשקיה בתדירות הגבוהה מ- 11.00 ל- 16.00.

הערכים המחושבים ע״ס המודל של Fuchs (1982) קרובים לערכים המדודים המאפיינים את שיטות ההשקיה המקובלות ונמוכים יותר מאלו עבור התדירות הגבוהה.

<u>מסקנות:</u>

- הגדלת תדירות ההשקיה הגדילה את תולכת העלה, ובמידה מסוימת, את קליטת המים ע״י הצמח.
- הגדלת תדירות ההשקיה שיפרה את יעילות קליטת יסודות הזנה.
- הגדלת תדירות ההשקיה יצרה בית שורשים רדוד יותר.

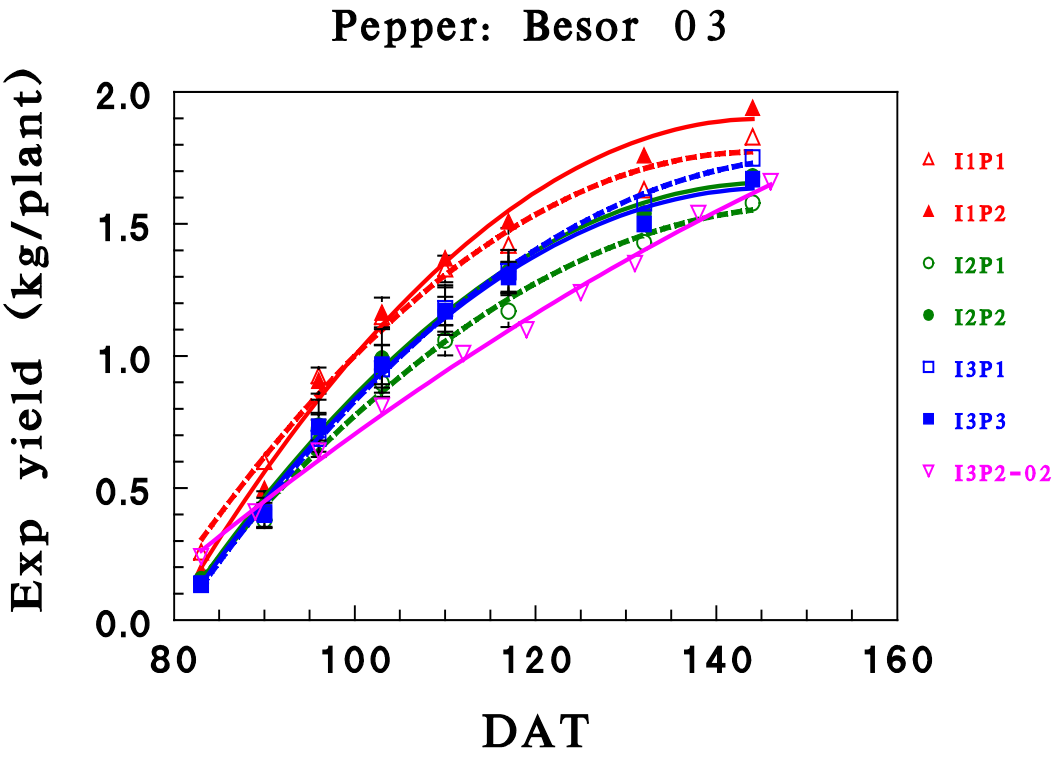
רשימת ספרות:

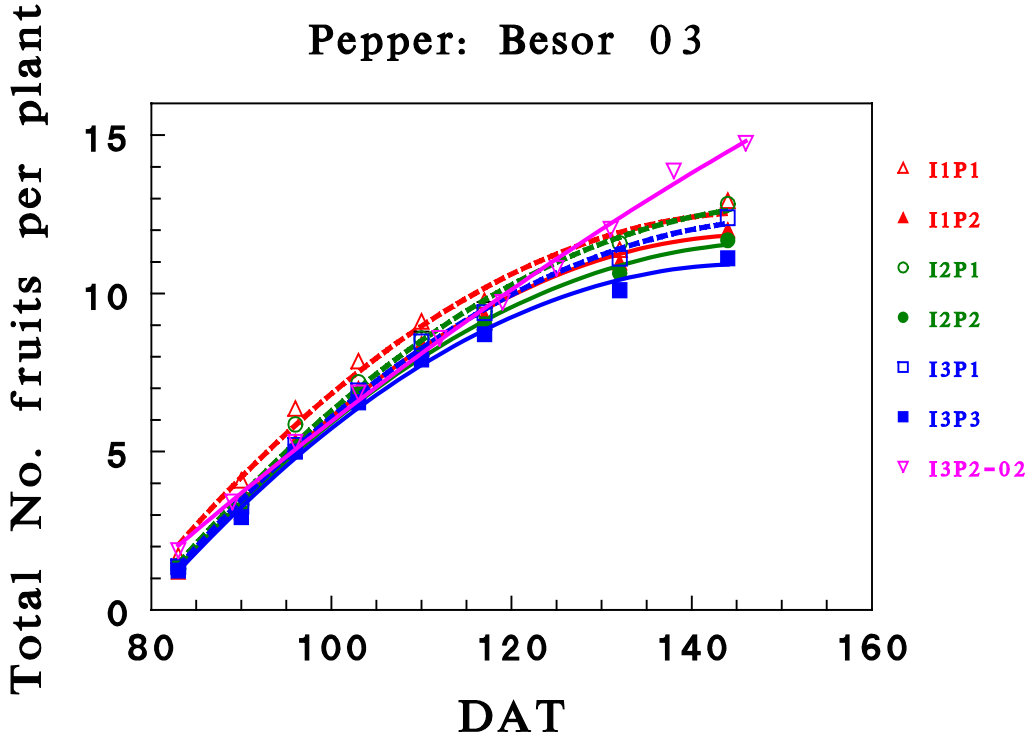
Coelho E.F., and D. Or. 1999. Root distribution and water uptake patterns of corn under surface and subsurface drip irrigation. Plant and Soil 206: 123-136.

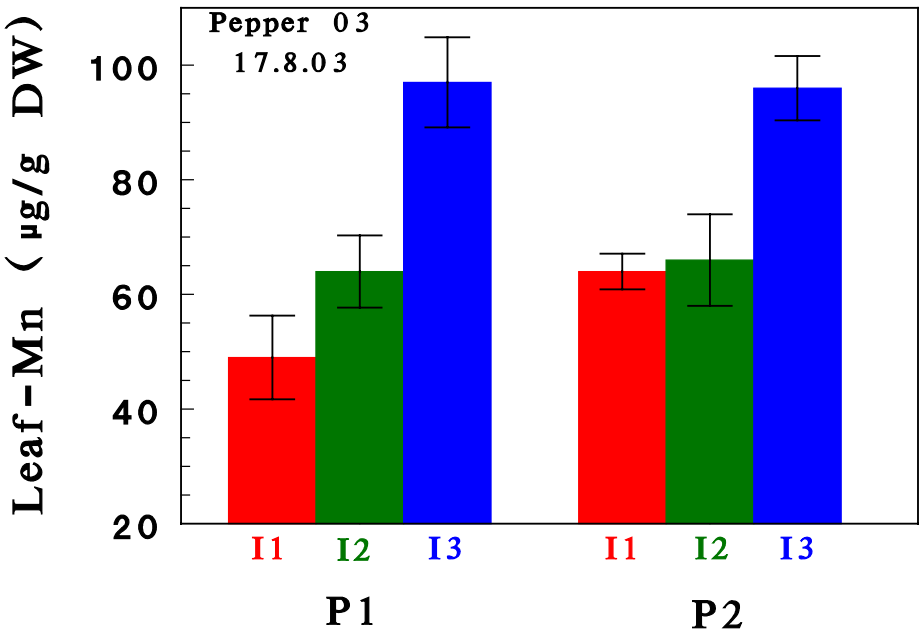
Koenig E. 1997. Methods of micro-irrigation with very small discharges and particularly low application rates. Water and Irrigation 365:32-38 (in hebrew).

