

שיפור איכות הבטטות ברמת נגב תוך שימוש במים מליחים

Improving sweetpotato quality in Ramat-Negev using salty water irrigation

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י:

חקר ירקות, מדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי	נורית פירון
מו"פ רמת-נגב	ציון שמר
מו"פ רמת-נגב	שבתאי כהן
חקר ירקות, מדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי	עדית גינזברג
מו"פ רמת-נגב	מיכל עמיחי
היחידה לאחסון, מינהל המחקר החקלאי	דני אשל
חקר ירקות, מדעי הצמח, מינהל המחקר החקלאי	אלטחן לביאה
מו"פ רמת-נגב	רמי גולן

Nurit Firon, Plant Sciences, ARO, P.O.B. 6, Bet Dagan, 50250. E-mail: vcfiron@volcani.agri.gov.il

Zion Shemer, Ramat Negev R&D E-mail: tsions@netvision.net.il

Shabtai Cohen Ramat Negev R&D E-mail: sab@zahav.net.il

Idit Ginzberg, Plant Sciences, ARO, P.O.B. 6, Bet Dagan, 50250. E-mail: iditgin@volcani.agri.gov.il

Michal Amichai Ramat Negev R&D E-mail: ma3@netvision.net.il

Eliezer Falik, **Technology & Storage of Agricultural Products** ARO, P.O.B. 6, Bet Dagan, 50250.

E-mail: efallik@volcani.agri.gov.il

Levia Althan, Plant Sciences, ARO, P.O.B. 6, Bet Dagan, 50250.

Rami Golan, Ramat Negev R&D

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר

רשימת פרסומים

Firon, N., Pressman, E., Shemer, T., Amichai, M., Kfir, Y., Cohen, S., Althan, L. and Shaked, R. (2009). The effect of salty water irrigation on storage root development in sweetpotato. *Yevul See*, November issue: 40-43 (in Hebrew).

צריכת הבטטות באירופה, יעד הייצוא העיקרי, גדלה בשנים האחרונות, לאור המודעות לתזונה בריאה, וקיים צורך בהגדלת שטחי הגידול. אזור הנגב, כולל אזור רמת הנגב, הינו אזור מתאים לגידול בטטות, הן מבחינת סוג הקרקע והן מבחינת האקלים. לגידול בטטות ברמת נגב עשוי להיות יתרון גם מבחינת האפשרות להארכת העונה. עם הכניסה לעידן התפלת המים ובעקבותיה להעלאת תעריפי המים השפירים לחקלאות קיימת בעיה של מים ובעיה זו צפויה להשפיע על מבנה החקלאות הצמחית גם בעתיד. באזור רמת הנגב מצויים מים מליחים בכמויות מספקות שניתן להשתמש בהם בחקלאות. המטרה הכללית של התכנית הייתה אופטימיזציה של פרוטוקול הגידול במים מליחים לפיתוח ענף בטטות בעלי איכות משופרת ברמת-נגב, המתבסס על תנאי האקלים המיוחדים של אזור זה. בנוסף, תוכנן להשתמש בתכונות הקרקע החולית על מנת לבחון באופן מבוקר את השפעת המים המליחים על תהליך ההתמיינות של השורשים האדוונטיביים לשורש מעובה – כדי לאפשר שליטה טובה יותר על היבול. מטרות התוכנית היו: (1) פיתוח ממשק גידול של בטטות המבוסס על השקיה במים מליחים, לצורך העלאת האיכות, שיפור האחסון והארכת עונת היצוא. (2) בחינת תהליך האינדוקציה להתפתחות בטטות תחת משטר השקיה במים מליחים בהשוואה למים שפירים, תוך ניצול אדמת הדיונות באזור. (3) בחינת מגוון קווי זוני בטטה נוספים, מבחינת התאמתם להשקיה במים מליחים ולגידול בתנאי הקרקע והאקלים ברמת-נגב. במהלך השנים 2006 ו-2007 נבחנה השפעת השקיה במים מליחים (מי המקור ברמת נגב, בדרגת מליחות EC 4) על היבול, התפלגות גודל הבטטות, צורת הבטטות ומדדי איכות הכוללים רמת עמילן, תכולת קרוטנואידים וצבע הקליפה (המתבטא ברמת האנטוציאנינים) על מגוון זני בטטה. הזנים שנבחנו הינם זנים חדשים שהובאו לארץ על ידנו ונבדלים בתכונות כמו: אחוז החומר היבש, רמת העמילן, תכולת הקרוטנואידים, צבע הציפה וצבע הקליפה. הממצאים שהתקבלו מראים שזני בטטה שונים נבדלים בתגובתם להשקיה במים מליחים, במיוחד במדדי איכות כמו צבע הקליפה. יש לציין שהזנים החדשים, Evangeline ו-117-96 מצטיינים ברמת קרוטנואידים גבוהה וצבע ציפה עז יחסית לזן המקובל, ג'ורג'יה-גיט. השקיה במים מליחים גרמה לירידה של למעלה מ-50% ברמת האנטוציאנינים בקליפה של הזן ג'ורג'יה-גיט, בעוד שההשפעה על הזנים האחרים שנבחנו הייתה קטנה. משמעות התוצאות היא שצבע הקליפה של ג'ורג'יה-גיט נפגע מאוד בעקבות השקיה במים מליחים בעוד שצבע הקליפה בזנים החדשים שנבחנו נשאר עז. קיים צורך במחקר נוסף כדי להבין את התופעה. זנים מבטיחים נכללו בניסויי המשך שבוצעו בשנים 2007-2009 והתוצאות שהתקבלו חיזקו ממצאים אלה. בכל הזנים שנבחנו גרמה השקיה במים מליחים לירידה משמעותית ביבול. ב-2007 נבחנה ההשערה שהחלפה של ההשקיה ממים מליחים – למים שפירים בחודש האחרון לפני האסיף תביא לעלייה משמעותית ביבול הזנים הנבחנים. התוצאות שהתקבלו הראו ששינוי רמת מליחות מי ההשקיה בחודש האחרון לפני האסיף (כלומר, אחרי 90 יום משתילה) לא השפיע באופן משמעותי על היבול. איכות מי ההשקיה במהלך 90 הימים הראשונים הייתה הקובעת מבחינת היבול, בכל הזנים שנבחנו. בשלב הבא, ובהתבסס על תוצאות קודמות שלנו שהראו כי גורל השורשים האדוונטיביים להתפתח לשורשי אגירה נקבע במהלך 30 הימים הראשונים לאחר השתילה, בחנו את ההשערה שהשקיה במים מליחים מעכבת או משבשת את שלב האינדוקציה של השורש הגורם לו להפוך לשורש מעובה. השערה זו נבחנה ע"י לימוד השפעת השקיה במים מליחים, הניתנים משך 30 הימים הראשונים מהשתילה, על התפתחות בטטות. תוצאות שהתקבלו בשנים 2008 ו-2009 מראות שהשקיה במים מליחים משך 30 הימים הראשונים של הגידול לא השפיעה באופן משמעותי על היבול, בעוד שהשקיה במים מליחים משך 90 הימים הבאים ועד לאסיף גרמה לירידה משמעותית ביבול. כלומר, מתוך התוצאות נראה שהמים המליחים משפיעים על שלב התמלאות הבטטה בעמילן - במהלך 60 הימים שלאחר שלב האינדוקציה. השפעה דומה התקבלה בכל הזנים שנבחנו. בדיקות רמות העמילן, גודל העמילופלסטים, גודל ומספר תאי הפרנכימה אוגרי-העמילן הראו שאין הבדל משמעותי בריכוז העמילן וגודל העמילופלסטים, כמו גם בגודל ובמספר תאי הפרנכימה בין בטטות שהתפתחו במים מליחים וכאלה שהתפתחו במים שפירים. המסקנה מתוצאות המחקר היא שהמים המליחים משפיעים על המשך תהליך התפתחות השורשים המעובים שנוצרו וזאת ע"י השפעה על המשך חלוקות התאים והתווספות תאי פרנכימה אוגרי-עמילן חדשים, שגורמים להגדלת היקף הבטטה.

אזורי הגידול המקובלים של הבטטה בארץ הם השרון והנגב. אך מגדלים בטטות בכמות מוגבלת גם בגליל העליון ובערבה. הבטטה גדלה היטב באדמות קלות-חוליות, באדמות חול-חמרה ובקרקע חול-לס. ניתן לגדל גם בקרקעות כבדות אך קשה יותר לאסוף את הפקעות ונדרשת עבודת ניקוי. להתפתחות טובה דרושים כ-4 חודשים של טמפרטורות ממוצעות גבוהות מ-20 מ"צ. הבטטה רגישה לטמפי' שמתחת ל-10 מ"צ. בטמפרטורות נמוכות נוצרים נזקי צינה הגורמים לריקבון מהיר בתוך מספר ימים. אם כי קיימים גם זני בטטה הגדלים היטב ונותנים יכול טוב בטמפרטורות נמוכות יחסית, כמו למשל בהרים בדרום אמריקה. קיימת חשיבות לרמות קרינה גבוהות ולעונה יבשה ללא גשמים. גשמים פוגעים בפקעות הבטטה ובכושר השתמרותם. מכל האמור לעיל, אזור הנגב, כולל אזור רמת הנגב הינו מתאים לגידול בטטות, הן מבחינת סוג הקרקע והן מבחינת האקלים. לגידול בטטות ברמת נגב עשוי להיות יתרון גם מבחינת האפשרות להארכת העונה – בשל סיכוי אפסי לגשמים בחודשי הסתיו, קרינה חזקה וטמפרטורות מתאימות - דהינו, טמפרטורות לילה נמוכות - אבל עדיין לא נמוכות מדי. עם הכניסה לעידן התפלת המים ובעקבותיה להעלאת תעריפי המים השפירים לחקלאות בארץ באופן כללי, ובאזור הנגב בפרט, קיימת בעיה של מים שצפויה להשפיע על מבנה החקלאות הצמחית גם בעתיד. באזור רמת הנגב מצויים מים מליחים בכמויות מספקות. נמצא, שלא זו בלבד שניתן להשתמש במים אלה בחקלאות, אלא שאף ניתן להשיג באמצעותם שיפור באיכות המוצר. התוצאות מוכרות בגידול עגבניות, מלונים, זיתים ואף בתפוחי-אדמה לתעשייה. בנוסף, בשל בעיות באחסון הזן המקובל, ג'ורג'יה-גיט, החלה מגמה וניסיון למצוא זנים נוספים המכילים רמות גבוהות יותר של חומר יבש. קיימת לפיכך חשיבות לבחון התאמה של זנים אלה להשקיה במים מליחים. המטרה הכללית של התכנית הייתה, אם כן, אופטימיזציה של פרוטוקול הגידול לפיתוח ענף בטטות בעלי איכות משופרת ברמת-נגב, המתבסס על תנאי האקלים המיוחדים של אזור זה, וניצול היתרונות בהשקיה במים מליחים. בנוסף, תוכנן להשתמש בתכונות הקרקע החולית על מנת לבחון באופן מבוקר את השפעת המים המליחים על תהליך ההתמיינות של השורשים האדוונטיביים לשורש מעובה – כדי לאפשר שליטה טובה יותר על היבול. להערכתנו, על מנת להשיג תוצאות מיטביות בגידול בטטות בהשקיה במים מליחים, יש להבין טוב יותר את מהלך התפתחות פקעות הבטטה, ולאור ההבנה לבחון את ההשפעה של השקיה במים מליחים על שלבי ההתפתחות השונים של השורש המעובה.

מהלך התפתחות השורשים בשדה

לאחר כ-24 שעות משתילת הייחורים ניתן להבחין מתחת לפני הקרקע בשורשים זעירים, הנוצרים על הגבעול באזור הסמוך לבסיס העלה (המפרק). שורשים שהתמיינו עוד כשהיו על צמח האם ממנו נלקחו הייחורים. בייחורים, בסמוך למפרק, ניתן להבחין במספר פרימורדיות (תמונה 1). כל אחד מהשורשים המתפתח מהפרימורדיה עשוי לפתח פקעת. לאחרונה הראנו, בזן ג'ורג'יה-גיט, כי גורלו של השורש להתפתח לשורש אגירה נקבע במהלך 30 הימים הראשונים לאחר השתילה, וכי לשורשים הראשונים של הייחור יש מאפיינים המתאימים להתפתח לבטטה [1-2]. התפתחות השורש לשורש אגירה מאופיינת בחלוקה נמרצת של תאים במריסטמה ייחודית המכונה "קמביום אנומלי" (תמונה 1). תאים אלה מתחלקים באופן נמרץ, יוצרים כמות גדולה של תאי פרנכימה אוגרי עמילן, וכתוצאה מכך חלה התעבות השורש. בזן ג'ורג'יה-גיט, תהליך התעבות השורש מתחיל כ-3-4 שבועות לאחר השתילה, ובמקביל להתעבות, צבע השורשים משתנה מלבן לוורוד-אדום, ורמת העמילן מתחילה לעלות באופן חד. שורשים שבהם לא חלות חלוקות תאים אלה של ה"קמביום האנומלי" לא יתפתחו לפקעות. לאחר שלב האינדוקציה, במידה ותנאי הגידול יאפשרו, ימשיכו חלוקות התאים והצטברות העמילן והפקעות יגדלו.

