

הדברת עובש בפרי הדר קטוף*

י. גוטר

תקציר

נערכו ניסויים בנושאים שונים של טיפול בפרי הקטוף ע"מ לשפר את איכותו. מהתוצאות שנתקבלו מתברר:

1. מתוך שורה של חומרי חיטוי, רובם חדשים, שנבדקה יעילותם בהדברת העובש הירוק ורקבונות אחרים, נתן האימזליל את התוצאות הטובות ביותר, בעוד שאחרים, כגון: Panocrine ו-Sisthane, Corbel, Sonax היו יעילים קצת פחות מהאימזליל אבל יותר מהתיאבנדזול (ת.ב.ז.), המקובל כיום בבת-אריזה.

2. בחינת פורמולציות שונות של ת.ב.ז. הראתה שהפורמולציות המסיסות בחומצה גליקולית או היפופוספורית היו יעילות יותר בהדברת העובש מהתרחיפים של Tectoril F-40.

3. השילוב של סורבאט האשלגן עם ת.ב.ז. לא היה יעיל בהרבה בהדברת הרקבונות מאשר ה-ת.ב.ז. לבד, מכאן שיש לזקוף לזכותו של האחרון את עיקר פעילותו האנטיפונגלית.

4. השילוב של 2-AB עם ת.ב.ז. נתן תוצאות טובות במקצת מכ"א משני המרכיבים לבד; עם זאת מסתמן היסות היחס בין העובש הירוק והכחול לכיוון האחרון.

5. התוצאות הטובות שנתקבלו בשילוב של אימזליל עם ת.ב.ז. רומזות על סינרגיזם בפעילותם האנטיפונגלית של שני מרכיבי השילוב. כן יש לזקוף לזכותו של האימזליל פעולה אנטיספורולנטית.

6. בניסויים רבים בחומרי חיטוי הכוללים ת.ב.ז. נתקלנו בתופעה שבמקביל עם ירידה בשיעורי העובש הירוק חלה עליה בעובש הכחול. התוצאות של ניסויים שנערכו עד כה בנושא זה טרם נתנו הסבר לתופעה.

* מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה', 1983, מס' 1347.

7. רוב חומרי החיטוי שנוסו ושאנם מהקבוצה של הבנזאימידזולים הדבירו, במידה זו או אחרת, גם גזעי-עובש העמידים בפני בנזאימידזולים, בעוד שהבנזאימידזולים עצמם הדבירו את הגזעים הרגישים בלבד. בגישושים ראשונים שנערכו לא נתקלנו עד כה בהופעת עמידות נגד חומרי החיטוי החדשים.

8. ניתן להדביר רקבונות עובש בפירות המיועדים לחיתום בפוליאתילן צפוף (HDPE) ע"י חיטוי הפרי בתכשיר של אימזליל או סונאקס לפני החיתום, אולם טרם נמצאה דרך יעילה להרכבת חומרי החיטוי בחומר החיתום.

★★★

בעונת ההדרים 1981/82 נערכו על ידנו ניסויים בהיבטים שונים של הטיפול בפרי במטרה להקטין ככל האפשר את שיעורי הרקבון בפרי הדר ע"י יעול דרכי החיטוי והטיפול בפרי לאחר הקטיף ולשפר ע"י כך את איכות המוצר. כן נחקרו כמה בעיות המתעוררות בקשר למחלות פרי הדר לאחר הקטיף.

