

בחינת גידול פלפל במחזור מים באיכות מים שונה בחממה מבוקרת אקלים בכיכר סדום

שבתאי כהן, רבקה אופנבך, רמי גולן, עמי מדואל - מו"פ ערבה תיכונה וצפונית
אשר בר-טל, מרים קינן, שושנה סוריאנו - כימיה של הקרקע והזנת הצמח, המכון
למדעי הקרקע מים והסביבה, מנהל המחקר החקלאי, בית-דגן
בני אלוני, לאה קרני - ירקות, המכון לגד"ש, מנהל המחקר החקלאי, בית-דגן

תקציר

מטרות

מטרת המחקר העיקרית היא לייעל השימוש במים בגדול פלפל בבית צמיחה בכיכר סדום ובערבה, המצויד במערכות לצינון האוויר ולהתפלת מים. המטרה ללמוד את השפעת המחזור ברמות מליחות שונות על התפתחות ויבול פלפל ועל המליחות והרכב המים והשפעת המוליכות החשמלית על התנהגות זנים רגישים להמלחה לעומת עמידים יחסית בתנאי המחזור השונים.

שיטות

הניסוי התקיים בחממה בתחנת זוהר, עין תמר כיכר סדום וכלל כלל שלושה טיפולים עיקריים: שלוש איכויות מי המקור 0.5, 1.7, 3.5 דצמ"ס וערכי סף להקזת מים, 2.5, 4, 6.5 דצמ"ס, בהתאמה. טיפול משנה בכל טיפול נשתלו שני זנים: מזורקה כזן רגיש לשחור פיטם ו סליקה העמיד יותר לשחור פיטם. כל טיפול היה בארבע חזרות בשיטת הבלוקים באקראי.

תוצאות

במזורקה ישנה ירידה ביבול עם העלייה ברמת המוליכות חשמלית בין הטיפולים 0.2, 1.5, 3.2 והיבול הכללי בהתאמה: 13, 4, 8, 16, 18, 0 ק"ג למ"ר, הירידה בזן זה היא משמעותית ביותר ובמיוחד ביבול ליצוא המתבטא בירידה של כ 50% ביבול המתאים ליצוא. בסליקה יבול לטיפולים ההמלחה: 0.2, 1.5, 3.2 והיבול הכללי בהתאמה 17, 8, 18, 9, 19, 4 ק"ג דונם הירידה בזן זה היא משמעותית ביותר ובמיוחד ביבול ליצוא.

השפעת ההמלחה על יבול בשני טיפולי המחזור של 0.2 ו-1.5 dS/m^{-1} בזן סליקה ישנו יתרון מסוים ביבול לטיפול 1.5 על פני טיפול 0.2 ההבדל כנראה אינו מובהק אין הסבר להבדל זה ההבדל נובע בעיקר ממספר פירות רב יותר. בטיפול המחזור המלוח 3.2 ישנה ירידה ביבול הנובעת מירידה בגודל הפרי בלבד ירידה ב-7.5% בגודל הפרי בטיפול המלוח לעומת טיפול 0.2 הירידה ביבול מקבילה באחוזים לירידה בגודל הפרי. ההפרש בין הטיפולים 1.1 ק"ג למ"ר ביבול כללי ומגיע לירידה של 1.8 ק"ג למ"ר.

מאזן מים

מהתוצאות עולה כי ניתן לקבל יבול גבוה בזנים המתאימים ובהפרש מתאים בין מי מקור למי הקזה. ניתן לקיים משטר מים חסכוני ביותר בתנאי כיכר סדום, המגיע לניצול של כ 97% מהמים המוספים למערכת מחזור המים בחממות השומרות על אוריה לחה במבנה, ומאפשרות ירידה בטרנספירציה.

מבוא

איכות המים בערבה ובכיכר סדום בפרט נמוכה בגלל מליחותם הגבוהה. המוליכות החשמלית של המים בכיכר סדום הינה 3.5 דציסמס"מ לעומת 1.0-1.5 דציסמס"מ ברוב חלקי הארץ. לרמת מליחות גבוהה זו יש כנראה השפעה שלילית על יבול פלפל ואיכותו. על פי הידע מהספרות פלפל רגיש יותר למליחות מאשר מינים אחרים ממשפחת הסולניים כמו עגבנייה וחציל (Maas and Hofman, 1977; Sonneveld, 1988).

