

2002-2004

תקופת המחקר :

306-0459-04

קוד מחקר :

Subject: APPLICATION OF WASTEWATER TO GROWTH OF ROSES IN GREENHOUSE IN SOIL LESS CULTURE

Principal investigator: NIRIT BERNSTEIN

Cooperative investigator: Asher Bar-tal, AMRAM HAZAN, JORGE TARCHITZKY, PINCHAS SHENIR, TRZZKI HEORHEA, HAYA FRIEDMAN, HAYA FRIEDMAN

Institute: Agricultural Research Organization (A.R.O)

שם המחקר : יישום השקיה במי קולחין לגידול ורדים בחממה במצעים מנותקים

חוקר ראשי: נירית ברנשטיין

חוקרים שותפים: אשר בר-טל, עמרם חזן, חורחה טרצ'צקי, פנחס שניר, חורחה טרצ'צקי, חיה פרידמן, חיה פרידמן

מוסד: מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן 50250

תקציר

הקיצוצים בהקצאת המים השפירים לכלל החקלאים, מחייבים גם את החקלאים בענף צמחי הנוי לעבור לגידול במי קולחין. הידע הקיים כיום על השפעת מי קולחין על גידולי הענף מאוד מצומצם, בכל זאת אילוצים בשטח גרמו לכך כי בפועל קיימים כבר שטחי פרחים המושקים במי קולחין. מספר גורמים במי הקולחין עשויים לפגוע בגידול פרחים.

מטרת המחקר לבחון את השפעת ההשקיה במי קולחין על התפתחות ואיכות ורדים במצעים מנותקים (פרלייט וקוקוס) בחממה.

מהלך העבודה והתוצאות הניסוי התבצע בחוות לכיש. ההשקיה בקולחים החלה בנובמבר 2002, ועד לתום הפרויקט, בינואר 2005 לא נצפו הבדלים בצימות, במופע הצמחים ובמשקל הבול הנוצר בין חלקות הביקורת והקולחים בשני המצעים. בסוף השנה האחרונה לפרויקט, רק בחודשי הקיץ, בגידול בקוקוס בלבד ניכרה ירידה במספר הפרחים שנוצרו בהשקיה במי קולחים. בשלב זה, לא ברור באם זוהי תחילתה של השפעה שלילית על יבול וורדים המושקים בקולחים. המשך הפרויקט לתקופות ארוכות יותר יאפשר לבחון השפעות ארוכות טווח. לא נמצאה השפעה לקולחים על חיי המדף של הפרחים. בשנה השנייה והשלישית לפרויקט החלה להסתמן מגמה של השפעת ההשקיה בקולחין על גוון הפרח (לכיוון צבע צהוב יותר). רמות יסודות ההזנה בעלים נמצאו בכל הטיפולים בתחום הנורמאלי. המאפיין ורדים, ואינם מציגות ריכוזי מתסור או רעילות. המוליכות ההידראולית של המצעים בחממה לא הושפעה מההשקיה בקולחים. בנוסף, ניסויים בעמודות הראו כי המוליכות ההידראולית לא הושפעה מהעברת כמות קולחים דרכם הגבוהה מחמישים פעם נפח המצע בעמודה. ההרכב המינרלי של התמיסה משתווה להרכב ההתחלתי של מי המקור לאחר מעבר נפח אחד עד שני נפחים במצע הקוקוס. פרלייט לא השפיע על הרכב המלחים בתמיסה.

יישום השקיה בקולחים במצעים מנותקים לגידול ורדים בהממה

Application of wastewater to growth of roses in greenhouse in soilless culture

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

נירית ברנשטיין	המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מרכז וולקני
חיה פרידמן	המכון לאחסון תוצרת חקלאית, מרכז וולקני
אשר בר-טל	המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מרכז וולקני
פנחס שניר	שה"מ, משרד החקלאות
עמרם חזן	שה"מ, משרד החקלאות
חורחה טרצ'צק'	שה"מ, משרד החקלאות
מרינה יופה	המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מרכז וולקני

Nirit Bernstein, Institute of Soil Water and Environ. Sci. Volcani Center, P.O. Box 6,

Bet Dagan, 50250. E-mail : nirit@volcani.agri.gov.il

Asher Bar-Tal, Institute of Soil Water and Environ. Sci. Volcani Center, P.O. Box 6,

Bet Dagan, 50250. E-mail : abartal@volcani.agri.gov.il

Pini Snir, Extension Service, P.O. Box 30, Bet Dagan, 50250. E-mail:

psnir@shaham.moag.gov.il.

Amram Hazan, Extension Service, P.O. Box 30, Bet Dagan, 50250. E-mail:

amchazan@shaham.moag.gov.il

Jorge Tarchitzky, Extension Service, P.O. Box 30, Beit Dagan, 50250. E-mail:

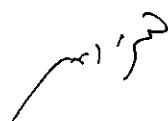
jtarch@shaham.moag.gov.il.

מאי 2005

אדר ב' תשס"ג

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים



תקציר

הקיצוצים בהקצאת המים השפירים לכלל החקלאים, מחייבים גם את החקלאים בענף צמחי הנוי לעבור לגידול בקולחים. הידע הקיים כיום על השפעת קולחים על גידולי הענף מאוד מצומצם, בכל זאת אילוצים בשטח גרמו לכך כי בפועל קיימים כבר שטחי פרחים המושקים בקולחים. מספר גורמים במי הקולחים עשויים לפגוע בגידול פרחים. בפרויקט זה נבחנה השפעת ההשקיה בקולחים על התפתחות ואיכות ורדים במצעים מנותקים (פרלייט וקוקוס) בחממה. הניסוי התבצע בחוות לכיש. ההשקיה בקולחים החלה בנובמבר 2002, ועד לתום הפרוייקט, בינואר 2005 לא ניצפו הבדלים בצימוח, במופע הצמחים ובמשקל היבול הנוצר בין חלקות הביקורת והקולחים בשני המצעים. בסוף השנה האחרונה לפרוייקט, רק בחודשי הקיץ, בגידול בקוקוס בלבד ניכרה ירידה במספר הפרחים שנוצרו בהשקיה בקולחים. בשלב זה, לא ברור באם זוהי תחילתה של השפעה שלילית על יבול וורדים המושקים בקולחים. המשך הפרוייקט לתקופות ארוכות יותר יאפשר לבחון השפעות ארוכות טווח. לא נמצאה השפעה לקולחים על חיי המדף של הפרחים. בשנה השניה והשלישית לפרוייקט החלה להסתמן מגמה של השפעת ההשקיה בקולחים על גוון הפרח (לכיוון צבע צהוב יותר). רמות יסודות ההזנה בעלים נמצאו בכל הטיפולים בתחום הנורמלי המאפיין ורדים, ואינם מציגות ריכוזי מחסור או רעילות. המוליכות ההידראולית של המצעים במארזים בחממה לא הושפעה מההשקיה בקולחים. בנוסף, בניסוי עמודות העברת כמות קולחים הגבוהה מחמישים פעם נפח המצע בעמודה לא השפיע על המוליכות ההידראולית. ההרכב המינרלי של התמיסה משתווה להרכב ההתחלתי של מי המקור לאחר מעבר נפח אחד עד שני נפחים במצע הקוקוס. פרלייט לא השפיע על הרכב המלחים בתמיסה.

במשך שנתיים ראשונות לא נמצאו הבדלים ברמת החיידקים במי האגרטל ובשנה השלישית נמצאה רמה נמוכה יותר של חיידקים במי האגרטל של פרחים שגדלו בפרלייט קולחים. לא נמצאו פטריות או חיידקים פתוגניים לאדם במי האגרטל.

מבוא

בגלל המחסור החמור במים שפירים לחקלאות, קולחים מחליפים את המים השפירים במרבית הגידולים החקלאיים בארץ. תהליך זה החל כבר להתרחש גם בענף הפרחים וצמחי נוי, ענף המהווה כ-30% מכלל הייצוא של התוצרת החקלאית הטרייה. משום שהתוצרת החקלאית של ענף צמחי הנוי אינה אכילה, גידולי ענף זה הם מועמדים טובים להשקיה בקולחים. כיום המחקר בהשקיה בקולחים על פרחי קטיף או מוצרים אחרים של ענף צמחי הנוי עדיין בחיתוליו. אולם האילוצים בשטח גרמו לכך כי בפועל קיימים כבר שטחי פרחים (בחממות וגם בשטח פתוח) המושקים בקולחים. לכן בפרוייקט זה נבחנה השפעת ההשקיה בקולחים על התפתחות ואיכות פרחים לקטיף. הפרוייקט התרכז בוורדים, כי הם גידול חשוב אשר בתחילת הפרוייקט היווה כ-30% מכלל ענף הפרחים.

