

מחלת הריקבון השחור ברימון, אפידמיולוגיה ודרכים להתמודדות עם המחלה

מוגש לקרן המדען הראשי
על ידי

דוד עזרא ודני שטיינברג המחלקה למחלות צמחים וחקר העשבים, מינהל המחקר החקלאי, מכון וולקני, בית דגן.
David Ezra Department of Plant Pathology and Weed Research, ARO, the Volcani Center, P.O.Box 6, Bet-Dagan Israel 50250

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

דורון הולנד: יחידת המטעים, מינהל המחקר החקלאי, נווה יער.
יצחק קוסטו שה"מ.
ואברהם סדובסקי תחום מטעים, מו"פ ערבה דרומית.

**הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.
הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא**

תאריך: אייר, מאי 2014

חתימת החוקר _____

רשימת פרסומים והרצאות שנבעו מהמחקר:

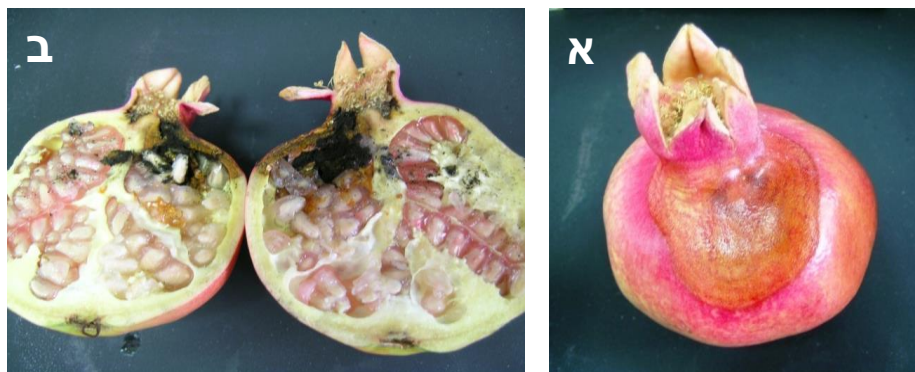
1. ד. עזרא, ב. קירשנר, ת. גת, א. ליארוזי, ד. שטיינברג, י. קוסטו וא. סדובסקי (2011) ריקבון שחור פנימי ברימון: מתי בדיוק מתרחשת ההדבקה? עלון הנוטע 14-19: 65
2. אלטרנריה פנימית ברימון - ממצאים חדשים במחקר. (25.2.2013) הרצאה במסגרת יום עיון ארצי למגדלי רימונים, בית דגן

הרימון הינו עץ עתיק מאוקלם היטב באזורנו. רוב הפגעים במטע נגרמים על ידי חרקים. עיקר המחלות הנגרמות על ידי פטריות הינן מחלות שלאחר האסיף המתפתחות במהלך האחסון (רקבונות בעיקרן). בשנים האחרונות חלה עלייה בהיקף הפגיעה בפירות רימון ממחלת הריקבון השחור הפנימי (Heart rot) הנגרמת על ידי הפטרייה *Alternaria alternata* במטע, בכל הזנים. ההפסד הכספי העלול להיגרם כתוצאה מאיבוד הפרי חשוב, אך גם הפגיעה במוניטין האיכותי של המוצר הישראלי נפגע. בשל הנזק ארוך הטווח יש לפתח בהקדם דרכים שיאפשרו להתמודד ביעילות עם הבעיה. מקובל להניח שגורם המחלה חודר עוד בשלב הפריחה ונשאר במצב רדום (לטאנטי) עד שהתנאים מתאימים להתפרצותו. מהידע שהיה קיים עד היום לא היה לגמרי ברור האם הפטרייה אכן חודרת לפני הפרי במהלך הפריחה ומחוללת את המחלה בשלב מאוחר יותר או שאולי ההדבקה מתרחשת בשלבים מאוחרים יותר של התפתחות הפרי. בנוסף, לא ברור אם יש קשר בין המצב הפיזיולוגי של העצים לשכיחות הפירות הנגועים המתפתחים עליהם. מטרות המחקר של עבודה זו היו: 1. קביעת מועד ההדבקה על ידי הפטרייה. בחינה האם הפטרייה מאלחת את הפרחים או את הפירות המתפתחים. 2. הגדרת דגם הפיזור המרחבי של המחלה במטעים וקביעת מדדים ויזואליים להגדרת עצים "רגישים". 3. פיתוח ממשק גידול שיאפשר לצמצם את הנזק הנגרם מהמחלה במטע. מהלך ושיטות עבודה: בכדי לקבוע את מועד ההדבקה של הפרי על ידי הפטרייה נידגמו פרחים/פירות מארבע מטעים במיקומים שונים בארץ לאורך כל תקופת הגידול. הפרחים/פירות נחתכו ובודדו הפטריות מהם. הפיזור המרחבי של המחלה במטעים נקבע על סמך נתונים בזמן הקטיף בהם נקבע שכיחות הנגיעות ברמת העץ הבודד. כל אחד מהעצים ניבחן ויזואלית ונקבעה מידת חוסנו על פי מדדים שבטאו את חוסן העץ.

תוצאות: גורם המחלה הפטרייה *Alternaria alternata* הוגדרה כגורם יחיד ולא כקומפלקס פטריות. נקבעו מדדים ויזואליים לזיהוי פרי נגוע עוד במטע. האפדימיאולוגיה של ההדבקה והתפתחות המחלה בפרי תוארה. הפרח הנפתח מאולח בפטרייה תוך זמן קצר. כל הפרחים במטע מאוכלסים על ידי הפטרייה אך רק במעט מהם נמצאת הפטרייה במגורות שם מתחילה המחלה ויותר מכך רק באחוז קטן של הפירות המאולחים במגורות מתפתחת המחלה. מצאנו שישנו קשר בן מספר הפירות על העץ למספר הפירות הרקובים. הנתונים גם מראים קשר בן מצב העץ הפיזיולוגי למספר הפירות הרקובים עליו. יש לנו עדויות לכך שגודל הפרי מעורב בהתקיימות המחלה. לא הצלחנו להראות השפעה של תוספת קלציום על הפחתת הריקבון בפרי במטע.

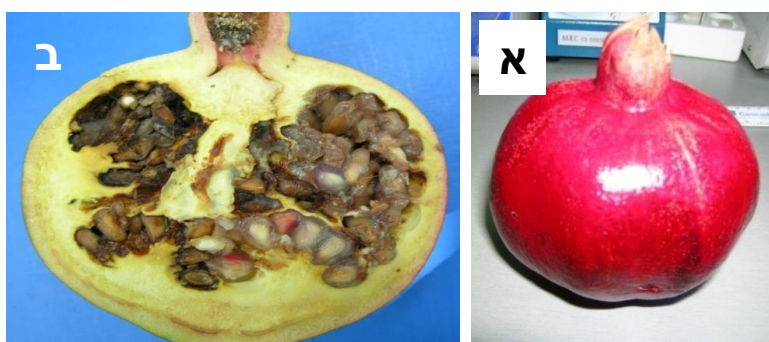
הרימון (*Punica granatum* L.) נמנה על משפחת הרימוניים (Punicaceae) הכוללת סוג זה בלבד. מוצא הרימון כנראה מפרס ו/או אסיה הדרומית מערבית. הוא מאוקלם היטב באזורנו ומגודל כגידול תרבותי יותר מ- 5000 שנים. בשנים האחרונות חלה עליה משמעותית בכמות הנטיעות של מטעי רימון בארץ וזאת עקב העלייה בדרישה לפרי, בעיקר לייצוא. אחת המחלות הפוגעות ברימון בארץ, הנחשבת "כמחלת אחסון" אך פוגעת ברימון כבר במטע, הינה מחלת הריקבון השחור הפנימי (Heart rot). מחלה זו נגרמת כתוצאה מהדבקה בפטריות - *Aspergillus* spp. או *Alternaria* spp. פירות נגועים מראים שינוי קל בצבע הקליפה והשחרה מאסיבית של פנים הפרי. המחלה מתפתחת עוד בהיות הפרי על העץ. למרות שמקובל להניח שהריקבון הפנימי נגרם כתוצאה משתי הפטריות, נראים הבדלים בתסמינים שנוצרו מהתפתחות שתי הפטריות. ריקבון הנגרם על ידי *Aspergillus* מתפתח בדרך כלל במקום בו התרחשה פציעה של הפרי שנגרמה על ידי עקיצת חרק או פגיעה מכאנית. במקרים רבים נוכחות כנימות בפנים הכתר של הפירות הנגועים גורמת לתופעה זו. הכנימות פוצעות כפי הנראה את הקליפה ומאפשרות לפטרייה לחדור ולגרום למחלה. לרוב ריקבון כזה מלווה בהחמה של המזוקארפ (mesocarp). הפטרייה מתפתחת על הגרגירים, גורמת להשחרתם ובהמשך מתרחשת החמה של קליפת הפרי והנבגה של הפטרייה על הקליפה. על פי רוב התוצאה היא ריקבון המתחיל באזור הפציעה ומתפשט ממנו והלאה (איור 1). לעומת זאת בריקבון שחור פנימי המתפתח כתוצאה מהדבקה בפטרייה *Alternaria* נרקבים הגרגירים אך לא המזוקארפ (איור 2). ניתן לזהות את רוב הפירות הנגועים בריקבון שחור במטע מבלי לפתוח אותם. לפירות הנגועים "לחי יותר אדומה", עם קליפה מחוספסת, משקלם הסגולי נמוך (הפרי קל משקל ו"חלול") ולעיתים הם מעוותים. מחלת הריקבון השחור ידועה כמחלה הפוגעת ברימונים גם בארצות אחרות ודווחה בטורקיה, הודו, סין ויוון.

איור מספר 1. ריקבון שחור הנגרם על ידי הפטרייה *Aspergillus* sp. בפרי רימון. א. התבטאות המחלה על פני הפרי הינה בשינוי צבע ומרקם הקליפה. ב. הפטרייה המתפתחת בתוך הפרי מתחילה באזור הפציעה והפטרייה פורצת את קליפת הפרי החוצה.



מחלת הריקבון השחור ברימון לא היוותה בעבר בעיה מפני שהמגדלים והעובדים בקטיף מסוגלים לזהות את הפירות הנגועים עוד במטע ורוב הפירות הנגועים לא מגיעים לבתי האריזה. אבל, בשנים האחרונות חלה עלייה משמעותית בהיקף הפגיעה במחלה זו במטע בישראל. למרות הערך הרב של פירות הרימון והנזק הכספי הנגרם עקב ההפחתה מפירות נגועים שאינם משווקים, הנזק המשמעותי לענף עלול להיגרם כתוצאה מפגיעה במוניטין. גם שכיחות נמוכה (אחוזים בודדים) של פירות רקובים הנמכרים כבריאים פוגעים משמעותית במוניטין של הפרי הישראלי ובאפשרויות היצוא. בנוסף, פרי רקוב יחיד עשוי לגרום לעצירת מכונות לפריטת רימונים במטרה למנוע כניסת גרגירים נגועים לתוצר הסופי, ומאלץ את מפעילי המכונה לנקותה בכל מקרה מחדש.

איור מספר 2. ריקבון פנימי שחור הנגרם על ידי הפטרייה *Alternaria alternata* בפרי רימון. א. על פני הפרי לא נראים תסמיני מחלה. הפרי הנגוע קל משקל, בעל "לחי אדומה", אך ללא פגיעה חיצונית. ב. ריקבון פנימי שאינו חודר את קליפת הפרי החוצה.