תמונה 1. מהלך התפתחות השורשים האדוונטיביים לבטטה.



מטרות המחקר:

לתכנית המוצעת היו 3 מטרות:

- (1) פיתוח ממשק גידול של בטטות (תחילה מהזן ג'ורג'יה-גיט) המבוסס על השקיה במים מליחים, לצורך העלאת האיכות, שיפור האחסון והארכת עונת היצוא.
- (2) בחינת תהליך האינדוקציה להתפתחות בטטות תחת משטר השקיה במים מליחים בהשוואה למים שפירים, תוך ניצול אדמת הדיונות באזור.
- (3) בחינת מגוון קווי זוני בטטה נוספים, מבחינת התאמתם להשקיה במים מליחים ולגידול בתנאי הקרקע והאקלים ברמת-נגב.

פירוט עיקרי הניסויים

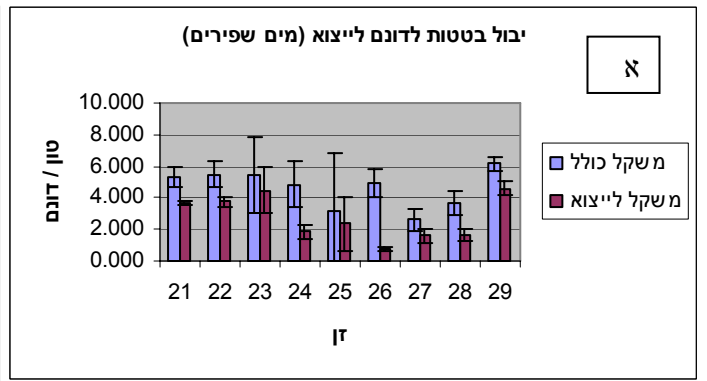
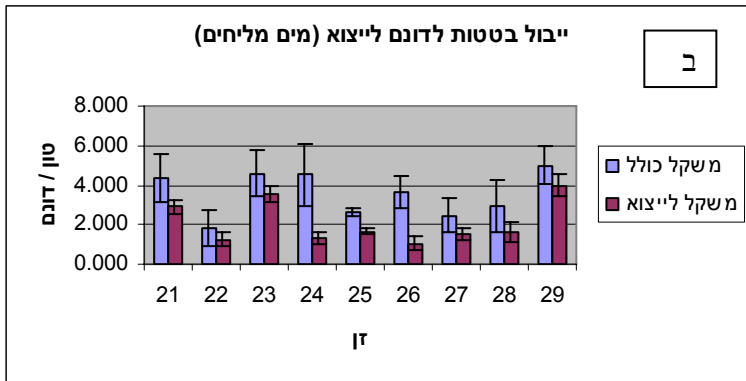
(3) בחינת מגוון קווי זוני בטטה נוספים, מבחינת התאמתם להשקיה במים מליחים ולגידול בתנאי הקרקע

והאקלים ברמת-נגב

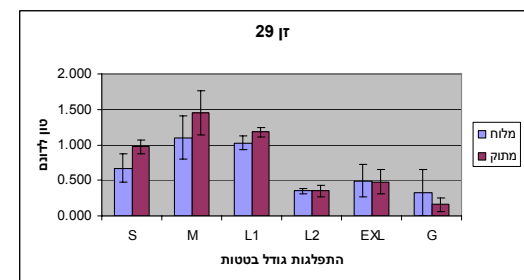
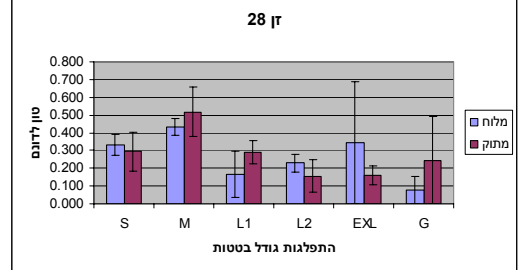
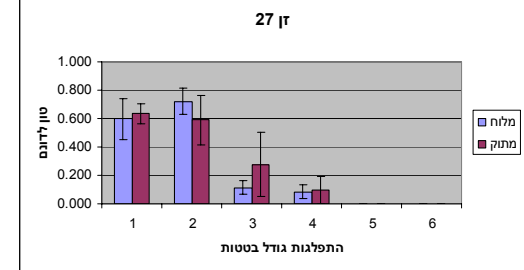
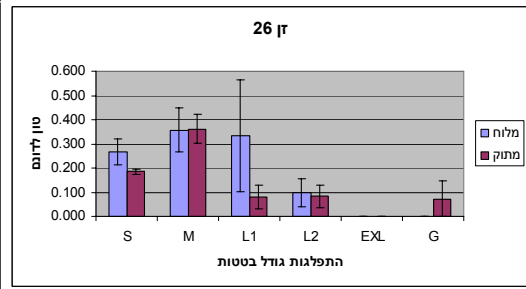
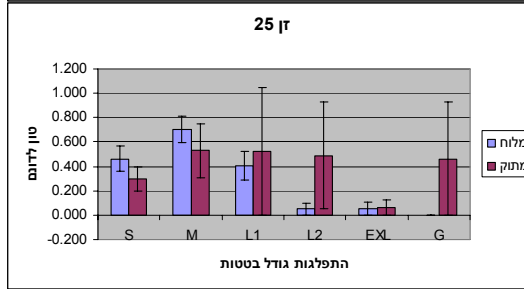
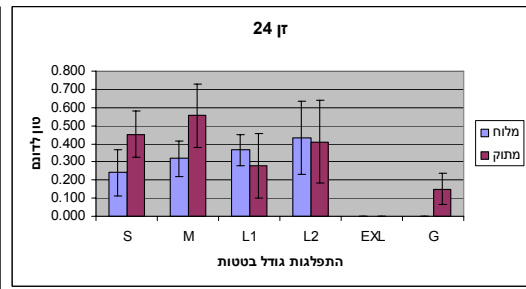
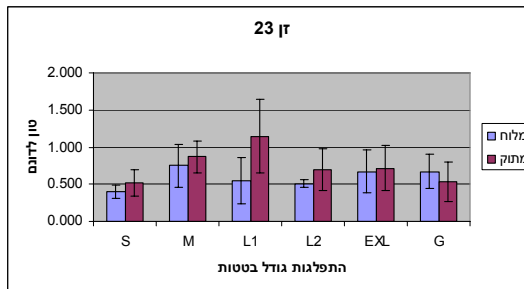
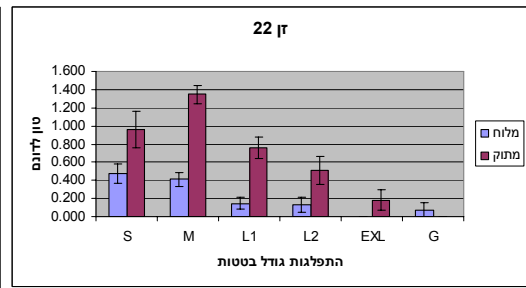
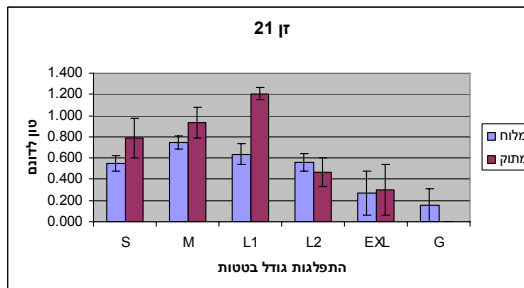
בשנת 2006, עוד לפני אישור תוכנית המחקר, בחנו מגוון של קווי בטטה – מבחינת התאמתם להשקיה במים מליחים ולגידול בתנאי הקרקע והאקלים ברמת-נגב. קווי הבטטה התקבלו מארה"ב, גודלו בתרבות בתנאים סטריליים ועברו את תקופת ההסגר במכון וולקני (מעבדה של נ. פירון), בית-דגן, ושחררו לשתילה בשדה. רשימת הקווים מפורטת בטבלה 1, בנספח א. מאפייני הקווים: כוללים 2 זנים שהם תוצרי טיפוח, האחד מהם מרקע של הזן האמריקאי "בורגרד" (אמורים לתת יבול גבוה יותר ולהיות בעלי צבע משופר ובעלי אחוז חומר יבש גבוה מזה של הזן המקובל, 'ג'ורג'יה-גיט'). שאר הקווים נבדלים בתכולת החומר היבש (בטווח של 17% (ג'ורג'יה-גיט) ועד ל-40%), ובצבעי הקליפה והציפה (ציפה לבנה וקליפה סגולה, ציפה צהובה וקליפה סגולה, קליפה בצבע קרם וציפה קרם). הוכנה משתלה כמפורט בנספח א, ובתאריך 15.6.2006 נשתלו הקווים בשדה כמפורט בנספח א. תוצאות היבול בהשקיה במים שפירים ומים מליחים (EC 4) מוצגות בתרשים 1. מתוך התוצאות ניתן לראות שהתקבל יבול כללי גבוה (בין 4.5 ל-6 טון לדונם) בזנים 21, 22, 23, 24, 26 ו-29 בהשקיה במים שפירים. בזנים 21, 22, 23 ו-29 נראה שחלק גדול מהיבול הכולל היה ברמת יצוא, הן בהשקיה במים שפירים והן בהשקיה במים מליחים. בזן 23 ו-25 נצפתה שונות גבוהה בין החזרות באותן הגדודיות שהושקו במים שפירים. השקיה במים מליחים הורידה באופן משמעותי את היבול הכולל בזן 22.

בבחינת השפעת ההשקיה במים מליחים על התפלגות גודל הבטטות בזנים שנבחנו (ראה תרשים 2) ניתן לראות, לגבי זנים 21, ו-22, ירידה משמעותית ביבול הבטטות בגודל L1. רואים נטייה זו גם בזנים נוספים, אלא שהירידה אינה מובהקת.

תרשים מס. 1. יבול כללי ויבול לייצוא של זני בטטה 21-29 שהושקו במים שפירים ומים מליחים. א. מים שפירים. ב. מים מליחים.

