



סיכום תוצאות ניטור מיקוטוקסינים במזון בישראל 2008-2012

Summary results of monitoring mycotoxins in food in Israel 2008-2012

שרות המזון הארצי, היחידה לניהול סיכונים

ד"ר זיוה חממא-אלישוב
ד"ר רינה ורסנו



2013

תשע"ד



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור
שרות המזון הארצי
Public Health Services – Food Control Services

רקע

מיקוטוקסינים הינם מטבוליטים משניים המיוצרים ע"י מינים רבים של פטריות. המיקוטוקסינים נוצרים בתוצרת חקלאית, במזון מעובד, לא מעובד ובמזון לבע"ח. הם יכולים להיווצר בצמח, עוד בשדה, בתנאי עקה כמו יובש. גם תנאי אחסון לא נאותים כגון טמפרטורות ולחות גבוהות מאפשרים את התפתחותם. ניתן למוצאם במזון גם לאחר שהפטרייה נעלמה. חלקם עמיד לטמפרטורה גבוהה ועובר בשרשרת המזון.

עד היום זוהו כ- 300 סוגים של מיקוטוקסינים המיוצרים ע"י כ- 350 מיני פטריות. ההנחה היא שכמעט כל המטבוליטים של כל הפטריות, אם יבדקו, ישפיעו במידה טוקסית מסוימת וכל מזון המאולח בפטריות, בתנאים מסוימים, יהיה מזוהם בהם, כשהגורם המגביל לזיהוי הינה שיטת הבדיקה.

באזורים טרופיים ולא מפותחים מיקוטוקסינים אחראים למחלות אקוטיות ואפילו לתמותת אנשים, למרות שמספרם במקומות אלו נמוך יחסית לחולים והמתים ממחלות מדבקות הנגרמות ע"י מיקרואורגניזמים פתוגניים.

במדינות מתועשות עם אקלים ממוזג, כמו צפון אירופה, קשה לאמוד את השפעת המיקוטוקסינים על בריאות האדם בעיקר משום הבקרה על הרמות הגורמות להרעלה אקוטית ואי יכולת, במקרים רבים, לאמוד את ההשפעה הכרונית של המיקוטוקסינים ברמה נמוכה בחשיפה ממושכת.

מיקוטוקסינים הוכחו כבעלי מגוון רחב של השפעות על בריאות האדם ובע"ח. אפלטוקסינים, כולל אפלטוקסין B₁, הינם המיקוטוקסינים הרעילים ביותר והוכחו כגנוטוקסינים (עלולים להשפיע על ה-DNA) וכמסרטנים עבור בני אדם^{1,2}.

סוגי המיקוטוקסינים העיקריים:

אפלאטוקסינים (Alfatoxins) – אפלאטוקסינים מיוצרים על ידי מיני פטריות *Aspergillus*, בעיקר *A. flavus* ו-*A. parasiticus*. לקבוצה זו משתייכים כ- 20 רעלנים, אולם רק הרעלנים M₁, G₂, G₁, B₂, B₁, M₂ נמצאים במזון. כשהחשוב ביותר הוא האפלאטוקסין B₁ שסווג על ידי IARC (סוכנות ה-WHO לחקר הסרטן International Agency for Research of Cancer) ב- 1987 כמסרטן לבני אדם. דרגת הרעילות של האפלאטוקסינים מהרעיל ביותר הינה כדלקמן: G₂ < M₂ < G₁ < M₁ < B₁.

¹ IARC (1993). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 56 (Some Naturally Occurring Substances: Food Items and Constituents, Heterocyclic Aromatic Amines and Mycotoxins. IARC, Lyon, France.

² IPCS (2001). WHO Food Additives Series 47 FAO Food and Nutrition Paper 74. Safety Evaluation of Certain Mycotoxins in Food.



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור
שרות המזון הארצי
Public Health Services – Food Control Services

האפלטוקסינים נוטים לזהם מגוון רחב של מוצרי מזון, כמו: תאנים, אגוזים, בוטנים, דגניים בעיקר תירס, תבלינים שונים, פירות יבשים ועוד.
אפלטוקסין B₁ – רעלן הפוגע בכבד (Hepatotoxin) והינו מוטגני (גורם לפגיעה ב-DNA) לצמחים, בע"ח ובני אדם. ידוע כמסרטן לבעלי חיים ובני אדם.
אפלטוקסין M₁ – רעלן שעלול להימצא בחלב בע"ח ובני אדם שניזונו ממזון מזוהם באפלטוקסין B₁. B₁ עובר הידרוקסילציה בכבד ומתקבל האפלטוקסין M₁, לכן חלב ומוצריו עלולים להיות מזוהמים באפלטוקסין M₁ מבלי שהם מאולחים ע"י עובשים.

אוכראטוקסינים (Ochratoxins) – מיוצרים על ידי מיני פנציליום, החשוב שבהם *Penicillium verrucosum*, ואספרגילוס, בעיקר *A. ochraceus*. אוכרטוקסינים נפוצים ברחבי העולם ומזהמים בעיקר דגניים ומוצריהם, קפה, ענבים ומוצריהם כולל יין, בירה, פירות יבשים ותבלינים.
אוכרטוקסין (OTA) (A) הינו המיקוטוקסין החשוב ביותר בקבוצה זו, יכול להיווצר במהלך האחסון והוא יציב בחום, רעיל במיוחד לכליות (Nephrotoxin) אך גם לכבד, למערכת החיסון, פוגע בהתפתחות העובר, בפוריות ובעל רעילות אקוטית.

פטולין (Patulin) - מיוצר ע"י מספר מיני פנציליום, אספרגילוס ו-*Byssochlamys*, גם בטמפי נמוכות (20-5°C), תלוי במין העובש. המין העיקרי והחשוב מבחינת ההשלכות הבריאותיות הינו ה-*P. expansum* (העובש הכחול). הפטולין יכול להימצא בפירות מעופשים, גרעינים ומזון אחר אבל הזיהום העיקרי בפטולין הינו בתפוחים מעופשים ומוצריהם. הפטולין פוגע בכדוריות הדם, גורם לבצקות וחשוד כמסרטן.

טריכוטצאנים (Trichothecenes) –מיני *Fusarium* רבים מייצרים מיקוטוקסינים מקבוצה זו בעיקר בדגניים. למעלה מ-100 תרכובות משתייכות לטריכוטצאנים אך רק כמה מהם חשובים מבחינה חקלאית ועלולים להופיע במזון. לטריכוטצאנים רעילות אקוטית בריכוזים נמוכים המשתנים באופן חד בין הרעלנים בקבוצה ($LD_{50}=0.5-70 \text{ mg/kg b.w.}$). חשיפה דרך המזון עלולה לגרום לשלשולים והקאות, חולשה, תת לחץ דם ומוות בחשיפה ברמות גבוהות. מיקוטוקסינים אלו אינם מצטברים ומופרשים מהגוף דרך מערכת ההפרשה. שלושה המיקוטוקסינים החשובים בקבוצה זו הינם: DON, T-2 Toxin ו-Zearalenone.

