השפעת בורון ויסודות קורט על יבול והתיבשות קצוות העלים בעירית

חוקרים שותפים:
ד"ר אורי ירמיהו, אינה פיינגולד - תחנת ניסויים גילת, מינהל המחקר החקלאי
מירי טרגרמן - מו"פ דרום
ד"ר נתיב דודאי - נווה יער, מינהל המחקר החקלאי

מבוא:

העירית הינה גידול מרכזי והכרחי בסל המוצרים בענף התבלינים הטריים המיועד ליצוא. את העירית מגדלים כיום בבתי צמיחה (חממות ומנהרות) והיא נקצרת מספר פעמים במשך העונה. מקור העירית בצפון אירופה באיזורים ממוזגים. הגידול דורש יום ארוך ונפגע משמעותית מטמ"פ קיצוניות. עירית סובלת מטמ"פ הקיץ הגבוהות עד כדי ירידת היבול לשליש. בנוסף העירית רגישה מאוד למחסורי מים ומליחות ומגיבה בהתייבשות קצוות העלים. עם זאת, התיבשות של קצוות העלים העירית מופיעה בעלים בוגרים בעיקר בתקופות הקיץ גם כאשר אין בעיות של מחסורי מים ומליחות. עלים בעלי קצוות מיובשים פסולים ליצוא דבר אשר מגביר את המחסורים בשיווק בתקופת הקיץ. בניסוי שנערך בשנת 1999 בתחנת הבשור, נמצא שהופעת הקצוות היבשים בעירית אינה מושפעת בהכרח מתנאי הסביבה (כגון עוצמת קרינה וטמ"פ) למרות השפעה משמעותית על רמת היבול. אנליזה מינרלית של העלים מצביעה על הבדל בין עלים עם קצוות יבשים לבין עלים בריאים ביחס לריכוזי יסודות שונים כגון סידן , בורון ומנגן. ריכוז מינרלים אלו עולה בדר"כ עם התבגרות הרקמה. התיבשות קצה העלה בעירית מתחילה בהצהבה מתמדת אשר מתגברת עד כדי נקרוזה תוך כדי תמותת העלה לאחור. תהליך זה דומה באופיו לרעילות של בורון בצמחים שונים. משום כך, התרכזנו בניסוי הנוכחי, בבחינת ההשערה שלעליה בריכוז הבורון ברקמת העלה השפעה על הופעת קצוות יבשים בעירית. בנוסף, נבדקה ההשפעה של עליה בריכוז יסודות קורט נוספים על הופעת קצוות יבשים בעלים.

שיטות וחומרים:

הניסוי נערך בחממה מכוסה רשת צל (30%) בחוות הבשור. צמחי עירית מזן פרגו גודלו בעציצים בנפח שני ליטר במצע פרלייט. הצמחים הושקו ידנית פעמים ביום בעודף, בתמיסה שהכילה חנקן, זרחן, ואשלגן בריכוזים של 120, 31 ו- 156 ח"מ, בהתאמה.
בניסוי נבחנו שני גורמים: ריכוז בורון (6 רמות) ורמת יסודות קורט (3 רמות). בסה"כ נבחנו 8 טיפולים. טיפולי הבורון היו: 0.22, 0.5 1, 2, 4 ו6- ח"מ במי ההשקיה. טיפולי יסודות הקורט הכילו יחסים משקליים קבועים של ברזל, מנגן, אבץ, נחושת ומוליבדן ביחס של 14, 7, 3.5 2 ו- 1 בהתאמה. ריכוזי הברזל היו 0.35, 0.70 ו- 1.40 ח"מ עבור רמות 1,2,3 בהתאמה. הבורון הוסף כחומצה בורית וטיפולי יסודות הקורט ע"י הוספת קורטין (תוצרת דשנים וחומרים כימיים בע"מ) בכמויות שונות. הניסוי הוצב בשני בלוקים בכל בלוק 5 עציצים לטיפול. כל עציץ נחשב לחזרה.
שתילה התבצעה ב- 20.5.00. ארבעה קצירים עוקבים התקיימו כל 21 יום. בכל קציר נקבע המשקל הטרי הכולל ואורך ממוצע של עשרת העלים הארוכים ביותר. לאחר מכן נעשה מיון לקבוצות של עלים: קטנים, בעלי קצה קטום, בעלי קצה יבש ובריאים.
לאחר שקילה של כל קבוצת עלים אוחדו הקבוצות. שקילה של 100 עלים באורך 5 ס"מ נלקחה על מנת להעריך את עובי העלים. כל החומר הטרי יובש בתנור ב- 70 מעלות ונטחן. קביעת בורון בעלים נעשתה בשיטת האזומטין לאחר שריפה יבשה והמסת האפר בחומצה מלחית. ניתוח סטטיסטי של התוצאות נעשה בתוכנת Jump.

