



מחלת כיב ושרף האורן (Pine pitch canker) הנגרמת על ידי הפטרייה *Fusarium circinatum*

ליאור בלנק וסטנלי פרימן

המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים, מרכז וולקני, בית דגן

liorb@volcani.agri.gov.i



תמונה 1: תסמינים של התייבשות ענפים, זיבת שרף והתייבשויות של ענפי עץ אורן הנגוע בפטרייה *Fusarium circinatum*

Picture 1: Resin gumming from cankers on the main trunk and shoot die-back in a pine tree infected with *Fusarium circinatum*.

שאליהם הנבגים נדבקים. בארצות הברית, לדוגמה, הנבגים בודדו מחיפושיות הקליפה (מיני *Ips* ו-*Pityophthorus*) (Storer, Wood, & Gordon, 2004).

התסמין הראשון של המחלה הוא בדרך כלל התייבשות מקצות הצימוח של הענפון כלפי מטה. הפגיעה בעץ מחמירה דרך הידבקות חוזרות, המובילות להתייבשויות נרחבות

מחלת כיב ושרף האורן (Pine pitch canker) היא מחלה קטלנית הנגרמת על ידי הפתוגן הפטרייתי *Fusarium circinatum*, התוקף מיני עצי אורן שונים. הפטרייה פוגעת בשתילים ובעצים בוגרים. הפטרייה זוהתה לראשונה בצפון קרולינה (Hepting & Roth, 1946) ומאז התפשטה למדינות דרום-מזרח ארצות הברית ולקליפורניה, וכן ליפן, מקסיקו, דרום אפריקה וצ'ילה. באירופה, הפגיעה של הפתוגן זוהתה לראשונה רק כ-50 שנה אחר כך, במשתלה בספרד ב-2003-2004 (Landeras, Garcia, Fernández et al., 2005) ומאז הפגיעה נצפתה גם ביערות ונחשבת לבעיה רצינית בצפון ספרד. מאז הפטרייה זוהתה גם בצרפת, לפי שעה במשתלות בלבד ובפורטוגל. בנוסף לכך, הפטרייה זוהתה גם באיטליה ביער אחד ומאמצי סניטציה הצליחו כנראה להכחיד את גורם המחלה וכיום הפתוגן אינו נחשב נוכח במדינה זו. הפטרייה מהווה איום ממשי ליערות ולמשתלות אורנים באזורים שאליהם טרם חדרה. ארגון ה-Euro-Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO).

מחזור החיים של *Fusarium circinatum*

הפטרייה היא אסקומיצט המתרבה בטבע באופן אל-מיני על ידי ייצור מיקרוקונידיה ומקרוקונידיה. הנבגים נובטים בטווח רחב של טמפרטורות, החל מ-5°C, אך הטמפרטורה המיטבית היא 25°C (Inman, Kirkpatrick, Gordon et al., 2008). במעבדה, הפטרייה גדלה על מגוון של מצעים מלאכותיים, אך בטבע הצליחו לבודדה מפונדקאים חיים בלבד (Gordon, Kirkpatrick, Aegerter et al., 2006).

אפידמיולוגיה

ההדבקה של *F. circinatum* היא דרך פצעים בעצים רגישים מכל גיל (Gordon, Kirkpatrick, Aegerter et al., 2006). אם הפצע אינו עמוק דיו כדי לאפשר לנבגים להגיע למערכת הובלת המים בתוך רקמות הפונדקאי, אזי נדרשת לחות אוויר גבוהה לנביטת הנבגים. שני סוגי הנבגים של הפטרייה מופצים על ידי התזת מים, על ידי הרוח ובאמצעות חרקים שונים,

בכותרת העץ. הידבקות נשנות כאלה ניכרות בברור בשל הפרשה רבה של שרף. עצים הנגועים בעוצמה רבה נחלשים והדבקה בחלקים נמוכים של הגזע עלולה להסתיים במותו של העץ (Gordon, Storer, & Wood, 2001). התפשטות המחלה ביער יכולה להיות מהירה והיא תלויה ברגישות מין האורן ובתנאים האקלימיים. בדרך כלל, כאשר המחלה מתבססת באזור מסוים, עצים רבים כבר נוגעו בפטרייה, עוד בטרם הופעת התסמינים האופייניים בעצים המדובקים. שתילים וענפים או בולי עץ שמקורם מעצים חולים, יכולים לאכלס את הפתוגן.