פומוניזינים (Fumonisin) קבוצה המכילה כ-15 רעלנים המיוצרים על ידי עובשי הפוזריום, החשוב מביניהם הוא Fumonisin B₁ שמיוצר ע"י *F. moniliforme* בתירס ומוצריו. הפומוניזינים זוהו רק במהלך שנות התשעים למרות שהשפעותיהם על סוסים נצפו כבר לפני 150 שנה. מיקוטוקסין זה מסיס במים ובעל פעילות ביולוגית רחבה. גורם לדלקות מוח, ריאות, בצקות וסרטן כבד בבע"ח כמו חזירים וחולדות. כמו כן חשוד כמעורב באפידמיולוגיה של סרטן הושט בבני אדם שחלו בדרום אפריקה ובסין. לעיתים קרובות, מופיעים הפומוניזינים במזון עם מיקוטוקסינים



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור
שרות המזון הארצי
Public Health Services – Food Control Services

נוספים כמו אפלטוקסינים. הפומוניזינים הרבה פחות רעילים מהאפלטוקסינים אך מופיעים ברמות גבוהות יותר במזון מאשר האפלטוקסינים.

בשל תפוצתם הרחבה של מיקוטוקסינים בעולם והסכנות הרבות הטמונות בחשיפה אליהם פורסמו ע"י EFSA, JECFA ו-SCF חוות דעת מדעיות על הרעילות וההשפעות האפשריות של מספר רעלני פטריות, אפלטוקסינים³, אוכרטוקסין A⁴, פומוניזינים⁵ וטריכוטצאנים⁶.

למספר גדול של מיקוטוקסינים נקבעה רמת צריכה סבילה ליום (Tolerable Daily Intake-TDI) או לשבוע (Tolerable Weekly Intake-TWI). ערכים אלה מגדירים את רמת החשיפה למיקוטוקסין מסוים לאורך חייו של אדם ללא חשיפה לסיכון משמעותי לבריאות. בהתאם לערכים טוקסיקולוגיים אלה התקין שרות המזון הארצי תקנות המגדירות את הרמות המקסימליות המותרות של מיקוטוקסינים מסוימים במזונות ספציפיים⁷. יצרני ויבואני מזון מחויבים לוודא כי מוצריהם עומדים בהגדרות החוק כולל רמות מיקוטוקסינים. שרות המזון הארצי מכיר בצורך בניטור של מזהמים במזון כמו מיקוטוקסינים, לכן מבצע ניטור שוטף של מיקוטוקסינים במזון המשווק ברחבי ישראל על פי תוכנית שנתית.

המטרות העיקריות של הניטור :

- הגנה על בריאות הצרכן.
- קביעת רמות המיקוטוקסינים בקבוצות מזון שונות לצורך ניתוח בהערכות חשיפה.
- זיהוי סוגי מזון ואו אזורים העלולים להוות גורם לחשש אפשרי.

בימים אלה התקנות בדבר מיקוטוקסינים במזון עוברות הערכה מחודשת, במסגרתה ישונו חלק מהרמות המקסימליות המותרות וכן יתווספו מיקוטוקסינים עבורם יקבעו רמות מקסימליות.

³ **IPCS (1998)**. Safety Evaluation of certain Food Additives and contaminants – WHO Food Additives Series 40 – Aflatoxins. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v040je16.htm>

⁴ **EFSA (2006)**. EFSA evaluates ochratoxin A in food and derives a tolerable weekly intake. [http://www.moh.gov.cy/moh/sgl/sgl.nsf/All/CC235D27BABAE05C225718C0026F286/\\$file/Ochratoxin%20A.pdf](http://www.moh.gov.cy/moh/sgl/sgl.nsf/All/CC235D27BABAE05C225718C0026F286/$file/Ochratoxin%20A.pdf)

⁵ **SCF (2003)**. Updated opinion of the Scientific Committee on Food on Fumonisin B1, B2 and B3. http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out185_en.pdf

⁶ **SCF (1999)**. Opinion of the Scientific Committee on Food on *Fusarium* toxins – Part 1: Deoxynivalenol (DON). http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out44_en.pdf

⁷ <http://www.health.gov.il/LegislationLibrary/health-mazon30A.pdf>



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור
שרות המזון הארצי
Public Health Services – Food Control Services

רמות מיקוטוקסינים במזון בישראל 2008-2012

שרות המזון הארצי באמצעות הלשכות מבצע ניטור שנתי רציף של מיקוטוקסינים במזון המשווק ברחבי הארץ, עם דגש על מוצרי מזון המהווים מטרה לפטריות המייצרות מיקוטוקסינים. הדוגמאות שנאספו מנקודות השיווק וממפעלי הייצור נבדקו לזיהוי נוכחותם וכמותם של מיקוטוקסינים בהתאם לסוג המזון הנבדק. סוגי מזון המיובאים לישראל וידועים כבעלי פוטנציאל לזיהום על ידי מיקוטוקסינים נבדקים אף הם טרם כניסתם לארץ.

הדוגמאות נבדקו במעבדות מוסמכות ומוכרות על ידי משרד הבריאות לבדיקת מיקוטוקסינים:

- המעבדה לבריאות הציבור ע"ש פליקס, שירותי בריאות הציבור, אבו כביר, תל אביב.
- אמינולב בע"מ, קריית ויצמן, נס ציונה.
- בקטוכם בע"מ, החרש 18, נס ציונה.

הבדיקות בוצעו באמצעות HPLC עם IAC (Immunoaffinity Column-IAC) בשיטות המותאמות לסוג המזון ולמיקוטוקסין הנבדק בהתאם לשיטות המוכרות ע"י משרד הבריאות. לפיכך, ישנן דוגמאות עליהן בוצעו מספר בדיקות, כל בדיקה למיקוטוקסין שונה.

בדו"ח זה מוצגות תוצאות הניטור שבוצע בין השנים 2008-2012.

תקנות בריאות הציבור (מזון) (מיקוטוקסינים במזון), התשנ"ו-1996 קובעות רמות מקסימליות מותרות למיקוטוקסינים במזון.

<http://www.health.gov.il/LegislationLibrary/health-mazon30A.pdf>

הרמות המקסימליות המותרות (MRL-Maximum Residue Limits) מפורטות בנספח A.

דוגמא בה נמצא מיקוטוקסין כלשהו ברמה הגבוהה מהמותר על פי תקנות בריאות הציבור (מזון) (מיקוטוקסינים במזון), התשנ"ו-1996, נחשבה כדוגמא חריגה.

רשימת הערכים הגבוליים לזיהוי (LOD - Limit Of Detection) של המיקוטוקסינים מפורטים בנספח B.

התוצאות נותחו בגישה מחמירה, תוצאות בגבול הזיהוי או מתחתיו חושבו על פי ה-LOD ולא כאפס.



