

מזהמי מזון כימיים

מזהמי מזון הם חומרים שאינם מוספים למזון במכוון, אך הם עלולים להימצא בו. יש בהם חומרים אי־אורגניים ואורגניים שמגיעים לשרשרת המזון ממגוון מקורות, כגון זיהום סביבתי, שיטות גידול, תהליכי ייצור ועיבוד, תנאי אחסון ואריזה. יש הנוצרים באופן טבעי – באדמה, במים או באוויר, ויש שהם תוצר לוואי של תהליך העיבוד והייצור עצמו.

חומרים רעילים כדוגמת דיוקסינים, תרכובות פרפלאורואלקיליות ופוליפלאורואלקיליות (per- and polyfluoroalkyl substances – PFAS) ביפנילים עתירי כלור (polychlorinated biphenyls – PCBs) וביפנילים עתירי ברום (polybrominated biphenyls – PBBs), מיקוטוקסינים, אלקלואידים, מתכות כבדות ופחמימנים ארומטיים רב־טבעתיים (polycyclic aromatic hydrocarbons – PAHs) נמצאים כמעט בכל מקום בסביבה. אפשר למוצאם בחומרי הזנה לבעלי חיים ולפיכך גם במזון מן החי. נוסף על כך, בגידול חיות משק נעשה שימוש בתרופות וטרינריות וחומרי הדברה, ולכן הם עלולים להימצא במוצרי מזון מן החי.

עבור רבים ממזהמי מזון כימיים אלה אין ערך סף בטוח. עם זאת, ערכי חשיפה מקובלים חושבו לרבים מהם על ידי ארגונים בין־לאומיים כדוגמת ועדת המומחים המשותפת לתוספי מזון ותרופות של ארגון הבריאות העולמי ושל ארגון המזון והחקלאות (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – JECFA) ועל ידי ארגונים אזוריים כדוגמת הרשות האירופית לבטיחות המזון (European Food Safety Authority – EFSA). חשיפה למזהמים אלה מעל רמה מסוימת עלולה לגרום לפגיעה בבריאות האדם. הפגיעה תלויה בסוג המזהם, ברמת החשיפה, במשך החשיפה ובמאפייני האדם הנחשף.

בישראל, כבמקומות רבים בעולם המערבי, האחראיות לנקיטת האמצעים הנדרשים לצמצום רמות מזהמי מזון כימיים לרמה המינימלית האפשרית מוטלת על כל עסק מזון. האחראיות לייצר, לייבא ולשווק מזון בטוח קבועה בחוק הגנת בריאות הציבור (המזון) התשע"ו–2015. כמו כן, משרד הבריאות קבע רמות מרביות מותרות של מזהמי מזון, כגון מתכות כבדות, דיוקסינים, ביפנילים עתירי כלור, פחמימנים ארומטיים רב־טבעתיים ומיקוטוקסינים.

בחינת ההתקדמות שהושגה משנת 2017

בדוח בריאות וסביבה בישראל 2017 הוגדרו אתגרים לקידום התחום של מזהמי מזון כימיים. להלן סקירת ההתקדמות בשלוש השנים האחרונות.

האתגר: ביצוע סקר אלומיניום במזון לתינוקות

בקצה: הסקר בוצע. רמות אלומיניום מעל סף הכימות נמצאו בכל הדגימות שנלקחו מפורמולות צמחיות של מזון לתינוקות ובכ־60% מהדגימות של פורמולות מבוססות חלב.

עיקר החשיפה של האוכלוסייה לאלומיניום נעשית דרך המזון. מחקרים טוקסיקולוגיים בבעלי חיים הראו כי לכמה תרכובות אלומיניום יש פוטנציאל לגרום לרעילות עצבית ולהשפיע על מערכת הרבייה הגברית. במחקרים שנעשו בבני אדם, בקרב חולים שעברו דיאליזה, נצפו השפעות עצביות בחשיפה מתמשכת לריכוזים גבוהים של תרכובות אלומיניום. מחקרים מספר הראו קשר בין חשיפה לאלומיניום ובין מחלות ניווניות, אך מחקרים אלה אינם מבוססים די הצורך כדי לקשור בין חשיפה לאלומיניום למחלות אלה.