מי הקולחים נבדלים ממים שפירים בתכולה גבוהה יותר של מיקרואורגניזמים, חומרים אורגנים, חלקיקים מרחפים, מלחים, יסודות הזנה, ביקרבונטים ומיקרואלמנטים. לגבי ריכוזי מלחים, קיים מידע רב על השפעת השקיה במים מליחים על גידול ורדים. לעומת זאת, השפעת מרכיבים אחרים על הגידול אינה ידועה. נעשו מספר עבודות על השפעת מחסור בבורון והשפעת הגומלין של בורון וסידן בוורדים, אך חסר מידע על השפעת עודף בורון המאפיין קולחים על גידול זה. בקולחים רוב החנקן קיים בצורת אמון בעוד שהרמה הרצויה היא בתחום של 10%-25% מכלל החנקן. הריכוז הגבוה של חומרים אורגנים עלול לעכב את תהליך הניטריפיקציה של האמון בגלל תחרות על החמצן. חסר מידע על השפעת ריכוז גבוה של ביקרבונט האופייני לקולחים. בדרך כלל ריכוז המיקרואלמנטים במי הקולחים בארץ אינו גבוה מהמתקן המותר, אך יתכן שריכוזים הגבוהים מאלה שבמים שפירים יגרמו להרעלות ייחודיות כתוצאה מהצטברות בצמח במשך הגידול. גם ערך ה

pH בקולחים גבוה בדרך כלל מאשר במים שפירים. קיימות עדויות לכך כי כבר ב pH 8 נגרם נזק לורדים. ישנם, אם כן, גורמים רבים במי הקולחים שעשויים לפגוע בצמח הורד באופן ישיר. האיכות של הפרח הקטוף היא המפתח להצלחה כלכלית של הגידול. ידוע שההרכב המיגרלי של מי ההשקיה עשוי להשפיע על איכות הפרח הקטוף (הצבע, חיי מדף, רגישות למחלות). לכן נערך בפרוייקט מעקב אחר השפעת ההשקיה בקולחים על איכות הפרח הקטוף.

כיום מרבית גידול הורדים נעשה במצעים מנותקים בחממה. עד היום קולחים משמשים בעיקר להשקיית גידולי שדה ומטעים בקרקע ולכן חסר מידע על ההשלכות של ממשק בקולחים על גידול במצעים מנותקים. בפרוייקט זה אנו נבחן לכן, גידול וורדים במצעים מנותקים בחממה. לשימוש במצעים מנותקים עשוי להיות יתרון של מחזור מי הנקז במערכת סגורה או בהשקיה של גידול אחר ועל ידי כך לצמצם הסיכון של זיהום הסביבה. למי הקולחים עשויה להיות השפעה שלילית מצטברת על התכונות הפיזיקליות והכימיות של המצע עצמו, ולתכונות הכימיות של המצע עשויה להיות השפעת גומלין עם ההרכב הכימי של מי ההשקיה על הצמחים. מצע בעל כושר בופר גבוה וקיבול קטיונים ואניונים גבוה עשוי להקטין הסיכון שבהשקיה בקולחים. בפרוייקט נבחנו שני סוגי מצעים מייצגים להתאמתם לממשק בקולחים מול שפירים: פרלייט-מצע מיגרלי ואיגרטי, וקוקוס-מצע אורגני בעל כושר ספיחה גבוה של יונים.

מטרות המחקר לתקופת הד"ח (ע"פ תכנית המחקר)

א. לבחון את עמידות הורדים להשקיה בקולחים.

ב. לחקור האם השקיה בקולחים משפיעה על חדירות ומוליכות המצע למים והצטברות מלחים ויסודות שונים במצע.

ג. לבחון האם השקיה בקולחים בגידול במצעים השונים משפיעה על איכות הפרח הקטוף.

פרוט העבודה שבוצעה

א. תאור חלקת ניסוי.

מקום הניסוי: חממה משוכללת עם בקרת אקלים והשקיה בחוות לכיש.

תאריך שתילה: 13/09/02.

מקור השתילים: משתלת תשובה (עוזי תשובה).

זן: "לונג מרצדס". השתילים מעוצבים ומורכבים על הכנה 'רוזה אינדיקה'.

מרווחי שתילה כל 20 ס"מ. 2 שורות שתילים לערוגה, 24 שתילים בערוגה.

גודל החלקה: ¼ דונם.

הטיפול:

(1) השקיה במים שפירים על מצע פרלייט

(2) השקיה במים שפירים על מצע קוקוס

(3) השקיה בקולחים על מצע פרלייט

(4) השקיה בקולחים על מצע קוקוס

(5) בשנה הראשונה לפרוייקט כמו טיפול 3. טיפול זה הוכן ליישום

טיפול שיבחר ע"פ התוצאות הראשוניות בפרוייקט. החל מינואר 2004 נחשף טיפול זה

להשקיה בקולחים עם רמת אמון גבוהה יותר מטיפול 3 ((70-85 ח"מ לעומת 45-60

חנקן אמוניקלי).

מקור הקולחים: קולחי קריית גת, לאחר טיפול שניוני.

מבנה הניסוי: אקראיות גמורה, 5 חזרות. כל חזרה באורך 5 מטר.

מצע: פרלייט חדש 2 (1.2). יצרן "אגריקל" מושב הבונים; קוקוס מחוטא ומוכן לשימוש חדש. יבואן "טוף מרום גולן".

מאדז: מאדז קשיח מוגבה על רשת ברזל. אורך 480 ס"מ/רוחב 40 ס"מ/עומק 17 ס"מ.

קווי הטפטוף: נטפים "יוגירם", אל נגר, 1.6 ל"שעה. טפטפות כל 20 ס"מ. שתי שלוחות לערוגה בטפטוף טמון. השקיה:

א. ב- 12 היום הראשונים לאחר השתילה ניתנה המטרה במים שפירים עד לתאריך 25/09/02. השקיה בפולסים 5 דקות עבודה, 15 דקות המתנה. ההשקיה בין השעות 8:00-16:00. בהמטרה ניתנו רק מים ללא דישון. ההמטרה נעשתה על ידי ממטירונים הפוכים.

ב. עם תחילת הבלבוב בתאריך 26/09/02 עברנו להשקיה בטפטוף, ניתנה מנת מים של 4 מ"ק/לדונם/ליום. הושקה בשתי הפעלות נפרדות. האחת לקוקוס (מושקה שני) והשנייה לפרלייט (מושקה ראשון). משך כל השקיה כ- 30 דקות. תכיפות ההשקיה: 2 פעמים ביום. ההשקיה היתה במים שפירים בלבד.

ג. מתאריך 4/12/02 הועלתה מנת ההשקיה ל- 6 מ"ק/לדונם/ליום. תכיפות ההשקיה: פעמיים ביום.

ד. השקיה בקולחים: תחילת טיפולי ההשקיה בקולחים בתאריך 21/11/02, המועד בו הסתיימה הרכבת קולחים לחממה. טיפולי הקולחים והשפירים מקבלים כמויות מים זהות. מי הקולחים עוברים הכלרה כך שיתקבל 1 ח"מ כלור חפשי בטפטפת. תדירות וכמות המים המסופקת דומה לזו שניתנת בטיפולי המים השפירים.

ה. מלבד זאת 2-3 בשנה בוצעה שטיפה של טיפולי הקולחים בנפח של 10 מ"ק/ד, עקב מליחות שהגיעה עד ל- 4.0-4.5 דצ/ס וכן 800 מ"ג/ל כלורידים בנקז.

דישון:

א. ב- 12 הימים הראשונים לאחר השתילה ניתנה המטרה ללא דישון.

ב. עם המעבר לטפטוף בתאריך 26/09/02, התחלנו לדשן. הדשן: דשן מורכב שפר 7-3-7 + 3. יצרן "דשנים וחומרים כימיים בע"מ". 1-1.5 ליטר /מ"ק. תמיסת ההשקיה (מים שפירים) מאופיינת בערכים של $EC=1.8$, $PH=6.0$. החמצת מי טפטפת מתבצעת על ידי חומצה גופרתית 98%, מהולה 1:20. מהמיהול מוזרק 1-1.5 ל"מ/ק מי השקיה. לאחר שבועיים הופיעו סימני מחסור בחנקן בקוקוס ולכן תגבר רק הקוקוס ל- 2.5 ל"מ/ק תמיסת מי ההשקיה היא בעלת $EC=2.5$.

ג. עם תחילת טיפולי הקולחים, אוזן הדישון כך שטיפולי ההשקיה במים שפירים ובקולחים יקבלו כמות זהה של K-P-N: (120 ח"מ N; 32 ח"מ P, 150 ח"מ K). כמויות היסודות הנ"ל במי הקולחים הם: 47 ח"מ N (כולו כאמון); 12 ח"מ P, 68 ח"מ K. לכן כמות הדישון שיש להשלים במי הקולחים היא 73 ח"מ N; 20 ח"מ P, 72 ח"מ K.

החנקן בקולחים הוא כולו בצורת אמון. לכן, כדי להימנע מנזקי אמון גבוה, בחרנו להשתמש בטיפולים 3 ו-4 בדשן מור 2.5-4-6 המכיל כ-90% חנקן ו-10% אמון. לבדיקת השפעת ריכוז אמון גבוה במים על הורדים הוספנו בטיפול 5 את הדשן שפר 4-2-6 המכיל 67% חנקן ו-33% אמון.