ערך הסף של מי ההשקיה נמוך מ - 3.5 דציסמסאם והירידה ביבול עם העלייה ב- EC מעל ערך הסף היא ב- 14% - 16.7% ליחידת EC (Maas and Hofman, 1977; Sonneveld, 1988). מהניסיון שנרכש בכיכר סדום היבול נמוך מהמקובל בשאר חלקי הארץ והאיכות באביב ותחילת הקיץ ירודה. יש לציין שבשנים האחרונות היו חידושים רבים בזני הפלפל ובמיוחד באלה המיועדים לחממות ויתכן שהמדדים לרגישות לפלפל שנקבעו בעבר אינם נכונים לזני החממה החדשים. ואכן בעבודות שנעשו בפלפל חממה במרכז הארץ ובבשור סף הרגישות של פלפל היה גבוה מ 4.5 דציסמסאם (בר-יוסף וחובריו, 2000). ידוע שהרגישות למליחות המים עולה ככל שתנאי הסביבה (חום, יובש) גורמים ליותר טרנספירציה (Sonneveld, 1988). אולם בעבודות שנעשו עד כה לא ניתן היה להפריד בין השפעת האקלים בכיכר סדום מהשפעת איכות המים (ר. אופנבך ו.ש. כהן - ידע אישי). איכות הפרי והופעת פגמים בו הינם מדדים חשובים העשויים להיות מושפעים ממליחות מי ההשקיה. Sonneveld (1979) מצא עליה בהופעת שחור פיתם בפלפל עם העליה במליחות מעל 0.1 דציסמסאם! בניסוי שבוצע בבית דגן, עלייה במליחות המים הממוחזרים מעל 2.5 דציסמסאם גרמה לפגיעה כה קשה בשחור פיתם שלא הייתה אפשרות להמשיך בגידול מעבר לחודש מאי (בר-יוסף וחובריו, 2000). בעבודות רבות נמצא שככל שעולה היחס אשלגן/סידן ומגנזיום/סידן פוחתת קליטת הסידן ומתגברת תופעת שחור הפיטם בעגבנייה (Bar-Tal and Pressman, 1996). על כן שליטה בהרכב היונים וביחסים ביניהם משפיעה על הקשר בין איכות הפרי והמליחות.

מבחינה כלכלית העלות הגבוהה של התפלת המים אינה מאפשרת השקיה במים המותפלים כמו שהם במערכת פתוחה אלא אחת מהחלופות הבאות: א. מחזור המים המותפלים. ב. מיהול מי ההשקיה במים המותפלים ברמה שתאפשר מחזור בעלות נמוכה. ג. מהול מי ההשקיה במים מותפלים והשקיה וניצולם לגידול אחר. כל הגורמים הנ"ל חוברים יחדיו לבדיקת יישום מחזור מים בפלפל תוך שימוש יעיל במים מותפלים וחיסכון ע"י התאמת רמת המליחות המיטבית בתנאי הכיכר לגידול פלפל בשילוב אמצעי הייצור היקרים (צינון, חימום, מצע מנותק, התפלה ומחזור מים) לקבלת מקסימום יבול ובדיקת ההיבט הכלכלי לחקלאי הכיכר. בהשקיה במערכת ממחזרת במי מקור המכילים מלחים כמו נתרן וכלור שצריכתם על ידי הצמח מועטה יחסית לקליטת המים, ריכוז המלחים הללו הולך ועולה עם הזמן. יש לציין שבתקופה האחרונה נעשתה עבודה יסודית במחקר של גדול פלפל במחזור במרכז הארץ ובבשור (בר-יוסף וחובריו, 2000). העבודה הנ"ל התרכזה בקביעת ערכי הסף להחלפת המים, כאשר המוליכות החשמלית של מי המקור הייתה בערך 1.0 דצמסאם, אולם תנאי האקלים השונים בערבה ובמיוחד בכיכר סדום, והטווח הרחב של איכויות מים מצריכים מחקר ייחודי על בסיס הידע הקיים. בכיכר סדום הריכוז של הסידן והגופרה במי המקור גבוה יחסית, 160 ו- 400 מ"ג/ליטר, בהתאמה, ולכן ייתכן שהשפעת המליחות על היבול ועל שחור הפיטם תהיה שונה מאשר בהמלחה שהתקבלה מעליה בריכוז הנתרן והכלור.