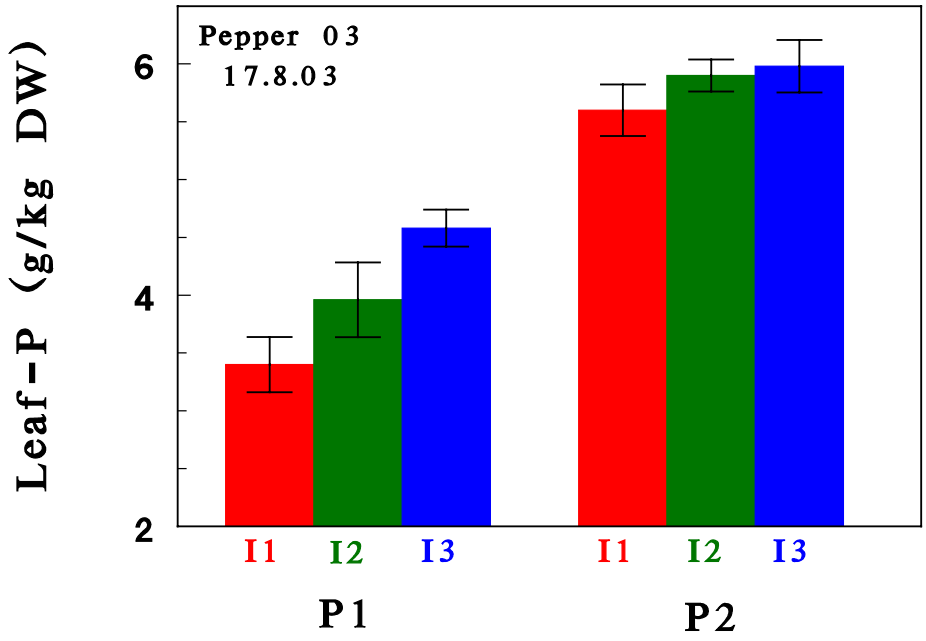
Phene, C.J., K.R. Davis, R.B. Hutchmaker, B. Bar-Yosef, D.W. Meek, and J. Misaki. 1991. Effect of high frequency surface and subsurface drip irrigation on root distribution of sweet corn. Irrig. Sci. 12: 135-140.

<u>תרשים 1</u>: השפעת הטיפולים על היבול (משקל פר צמח ליצוא, ומס' פירות כללי לצמח).



