

העדר הרעלן אפלאטוכסין בגרעינים של אגוזי-אדמה המיוצרים בישראל

נ. ליסקר, ז.ר. פרנק, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי*



וכחות הרעלן אפלאטוכסין (Aflatoxin) מעל הרמה המותרת – פוסלת את המוצר משימוש כמזון. בעבודתנו מצאנו במחצית מן היבולים

הרבים שנדגמו את הפטרייה *Aspergillus flavus*, שרוב תבדידה מסוגלים להפריש רעלן זה. למרות זאת לא נמצא הרעלן ביבולים אלה, ואנו מייחסים זאת להשקיה הסדירה הנהוגה בארץ ולייבוש הטוב של היבול לפני הדישה בשדה. רק בתנאי מעבדה,

בלחות יחסית מרובה, התהווה אפלאטוכסין בגרעינים המאוכלסים בפטרייה. זנים של אגוזי-אדמה נבדלים ביניהם הן באחוז הזרעים הנדבקים בפטרייה בעוד הצמח בקרקע, והן בשכיחות חדירתה של הפטרייה מן הקרקע אל הזרעים – כמבוטא במספר

* פירסום של מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה' 1994, מס' 1163.

גידולי שדה

באזורי גידול שונים בארץ; בכלל-זה מדגמים שנלקחו בכניסות לבתי-המיון, מיבולי 90 שדות. בחלק מזרעי כל מדגם נבדקה נוכחות הפטרייה, ובחלק האחר – נוכחות הרעלן.

בכמחצית מכלל המדגמים נמצאה הפטרייה בשכיחות של 1% – 20% ממספר הזרעים, ואילו בשאר המידגמים לא נמצאה הפטרייה. אף מדגם אחד לא הכיל את הרעלן אפלאטוכסין (5).

בדיקת כושר תבדידי הפטרייה ליצור את הרעלן

נבדקו 200 תבדידים של הפטרייה, שמקורם בזרעים ממגוון גדול של שדות. התבדידים גודלו במצע נוזלי. הרעלן זוהה, וריכוזו במצע נבדק לאחר 7 ימי הדגרה.

פלאווס (יותר מאשר א' פרזיטיקוס) בגרעינים של אגא"ד וגם בקרקעות שבהן גידלו אותם. נוכחות הפטרייה אינה ערובה לנוכחות הרעלן, ונראה שתנאי ההשקיה הנהוגים בישראל, המונעים עקת יובש בזמן הגידול, והייבוש המהיר לפני הדישה – הם הגורמים הראשיים להעדר אפלאטוכסין בגרעינים המיוצרים בישראל. נעיר כאן, שהפטריית המפרישות אפלאטוכסין נבדלות מהפטרייה אספרגילוס שחור (*A. niger*) בכך, שהאחרונה אינה יוצרת אפלאטוכסין אלא גורמת חולי-נופל בנבטים ונבילת צמחים בשדות אגא"ד.

דגימת יבולים לשם בדיקתם
נבדקו יותר מ-300 מדגמים, שמקורם

מושבות הפטרייה הנישאות בזרעים לכל 100 סמ"ר של קליפת התרמיל.

מבוא

במשך עשרות שנים של יצוא אגא"ד המיוצרים בישראל, רק לעתים נדירות נפסלו משלוחים בשל הימצאות הרעלן אפלאטוכסין (*Aflatoxin*) בהם מעל לתקן. את הרעלן הזה מייצרים שני מיני פטריות, *Aspergillus flavus* ו-*A. parasiticus*, והוא מסוכן לאדם ולחי בשל תכונותיו המסרטנות. תכולתו מעל לריכוז מסוים – המשתנה לפי התקנות של המדינות השונות – פוסלת את הגרעינים ואת מוצריהם (חמאת בוטנים וכוספה) משימוש בהם כמזון למאכל או לאביסה. בישראל נמצאה הפטרייה אספרגילוס

נמצא, שמיעוט מכלל התבדידים לא יצרו אפלאטוכסין, חלקם יצרוהו בריכוזים זעירים, וכ-40% מהם יצרוהו בריכוז רב מ-10 מ"ג במ"ל. ברוב המקרים נמנה האפלאטוכסין עם הקבוצה B, דבר המאפיין אספרגילוס פלאווס (4).