מטרות המחקר

מטרת המחקר העיקרית היא לייעל השימוש במים בגדול פלפל בבית צמיחה בכיכר סדום ובערבה, המצויד במערכות לצינון האוויר ולהתפלת מים. המטרה ללמוד את השפעת המחזור ברמות מליחות שונות על התפתחות ויבול פלפל ועל המליחות והרכב המים והשפעת המוליכות החשמלית על התנהגות זנים רגישים להמלחה לעומת עמידים יחסית בתנאי המחזור השונים.

שיטות וחומרים

הניסוי כלל שלושה טיפולים עיקריים: שלוש איכויות מי המקור 0.5, 1.7, 3.5 דצמ"ס וערכי סף להקזת מים, 2.5, 4, 6.5 דצמ"ס, בהתאמה. טיפול משנה בכל טיפול נשתלו שני זנים "מזורקה" כזן רגיש לשחור פיטם והזן סליקה העמיד יותר לשחור פיטם.

כל טיפול היה בארבע חזרות בשיטת הבלוקים באקראי.

הניסוי התקיים בחממה בתחנת זהר שבעין תמר בכיכר סדום. שטח החממה 500 מ"ר והיא מצוידת בבקרת אקלים, חימום באמצעות תנור דלק ושרוולי אוויר וצינור על ידי מזרון לח. בקרת האקלים ההשקיה והדישון על ידי חיישנים ומחשב. מערכת התפלת המים היא מהסוג אודיס, פועלת על עיקרון האוסמוזה ההפוכה וספיקתה 24 מ³ ליממה מים מותפלים. בחממה הגידול במצע מנותק מסוג פרלייט 2 לחקלאות במארזי קלקר שמידותיהם (ס"מ): אורך – 105, רוחב – 50, ועומק – 17. נפח המצע למארז 68 ליטר. בכל מארז 6 צמחים כך שנפח המצע לצמח 11 ליטר. המארזים הוצבו בשורות שהמרחק בי מרכזיהן היה 2 מ'. ההשקיה בשלוחות טפטוף במרחק של 27 ס"מ בין השלוחות ו- 20 ס"מ בין כל שתי טפטפות מסוג אל נגר מתווסתת אינטגרלית שספקתן 1.6 ליטר/שעה.

ניהול ההשקיה מבוסס על מנת השקיה יומית המבוססת על 5 X E.T כלומר המנה היומית מבוססת על צריכת המים 5 X מנה יומית זו אפשרה להדיח את מרב המלחים מן המצע ולאפשר הפרש קטן ככל האפשר בין מי נקז למי טפטפת תדירות ההשקיה הייתה פועל יוצא מגיאומטרית המצע וניפחו. ועמדה על 2 מ"ק לכל פולס.

הצמחים נשתלו ב 1.8.02 ועוצבו לשני גבעולים מרכזיים בהדליה הולנדית והשארית פרי אחד לכל קומה ללא ענפים צדדיים. הקטיפה היה סלקטיבי של פרי אדום.

