

**האוניברסיטה העברית בירושלים**

**הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה ברחובות**

**המחלקה לקרקע ומים**

**בדיקת תכולת מתכות בפירות מנגו**

דוח בדיקה

מוגש למנהלת אפר הפחם

ע"י

פרופ' יונה חן

צלה אביעד

### **(1) מטרת הבדיקות**

לברר האם קיימת קליטת מתכות לרקמות המיועדות למאכל אדם, במטע עצי מנגו הגדלים בנוכחות מצע גידול המכיל אפר פחם, לעומת עצי מנגו הגדלים בנוכחות מצע טוף.

### **(2) מהלך הבדיקה**

פירות מנגו נדגמו מהשטח ב- 7 נקודות דיגום; הפירות קולפו והוצא מהם הגרעין, ולאחר שקילה הם הועברו לתהליך ייבוש בהקפאה והחומר היבש נשקל ונטחן.

תהליך האיכול: כ- 0.3 ג' של דוגמה צימחית יבשה אוכלה בתנור מיקרוגל על ידי חומצה חנקתית מרוכזת נקיה במיוחד המיועדת למטרה זו, והושלמה לנפח של 14 מ"ל - במים מזוקקים. האנליזה ליסודות בוצעה במכשיר ICP-AES בפקולטה לחקלאות. היסודות הנבדקים: אלומיניום (Al), ארסן (As), בורון (B), בריום (Ba), קדמיום (Cd), קובלט (Co), כרום (Cr), מוליבדן (Mo), ניקל (Ni), עופרת (Pb), וסלניום (Se), בדיל (Sn), וסטרונסיום (Sr). התוצאות הינן ממוצע מדגם מעורב מ- 5 פירות.

### **(3) תוצאות**

על מנת להבטיח את בריאות הציבור שיצרוך פירות, ירקות או עלים למאכל, שגדלו במצע אפר פחם, נעשתה בדיקה לנוכחות יסודות נדירים והשוואה לתכולתם בצמחים שגדלו במצע המכיל טוף, המקובל ומאושר כמצע לגידול צמחי מאכל. הושו ריכוזי היסודות השונים לתכולה המותרת על-פי הצעות לתקנים. ארסן (As), קדמיום (Cd), כספית (Hg) ועופרת (Pb) הן מתכות המוגדרות כרעילות לאדם. בהצעה של תקנות בריאות הציבור לא מצויינת רמה מירבית של ארסן (As) בפירות וירקות. בהערות לטבלת סוגי המזון, מצויינ כי לכל סוגי המזונות שאינם מצויינים באופן ספציפי בטבלה, הרמה המותרת היא עד 0.02 מ"ג/ק"ג מזון. יש להדגיש שריכוז הארסן המירבי באורז ומוצריו הינו 0.2 מ"ג/ק"ג, כלומר, פי 10 מסף זה (למרות הכמות הגדולה של מזון הנאכלת זה על-ידי רבים), ואילו במלח וסוכר הריכוז המירבי הוא 1.0 מ"ג/ק"ג (פי 50).

ריכוזי הקדמיום (Cd) המותרים בפירות וירקות לפי ההצעה לתקנות בריאות הציבור הם עד 0.05 מ"ג/ק"ג, ובירקות עלים עד 0.2 מ"ג/ק"ג.

ריכוזי כספית (Hg) המותרים בפירות וירקות הם עד 0.03 מ"ג/ק"ג חומר נאכל, ובצמחי מאכל עד 0.05 מ"ג/ק"ג.

ריכוזי העופרת (Pb) המותרים בפירות וירקות לפי ההצעה לתקנות בריאות הציבור הם עד 0.1 מ"ג/ק"ג בפירות וירקות, למעט ירקות כרוביים ועלים בהם הריכוז המירבי הינו עד 0.3 מ"ג/ק"ג. הצעת תקן השוק האירופי (CODEX STAN 210-2001) מחמירה פחות ומתירה רמה מכסימלית בירקות עלים של 0.3 מ"ג/ק"ג.

ריכוזי חלק מהמתכות שנבדקו היו נמוכים מסף הגילוי.

בטבלה 1 מפורטים סף הגילוי של קבוצת מתכות זו בתמיסת האיכול, וכן הם מתורגמים לריכוז המכסימלי שניתן לצפות שיהיה בצמחים שנבדקו, למרות שבפועל הריכוזים שנמדדו היו נמוכים הרבה יותר, עד כדי כך שניתן לומר שבפועל - אינם קיימים.

טבלה 1 – ריכוזי הסף של מתכות שריכוזם בתמיסת האיכול נמוך באופן מיוחד.