עד היום לא נמצא פתרון הדברתי יעיל למחלה לא במטע ולא באחסון. מקובל להניח שהפטרייה מחוללת המחלה, *A. alternata*, חודרת לפני הפרי עוד במהלך הפריחה ונשארת שם במצב רדום (לטאנטי) עד להבשלת התנאים להתפתחותה, בד"כ סמוך למועד ההבשלה. בהסתמך על מידע (לא מבוסס) זה מרססים המגדלים תכשירי הדברה בתקופת הפריחה כדי למנוע את ההדבקה. אבל, נראה שטיפולים אלה אינם יעילים היות והמחלה מתפתחת גם במטעים המרוססים. כדי שניתן יהיה לפתח גישה יעילה להתמודדות עם המחלה יש לקבוע בצורה ניסויית מיהו גורם המחלה ומתי, במהלך התפתחות הפרחים והפרי, הוא חודר לרקמות הצמחיות.

היפותזת העבודה שלנו היתה שהפטרייה מדביקה את הפרי בפריחה אך מתפתחת מאוחר יותר כשהתנאים מתאימים לכך. במידה וההדבקה מתרחשת כבר בפריחה ניתן יהיה לבודד את הפטרייה משלב הפרח והלאה כשהפטרייה נמצאת בתרדמה. בידודים שיבוצעו מאברי הפרח/החנט/הפרי השונים יאפשרו להגדיר היכן בדיוק נמצאת הפטרייה וכיצד היא מתקדמת באברי הפרי המתפתח. אם ההדבקה לא מתרחשת במהלך הפריחה אלא במהלך התפתחות הפירות, בידודים שיבוצעו בשלב הפריחה, החנטה והפירות הקטנים לא יעלו דבר; אבל, ממועד מסוים (המועד בו התרחשה ההדבקה) והלאה ניתן יהיה לבודד את הפטרייה מאברי הפרי הפנימיים. בנוסף, אנו חושבים שעצים בהם ימצאו יותר פירות בהם התפתחה המחלה יראו מדדים ויזואלים בהם ניתן להבחין ולאפיין כממד לכמות הפירות, באופן איכותי, בהם תהייה מחלה. מדדים אלה יתבטאו בכמות העלווה, עוצמת הצימוח, מספר הפירות וגודלם וכדומה. המטרה ארוכת הטווח של המחקר היא לפתח ממשק גידול שיקטין את הפגיעה בפירות ואת הנזקים שגורמת המחלה.

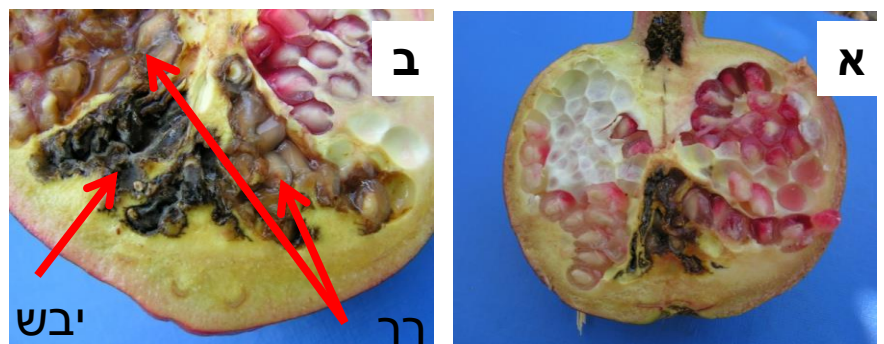
מטרות המחקר:

1. הגדרת גורם המחלה. 2. קביעת מועד ההדבקה על ידי הפטרייה גורמת המחלה, האם הפטרייה מאלחת את הפרחים או הפירות המתפתחים. 3. הגדרת דגם הפיזור המרחבי של המחלה במטעים וקביעת מדדים ויזואליים להגדרת עצים "רגישים". 4. פיתוח ממשק הדברה קולטוראלית שיאפשר לצמצם את הנזק הנגרם מהמחלה במטע ע"י שיפור ממשק הגידול.

תסמיני המחלה בפירות, במטע

בשנה הקודמת לתחילת מחקר זה (ספטמבר 2009) אספנו לקראת הבשלת הפירות פירות במטעים בנווה מבטח וקידרון. מתוך 35 פירות שנאספו במטע ונחשדו כרקובים במבט חיצוני, ב – 29 פירות (82.8%) אכן היה ריקבון ברמה זו או אחרת. מפירות אלה, ב – 22 פירות (75.8%) ניתן היה לקבוע היכן התחיל הריקבון מפני שלא כל פנים הפרי היה רקוב. ב- 21 (95.4%) מהפירות בהם ניתן היה לקבוע היכן התחיל הריקבון ההתחלה הייתה במגורה התחתונה. בחלק מהמקרים ניתן היה לזהות בבירור שני שלבים בהתפתחות הריקבון: ריקבון "יבש" שכפי הנראה נגרם זמן רב יותר לפני ריקבון "רך" שהתפתח בגרגרים שנפגעו לאחרונה. במקרים בהם הריקבון נראה ברוב שטח הפרי הריקבון היבש היה נפוץ יותר במגורות התחתונות והריקבון הרך, בעליונות, בגבול בין הגרגרים הרקובים לאלה שנראו בריאים (איור 3).

איור מספר 3. תסמיני ריקבון פנימי שחור הנגרם על ידי הפטרייה *Alternaria alternata* בפירות רימון. א. פרי רקוב אופייני; הריקבון מתחיל במגורה התחתונה. ב. שלבי ריקבון שונים: ריקבון "יבש" וריקבון "רך".



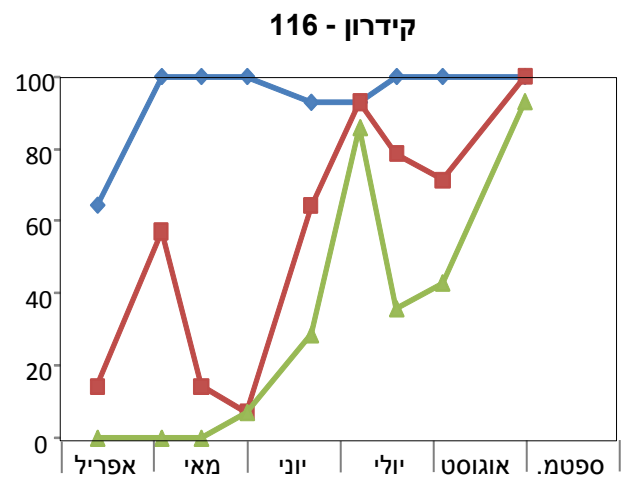
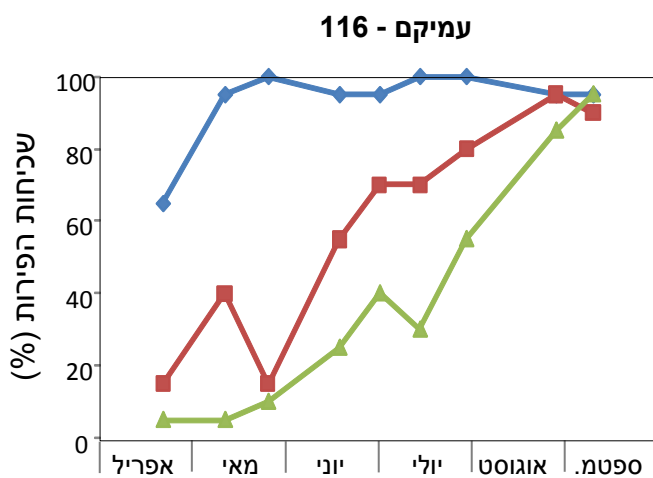
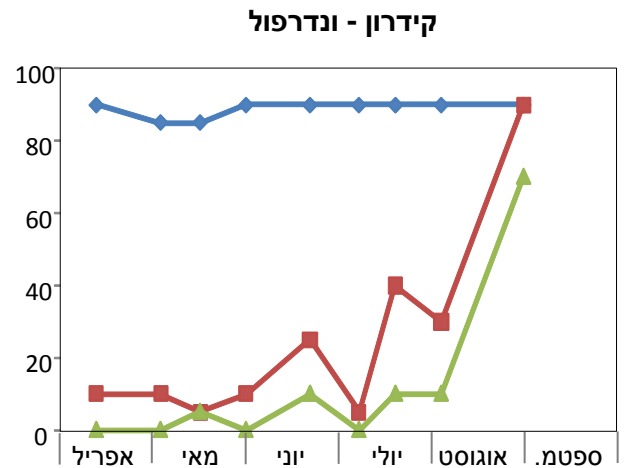
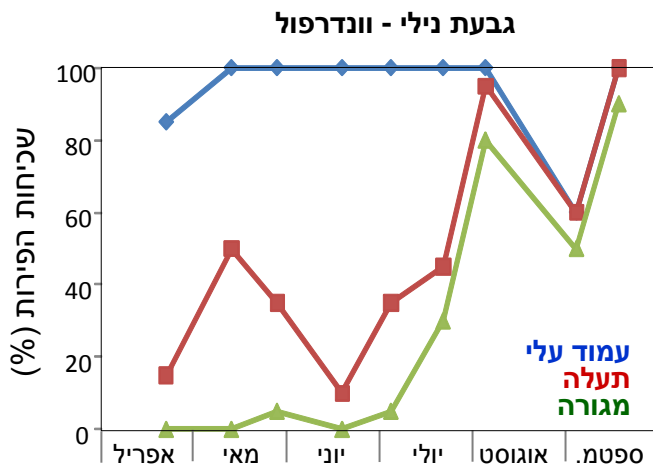
מועד ההדבקה והגורם הפתוגני

במהלך שנתיים נדגמו פירות ממטעים בצפון ודרום הארץ. ב 2010 הדגימות בוצעו בשני מטעים בקידרון (וונדרפול ו- 116), אחד בגבעת נילי (וונדרפול) ואחד בעמיקם (116), וב 2011 נדגמו שישה מטעים: שלושה בקידרון (וונדרפול, עכו ו- 116), אחד בגבעת נילי (וונדרפול), אחד בעמיקם (116) ואחד בעירון (עכו). הזנים 116 ועכו הם זנים בכירים והזן וונדרפול הוא זן אפיל. בכל מטע סומנו בשלב הפריחה 20 עצים ומהם בוצעו הדגימות. הדגימות בוצעו מידי שבועיים משלב הפרח הסגור