תינוקות הם אוכלוסייה רגישה שצריכת המזון שלה אינה מגוונת. לכן החליט שירות המזון הארצי במשרד הבריאות לקיים סקר לזיהוי וכימות של אלומיניום בתרכובות מזון לתינוקות. במסגרת הסקר נדגמו תרכובות מזון לתינוקות, הנפוצות בשוק הישראלי ובבתי חולים, הן אבקות להכנה ביתית הן תרכובות מוכנות לצריכה. במסגרת הסקר נעשתה הערכת חשיפה שהשוותה בין רמות האלומיניום לערך הסף שנקבע על ידי JECFA והרשות האירופית לבטיחות המזון. בסקר נמצא כי בכל דגימות המזון הצמחי לתינוקות היה אלומיניום ברמה הניתנת לכימות (מעל ה-LOQ – limit of quantification), ואילו בפורמולות המבוססות על חלב לא נמצא אלומיניום בכ־40% מהדגימות. רמות האלומיניום שנמצאו במזון צמחי לתינוקות גבוהות בממוצע מאלה שנמצאו במזון מבוסס חלב. מקור האלומיניום יכול להיות באריזה או בפולי סויה הצוברים אלומיניום באופן טבעי. גם שאריות אלומיניום ברכיבים אחרים של הפורמולות הצמחיות המבוססות על סויה וכן זיהום במהלך העיבוד יכולים להיות בגורמים להימצאות אלומיניום בתרכובות מזון לתינוקות.

האתגר: ביצוע סקר פתלאטים במזון לתינוקות

בקצה: בדיקות שנעשו לאריזות פורמולה לתינוקות בעת הייבוא העלו שהן עומדות בתקן הישראלי. על כן התייתר הצורך בעריכת הסקר.

פתלאטים הם קבוצת כימיקלים המשמשים בתהליכים תעשייתיים כדי לחזק את הפלסטיק ולהגמישו. חשיפה לכימיקלים אלה קיימת במקרים של נדידתם מאריזות המזון למזון או למשקה.

תקן 5113 הוא תקן ישראלי רשמי ומחייב, והוא נוגע לאריזות פלסטיק של מזון. תקן זה חל גם על אריזות אלומיניום עם ציפוי פלסטיק, המאפיינות מזון לתינוקות. התקן עבר כמה עדכונים מאז 2017, ונקבעו בו רמות מרביות מותרות של פתלאטים, בהתאמה לרגולציה האירופית. אריזות מזון לתינוקות מיובאות לישראל, ועל פי צו ייבוא חופשי נבדק אם הן עומדות בתקן 5113. במסגרת בדיקות אלה לא נמצאו חריגות ברמות הפתלאטים. לאור הממצאים, ומאחר שרוב מזון התינוקות מיובא, התייתר הצורך בביצוע הסקר לזיהוי וכימות של פתלאטים במזון לתינוקות.

מקרא: התקדמות משמעותית ■ התקדמות מסוימת ■ התקדמות מעטה או ללא התקדמות ■

האתגר: הקמת מאגר מידע על צריכת מזון בישראל, המבוסס על סקרי בריאות ותזונה תקופתיים ועל ביצוע של הערכות חשיפה מדויקות יותר למזהמים שמקורם במזון בקרב האוכלוסייה הכללית ותת־אוכלוסיות כגון ילדים ונשים הרות

בקצרה: נעשה שימוש במידע מסקרי רב מב"ת לצורך הערכות חשיפה לחומרי הדברה. אושר תקציב לעבודת ההכנה הנדרשת ליצירת בסיס נתונים על צריכת מזון מנתוני סקרים אלה. המכרז לביצוע עבודה זאת יפורסם בעתיד.

במסגרת סקרי רב מב"ת נאספו נתוני צריכת מזון ממדגם מייצג של האוכלוסייה בישראל. כדי שיהיה אפשר להשתמש בנתונים שנאספו להערכת חשיפה של האוכלוסייה הכללית ושל תת־אוכלוסיות בישראל למזהמים שמקורם במזון, יש צורך בפירוק המזונות שדווחו על ידי המשתתפים למרכיביהם על פי מתכונים. נוסף על כך הנתונים מסקרי רב מב"ת משמשים להערכות חשיפה ראשוניות של קבוצות גיל שונות של ילדים לחומרי הדברה.