כמות הדשן הניתנת בטיפולי המים השפירים: 120 ח"מ N; 33 ח"מ P, 149 ח"מ K. בכמות של 2.4 ל דשן/מ"ק.

כמות הדשן הניתנת בטיפולי הקולחים: 73 ח"מ N; 20 ח"מ P, 91 ח"מ K. בכמות של 1.7 ל דשן/מ"ק.

נקבע ערך סף של $EC=3.5$ בנקז לשטיפת המצע.

בתמיסת ההשקיה בטיפולי המים השפירים החנקה מהווה 90% מהחנקן, בעוד בטיפולים 3 ו-4 (קולחים ודשן מור 4-2.5-6) היא מקור ל- 65% מהחנקן ואילו בטיפול 5 (קולחים ודשן שפר 4-2-6) החנקה מהווה רק 40% מהחנקן המיגרלי.

אגרוטכניקה: כמקובל בחלקות המסחריות.

הרכב מי הקולחים והמים השפירים המשמשים בניסוי מפורט בטבלה 1
טבלה 1: הרכב מי הקולחים והמים השפירים המשמשים בניסוי.

Parameter	Units	Potable water	Treated effluents
EC	dS m ⁻¹	1.0-1.2	2.0-2.5
pH		7.6-7.7	7.5-8.0
COD	mg/l	N.D.	164
TOC	mg/l	N.D.	37.1
N-NH ₄	meq/l	0.03	2.5-3.5
N-NO ₃	meq/l	0.04-0.12	0
HC O ₃	meq/l	2.9	10.0
P	meq/l	<0.0008	3.3-3.75
K	meq/l	0.22	1.75
Ca	meq/l	2.8-3.2	3.3-3.6
Mg	meq/l	2.4-3.5	3.3-3.5
Na	meq/l	5.2-5.9	9.2-10.2
SAR		3.246	7.1-7.6
PAR		0.137	1.2
Cl	meq/l	8.85-13.3	7.3-11.3
Fe	mg/l	0.00-0.08	0.079
Mn	mg/l	0.00-0.02	0.020
Zn	mg/l	0.04	0.0067
Cu	mg/l	>0.000	0.003
B	mg/l	0.1	0.046
Cd	mg/l	>0.000	0.0009
Ni	mg/l	>0.000	0.0161

ב. בדיקות שוטפות

- יבול: קטיף פרחים כ-3 פעמים בשבוע. נשקלה ביומסת פרחים לכל חזרה; הפרחים חולקו לקבוצות אורך ונספרו מספר הפרחים בכל קבוצת אורך.
- מעקב לא הרסני פעם בשבוע אחר התפתחות הנוף, וסימנים חזותיים של הרעלות ו/או מחסורים.
- כמות נקז לטיפול (מצטבר לשבוע).
- PH, EC, חנקת, וכלור בתמיסת הנקז, 3 פעמים בשבוע.
- אנליזה כימית של תמיסת הנקז, תמיסת ההשקיה, מים שפירים ומי הקולחים (אחת לשבוע).

ג. אנליזה כימית של החומר הצמחי

אחת לשנה התבצע דיגום של חומר צמחי לאנליזה אי-אורגנית של מיקרו ומקרו אלמנטים. נדגם עלה מיצג, שהוא העלה האמיתי הראשון מהפרח, ושני העלים הנוספים שתחתיו בגבעולים שבהם הוא היה במרחק שאינו גדול מ-30 ס"מ מהפרח. פרמטרים שנבדקו: N כללי, P, K, Fe, Mn, Ca, Mg, Na, Cl, Cu, B, Zn. הבדיקות בוצעו בתאריכים: 23.1.03 - 26.09.04.

ד. איכות הפרח הקטוף ורמת חיידקים במי האגרסל במהלך חיי המדף.

בחנינת חיי האגרטל בוצעה בשנה א' בחודש ינואר, בשנה ב' בחודש נובמבר ויולי ובשנה ג' בחודש ספטמבר. פרחים באורך ממוצע של 60 ס"מ הובלו במים מחוות לכיש לוולקני וכאן הוטענו ב TOG 4 או ב TOG 6 בהתאם להמלצת שרות ההדרכה עבור ורדים למשך הלילה ב-6 מ"צ. מכל חלקה נלקחו 10 פרחים בדרגת פתיחה דומה. בתום ההטענה נארזו הפרחים בהתאם למקובל להדמיית משלוח אוירי בין 2-4 ימים בטמפרטורה בין 2-6 מ"צ. בתום הדמיית המשלוח הוכנסו הפרחים לתמיסת TOG 6 ונבחנו איכות הפרחים במהלך חיי האגרטל לפי המדדים של קליטת מים, פתיחת הפרח, הצבע וחיי מדף. החששות שהועלו על אפשרות התפתחות חיידקים במי האגרטל של פרחים שהושקו בקולחים, נבדקה במקביל רמת אוכלוסיית החיידקים במי האגרטל. לצורך זה 10 פרחים מכל חלקה הוכנסו לחצי ליטר מים כעבור שלושה ימים נלקחה דוגמה לזריעה על צלחות LB לבחינת כלל החיידקים ועל צלחות ספציפיות לבחינת חיידקים פתוגניים לאדם ופטריות.

ה. מצעים מנותקים

נבחנו השפעות גומלין בין מי הקולחים למצע, השפעת הרכב המים על המוליכות ההידראולית של המצע והשפעת המצע על הרכב המים. נבחנו שני מצעים: קוקוס ופרלייט 0-2 לחקלאות. שלושה סוגי מים: מים מזוקקים, מים מינרלים בהרכב מלחים דומה לזה של הקולחים, קולחים מקרית גת. הרכב המים נתון בטבלה 8.

תנועת המים והשינויים בהרכב הכימי נבחנו בניסויי עמודות בקוטר 5.2 ס"מ ובאורך של 20 ס"מ (גובה המצע 14 ס"מ), נפח המצע בעמודה 255 סמ"ק. המצע הובא למצב רוויה על ידי הרטבה מתחתית העמודה, כך שכל המערכת הייתה רוויה וללא בועות מים. לאחר מכן מקור המים הוצב בעומד קבוע מעל עמודת המצע לזרימה בכוח המשיכה. התמיסה היוצאת מהעמודה נאספה למבחנות שהוצבו באוסף מדגמים לפרקי זמן שווים. כמות המים שנאספה בכל פרק זמן נקבעה על ידי שקילת המבחנות. חישוב המוליכות ההידראולית הרוויה נעשה לפי הנוסחה:

$$K_H = A \cdot Q / t / (\Delta H / \Delta L)$$

כאשר המשתנים הם:

K_H – מוליכות הידראולית רוויה cm sec^{-1}

A – שטח החתך cm^2

Q – נפח התמיסה cm^3

t – זמן sec

ΔH – הפרש הגובה בין מקור המים ליציאתם למבחנות cm

ΔL – אורך עמודת המצע cm

בניסויים לפרקי זמן ארוכים בקולחים במצע קוקוס התמיסה נאספה פעמיים ביום בארלומרים. בנוסף נבחנו ההשפעה של הפסקת זרימת המים במשך הלילה ושלוש פעמים למשך יממה עד שתי יממות. ההרכב הכימי של מי התמיסה היוצאת כתלות בזמן נקבעה באנליזה של המרכיבים הבאים: מוליכות חשמלית, תגובת התמיסה, ריכוזי היונים נתרן, סידן, אשלגן, מגנזיום, אמון, חנקן, כלור, זרחן ובורון. היונים נתרן ואשלגן נבדקו בפיטומטר להבה, סידן ומגנזיום במכשיר בליעה אטומית, האמון, חנקן, כלור וזרחן באוטואנלייזר ובורון ב ICP.

בדיקת המוליכות ההידראולית של המצעים בתוך המארז בחממה לאחר שגחיים וחצי של גדול נעשה ב 25.5.2005 בשיטת העומד הנופל (Falling-Head) (Klute and Dirksen, 1986). בשיטה זו מחזירים עמודה לתוך המצע, ממלאים את העמודה מעל פני המצע במים ומודדים את משך הזמן לירידת פני המים מגובה התחלתי לגובה סופי מעל פני המצע. בכל טיפול בוצעו המדידות בארבע חזרות. לפני תחילת המדידה המצעים הושקו בעודף גדול והמדידה בוצעה לאחר העברת נפח מים גדול נוסף דרך העמודה בנקודת המדידה עד שהתקבל ערך קבוע.