המשתנים שנבדקו: הרכב וכמות מי ההשקיה ומי הנקז, מעקב אחר צימוח, יבול פרי ואיכותו בקטיפה ולאחר הקטיפה. אנליזות מינרליות של אברי צמח שונים: עלים, גבעול ופרי; בדיקת פוטנציאל המים בעלים, קצב טרנספירציה מהעלה ומכלל הצמח; טמפרטורה של האוויר, העלים והפרי; לחות האוויר; קרינה בחממה. שיטות העבודה: יבול ואיכות הפרי - קטיפה בררני של פרי אדום יהיה אחת לשבוע ונבדוק בו המדדים הבאים: יבול, אחוז יצוא, מספרי ומשקלי; משקלו הממוצע של הפרי המשוק; אחוז הפרות (מספרי) הנגועים בשחור הפיטם; אחוז הפרות (מספרי) בעלי סדקי לחיים או פיטם. מהפרי המתאים ליצוא נלקחו דגימות לבדיקות איכות. הבדיקות בוצעו לאחר השהיה של 14 יום ב- 7 מ.צ. ושלושה ימים נוספים ב- 20 מ.צ. נבדקו חיי מדף, התפתחות צבע, התפתחות רקבונות, התפתחות סידוקים, סוכרים, אחוז חומר יבש, קרוטואידיים, וויטמין C. בוצעה מדידה של נפח מי ההשקיה ונפח הנקז. המוליכות החשמלית ו-pH של המים נמדדו באופן אוטומטי וממוחשב. בנוסף נלקחו מדגמי מים מדי שבוע לקביעת ההרכב המינרלי של המים. אמון, חנקן, זרחן, גופרה וכלור נקבעו באוטואנלייזר, דו פחמה בטיטרציה בחומצה גופריתנית, נתרן ואשלגן בפוטומטר להבה, סידן ומגנזיום במכשיר בליעה אטומית. מדגמים של עלים ופרי נאספו בכל עונה, סתיו חורף אביב וקיץ, וקבענו את תכולת החומר היבש לפי המשקל הטרי והיבש לאחר ייבוש בתנור ב- 60°C. נתוני אקלים, קרינה, טמפרטורה ולחות נמדדו על ידי חיישנים המחוברים למערכת הבקרה.

סיכום

1. השפעת ההמלחה על היבול: (טבלה 1) בשני טיפולי המחזור של 0.2 ו-1.5 dS/m⁻¹ בזן סליקה ישנו יתרון מסוים ביבול לטיפול ה-1.5 על פני טיפול ה-0.2 ההבדל כנראה אינו מובהק אין הסבר להבדל זה

ההבדל נובע בעיקר ממספר פירות רב יותר. בטיפול המחזור המלוח 3.2 ישנה ירידה ביבול הנובעת מירידה בגודל הפרי בלבד ירידה ב-7.5 אחוז בגודל הפרי בטיפול המלוח לעומת טיפול ה-0.2 הירידה ביבול מקבילה באחוזים לירידה בגודל הפרי. ההפרש בין הטיפולים 1089 ק"ג דונס ביבול כללי ומגיע לירידה של 1776 ק"ג דונס בטיפול המליח ביבול היצוא וזאת עקב הקטנה בגודל הפרי הפוסל פרי מלהיות בסטנדרט היצוא עקב גודל פרי קטן מדי.

במזורקה ישנה ירידה ביבול עם העלייה ברמת המוליכות חשמלית בין הטיפולים 0.2, 1.5, 3.2 והיבול הכללי בהתאמה 13,359, 16,777, 17,936 ק"ג. דונס הירידה בזן זה היא משמעותית ביותר ובמיוחד ביבול ליצוא המתבטא בירידה של כ-50 אחוז ביבול המתאים ליצוא בהשוואה לזן סליקה בטיפול של 3.2. כל הפרמטרים בזן סליקה מראים את רגישותו הרבה של הזן להמלחה הן בירידה ביבול והן בעליה המשמעותית רמת השחור פיטם עד ל-26 אחוז שחור פיטם מכלל היבול בזן מזורקה מסך היבול.

2. בבדיקת ביומאסה אשר נערכה לקראת סוף הניסוי בתאריך 3/6/03 אשר כלל עלים גבעול ופירות אשר היו על השיח באותה עת נמצא כי בטיפולים 0.2 ו-1.5 רמת החומר הטרי היתה גבוהה יותר בזן מזורקה מאשר בזן סליקה למרות המגמה ההפוכה ביבול המצטבר ובטיפול ה-3.2 רמת החומר הרטוב היתה שווה וגם במקרה זה היבול בזן סליקה גבוה יותר

3. איכות לאחר אחסון (טבלה 4)

בין הזנים, ציון האיכות של הסליקה גבוה מזה של המזורקה. בזן הסליקה אין הבדל באיכות הפרי בין הטיפולים השונים בעוד שבזן המזורקה הטיפול במים מתוקים הינו בעל האיכות הגבוהה ככל שעולים ברמת המלח יורדים חיי המדף (אחוז פרי רך) של הפרי. לעומת זאת, העלייה במוליכות החשמלית הקטינה את בעיית הצלבים בפיטם ואת בעיות הרקבון בעוקץ.