התפשטות המחלה בתוך היער עלולה להתרחש על ידי נבגים הנישאים על ידי הרוח, התזת נבגים על ידי מי גשם או על ידי חרקים המשמשים כווקטורים של גורם המחלה (נבגים וגם חלקי תפטיר). התפשטות למרחקים גדולים צפויה בשל העברת חומר צמחי נגוע, שתילים, קרקע נגועה, זרעים או חלקי עצים לאחר כריתה או דילול, כמו גם על ידי ציפורים ויונקים. ידוע, שהפתוגן זקוק לפצעים כדי להדביק את העצים (Gordon, Storer, & Wood, 2001). ככל הנראה, ההדבקה מתרחשת דרך פצעים טריים, שנוצרו על ידי חרקים המעבירים את הפתוגן (Sakamoto & Gordon, 2006). נמצא שתדירות ההדבקה דרך פצעים שנוצרו באופן מכוני בגיזום היא נמוכה (Sakamoto & Gordon, 2006; Correll, Gordon, & Fox et al., 1991).

בטמפרטורות מתונות, הנבגים יכולים לשרוד במשך שנה אחת או יותר בעץ נגוע (McNee, Wood, Storer et al., 2002). הפתוגן לא שורד היטב בקרקע, אך נשאר חיוני מספיק זמן כדי שמדיום זה יחשב כמקור נגיעות אפשרי של הפתוגן (Storer, Wood, & Gordon, 2004). בנוסף לכך, הפטרייה עלולה להדביק גם שורשים (Garbelotto, Schweigkofler, & Shaw, 2007). שתילים מבוגרים מפרישים שרף בסמוך לקרקע והעלווה משתנה מירוק לצהוב, זאת בעוד ששתילים צעירים שנקטלו זמן קצר לאחר ההדבקה, בדרך כלל לא יראו סימפטומים ייחודיים (Gordon, Storer, & Wood, 2001).

פונדקאי

הפטרייה מנגעת בהצלחה כ-57 מיני אורן, ביניהם גם הארבעה השכיחים בישראל: אורן ירושלים (*Pinus halepensis*), אורן ברוטיה (*Pinus brutia*), אורן הצנובר (*Pinus pinea*) ואורן קנרי (*Pinus canariensis*) (International, 2007). גם אורן מקרין (*Pinus radiata*), הנטוע בהיקפים מצומצמים בארץ, בעיקר בצפון, נמצא רגיש מאוד למחלה (Wingfield, Hammerbacher, Ganley, et al., 2008). לעומת זאת, אורן קנרי, אורן הצנובר ואורן ירושלים נמצאו כעמידים יחסית (Gordon, Okamoto, Storer et al., 1998). בסקר שנערך בקליפורניה נמצא שיעור נגיעות גבוה



תמונה 2: זיבת שרף כתוצאה של נגיעות גורם המחלה.

Picture 2: Flow of resin in an infected tree.



תמונה 3: חתך אורך של ענף אורן שמראה תמותת רקמה צמחית כתוצאה של נגיעות בגורם המחלה. Picture 3: A radial section of a pine branch showing dead plant tissue due to pathogen infection.



תמונה 5: התייבשות אמירי צמיחה ומחטים של שתיל צעיר הנגוע במחלה.

Picture 5: Wilting of needles, dieback and desiccation of the seedling tip.



תמונה 4: חתך רחב של גזע עץ אורן שמראה התחלות של תמותת רקמה צמחית כתוצאה של נגיעות בגורם המחלה.

Picture 4: A cross-section of a pine tree trunk that shows the beginning of plant tissue mortality as a result of infection.

באורן מקרין ושיעור נמוך באופן מובהק בשלושת המינים האחרים: ענפים עם סימפטומים של המחלה נראו רק באורן מקרין (65% מהעצים) ובאורן ירושלים (9%) וסימפטומים בגזע נמצאו רק באורן מקרין (32%) (Gordon, Okamoto, Storer et al., 1998).

בשכיחותן של סופות שעלולות להחליש את העץ להפוך אותו פגיע יותר למחלה.