חישוב המוליכות ההידראולית הרוויה נעשה לפי הנוסחה:

$$K_H = (aL/At) \cdot \ln(H_1/H_2)$$

כאשר המשתנים הם:

K_H – מוליכות הידראולית רוויה cm sec^{-1}

A – שטח החתך של דוגמת הקרקע cm^2

a – שטח החתך של העמודה בחלק שבו נמדד השינוי בגובה המים cm^2

L – אורך עמודת המצע cm

t – זמן sec

H_1 – הגובה ההתחלתי של פני המים מעל פני המצע cm

H_2 – הגובה הסופי של פני המים מעל פני המצע cm

תוצאות

א. יבול והתפתחות הצמח.

שנה א'

בשלושת החודשים הראשונים של השקיה בקולחים (דצמבר-פברואר), יבול הפרחים, ואיכותם לא הושפעו מההשקיה בקולחים בשני המצעים שנבדקו. מספר הפרחים לחזרה איננו שונה בין ארבעת הטיפולים (טבלה 2 בנספח), וכך גם אורך הפרח הממוצע (טבלה 3 בנספח). גם מופע הצמחים הכללי אינו שונה בין הטיפולים השונים.

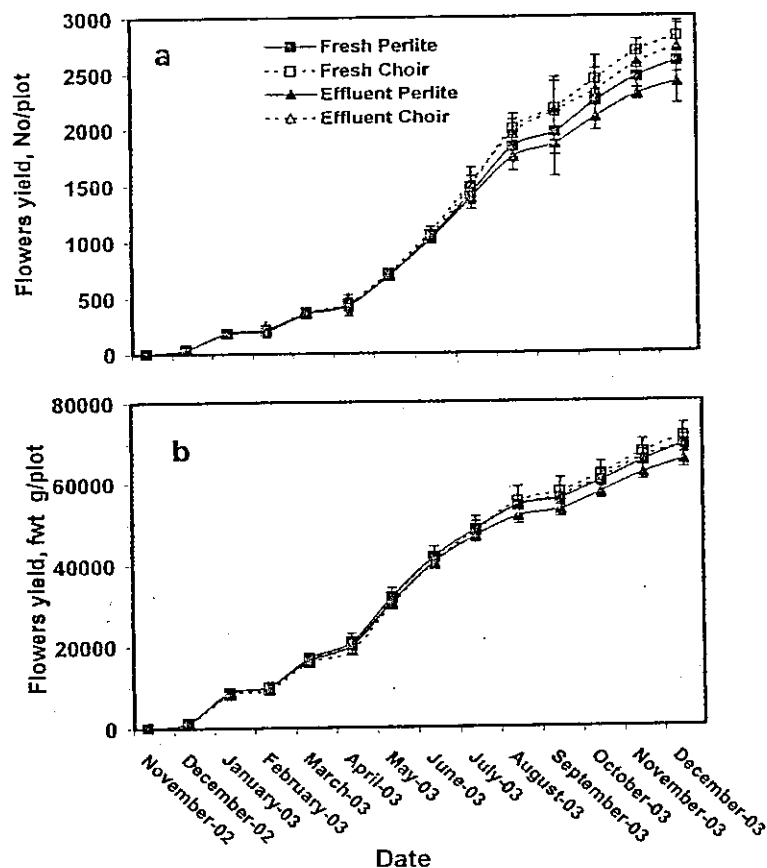
שנה ב'

גם בשנה זו, יבול הפרחים לא הושפע מההשקיה בקולחים בשני המצעים שנבדקו (איור 1). מספר הפרחים לחזרה איננו שונה בין ארבעת הטיפולים (איור 1) וכך גם סה"כ משקל הפרחים שנוצרו (איור 1), אורך הפרח הממוצע (איור 2), והתפלגות הפרחים לקבוצות אורך (איור 3). גם המופע הכללי של הצמחים לא היה שונה בין הטיפולים השונים.

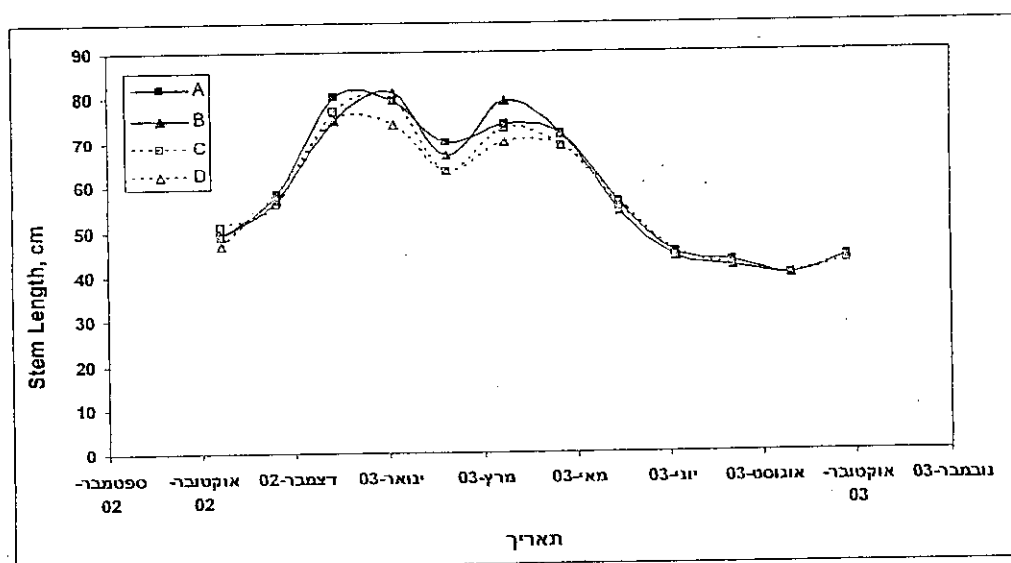
שנה ג'

גם בשנה זו, אורך ממוצע לפרח, וביומסת הפרחים שנוצרו על הצמח לא הושפעו מהטיפולים (איור 4). יחד עם זאת, בגידול בקוקוס, בהשקיה בקולחים חלה ירידה קטנה אך מובהקת במספר הפרחים שנוצרו בחודשי הקיץ. מכיוון שהצמחים השקו בקולחים רק שנתיים וחודשיים, מוקדם עדיין לדעת באם ירידה זו במספר הצמחים מהווה תחילתו של תהליך נזק מצטבר לצמחים המשקים בקולחים. השקיה בקולחים עם ריכוז אמון גבוהה (טיפול 5), לא גרם לשינויי במספר הפרחים שנוצרו, באורך הפרח הממוצע, או בביומסת הפרחים (איור 4). תוצאות שנת השקיה אחת בריכוז האמון הגבוהה רומזות על כך כי בתנאי הניסוי, הצמחים אינם רגישים לריכוזי אמון עד 85 ח"מ.

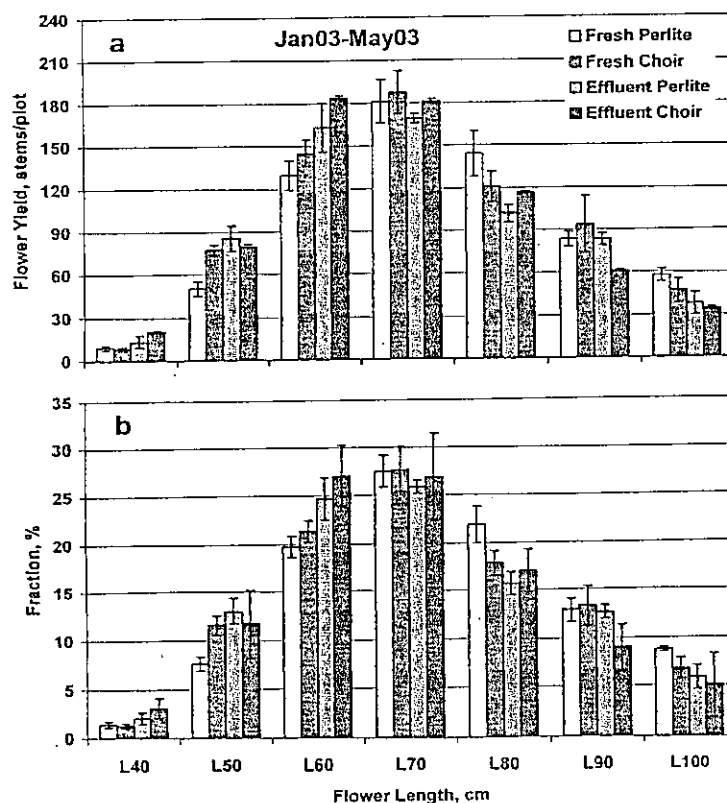
איור 1: השפעת ההשקיה בקולחים על מספר פרחים מצטבר (A), וביומסה מצטברת של פרחים (B) בשנה השנייה לפרוייקט. התוצאות מוצגות כמספר או משקל טרי לחלקה והן ממוצע ושגיאת תקן של 5 חלקות.