4. מהתוצאות עולה כי ניתן לקבל יבול גבוה בזנים המתאימים ובהפרש מתאים בין מי מקור למי הקזה ניתן לקיים משטר מים חסכוני ביותר בתנאי כיכר סדום המגיע לניצול של כ-97 אחוז מהמים המוספים למערכת מחזור המים בחממות השומרות על אוירה לחה במבנה ומאפשרות ירידה בטרנספירציה.

טבלה 1: סיכום יבול לדונם לתקופה 25/10/02 עד 18/6/03

ש.פיטם אחוז מכללי	ש.מקומי ק"ג	יצוא				כללי			טיפול
		אחוז יצוא	משקל פרי ממוצע	מספר פירות	ק"ג	משקל פרי ממוצע	מספר פירות	ק"ג	
3	6,228	67	174	72,788	12,693	165	114,966	18,922	סילקה EC 0.2
5	6,216	68	177	74,356	13,173	166	116,693	19,389	סילקה EC 1.7
8	6,916	61	166	65,630	10,917	153	116,761	17,833	סילקה EC 3.2
13	7,956	56	184	54,290	9,979	167	107,239	17,936	מזורקה EC 0.2
16	7,943	53	189	46,632	8,829	167	100,649	16,772	מזורקה EC 1.7
29	7,644	43	171	33,451	5,716	140	95,400	13,359	מזורקה EC 3.2

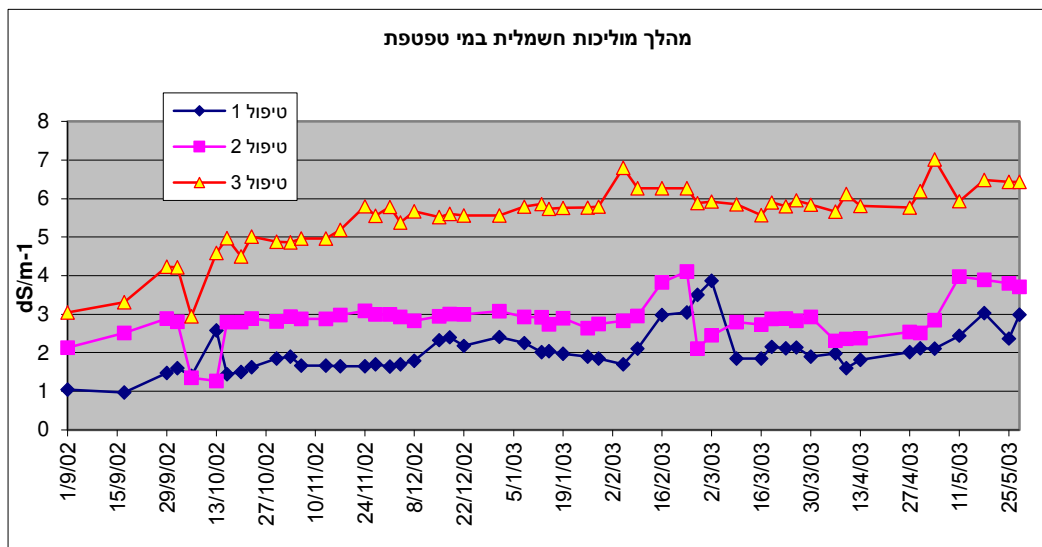
**טבלה 2: סיכום צריכת מים לתקופה 6/9/02 עד 1/6/03
הנתונים במ"ק/דונם**

צריכה כללית	הקזה	E.T יומי ממוצע	E.T כללי	טיפולים
1106	31	4	1075	0.2
1155	37	4.17	1118	1.7
1135	25	3.76	1110	3.2