להלן תיאור הניסויים והתוצאות, אשר נתקבלו בנושאים השונים:

(א) בחינת היעילות של חומרי חיטוי בניסויים שנערכו הן במעבדה (*in vitro*) והן על פירות הדר, נקבעה רמת היעילות של כתריסר חומרי חיטוי (חלקם חדשים וחלקם, לשם השוואה, חומרים שנבדקו קודם) בהדברת העובש הירוק (*Penicillium digitatum*) המחולל העיקרי של רקבונות פרי הדר לאחר הקטיף. בשלושה ניסויים, בעלי תכנית זהה, אשר בוצעו על פירות הדר מזנים שמוטי וולנסיה, המודבקים באופן מלאכותי בנבגי העובש, נבדקו 4 ריכוזים בין 50 ל-4000 ח"מ ח"פ של כ"א מהחומרים, ויעילותם

במידת-מה ולהיפך. מכאן שגם להבא יש להמשיך בניסויים מקבילים בשני המישורים *in vivo* ו-*in vitro*.

(ב) פורמולציות של ת.ב.ז.

אחת הדרכים לשפר את הטיפול בת.ב.ז. היא חיפוש פורמולציות יעילות יותר בהדברת רקבונות פרי. נבחנו 4 תכשירים, מהם שני תרחיפים: Tectoril ו-F40 ושתי פורמולציות מסיסות, אחת בחומצה גליקולית והשניה בחומצה היפופוספורית. נערכו מספר ניסויים בפירות שמוטי וולנסיה שהודבקו באופן מלאכותי בנבגי העובש הירוק ונבדקו ריכוזים שונים בין 250 ח"מ ל-4000 ח"מ. התברר ששתי הפורמולציות החומציות יעילות יותר מהתרחיפים. טרם הוברר איזו מהפורמולציות החומציות עדיפה.

עם זאת יש לציין, ש-1 לא תמיד נמצאה קורלציה בין הריכוז של הת.ב.ז. (בח"מ חומר פעיל) לבין יעילותו האנטיפונגלית (2) ברוב המקרים נמצאה עליה בלתי צפויה בשיעורי העובש הכחול בעקבות הטיפול בת.ב.ז. דרושים ניסויים נוספים ויסודיים לשם הבהרת שתי ההסתכלויות הנ"ל.

(ג) שילובים של חומרי חיטוי

דרך אחרת לשפר את יעילותו של הפונגיצייד או להתמודד עם הופעת גזעים עמידים של פטריות פתוגניות להדרים היא שילוב שני חומרי חיטוי בעלי אופני פעולה שונים.

שילוב של סורבאט האשלגן Potassium Sobate עם ת.ב.ז. יתרונותיו העיקריים של סורבאט האשלגן בכך, שאין קושי בהשגת אישור מצד שלטונות הבריאות לשימוש בו. נוסף לכך, הוא יעיל באופן חלקי גם נגד גזעי-עובש, העמידים לבזואימידזולים. נבדקו השילובים של סורבאט האשלגן בריכוז קבוע של 2.0% עם ריכוזים שונים, הנעים בין 500 ח"מ לבין 4000 ח"מ, של ת.ב.ז. וכן ריכוזים שונים של כ"א משני המרכיבים לבד, בדבר יעילותם בהדברת הרקבון בפירות שמוטי וולנסיה, המודבקים באופן מלאכותי בנבגי העובש.

השווה לזו של הסאופ"פ. והת.ב.ז., שני החומרים הסטנדרטיים הנמצאים בשימוש בבתי אריזה בארץ.

מהתוצאות מתברר שמהחומרים החדשים נתן האימזליל את התוצאות הטובות ביותר, כאשר מספר פונגיצידיים מתקרבים אליו ביעילותם ובהם Sonax, Corbel, Sisthane ו-Panoctine, שנתנו בדרך כלל תוצאות טובות יותר מהתיאבנדזול (ת.ב.ז.), שנמצא כיום בשימוש נרחב בבתי האריזה. חומרים אחרים היו פחות יעילים מהת.ב.ז. בהדברת העובש. יש לציין שהסאופ"פ, בעיקר בריכוז הגבוה יותר שנבדק (2.0%), נתן את התוצאות הטובות ביותר בהדברת הרקבון בתנאי הניסויים. גם ה-2-Aminobutane (2-AB) באותו ריכוז, נתן תוצאות טובות, אבל הוא יעיל הרבה פחות (אם בכלל) נגד רקבון העוקץ, הנגרם ע"י הפטריה *Diplodia natalensis* ונגד העובש הכחול (*P. italicum*).