האתגר: הקמת פרויקט TDS (Total Diet Study) בישראל

בקצרה: לנוכח מגבלות תקציביות ולוגיסטיות, לא הוחלט בשלב זה על הקמת הפרויקט בישראל.

פרויקט TDS בוחן את כלל המזונות שהאדם צורך באופן שהוא צורך אותם, והוא כולל איסוף דגימות מזון הנצרך על ידי האוכלוסייה הכללית ותת־אוכלוסיות מהשווקים השונים, הכנת האוכל באופן המקובל של צריכתו וערבוב המזונות לכמה דגימות כוללות (composite samples). דגימות מעורבות אלה של מזון נבחנות לזיהוי וכימות של מזהמים שמקורם במזון, ובהם חומרי הדברה, מזהמים סביבתיים אחרים, רעלנים טבעיים וחומרים שנדדו מאריות מזון. מטרת פרויקט כזה היא הערכה כמותית של כימיקלים שהציבור נחשף אליהם ממזון, מתוך הבחנה בין תת־קבוצות באוכלוסייה. לנתונים אלה תרומה של ממש להערכת ההשפעות הבריאותיות האפשריות של חשיפה למזהמים ממזון. היתרון בגישה זו של TDS הוא שהמזון נבחן כפי שהוא נצרך (לדוגמה, לאחר שטיפה, קילוף או בישול), ולפיכך התמונה המתקבלת מדויקת יותר. לכן כמה מדינות ברחבי העולם הקימו פרויקטים לאומיים מסוג זה.

הקמת פרויקט TDS מצריכה פעולות שונות, בהן בניית תוכנית דיגום המייצגת את צריכת המזון בישראל, תעדוף החומרים שחשוב לבדוק, כתיבת פרוטוקולים ברורים הן לדיגום הן להכנת המזון, הקמת מערך להכנת המזון באופן שהוא נצרך, ופיתוח יכולות לוגיסטיות לשינוע המזון ואחסונו וכן יכולות מעבדתיות לבדיקת החומרים הנדרשים על פי התעדוף. כל אלה דורשים השקעת משאבים גדולים הן בכוח אדם הן בתקציבים. לא חלה התקדמות בהקמת הפרויקט המדובר בשל מגבלות תקציב.

מחקרים על מזהמי מזון כימיים בישראל

♦ חוקרים ממרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי בחנו את ההשפעות של שימוש בחומר ההדברה פוספין על גרעיני חיטה במהלך אחסונם ועל המיקרוביום של החיטה, ובכלל זה פטריות יוצרות מיקוטוקסינים. השימוש בפוספין גרם לשינויים בהרכב אוכלוסיית החיידקים, וככל שרבו הטיפולים בפוספין כך חלה ירידה בגיוון הרכב אוכלוסיית החיידקים בחיטה המאוחסנת, אולם לא היה אפקט דומה על אוכלוסיית הפטריות. בחינת מיקוטוקסינים בחיטה המטופלת העלתה הימצאות של רעלני פוזריום, ובעיקר deoxynivalenol¹.

- בעקבות זיהוי מחלת ארגוט בשדות סורגום, בפעם הראשונה בישראל, היה הכרח להשמיד תוצרת רבה משדות אלה. חוקרים ממרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי בחנו וזיהו את פרופיל האלקלואידים של הארגוט בשדות הנגועים. הרכיב דיהידרוליזרגול זוהה בפעם הראשונה כאלקלואיד מרכזי של ארגוט. הערכת בטיחות של תחמיצי הסורגום הנגוע, בהתחשב בפרופיל האלקלואידים, העלתה כי תחמיץ הסורגום בטוח לצריכה עבור בעלי חיים.²
- במחקר שערכו חוקרים ממרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי ומהמכון הווטרינרי ע"ש קמרון פותחה שיטה לזיהוי מגוון פטריות טוקסיגניות ומיקוטוקסינים בחיטה.³
- חוקרים במרכז וולקני של מינהל המחקר החקלאי בחנו דגימות חלב פרה וחלב עיזים הנמכרים בשווקים בישראל וזיהו בהם חומרי הדברה ושאריות תרופות. בכ-50% מדגימות החלב שנבדקו נמצאו כמה חומרי הדברה באותה דגימה.⁴