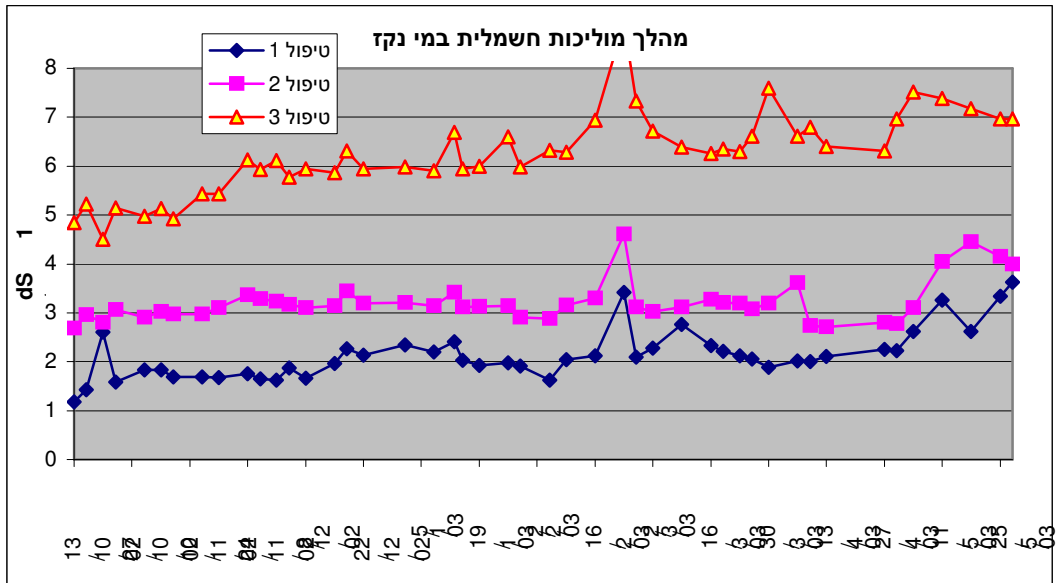
**טבלה 3: הפרשי המוליכות החשמלית dS/m^{-1}
בין מי מקור לערכי ההקזה**

הפרש בין מי מקור לסף הקזה	סף הקזה	איכות מי מקור
2.3	2.5	0.2
2	3.5	1.5
3.3	6.5	3.2

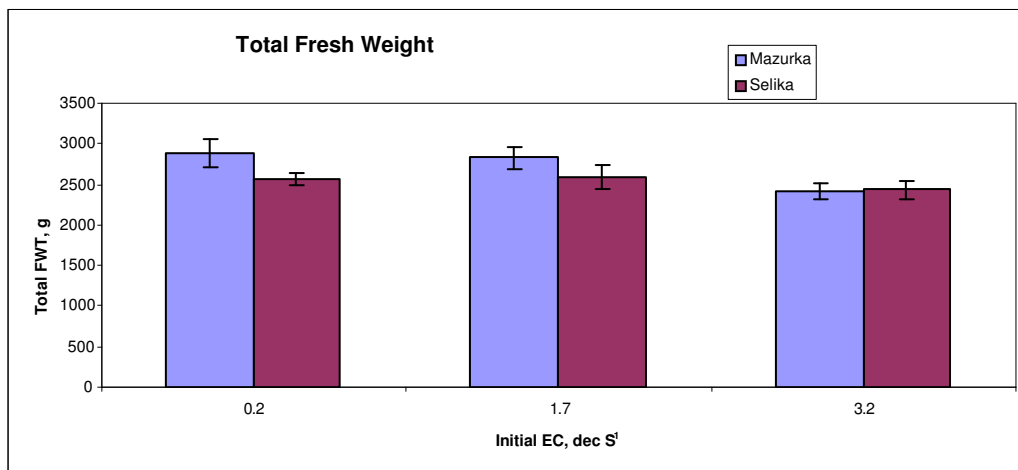
תרשים 1



תרשים 2



תרשים 3 - חומר טרי כללי בתאריך 3/6/03



טבלה 4: איכות הפרי לאחר השהייה

השהייה: 14 יום ב- 7 מ.צ. 3 ימים ב- 20 מ.צ.
 ציון איכות משוקלל: זקן -20%, מוצק מאוד 40%, כתום 30%, סידוק פיטם 10%.

שיש	עובש	רקבון כללי	צלבנים	רקבון עוקץ	כתום	זקן	מוצק	מוצק מאוד	ציון איכות כללי	טיפול	זן	באחוזים								
5	48.7	5	1	3	5	16	51	8	4.1	EC0.2	סליקה									
7	50.9	9	0	3	4	18	47	0	4.3	EC1.7	סליקה									
6	45.8	7	0	3	2	16	49	7	4.5	EC3.2	סליקה									
1	57.4	15	2	2	3	31	24	2	3.3	EC0.2	מזורקה									
3	54	10	4	0	0	40	19	3	2.5	EC1.7	מזורקה									
2	58.2	11	1	2	1	55	8	3	2.6	EC3.2	מזורקה									