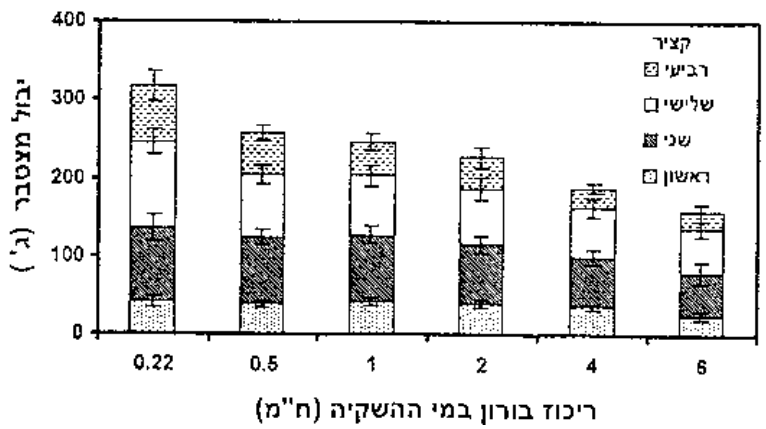
תוצאות:

יבול החומר הטרי המצטבר במהלך תקופת הגידול כתלות בריכוז הבורון במי ההשקיה מוצג בציור 1. יבול העירית משתנה בין הקצירים ותלוי בגיל הצמח ותנאי הגידול. כצפוי, היבול בקציר הראשון הוא הנמוך ביותר, היבול בשני הקצירים שלאחריו דומים בעוד בקציר הרביעי חלה ירידת מה ביבול. בכל מהלך הגידול יבול העירית יורד עם העליה בריכוז הבורון במי ההשקיה (ציור 1). שיעור הירידה ביבול אינו קבוע ומתגבר עם העליה בגיל הצמח (ציור 2). ריכוז הסף בו מתחילה הירידה ביבול יורד עם הקצירים. בעוד שבקציר הראשון הירידה ביבול החלה בריכוז בורון של 4 ח"מ, בקציר השלישי הירידה ביבול החלה בריכוז בורון של 0.5 ח"מ (ציור 2). סך היבול שהתקבל