ממספר מדגמים נגועים בפטרייה נלקחו מכסות זרעים להדגרה בלחות אוויר מרובה. כעבור פרקי-זמן שונים נבדקה תכולת האפלאטוכסין בכל זרע לחוד. רוב הזרעים שנמצאו נגועים בפטרייה הכילו את הרעלן, אך בריכוז לא אחיד: זרעים שונים הכילוהו בריכוזים שונים (5); וכצפוי, הזרעים הנקיים מן הפטרייה לא הכילו את הרעלן.

עמידות זנים לחדירת *A. flavus* לתוך התרמיל

נמצא, שזני אגא"ד המקובלים בארץ (שולמית, חנוך) רגישים לחדירת הפטרייה. לפיכך נבחנו זנים שונים לשיעור חדירת הפטרייה אל הזרעים שבתוך התרמיל. הניסויים נעשו הן בשדה והן באילוח מלאכותי של הקרקע באספרגילוס פלאווס המסוגל לייצר אפלאטוכסין. התוצאות נמדדו במעבדה, הן בשיטה המקובלת של אחוז הזרעים הנגועים בפטרייה והן בשיטה שפיתחנו. אנו מתייחסים לשטח המגע של התרמיל עם הקרקע: בזן שתרמילו גדול - שטח פני התרמיל גדול, ומרובים סיכויי הפטרייה שבקרקע לפגוש את התרמיל; וככל שהזן קטן-תרמיל - פוחתים סיכויים אלה. לפיכך, בשיטתנו, נקבע מספר מושבות הפטרייה ב-100 זרעים, ומספר זה מיוחס לשטח הפנים הכולל של התרמילים שמהם הופקו זרעים אלה (2). מכיון שהמכנה המשותף הוא שטח הקליפה - ניתן להשוות זנים שהם שונים זה מזה בגודל התרמיל ובמספר הזרעים בו. מספר המושבות ליחידת השטח הוא הקריטריון לשיעור חדירת הפטרייה דרך קליפת התרמיל אל הזרע, ומהווה אומדן של חדירות הקליפה לפטרייה.

בניסוינו מצאנו (ר' טבלה 1), שבזן EC-21115 אחוז

26/1.

השוואת השכיחות של אספרגילוס פלאווס בחמישה זנים. הצמחים גודלו בקרקע שאולחה בפטרייה באופן אחיד.

מספר מושבות מיוחס ליחידה של 100 סמ"ר של קליפת התרמיל ²	מספר מושבות הפטרייה לכל 100 זרעים ¹	כינוי הזן
0.7 א	2.7 א	לבקן
3.4 ב	6.0 אב	EC-21115
2.3 ב	20.0 אב	חנוך
4.6 בג	38.7 ב	שולמית
7.4 ג	30.0 ב	אומר

¹מדד לנגיעותה של מכסת הזרעים של הזן הנבדק.

²אומדן רגישותה של קליפת התרמיל לחדירת הפטרייה לתוך התרמיל. נתונים בעמודה, המסומנים באותה אות - אינם נבדלים זה מזה מבחינה סטטיסטית (P=0.05).

הזרעים הנגועים באספרגילוס פלאוס אמנם קטן; אך לפי האומדן, חדירת הפטרייה דרך קליפת התרמיל מרובה. לעומת זאת, הזן "לבקן", מטיפוחיו של י. גוטשטיין (1), עומד בשני הקריטריונים: אחוז הזרעים הנגועים בפטרייה הנדונה קטן, וגם חדירתה דרך הקליפה מועטה לפי האומדן. זן זה חשוב כשלעצמו, וגם כמקור לעמידות בפני אספרגילוס פלאוס.

