



שטח בטיחות קרינה

תחום מדידות קרינה
טל' 08-9434554 פקס' 08-9434696

י" סיון, תשס"ד
30 מאי, 2004
שב"ק - 2.2 - 252

לכבוד
מר עמרי לולב
מנהלת אפר הפחם
החברה הלאומית לאספקת פחם בע"מ
לינקולן 20
תל אביב 67134

הנדון: בדיקת תכולת רדיונוקלידים טבעיים בחלב

מבוא

התבקשנו לבדוק את תכולת הרדיונוקלידים טבעיים ^{232}Th ו- ^{226}Ra , ^{40}K בחלב שהופק מפרות שגדלות על מצע המבוסס על אפר פחם תחתי דק. מטרת הבדיקה היא לקבוע האם כתוצאה משהות הפרות בקרבת אפר הפחם, הרדיונוקלידים הטבעיים הנ"ל עלולים להיקלט בפרות ולעבור ממחזור הדם לחלב וכך להגיע עד למוצרי חלב הנצרכים ע"י בני אדם. נציין כי הפרות רובצות על המצע ואינן אוכלות אותו במתכוון על כן לא צפויה קליטה של רדיונוקלידים טבעיים אלה בפרות. הבדיקה כללה שלוש סדרות בדיקות:

- 1) מדידה של תכולת הרדיונוקלידים בחלב מ-5 פרות שגדלו כשנה מעל מצע אפר פחם.
 - 2) מדידה של תכולת הרדיונוקלידים בחלב מ-5 פרות שגדלו על מצע המבוסס על חומרי ריפוד מקובלים. בדיקות אלה מהוות קבוצת ביקורת.
 - 3) מדידה שנייה של תכולת הרדיונוקלידים בחלב מ-5 פרות שגדלו מעל שנה על מצע אפר פחם (מאותה סככה של הסדרה הראשונה).
- דוגמאות החלב הובאו לממ"ג ע"י מר אימרי רן אשר הביאם במיכלי פלסטיק של 3 ליטר ללא טיפול מקדים באותו יום של החליבה. הדוגמאות הובאו בשני משלוחים, הראשון בן 10 דוגמאות (5 על אפר פחם ו-5 על חומרי ריפוד מקובלים כביקורת) והשני בן 5 דוגמאות (כולן על אפר פחם).

שיטה מדידה

ריכוזי הרדיונוקלידים הטבעיים הנ"ל נבדקו בשיטת ספקטרומטריה קרינת גאמא לאחר הכנת הדוגמא למנייה. בהכנת הדוגמאות למנייה נקטנו בשתי שיטות בגלל אילוצים בטיחותיים. הגישה הראשונה (ב-10 הדוגמאות הראשונות), המקובלת במעבדה, מבוססת על אידוי הדוגמא וכללה: הוספת חומר משמר מסוג נתון אציד לחלב ע"מ למנוע הפרדה בחלב עד לטיפולו, ריכוז הדוגמא ע"י אידוי תוך כדי בחישה (לרב מ-0.6 או 1 ליטר עד 0.2 ליטר), הכנסת החומר המרוכז למיכל מדידה ואטימתו למשך חודש לפחות להשגת שווי משקל בין ה- ^{226}Ra ובנותיו. הגישה השנייה (ב-5 הדוגמאות האחרונות), שפותחה במעבדה לצורך עבודה זו, מבוססת על שריפת הדוגמא וכללה: הקפאת החלב עד לסמוך להכנת הדוגמא, הפשרה ללא חימום, אידוי ושריפה הדרגתית (למנוע בריחה של רדיונוקלידים) עד לקבלת אפר מהחלב (נפח התחלתי של 1.5 ליטר עד כ-15 גרם), העברה משקלית של האפר למיכל מדידה ואטימתו למשך חודש לפחות להשגת שווי משקל בין ה- ^{226}Ra ובנותיו.

המדידות בוצעו לפי הוראת עבודה ממ"ג מס' 0400-3016-00/01.

מידע זה המובא לעיל מוגן באמצעות חוקי זכויות יוצרים של מדינת ישראל, אמנות בינלאומיות לעניין זכויות קניין רוחני וכל דין רלוונטי אחר, וכל זכויות היוצרים בו שמורים למרכז למחקר גרעיני - נחל שורק (להלן "שורק"). כל העתקה, שכפול, העברה או שינוי אשר ייעשו בהתייחס למידע המפורט לעיל, שלא בהתאם להרשאה מראש ובכתב מאת שורק, בין באופן חלקי ובין באופן מלא, בין בתמורה ובין שלא בתמורה, מפירים זכויות. למען הסר ספק אין להעביר לכל צד שלישי שהוא מסמך זה ואו כל חלק ממנו ללא אישור מראש ובכתב של שורק, למעט העברה לרשויות מוסמכות ע"פ דין.

תוצאות

תוצאות בדיקות החלב מהדיגוס הראשון מובאות בטבלה מס' 1 והן מבוטאות ביחידות בקרל לליטר חלב.

טבלה מס' 1: תוצאות בדיקות סדרה ראשונה ושנייה.