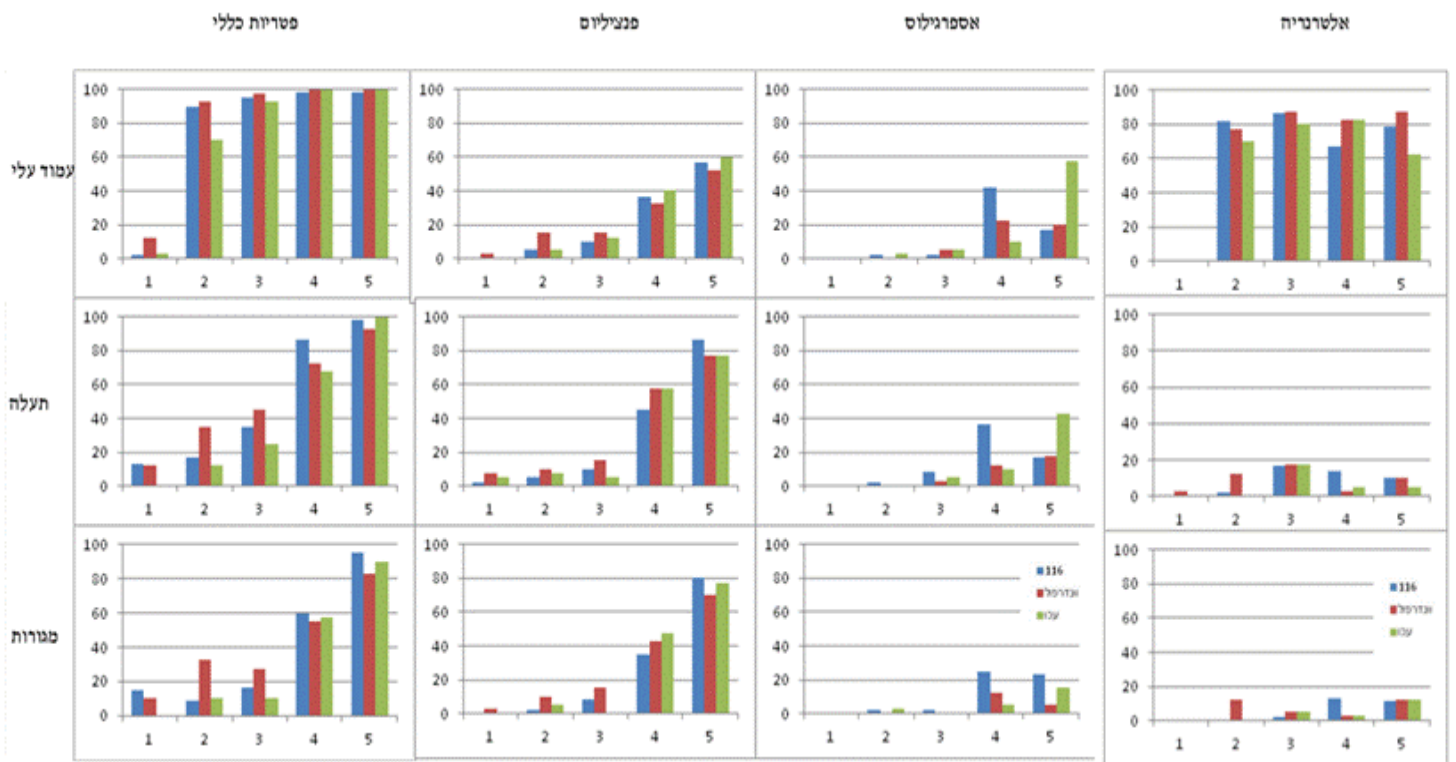
ועד לפני הבוגר בהתאם להתפתחות הפרחים והפירות. בכל דגימה נאספו 20 פרחים/פירות בגודל זהה; פרח/פרי אחד מכל עץ נדגם. הפרחים/פירות הובאו למעבדה במכון וולקני, נטבלו למשך 2 דקות בתמיסת כלור 3% ולאחריה נשטפו פעמיים למשך חמש דקות במים שזוקקו פעם אחת. הפרחים/פירות נחתכו בעזרת סכין מחוטאת בחתך האורכי-ורטיקאלי שלהם. הם צולמו ותועדו ולאחר מכן בוצעו בידודים לפטריות מאברי הפרח ומחלקי הפרי. עמוד העלי בודד משאר הרקמה וניחתך לחמישה חלקים; התעלה המקשרת בן עמוד העלי למגורות התחתונות נחתכה גם היא לחמישה חלקים ומהמגורה התחתונה בודדו גרגירים, הרקמה המזוקארפית (הרקמה הלבנה שעוטפת את המגורות) או הלמלות (הרקמה החוצצת בן קבצי הגרגירים במגורות). כל אחד מאברי הפרח/חנט/פרי שבודדו הונח בצלחות פטרי על מצע מזון סינטטי המעודד גדילת פטריות (מצע תפוחי אדמה Potato dextrose agar-PDA עם אנטיביוטיקה – טטרציקלין למניעת התפתחות חיידקים). האיברים שנחתכו הונחו תמיד באותו הסדר כדי שניתן יהיה לזהות את התקדמות הפטרייה בחלקים אלה. בסה"כ היו תשעה מועדי דגימה של פרחים עד פירות בשלים בשנה הראשונה שהסתכמו במדגם של 666 פירות ופרחים. בשנת 2011 בוצעו חמישה מועדי דיגום: פרח סגור, פרח פתוח, חנט, פרי קטן ופרי גדול שהסתכמו במדגם של 600 פירות ופרחים. כאמור מכל פרח/פרי נלקחו 15 מקטעים שהונחו על מצעי המזון מעודדי גדילת הפטריות כך שסה"כ בוצעו 9,960 בידודים בשנה הראשונה ו- 9000 בידודים בשנה השנייה. הפטריות שהתפתחו על גבי צלחות הפטרי נבחנו, הוגדרו ותועדו. בתום העונה עובד כל המידע שנאסף. לצורך ניתוח הנתונים חושבה השכיחות (באחוזים) של הפירות, בכל מועד דגימה, שמהם בודדו פטריות כל שהן באחד משלושת האברים הנדגמים (עמוד העלי, התעלה או המגורה התחתונה). בנוסף חושבה השכיחות של הפירות, בכל מועד דגימה, שמהם בודדו הפטריות *Aspergillus*, *Alternaria* או *Penicillium*. אלה היו הפטריות השכיחות ביותר בדגימות.

דינאמיקת האכלוס של הפרחים/חנטים/פירות הרימונים בפטריות במטעים השונים מתוארת באיור 4. הפטריות שבודדו היו פניציליום, אספרגילוס, אלטרנריה, בוטריטיס, וריזופוס. היו גם פטריות שלא זוהו, אך בשכיחות נמוכה ורק בשלבי ההתפתחות הראשונים של הפירות. בעיקרון, לא היו הבדלים מהותיים בין הזנים ובין המטעים השונים. עמוד העלי של הפירות היו מאוכלסים בפטריות בשכיחות גבוהה כבר בדיגום הראשון שהיה בסוף חודש אפריל ובו היו פרחים צעירים (מעל 60% אכלוס); שכיחות האיכלוס הגבוהה נשארה עד להבשלת הפירות, באמצע חודש ספטמבר. הדינמיקה של אכלוס התעלות והמגורות הייתה שונה: בפרחים ובחנטים הצעירים בדיגומים המוקדמים (אפריל עד יוני) בודדו פטריות רק בחלק קטן מהדגימות. אבל, בסביבות חודש מאי-יוני החלה עלייה בשכיחות האיכלוס ומגמה זו המשיכה ברציפות עד שבודדו פטריות מהתעלות והמגורות התחתונות של מרבית הפירות, לקראת ההבשלה. נראה שהעלייה בשכיחות הפירות בהם היו המגורות מאוכלסות הקדימה את העלייה בשכיחות המגורות התחתונות המאוכלסות, אך ההבדלים היו של שבוע עד שבועיים בלבד (איור 4). יש להבהיר כי היות ובכל דיגום בודדו הפטריות מפירות שונים היו סטיות בגרף אך מגמת העלייה הכללית בשכיחות האיכלוס בפטריות לאורך זמן הייתה ברורה.

מתצפיות ועדויות של החקלאים ואנשי המקצוע נחשב הזן עכו לרגיש, וונדרפול האפיל נחשב אף הוא לרגיש בעוד הזן 116 נחשב לפחות רגיש. בשנת 2011 הוספנו מטעים מהזן עכו בכדי לבחון אם קיימים הבדלים בן הזנים בהדבקה ובהתפתחות המחלה. כפי שניתן לראות מהתוצאות המוצגות באיור 5 לא היו הבדלים משמעותיים בנוכחות הפטריות השונות בן הזנים במיקומים השונים (התוצאות הן סיכום של בידוד הפטריות בזנים השונים משני האזורים).

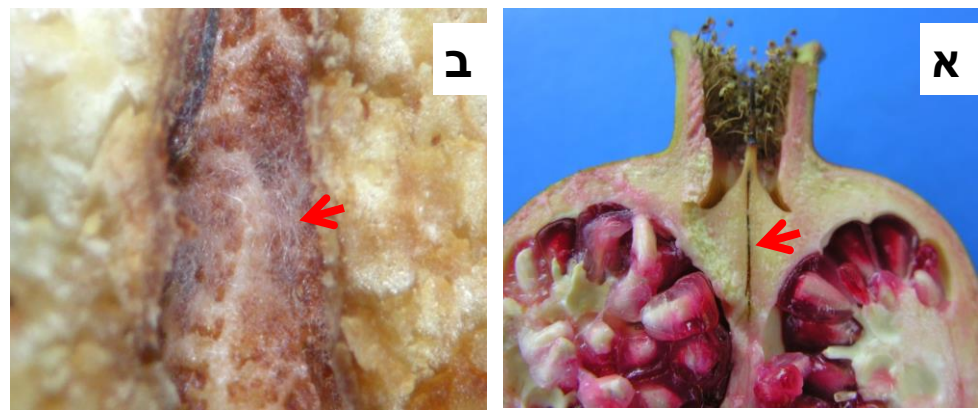


איור מספר 4. איכלוס עמודי עלי, התעלה והמגורה התחתונה של פרחים, חנטים ופירות רימון שנדגמו בארבעה מטעים במהלך שנת 2010 בפטריית. המטעים היו בקידרון, בגבעת נילי ובעמיקם זוני הרימון היו וונדרפול ו-116. בכל מועד נדגמו בכל מטע 20 פרחים, חנטים או פירות (על פי ההתפתחות) ומכל פרי בוצעו 15 בידודים.



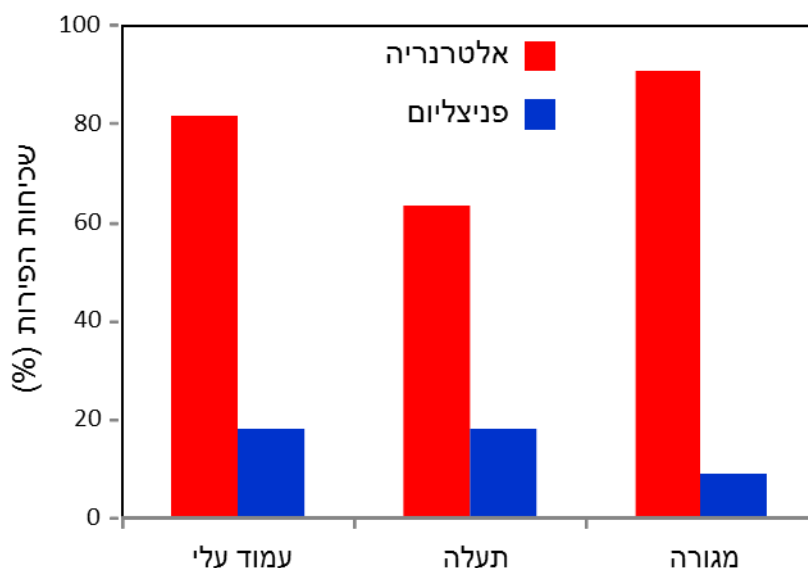
איור מספר 5. איכלוס עמודי עלי, התעלה והמגורה התחתונה של פרחים, חנטים ופירות רימון שנדגמו בשישה מטעים במהלך שנת 2011 בפטריות. המטעים היו בקידרון, בגבעת נילי בעמיקם ובעירון וזני הרימון היו וונדרפול, עכו ו-116. בכל מועד נדגמו בכל מטע 20 פרחים, חנטים או פירות (על פי ההתפתחות) ומכל פרי בוצעו 15 בידודים. 1- פרח סגור, 2- פרל פתוח, 3-חנט, 4- פרי קטן ו-5- פרי גדול.