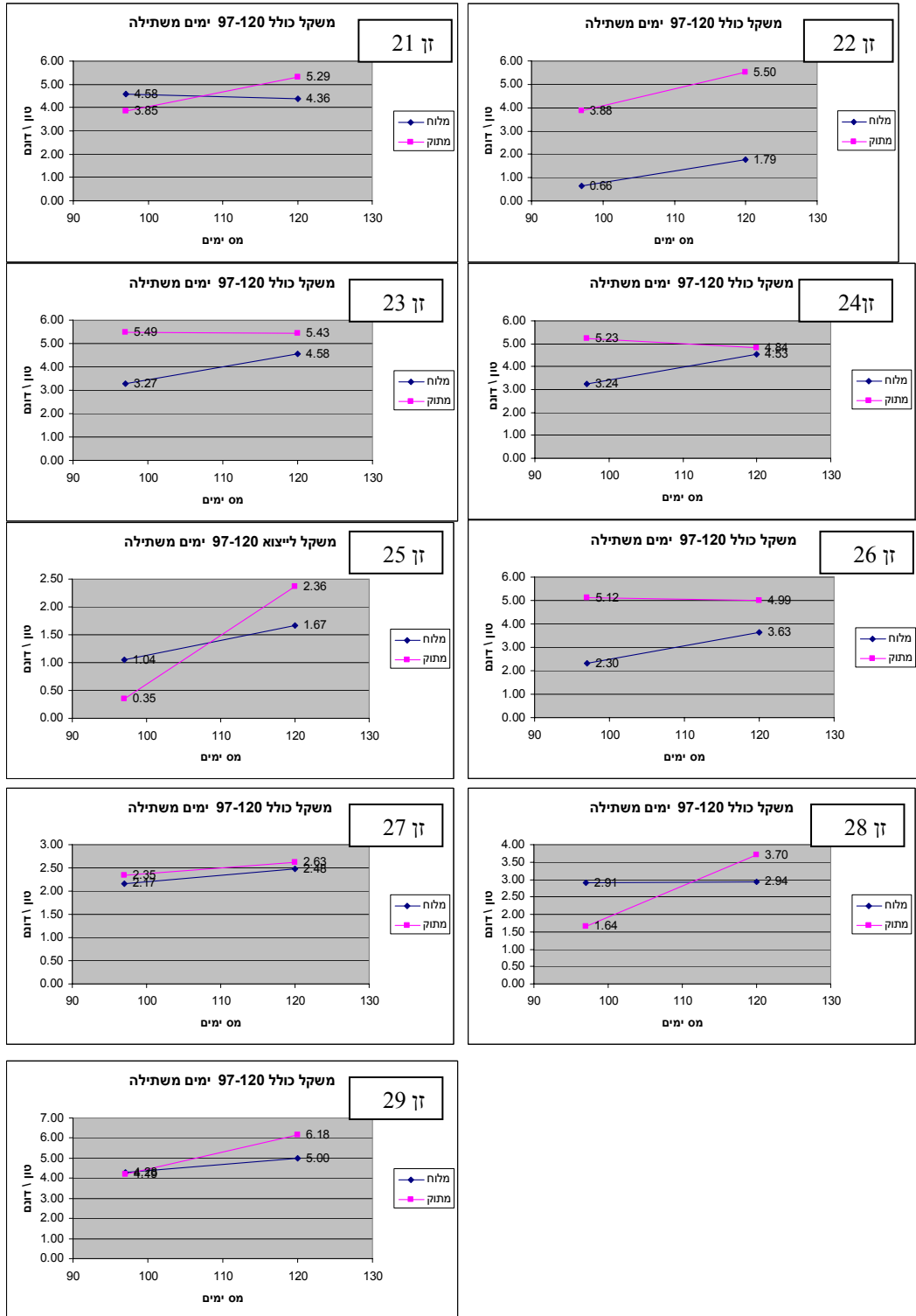


תרשים מס. 2. התפלגות גודל בטטות לשיווק בזנים 21-29 בהשקיה במים מליחים לעומת מים שפירים. ג-150-200-S ; ג-200-350-M ; ג-350-450-L1 ; ג-450-600-L2 ; ג-600-800-EXL ; ג-800 מעל-G



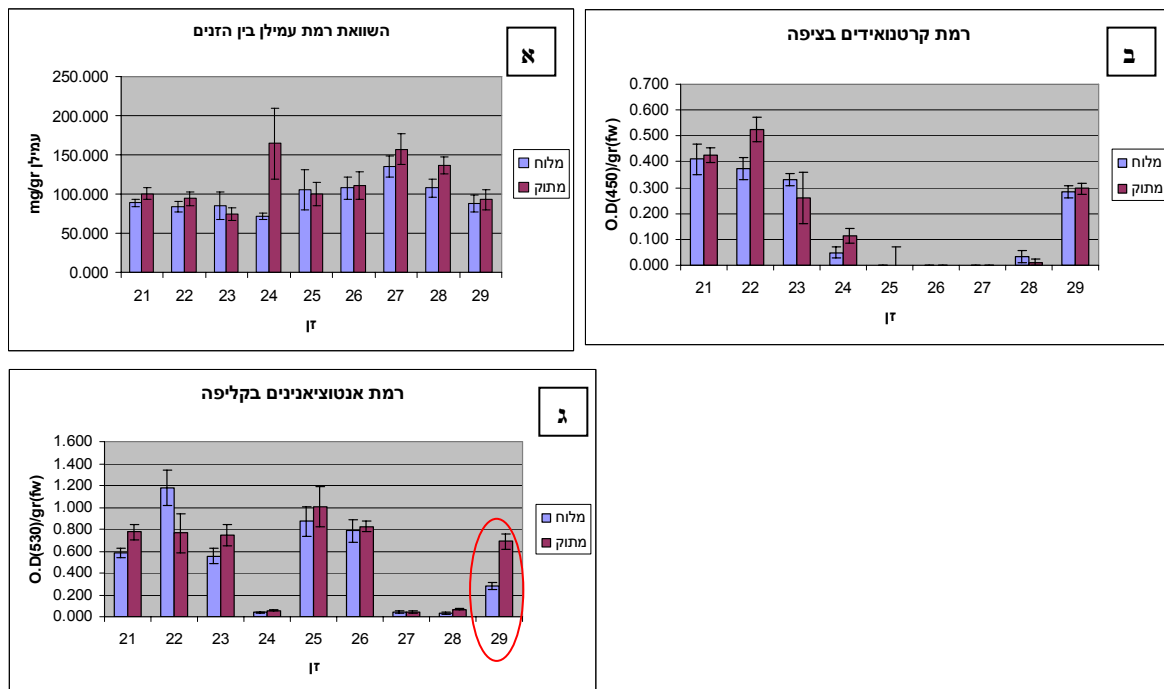
לפיכך, על מנת לבחון את ההשפעה של השקיה במים שפירים לעומת השקיה במים מליחים - במהלך 3 השבועות האחרונים לפני האסיף על יבול הבטטות בזנים השונים - נערכה השוואה של היבול שהתקבל 97 ימים ו-120 ימים לאחר השתילה. התוצאות מסוכמות בתרשים מס. 3. בזנים 21, 22, 25, 28 ו-29 נצפתה עליה גדולה יותר ב-3 השבועות האחרונים לפני האסיף בהשקיה במים שפירים מאשר בהשקיה במים מליחים. תוצאות אלה מרמזות על האפשרות שהחלפה של ההשקיה ממים מליחים – למים שפירים בחודש האחרון לפני האסיף תגרום לעלייה משמעותית ביבול של זנים אלה.

תרשים מס. 3. יבול כולל של 9 זני הבטטה שנבחנו – בהשקיה במים מליחים לעומת מים שפירים – 97 ו-120 יום משתילה.



בבחינת השפעת ההשקיה במים מליחים על מדדי האיכות של הזנים הנבחנים, נראה מתוך התוצאות המסוכמות בתרשים מס. 4.א. שזנים 24, 27, 28 מצטיינים ברמות עמילן גבוהות. רמת העמילן לא השתנתה בעקבות ההשקיה במים מליחים ב-8 מהזנים, בעוד שבזן 24 נצפתה ירידה של 50% בריכוז העמילן בעקבות השקיה במים מליחים. מתוך התוצאות המסוכמות בתרשים 4.ב. נראה שזנים 21 ו-22 מצטיינים ברמות קרוטנואידים גבוהות. מים מליחים אינם משפיעים באופן משמעותי על רמות הקרוטנואידים בזנים אלה ובזנים 23 ו-29. מתוך התוצאות המוצגות בתרשים 4.ג. נראה שזנים 21, 22, 25 ו-26 מצטיינים ברמות אנטוציאנינים גבוהות בקליפה, יחסית לזן המקובל ג'ורג'יה-גיט (מספר 29 – ראה טבלה מס. 1). השקיה במים מליחים גרמה לירידה של למעלה מ- 50% ברמת האנטוציאנינים בזן ג'ורג'יה-גיט, בעוד שההשפעה על הזנים האחרים שנבחנו הינה קטנה. משמעות תוצאות אלה היא שצבע הקליפה של ג'ורג'יה-גיט נפגע מאוד בעקבות השקיה במים מליחים בעוד שצבע הקליפה בזנים החדשים שנבחנו נשאר עז.

תרשים מס. 4. בחינת רמות העמילן בציפה (א), רמות הקרוטנואידים בציפה (ב) ורמות האנטוציאנינים בקליפה (ג) בזנים 21-29 והשפעת ההשקיה במים מליחים על מדדי איכות אלה. הרמות מבוטאות לגרם משקל רטוב של הרקמה.



(1) פיתוח ממשק גידול של בטטות (תחילה מהזן ג'ורג'יה-גיט) המבוסס על השקיה במים מליחים, לצורך

העלאת האיכות, שיפור האחסון והארכת עונת היצוא

בשנת 2007, השנה הראשונה של תוכנית המחקר נערכו:

א. בחינה חוזרת של הקווים המבטיחים מניסוי העונה הקודמת (2006) – נבחרו קווים 21, 23, 24, 26 וזן 29

(ג'ורג'יה-גיט) שנתנו יבול גבוה בעונה הקודמת בהשקיה במים מליחים או הצטיינו בתכונה אחרת כמו טעם (קו 24) – סה"כ 5 קווים. הקווים נבחנו גם מבחינת השפעת השקיה במים מליחים על האחסון.

ב. בחינת ההשפעה של החלפת ההשקיה במועד 90 יום משתילה – ממים מליחים (EC 4) למים שפירים

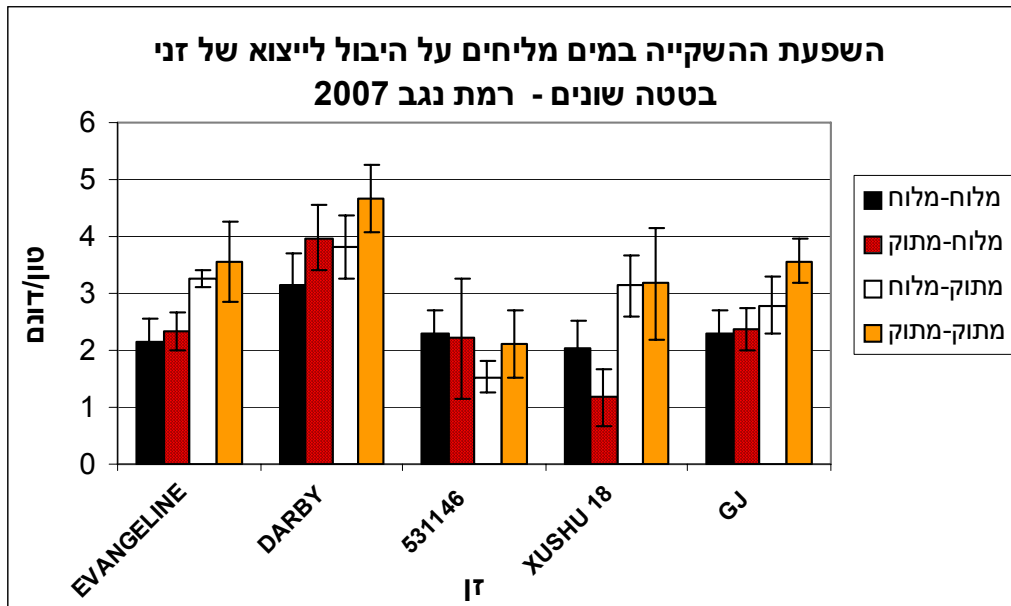
(ולחפך) - על היבול ומדדי האיכות.

זאת על מנת לבחון את האפשרות שהחלפה של ההשקיה ממים מליחים – למים שפירים בחודש האחרון לפני האסיף תגרום לעלייה משמעותית ביבול.

הוכנה משתלה כמפורט בנספח א, ובתאריך 1.5.6.2007 נשתלו הקווים בשדה כמפורט בנספח. סוכמו תוצאות יבול, התפלגות גודל הבטטות, רמות חומר יבש, עמילן, סוכרים מסיסים, צבע קליפה (רמת אנטוציאנינים) ורמות קרוטנואידים - עבור 5 קווי הבטטה שנדגמו במועדים 60, 90 ו-120 יום משתילה.

תוצאות השפעת השקיה במים מליחים, והחלפת השקיה ממים מליחים-למים שפירים בחודש האחרון לפני האסיף, על היבול - מוצגות בתרשים מס. 5. שאר התוצאות מוצגות בנספח, בתרשימים III-I.

תרשים מס. 5. השפעת השקיה במים מליחים - במהלך כל תקופת הגידול ובמהלך 90 הימים הראשונים משתילה - על היבול



על מנת לבחון את ההשערה שהשקיה במים שפירים בחודש האחרון לפני האסיף (כלומר במהלך חודש החל מ-90 יום לאחר השתילה) תביא להעלאת היבול, נבחנה ההשפעה של 4 הטיפולים הבאים על היבול של זני הבטטה DARBY, 531146, 18, EVANGELINE, XUSHU והזן ג'ורג'יה-ג'יט (GJ): א. מים שפירים (מתוק-מתוק) למשך כל עונת הגידול, ב. מים מליחים (מלוח-מלוח) למשך כל עונת הגידול, ג. מים מליחים משך 90 הימים הראשונים והשקיה במים שפירים משך 30 הימים האחרונים לפני האסיף (מלוח-מתוק) ד. מים שפירים משך 90 הימים הראשונים והשקיה במים מליחים משך 30 הימים האחרונים לפני האסיף (מתוק-מלוח).