דיון

בעבודה זו הראינו, ששכיחים השדות שיבוליהם מכילים את הפטרייה אספרגילוס פלאוס, בשכיחות זו או אחרת; ואולם, בבדיקותינו לא נמצא אפלאטוכסין בזרעים, אף שרוב תבדידי הפטרייה מסוגלים ליצור את הרעלן הזה. כמו כן המחשנו במעבדה את הידוע (3), שבמשך החזקת יבול נגוע (תרמילים או זרעים) בלחות מרובה – הפטרייה נעשית פעילה, ונוצר אפלאטוכסין ברוב הזרעים הנגועים בה.

לפי מחקרים שנעשו בחו"ל, הפטרייה פעילה בתנאי שדה – כאשר הצמח סובל מעקות יובש עקב עצירת גשמי הקיץ. ואכן, בתנאים אלה נוצר אפלאטוכסין עוד לפני האסיף (6). ואילו אצלנו, עקות יובש

הן נדירות וגם קצרות, כי שדותינו מושקים בהמטרה במועדים המתוכננים מראש. כמו כן, באזורים רבים בעולם שורר מזג-אוויר לח ואף גשום בזמן האסיף והייבוש, והיבול נותר לח במידה המאפשרת פעילות א' פלאוס לאחר האיסוף: באיסוס ובמשלוח. ואילו הזנים שבארץ בכירים במידה המאפשרת לחמוק מגשמים מוקדמים, או שהם מגודלים באזורים שבהם הגשם נדיר בעת האסיף, או שני הדברים כאחד. לפיכך, ביבולי אגא"ד בארץ מתייבשים התרמילים והזרעים שבתוכם לדרגת לחות נמוכה שבה אין הפטרייה פעילה. ואכן, ההנחיות של מועצת אגוזי האדמה ושה"מ הן, שאין לאסוף יבול מן השדה אלא כשהלחות בתרמילים 11% ופחות, והמשלוחים נבדקים בפתח מכון המיון למידת הלחות בהם. אנו מצאנו משלוחים, שבהם היתה הלחות בזרעים שבתוך התרמילים – אף פחות מ-8%. ואולם, תרמילים בשלים או זרעים יבשים עלולים לספוג לחות וכתוצאה מכך אף להתעפש מן הפטריות המקננות בהם, ובכללן אספרגילוס פלאוס, ואלה יתפשטו ביבול כאשר האיסוס או המשלוח אינם נעשים בתנאים נאותים.

ספרות

ככל שאספרגילוס פלאוס יפחת לחדור לתוך התרמיל – כן תפחת סכנת התהוות אפלאטוכסין. לקליפת התרמיל חלק חשוב בהפחתת חדירתה של פטרייה זו אל הזרעים (2). זנים עמידים לפטרייה הם בעלי ערך בתברואת המוצר – אפילו בארצות שחונות ובתנאי השקיה סדירה. אצלנו, למשל, רוב התבדידים ("הגזעים") של אספרגילוס פלאוס שבשדותינו עלולים, בתנאי אחסנה או משלוח לחים, ליצור אפלאטוכסין בתוך הזרעים.

1. גוטשטיין י. (1992). "השדה" ע"ב: 1229 – 1230.
- Frank, Z.R., Smulevitch, Y. and Lisker, N. (1994). *Euphytica* 75: 207 - 213.
3. Lisker, N. and Lillehoj, E.B. (1991). in: *Mycotoxins and Animal Foods* pp. 689 - 719. CRC Press, USA.
4. Lisker, N., Michaeli, Rina and Frank, Z.R. (1993). *Mycopathology* 122: 177 - 183.
5. Lisker, N., Michaeli, Rina and Frank, Z.R. (1994). *Mycotoxin Res.* 10: 47 - 55.
6. Sanders, T.H., Cole, R.J., Blankenship, P.D. and Hill, R.A. (1985). *Peanut Sci.* 12: 90 - 93.