בחלק מהפירות ניתן היה לראות השחרה של התעלה ובהסתכלות בהגדלה נראה בבירור תפטיר של פטרייה הגדל והמאכלס את האזור (איור 6). בפירות בהן נבחנה קורלציה בן צבע התעלה והפטרייה שבודדה ממנה מצאנו כי מתעלות שחורות בודדה פטרית האלטרנריה בלבד בעוד מתעלות לבנות בודדו פנציליום ואספרגילוס בלבד. בתעלות בהן הופיעו קצוות שחורים בתעלה לבנה נמצא כי אלטרנריה בודדה מהקצוות השחורים בעוד בחלקה הלבן בודדה פנציליום. הבדיקות בוצעו בזנים וונדרפול ו-116 ובשנהם התוצאות היו דומות. בפירות רקובים נמצאו רק תעלות שחורות ומכולן בודדה אלטרנריה בלבד. בבחינת פירות בריאים נמצא כי בלמעלה מ-75% מהפירות התעלה היתה לבנה ובודדו מתעלות אלה רק פנציליום. בכ-25% מהפירות הבריאים נמצאה תעלה כהה יותר אך גם במקרים אלה לא בודדה מהן אלטרנריה (בדיקות אלה בוצעו בזן 116).



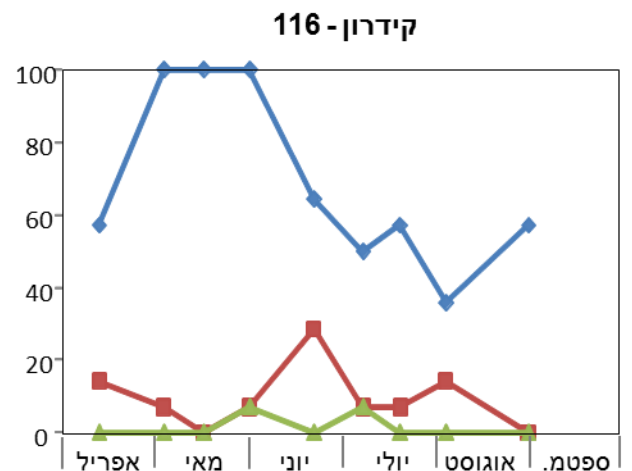
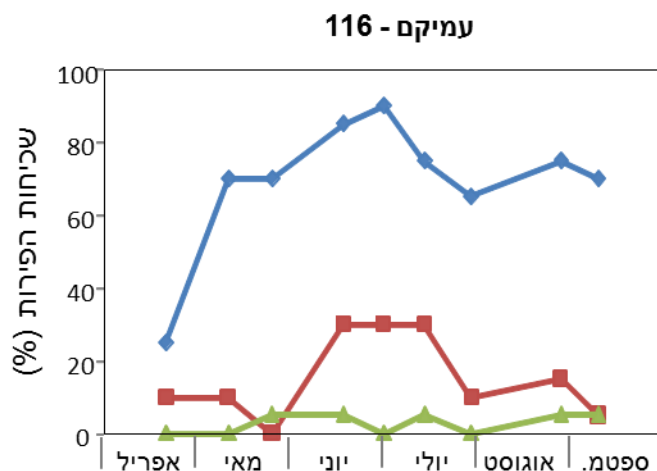
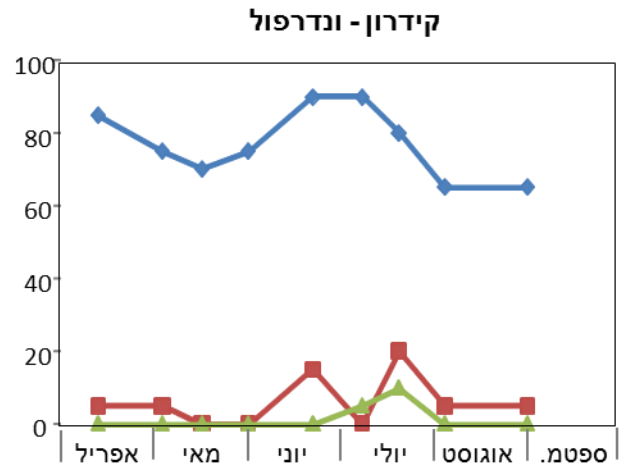
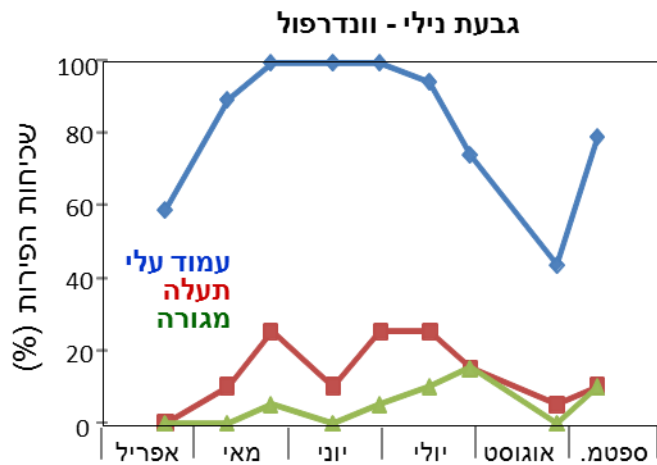
איור מספר 6. א. השחרה של התעלה בפרי (מסומן בחץ אדום); **ב.** תפטיר של פטרייה שהתפתחה בתעלה

למרות שמרבית הפירות היו מאוכלסים בפטריות עם ההבשלה, נראו בשנת 2010 רק בחלק קטן מהפירות תסמיני הריקבון האופייניים. בזן וונדרפול בעמיקם ובקידרון היו 5 ו- 3 פירות רקובים, לפי אותו הסדר; בפירות מהזן 116 שנדגמו מעמיקם היו 3 פירות רקובים ובאף אחד מהפירות של זן זה שנדגמו מקידרון לא התפתח ריקבון. הפירות הרקובים נראו רק בשלוש הדגימות האחרונות (אלה שבוצעו מסוף חודש יולי ואילך), כשהפירות כבר היו גדולים יחסית. שכיחות הפירות הרקובים הכללית בארבעת המטעים בשלוש הדגימות האחרונות, הייתה 8.1% בלבד. מהפירות שהתפתחו עליהם התסמינים האופייניים של מחלת הריקבון השחור הפנימי בודדו רק שתי פטריות: אלטרנריה ופניצליום. הפטרייה שבודדה בשכיחות גבוהה, ממרבית הפירות הרקובים הייתה *A. alternata*. פטרייה זו בודדה מ- 80% מעמודי העלי, 60% מהתעלות ולמעלה מ-90% מהמגורות (איור 7).



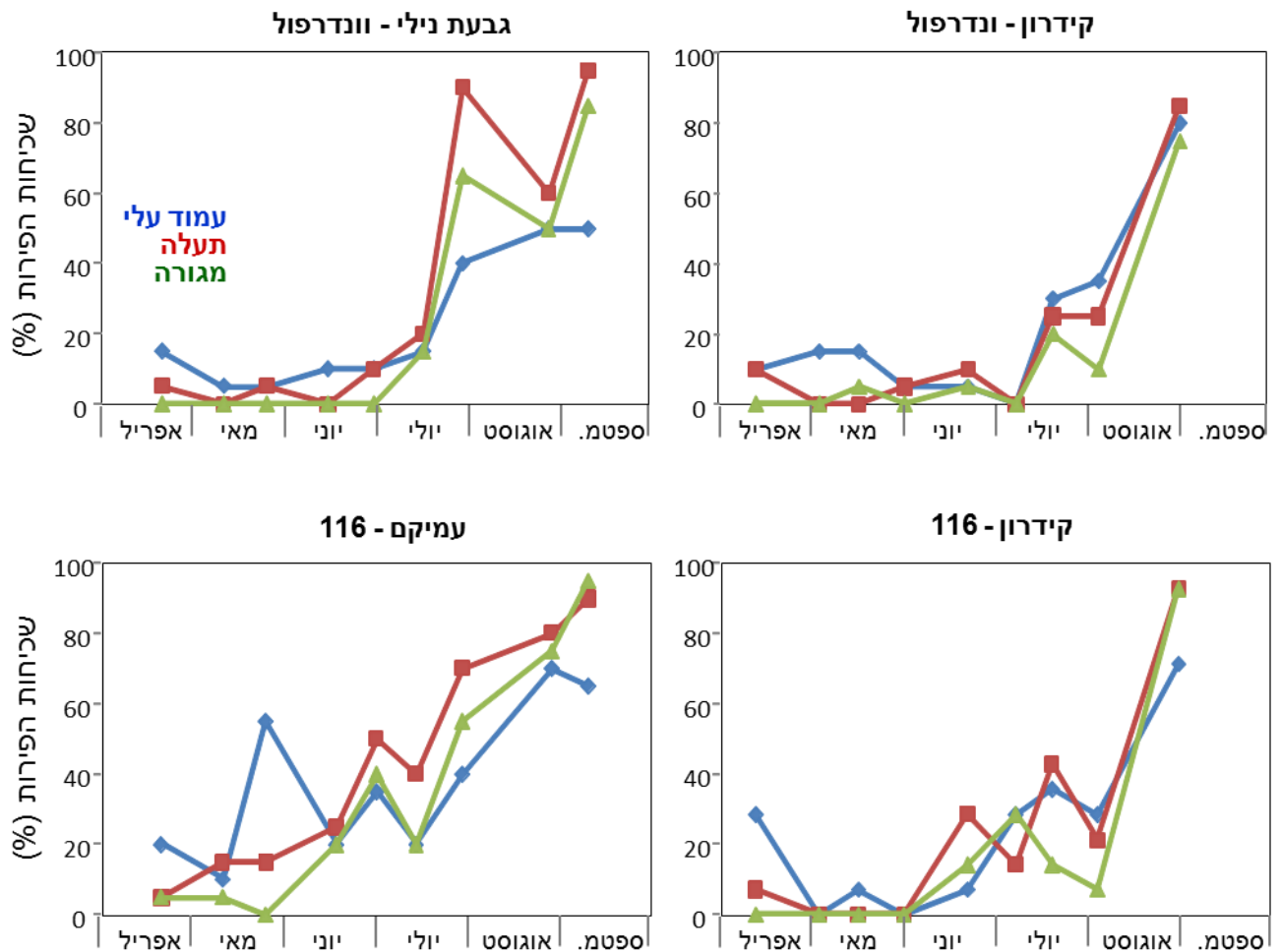
איור מספר 7. הפטריות שאיכלסו את אברי הפרי בפירות בהם נראו תסמיני ריקבון השחור הפנימי האופייניים.

אכלוס כלל הפירות באלטרנריה בזנים השונים מהמטעים השונים מראה כי כבר בחנט הצעיר (במאי) אלטרנריה מאכלסת את עמוד העלי באחוזים גבוהים (מעל 70%). לעומת זאת שכיחות אכלוס התעלות והמגורות היה נמוך ולא עלה על 30% (2010) ו- 20% (2011) בתעלה ועל 10% במגורות. שכיחות נמוכה זו נשארה לאורך כל העונה כולל בפירות הבשלים (איור 8 ואיור 5). בשלוש הדגימות האחרונות, בהם נראו תסמיני הריקבון האופייניים ב- 8.1% מהפירות, שכיחות הפירות שהיו מאוכלסים באלטרנריה במגורות היה 26.1%. המשמעות היא שלא בכל הפירות שהיו מאוכלסים באלטרנריה במגורה התחתונה התפתח למעשה ריקבון שחור.



איור מספר 8. איכלוס עמודי עלי, התעלה והמגורה התחתונה של פרחים, חנטים ופירות רימון שנדגמו בארבעה מטעים במהלך שנת 2010 בפטרייה *Alternaria alternata*. המטעים היו בקידרון, בגבעת נילי ובעמיקם וזני הרימון היו וונדרפול ו-116. בכל מועד נדגמו בכל מטע 20 פרחים, חנטים או פירות (על פי ההתפתחות) ומכל פרי בוצעו 15 בידודים.