למרות שהפירות הודבקו במחולל העובש הירוק, מאפשרות התוצאות הסקת אי-אלה מסקנות גם על יעילותם של החומרים הנ"ל לגבי פתוגנים אחרים. לדוגמה, העליה היחסית בשיעורי העובש הכחול בולטת בפרי שטופל בת.ב.ז. ובמידה פחותה גם בפנוקטין ואילו ה-2-AB אינו יעיל בהדברת הדיפלודיה. לא נמצאו תופעות של נזק בפרי בעקבות הטיפול בחומרי החיטוי השונים, פרט לפנוקטין, שברכוז הגבוה שנבדק (4000 ח"מ) גרם נזק קל עד בינוני בחלק מפירות שמוטי בתחילת העונה.

מההסתכלויות מתברר שלחלק מהחומרים החדשים ובכללם Sisthane, Imazalil, Sonax, Prochloraz ו-Corbel, הכושר לעכב את הנביגה (ולפעמים אף הופעת תפטיר) של פטרית העובש הירוק, תכונה שתלויה בריכוז החומר. לא תמיד נמצאה התאמה בין יעילותו של החומר בהדברת הרקבון לבין כושרו לעכב נביגת הפטריה.

מהתוצאות שנתקבלו מתברר שלא תמיד קימת קורלציה מלאה בין התוצאות של ניסוי מעבדה לבין הניסויים בפרי; חומר מסוים נתן תוצאות טובות בהדברת העובש בפרי למרות שבתנאי מעבדה *in vitro* איכזב

מתוצאות הניסויים מתברר שוב שיעילותו של סורבאט האשלגן בהדברת הרקבון מועטת מאד ומצטמצמת לשבוע עד שבועיים הראשונים לאחר ההדבקה. השילוב של ת.ב.ז. עם סורבאט האשלגן נתן תוצאות טובות במקצת (בפירות שמוטי) ויותר גרועות (ולנסיה) מאשר הטיפול בת.ב.ז. בלבד. דרושים ניסויים נוספים כדי לראות אם התופעה של שוני בתגובת פירות שמוטי וולנסיה לאותו טיפול חוזרת על עצמה וכיצד להסבירה. התוצאות גם רומזות על כך, שאחרי הטיפול חלה התפצלות שונה בשיעורי רקבונות העובש הירוק והכחול, שסיבותיה טרם הובררו.

שילוב של 2-AB עם ת.ב.ז. נבדקו שלושה ריכוזים שונים של השילוב של שני חומרי חיטוי אלה ביחס קבוע של ת.ב.ז.: $2-AB = 1:3$ ולשם השוואה ריכוזים מקבילים של כ"א משני המרכיבים.

נמצא שהטיפול המשולב של 2-AB עם ת.ב.ז., על ריכוזיו השונים, נתן תוצאות טובות יותר מאשר טיפול בריכוזים מקבילים של כ"א משני המרכיבים בנפרד: בריכוזים הגבוהים הופחת שיעור הרקבון עד אחוזים בודדים בלבד, לעומת קרוב ל-100% בפירות הביקורת (פרי מודבק באופן מלאכותי).

עם זאת מסתמנת גם כאן שונות-מה בין פירות שמוטי וולנסיה בתגובתם לטיפול באותם תכשירים; וכך נמצא בפירות שמוטי (ולא בפירות ולנסיה) שבשעה שבפירות שטופלו ב-2-AB רובם המכריע של הרקבונות הם העובש הירוק, הרי באלה שטופלו בת.ב.ז. לבד או בשילוב עם 2-AB, הרקבונות הם בעיקר מהסוג של העובש הכחול.