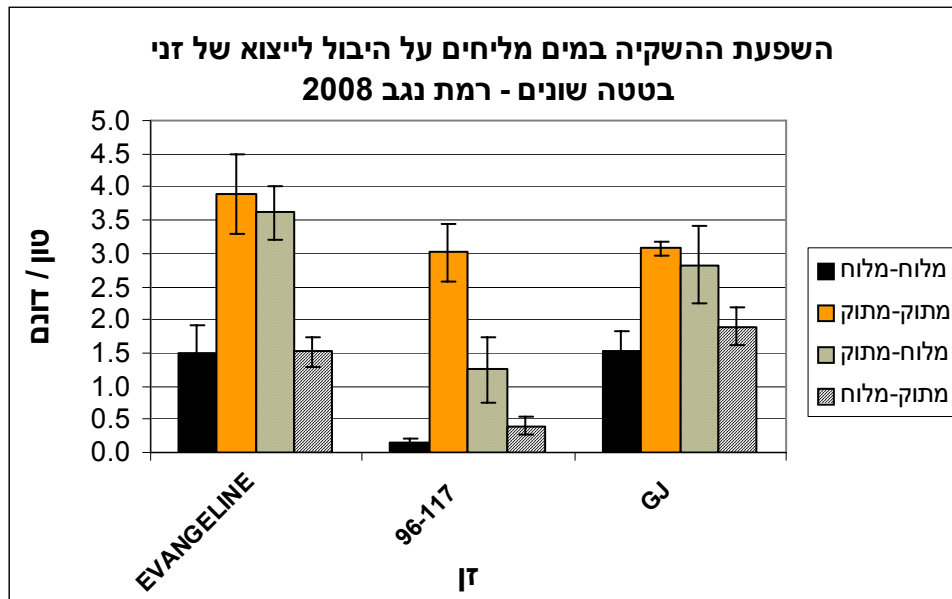
מתוך התוצאות המוצגות בתרשים מס. 5 ניתן לראות ששינוי רמת מליחות מי ההשקיה (ממים מליחים למים שפירים, או להפך, ממים שפירים למים מליחים) בחודש האחרון לפני האסיף לא השפיע באופן משמעותי על היבול. **איכות מי ההשקיה במהלך 90 הימים הראשונים הייתה הקובעת מבחינת היבול, בכל הזנים שנבחנו.** בניסוי אחסון שבוצע ע"י דני אשל כמפורט בנספח, נמצא שהפגיעה ע"י ריקבון יבש (נגרם בעיקר ע"י הפטרייה פוזריום; תרשים III-ה בנספח).

בחינת תהליך האינדוקציה להתפתחות בטטות תחת משטר השקיה במים מליחים בהשוואה למים

שפירים, תוך ניצול אדמת הדיננות באזור

בשלב הבא בחנו את ההשערה שהשקיה במים מליחים מעכבת או משבשת את שלב האינדוקציה של השורש הגורם לו להפוך לשורש מעובה והמתבטא בהתפתחות תאי הקמביום האנומלי (ראה תמונה 1 המתארת את מהלך התפתחות פקעות הבטטה). לאחרונה הראנו שתהליך התפתחות השורש לשורש אגירה – **שלב האינדוקציה – מתרחש בזן ג'ורג'יה-ג'יט במהלך 30 הימים הראשונים מיום השתילה** [1-2]. בהתבסס על תוצאות אלה נבחנה בקיץ 2008 במו"פ רמת-נגב ההשפעה של השקיה במים מליחים, הניתנים משך 30 הימים הראשונים מהשתילה, על התפתחות בטטות, תוך שימוש בזן המקובל, (ג'ורג'יה-ג'יט (GJ), זן רגיש במיוחד (זן 96-117), והזן EVANGELINE, והתוצאות מוצגות בתרשים מס. 6. תהליך הכנת המשתלה ושיתלת הצמחים בשדה מפורטים בנספח.

תרשים מס. 6. השפעת השקיה במים מליחים - במהלך כל תקופת הגידול ובמהלך 30 הימים הראשונים משתילה - על היבול לייצוא



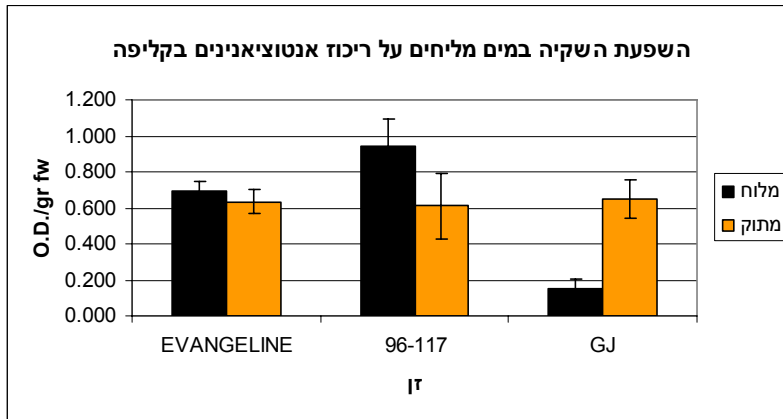
על מנת לבחון את ההשערה שהשקיה במים שפירים במהלך 30 הימים הראשונים משתילה תשפיע על האינדוקציה להתפתחות השורש – לשורש מעובה (בטטה), נבחנה ההשפעה של 4 הטיפולים הבאים על היבול של זני הבטטה EVANGELINE, 96-117 והזן ג'ורג'יה-ג'יט (GJ): א. מים שפירים למשך כל עונת הגידול (מתוק-מתוק) ב. מים מליחים למשך כל עונת הגידול (מלוח-מלוח) ג. מים מליחים משך 30 הימים הראשונים והשקיה במים שפירים משך 90 הימים הבאים ועד לאסיף (מלוח-מתוק) ד. מים שפירים משך 30 הימים הראשונים והשקיה במים מליחים משך 90 הימים הבאים ועד לאסיף (מתוק-מלוח). היבול לייצוא מחושב לגבי בטטות בגדלים EXL – SMALL (בטוח שבין 800-150 גרם). תוצאות היבול הכללי מוצגות בתרשים IV בנספח.

מתוך התוצאות המוצגות בתרשים 6 ניתן לראות:

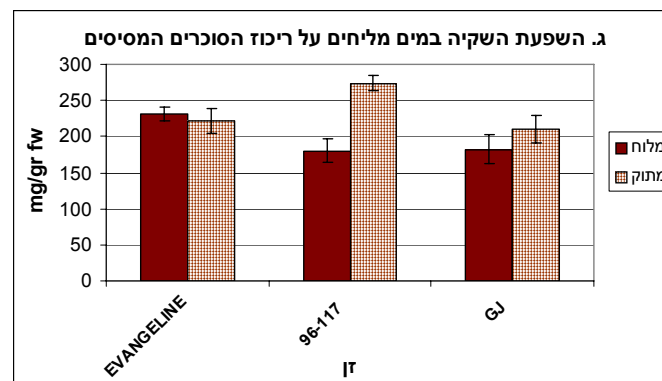
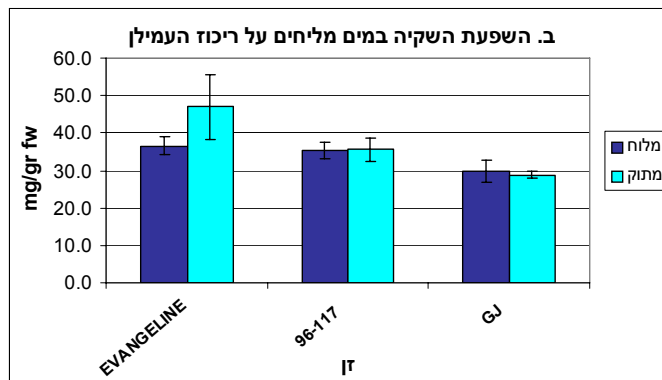
- א. השקיה במים מליחים לאורך כל תקופת הגידול (מלוח-מלוח) גרמה לירידה משמעותית ביבול בכל 3 הזנים הנבחנים, כשהירידה הגדולה ביותר נצפתה בזן 96-117.
 - ב. בזנים EVANGELINE ו-ג'ורג'יה-ג'יט, השקיה במים מליחים רק משך 30 הימים הראשונים של הגידול (מלוח-מתוק) לא השפיעה באופן משמעותי על היבול.
 - ג. השקיה במים שפירים משך 30 הימים הראשונים ולאחר מכן השקיה במים מליחים משך 90 הימים הבאים ועד לאסיף (מתוק-מלוח), גרמה לירידה משמעותית ביבול.
- תוצאות דומות התקבלו גם כשנבחנה השפעת השקיה במים מליחים על היבול הכללי (ראה תרשים IV בנספח). מתוך התוצאות, נראה שהמים המליחים משפיעים על שלב התפתחות הבטטה שבין 31 יום לאחר השתילה ועד ל-90 יום לאחר השתילה - כלומר במהלך 60 הימים שלאחר שלב האינדוקציה. נראה שהשקיה במים מליחים משפיעה בעיקר על שלב התמלאות הבטטה, כלומר השלב שלאחר 30 הימים הראשונים. השפעה דומה התקבלה בכל הזנים שנבחנו.
- יש לציין שבדיגום של הבטטות בזן ג'ורג'יה-ג'יט, שבוצע לאחר 60 ימים משתילה מחלקות שהושקו במים שפירים או מים מליחים במהלך הגידול, התקבל משקל ממוצע של 2.054 ± 0.06 ו- 2.01 ± 0.39 טון/לדונם, בהתאמה. כלומר, לא נצפה הבדל במשקל הבטטות בין הטיפולים בדיגום המוקדם.
- בבחינת השפעת ההשקיה במים מליחים על מדדי האיכות של הזנים הנבחנים – עוצמת צבע הקליפה, צבע הציפה, ותכולות חומר יבש, עמילן וסוכרים מסיסים – התקבלו תוצאות דומות לאלה שהתקבלו בשנים הקודמות. נמצא שהזנים שנבחנו נבדלים מבחינת ההשפעה של השקיה במים מליחים על צבע הקליפה (תרשים 7). צבע הקליפה בזן EVANGELINE לא הושפע כלל בעוד שבזן המקובל בארץ, ג'ורג'יה-ג'יט (GJ) נצפתה ירידה של פי 3 (תרשים 7). צבע הקליפה של הזן 96-117 הושפע גם הוא, אך במידה מועטה. הירידה שנצפתה ברמת האנטוציאנינים

בקליפה בזן ג'ורג'יה-גיט ניכרת גם בהסתכלות בעין. ירידה העשויה לנבוע מפגיעה בביוסינתיזה, או בעלייה בפירוק האנטוציאנינים, ונדרש מחקר נוסף על מנת להבין את התופעה. הפועל היוצא הוא שהצבע של הזן ג'ורג'יה-גיט שגודל בהשקיה במים מליחים הרבה פחות אטרקטיבי.

תרשים 7.

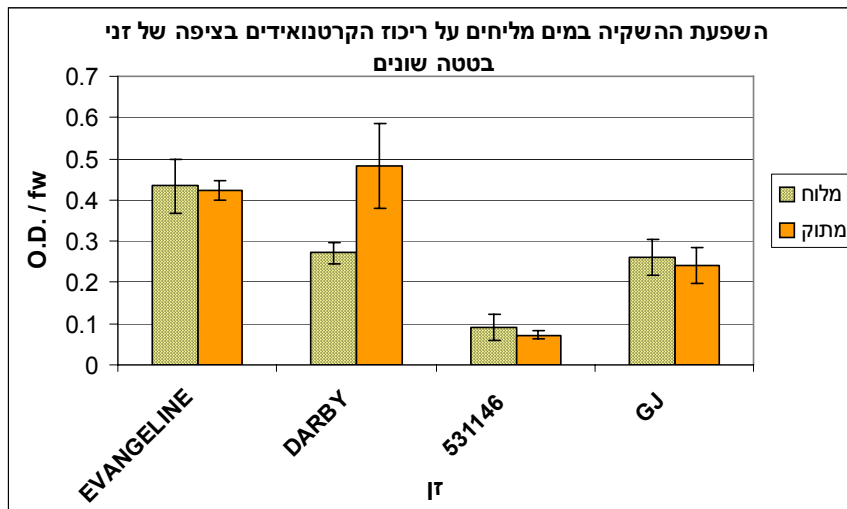


תרשים 8. השפעת השקיה במים מליחים על אחוז החומר היבש, ריכוז העמילן, וריכוז הסוכרים המסיסים בזני בטטה שונים.