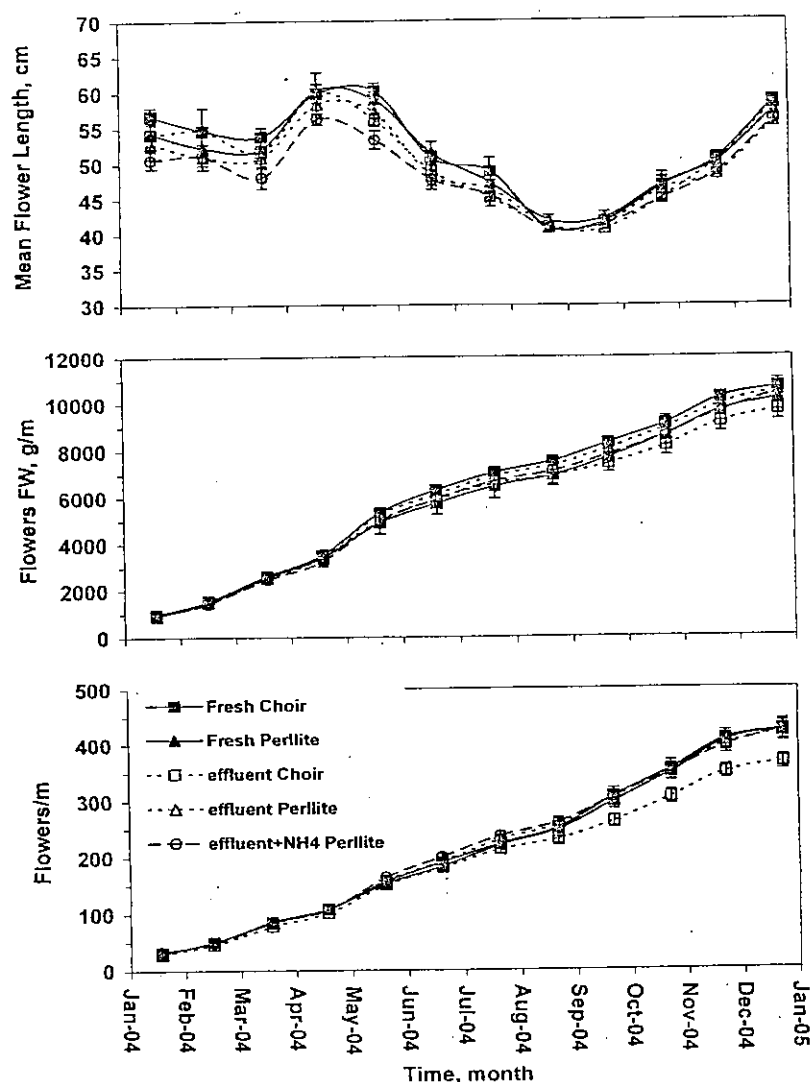
איור 2: השפעת ההשקיה בקולחים על ממוצע אורך הפרחים בשנה השנייה לפרוייקט. התוצאות מוצגות כמשקל טרי לחלקה והן ממוצע ושגיאת תקן של 5 חלקות. A, פרליט שפירים; B, קוקוס שפירים; C, פרליט קולחים; D, פקוקוס קולחים.



איור 3: השפעת ההשקיה בקולחים על התפלגות הפרחים לקבוצות אורך בשנה השנייה לפרויקט. A, מספר הפרחים ו-B, % הפרחים. התוצאות הן ממוצע ושגיאת תקן של 5 חלקות, מינואר ועד מאי.



איור 4: יבול פרחים מצטבר, משקל פרחים מצטבר ואורך הפרח הממוצע בכל חודש, בשנה השלישית לפרויקט.



ג. אנליזה כימית של החומר הצמחי

בשלושת שנות הפרויקט, רמות יסודות ההזנה בעלים נמצאו בכל הטיפולים בתחום הנורמלי המאפיין ורדים, ואינם מציגים ריכוזי מחסור או רעילות.

שנה א'

תכולת יסודות בחמר הצמחי בשנה א', מוצגת בטבלה 4 בנספח.

NPK: תכולת הזרחן בעלים לא הושפעה מההשקיה בקולחים, כמו גם תכולת האשלגן במצע הפרלייט. בניגוד לכך השקיה בקולחים גרמה לעליה ברמת האשלגן בצמחים שגדלו במצע הקוקוס. רמת החנקן בעלי הצמחים שהושקו בקולחים גבוהה מאשר בטיפול המים השפירים, כנראה עקב חשיפתם לריכוזי חנקן גבוהים יותר במהלך החודש שקדם לדיגום.

Mg, Ca: תכולת המגנזיום בעלים לא הושפעה מההשקיה בקולחים, אך תכולת הסידן ירדה, כפי שמקובל בצמחים החשופים לתנאי מליחות. פחיתה בסידן בטיפולי הקולחים עשויה הייתה לנבוע מהשפעה ישירה של המליחות (תחרות בקליטה עם נתרן) או לחלופין כתוצאה מצמצום בטרנספירציה.

Cl, Na: תכולת הכלור בעלים עלתה בהשפעת המליחות בטיפולי הקולחים, ותכולת הנתרן בעלים לא הושפעה. צבירת כלור, אך לא נתרן בהשפעת מליחות אופיינית לורדים.

Fe, Mn, Zn, Cu: תכולת Fe, Zn ו-Cu בעלים לא הושפעה מההשקיה בקולחים. התוצאות לגבי מנגן אינן ברורות, שכן נצפתה עליה בתכולה בעלים עקב ההשקיה בקולחים בצמחים שגדלו בקוקוס, אך ירידה בתכולת העלים בהשפעת השקיה בקולחים בצמחים שגדלו בפרליט.

שנה ב'

תכולת יסודות בחומר הצמחי בשנה ב' מוצגת בטבלה 5.

מקוראלמנטים: תכולת המקוראלמנטים בעלים לא הושפעה מההשקיה בקולחים.

Cl, Na: תכולת הכלור בעלים עלתה בהשפעת המליחות בטיפול הקולחים, ותכולת הנתרן בעלים לא הושפעה. צבירת כלור, אך לא נתרן בהשפעת מליחות אופיינית לורדים.

מיקוראלמנטים: תכולת מנגן, נחושת ובורון בעלים עלו בהשפעת ההשקיה בקולחים, בעוד ריכוזי ברזל אבץ ואלומיניום לא הושפעו מההשקיה בקולחים.

טבלה 5. תכולת יסודות הזנה בעלים בשנה ב'. ממוצע של 5 חזרות לטיפול $\pm SE$.

פרמטר	קוקוס		פרליט	
	שפירים	קולחים	שפירים	קולחים
מקוראלמנטים	mg/g			
N	22.41 ± 0.797	23.29 ± 0.504	21.45 ± 2.184	22.87 ± 0.761
P	3.43 $0.088 \pm$	3.69 ± 0.135	3.41 ± 0.464	2.83 ± 0.150
K	22.34 $0.4229 \pm$	24.61 ± 1.067	24.71 ± 0.516	24.13 ± 0.906
Ca	12.12 $0.7384 \pm$	11.68 ± 0.310	12.05 ± 1.075	10.16 ± 1.473
Mg	2.10 $0.084 \pm$	2.09 ± 0.049	2.04 ± 0.089	1.69 ± 0.075
נתרן וכלור	mg/g			
Na	0.19 0.02 ± 0	0.21 ± 0.025	0.19 ± 0.053	0.22 ± 0.150
Cl	2.18 ± 0.124	3.79 ± 0.271	2.30 ± 0.166	3.38 ± 0.239
מיקוראלמנטים	mg/kg			
Fe	62.06 ± 3.039	70.25 ± 4.210	63.06 ± 1.404	63.25 ± 5.517
Mn	119.00 ± 3.275	147.81 ± 4.192	113.75 ± 4.572	128.13 ± 8.298
Zn	14.31 $0.062 \pm$	14.88 ± 0.590	13.76 ± 0.064	14.81 ± 0.400
Cu	2.69 ± 0.157	3.37 ± 0.072	2.63 $0.161 \pm$	4.06 ± 0.062
B	58.44 ± 1.891	81.00 ± 6.418	62.94 ± 2.332	74.38 ± 5.075
Al	19.18 ± 0.931	23.83 ± 3.392	20.06 $0.449 \pm$	24.25 $3.866 \pm$

שנה ג'

תכולת יסודות בחומר הצמחי בשנה ג' מוצגת בטבלה 6.

מקרואלמנטים: פרט לסידן, תכולת המקרואלמנטים בעלים לא הושפעה מההשקיה בקולחים. כפי שנמצא בצמחים רבים החשופים למליחות, תכולת הסידן הייתה גבוהה יותר בצמחים שהושקו במים שפירים לעומת קולחים.

Cl, Na: בדומה לתוצאות שנה ב', תכולת הכלור בעלים עלתה בהשפעת המליחות בטיפול הקולחים, ותכולת הנתרן בעלים לא הושפעה.

טבלה 6. תכולת יסודות הזנה בעלים בשנה ג'. ממוצע של 5 חזרות לטיפול.