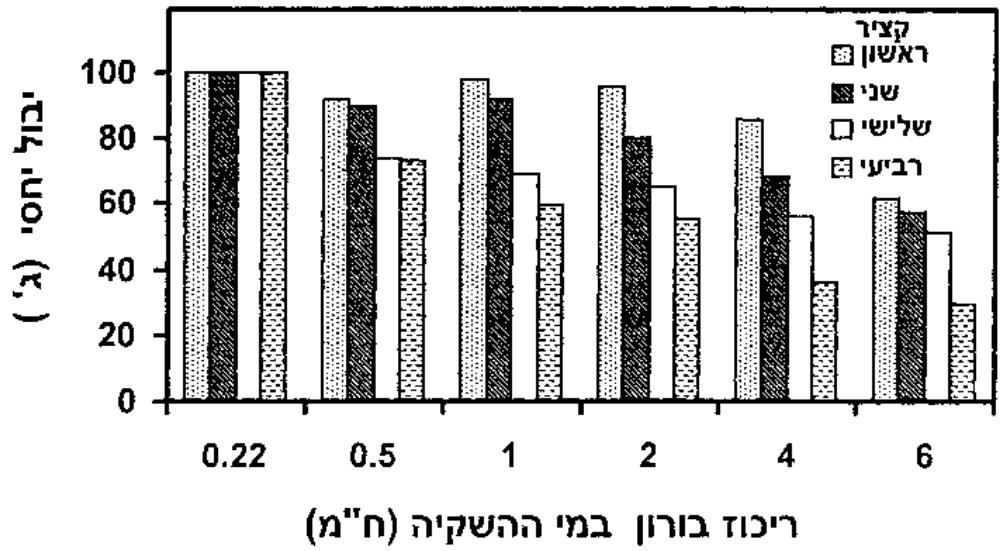
במהלך כל תקופת הגידול ברמת בורון של 0.5 ח״מ היה נמוך ב- 19% מאשר ברמת בורון של 0.22 ח״מ. עליה לרמת בורון של 6 ח״מ גרמה לירידה של כ- 50% ברמת היבול.
הירידה ביבול העירית כתגובה לעליה בריכוז הבורון התבטאה באורך ובעובי העלים (ציורים 3,4). בדומה ליבול, השפעת הבורון על אורך ועובי העלה מתחזקת עם העליה בקצירים. בעוד שבקציר הראשון עובי ואורך העלה נפגעו רק בריכוז בורון של 4 ח״מ בקציר הרביעי מתקבלת ירידה במדדים אלו כבר בריכוז בורון של 0.5 ח״מ. מיצוע ארבעת הקצירים מצביע על מגמה ברורה של ירידה באורך ועובי העלה עם העליה בריכוז הבורון במי ההשקיה אשר מתחילה בריכוז בורון של 0.5 ח״מ (ציור 5). באופן כללי, עם העליה בריכוז הבורון שיעור הירידה באורך העלה מתון יותר בהשוואה לירידה בעוביו.
שיעור העלים בעלי קצוות יבשים כתלות בריכוז הבורון במי ההשקיה בקצירים השונים מוצג בציור 6. שיעור העלים בעלי קצוות יבשים חושב על בסיס משקלי מתוך כלל היבול ללא העלים בעלי קצה קטום אשר הינם עלים מתחדשים לאחר קציר. באופן זה, שיעור העלים בעלי קצוות יבשים בכל קציר הינו מתוך העלים החדשים בלבד. שיעור העלים בעלי קצה יבש משתנה בין הקצירים אם כי, בכל קציר העלאת ריכוז הבורון במי ההשקיה הגבירה את שעור העלים בעלי קצוות יבשים (ציור 6). שיעור העלים בעלי קצוות יבשים מחושב לכל ארבעת הקצירים כתלות בריכוז הבורון במי ההשקיה מוצג בציור 7.
העליה בריכוז הבורון מגבירה באופן ברור את תופעת העלים בעלי קצוות יבשים. מגמה זאת באה לידי ביטוי כבר בריכוזי הבורון הנמוכים. העלאת ריכוז הבורון מ- 0.22 ל- 1.0 ח״מ הכפילה את שיעור העלים בעלי קצוות יבשים מ- 9.2 ל- 18.6%. השקיה בריכוז בורון של 6 ח״מ גרמה לכמחצית מהעלים להיות בעלי קצה יבש. הצגת שיעור העלים בעלי קצוות יבשים כנגד ריכוז הבורון בעלים מצביעה על קשר ישיר בעל מקדם מתאם גבוה מאוד (R^2 = 0.99, ציוד 8). ריכוז הבורון המוצג הינו ערך ממוצע עבור ארבעת הקצירים ושיעור העלים בעלי קצוות יבשים חושב על ידי סכימה של ארבעת לכל עציץ ומיצוע הטיפולים. הקשר בין ריכוז הבורון בעלים לבין שיעור העלים בעלי קצוות יבשים מציע עליה של 6.5% בשיעור העלים עם קצוות יבשים לכל עליה של 100 ח״מ בורון בעלים.
העלאת ריכוז יסודות הקורט במי ההשקיה הגבירה את יבול העירית (ציור 9). השקיה ברמה הגבוהה של יסודות נבדלה באופן מובהק משתי הרמות האחרות שלא נבדלו ביניהן. היבול ברמת היסודות הקורט הגבוהה התבטא בכל קציר ובסך הכל העלה את רמת היבול בארבעת הקצירים ב- 26 וב- 42% ביחס לרמה הבינונית והנמוכה, בהתאמה. לעומת זאת טיפולי יסודות הקורט לא השפיעו על שיעור העלים בעלי קצוות יבשים (תוצאות לא מוצגות). שיעור הקצוות היבשים בעלים הושפע רק מרמת הבורון שהיתה 0.5 ח״מ.