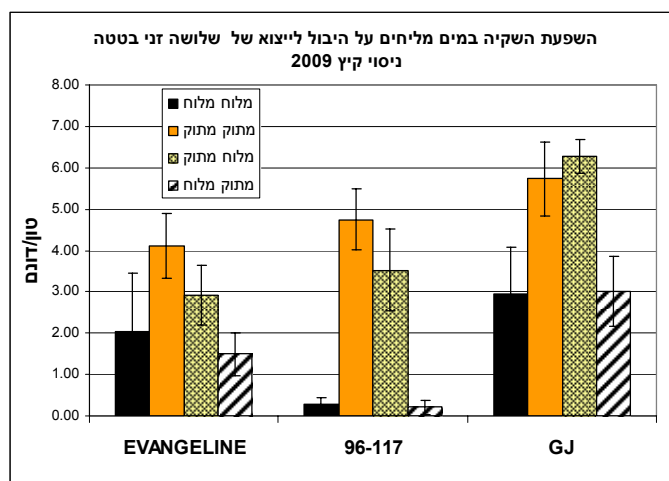
מתוך התוצאות המוצגות בתרשים 8 ניתן לראות השקיה במים מליחים לא השפיעה על הרמות של חומר יבש, ריכוז העמילן וריכוז הסוכרים המסיסים בכל הזנים שנבחנו. נמצא שהשקיה במים מליחים איננה משפיעה על רמות הקרוטנואידים בציפה של הזן ג'ורג'יה-גיט ושל זן הטיפוח האמריקאי EVANGELINE. מתוך התוצאות המוצגות בתרשים מס. 9 ניתן לראות שזני הבטטה שנבחנו נבדלים מבחינת השפעת ההשקיה במים מליחים על תכולת הקרוטנואידים בציפה. השקיה במים מליחים לא השפיעה על רמת הקרוטנואידים בציפה של הזנים ג'ורג'יה-גיט וזן הטיפוח האמריקאי EVANGELINE, אבל גרמה לירידה ברמה בזן DARBY (תרשים 9). ניתן גם לראות שרמת הקרוטנואידים בזן EVANGELINE גבוהה מזו ב ג'ורג'יה-גיט.

תרשים 9. השפעת השקיה במים מליחים על רמת הקרוטנואידים במספר זני בטטה



על מנת לאושש את התוצאות שהתקבלו בקיץ 2008, שהצביעו על כך שהשקיה במים מליחים משפיעה בעיקר על שלב התמלאות הבטטה (כלומר השלב שלאחר 30 הימים הראשונים - בין 30 ל-90 יום משתילה), בוצע ניסוי נוסף בקיץ 2009, המהווה חזרה לניסוי שבוצע ב-2008. תהליך הכנת המשתלה ושיתלת הצמחים בשדה מפורטים בנספח. תוצאות היבול הכללי והיבול לייצוא מוצגות בתרשים 10.

תרשים מס. 10. השפעת השקיה במים מליחים - במהלך כל תקופת הגידול ובמהלך 30 הימים הראשונים משתילה - על היבול לייצוא

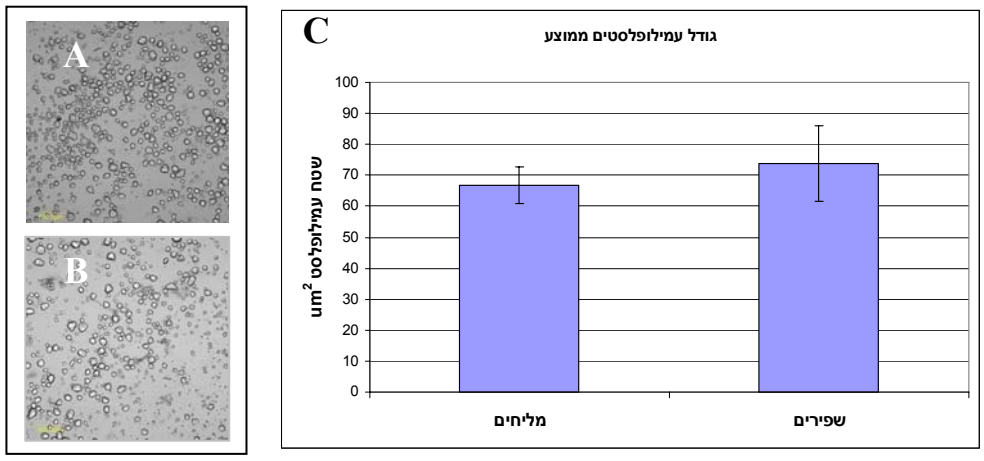


נבחנה ההשפעה של 4 הטיפולים הבאים על היבול של זני הבטטה EVANGELINE, 96-117 והזן ג'ורג'יה-גיט (GJ): א. מים שפירים למשך כל עונת הגידול (מתוק-מתוק) ב. מים מליחים למשך כל עונת הגידול (מלוח-מלוח) ג. מים מליחים משך 30 הימים הראשונים והשקיה במים שפירים משך 90 הימים הבאים ועד לאסיף (מלוח-מתוק) ד. מים שפירים משך 30 הימים הראשונים והשקיה במים מליחים משך 90 הימים הבאים ועד לאסיף (מתוק-מלוח).

מתוך התוצאות המוצגות בתרשים 10 ניתן לראות, בכל הזנים הנבחנים, תוצאות דומות לאלה שהתקבלו בשנה שעברה (זאת למרות שונות גדולה יחסית בין החזרות). כלומר, השקיה במים מליחים (מי המקור ברמת נגב) משפיעה בעיקר על שלב התמלאות הבטטה, כלומר השלב שלאחר 30 הימים הראשונים. בדיגום מוקדם, שנערך 43 יום משתילה, נספרו סה"כ השורשים המעובים שנוצרו בכל אחד מהזנים בעקבות השקיה במים שפירים ומליחים והתוצאות מוצגות ב תרשים V בנספח. נמצא לגבי הזנים ג'ורג'יה-ג'ט ו-117-96 שלא היה הבדל בין הטיפולים, ואילו לגבי הזן EVANGELINE מספר השורשים המעובים בטיפול המים המליחים היה גבוה בהשוואה להשקיה במים שפירים (תרשים V בנספח). תוצאות אלה מחזקות את המסקנה שהשקיה במים מליחים איננה משפיעה על השלב ההתחלתי שבו מתרחשת האינדוקציה להפיכת השורשים האדוונטיביים לשורשים מעובים, אלא בשלב שלאחר מכן – **שלב המשך ההתפתחות וייצור תאי פרנכימה אוגרי-עמילן**. בנוסף, בדומה לתוצאות השנה שעברה, נמצא גם בניסוי של קיץ 2009, שהשקיה במים מליחים לא השפיעה על אחוז החומר היבש, וריכוז העמילן (ראה תרשים VI בנספח).

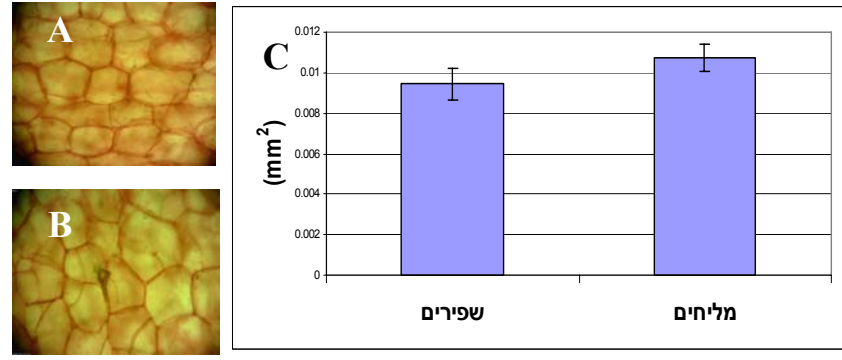
בחינה והשוואה של אוכלוסיות העמילופלסטים של בטטות שנדגמו מצמחים שהושקו במים מליחים משך כל תקופת הגידול (120 יום), לאוכלוסיות העמילופלסטים של בטטות שנדגמו מצמחים שהושקו במים שפירים, מראה שאוכלוסיית העמילופלסטים מגוונת מבחינת הגודל ולא נמצא הבדל משמעותי בגודל בין הטיפולים (תרשים 11).

תרשים 11. השפעת השקיה במים מליחים על אוכלוסיית העמילופלסטים בבטטה



נבחנה השפעת השקיה במים מליחים משך כל תקופת הגידול (120 יום) על אוכלוסיית העמילופלסטים בבטטה מהזן ג'ורג'יה-ג'ט. בוצעו חתכי רוחב ב-3 בטטות שנלקחו מכל אחת מ-4 חזרות וחושב שטח העמילופלסטים שיצאו לסביבה המימית בעזרת התוכנה IMAGEJ. מוצגת תמונה מייצגת של האוכלוסייה בבטטה שהתפתחה במים שפירים (A) ובמים מליחים (B). התוצאות מסוכמות $\pm SE$ (תרשים C). האנליזה בוצעה במקרוסקופ קונפוקלי (OLYMPUS IX 81 (FLUOVUEW 500) על מנת לבחון האם ההשפעה העיקרית של השקיה במים מליחים הינה על עלייה בגודל התאים אוגרי-עמילן או על המשך חלוקת התאים והתוספות תאים חדשים, חושב הגודל והמספר הממוצע של התאים אוגרי-עמילן בבטטות שהתפתחו במים מליחים ובטטות שהתפתחו במים שפירים, והתוצאות מוצגות בתרשימים 12 ו-13, בהתאמה.

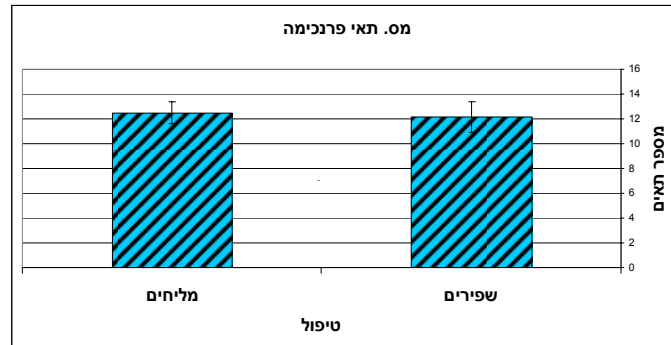
תרשים 12. השפעת השקיה במים מליחים על גודל ממוצע של תאי פרנכימה אוגרי-עמילן בבטטות מהזן ג'ורג'יה-ג'ט



נבחנה השפעת השקיה במים מליחים משך כל תקופת הגידול (120 יום) על גודל תאי הפרנקימה בבטטה מהזן ג'ורג'יה-ג'יט. בוצעו חתכי רוחב מ-2 בטטות שנלקחו מ-3 חזרות וחושב שטח התאים בעזרת התוכנה IMAGEJ. מוצגת תמונה מייצגת של האוכלוסייה בבטטה שהתפתחה במים שפירים (A) ובמים מליחים (B). התוצאות מסוכמות כ- $m^2 \pm SE$ (תרשים C).

מתוך התוצאות המוצגות בתרשים 12, ניתן לראות שאין הבדל משמעותי בגודל תאי הפרנקימה בין בטטות שהתפתחו במים מליחים וכאלה שהתפתחו במים שפירים. תוצאות בחינת השפעת השקיה במים מליחים על מספר תאי פרנקימה אוגרי עמילן ליחידת שטח מוצגות בתרשים 13.

תרשים 13. השפעת השקיה במים מליחים על מספר תאי פרנקימה אוגרי-עמילן בבטטות מהזן ג'ורג'יה-ג'יט



נבחנה השפעת השקיה במים מליחים משך כל תקופת הגידול (120 יום) על מספר תאי הפרנקימה ליחידת שטח בבטטה מהזן ג'ורג'יה-ג'יט. בוצעו חתכי רוחב באופן ידני באזור העצה מ-2 בטטות שנלקחו מ-3 חזרות. החתכים טופלו ב-5M NaOH ו-50% חומצה אצטית, והתאים נספרו בעזרת מקרוסקופ אור Zeiss. התוצאות מייצגות 6 חזרות (מאגר של 2 בטטות X 3 חלקות ניסוי) $\pm SE$.