הפטרייה שבודדה בשכיחות הגדולה ביותר מאברי הפרי השונים הייתה פניצליום. הפטרייה בודדה משלוש הזנים בכל המטעים ברמה יחסית נמוכה (עד כ - 15%) עד לשלב הפירות הגדולים (יולי). ממועד זה ואילך חלה עליה תלולה באכלוס הפירות בפטרייה בכל הפירות. בפירות שנמצאו בשלבי הבשלה היא בודדה מ - 95% מהפירות, בכל האיברים שנבחנו (איור 9 ואיור 5). במהלך העונה בודדו מאברי הפרחים, החנטים והפירות גם פטריות אחרות, כמו אספרגילוס ובוטריטיס. אבל, שכיחותם הייתה נמוכה (עד 20% מהפירות, במקרים מסוימים) וספוראדית ולא היה קשר בין פטריות אלה לתופעת הריקבון הפנימי השחור (תוצאות לא מוצגות).

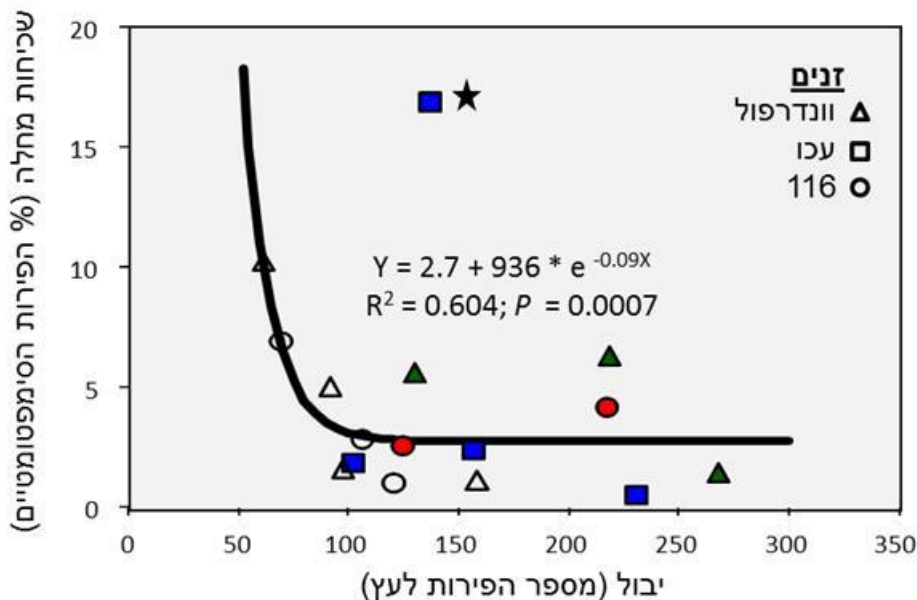


איור מספר 9. איכלוס עמודי עלי, התעלה והמגורה התחתונה של פרחים, חנטים ופירות רימון שנדגמו בארבעה מטעים במהלך 2010, בפטרייה *Penicilium sp.* המטעים היו בקידרון, בגבעת נילי ובעמיקם וזני הרימון היו וונדרפול ו-116. בכל מועד נדגמו בכל מטע 20 פרחים, חנטים או פירות (על פי ההתפתחות) ומכל פרי בוצעו 15 בידודים.

מיפוי מטעים ברמת המטע והעץ הבודד לנגיעות הפירות

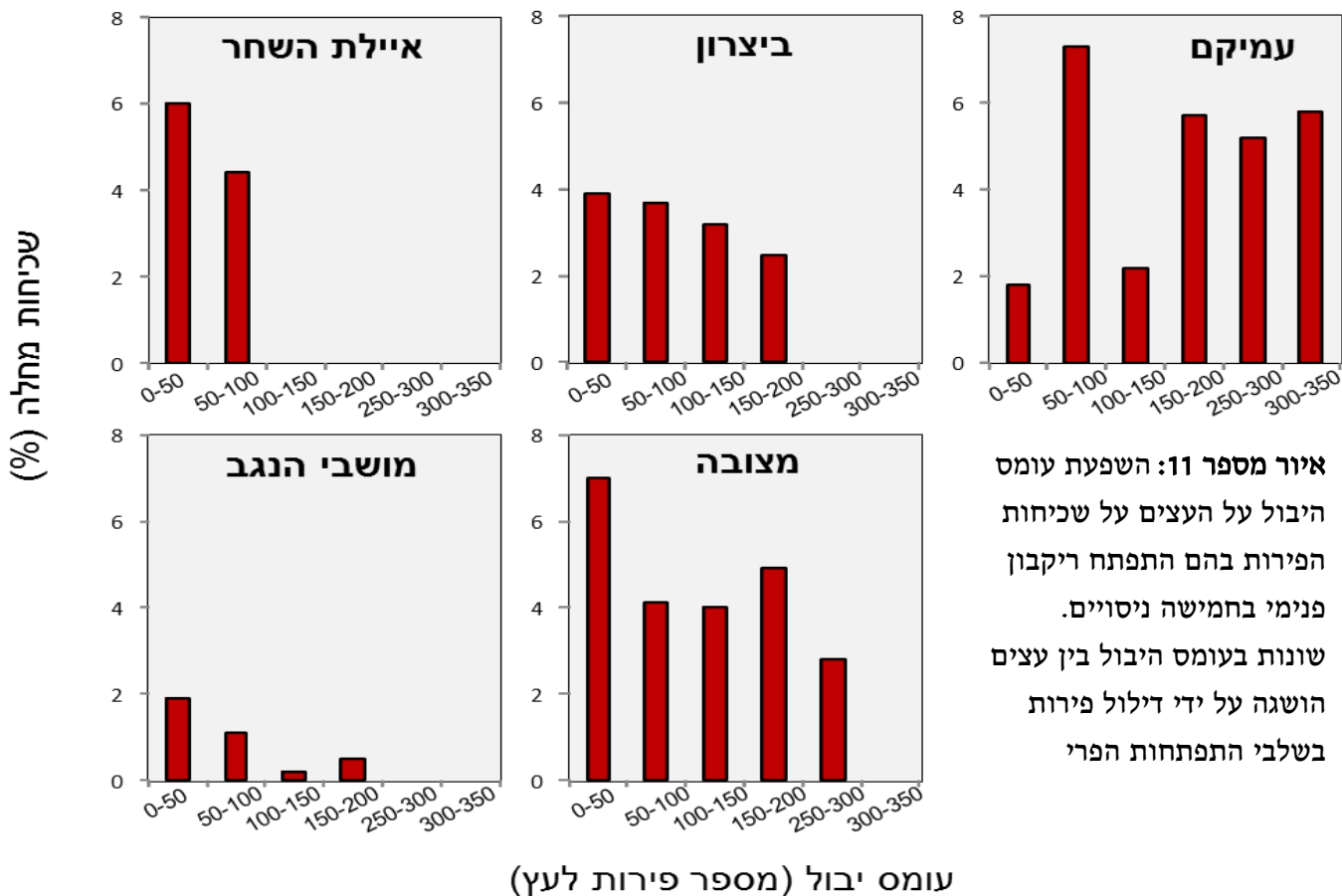
במהלך השנים 2011 ו-2012 בחנו פירות ועצים ממטעים בצפון, מרכז ודרום הארץ. בכל מיקום נבחנו הזנים עכו (4 מטעים במושב הנגב, חצור, קידרון ועמיקם), 116 (שני מטעים במושב הנגב ובחצור) וונדרפול (3 מטעים במושב הנגב קידרון ועמיקם). בכל מטע נבחנו 20 עצים. סה"כ נבדקו 80 עצים מהזן עכו, 40 עצים מהזן 116 ו-60 עצים מהזן וונדרפול. הערכות בוצעו בשבעה מטעים בשנת 2011 ו-8 מטעים בשנת 2012. הערכת הנגיעות בפירות בוצעה בזמן הקטיפה כאשר צוות מיומן (בדרך כלל עובדים ממוצא תאילנדי) קיבל הנחיה לקטוף את כל הפירות שעל העץ לארגזים שמוקמו מתחת לעצים. הפירות שנקטפו נספרו ונבחנו לתסמיני מחלת הריקבון. כל הפירות החשודים נחתכו בעזרת סכין כדי לברר האם הם מכילים ריקבון שחור או שמא זוהו בטעות כחולים. כל הנתונים בכל מטע נרשמו. לכל עץ חושב היחס בין מספר הפירות הכללי לעץ למספר הפירות החולים, ובוטא כאחוז הפירות החולים לעץ.

כשאוחדו כל הנתונים שנאספו ותוארו על מערכת צירים אחת המבטאת את הקשר בין שכיחות הפירות הסימפטומים לעומס היבול (מספר הפירות שהיו על העץ) נמצא קשר מובהק בין שני המדדים (איור 10). בעומס יבול נמוך (פחות מ-100 פירות לעץ) שכיחות הפירות הנגועים הייתה גבוהה; מעומס פרי של 100 פירות ומעלה שכיחות הפירות הנגועים הייתה נמוכה ולא הושפעה מעומס היבול. ממצא כולל את הזנים שנבדקו במהלך השנתיים. למרות שמובהקות משוואת הרגרסיה הייתה גבוהה מאד ($P = 0.0007$) החלק היחסי של השונות בשכיחות המחלה שהוסבר על ידי עומס היבול היה 60.4% בלבד, כך שקיימים גורמים נוספים מעבר לעומס היבול של העצים, המשפיעים על הנגיעות.



איור מספר 10. הקשר בין גובה היבול (מספר פירות לעץ) לשכיחות הסימפוטומטיים (הפירות בהם התפתח ריקבון פנימי). הנתונים נאספו בשנת 2011 (סימנים ריקים) ובשנת 2012 (סימנים מלאים) במטעי רימון מהזנים וונדרפול, עכו ו- 116. נקודת הדגימה המסומנת בכוכבית הוגדרה כנקודה סוטה (outlier) ולא נכללה בחישוב קו הרגרסיה המתאר את הקשר בין שני המדדים.

בשנת 2013 ביצענו ניסויי דילול מבוקרים במטרה לבחון האם מספר הפירות שיושאר על העץ ישפיעו על מספר הפירות הרקובים. לשם כך בחמישה מטעים באזורים שונים בארץ: מהצפון (איילת השחר, מצובה ועמיקם) דרך מרכז הארץ (ביצרון) ועד צפון הנגב (מושב הנגב) כולם של הזן וונדרפול סומנו שישה טיפולים (מספר הפירות שהושארו על העץ). לכל טיפול סומנו שלושה עצים. בטיפולים היו: עץ עליו הושארו עד 50 פירות, בן 50 ל 100, בן 100 ל 150, בן 150 ל 200 פירות, בן 200 ל 250 ל 300 ו בן 300 ל 350 פירות. לא בכל המטעים ניתן היה לסמן את כל הטיפולים בשל מיעוט יבול (תמונה 11). מיד בתום החנטה סומנו מספר החנטים הרצוי בכל עץ בעזרת טבעות פלסטיק ייעודיות וכל שאר הפירות נקטפו מהעץ.