לסיכום, התוצאות שהתקבלו מניסוי זה מצביעות על כך שצמח העירית רגיש לבורון ומגיב בירידה ביבול ובאיכותו החל מריכוז בורון של 0.5 ח״מ. ריכוז זה של בורון אינו גבוה ובמקרים רבים ריכוזו במי ההשקיה אף גבוה מערך זה. רעילות הבורון ביחס ליבול מתחזקת עם התבגרות הצמח והעליה במספר הקצירים. שיעור העלים בעלי קצוות יבשים מתגבר עם העליה בריכוז הבורון בעלים. בניסויים נוספים, הראינו שריכוזי הבורון בקצה העלה, גבוה בשיעור ניכר בהשוואה לחלקי העלה האחרים וההבדל הולך ומתגבר עם העלאת ריכוז הבורון בתמיסת ההשקיה. שלא כמו הבורון, הגברת ריכוזם של יסודות קורט אחרים לא השפיעה על שיעור העלים בעלי קצוות יבשים. ממצאים אלו מחזקים את ההשערה שהצטברות בורון בקצה העלה של העירית הינו אחד מהגורמים לתמותת קצה העלה. יש צורך בעבודה נוספת על מנת לבסס השערה זאת.

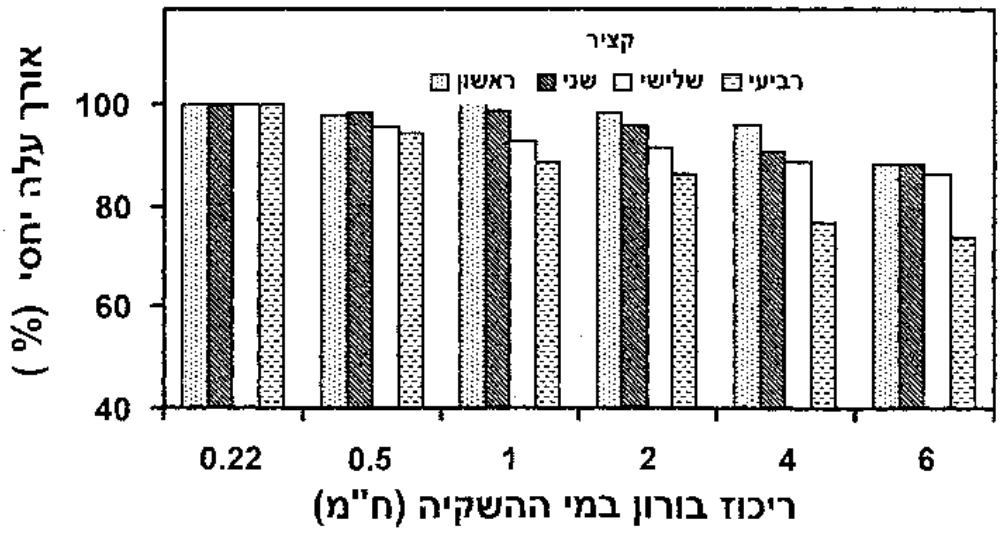
ציור 1. יבול מצטבר של עלי עירית טריים עבור ארבעה קצירים ברמות שונות של בורון במי ההשקיה. הערכים מיצגים ממוצעים של 10 חזרות ± סטיות תקן.