שילוב של אימזליל עם ת.ב.ז. נבדקו שילובים של ריכוזים שווים (מ² 250 ח"מ עד 2000 ח"מ ח"פ) של אימזליל ות.ב.ז., וכן, לשם השוואה, ריכוזים מקבילים של כ"א משני המרכיבים הנ"ל. פירות שמוטי וולנסיה הודבקו באופן מלאכותי בנבגי גזע רגיש לבנואימידזולים (גזע בר) של העובש הירוק (*P. digitatum*) ונבדקה יעילותם של התכשירים השונים בהדברת הרקבון. מתוצאות הניסויים מתברר, שהאימזליל

הניתן כטיפול בלעדי הרבה יותר יעיל בהדברת הרקבון מהטיפול בת.ב.ז. בלבד. עם זאת, השילוב של שני חומרי חיטוי אלה נתן תוצאות טובות יותר מאשר טיפול בכ"א משני החומרים לבד בריכוז גבוה יותר מאשר סכום שני המרכיבים של השילוב. מימצא זה, אם יאושר גם בניסויים נוספים, רומז על תופעה של סינרגיזם בין שני הפונגיצידים.

כן יש לציין את התופעה של עיכוב ניכר עד מלא של נביגה ויצירת תפטיר, בעקבות הטיפול באימזליל לבד או בשילוב עם ת.ב.ז., בשעה שאין (או כמעט אין) עיכוב נביגה בעקבות הטיפול בת.ב.ז. יש, איפוא, לזקוף את כושר עיכוב הנביגה לזכותו של האימזליל.

ד) העובש הכחול בטיפולי ת.ב.ז.

משך שנים רבות חזרת על עצמה התופעה המוזרה שבעקבות טיפול בת.ב.ז. מופיע שיעור ניכר של רקבונות העובש הכחול, למרות שהפרי הודבק באופן מלאכותי בנבגי העובש הירוק. אחת האפשרויות לחיפוש הסבר לתופעה זו היא ההנחה שמקור העובש הכחול בקליפת הפרי, לכן נערכו ניסויים בפירות שמוטי בעלי 4 דרגות נקיון שונות (מפרי כמות שהוא עד פרי שחוטא בכוהל ובאש), שהודבקו בנבגי העובש הירוק (נבגים "יבשים" או תרחיף של נבגים) וטופלו באופן מקביל בריכוזים שונים של סאופ"פ. ות.ב.ז.

הנתונים טרם סוכמו סופית, אולם מתקבל הרושם שהניסויים עוד לא פתרו את הבעיה, שכן משך אחסון הפרי ובעקבות הטיפול בת.ב.ז. נמצאו רקבונות עובש כחול בפירות מכל 4 דרגות הנקיון.

ה) גזעים עמידים

אחת הבעיות החמורות שהתעוררו בשנים האחרונות היא הופעת גזעי-עובש עמידים בפני בנואימידזולים.

בחיפוש אחרי פתרונות אפשריים נערכו ניסויים (בעיקר מעבדתיים) בשני הכיוונים הבאים:

1) נבדקה שורה של חומרי-חיטוי שונים, בריכוזים שונים, בדבר כושרם לעכב מספר תבדידים של העובש הירוק והכחול, חלקם

רגישים (גזעי-בר) וחלקם עמידים בפני
בנזאימידזולים. התברר, שרוב החומרים,
שאינם בנזאימידזולים (אם-כי לא כולם)
מעכבים, כל אחד לפי עוצמתו, את הגזעים
העמידים לבנזאימידזולים באותה מידה (או
כמעט באותה מידה) כמו את הגזעים
הרגישים, בו בזמן מעכבים הבנזאימידזולים
רק את הגזעים הרגישים.

מתוצאות הניסויים מסתמן גם שוני מסוים
בין העובש הכחול והירוק בנוגע לתגובתם של
התבדידים הרגישים והעמידים לחומרי חיטוי
שאינם בנזאימידזולים, אולם את ההסתכלות
הזאת יש לוודא בניסויים נוספים.