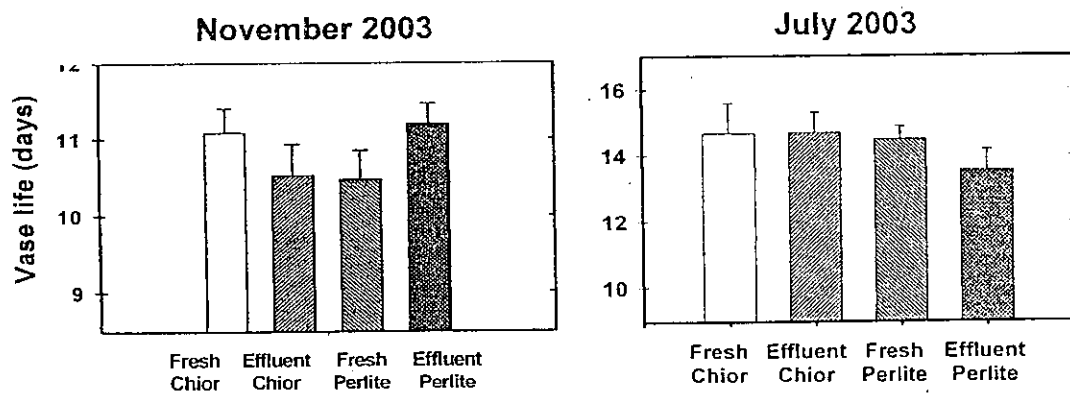
Parameter	Choir		Perlite		
	Treated sewage water	Potable water	Treated sewage water	Treated sewage water + N	Potable water
Macroelements					
mg/g					
Organic N	21.84 ±1.101	21.184 ±0.482	21.195 ±0.904	22.174 ±0.390	22.502 ±0.678
P	2.762 ±0.15	2.624 ±0.134	2.722 ±0.177	2.668 ±0.085	2.874 ±0.089
K	17.569 ±0.656	14.632 ±1.4447	21.308 ±0.388	17.4522 ±0.717	20.89 ±2.550
Ca	6.196 ±0.373	7.549 ±0.367	6.09 ±0.306	5.420 ±0.238	7.76 ±0.548
Mg	3.019 ±0.158	2.997 ±0.124	2.821 ±0.156	2.725 ±0.153	2.950 ±0.131
Sodium and chloride					
mg/g					
Na	2.083 ±0.0537	2.0971 ±0.0788	2.115 ±0.11	2.452 ±0.1	2.089 ±0.137
Cl	4.75 ±0.595	4.15 ±0.591	5.55 ±0.337	5.24 ±0.761	4.62 ±0.577
Microelements					
mg/kg					
Fe	104.507 ±4.1191	95.139 ±2.04	126.4615 ±7.221	114.4535 ±7.129	99.744 ±5.982
Mn	136.7977 ±10.086	121.459 ±11.899	179.5475 ±1.891	113.2097 ±8.753	125.257 ±10.315
Zn	13.567 ±0.676	16.391 ±1.272	15.483 ±1.24	12.668 ±0.927	15.4838 ±1.249
Cu	3.825 ±0.481	3.317 0.286	5.204 ±0.578	4.072 ±0.582	3.616 ±0.433
B	59.11 ±1.95	62.442 ±5.976	53.294 ±1.699	61.407 ±1.706	64.714 ±2.76
Al	45.731 ±6.911	49.251 ±3.482	43.482 ±3.44	44.839 ±4.072	48 ±5.221

ג. איכות הפרח הקטוף, ורמת חיידקים במי האגרסל במהלך חיי המדף.

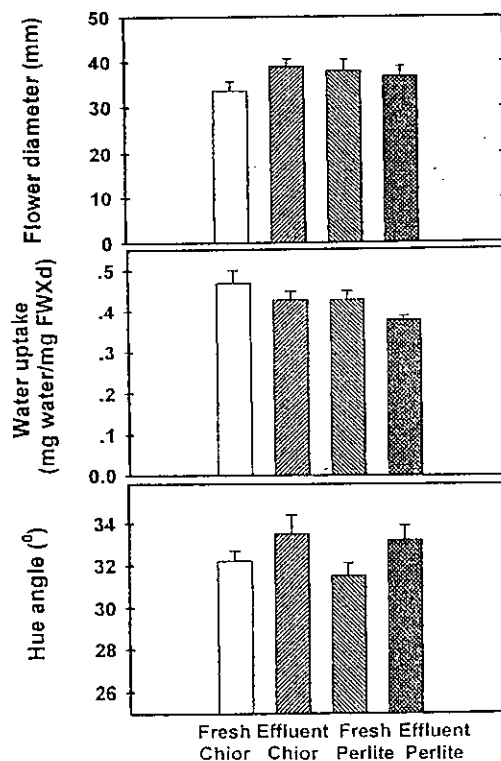
במהלך שלוש שנות הפרויקט, 26 חודשי השקיה בקולחים, לא ניכרו הבדלים באיכות הפרח הקטוף ומשך חיי האגרסל בין הטיפולים השונים. מניסויים שבוצעו ביולי ובנובמבר בשנה ב' של הניסוי נמצא שאורך חיי המדף

של הפרחים שנלקחו מכל הטיפולים היה דומה (איור 5). גם במדדים האחרים שנבדקו (קוטר הפרח, וצבע הפרח) לא נמצאו הבדלים בולטים בין הגידולים (תוצאות לא מוצגות). גם בשנה השלישית של הפרויקט לא נראו הבדלים בחיי המדף של הפרחים בטיפולים השונים (תוצאות לא מובאות) כמו גם לא בקוטר הפרח (איור 6). קליטת המים הייתה נמוכה יותר בפרחים שגדלו על קולחים, בהשוואה למים שפירים, תופעה המוכרת להשפעת מליחות. כמו כן נראה שזווית הגוון כפי שנקבעה במינולטה גדלה בפרחים שגדלו בקולחים, מה שמרמז על גוון צהוב יותר. מגמה זו של שינוי הגוון הייתה קיימת גם בשנה ב', אך אז ההבדלים פחות בולטו.

איור 5 : השפעת הטיפולים על חיי המדף של הפרחים, בשנה ב' לפרויקט.



איור 6: השפעת השקיה בקולחים על מדדי איכות בחיי מדף בשנה ג' לפרויקט. בדיקת חיי המדף התבצעה בחודש ספטמבר, 2004. איכות הצבע נקבעה ביום התשיעי לחיי המדף בשלושה עלי כותרת לפרח.



רמת החיידקים הכללית במי האגרטל של פרחים נבחנה בכל אחת משלוש השנים, ובשנה האחרונה נבחן גם קיומם של פטריות וחיידקים פתוגניים לאדם במי האגרטל. בכל שלוש השנים נמצאו הבדלים גדולים בין חלקה לחלקה ברמת החיידקים הכללית, ולפיכך בחישוב הממוצע רמת החיידקים הייתה דומה בכל הטיפולים שנבחנו (תוצאות לא מוצגות). יחד עם זאת בשנה האחרונה נראה שרמת החיידקים במי האגרטל של פרחים שגדלו בפרלייט קולחים היתה הנמוכה ביותר יחסית לכל הטיפולים האחרים (טבלה 7). בחינת פטריות וחיידקים פתוגניים עבור מי האגרטל של כל הטיפולים היתה שלילית.

טבלה 7: רמת חיידקים כללית במי האגרטל בשנה השלישית של הפרויקט. התוצאות הם ממוצע של חמש חלקות \pm SE. $P < 0.05$

	Coir		Perlite	
	Tap water	Treated water	Tap water	Treated water
Bacteria/ml	115 ± 34 b	812 ± 329 b	213 ± 52 b	41 ± 22 a