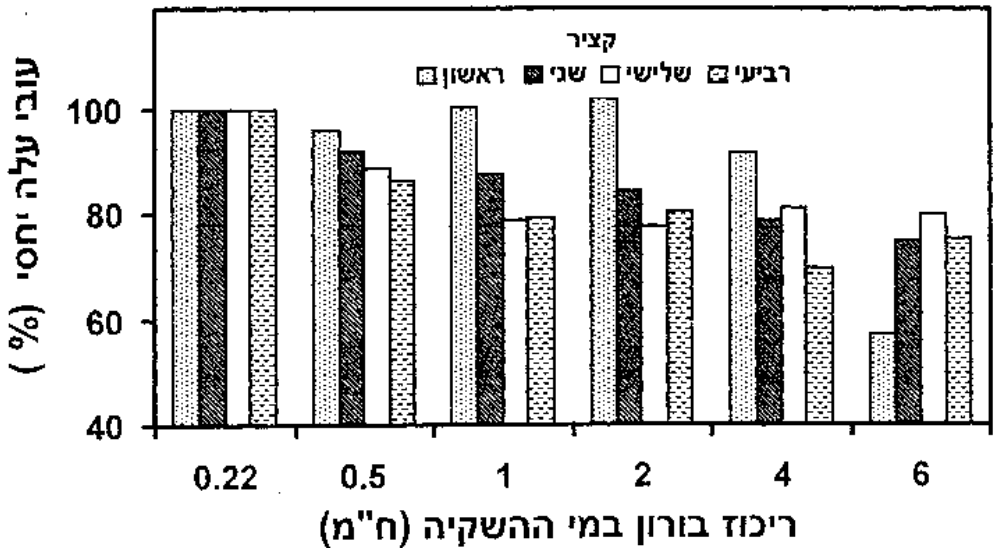
ציור 2. יבול יחסי של עלי עירית טריים ברמות שונות של בורון במי ההשקיה בארבעה קצירים.



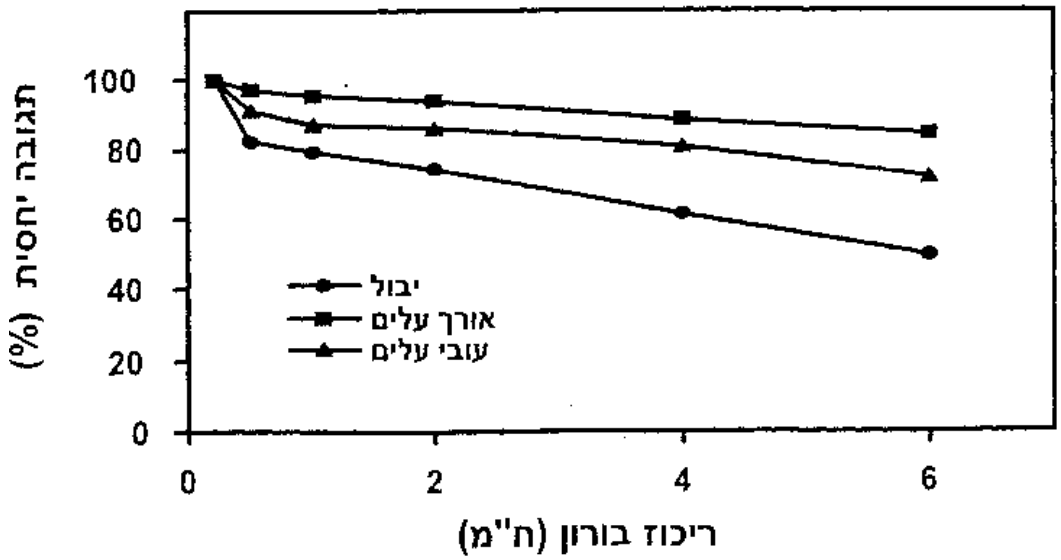
ציור 3. אורך עלי עירית יחסי ברמות שונות של בורון במי ההשקיה בארבעה קצירים.