אתגרים לשנים הבאות

הערכת החשיפה למזהמים שמקורם במזון היא שלב חשוב בתהליך הערכת הסיכונים ממזהמים אלה, והשימוש בנתוני צריכת מזון חשוב לביצוע הערכות חשיפה ייחודיות לאוכלוסייה בארץ. נתונים מקיפים על צריכת מזון של האוכלוסייה בישראל נאספים במסגרת סקרים תזונתיים, דוגמת סקרי רב מב"ת, אך הנתונים כמעט ואינם מנוצלים לצורך הערכות סיכונים של מזהמים במזון. ביצוע הערכות חשיפה למזהמים, כגון מתכות כבדות, בהסתמך על נתונים מסקרי רב מב"ת ונתוני ניטור ביולוגי, הם אתגר מתמשך.

שירות המזון הארצי מבצע סקרים תקופתיים של מזהמים במזון (כולל מיקוטוקסינים במזון, ארסן באורז ובמוצרי אורז ואלומיניום במזון לתינוקות). חלק מתוצאות הסקרים האלה לא פורסמו. במסגרת המאמץ להגביר את השקיפות כלפי הציבור, שירות המזון הארצי מתכנן לפרסם נתונים שנאספו בסקרים אלה.

שינויי אקלים משפיעים על התרבות פטריות טוקסיקוגניות, ובמקומות שונים בעולם כבר נצפית מגמת עלייה ברמות מיקוטוקסינים בגידולים אכילים. החקיקה בישראל קובעת רמות מרביות מותרות של מיקוטוקסינים עיקריים בכמה קטגוריות מזון, כגון אגוזים, חלב, דגנים וקטניות. בעקבות הרחבת הידע בנושא והתקדמות ביכולות האנליטיות לזיהוי וכימות של מיקוטוקסינים, שירות המזון הארצי מתכוון לעדכן את החקיקה הקיימת ולהרחיבה במידה ניכרת – הן בסוגי המיקוטוקסינים שעבורם ייקבעו רמות מרביות הן בקטגוריות המזון.

שירות המזון הארצי מתכנן גם להפוך לתקנות את הקווים המנחים לכמות מרבית של מתכות כבדות במזון. לצורך קידום תקנות כאלה, נדרשת העמקת שיתוף הפעולה עם השירותים הווטרינריים במשרד החקלאות ופיתוח הכפר. תוצאות סקר שערכו השירותים הווטרינריים לזיהוי וכימות של מתכות כבדות במזון מן החי, מלמדות שצריכת מזון מן החי עלולה להיות מקור חשיפה למתכות כבדות. בשנת 2018 נמצאו שאריות של ארסן מתחת לרמה המותרת בכ-65% מדגימות דגי הבריקה, וב-49% מדגימות דגי הבריקה היו שאריות כספית, אף הן מתחת לרמה המותרת. בדגימות מדגי ים נמצאו חריגות רבות של ארסן, ושאריות של קדמיום וכספית מתחת לרמה המותרת נמצאו בכ-50% מהדגימות. כמו כן נמצאו שאריות של קדמיום מתחת לרמה המותרת ב-98% מדגימות עוף הודו וביותר מ-40% מדגימות הפטם.⁵ יש צורך בהערכת סיכונים על סמך נתונים שנאספים על ידי גורמי רגולציה שונים (משרד הבריאות ומשרד החקלאות ופיתוח הכפר) כדי להביא בחשבון את החשיפה הפוטנציאלית למתכות כבדות הן ממזון מן החי הן ממזון מן הצומח.