ד. מצעים מנותקים

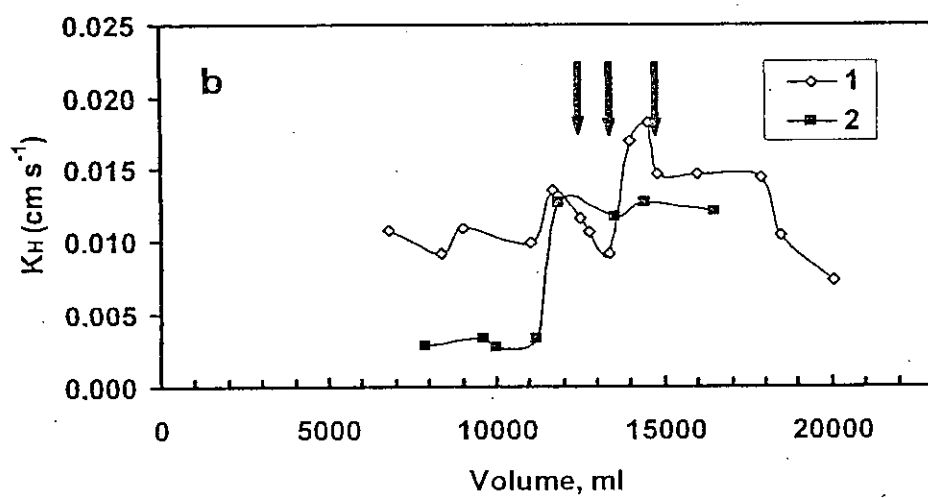
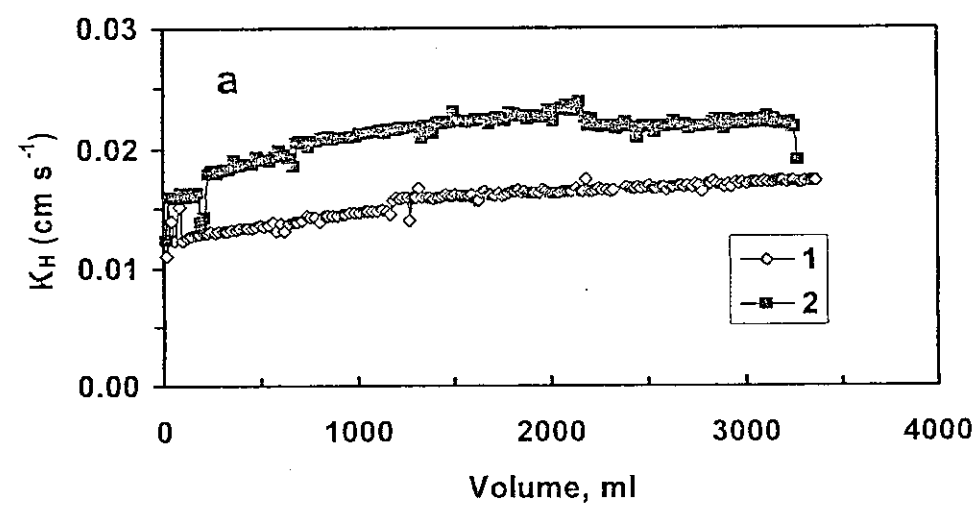
המוליכות ההידראולית של המצעים לא הושפעה מהעברת קולחים או שפירים דרכם ונשארה קבועה למדי גם לאחר העברת כמות קולחים הגבוהה מחמישים פעם נפח המצע בעמודה (איור 6). גם במדידה בתוך המארז לאחר שנתיים וחצי של השקיה וגדול צמחים לא מצאנו השפעה שלילית של הקולחים על המוליכות ההידראולית לעומת מים שפירים (טבלה 8).

ההרכב המינרלי של התמיסה משתווה להרכב ההתחלתי של מי המקור לאחר מעבר נפח אחד עד שני נפחים במצע הקוקוס (איור 7). הפרלייט הוא מצע אינרטי ולכן כצפוי, אינו משפיע על הרכב המלחים בתמיסה (התוצאות אינן מוצגות). קבול הקטיונים החליפים של הקוקוס ליחידת משקל גבוה, כ-500 מא"ק/ק, אולם בגלל הצפיפות הנמוכה שלו 0.1 גרם/סמ"ק, קבול הקטיונים החליפי לנפח נמוך ולא ראינו השפעה על הרכב המלחים בתמיסה. בזרימה רציפה של תמיסה המצע לא השפיע על צורת החנקן במים, אולם כאשר הפסקנו את הזרימה לפרק זמן של יממה קבלנו חמצון של חלק מהאמון לחנקן (איור 8). תוצאה זו מצביעה על כך שתהליך החמצון של האמון במצע קוקוס ללא צמחים הגדלים בתוכו אינו מהיר מהמקובל בניסויי הדגרה של קרקעות. הרכב המים שהועברו דרך הקולונות מפורט בטבלה 9.

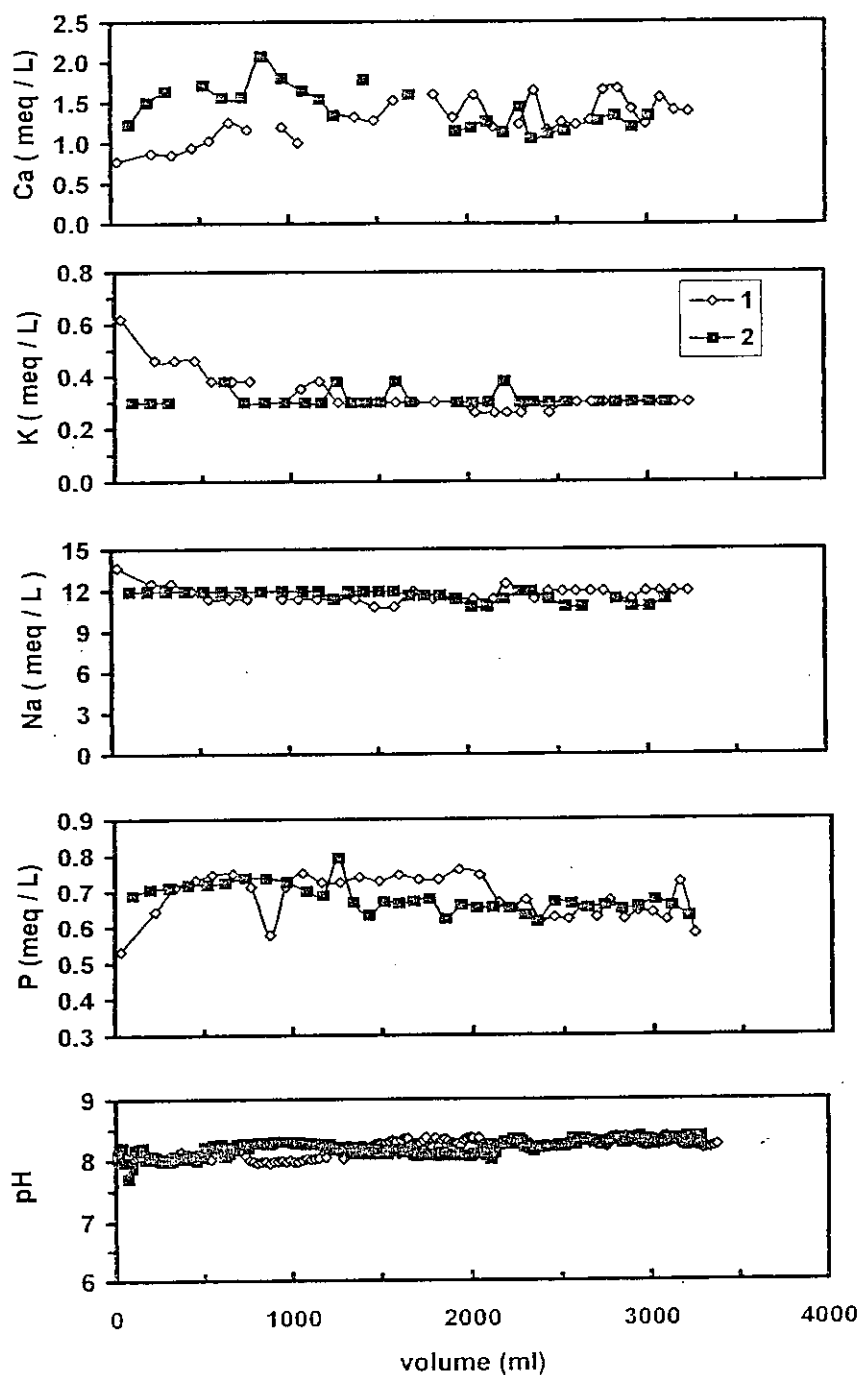
טבלה 8. המוליכות ההידראולית (ס"מ/שעה) של המצעים המושקים במים שפירים או קולחים במדידה בשיטת העומד הנופל בתוך המארזים עם צמחים לאחר שנתיים וחצי של גידול ב 25.5.2005.

Coir		Perlite	
Tap water	Treated water	Tap water	Treated water
1.19 ± 0.10	1.33 ± 0.39	5.94 ± 0.13	6.55 ± 0.17

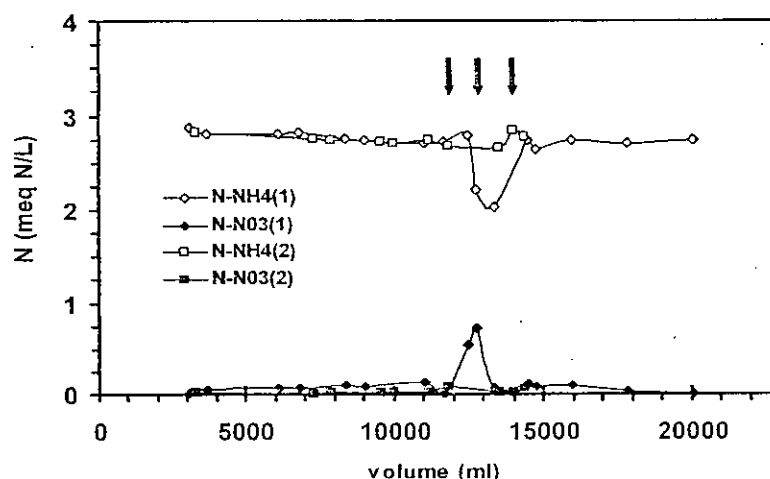
איור 6. המוליכות ההידראולית של מצע קוקוס כתלות בנפח התמיסה שעברה דרכו. a. 3500 מ"ל. b. 20,000 מ"ל.