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור
שרות המזון הארצי
Public Health Services – Food Control Services

תוצאות ודיון

בין השנים 2008-2012 נדגמו 1,617 דוגמאות ובוצעו עליהן 2,655 בדיקות לזיהוי וכימות מיקוטוקסינים מסוג אפלטוקסינים ואוכרטוקסין A.

תוצאות חריגות התקבלו עבור בדיקות של סה"כ אפלטוקסינים בדוגמא, אפלטוקסין B_1 ואפלטוקסין M_1 . בבדיקות האוכרטוקסין A לא התקבלה כל תוצאה חריגה.

התוצאות מוצגות בגרפים (נספח C) ביחידות של מיקרוגרם לק"ג (ppb), כמקובל ובהתאם ליחידות ה-MRL כפי שנקבעו בתקנות בריאות הציבור (מזון) (מיקוטוקסינים במזון).

רמת האוכרטוקסין A בכל הדוגמאות שנבדקו היתה בגבול ערך הזיהוי (LOD) למיקוטוקסין זה.

אחוז התוצאות שהתקבלו בגבול הזיהוי (LOD) היה גבוה יחסית ונע בין 17.57% ל- 26.17%. התוצאות נותחו בגישה מחמירה – תוצאות בגבול הזיהוי או מתחתיו חושבו על פי ערך ה- LOD ולא כאפס.

הדוגמאות החריגות, בהן התקבל לפחות ערך חריג אחד, היוו חלק קטן מהדוגמאות שנדגמו, אחוזם נע בין 2.11% ל- 6.3%. חלק מהדוגמאות נבדקו לנוכחותם של מספר מיקוטוקסינים, בהתאם לסוג המזון, מסך כל הבדיקות שבוצעו החריגות היוו בין 1.21% ל- 9.65%.

עיקר החריגות נצפו בתבלינים דוגמת פפריקה חריפה ופפריקה מתוקה, כמון, פלפל לבן ופלפל שחור, אך נצפו גם מספר חריגות בחלב גולמי.

בשנת 2008 נאספו 365 דוגמאות בהן בוצעו 518 בדיקות לזיהוי וכימות מיקוטוקסינים. נמצאו 6.3% דוגמאות בעלות תוצאה חריגה אחת לפחות, הבדיקות החריגות היוו 9.65% מסך כל הבדיקות שבוצעו. כ- 17.5% מהתוצאות היו בגבול הזיהוי או מתחת אליו. פירוט התוצאות עבור הדוגמאות שנדגמו בשנת 2008 מוצג בנספח C גרף 1 וסיכום תוצאות הבדיקות מוצג בנספח C גרף 6-I. חריגות נצפו בעיקר בתבלינים כמו: פפריקה חריפה ומתוקה, ציפורן ותערובות תבלינים אך גם בפיסטוק. החריגות היו בעיקר ברמות אפלטוקסין B_1 ובחלק גדול מהמקרים כתוצאה מכך נגרמה חריגה גם ברמת סה"כ אפלטוקסינים.

בפפריקה חריפה נמצאו 6 חריגות מתוך 32 דוגמאות כאשר התוצאות נעו בין 20-35.5 ppb לסה"כ אפלטוקסינים, כאשר הרמה המקסימלית המותרת הינה 15 ppb. בפפריקה מתוקה נמצאו 15



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור
שרות המזון הארצי
Public Health Services – Food Control Services

חריגות מתוך 85 דוגמאות כאשר החריגות בפפריקה המתוקה היו גדולות יותר ונעו בין 201.5-24.7 ppb לסה"כ אפלטוקסינים. רוב החריגות הנ"ל התקבלו בשל החריגות ברמות אפלטוקסין B_1 שהיו בטווח רחב של 200-5.7 ppb.

בשנת 2009 נאספו 237 דוגמאות בהן בוצעו 412 בדיקות לזיהוי וכימות מיקוטוקסינים. 2.11% מהדוגמאות נמצאו כבעלות חריגה מהרמות המקסימליות המותרות, תוצאות אלה היו כ- 1% בלבד מכלל הבדיקות שבוצעו. 20.2% מהתוצאות היו בגבול הזיהוי או מתחתיו. פירוט התוצאות עבור הדוגמאות שנדגמו בשנת 2009 מוצג בנספח C גרף 2 וסיכום תוצאות סה"כ הבדיקות מוצג בנספח C גרף II-6.

חריגות נצפו בדוגמאות בודדות בלבד של פלפל לבן, כמון, בוטנים ודוגמת חלב גולמי. החריגה הגבוהה ביותר התקבלה בדוגמת פלפל לבן 30.4 ppb לסה"כ האפלטוקסינים. לא נמצאו חריגות ברמת B_1 . בדוגמא אחת של חלב גולמי נמצאה חריגה ברמת האפלטוקסין M_1 0.056ppb, כאשר הרמה המותרת הינה 0.05 ppb.

בשנת 2010 נדגמו 188 דוגמאות שנבדקו ב- 322 בדיקות, ב- 3.7% מהדוגמאות נמצאו ממצאים חריגים, התוצאות החריגות היו 5.59% מכלל הבדיקות שבוצעו. 25.5% מהתוצאות היו בגבול הזיהוי או מתחתיו. פירוט התוצאות עבור הדוגמאות שנדגמו בשנת 2010 מוצג בנספח C גרף 3 וסיכום תוצאות סה"כ הבדיקות לשנה זו מוצג בנספח C גרף III-6. חריגות נצפו במספר דוגמאות של פפריקה וחלב גולמי. מתוך 9 דוגמאות חלב גולמי התקבלו 3 דוגמאות עם תוצאות חריגות לאפלטוקסין M_1 , כאשר הרמות נעו בין 0.0627-0.0747 ppb. עיקר החריגות בפפריקה התקבלו ברמות B_1 ונעו בין 21-5.8 ppb.

בשנת 2011 נדגמו 303 דוגמאות עליהן בוצעו 505 בדיקות, ב- 5.3% מהדוגמאות נמצאה חריגה אחת לפחות, התוצאות החריגות היו 6.73% וב- 25.5% מהבדיקות התקבלו ממצאים ברמת גבול הזיהוי או מתחתיו. פירוט התוצאות עבור הדוגמאות שנדגמו בשנת 2011 מוצג בנספח C גרף 4 וסיכום תוצאות סך כל הבדיקות מוצג בנספח C גרף IV-6.