דיוקסינים הם תוצרי לוואי של בעירה בלתי מבוקרת וכן בעירה המתרחשת בתהליכים תעשייתיים. דיוקסינים נמצאו בכל מקום – באוויר, קרקע, מים, משקעים ומזון. חשיפה ממושכת לדיוקסינים נקשרת להחלשה של מערכת החיסון, להשפעה על התפתחות מערכת העצבים, לפגיעה במערכת ההורמונלית ובתפקודי פוריות, וכן לתחלואה בסרטן. סקר הדיוקסינים האחרון בישראל פורסם בשנת 2013. במסגרתו נדגמו במקומות שונים בישראל מוצרי מזון בעלי פוטנציאל גבוה להימצאות דיוקסינים, ועל פיהם חושבה החשיפה הממוצעת של אדם בוגר – לדיוקסינים, לפורנים ולביפנילים עתירי כלור דמויי דיוקסין. יש צורך בסקר חדש לזיהוי וכימות של דיוקסינים במזון בישראל ולחישוב מידת החשיפה של הציבור לתרכובות אלה.

אתגר נוסף הוא הגשת נתוני סקרים של מזהמים במזון בישראל למאגרי מידע בין-לאומיים. ארגון הבריאות העולמי מפעיל מאגר נתונים הכולל מידע מניטור של מזהמי מזון. מערכת זו מספקת מידע – לממשלות, לוועדת הקודקס אלימנטריוס (Codex Alimentarius) ולמוסדות רלוונטיים אחרים, וכן לכלל הציבור – על רמות ומגמות של מזהמים במזון, על תרומתם לחשיפה של בני אדם ועל משמעותם בכל הקשור לבריאות הציבור ולסחר הבין-לאומי. שירות המזון הארצי החל בהמרת נתוני מזהמים במזון שנדגם בישראל לפורמט של מאגר הנתונים של ארגון הבריאות העולמי, ויש בכוונתו להגיש נתונים למאגר בין-לאומי זה בקביעות.

תרכובות פרפלוואורואלקיליות ופוליפלוואורואלקיליות הן קבוצה של כימיקלים מעשה ידי אדם המשמשים במגוון רחב של תעשיות בעולם זה שנים רבות. חשיפה ממושכת לתרכובות אלה עלולה להוביל להשפעות בריאותיות שליליות הכוללות כולסטרול גבוה, מחלות של בלוטת התריס, החלשה של מערכת החיסון וסוגים שונים של סרטן. תרכובות אלה עלולות להימצא במזון שאנו צורכים, ומקורן באדמה מזהמת, במי שתייה של בעלי חיים או במי השקיה, באריזות מזון או בציוד לעיבודו. בעוד שנתונים ראשוניים על זיהום מתרכובות פרפלוואורואלקיליות ופוליפלוואורואלקיליות במי שתייה בישראל נאספים, אין נתונים זמינים על הימצאות תרכובות אלו במזון. מתוכנן סקר לבחינת הרמות של תרכובות אלה במזון בישראל.

מקורות

- (1) Solanki, M. K., Abdelfattah, A., Britzi, M., Zakin, V., Wisniewski, M., Droby, S., & Sionov, E. (2019). Shifts in the composition of the microbiota of stored wheat grains in response to fumigation. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1098. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01098>
 - (2) Shimshoni, J. A., Cuneah, O., Sulyok, M., Krska, R., Sionov, E., Barel, S., & Meller Harel, Y. (2017). Newly discovered ergot alkaloids in Sorghum ergot *Claviceps africana* occurring for the first time in Israel. *Food Chemistry*, 219, 459–467. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.182>
 - (3) Sadhasivam, S., Britzi, M., Zakin, V., Kostyukovsky, M., Trostanetsky, A., Quinn, E., & Sionov, E. (2017). Rapid detection and identification of mycotoxigenic fungi and mycotoxins in stored wheat grain. *Toxins*, 9(10), 302. <https://doi.org/10.3390/toxins9100302>
 - (4) Bommuraj, V., Chen, Y., Gal, O., Ben Ari, J., Kertsus-Banchik, E., Barel, S., & Shimshoni, J. A. (2020). Human pharmaceutical and pesticide residues in Israeli dairy milk in association with dietary risk assessment. *Food Additives & Contaminants. Part B, Surveillance*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/19393210.2020.1764114>
- (5) משרד החקלאות ופיתוח הכפר – השירותים הווטרינריים ובריאות המקנה (2019). דו"ח לשנים 2016–2018. https://www.moag.gov.il/vet/dochot-shnatiim/Documents/doch_shnati_2016-2018.pdf (אוחזר ביוני 2020).