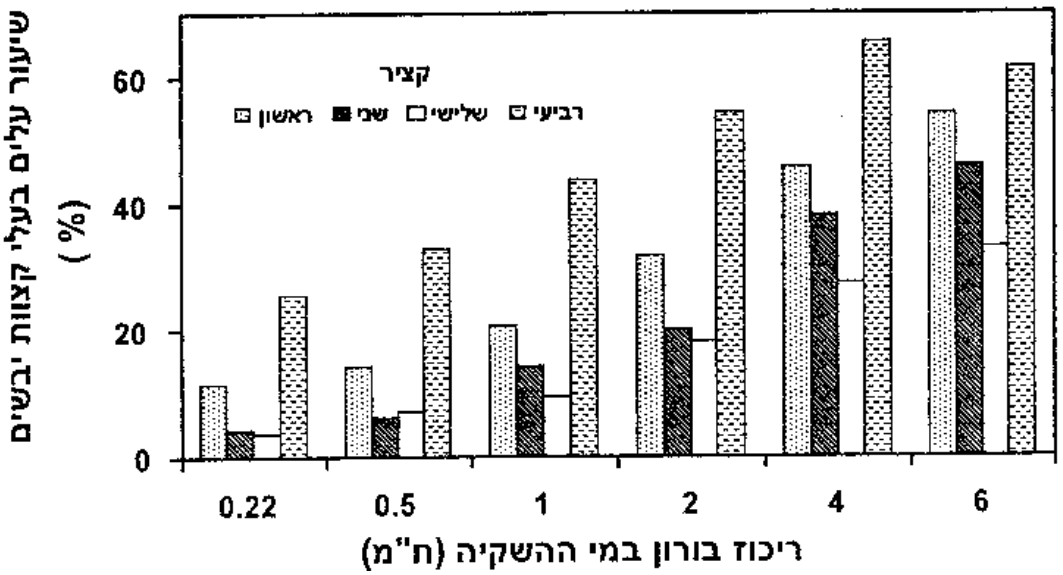
ציור 4. עובי עלה עירית יחסי ברמות שונות של בורון במי ההשקיה בארבעה קצירים.



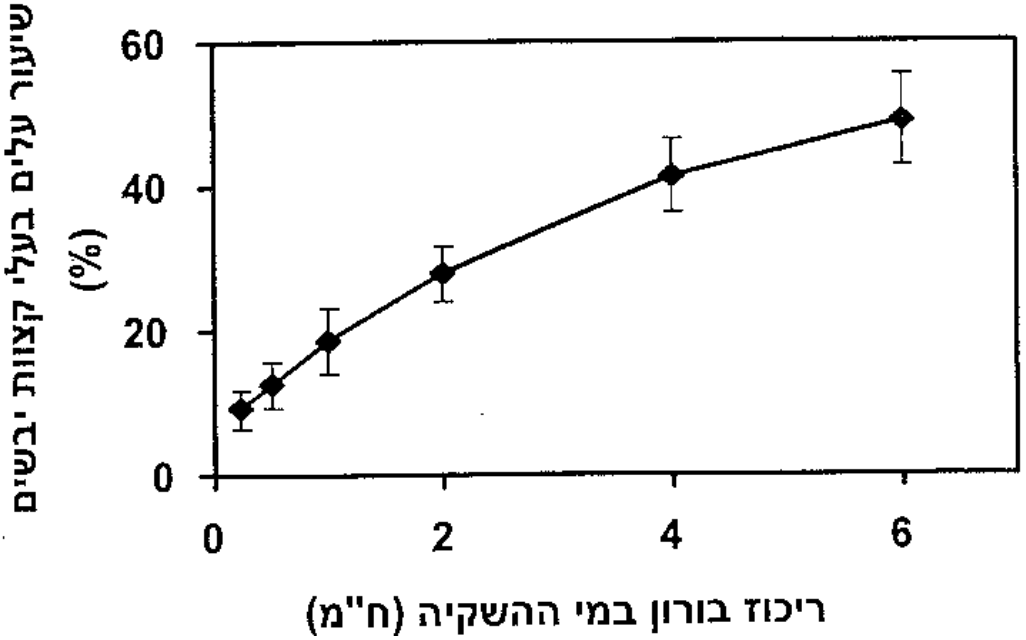
ציור 5. תגובה יחסית של יבול טרי, אורך ועובי עלים של עירית כתלות בריכוז הבורון במי ההשקיה. ערך התגובה היחסית של כל גורם התקבל ממיצוע של ארבעה קצירים.