חריגות נצפו בדוגמאות פפריקה מתוקה וחריפה, פלפל שחור, חלב גולמי, דוגמת חלב עיזים ודוגמת בוטנים. מתוך 35 דוגמאות פפריקה מתוקה 10 דוגמאות היו חריגות, ב- 9 מהדוגמאות החריגות התגלתה חריגה ברמת B_1 דבר שגרם גם לחריגות בסה"כ אפלטוקסינים ב- 4 מהדוגמאות. בפפריקה חריפה נמצאו 8 דוגמאות חריגות מתוך 22 דוגמאות, כאשר עיקר החריגות התגלו ברמות B_1 ונעו בין 5.1-25.8ppb, החריגות בסה"כ אפלטוקסינים נעו בין 15.7-57.95ppb. מתוך 6 דוגמאות פלפל שחור 4 דוגמאות היו חריגות עם טווח חריגות של 16.7-58 ppb. החריגות במוצרים אלה היו ברמת סה"כ האפלטוקסינים. שלוש דוגמאות של חלב גולמי היו בעלות ממצאים חריגים מבין 28 דוגמאות שנבדקו כאשר החריגות נעו בין 0.08-0.17 ppb, ה-MRL לאפלטוקסין M_1 בחלב הוא 0.05 ppb.



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור

שרות המזון הארצי

Public Health Services – Food Control Services

בשנת 2012 נדגמו 524 דוגמאות ובוצעו 898 בדיקות. ב-2.7% מהדוגמאות התקבל לפחות ממצא אחד חריג, התוצאות החריגות היוו 3.56% מסך הבדיקות שבוצעו. בכ-26.2% מהבדיקות התקבלו תוצאות בגבול הזיהוי או מתחתיו. פירוט התוצאות עבור הדוגמאות שנדגמו בשנת 2012 מוצג בנספח C גרף 5 וסיכום תוצאות הבדיקות מוצג בנספח C גרף 6-V. חריגות נצפו בעיקר בדוגמאות של אגוז מוסקט ופפריקה מתוקה. בשני המקרים עיקר החריגות היו ברמת אפלטוקסין B_1 ונעו בין 5.3-86 ppb. חריגות אלה גרמו גם לחריגות ברמות סה"כ אפלטוקסינים. מבין 20 דוגמאות של אגוז מוסקט 10 דוגמאות היו בעלות ממצאים חריגים שנעו בין 17-97.7ppb לסה"כ אפלטוקסינים. מבין 67 דוגמאות פפריקה מתוקה נמצאו 8 דוגמאות חריגות, 15.6-19.3ppb לסה"כ אפלטוקסינים.

עיון בדוגמאות בעלות תוצאות חריגות של מיקוטוקסינים שהתקבלו בשנים 2008-2012 מעלה כי הפפריקה תפסה מקום מרכזי. עיקר החריגות בפפריקה התקבלו בשנים 2008 ו-2011, הן מבחינת מספר הדוגמאות החריגות והן מבחינת רמות הממצאים החריגים. ניתן להניח כי לפחות חלק מהסיבה לכך נעוצה במזג האוויר. תנאי לחות מעודדים גידול הפטריות המייצרות מיקוטוקסינים.

תקופת הגידול של הפפריקה בישראל הינה מרץ עד ספטמבר, בשנים 2008 ו-2011 חודש ספטמבר התאפיין בגשמים בכמויות גבוהות מהרגיל לתקופה. ירידת גשם איננה נדירה בספטמבר, אולם, על פי נתוני השירות המטאורולוגי הישראלי כמויות הגשם ומשך אירועי הגשם היו חריגים לחודש זה בשנים אלו⁸. וסביר כי נתון זה השפיע על רמות האפלטוקסינים בפפריקה הגדלה בישראל.

חלק מהפפריקה המשוקת בישראל מיובאת.

מוצרי מזון, הידועים כרגישים לנוכחות פטריות המייצרות מיקוטוקסינים, המיובאים לישראל נבדקים לנוכחות וכימות מיקוטוקסינים רלוונטיים. אחסון לא נאות של מוצרי מזון מאפשר התפתחות פטריות ולכן גם מוצרי מזון שהתקבלו עבורם תוצאות תקינות במעברי הכניסה לישראל יכולים להיות בעלי ממצאים חריגים כשהם מגיעים לנקודות השיווק.

בין השנים 2008-2012 נדגמו 137 דוגמאות חלב לסוגי שנבחנו לזיהוי וכימות רמת אפלטוקסין M_1 . ב-8 דוגמאות התקבלו ממצאים מעבר לרמה המקסימלית המותרת על פי תקנות בריאות הציבור (מזון) (מיקוטוקסינים במזון), 0.05 ppb. ב-2009 נמצאה דוגמא אחת של חלב גולמי עם חריגה קלה. ב-2010 נמצאו 3 דוגמאות חלב גולמי חריגות, הדוגמאות החריגות נדגמו בנובמבר בשלוש רפתות שונות באותו אזור. ב-2011 נמצאו 3 דוגמאות חלב גולמי ודוגמא אחת של חלב עיזים עם ממצאים חריגים, הדוגמאות החריגות נדגמו כולן בחודש מאי מרפתות/דיר באותו אזור. כאשר ב-2 דוגמאות היו חריגות משמעותיות של 0.14-0.17 ppb.

⁸ <http://www.ims.gov.il/IMS/CLIMATE>



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור

שרות המזון הארצי

Public Health Services – Food Control Services

העובדות כי הדוגמאות החריגות נדגמו באותו חודש מרפתות שונות באותו אזור יכולות להצביע כי המקור לאפלטוקסין M_1 הינו מזון הפרות.
ה-MRL לאפלטוקסין M_1 בחלב בישראל הינו נמוך, 0.05 ppb, פי עשר פחות מהמקובל בארה"ב ובקודקס, 0.5 ppb.
לא נמצאו כל ממצאים חריגים בחלב לשתייה.

ניטור מיקוטוקסינים במוצרי מזון בישראל נעשה הן במפעלי היצור, הן מיבוא והן בנקודות השיווק השונות ברחבי הארץ. ניטור זה הינו בראש ובראשונה לצורך פיקוח. כאשר מתקבלים ממצאים חריגים ננקטות פעולות אכיפה בהתאם למקרה: מניעת כניסת מוצרים מיבוא למדינת ישראל, החזרה משיווק ובמקרים בהם קיים חשש לבריאות הציבור אף השמדות של סחורה. בכל מקרה כנ"ל נבדק המקור לזיהום.



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור

שרות המזון הארצי

Public Health Services – Food Control Services

סיכום

- ❖ בין השנים 2008-2012 נדגמו 1,617 דוגמאות ובוצעו 2,655 בדיקות לזיהוי וכימות מיקוטוקסינים מסוג אפלטוקסינים ואוכרטוקסין A.
- ❖ ממצאים חריגים התקבלו רק בבדיקות אפלטוקסינים.
- ❖ הדוגמאות החריגות היוו חלק קטן מהדוגמאות שנדגמו, אחוזם נע בין 2.11% ל- 6.3%.
- ❖ עיקר החריגות נצפו בתבלינים דוגמת פפריקה חריפה ופפריקה מתוקה, כמון, פלפל לבן ופלפל שחור, אך נצפו גם מספר חריגות בחלב.
- ❖ אחוז התוצאות שנמצאו בגבול הזיהוי (LOD) היה גבוה יחסית ונע בין 17.57% ל- 26.17%.
- ❖ הניטור השוטף של מיקוטוקסינים במזון בישראל מאפשר לוודא כי רמת רעלנים אלה נמוכה ככל הניתן, דבר המצמצם את חשיפת הציבור בישראל למיקוטוקסינים כך שלא יהוו סכנה בריאותית.
- ❖ הצורך לצמצם למינימום האפשרי את חשיפת הציבור בישראל למיקוטוקסינים בא לידי ביטוי גם בהערכה המחודשת, שנעשית בימים אלה, בתקנות בריאות הציבור (מזון) (מיקוטוקסינים במזון) במסגרתה יופחתו חלק מהרמות המקסימליות המותרות ויקבעו רמות מקסימליות מותרות עבור מיקוטוקסינים נוספים וקטגוריות מזון נוספות.