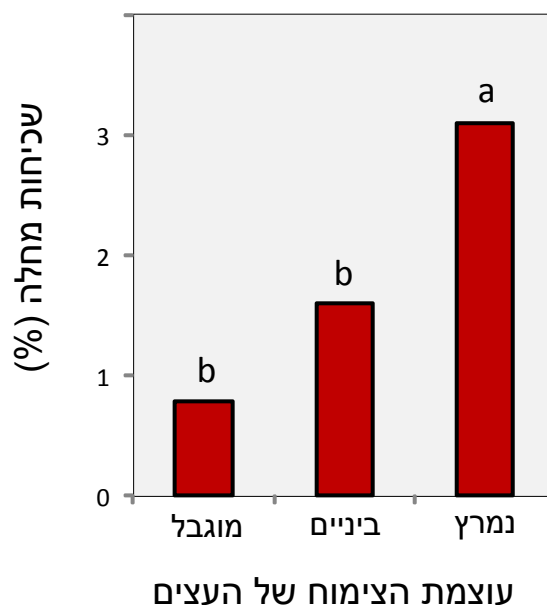


איור מספר 11: השפעת עומס היבול על העצים על שכיחות הפירות בהם התפתח ריקבון פנימי בחמישה ניסויים. שונות בעומס היבול בין עצים הושגה על ידי דילול פירות בשלבי התפתחות הפרי

ביום הקטיף נקטפו כל הפירות מהעץ, נספרו ונערכה בחינה של הפירות לתסמיני ריקבון. כל הפירות החשודים נחתכו בכדי לוודא שאכן הם רקובים. מהתוצאות שהתקבלו ומוצגות בעיור 11 ניתן לראות שבאופן כללי, מלבד המטע בעמיקם, בכל המטעים מתקבל קשר בן מספר הפירות על העץ ומספר הפירות הרקובים עליו. תוצאות שנה זו תומכים בתוצאות הניסויים שהתקבלו בשנים 2011 ו-2012 אבל היות והם נעשו בקנה מידה מצומצם יחסית יש צורך לחזור עליהם שוב ולבצעם במספר עצים גדול יותר.

קביעת מדדים ויזואליים להגדרת עצים "רגישים"

בשנת 2012 שלושה מדדים נקבעו למצב היוזואלי של העצים במטעים שנדגמו. עצים "חזקים" נקבעו כעצים בעלי צימוח עלותי חזק; עצים "בינוניים" בעלי צימוח עלותי פחות מזה המתאר עצים חזקים; ועצים "חלשים" בעלי צימוח עלותי מדוכא, כלומר ללא צימוח צעיר חדש. במרבית המטעים (מלבד מטע יחיד בקידרון של הזן וונדרפול) הראו העצים אותו אפיון ויזואלי ולא היה הבדל בין העצים. במרבית המטעים מצב העצים בעת הקטיף הוגדר כ"בינוני" ולא נמצא הבדל בין עצים שנשארו מעט פירות רקובים לעומת כאלה שהיו עליהם יחסית הרבה פירות רקובים. יש להדגיש ולציין שמדדים אלה התייחסו אך ורק למצב היוזואלי המתייחס לכמות העלווה, צורתה ונפחה. בשנת 2013 ההתייחסות היתה לעוצמת הצימוח המתבטאת במספר ענפי השלד שהוגדרו כ"צעירים" לעומת ענפי שלד שהוגדרו כ"זקנים". בהשוואה זו נמצא קשר בן עוצמת הצימוח למספר הפירות הרקובים על העץ כאשר בעצים הנמצאים בצימוח נמרץ כלומר בעלי יותר ענפי שלד צעירים מענפי שלד "זקנים" היו יותר פירות רקובים בעוד בעצים בהם היו יותר ענפי שלד "זקנים" מענפי שלד "צעירים" נמצאו פחות פירות רקובים מאלטרנריה.

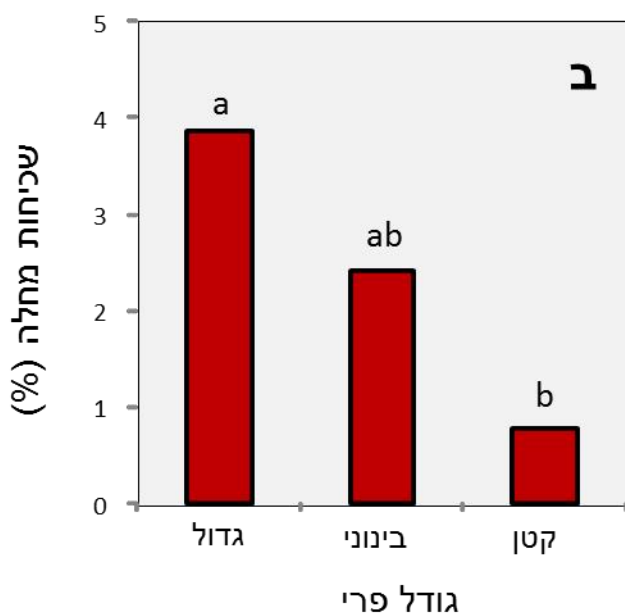


איור מספר 12: הקשר בין עוצמת הצימוח של העצים לשכיחות הפירות שהתפתחו עליהם שהיו עם ריקבון פנימי. הממצאים הם מהניסוי שבוצע בגדרה. ערכי עמודות שלידן אותיות שונות שונים זה מזה במובהק כנקבע על פי מבחן HSD (ברמת מובהקות של $P < 0.05$). יש לציין שמספר החזרות בכל אחד מהטיפולים היה שונה.

הקשר בן גודל הפרי לשכיחות הריקבון

בנוסף, ושלא על פי המטרות שהוצבו בהצעת המחקר המקורית בחנו גם את האפשרות שישנו קשר בן גודל הפרי (מועד החנטה) למספר הפירות הרקובים. לשם כך סימנו בכל אחד מחמשת המטעים ששימשו אותנו לניסויים בשנת 2013 שלושה עצים. על כל עץ סומנו כ-40 פירות ופרחים מכל גל פריחה. מגל הפריחה הראשון סומנו 40 חנטים גדולים, מגל הפריחה השני סומנו 40 חנטים קטנים ומגל הפריחה האחרון סומנו 40 פרחים. כל מועד "זכה" לסימון בצבע שונה. בסוף עונת הגידול נקטפו כל הפירות שהיו על העץ ומויינו על פי הסימונים השונים. בכללי חנטים מגל הפריחה הראשון גדלו להיות הפירות הגדולים יותר בעוד מגל הפריחה השני מרבית הפירות היו בינוניים ומגל הפריחה האחרון התקבלו בעיקר פירות קטנים (איור 13א'). היות וגודל המדגם בכל ניסוי היה יחסית קטן, איחדנו את הנתונים והתוצאות המוצגות באיור 13ב' הינם ממוצע הניסויים שבוצעו בכל המטעים. מניסוי זה מתברר כי ישנו קשר בן גודל הפירות לשכיחות הפירות הרקובים,

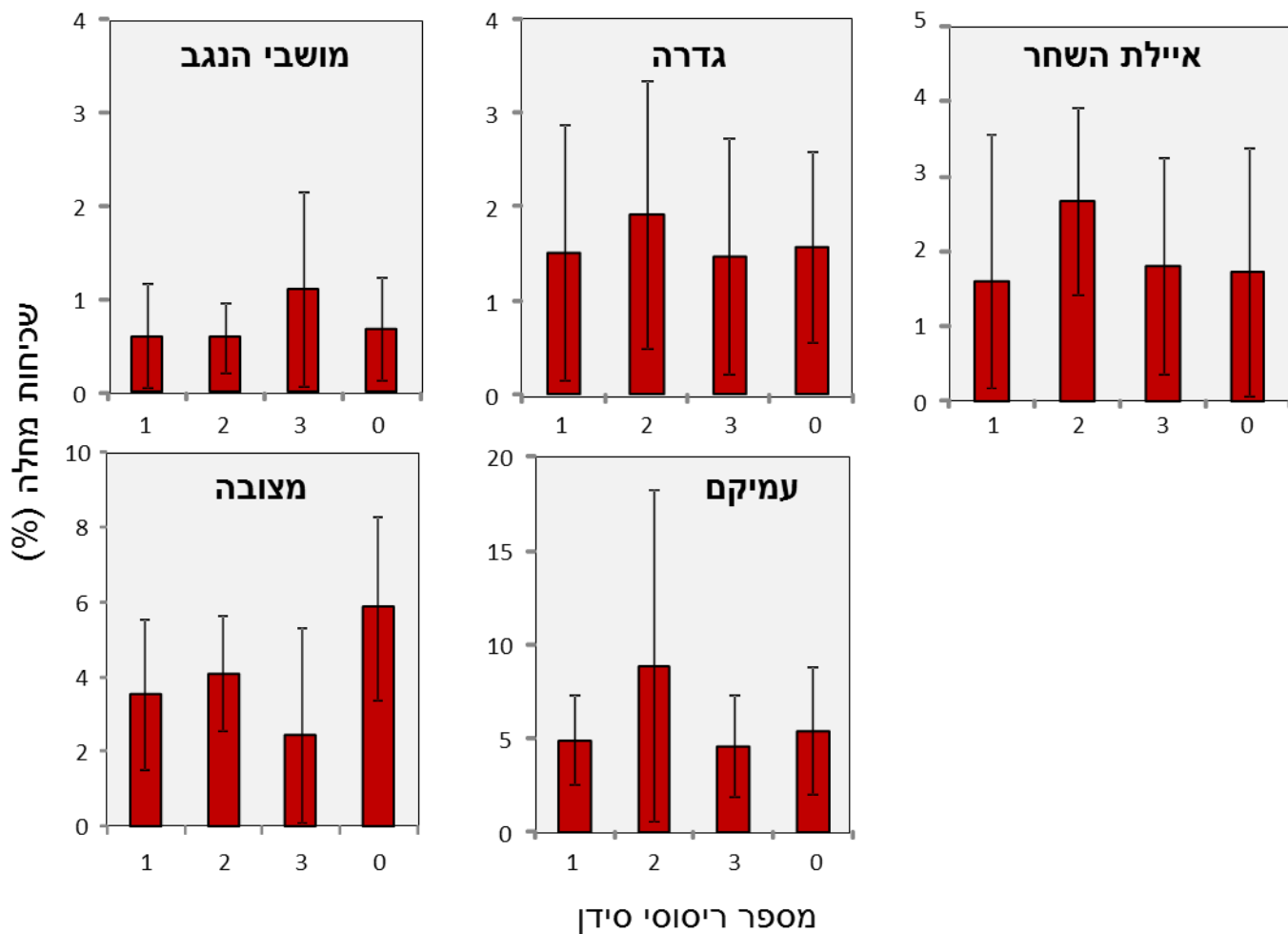
המתבטא בכך שבפירות הגדולים (גל פריחה ראשון) נמצאו יותר פירות רקובים מאשר בגל הפריחה השני (לא מובהק סטטיסטית) או השלישי (מובהק סטטיסטית מול הפירות הגדולים).



איור מספר 13: השפעת גודל פירות הרימון על שכיחות הפירות בהם התפתח ריקבון פנימי. הממצאים הם ממוצעי הניסויים שבוצעו באיילת השחר, מצובה, ביצרון, עמיקם ומושב הנגב. ערכי עמודות שלידן אותיות שונות שונים זה מזה במובהק נקבע על פי מבחן HSD (ברמת מובהקות של $P < 0.05$).

בחינת השפעת ריסוס חנקת סידן על שכיחות הפירות הרקובים.