^{40}K (בקרל/ליטר)	^{232}Th (בקרל/ליטר)	^{226}Ra (בקרל/ליטר)	מצע	פרה מס'	סימון לקוח	מס' דוגמא במעבדה
48.5±3.0	<0.24	<0.25	אפר פחם	4265	א-1	L2064
78.1±3.4	<0.13	<0.36	אפר פחם	4064	א-2	L2065
41.3±3.6	<0.10	<0.12	אפר פחם	4073	א-3	L2086
50.6±3.2	<0.12	<0.15	אפר פחם	4206	א-4	L2062
55.4±3.7	<0.30	<0.23	אפר פחם	4115	א-5	L2061
38.6±2.4	<0.10	<0.12	מצע רגיל	4332	A3	L2067
53.5±4.6	<0.13	<0.28	מצע רגיל	4335	A4	L2066
38.5±2.9	<0.09	<0.17	מצע רגיל	4203	A5	L2090
34.1±3.0	<0.19	<0.18	מצע רגיל	4324	A6	L2087
41.4±3.3	<0.05	<0.06	מצע רגיל	4325	A7	L2088

אי-הוודאות של כל התוצאות הם תוך שימוש ב- coverage factor של $k=2$ (רמת סמך של 95%).

תוצאות בדיקות החלב מהסדרה השלישית מובאות בטבלה מס' 2 והן מבוטאות ביחידות בקרל לליטר חלב.

טבלה מס' 2: תוצאות בדיקות סדרה שלישית.

^{40}K (בקרל/ליטר)	^{232}Th (בקרל/ליטר)	^{226}Ra (בקרל/ליטר)	מצע	פרה מס'	סימון לקוח	מס' דוגמא במעבדה
43.8±2.9	<0.05	<0.04	אפר פחם	4071	ב-1	FF2470
50.6±2.0	<0.07	<0.06	אפר פחם	4330	ב-2	FF2471
52.8±4.2	<0.04	<0.05	אפר פחם	4351	ב-3	FF2472
53.9±3.8	<0.03	<0.04	אפר פחם	3930	ב-4	FF2473
41.0±3.3	<0.03	<0.04	אפר פחם	4206	ב-5	FF2474

אי-הוודאות של כל התוצאות הם תוך שימוש ב- coverage factor של $k=2$ (רמת סמך של 95%).

כפי שניתן לראות בטבלה, צורת הכנת הדוגמא של סדרה זו, אשר כללה שריפת הדוגמא, שיפרה את גבול הגילוי של המדידה בפקטור 2 בממוצע.

נציין כי לא נמדדו ריכוזים של הרדיונוקלידים הנ"ל במצע עצמו אולם מדידות שנעשו בעבר ספקו ערכים אופייניים המובאים בטבלה מס' 3.

טבלה מס' 3: ריכוזים אופייניים של רדיונוקלידים טבעיים באפר פחם תחתי ובמצע רגיל.

^{40}K (בקרל/ק"ג)	^{232}Th (בקרל/ק"ג)	^{226}Ra (בקרל/ק"ג)	מצע
170 – 310	90 - 160	105 – 150	אפר פחם תחתי דק
350 - 500	20 - 40	25 - 40	מצע רגיל

דיון ומסקנות

בדוגמאות החלב שנבדקו נמצאו, כצפוי, ריכוזים מדידים של ^{40}K בלבד. לא נמצא הבדל מובהק בריכוזים של

^{40}K בין פרות החיות על מצע אפר פחם לעומת אלה החיות על מצע רגיל.

מידע זה המובא לעיל מוגן באמצעות חוקי זכויות יוצרים של מדינת ישראל, אמנות בינלאומיות לעניין זכויות קניין רוחני וכל דין רלוונטי אחר, וכל זכויות היוצרים בו שמורים למרכז למחקר גרעיני – נחל שורק (להלן "שורק"). כל העתקה, שכפול, העברה או שינוי אשר ייעשו בהתייחס למידע המפורט לעיל, שלא בהתאם להרשאה מראש ובכתב מאת שורק, בין באופן חלקי ובין באופן מלא, בין בתמורה ובין שלא בתמורה, מפירים זכויות. למען חסר ספק אין להעביר לכל צד שלישי שהוא מסמך זה ואו כל חלק ממנו ללא אישור מראש ובכתב של שורק, למעט העברה לרשויות מוסמכות ע"פ דין.

הריכוזים של ^{226}Ra ו- ^{232}Th שנמדדו בכל הדוגמאות נמוכים מגבול הגילוי של מערכת המדידה. גבול הגילוי נקבע בהתאם לשיטת Curie לקביעת האקטיביות המינימאלית הניתנת לגילוי בצורה מהימנה MDA (Minimum Detectable Activity) ברמת סמך של 95%.

מהתוצאות שהתקבלו לעיל אנו יכולים להסיק כי:

- א. לא נמצאה תוספת מובהקת לריכוז הרדיונוקלידים בחלב עקב נוכחות אפר פחם תחתי דק במצע עליו עומדות הפרות לעומת הפרות העומדות על מצע רגיל.
- ב. לא ניתן לחשב חסם למקדם המעבר של הרדיונוקלידים ^{226}Ra ו- ^{232}Th מהמצע לחלב היות והרדיונוקלידים הנ"ל אינם נכנסים לשרשרת המזון (הפרות לא אוכלות את אפר הפחם).
- ג. היות ולא מצאנו הבדל בין החלב מפרות על מצע אפר פחם לחלב מפרות על מצע רגיל, לדעתנו אין מניעה, להשתמש במצע של אפר פחם ברפתות בהן גדלות פרות לחליבה.


בברכה
גוסטבו חקין
ר' מדור מדידות גרעיניות

העתק: דר' יאיר שמאי, ר' שטח בטיחות קרינה.
דר' מנחם מרגליות, ר' תחום בכיר למדידות קרינה ודווימטריה.
דר' ז'אן קוך, ר' תחום הגנה מקרינה.
מר אימרי רן, יעקב לוין ובניו בע"מ.
נורית קניון, ר' מדור רדיוטוקסיקולוגיה.
זהר יונגרייס, טכנאי מדור מדידות גרעיניות.