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור

שרות המזון הארצי

Public Health Services – Food Control Services

נספח A

פירוט הרמות המקסימליות המותרות למיקוטוקסינים במזון (MRL) על פי תקנות בריאות הציבור (מזון)(מיקוטוקסינים במזון) התשנ"ו-1996.

סוג המיקוטוקסין	סוגי המזון	ריכוז מירבי של המיקוטוקסין (מיקרוגרם לק"ג)
סך כל האפלטוקסינים ($B_1+B_2+G_1+G_2$)	אגוזים, בוטנים, קמח תירס, תאנים ומוצריהם ושאר מזון	15
אפלטוקסין B_1	אגוזים, בוטנים, קמח תירס, תאנים ומוצריהם ושאר מזון	5
אפלטוקסין M_1	חלב ואבקת חלב (מחושב על בסיס חלב)	0.05
פטולין	מיץ תפוחי עץ	50
אוכרטוקסין A	דגנים, קטניות ומוצריהם	50



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור

שרות המזון הארצי

Public Health Services – Food Control Services

נספח B

פירוט הערכים הגבוליים לזיהוי מיקוטוקסינים במזון (LOD), במעבדות המוכרות על ידי משרד הבריאות.

הערכים הגבוליים לזיהוי משתנים בין המטריקסים השונים של המזון :

אפלטוקסינים B_1 , B_2 , G_1 , G_2 (כל אחד בנפרד) - 0.3-0.5 ppb.

סה"כ אפלטוקסינים - 1.2-2 ppb.

אפלטוקסין M_1 - 0.02-0.05 ppb.

אוברטוקסין A - 2-5ppb.

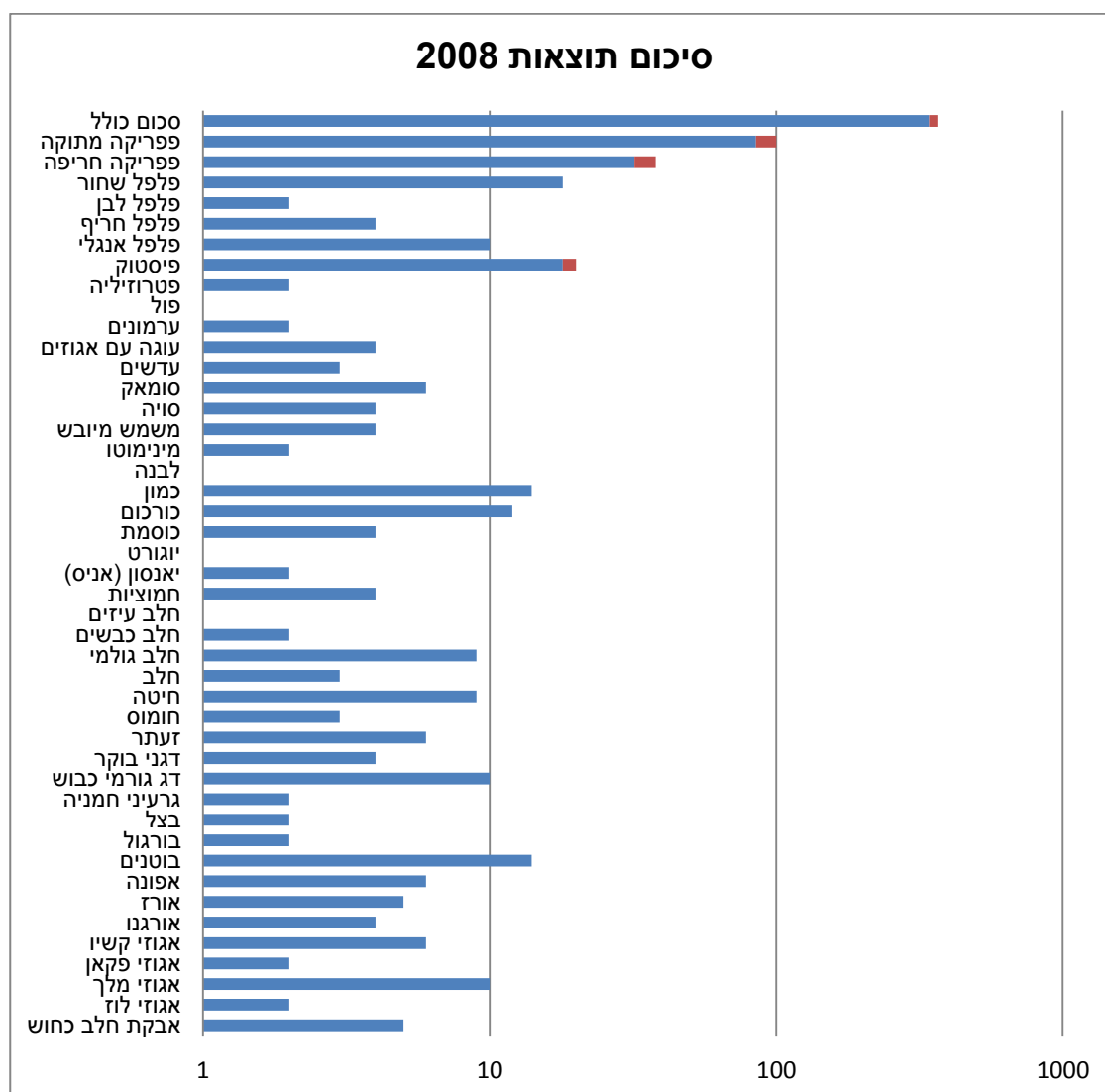


**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור
שרות המזון הארצי
Public Health Services – Food Control Services

נספח C

תוצאות ניטור מיקוטוקסינים במזון מפורטות על פי שנים בגרפים 1-5.