בעבודה שנעשתה על מחלת ריקבון בית הגלעין הנגרם על ידי אלטרנריה אלטרנטה בתפוח, נמצא כי בזן תפוחים רגיש ריכוז הסידן ברקמה המפרידה בן בית הגלעין לציפה נמוך יותר מזה שנמצא בזן תפוח לא רגיש. היות וסידן ידוע כמעכב פעילות של האנזים פוליגלקטורינז המשתתף בתהליך הפירוק של דופן התא ומופרש על ידי פטריות גורמות מחלות כולל אלטרנריה הועלתה ההשערה שיתכן ותוספת סידן תעזור להקטין את הנזק הנגרם על ידי הפטרייה בפרי. בכדי לבחון השערה זו ובגלל שריסוס חצי מסחרי במקרה זה היה קל יותר ליישום, סימנו ב 2013 שורות עצים במטעים שתוארו למעלה לניסויי הדילול (שורות מרוחקות) בכל שורה סומנו ארבעה טיפולים כשלכל טיפול היו לפחות 4 חזרות. בכל טיפול רוססו בן 12 ל-20 עצים אך בתום הניסוי נדגמו 2 עצים מכל חזרה. הטיפולים שרוססו היו: 1. חנקת סידן 2% במועד יחיד בתום פריחה ראשונה, 2. שני ריסוסים האחד בתום פריחה ראשונה והשני שבוע לאחר מכן ו 3. שלושה ריסוסים בתום פריחה ראשונה, שבוע לאחר מכן ושבועיים לאחר הריסוס הראשון. בנוסף טיפול ביקורת (4) בו לא רוססה חנקת סידן כלל. בתום הניסוי בקטיף נקטפו כל הפירות משני עצים בכל חזרה נספרו ונבחנו לתסמיני ריקבון. פירות חשודים נחתכו כדי לוודא שהם אכן רקובים. מהתוצאות (איור 14) אנו לא רואים השפעה של ריסוס חנקת סידן על שכיחות הפירות הרקובים ואין הבדלים בן הטיפולים השונים. לא מצאנו בניסויים אלה הבדל בן ריסוס יחיד למספר ריסוסים ולא בן הטיפולים השונים להיקש. אנו לא יכולים להסיק מכך שתוספת סידן לא משפיעה על שכיחות הפירות הרקובים אלא לשער שכנראה שהסידן לא הצטבר כפי שקיוונו בפנים הפרי. מאוחר יותר, גם בניסוי התפוחים הסתבר לחוקרים כי אין הבדל משמעותי בריכוז הסידן בפנים הפרי שרוסס בחנקת סידן. יתכן ותרכובת זו אינה מתאימה להשגת מטרה זו.



איור מספר 14: השפעת הריסוס בחנקת סידן בתקופת גדילת הפירות על שכיחות הפירות בהם התפתח ריקבון פנימי בחמישה ניסויים. הקווים האנכיים מייצגים את סטיית התקן



איור מספר 15. פרח וחנט רימון. בשלב הפרח הפתוח (א') ובחנטים הצעירים (ב') האבקנים סוגרים על הצלקת ומונעים מחומרי הדברה להגיע אליה.

בארץ, מקובל היה שמחלת הריקבון הפנימי ברימון נגרמת על ידי קומפלקס פטריות, המרכזיות בינהן, אספרגילוס ואלטרנריה לכן חשוב היה להגדיר באופן מסודר, כולל מבחני קוך, מיהו גורם המחלה. מתוצאות הניסויים שביצענו בשנה הראשונה של עבודת מחקר זו הוגדרה הפטרייה *Alternaria alternata* כגורם המחלה היחיד הגורם לריקבון הפנימי המוכר ומוגדר כ Black rot ברימונים. מחלה וגורם מחלה אלה זוהו והוגדרו גם במקומות אחרים בעולם בהם מגדלים רימונים כאחראיים למחלת הריקבון השחור הפנימי.

באופן עקרוני ישנן שתי אפשרויות לתיאור תהליך ההדבקה וגרימת המחלה בפירות הרימון על ידי הפטרייה: 1. הפטרייה מאלחת את הצלקת של הפרח, חודרת דרך עמוד העלי בזמן החנטה ומאלחת את החנטים המתפתחים. הפטרייה מאכלסת את התעלה ואת המגורה המתפתחת בצורה לטנטית. בשלב מסוים, הגרגירים המתפתחים כבר מאוכלסים בפטרייה, עם הבשלת הפרי, ההדבקות הלטנטיות הופכות פעילות וגורמות לתסמיני הריקבון. לאחר מכן המחלה מתפשטת ממגורה למגורה עד שהפרי נרקב. 2. הפרי מתפתח כשהוא "בריא" (לא מאוכלס). בשלב מסוים של התפתחותו, הפטרייה גורמת המחלה, חודרת לפנים הפרי דרך התעלה המחוברת לעמוד העלי, מגיעה למגורה התחתונה, מאלחת אותה ומתפתחת על הזרעים. לאחר מכן היא מתפשטת ומתקדמת ממגורה למגורה עד שהפרי כולו נרקב מבפנים. במידה וההדבקה מתרחשת כבר בפריחה אנו מצפים לבודד את הפטרייה בשלב הפרח והלאה. אם ההדבקה מתרחשת מאוחר יותר, במהלך התפתחות הפירות, אנו מצפים שהבידודים הראשונים לא יעלו דבר ושמועד מסוים והלאה נצליח לבודד את הפטרייה ולעקוב אחר התקדמותה ברקמות הפירות המתפתחים. ואכן מתוצאות התצפיות והניסויים שביצענו נראה שכל פרחי הרימון מאוכלסים בפטרייה שונות מיד לאחר פתיחתם. במהלך התפתחות החנטים והפירות יש עלייה בשכיחות האיכלוס שלהם, אבל נראה שהחלק הפנימי של הרוב המוחלט של הפירות הבשלים מאוכלס בפטריות, במטע (איור 4 ו-5). אבל, עצם האיכלוס בפטריות לא מביא בהכרח להתפתחות הריקבון השחור הפנימי. האילוח באלטרנריה מתרחש כבר בפריחה, לאחר פתיחת הפרחים. בפרחים סגורים לא הצלחנו לבודד את הפטרייה (איור 5), עובדה המרמזת על כך שהפטרייה חודרת ומגיעה לצלקות לאחר שהפרחים נפתחים. הפטרייה מאכלסת את עמודי העלי של מרבית הפרחים הפתוחים ומשם היא מתקדמת לתעלה וממנה למגורה התחתונה (התעלה מחברת את עמוד העלי לתעלה התחתונה). המעבר מהצלקת לתעלה וממנה למגורה התחתונה קורה רק בחלק קטן מהחנטים המתפתחים. לאחר מכן הפטרייה נשארת שם במצב רדום עד לשלבים האחרונים של גדילת הפירות ועם תחילת ההבשלה (חודש יולי ואילך) היא מתחילה בפעילות, מתפתחת, וגורמת להופעת תסמיני הריקבון השחור האופייניים. זו הסיבה, כנראה, לכך שבמרבית המקרים הריקבון מתחיל במגורה התחתונה ומשם הוא מתפשט לשאר המגורות של הפרי. הנחה זו מאוששת על ידי התצפית שבמרבית המקרים הריקבון במגורה התחתונה היה שחור יותר ו"יבש" לעומת ריקבון חום רך במגורות העליונות, ובעובדה שהריקבון שהיה בגבול שבין הגרגירים הבריאים לרקובים היה ריקבון חום רך (איור 3). העובדה שהפטרייה אלטרנריה בודדה גם מפירות שלא נראו עליהם תסמיני הריקבון השחור (26.1% לעומת 8.1%) מרמזת על כך שהאכלוס באלטרנריה לא מוביל בהכרח להתפתחות הריקבון השחור הפנימי, במטע. יתכן שיופיעו תסמינים בפירות המאוכלסים בשלבים מאוחרים יותר, במהלך האחסון; יתכן גם שגורמים שונים משפיעים על שני התהליכים ושבפירות מסוימים התסמינים לא יתפתחו למרות שהם מאוכלסים. ממצאי המחקר עולה שחלקו הפנימי של פרי הרימון, הנראה בריא, אינו סטרילי ומאכלס בתוכו מספר פטריות מסוגים שונים מבלי להיפגע. פטריות כגון פנציליום, אספרגילוס, בוטריטיס ואחרות בודדו מפירות בריאים אך לא נמצא קשר בין נוכחותן בפרי לריקבונות. בניגוד לדינאמיקת האכלוס של פטריית האלטרנריה (שהתרחשה בזמן הפריחה). הפטריות האחרות, ובכלל זה הפניציליום, שהייתה הפטרייה השכיחה ביותר, חודרות לפירות בשלב גידול מאוחר יותר. נראה שהן חודרות דרך הצלקת, מתפתחות בתעלה ומשם עוברות ומתבססות במגורה התחתונה. יתכן שהתפטר הנראה בתעלה, בפירות הגדולים (איור 6) הוא של פניציליום. בבחינת הקשר בין השחרת התעלה ונוכחות פטריות מסוימות נמצא כי בכל הפעמים בהן נמצאה תעלה שחורה בודדה פטריית האלטרנריה מהתעלה. בכל המקרים בהם התעלה היתה לבנה, בודדו פנציליום ואספרגילוס אבל לא אלטרנריה. בחלק מהמקרים נמצאה תעלה לבנה ברובה עם קצה עליון שחור במקרים אלה בודדה פטריית האלטרנריה מחלקה השחור ופנציליום ואספרגילוס מחלקה הלבן.

המטרה ארוכת הטווח של מחקר זה היתה לפתח גישה להתמודדות עם מחלת הריקבון השחור הפנימי. מהממצאים שתוארו עולה, לכאורה, שהגנה על הצלקות בתכשירי הדברה, בזמן הפריחה יאפשר למנוע את איכלוס עמודי העלי בפטרייה. אם ימנע איכלוס עמודי העלי, הפטרייה לא תגיע לתעלה ולא למגורה התחתונה ולא יתפתח ריקבון. חלק מהמגדלים נוהגים לרסס בזמן הפריחה; אבל, מתברר שהריסוסים לא עוזרים ואין הבדל בשכיחות הפירות הרקובים בין מטעים שרוסס בתכשירי הדברה בזמן הפריחה ומטעים שלא רוססו. איך ניתן להסביר זאת? יש כמה סיבות אפשריות לחוסר ההצלחה. פריחת הרימונים נמשכת זמן רב ויתכן שהריסוסים הבודדים המיושמים לא מגנים על כל הפרחים הפתוחים, כל הזמן. במקרה זה, יתכן שהריסוסים יעילים ומונעים את ההדבקה של חלק מהפרחים והמחלה מתפתחת בפרחים שלא הוגנו. אם תרחיש זה נכון, כדי להדביר את המחלה ביעילות, יש צורך לרסס בתכיפות רבה (ואפילו מידי יום, היות וכל יום נפתחים פרחים חדשים) במהלך תקופת הפריחה המתמשכת על מספר שבועות. כמובן שפתרון זה אינו מעשי, לא כלכלי, והוא יזיק לבריאות החקלאים, ניקיון המים ואיכות הסביבה בכלל. אפשרות אחרת היא שחומר ההדברה לא מגיע כלל לאתר ההדבקה – הצלקות של עמודי העלי. עמודי העלי של פרחי הרימון ושל החנטים הצעירים חבויים בתוך הפרח, מתחת לאבקנים, והם לא חשופים לתכשירי ההדברה (איור 15). מכאן, שהסבירות שתכשירי ההדברה יגיעו אל היעד שלהם (הצלקות) ויגנו עליו בפני ההדבקה אינו רב.