הדברה ומניעה

כיום, אין עדיין דרכים יעילות לשלוט במחלה במשתלות וביערות. מומלצת גישה אינטגרטיבית, הכוללת הסגר, ניהול מתאים במשתלות ובחירת זנים הרגישים פחות לפתוגן. למניעת הגעת המחלה לישראל יש לפקח על מעבר זרעים וחומר צמחי שמקורו באזורים ממדינות שבהן קיימת המחלה (Wingfield, Hammerbacher, Ganley et al., 2008). אם נמצא הפתוגן במשתלה, מומלץ להחיל הסגר וסניטציה כדי למנוע את התפשטותו. החומר הצמחי הנגוע ומצע הגידול צריכים להישרף.

ביערות שבהם נגיעות המחלה נמוכה, הסרת ענפים ועצים נגועים יכולה להאט את קצב התפשטותה, אך ממשק ניהול זה נמצא כלא יעיל להכחדת המחלה, היות וחלקים אחרים בעץ או בעצים אחרים עלולים להיות נגועים ללא הצגת סימפטומים. עם זאת, אם עץ נגוע קל בלבד ונמצא מבודד יחסית מעצים נגועים אחרים, הסרת ענפים נגועים עשויה לעכב את התפתחותו של מוקד מחלה חדש. בנוסף לכך, ענפים או עצים נגועים עלולים להכיל חרקים שמעבירים את הפתוגן. גיזום ענפים או עצים אלו והרחקתם יקטין את אוכלוסיות החרקים (McNee, Wood, Storer et al., 2002).

באורן מקרין ושיעור נמוך באופן מובהק בשלושת המינים האחרים: ענפים עם סימפטומים של המחלה נראו רק באורן מקרין (65% מהעצים) ובאורן ירושלים (9%) וסימפטומים בגזע נמצאו רק באורן מקרין (32%) (Gordon, Okamoto, Storer et al., 1998).

תפוצת המחלה

נכון לעכשיו, *E. circinatum* נחשב כפתוגן החשוב ביותר של שתילי אורנים במשתלות במספר מדינות ברחבי העולם. הרשות האירופית לבריאות המזון (EFSA) מצאה לאחרונה, כי על פי תפוצת הפונדקאים הנוכחית באירופה ותנאי האקלים, האזורים שבסכנת התפשטות של המחלה כוללים מעל 100 מיליון דונם, מתוך כ-500 מיליון דונם של יערות אורנים באירופה (למעט רוסיה האירופית) (EFSA Panel on Plant Health, 2010). חלק משמעותי מאזורים אלו נמצא סמוך לים התיכון (בצרפת, איטליה וספרד), המהווים את מרכז תחום התפוצה הפוטנציאלי של הפתוגן (Ganley, Watt, Manning et al., 2009). מחקרים שונים הראו, כי שינויי האקלים יובילו לעלייה בשכיחות הפטרייה *E. circinatum* ולהתפשטות לאזורים חדשים (Möykkynen, Capretti, & Pukkala, 2015; Ganley et al., 2009). ממצאים אלו מתבססים בחלקם על עלייה חזויה בתדירות של אירועי אקלים קיצוניים, כגון: יובש, טמפרטורה גבוהה, תנודתיות במזג האוויר ועלייה

pathogenicity, distribution, and canker development in Monterey Pine (*Pinus radiata*). *Plant Dis.*, 75: 676–682.

EFSA Panel on Plant Health (PLH). (2010). Risk assessment of *Gibberella circinata* for the EU territory and identification and evaluation of risk management options. *EFSA J.*, 8: 1620.

Ganley, R. J., Watt, M. S., Manning, L., & Iturriza, E. (2009). A global climatic risk assessment of pitch canker disease. *Can. J. For. Res.*, 39: 2246–2256.

Garbelotto, M., Schweigkofler, W., & Shaw, D. (2007). First report of *Fusarium circinatum*, causal agent of pitch canker disease, from the roots of mature Aleppo pines in California. *Plant Health Prog.*, Febr. 1–2.

Gordon, T. R., Kirkpatrick, S. C., Aegerter, B. J., Wood, D. L., & Storer, A. J. (2006). Susceptibility of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) to pitch canker, caused by *Gibberella circinata* (anamorph=*Fusarium circinatum*). *Plant Pathol.*, 55: 231–237.

Gordon, T. R., Okamoto, D., Storer, A. J., & Wood, D. L. (1998). Susceptibility of five landscape pines to pitch canker disease, caused by *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini*. *HortScience*, 33: 868–871.

Gordon, T. R., Storer, A. J., & Wood, D. L. (2001). The pitch canker epidemic in California. *Plant Dis.*, 85: 1128–1139.