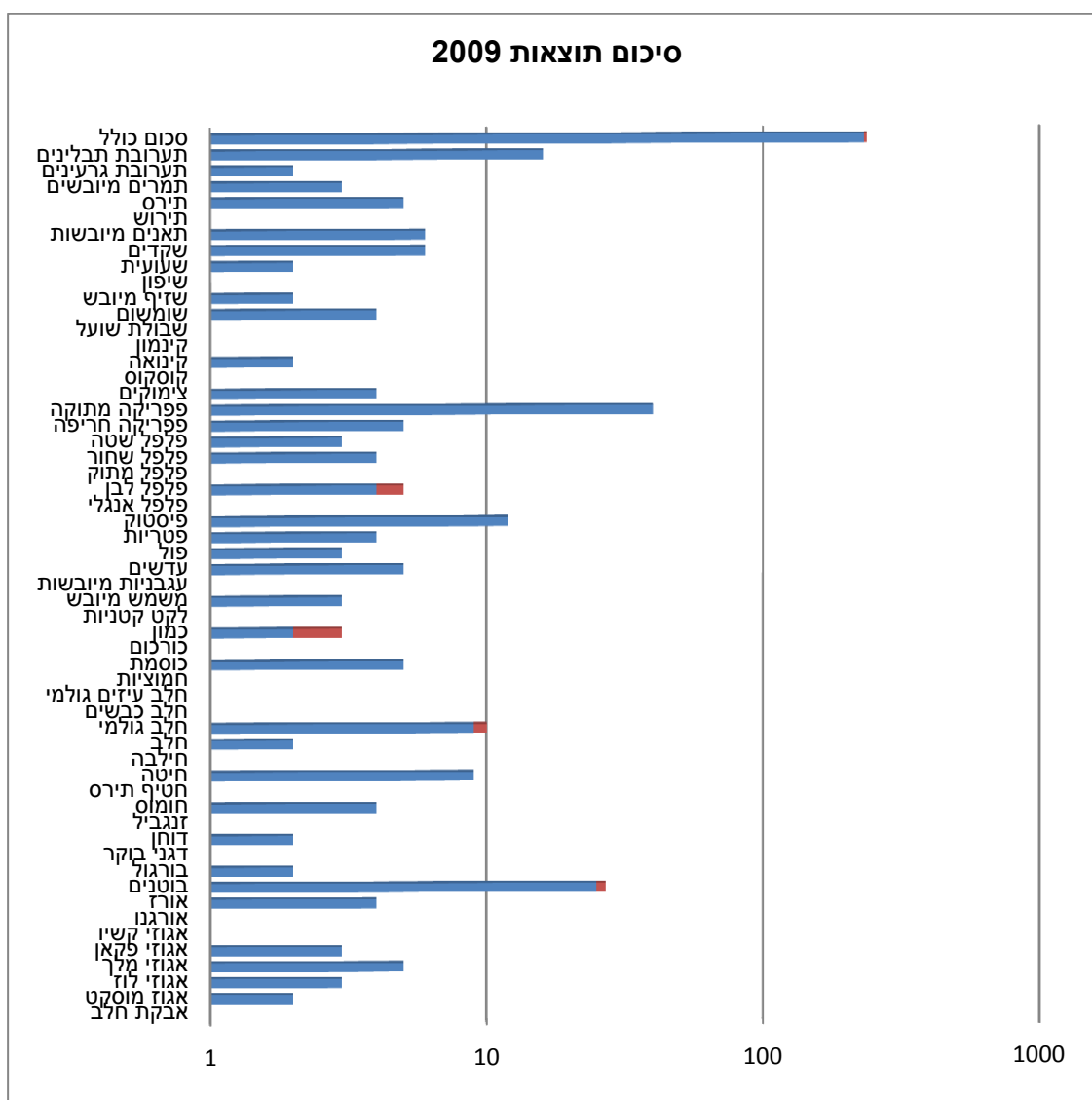


גרף 1: סיכום תוצאות לשנת 2008. עבור כל קטגוריית מוצר שנבדק מוצגות הדוגמאות התקינות בכחול והתוצאות החריגות באדום. התוצאות מוצגות ביחידות של ppb ($\mu\text{g/kg product}$) בהתאם ליחידות הרמות המקסימליות המותרות (MRL), בסקלה לוגריתמית.



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור
שרות המזון הארצי
Public Health Services – Food Control Services



גרף 2: סיכום תוצאות לשנת 2009. עבור כל קטגוריית מוצר שנבדק מוצגות הדוגמאות התקינות בכחול והתוצאות החריגות באדום. התוצאות מוצגות ביחידות של ppb ($\mu\text{g/kg product}$) בהתאם ליחידות הרמות המקסימליות המותרות (MRL), בסקלה לוגריתמית.



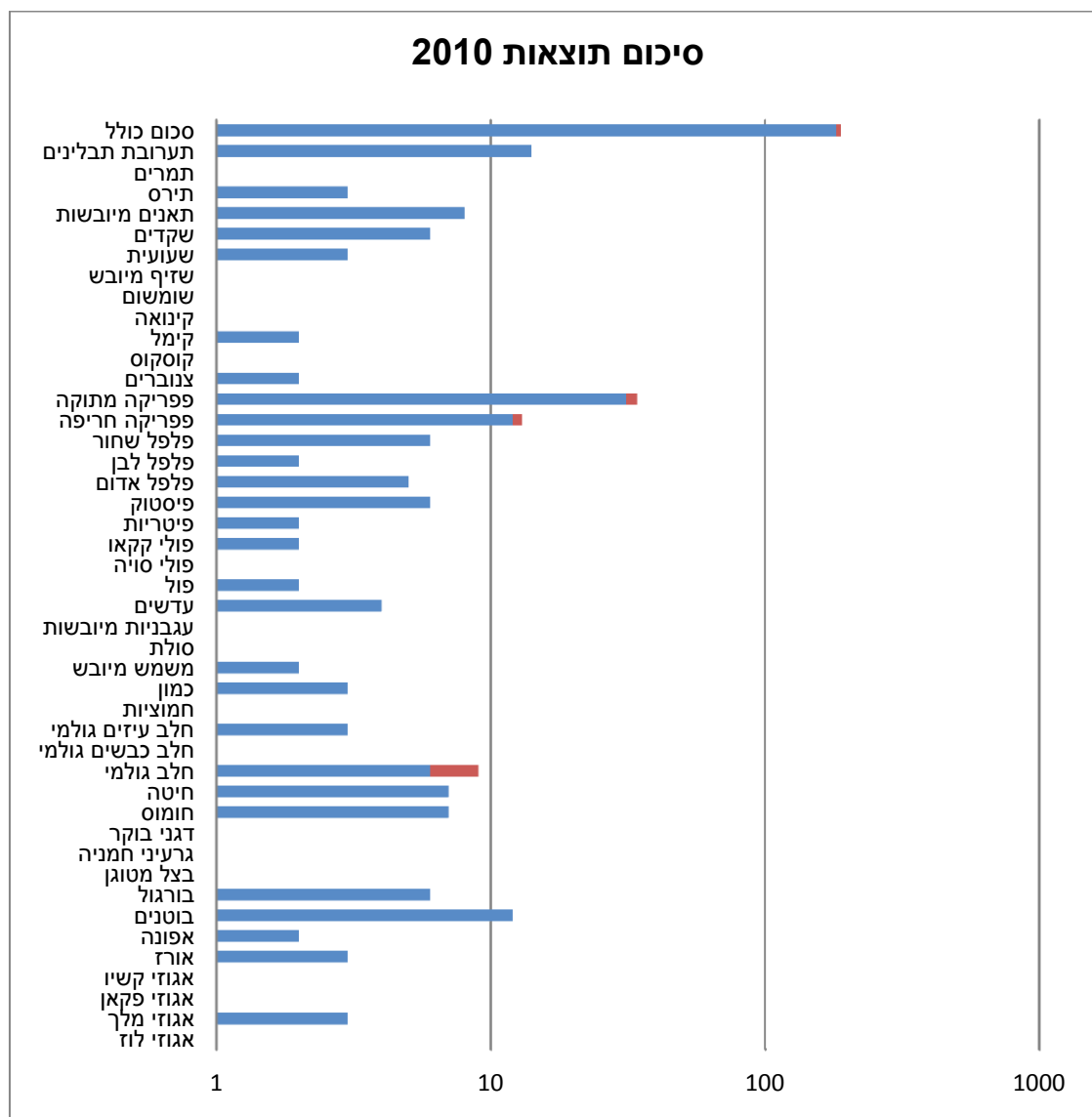
**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור

שרות המזון הארצי

Public Health Services – Food Control Services

סיכום תוצאות 2010

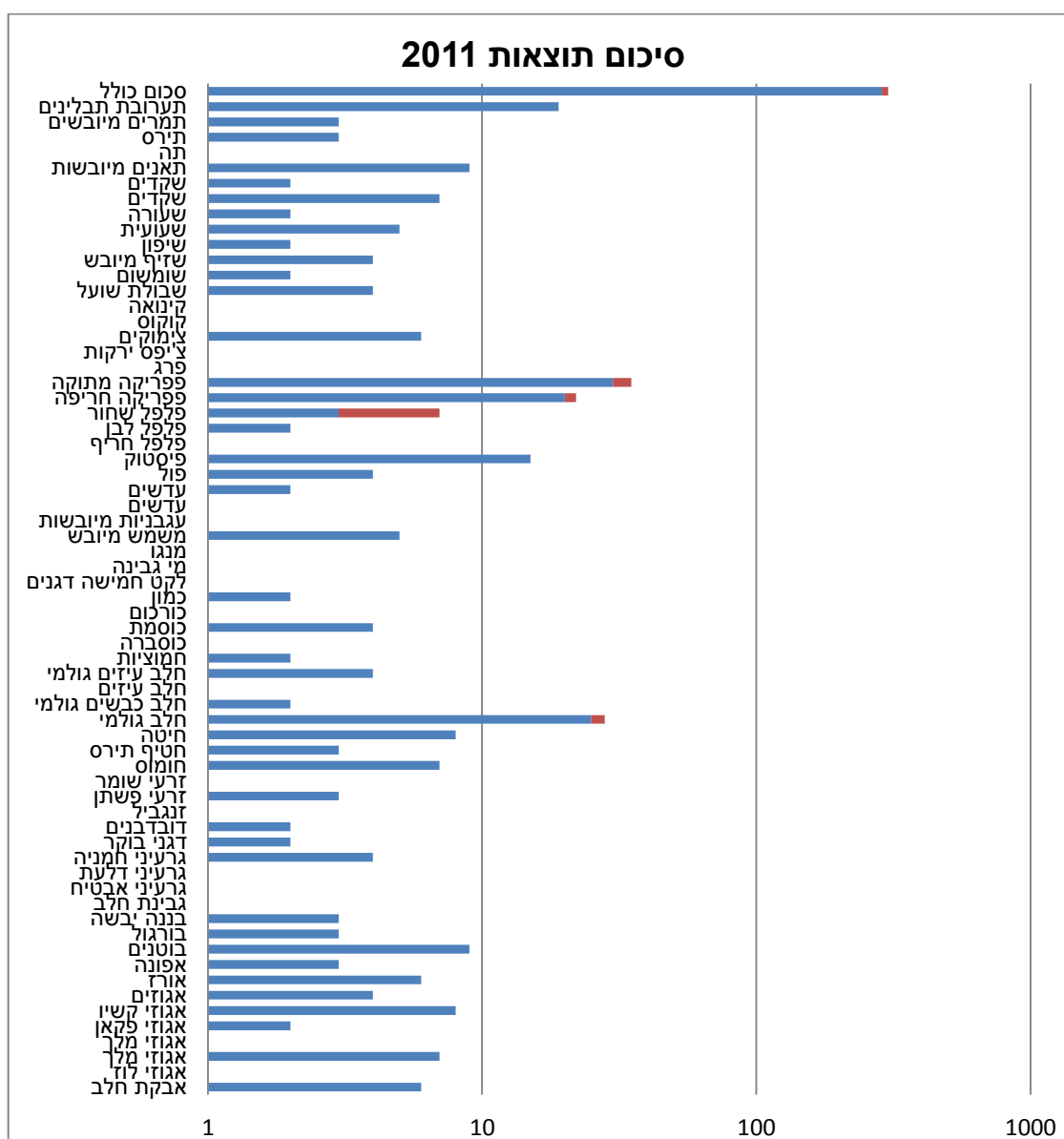


גרף 3: סיכום תוצאות לשנת 2010. עבור כל קטגוריית מוצר שנבדק מוצגות הדוגמאות התקינות בכחול והתוצאות החריגות באדום. התוצאות מוצגות ביחידות של ppb ($\mu\text{g/kg product}$) בהתאם ליחידות הרמות המקסימליות המותרות (MRL), בסקלה לוגריתמית.



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור
שרות המזון הארצי
Public Health Services – Food Control Services



גרף 4: סיכום תוצאות לשנת 2011. עבור כל קטגוריית מוצר שנבדק מוצגות הדוגמאות התקינות בכחול והתוצאות החריגות באדום. התוצאות מוצגות ביחידות של ppb ($\mu\text{g/kg product}$) בהתאם ליחידות הרמות המקסימליות המותרות (MRL), בסקלה לוגריתמית.