במהלך 2011 ו-2012 אספנו נתונים שמטרתם היתה לקבוע האם ישנו קשר בין מספר הפירות על העץ למספר הפירות הרקובים. מהתוצאות הסתבר שלמספר הפירות על העץ ישנה השפעה על מספר הפירות החולים על העץ (איור 10). נמצא כי בעצים בהם היו למעלה מ-100 פירות לעץ מספר הפירות הרקובים היה משמעותית נמוך יותר מבעצים בהם מספר הפירות הכללי היה נמוך מ-100. בעבודה שבוצעה על ידי אחד מהשותפים במחקר זה (ד. שטיינברג) בתפוח מזן "דלישיס אדום" נמצא קשר ישיר בין מספר הפירות על העץ למספר הפירות הרקובים. בעבודה זו נמצא שמרבית פירות התפוח היו מאוכלסים בבית הגרעינים בפטרייה גורמת המחלה, *Alternaria alternata*, אך רק בחלק קטן מהם הפטרייה חודרת את דופן בית הגרעינים וגורמת לריקבון בציפה. גם במחקר הנוכחי, ברימון, נמצא שכל פרחי הרימון היו מאולחים בצלקת בפטרייה אך רק בחלקם הפטרייה נמצאה גם במגורות התחתונות ובתעלה המובילה אליהן. ברימונים, בדומה לתפוח, נמצא שרק בחלק מהפירות המאוכלסים במגורות התפתחת בהמשך ריקבון. אנו מניחים כי בדומה לתפוח גם ברימון התפתחות המחלה בפרי "נשלטת" על ידי גורמים פיזיולוגיים בעץ ולא בשל אינוקולום גבוה של הפטרייה במטע או גורמים פיטופתולוגיים אחרים. בכדי לבסס ממצעים אלה (הקשר בין מספר הפירות על העץ למספר הפירות הרקובים) ביצענו ניסויי דילול מבוקרים. בניסויים אלה שבוצעו בחמישה מטעים שונים במקומות שונים בארץ (איילת השחר, מצובה, עמיקם קידרון ומושב הנגב) דולל מספר הפירות לעץ כך שהיו לנו עצים עם מספר פירות ידוע מראש (איור 11). ואכן מניסוי זה אפשר לראות שבאופן כללי מלבד המטע בעמיקם (שאת תוצאותיו אנחנו לא יודעים להסביר), בכל המטעים שנבדקו ישנו קשר בין מספר הפירות על העץ ומספר הפירות הרקובים עליו. ניסויים אלה בוצעו בקנה מידה מצומצם יחסית ויש צורך לחזור עליהם שוב ולבצעם במספר עצים גדול יותר. בנוסף צריך להסביר כי בשנה זו בחלק מהמטעים היבול היה נמוך משמעותית, כך לדוגמה במטע באיילת השחר העצים לא דוללו היות ובמרביתם היו עד 50 פירות לעץ ובאחרים עד 100. לעומת זאת במטע בעמיקם כמות הפרי היתה גדולה מאוד ולכן היה צורך לדלל באופן מאסיבי את עצי הניסוי. בניסוי נוסף, נבדק הקשר בין גודל הפרי לשכיחות המחלה. ברימון כאמור ישנם מספר גלי פריחה (תלוי בזן, בחלק מהזנים הפריחה מתקיימת על טווח זמן ארוך יחסית בו כל יום פורחים פרחים חדשים בזנים אחרים מתקיימים מספר גלי פריחה). בזן וונדרפול ששימש אותנו לניסויים אלה יש באופן עקרוני שלושה גלי פריחה. בדרך כלל מגל הפריחה הראשון מתפתחים פירות שבזמן הקטיפה מגיעים למימדים גדולים במיוחד, פירות מגל הפריחה השני יהיו בינוניים בגודלם ופירות מגל הפריחה השלישי יהיו קטנים (איור 13) ואכן תוצאות בחינת הקשר בין גודל הפרי ושכיחות המחלה מראים שבפירות הגדולים שכיחות הריקבון גבוהה באופן מובהק מבפירות מגל הפריחה השלישי בו הפירות קטנים. גם ניסוי זה בוצע בקנה מידה קטן יחסית ויש לחזור עליו בכדי לבסס ממצאים אלה. המצב הויזואלי של העצים נבחן בשנת 2012 ובשנת 2013 בכל שנה נבחן אספקט אחר כאשר בשנת 2012 בחנו את ההבדלים בצימוח העלותי במחשבה שצימוח זה ייתן לנו מדד לחוזקו של העץ. בתום שנת הניסוי, בזמן הקטיפה לא יכולנו לקבוע הבדלים חזותיים משמעותיים במצב העלותי של עצים בהם נמצאה שכיחות גבוהה של פירות רקובים לעומת עצים בהם השכיחות היתה נמוכה יותר ומכך הסקנו שמדד זה אינו יכול לשמש כמדד למספר הפירות הרקובים על העץ. בשנת 2013 ההתייחסות היתה למספר ענפי השלד שהוגדרו כ"צעירים" מול "זקנים"

כמדד לחוזק העץ ואכן בבחינת הקשר בן שכיחות הפירות הרקובים לעוצמת הצימוח (איור 12) נמצא שככל שהעץ בנוי מיותר ענפים שהוגדרו "זקנים" ופחות "צעירים", כלומר הצימוח שלו מוגבל, מספר הפירות הרקובים עליו היה נמוך יותר. אנו חושבים שמדד זה יכול להוות אינדיקציה לשכיחות הפירות הרקובים במטע. יש לחזור ולבסס תוצאות אלה על ידי בחינת המדדים אל מול שכיחות הפירות הרקובים במספר גדול יותר של עצים. תופעה דומה התגלתה במחקר שעסק בריקבון בית הגלעינים בתפוח גם שם נמצא קשר בן גודל הפרי להתפתחות ריקבון בפרי.

בשנת 2013 בחנו גם את השפעת ריסוס חנקת סידן על שכיחות הפירות הרקובים במטע. הרעיון בניסוי זה הוא שריכוז סידן גבוהה בפרי יעכב את התפתחות הפטרייה בפרי ומכך גם את המחלה והריקבון. סידן ידוע כמעקב אנזימים פקטוליטיים. הפטרייה אלטרנריה מפרישה לסביבתה אנזימים כאלה במטרה לגרום לפירוק דופן התאים דבר המאפשר לה להרוג את התא ולהשתמש בו כמקור מזון. אם ריכוז הסידן יעלה בתוך הפרי, פעילות האנזימים תעוכב ולכן גם התפתחות הפטרייה, המחלה והריקבון שבעקבותיה. לצערנו לא ראינו הבדלים בן טיפול הביקורת (היקש) לטיפולים האחרים שכללו ריסוס התכשיר בזמן הפריחה מספר פעמים. אנו מניחים שריכוז הסידן לא עלה משמעותית בתוך הפירות ולכן לא היתה השפעה במטע. יתכן ותכשיר זה (חנקת הסידן) אינו מתאים לשימוש זה. גם בעבודה שנעשתה בתפוח לא מצאו החוקרים עליה בריכוז הסידן כתוצאה משימוש בתכשיר זה (תוצאות שהתבררו רק השנה).

תוצאות הניסויים שביצענו מראות קשרים אפשריים בן מדדים שונים הקשורים בעצים לשכיחות הריקבון בפירות. תוצאות אלה מהוות בסיס טוב להמשך ניסויים ועבודה שבסופה כך אנו מעריכים אפשר יהיה להגדיר מהם המדדים המשפיעים ביותר באיזה שילובים וכיצד לנצל מידע זה לשינויים שיעשו בפרוטוקול הגידול והאגרוטכניקה הקשורה לגידול זה כך שטיפולים אלה יורידו את שכיחות הפירות הנגועים במחלה באופן דרסטי שיאפשר לחקלאים לשווק את הפרי באיכות גבוהה תוך שמירה על ריווחיות ושמירה על הסביבה.

מטרות המחקר לתקופת הד"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה:	
<p>1. הגדרת גורם המחלה. 2. קביעת מועד ההדבקה על ידי הפטרייה גורמת המחלה, האם הפטרייה מאלחת את הפרחים או הפירות המתפתחים. 3. הגדרת דגם הפיזור המרחבי של המחלה במטעים וקביעת מדדים ויזואליים להגדרת עצים "רגישים". 4. פיתוח ממשק הדברה קולטוראלית שיאפשר לצמצם את הנזק הנגרם מהמחלה במטע ע"י שיפור ממשק הגידול.</p>	
עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הד"ח:	
<p>גורם המחלה זוהה, מועד ההדבקה והאפדימיאולוגיה שלה נבדקו והוגדרו. נבדקו מדדים ויזואליים של מצב הצימוח על העצים מול מספר הפירות הרקובים לעץ. נבחן הקשר בין מספר הפירות על העץ לשכיחות הפירות הרקובים על העץ, נבדק הקשר בין גודל הפירות לשכיחות הפירות הרקובים. בנוסף נבדקה השפעת יישום חנקת סידן 2% בזמן הפריחה על שכיחות הפירות הרקובים. קשר ישיר בין מספר הפירות הכללי על העץ למספר הפירות הרקובים זוהה גם בניסוי דילול יזום וגם בבחינת מספר הפירות הכללי על העץ מול מספר הפירות הרקובים עליו. על פי קשר זה ככל שיש יותר פירות על העץ יש פחות פירות רקובים עליו. מדדים ויזואליים למצב הצימוח על העץ ומספר הפירות הרקובים לא מצא קשר בין מצב העלווה לפירות רקובים אבל מראה קשר אפשרי בין מספר הענפים במוגדרים צעירים לעומת זקנים ומספר הפירות הרקובים על העץ. גודל הפרי נמצא כבעל השפעה אפשרית על התפתחות הרקובון, נמצא שפירות גדולים הראו יותר שכיחות רקבון בפרי מפירות קטנים על אותו עץ. יישום חנקת סידן לא השפיעה על שכיחות הפירות הרקובים על העץ.</p>	
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הד"ח:	
<p>המסקנות הינן שגורם המחלה אלטרנריה אלטרנטיה לבדו היא הפטרייה האחראית על מחלת הרקבון הפנימי ברימון. ההדבקה מתרחשת בפריחה וישנן אילוח של כל הפרחים הפתוחים במטע. הפטרייה חודרת בחלק מהפירות דרך התעלה ונשארת במצב רדום במגורה התחתונה עד להתקיימות תנאים מתאימים לגדילתה וגרימת מחלה. התפתחות זו כנראה מושפעת מגורמים פיזיולוגיים בהם העץ נמצא והם משפיעים על התקיימות המחלה בכל הפירות ו/ או בחלקם בהם הפטרייה הגיע למגורה התחתונה. בן הגורמים המשפיעים מצאנו שלמספר הפירות, גודלם ועוצמת הצימוח של העץ ישנה השפעה. מטרות המחקר לתקופת הדוח הושג באופן חלקי. פיתוח ממשק הדברה קולטוראלי לא הושג ויש להמשיך במחקר כדי לבסס את תוצאות הניסויים שבוצעו בשנות המחקר המתואר ומתוך התוצאות וההבנות שיתקבלו לפתח מימשק זה.</p>	
הבעיות שונתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שונתרה לביצוע תוכנית המחקר:	
<p>כבר בשנה הראשונה הבנו מתוך התוצאות שפיתוח ממשק הדברה כימי לא יהיה יעיל ולכן לא המשכנו בכיון זה אלא המשכנו לבחון את האפשרות שמדדים פיזיולוגיים של העצים משפיעים על שכיחות הפירות הנגועים מתוך מטרה להבין מדדים אלה ולנסות להשפיע עליהם ובאופן עקיף גם על מספר הפירות הנגועים. יש לבסס את תוצאות הניסויים שבוצעו במהלך תקופת המחקר בקנה מידה רחב יותר כדי שנוכל מהם לבנות את ממשק הגידול בו שכיחות המחלה בפרי תהייה המינימלית. יש לזכור שאנו עוסקים במחלה התוקפת עצי פרי כלומר כל מחזור ניסוי עורך שנה שלמה אי לכך אנו מוגבלים במספר הניסויים והחזרה עליהם במסגרת של שלוש שנים.</p>	
האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הד"ח?	
<p>כן. 1. עזרא, ב. קירשנר, ת. גת, א. ליארזי, ד. שטיינברג, י. קוסטו וא. סדובסקי (2011) ריקבון שחור פנימי ברימון: מתי בדיק מתרחשת ההדבקה? עלון הנוטע 19-14: 65 2. אלטרנריה פנימית ברימון - ממצאים חדשים במחקר. (25.2.2013) הרצאה במסגרת יום עיון ארצי למגדלי רימונים, 3. מאמר נוסף לכתב עת בנלאומי באנגלית נשלח לפירסום ונמצא ברוגז זה בתיקונים לשליחותו מחדש לפירסום.</p>	
פרסום הד"ח: אני ממליץ לפרסם את הד"ח:	
רק בספריות	←
ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)	←
חסוי – לא לפרסם	←