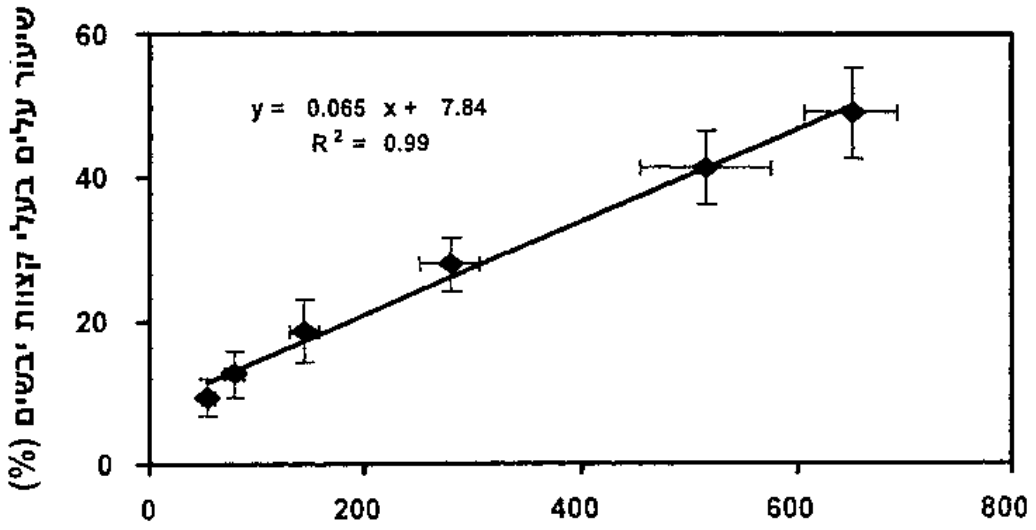
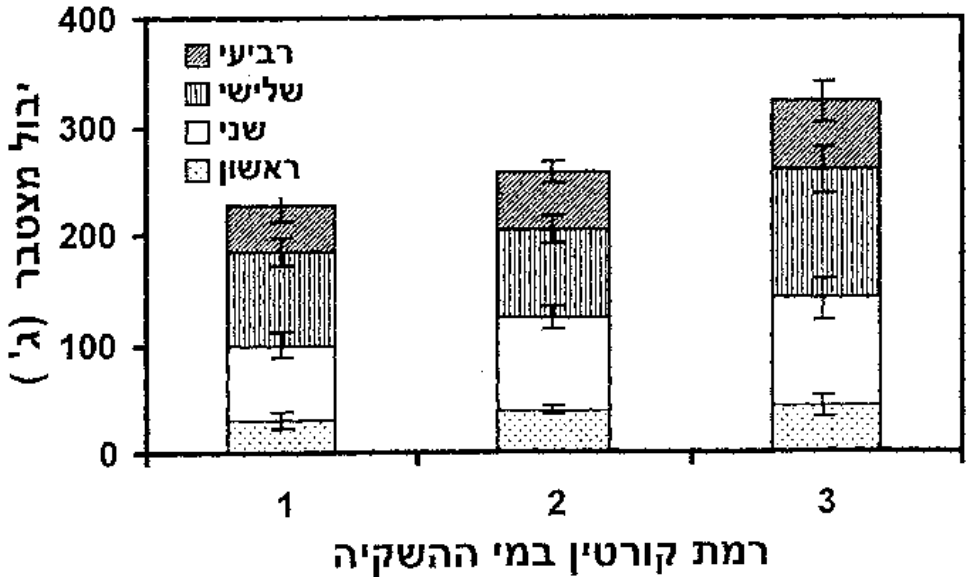
ציור 6. שיעור עלי עירית בעלי קצוות יבשים ברמות שונות של בורון במי ההשקיה בארבעה קצירים.



ציור 7. שיעור עלי עירית בעלי קצוות יבשים כתלות בריכוז בורון במי ההשקיה. חישוב נעשה ע"י סכימת יבול ארבעת הקצירים. הערכים מיצגים ממוצעים של 10 חזרות ± סטית תקן.



ציור 8. שיעור עלי עירית בעלי קצוות יבשים כתלות בריכוז הבורון בעלים. חישוב נעשה ע"י סכימת כל היבול לאורך הגידול. הערכים מיצגים ממוצעים של 10 חזרות ± סטית תקן.



ציור 9. יבול חומר טרי מצטבר של עלי עירית עבור ארבעה קצירים ברמות שונות של יסודות קורט במי ההשקיה. הערכים מיצגים ממוצעים של 10 חזרות ± סטית תקן.