(2) מאחר ויש חשש של היווצרות
גזעי-עובש עמידים גם נגד חומרי חיטוי
חדשים, הוכנו תבדידים רבים מפירות הדר
שנרקבו, למרות שטופלו קודם בחומרי
החיטוי השונים (כמו אימזליל, Sonax, 6054
ו-Sisthane) ונבדקה רגישותם לחומרים
המתאימים. במסגרת ניסויים אלו לא נתקלנו
עד כה בתופעה ברורה של עמידות נגד
הפונגיצידיים המסוימים שנבדקו.

(ו) חיתום פלסטי

חיתום הפרי בפוליאתילן צפוף
(HDPE=High Density Polyethylene) נתן
עד כה תוצאות טובות מבחינת כושר
השתמרות הפרי, מוצקותו, טריותו וכדו'.
אולם באריזה כזאת, בה נוצרים תנאים נוחים
להתפתחות פטריות, התעוררו לפעמים
בעיות בקשר לשיעורי הרקבנות בפרי.

להבהרת הנושא נערכו ניסויים בלימונים,
שהודבקו באופן מלאכותי בנבגי הגזע הרגיש
של העובש הירוק ונארזו בניר, או בפוליאתילן
צפוף, בצורה שקית או מכווץ (shrink), אחרי
שחוטאו באימזליל או בסונאכס בריכוזים
הנעים בין 2 ח"מ ל-250 ח"מ, בהשוואה
לביקורת, ללא כל חיטוי.

התברר, שניתן למנוע את הרקבון בפרי ע"י
טבילה בשני התכשירים ושהאימזליל במקצת
יותר יעיל מהסונאכס. עם זאת, יש לבחון את
האפשרות של הרכבת הפונגיצידי בתוך חומר
החיתום, דבר שיחייב גם מעקב אחרי רמת
השאריות של חומר החיטוי בפרי המטופל.

POSTHARVEST TREATMENTS OF CITRUS FRUITS

Y. GUTTER

Various aspects of the postharvest treatment of citrus fruits were studied with the aim of improving the keeping quality of the fruit.

The results of the experiments indicate the following:

1) A number of fungicides, most of them new ones, were tested regarding their ability to control green mold and other decays after harvest. Imazalil gave the best results. Sonax, Corbel, Sisthane and Panoctine were slightly less effective and thiabendazole (TBZ) – which is used extensively in packing houses – was the least effective of those tested.

2) Comparison of various formulations of TBZ has shown that TBZ dissolved in glycolic or hypophosphoric acid is more effective in controlling green molds than is a TBZ suspension such as Tectoril or F-40.

3) A combined treatment of potassium sorbate and TBZ did not control fruit decay much more effectively than TBZ alone, indicating that TBZ has to be credited for most of the antifungal activity.

4) A combination of 2-AB and TBZ has given slightly better results in mold control than either of the two components alone; indications are that a shift takes place in

the blue – green molds relationship towards the blue one.

5) Results obtained with an Imazalil + TBZ combined treatment indicate some synergism in the antifungal activity of these two compounds. Also, Imazalil displayed good antisporulation properties.

6) Results of many experiments with fungicides, including TBZ, show that a decrease in the incidence of green mold is counteracted by an increase in blue molds. The experiments on this subject do not yet provide an explanation for the above phenomenon.

7) Most of the fungicides tested, which do not belong to the group of benzimidazoles, control, more or less, also benzimidazole-resistant strains of the green and blue molds, while benzimidazole fungicides themselves control sensitive strains only. Small – scale preliminary experiments did not reveal resistance towards the new fungicides.

8) Molds of citrus fruits to be sealed in high-density polyethylene, can be controlled by treating the fruit with Imazalil or Sonax, prior to sealing, but attempts to incorporate these fungicides properly in the plastic film have not been successful.