מתוך התוצאות המוצגות בתרשים 13 ניתן לראות שאין הבדל משמעותי במספר התאים בין בטטות שהתפתחו במים מליחים וכאלה שהתפתחו במים שפירים.

דיון ומסקנות

הממצאים שהתקבלו מראים שזני בטטה שונים נבדלים בתגובתם להשקיה במים מליחים, במיוחד במדדי איכות כמו צבע הקליפה. יש לציין שהזנים החדשים, Evangeline ו-96-117 מצטיינים ברמת קרוטנואידים גבוהה וצבע ציפה עז יחסית לזן המקובל, ג'ורג'יה-ג'יט. השקיה במים מליחים גרמה לירידה של למעלה מ-50% ברמת האנטוציאנינים בקליפה של הזן ג'ורג'יה-ג'יט, בעוד שההשפעה על הזנים האחרים שנבחנו הייתה קטנה. משמעות התוצאות היא שצבע הקליפה של ג'ורג'יה-ג'יט נפגע מאוד בעקבות השקיה במים מליחים בעוד שצבע הקליפה בזנים החדשים שנבחנו נשאר עז. קיים צורך במחקר נוסף כדי להבין את התופעה. זנים מבטיחים נכללו בניסוי המשך שבוצעו בשנים 2007-2009 והתוצאות שהתקבלו חיזקו ממצאים אלה. בכל הזנים שנבחנו גרמה השקיה במים מליחים לירידה משמעותית ביבול. ב-2007 נבחנה ההשערה שהחלפה של ההשקיה במים מליחים – למים שפירים בחודש האחרון לפני האסיף תביא לעלייה משמעותית ביבול הזנים הנבחנו. התוצאות שהתקבלו הראו ששינוי רמת מליחות מי ההשקיה בחודש האחרון לפני האסיף (כלומר, אחרי 90 יום משתילה) לא השפיע באופן משמעותי על היבול. איכות מי ההשקיה במהלך 90 הימים הראשונים הייתה הקובעת מבחינת היבול, בכל הזנים שנבחנו. בשלב הבא, ובהתבסס על תוצאות קודמות שלנו שהראו כי גורל השורשים האדוונטיביים להתפתח לשורשי אגירה נקבע במהלך 30 הימים הראשונים לאחר השתילה, בחנו את ההשערה שהשקיה במים מליחים מעכבת או משבשת את שלב האינדוקציה של השורש הגורם לו להפוך לשורש מעובה. השערה זו נבחנה ע"י לימוד השפעת השקיה במים מליחים, הניתנים משך 30 הימים הראשונים מהשתילה, על התפתחות בטטות. תוצאות שהתקבלו בשנים 2008 ו-2009 מראות שהשקיה במים מליחים משך 30 הימים הראשונים של הגידול לא השפיעה באופן משמעותי על היבול, בעוד שהשקיה במים מליחים משך 90 הימים הבאים ועד לאסיף גרמה לירידה משמעותית ביבול. כלומר, מתוך התוצאות נראה שהמים המליחים משפיעים על שלב התמלאות הבטטה בעמילן - במהלך 60 הימים שלאחר שלב האינדוקציה. השפעה דומה התקבלה בכל הזנים שנבחנו. בדיקות רמות העמילן, גודל העמילופלסטים, גודל

ומספר תאי הפרנכימה אוגרי-העמילן הראו שאין הבדל משמעותי בריכוז העמילן וגודל העמילופלסטים, כמו גם בגודל ובמספר תאי הפרנכימה בין בטטות שהתפתחו במים מליחים וכאלה שהתפתחו במים שפירים. המסקנה מתוצאות המחקר היא שהמים המליחים משפיעים על המשך תהליך התפתחות השורשים המעובים שנוצרו וזאת ע"י השפעה על המשך חלוקות התאים והתווספות תאי פרנכימה אוגרי-עמילן חדשים, שגורמים להגדלת היקף הבטטה.

ביבליוגרפיה

1. Firon, N., Villordon, A., LaBonte, D., Pressman, E., Kfir, Y. and McGregor, C. (2008). The Sweet Potato, Botany and Physiology, (Loebenstein, G. and Thottappilly, G. Eds.), Springer, Dordrecht. pp. 13-26.
2. Villordon, A.Q., La Bonte, D.R., Firon, N., Kfir, Y., Schwartz, A. and Pressman, E. (2008). Characterization of adventitious root development in sweetpotato. Hortscience, In press.
3. Firon N, Shaked R, Peet MM, Pharr DM, Zamski E, rosenfeld K, Althan L, Pressman E (2005) Pollen grains of heat tolerant tomato cultivars retain higher carbohydrate concentration under heat stress conditions. Scientia Horticulturae, 109: 212-217.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
במהלך המחקר התייחסנו לכל מטרות התוכנית: (1) פיתוח ממשק גידול של בטטות המבוסס על השקיה במים מליחים, לצורך העלאת האיכות, שיפור האחסון והארכת עונת היצוא. (2) בחינת תהליך האינדוקציה להתפתחות בטטות תחת משטר השקיה במים מליחים בהשוואה למים שפירים, תוך ניצול אדמת הדיונות באזור. (3) בחינת מגוון קווי זוני בטטה נוספים, מבחינת התאמתם להשקיה במים מליחים ולגידול בתנאי הקרקע והאקלים ברמת-נגב.
עיקרי הניסויים והתוצאות.
נבחנה השפעת השקיה במים מליחים על היבול ומדדי האיכות של מגוון זנים, כולל זנים חדשים. בהמשך התמקדנו בזן המקובל, ג'ורג'יה-ג'ט ובזן חדש מבטיח, EVANGELINE. התוצאות הראו שהמים המליחים משפיעים על שלב התמלאות הבטטה בעמילן - במהלך 60 הימים שלאחר שלב האינדוקציה. השפעה דומה התקבלה בכל הזנים שנבחנו. בדיקות רמות העמילן, גודל העמילופלסטים, גודל ומספר תאי הפרנכימה אוגרי-העמילן הראו שאין הבדל משמעותי בריכוז העמילן וגודל העמילופלסטים, כמו גם בגודל ובמספר תאי הפרנכימה בין בטטות שהתפתחו במים מליחים וכאלה שהתפתחו במים שפירים. המסקנה מתוצאות המחקר היא שהמים המליחים משפיעים על המשך תהליך התפתחות השורשים המעובים שנוצרו וזאת ע"י השפעה על המשך חלוקת התאים והתווספות תאי פרנכימה אוגרי-עמילן חדשים, שגורמים להגדלת היקף הבטטה.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
השקיה במים מליחים גורמת לירידה ביבול הבטטות במגוון זנים נבחנים. תוצאות התוכנית מראות שהסיבה לירידה ביבול איננה בשל השפעה מעכבת על תהליך האינדוקציה של השורש והפיכתו לשורש מעובה - תהליך המתרחש במהלך 30 הימים הראשונים משתילה. נמצא שהשקיה במים מליחים משפיעה על המשך תהליך התפתחות השורשים המעובים שנוצרו, וזאת ע"י השפעה על המשך חלוקת תאים והתווספות תאי פרנכימה אוגרי-עמילן חדשים, שגורמים להגדלת היקף הבטטה ועלייה ביבול. ניתן ליישם את תוצאות המחקר ולאפשר קבלת יבול גבוה תוך גידול במים מליחים, וזאת ע"י אספקת מים שפירים במשך תקופה קצרה יחסית במקום למשך כל תקופת הגידול. המשך המחקר יאפשר הגדרה וצמצום של חלון הזמן שבמהלכו נדרשים מים שפירים. מטרות המחקר לתקופת הדוח הושגו.
בעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתורה לביצוע תוכנית המחקר?
המשך מחקר בנושא השפעת מים מליחים על צבע הקליפה – ביוסינטיזה ופירוק אנטוציאנינים. המשך לימוד השפעת מים מליחים על חלוקת התאים אוגרי העמילן והגדרת חלון הזמן הקובע ומנגנון הבקרה.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטוט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פנטונים - יש לציין שם ומס' פנטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
פורסם מאמר בעברית המסכם את התוצאות.
Firon, N., Pressman, E., Shemer, T., Amichai, M., Kfir, Y., Cohen, S., Althan, L. and Shaked, R. (2009). The effect of salty water irrigation on storage root development in sweetpotato. <i>Yevul See</i> , November issue: 40-43 (in Hebrew).
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
רק בספריות – רק בספריות
ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
חסוי – לא לפרסם
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן

נספח א.

שיטות וחומרים

בוצעו ארבעה ניסויים, בעונות הגידול בשנים 2006 - 2009, כמפורט למטה.

ניסוי א – שנת 2006

בשנת 2006 (עוד לפני אישור תוכנית המחקר) בחנו מגוון של קווי בטטה – מבחינת התאמתם להשקיה במים מליחים ולגידול בתנאי הקרקע והאקלים ברמת-נגב.

קווי הבטטה התקבלו מארה"ב, גודלו בתרבית בתנאים סטריליים ועברו את תקופת ההסגר במכון וולקני (מעבדה של נ. פירון), בית-דגן, ושוחררו לשתילה בשדה.

מאפייני הקווים: כוללים 2 זנים שהם תוצרי טיפוח האחד מהם מרקע של הזן האמריקאי "בורגרד" (אמורים לתת יבול גבוה יותר ולהיות בעלי צבע משופר ובעלי אחוז חומר יבש גבוה מזה של הזן המקובל, 'ג'ורג'יה-ג'יטי'). שאר הקווים נבדלים בתכולת החומר היבש (בטווח של 17% (ג'ורג'יה-ג'יטי) ועד ל-40%), ובצבעי הקליפה והציפה (ציפה לבנה וקליפה סגולה, ציפה צהובה וקליפה סגולה, קליפה בצבע קרם וציפה קרם).

הכנת משתלה - בתאריך 29.3.06 נשתלה משתלה של 9 קווי בטטה, 10 צמחים מכל קו, באדמת חול-דיונה ברמת-נגב. מרחקי השתילה: 1 מטר בין צמח לצמח. הכנת הקרקע: פיזור קומפוסט 5 קוב לדונם. תיחוח, ושטיפה 30 קוב לדונם. השקיה: 5 קוב לדונם ליום. דשן: 50 ppm חנקן. כל הצמחים נקלטו, התפתחו יפה וייצרו כמות גדולה של שתילים. ב-26.4.06 – פתיחת המנהרות. הצמחים התפתחו יפה.

בתאריך 15.6.06 – נשתלו 9 הקווים בשדה. השטח הכללי: 1200 מ"ר. מבנה הניסוי: לכל טיפול 4 חזרות של 9 הזנים הנבחרים. בכל חזרה: 3 גדודיות באורך 5 מ' מכל זן. מזן מספר 21 נשתלה כפולה. הטיפולים: (1) השקיה במים שפירים. (2) השקיה במי-מקור (מים מליחים – EC 4). ההשקיה: בטפטוף - על פי הטיפולים.

הזנים מסומנים במספרים מ-21 ועד 29. ראה פירוט הזנים בטבלה מס. 1. הצמחים התפתחו יפה. נערך מעקב הכולל ממדי איכות של צורה, גודל, צבע ותכולת אנתוציאנינים, קרוטנואידים ועמילן, לאורך תקופת הגידול לגבי כל הזנים. האסיף הסופי בוצע, לגבי כל הזנים, 120 יום משתילה.

שיטות לבדיקות קרוטנואידים אנתוציאנינים עמילן סוכרים:

ריכוז הקרוטנואידים נקבע ע"י מיצוי הרקמה באצטון ומדידת הבליעה באורך גל של 450 ננומטר. ריכוז האנתוציאנינים נקבע ע"י מיצוי הקליפה במתנול חומצי ומדידת הבליעה באורך גל של 530 ננומטר (אורך הגל שבו מצאנו מכסימום בליעה). רמות העמילן והסוכרים המסיסים נקבעו כמפורט ב- [1-3].