יסוד	ריכוז מכסימלי בתמיסת האיכול ( $\mu\text{g/l}$ )	ריכוז מכסימלי בחומר היבש (מ"ג/ק"ג)	ריכוז מכסימלי בחומר הטרי (מ"ג/ק"ג)
As	10	0.46	0.093
Cd	5	0.23	0.046
Co	5	0.23	0.046
Hg	5	0.23	0.046
Mo	10	0.46	0.093
Pb	10	0.46	0.093
Se	10	0.46	0.093

בטבלאות 2 ו-3 מוצגים ממוצע הריכוזים של היסודות הנדירים בפירות המנגו על בסיס משקל יבש ורטוב, בהתאמה.

טבלה 2 – ריכוזי היסודות שנמדדו, על בסיס חומר יבש (מ"ג/ק"ג).

אפר		טוף		
שגיאת תקן	ממוצע	שגיאת תקן	ממוצע	
0.59	1.79	0.75	1.56	<b>Al</b>
0.78	4.62	0.61	3.95	<b>B</b>
0.34	0.98	0.15	0.70	<b>Ba</b>
0.034	0.059	0.284	0.178	<b>Cr</b>
0.65	2.53	0.37	2.55	<b>Cu</b>
0.034	0.14	0.136	0.165	<b>Ni</b>
1.42	4.72	0.47	4.49	<b>Sr</b>
0.78	7.82	0.74	6.64	<b>Zn</b>

טבלה 3 – ריכוזי היסודות שנמדדו, על בסיס חומר טרי (מ"ג/ק"ג).

אפר		טוף		
שגיאת תקן	ממוצע	שגיאת תקן	ממוצע	
0.08	0.25	0.16	0.3	<b>Al</b>
0.1	0.63	0.09	0.75	<b>B</b>
0.046	0.134	0.025	0.13	<b>Ba</b>
0.005	0.008	0.048	0.027	<b>Cr</b>
0.08	0.35	0.06	0.48	<b>Cu</b>
0.005	0.019	0.025	0.031	<b>Ni</b>
1.42	4.72	0.47	4.49	<b>Sr</b>
0.11	1.07	0.14	1.26	<b>Zn</b>

המתכות הרעילות As, Cd, Hg, Pb מצויות בריכוז נמוך מאוד וגם כאשר נלקח סף גילוי גבוה של המתכת,

בעוד בריכוזים שנמדדו במכשיר היו אפסיים, ברובן הריכוז נמוך מהמותר בתקנות לבריאות הציבור (שפורטו קודם לכן). כמו-כן, לא נצפו הבדלים בריכוזים בין פירות שגדלו בנוכחות אפר פחם, לפירות שגדלו בנוכחות טוף.

בהשוואה בין תכולת היסודות המצויינים בטבלה 2 - בחלק מהיסודות, הריכוז בחומר היבש של פירות שגדלו בנוכחות אפר פחם, גבוה מבפירות שגדלו בנוכחות טוף (Al, B, Ba, Sr, Zn) - אולם לא באופן מובהק.

בשל אחוז החומר היבש הנמוך יותר בפירות שגדלו בנוכחות אפר פחם - בריכוזים בחומר הטרי, קרי בפרי הנאכל, התמונה מתהפכת - והריכוז בפירות שגדלו בנוכחות אפר פחם, נמוך באופן גורף מריכוזם בפירות שגדלו בנוכחות טוף.

#### **(4) סיכום**

הבדיקות שנעשו בפירות שגדלו במצע שהכיל אפר פחם לקביעת ריכוזי יסודות נדירים ורעילים, הוכיחו כי אין בצמחים אלו קליטה מוגברת של יסודות רעילים ביחס למצע טוף, והריכוזים שנמדדו נמוכים באופן ניכר מהסף המותר. משום כך אין חשש להשתמש באפר התחתי, כמצע לגידול צמחים המשמשים למאכל.

#### **(5) רשימת ספרות**

1. הצעה לתקנות בריאות הציבור.
2. CODEX STAN 201-2001.
3. Kabata-Pendias A. 2001. Trace Elements in soils and Plants. CRC Press.
4. Mertz W. 1987. Trace elements in Human and Animal Nutrition – Fifth Edition. Academic press.
5. Underwood E.J. 1977. Trace elements in Human and Animal Nutrition – Fourth Edition. Academic Press.
6. Wolnik K. A., Fricke F. L., Caper S.G., Bruude G.L., Meyer M.W., Satzger R.D., and Bonnin E. 1983a. Elements in major raw agricultural crops in the United States. 1. Cadmium and lead in lettuce, potatoes, soybeans, sweet corn, and wheat. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 31, 1240-1244
7. Wolnik K. A., Fricke F. L., Caper S.G., Bruude G.L., Meyer M.W., Satzger R.D., and Bonnin E. 1983b. Elements in major raw agricultural crops in the United States. 1. Other elements in lettuce, potatoes, soybeans, sweet corn, and wheat. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 31, 1244-1249.