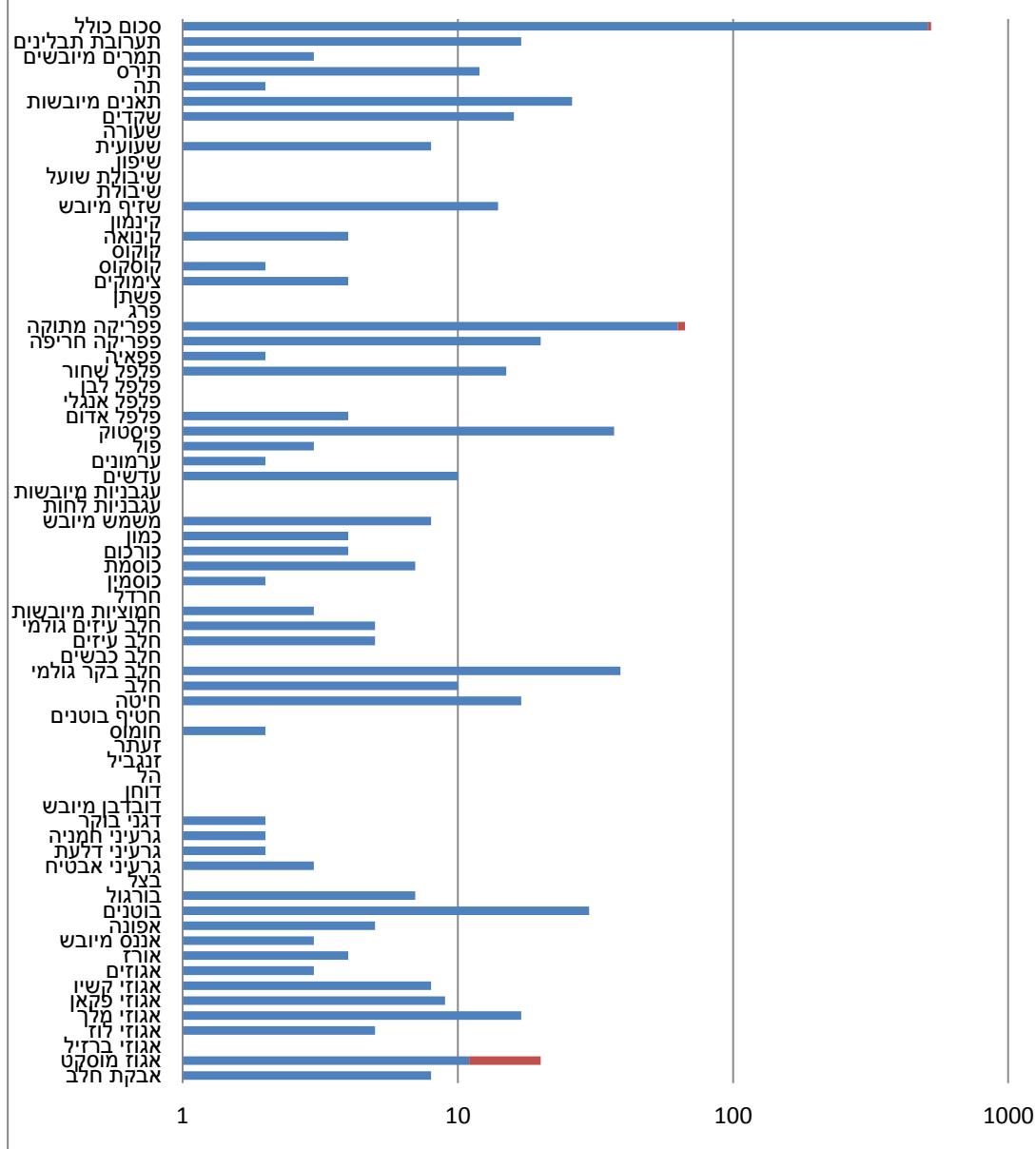
**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור

שרות המזון הארצי

Public Health Services – Food Control Services

סיכום תוצאות 2012

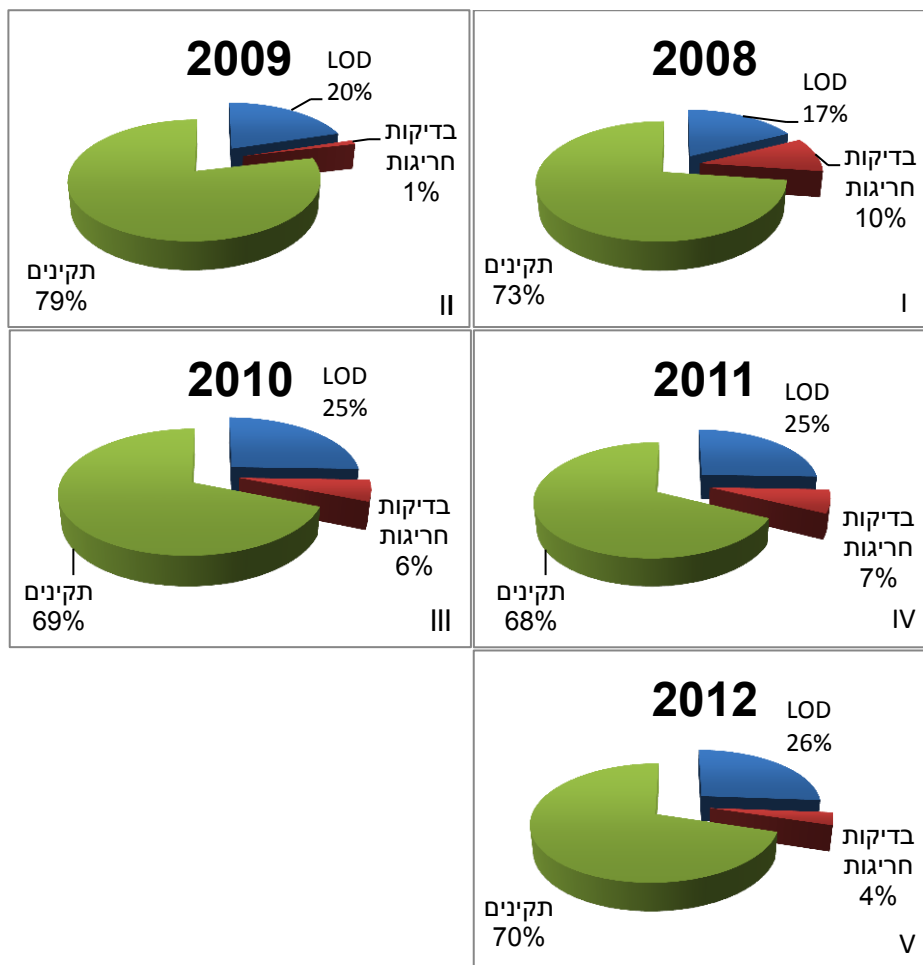


גרף 5: סיכום תוצאות לשנת 2012. עבור כל קטגוריית מוצר שנבדק מוצגות הדוגמאות התקינות בכחול והתוצאות החריגות באדום. התוצאות מוצגות ביחידות של ppb ($\mu\text{g/kg product}$) בהתאם ליחידות הרמות המקסימליות המותרות (MRL), בסקלה לוגריתמית.



**משרד
הבריאות**
לחיים בריאים יותר

שרותי בריאות הציבור
שרות המזון הארצי
Public Health Services – Food Control Services



גרף 6: סיכום חלוקת תוצאות הבדיקות לפי שנים. בכחול בדיקות שתוצאותיהן היו בגבול הזהוי או מתחתיו (LOD), באדום בדיקות שתוצאותיהן גבוהות מהרמה המקסימלית המותרת (חריגות), בירוק בדיקות שתוצאותיהן תקינות.

II

I