Hepting, G. H., & Roth, E. R. (1946). Pitch canker, a new disease of some southern pines. *J. For.*, 44: 742–744.

Inman, A. R., Kirkpatrick, S. C., Gordon, T. R., & Shaw, D. V. (2008). Limiting effects of low temperature on growth and spore germination in *Gibberella circinata*, the cause of pitch canker in pine species. *Plant Dis.*, 92: 542–545.

Landeras, E., García, P., Fernández, Y., Braña, M., Fernández-Alonso, O., Méndez-Lodos, S., et al. (2005). Outbreak of pitch canker caused by *Fusarium circinatum* on *Pinus* spp. in northern Spain. *Plant Dis.*, 89: 1015–1015.

McNee, W. R., Wood, D. L., Storer, A. J., & Gordon, T. R. (2002). Incidence of the pitch canker pathogen and associated insects in intact and chipped Monterey pine branches. *Can. Entomol.*, 134: 47–58.

Möykkynen, T., Capretti, P., & Pukkala, T. (2015). Modelling the potential spread of *Fusarium circinatum*, the causal agent of pitch canker in Europe. *Ann. For. Sci.*, 72: 169–181.

Sakamoto, J. M., & Gordon, T. R. (2006). Factors influencing infection of mechanical wounds by *Fusarium circinatum* on Monterey pines (*Pinus radiata*). *Plant Pathol.*, 55: 130–136.

Storer, A. J., Wood, D. L., & Gordon, T. R. (2004). Twig beetles, *Pityophthorus* spp. (Coleoptera: Scolytidae), as vectors of the pitch canker pathogen in California. *Can. Entomol.*, 136: 685–693.

Wingfield, M. J., Hammerbacher, A., Ganley, R. J., Steenkamp, E. T., Gordon, T. R., Wingfield, B. D., et al. (2008). Pitch canker caused by *Fusarium circinatum* a growing threat to pine plantations and forests worldwide. *Australas. Plant Pathol.*, 37: 319–334.

כיום, בקליפורניה, ממליצים כי עצים נגועים לא ייכרתו. התברר, שעצים רבים, למרות ההדבקה בפתוגן, יישארו בריאים יחסית בשל עמידות גנטית. אמנם עצים אחרים ייפגעו באופן קשה, אך לאחר זמן יתגברו על המחלה (Gordon, Storer, & Wood, 2001). כריתת עצים יכולה להיות מוצדקת בעיקר באזורים שבהם נמצאו רק מספר קטן של עצים נגועים.

תודות

לפרופ' צביקה מנדל על הערותיו בשלב כתיבת המאמר ולקבוצת FP1406 PINESTRENGTH Pine pitch canker – strategies for management of *Gibberella circinata* in (greenhouses and forests <http://www.pinestrength.eu/> European Cooperation in) COST הממומנת על ידי תכנית (Science and Technology).

מקורות

CAB International. (2007). *Gibberella circinata* (pitch canker). Wallingford, UK.

Correll, J. C., Gordon, T. R., Fox, J. W., Koehler, C. S., Wood, D. L., & Schultz, M. E. (1991). Pitch canker disease in California:

בקיזור נמרץ

מחלת הכיב והשרף של האורן

עומר גולן

אנטומולוג, אגף הייעור, קק"ל

מחלת הכיב והשרף של האורן ידועה לאנשי המדור "להגנה על בריאות היער" באגף הייעור. ניטור המחלה מתבצע בחלקות נטועות צעירות ובמשתלות קק"ל במהלך הסיוורים השגרתיים המתקיימים עם מנהלי השטח והמשתלות. אם המחלה תופיע, אנשי המדור יפעלו נמרצות להכחדתה או לפחות לצמצום המדבק ממנה. מעבר לכך, כל יבוא של זרעים לישראל מצריך רישיון יבוא ובו פירוט הבדיקות הנדרשות לפי הנחיות "השיירותים להגנת הצומח", במשרד החקלאות. זאת, על מנת לצמצם למינימום האפשרי הכנסת נגע הסגר. בנוסף לכך, נעשה בירור באשר למלאי הזרעים הוותיקים המצוי ברשותנו ואשר נרכש ממדינות הסיכון, עוד בטרם התפרסם דבר המחלה. מאמר סקירה זה מנגיש את תיאור המחלה לקוראים ועשוי לשפר את המודעות בקרב היעורנים לקיומה, אף שלא ידוע על הימצאותה בישראל.