איור 7. ריכוז מספר יסודות בתשטיף כתלות בנפח הקולחים שעברו דרך מצע קוקוס. (1 ו 2 מספרי החזרות).



איור 8. ריכוזי האמון והחנקה בתשטיף כתלות בנפח הקולחים שעברו דרך מצע קוקוס ובהשפעת הפסקת הזרימה ליממה. (1 ו 2 מספרי החזרות, החיצים מצביעים על הנפחים שלאחריהם הופסקה הזרימה).



טבלה 9. הרכב הקולחים ומים דמויי קולחים בניסוי העמודות.

מרכיב	דמוי קולחים	קולחים
EC דצ"מס	2.0	2.0-2.5
pH	7.5	7.5-8.0
COD, מ"ג/ל		164
TOC, מ"ג/ל		37.1
נתרן, מא"ק/ל	10	9.2-10.2
אשלגן, מא"ק/ל	1.8	1.75
סידן, מא"ק/ל	3.5	3.3-3.6
מגנזיום, מא"ק/ל	3.5	3.3-3.5
כלור, מא"ק/ל	11.3	7.29-11.3
חנקה, מא"ק/ל	0.0	0.0
אמון, מא"ק/ל	3.4	2.5-3.5
זרחה, מא"ק/ל	0.4	0.12-0.4
גופרה, מא"ק/ל	2.6	2.6
ביקרבונט	8.0	
בורון, מא"ק/ל	0.046	0.046
ברזל, מ"ג/ל		0.079
נחושת, מ"ג/ל		0.003
מנגן, מ"ג/ל		0.020
אבץ, מ"ג/ל		0.0067
קדמיום, מ"ג/ל		0.0009
ניקל, מ"ג/ל		0.0161

הרכב המלחים במים דמויי קולחים:

1.8mM KCl, 2mM NaCl, 1.75 mM CaCl₂, 1.5 mM MgCl₂, 1.3 mM (NH₄)₂SO₄, 8mM NaHCO₃,
0.05 mM H₃BO₄, 0.8 mM NH₄Cl, 0.4 mM NaH₂PO₄

התמיסה הובאה לערך pH 7.5 בדומה למי הקולחים על ידי הוספת חומצת HCl בנפח הדרוש.

סיכום

- יבול: במהלך השנתיים הראשונות לפרויקט, לא נמצאה הפחתה ברמת היבול ואיכות הפרח הקטוף בהשקיה בקולחים לעומת השקיה במים שפירים. בשנה השלישית, לאחר שנתיים של השקיה בקולחים, אורך ממוצע לפרח, וביומסת הפרחים שנוצרו על הצמח לא הושפעו מהטיפולים. יחד עם זאת, בגידול בקוקוס, בהשקיה בקולחים חלה ירידה קטנה אך מובהקת במספר הפרחים שנוצרו בחודשי הקיץ. מכיוון שהצמחים השקו בקולחים רק שנתיים וחודשיים, מוקדם עדיין לדעת באם ירידה זו במספר הצמחים מהווה תחילתו של תהליך נזק מצטבר לצמחים המשקים בקולחים.
- השקיה למשך שנה אחת בקולחים עם ריכוז אמון גבוה (70-85 ח"מ), לא גרם לשינויי ביומסת הפרחים שנוצרו, מספרם, ואורך הפרח הממוצע.
- חיי מדף: למשך שלוש שנות הפרוייקט, ושנתיים של השקיה בקולחים, לא הייתה להשקיה בקולחים השפעה על משך חיי האגרטל של הפרחים הקטופים. בשנה השלישית, החלה להסתמן מגמה של השפעת הקולחים לשינויי גוון הפרח, לכיוון הגוון הצהוב.
- תברואה: במשך שנתיים ראשונות לא נמצאו הבדלים ברמת החיידקים במי האגרטל ובשנה השלישית נמצאה רמה נמוכה יותר של חיידקים במי האגרטל של פרחים שגדלו בפרלייט קולחים. לא נמצאו פטריות או חיידקים פתוגניים לאדם במי האגרטל.
- רמות יסודות ההזנה בעלוות הצמחים נמצאו בכל הטיפולים בתחום הנורמלי המאפיין ורדים, ולא הציגו ריכוזי מחסור או רעילות. בהתייחס ליסודות השונים בצמחים שגודלו בקולחים נמצאה תכולת סידן נמוכה יותר, ורמת כלור גבוהה יותר מצמחים שגדלו במים שפירים, כפי שמאפיין צמחי הגדלים ברמות מליחות בינוניות.
- מצעי הגידול: המוליכות ההידראולית של המצעים לא הושפעה מהעברת קולחים או שפירים דרכם ונשארה קבועה למדי גם לאחר העברת כמות קולחים הגבוהה מחמישים פעם נפח המצע בעמודה. גם במדידה בתוך המארז לאחר שנתיים וחצי של השקיה וגדול צמחים לא מצאנו השפעה שלילית של הקולחים על המוליכות ההידראולית לעומת מים שפירים. ההרכב המיגרלי של התמיסה משתווה להרכב ההתחלתי של מי המקור לאחר מעבר נפח אחד עד שני נפחים במצע הקוקוס. פרלייט לא השפיע על הרכב המלחים בתמיסה.

נספח

טבלה 2. מספר פרחים לחזרה. סיכום קטיף ספט' 02 עד פבר' 03. ממוצע של 5 חזרות לטיפול. הפרחים נקטפו 2-3 פעמים בשבוע. אורך כל חזרה 5 מ'. בחודש נובמבר התוצאות משקפות יכול מהתאריך 23.11.03, תחילת ההשקיה בקולחים.

<u>יבול (מספר פרחים לחזרה)</u>				
חודש	קוקוס שפירים	פרלייט שפירים	קוקוס קולחים	פרלייט קולחים
11	4	7	3	8
12	36	28	35	30
1	140	148	149	147
<u>2</u>	<u>26</u>	<u>25</u>	<u>33</u>	<u>25</u>
מצטבר	206	208	220	210

טבלה 3. אורך פרח ממוצע. סיכום קטיף ספט' 02 עד פבר' 03. ממוצע של 5 חזרות לטיפול. הפרחים נקטפו 2-3 פעמים בשבוע. בחודש נובמבר התוצאות משקפות יכול מהתאריך 23.11.03, תחילת ההשקיה בקולחים.

<u>אורך פרח ממוצע (מ"ס)</u>				
חודש	קוקוס שפירים	פרלייט שפירים	קוקוס קולחים	פרלייט קולחים
11	49	49	51	47
12	58	57	56	58
1	80	75	77	75
<u>2</u>	<u>79</u>	<u>81</u>	<u>79</u>	<u>74</u>
ממוצע משוכלל	75.4	72.4	73.6	71.4

טבלה 4. תכולת יסודות הזנה בעלים בשנה א'. ממוצע של 5 חזרות לטיפול.

קולחים פרליט	מים שפירים פרליט	קולחים קוקוס	מים שפירים קוקוס	
2581.429 ±88.254	2268.571 ±36.041	2497.143 ±22.879	2167.143 ±26.108	N כללי (meq/g)
173.484 ±9.027	179.742 ±4.838	179.290 ±6.329	182.258 ±12.205	P (meq/g)
764.103 ±21.776	745.128 ±30.234	827.436 ±17.294	723.846 ±13.072	K (meq/g)
184.063 ±5.505	355.250 ±20.180	224.250 ±12.788	346.250 ±16.763	Ca (meq/g)
119.375 ±1.05546	134.583 ±8.332	125 ±4.805	131.333 ±9.953	Mg (meq/g)
9.304 ±0.958	8.087 ±0.682	10.696 ±1.242	9.739 ±0.854	Na (meq/g)
136.068 ±8.477	62.496 ±4.019	146.648 ±10.473	67.346 ±2.924	Cl (meq/g)
1.532 ±0.099	1.621 ±0.065	1.507 ±0.079	1.485 ±0.279	Fe (meq/g)
1.5027 ±0.091	3.364 ±0.238	2.3045 ±0.0756	1.058 ±0.085	Mn (meq/g)
0.4113 ±0.0054	0.396 ±0.016	0.387 ±0.0055	0.396 ±0.026	Zn (meq/g)
0.087 ±0.0051	0.093 ±0.01	0.087 ±0.0035	0.075 ±0.004	Cu (meq/g)

טבלה 9. המוליכות החשמלית, ערך ההגבה ורכוז יסודות ההזנה בקולחים ובמים השפירים בתוספת דשן בניסוי החממה בלכיש.

מרכיב	שפירים	קולחים
EC דצ"מס	2.5	2.7
pH	5.9	6.1
אשלגן, מא"קל	6.9	6.1-7.0
חנקן, מא"קל	6.5	3.3
אמון, מא"קל	1.0	2.5-3.5
זרחן, מא"קל	0.9	0.6-0.9