ניסוי ב – שנת 2007

מתוך 9 קווי בטטה שנבחנו בשנת 2006, נבחרו 5 קווים לבחינה בשנת 2007. נבחרו הקווים שנתנו יבול גבוה בעונה הקודמת בהשקיה במים מליחים. הקווים נבדלים בצבעי הקליפה והציפה, בתכולת החומר היבש ובטעם.

הכנת המשתלה - בחודש מרץ 2007 נשתלה משתלה של 5 קווי בטטה, 10 צמחים מכל קו, באדמת חול-דיונה ברמת-נגב. מרחקי השתילה: 1 מטר בין צמח לצמח. הכנת הקרקע: פיזור קומפוסט 5 קוב לדונם. תיחוח, ושטיפה 30 קוב לדונם. השקיה: 5 קוב לדונם ליום. דשן: 50 ppm חנקן. כל הצמחים נקלטו, התפתחו יפה וייצרו כמות גדולה של שתילים.

בתאריך 15.6.07 – נשתלו 5 הקווים בשדה. השטח הכללי: 1080 מ"ר. מבנה הניסוי: לכל טיפול 3 חזרות של 5 הקווים הנבחרים. בכל חזרה: 3 גדודיות באורך 5 מ' מכל זן. הטיפולים: (1) השקיה במים שפירים (EC 1.5). (2)

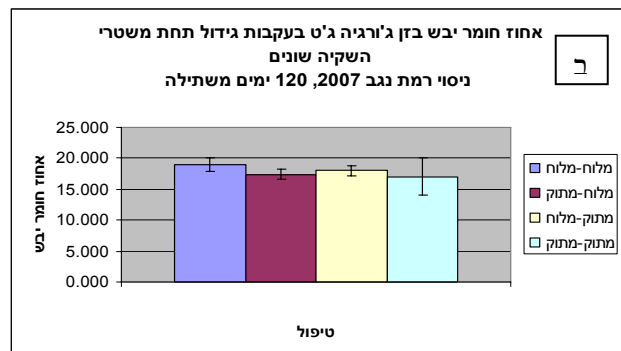
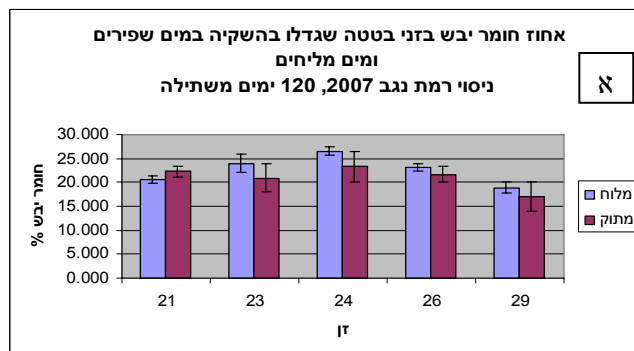
השקיה במי מקור (מים מליחים, EC 4). (3) השקיה במים מליחים ולאחר 90 יום החלפה - להשקיה במים שפירים. (4) השקיה במים שפירים ולאחר 90 יום החלפת ההשקיה למים מליחים. ההשקיה: בטפטוף - על פי הטיפולים. הצמחים התפתחו יפה. האסיף בוצע 120 יום משתילה. נבחנו, היבול, התפלגות גודל הבטטות, ומדדי איכות הכוללים אחוז חומר יבש, רמת עמילן, רמת סוכרים מסיסים, צבע קליפה (רמת אנתוציאנינים), צבע ציפה (רמת קרוטנואידים). תוצאות ממדי האיכות מסוכמות למטה בתרשימים א-ג.

טבלה מס. 1. רשימת זני הבטטה שנבחנו ברמת-נגב מבחינת התאמתם לתנאי הגידול וההשקיה במים מליחים

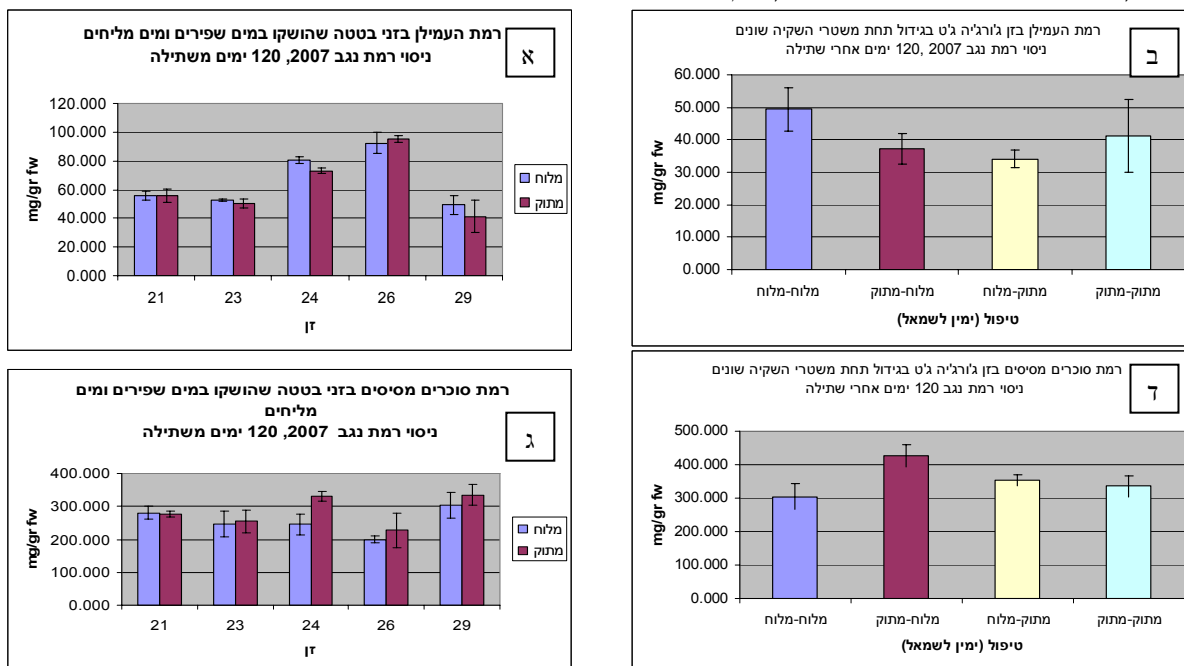
מספר	Accession	צבע קליפה	צבע ציפה
21	99-35 EVANGELINE	זן טיפוח	כתום
22	96-117	זן טיפוח	כתום
23	595199 Darby	פוטנציאל ליבול מוקדם, שתילה ואסיף ממוכנים	כתום
24	531146	לח, מתוק מעט, ציפה צהובה, קליפה סגול-אדום, 25% חומר יבש	זהוב - עם נקודות כתומות
25	153655 tinian		לבן
26	595873 xushu 18		לבן
27	153905	חומר יבש 41%	לבן/קרם
28	508508	חומר יבש 36-40%	לבן/קרם
29	ג'ורג'יה-ג'יט	הזן המקובל בארץ	כתום

עבור ניסוי ב' – שנת 2007 : תוצאות בחינת ההשפעה של השקיה במים מליחים ושינוי רמת המליחות במהלך שלושים הימים האחרונים לפני האסיף, על מדדי איכות של הזנים הנבחנים מוצגות בתרשימים I-III. מתוך התוצאות ניתן לראות שלבטות מזן 29 אחוז החומר היבש הנמוך ביותר, ורמות החומר היבש, העמילן והסוכרים המסיסים לא הושפעו מהשקיה במים מליחים באף אחד מהזנים. רמות העמילן הגבוהות ביותר נצפו בזנים 24 ו-26. מעניין לציין שרמת העמילן בבטות של כל הזנים בניסוי שבוצע בעונה של 2007 הייתה נמוכה מרמת העמילן שנמדדה בניסוי שבוצע בשנת 2006. רמת הסוכרים המסיסים הגבוהה ביותר התקבלה בזנים 21 ו-29. מתוך התוצאות המוצגות בתרשימים מס. III ניתן לראות שרמת הקרוטנואידים בבטות של זנים 29 ו-21 איננה מושפעת מהשקיה במים מליחים, בעוד שנצפתה ירידה ברמת הקרוטנואידים בבטות מהזן 23. באופן כללי, רמת הקרוטנואידים בזנים 21 ו-23 גבוהה מזו של הזן המקובל, 29, דבר המתבטא בצבע ציפה כתום-עז. ניתן גם לראות שרמת האנטוציאנינים בקליפה של הזן המקובל, מס. 29, יורדת בעקבות השקיה במים מליחים. ואכן, צבע הקליפה של זן זה "דוהה" בעקבות השקיה במים מליחים. תוצאה דומה נצפתה בניסוי שבוצע בשנה שעברה. תכולת האנטוציאנינים בקליפה של זן 29 נמוכה מהתכולה בקליפה של זנים 21 ו-23 וצבע הקליפה חלש יותר.

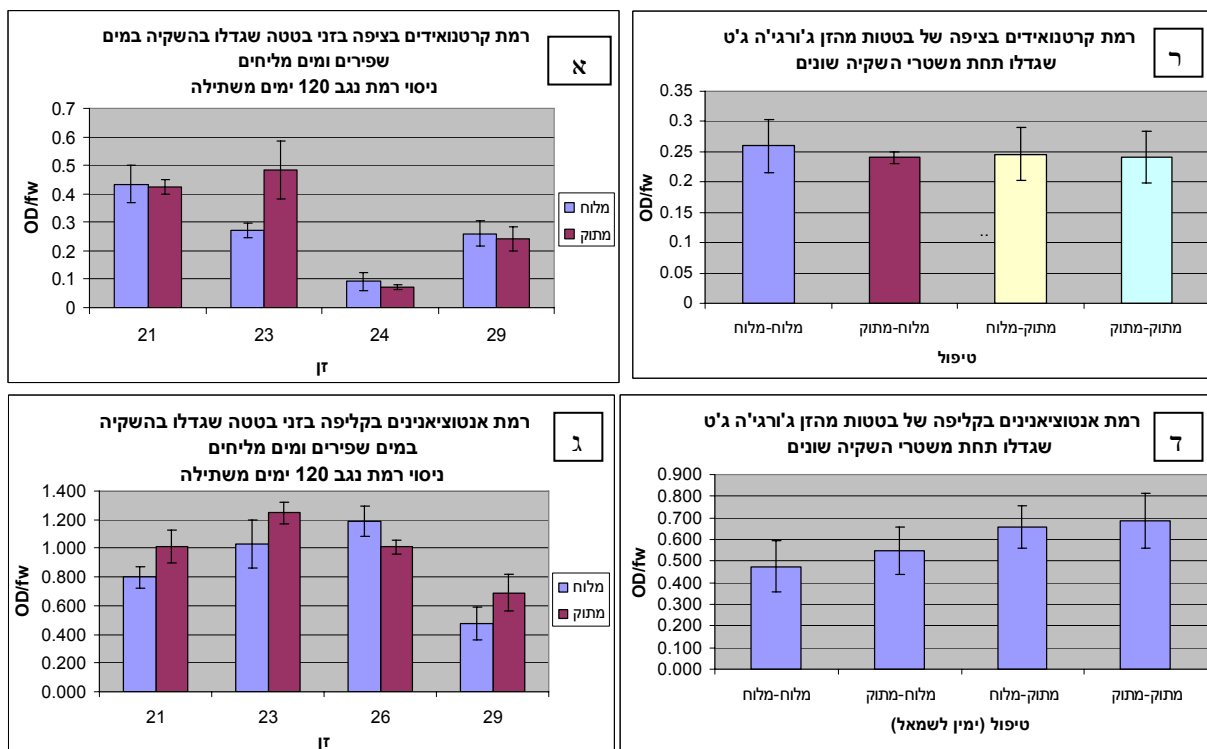
תרשים מס. I. אחוז חומר יבש בזני בטטה שגודלו תחת משטרי השקיה שונים. א. בחינה של 5 זנים שגודלו במים שפירים ומים מליחים. ב. בחינה של בטות מהזן ג'ורג'יה-ג'יט שגודלו תחת משטרי ההשקיה הבאים: א. מים שפירים למשך כל עונת הגידול, ב. מים מליחים למשך כל עונת הגידול, ג. מים מליחים משך 90 הימים הראשונים והשקיה במים שפירים משך 30 הימים האחרונים לפני האסיף, ד. מים שפירים משך 90 הימים הראשונים והשקיה במים מליחים משך 30 הימים האחרונים לפני האסיף. הבטות נדגמו 120 יום לאחר השתילה.