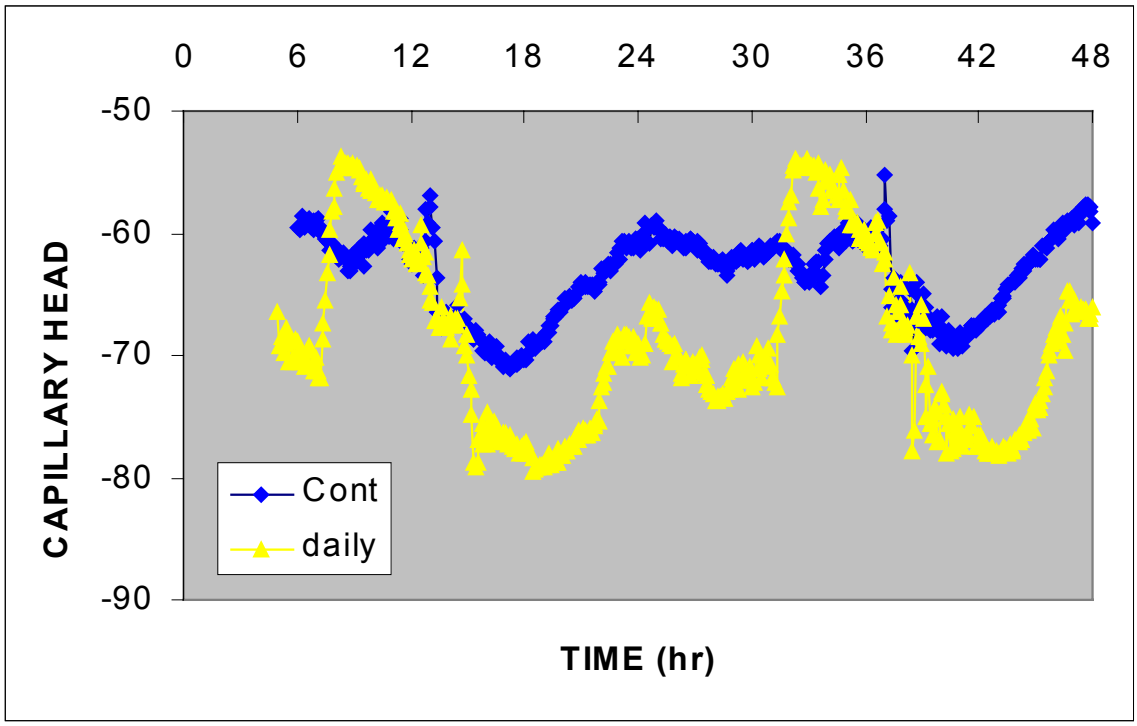


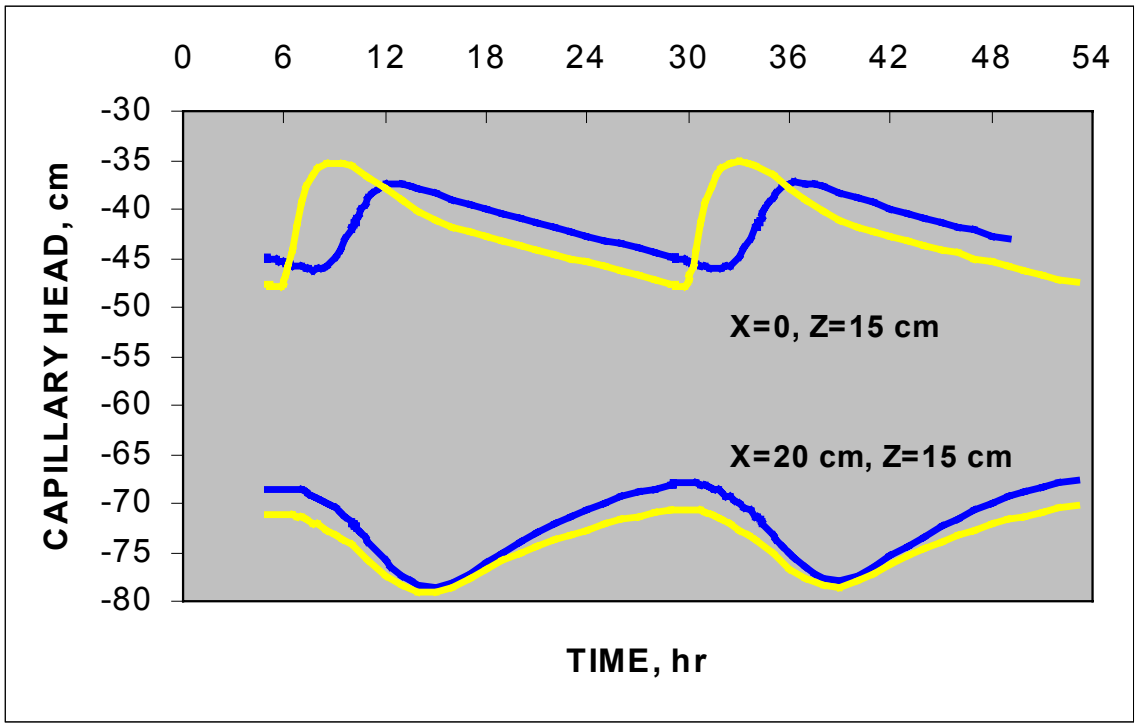




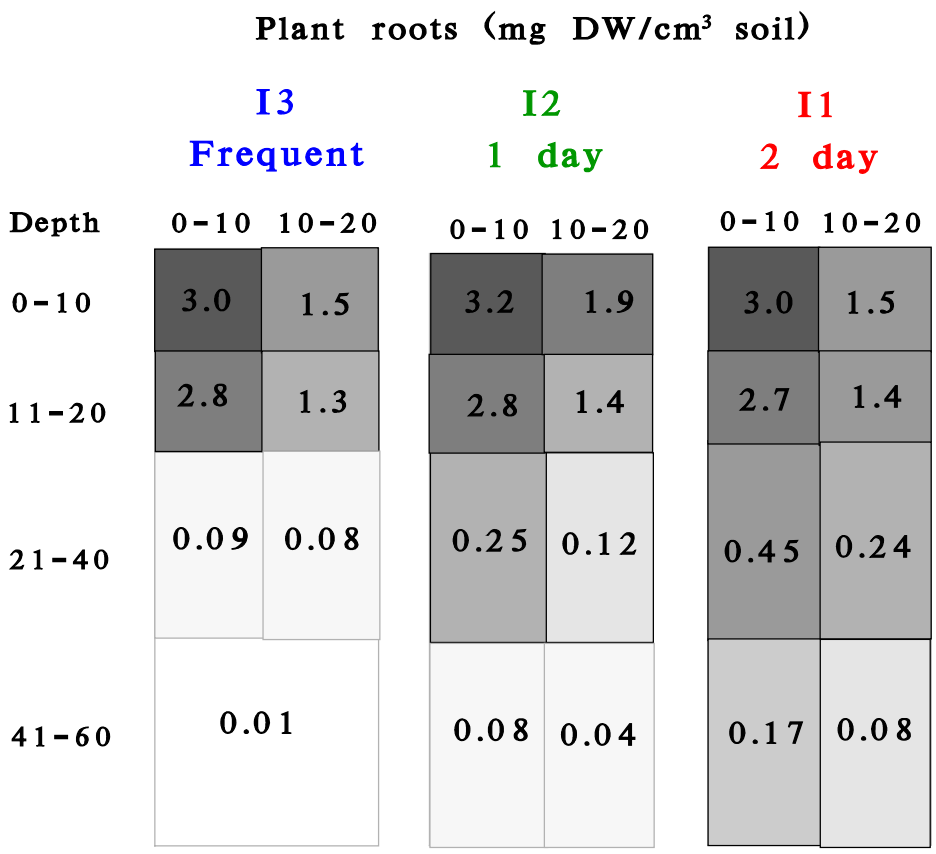
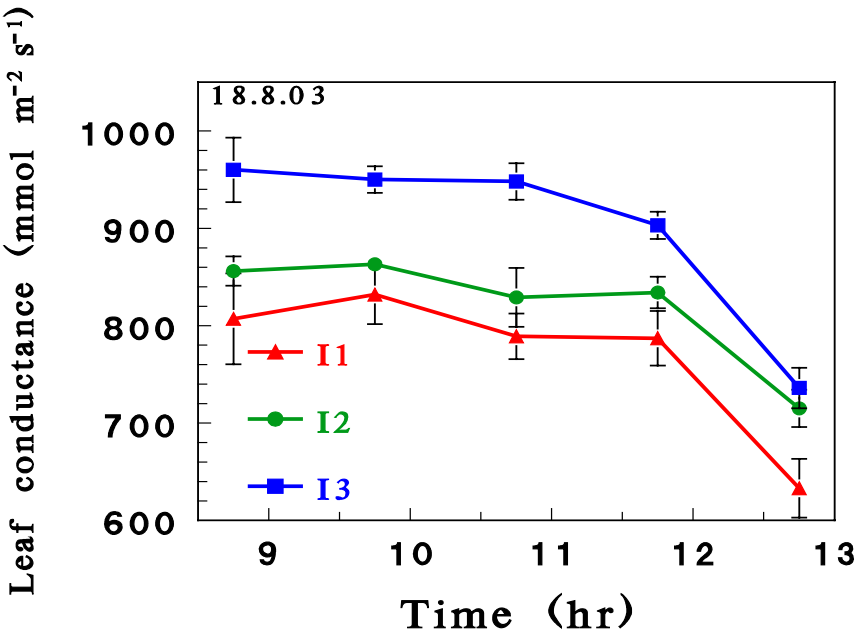
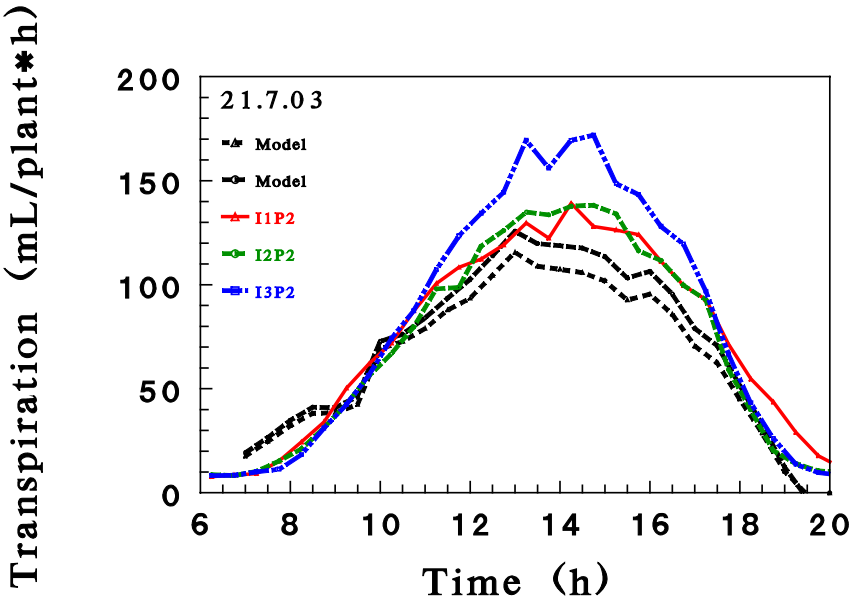
<u>תרשים 2</u>: השפעת הטיפולים על ההרכב הכימי של העלים.

<u>תרשים 3</u>: השפעת הטיפולים השתנות העומד הקפילרי בקרקע (א) ערכים מדודים עבור X=5 (Z=20 cm ; cm) (ב) ערכים מחושבים.





תרשים 4: השפעת תדירות ההשקיה על מבנה בית השורשים.



<u>תרשים 5</u>: השפעת הטיפולים על (א) תולכת העלה ועל (ב) צריכת המים המוערכת ע"י שיטת פולס החום.