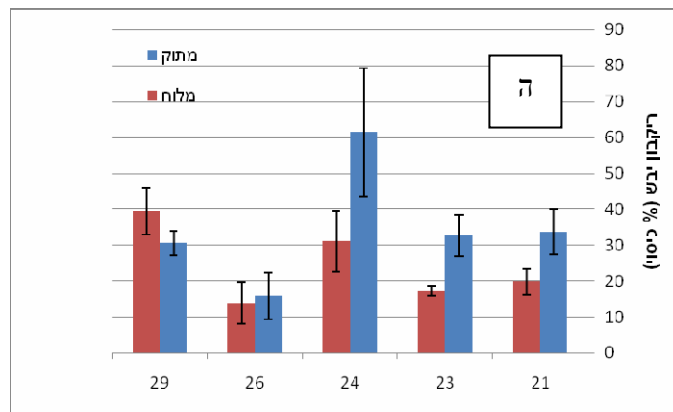


תרשים מס. II. רמות העמילן (א, ב) והסוכרים המסיסים (ג, ד) בזני בטטה שגודלו תחת משטרי השקיה שונים. בחינה של 5 זנים שגודלו במים שפירים ומים מליחים (א, ג). בחינה של בטטות מהזן ג'ורג'יה-ג'יט שגודלו תחת משטרי ההשקיה הבאים: א. מים שפירים למשך כל עונת הגידול, ב. מים מליחים למשך כל עונת הגידול, ג. מים מליחים משך 90 הימים הראשונים והשקיה במים שפירים משך 30 הימים האחרונים לפני האסיף, ד. מים שפירים משך 90 הימים הראשונים והשקיה במים מליחים משך 30 הימים האחרונים לפני האסיף (ב, ד). הבטטות נדגמו 120 יום לאחר השתילה.



תרשים מס. III. רמות קרטונאידים בציפה (א, ב) אנטוציאנינים בקליפה (ג, ד) והתנהגות באחסון (ה) בזני בטטה שגודלו תחת משטרי השקיה שונים. בחינה של 5 זנים שגודלו במים שפירים ומים מליחים (א, ג, ה). ב. בחינה של בטטות מהזן ג'ורג'יה-ג'יט שגודלו תחת משטרי ההשקיה הבאים: 1. מים שפירים למשך כל עונת הגידול, 2. מים מליחים למשך כל עונת הגידול, 3. מים מליחים משך 90 הימים הראשונים והשקיה במים שפירים משך 30 הימים האחרונים לפני האסיף, 4. מים שפירים משך 90 הימים הראשונים והשקיה במים מליחים משך 30 הימים האחרונים לפני האסיף (ב, ד). הבטטות נדגמו 120 יום לאחר השתילה. התנהגות באחסון נבחנה לאחר 10 חודשי אחסון בתנאים של 14 מעלות ו-93% לחות.

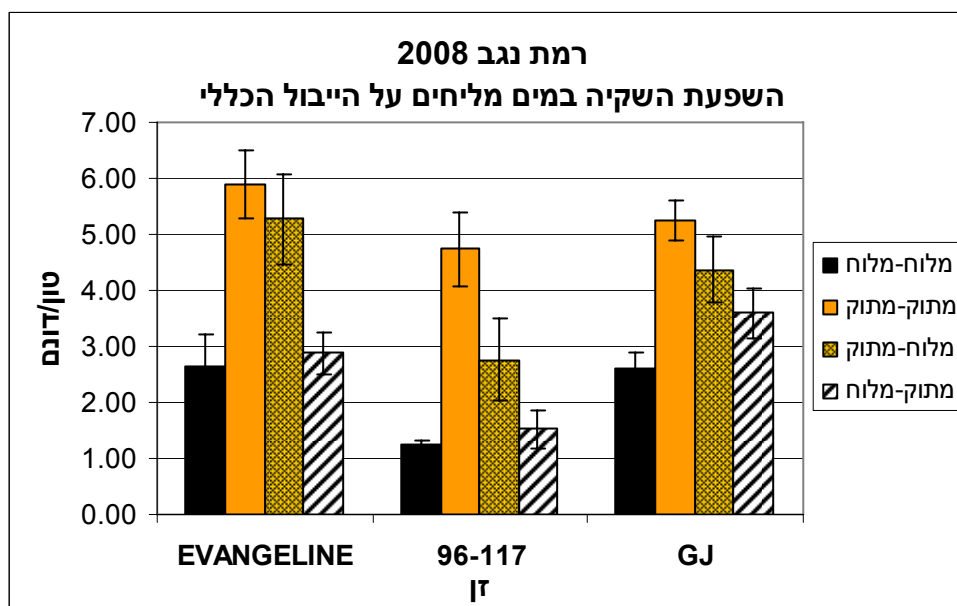




ניסוי ג – שנת : 2008

בתאריך 16.6.08 – נשתלו בשדה 3 זנים : EVANGELINE ו- 96-117 (זני טיפוח שמקורם בארה"ב) והזן המקובל בארץ, ג'ורג'יה-ג'ט. השטח הכללי היה 832 מ"ר (32מ*26מ). תוכנית הניסוי הייתה בלוקים באקראי ב-4 חזרות. בכל חזרה : 3 גדודיות באורך 5 מטר מכל זן. בעונה זאת נבחנה השפעת ההשקיה במים מליחים במשך 30 הימים הראשונים על התפתחות הבטטות. נבחנו הטיפולים הבאים : א. מים שפירים למשך כל עונת הגידול (מתוק-מתוק), ב. מים מליחים למשך כל עונת הגידול (מלוח-מלוח), ג. מים מליחים משך 30 הימים הראשונים ומים שפירים משך 90 הימים הבאים ועד לאסיף (מלוח-מתוק), ד. מים שפירים משך 30 הימים הראשונים ומים מליחים משך 90 הימים הבאים ועד לאסיף (מתוק-מלוח). ההשקיה התבצעה בטפטוף. מי השקיה : מתוק (EC1.5), מלוח (EC4). נבחנו : היבול, ומדדי איכות הכוללים אחוז חומר יבש, רמת עמילן, רמת סוכרים מסיסים, צבע קליפה (רמת אנטוציאנינים), וצבע ציפה (רמת קרוטנואידים). תוצאות ההשפעה של השקיה במים מליחים, הניתנים משך 30 הימים הראשונים מהשתילה, על היבול הכללי, תוך שימוש בזנים : ג'ורג'יה-ג'ט GJ, 96-117 ו-EVANGELINE, מוצגות בתרשים IV.

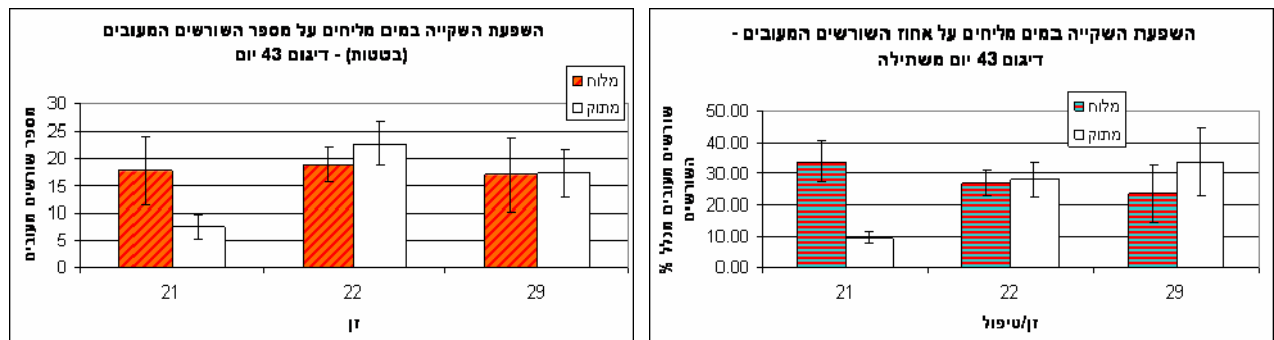
תרשים מס. IV. השפעת השקיה במים מליחים - במהלך כל תקופת הגידול ובמהלך 30 הימים הראשונים - משתילה - על היבול הכללי



נבחנה ההשפעה של 4 הטיפולים הבאים על היבול הכללי של זני הבטטה EVANGELINE, 96-117 והזן ג'ורג'יה-ג'ט (GJ) : א. מים שפירים למשך כל עונת הגידול (מתוק-מתוק) ב. מים מליחים למשך כל עונת הגידול (מלוח-מלוח) ג. מים מליחים משך 30 הימים הראשונים והשקיה במים שפירים משך 90 הימים הבאים ועד לאסיף (מלוח-מתוק) ד. מים שפירים משך 30 הימים הראשונים והשקיה במים מליחים משך 90 הימים הבאים ועד לאסיף (מתוק-מלוח).

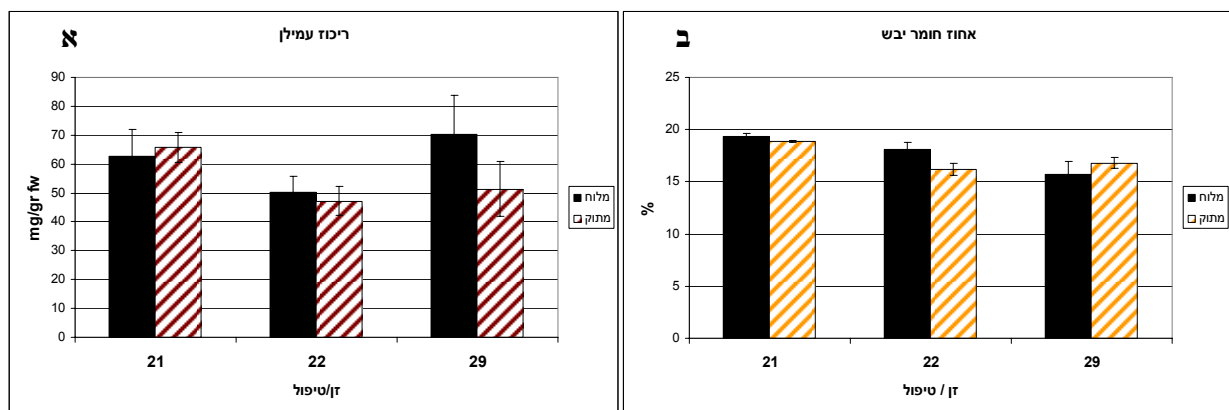
בתאריך 22.6.09 – נשתלו בשדה 3 זנים: EVANGELINE ו-96-117 (זני טיפוח שמקורם בארה"ב) והזן המקובל בארץ, ג'ורג'יה-ג'יט. השטח הכללי היה 832 מ"ר (32מ*26מ). תוכנית הניסוי הייתה בלוקים באקראי ב-4 חזרות. בכל חזרה: 3 גדודיות באורך 5 מטר מכל זן. בעונה זאת נבחנה שוב השפעת ההשקיה במים מליחים במשך 30 הימים הראשונים על התפתחות הבטטות. נבחנו הטיפולים הבאים: א. מים שפירים למשך כל עונת הגידול (מתוק-מתוק), ב. מים מליחים למשך כל עונת הגידול (מלוח-מלוח), ג. מים מליחים משך 30 הימים הראשונים ומים שפירים משך 90 הימים הבאים ועד לאסיף (מלוח-מתוק), ד. מים שפירים משך 30 הימים הראשונים ומים מליחים משך 90 הימים הבאים ועד לאסיף (מתוק-מלוח). ההשקיה התבצעה בטפטוף. מי השקיה: מתוק (EC1.5), מלוח (EC4). נבחנו: היבול, ומדדי איכות הכוללים אחוז חומר יבש ורמת העמילן. בדיגום מוקדם, שנערך 43 יום משתילה, נספרו סה"כ השורשים המעובים שנוצרו בכל אחד מהזנים בעקבות השקיה במים שפירים ומליחים והתוצאות מוצגות ב תרשים V.

תרשים V. השפעת השקיה במים מליחים על מספר השורשים המעובים הנוצרים לאחר 43 יום משתילה



נספר מספר השורשים המעובים במדגם של 3 מטר מ-4 חזרות וחושב המספר (והאחוז) הממוצע למטר.

תרשים VI. השפעת השקיה במים מליחים על ריכוז העמילן (א) ואחוז החומר היבש (ב) בבטטות של 3 זנים



נבחנה השפעת השקיה במים מליחים משך כל תקופת הגידול. הבטטות נדגמו 120 יום משתילה. מוצג ממוצע $\pm SE$ של 4 חזרות.