



# שורק

הועדה לאנרגיה אטומית

המרכז למחקר גרעיני נחל - שורק

יבנה 81800

שטח בטיחות קרינה

תחום מדידות קרינה

טל' 08-9434554 פקס' 08-9434696

כ"ט אדר, תשנ"ט  
17 מרץ, 1999  
שב"ק - 2 - 157

לכבוד  
מר עמרי לולב  
מנהלת אפר הפחם

## הנדון: בדיקת תכולת רדיונוקלידים בעגבניות שרי אשר גודלו במצע המכיל אפר פחם

א.ג.

### מבוא

לבקשתכם ערכנו בדיקת תכולת רדיונוקלידים טבעיים  $^{232}\text{Th}$  ו-  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$  ברסק עגבניות אשר הופק מעגבניות שרי שגודלו על מצעים המכילים אפר פחם וטוף בשדות של מושב פצאל. רסק העגבניות סופק ע"י הגבי צילה אביעד מהפקולטה לחקלאות ברחובות, מעגבניות שגודלו בארבע חלקות על מצע המכיל 70% אפר פחם וארבעה חלקות עם מצע המכיל טוף. כמו כן נבדקו שתי דוגמאות של המצעים (אחת המכילה אפר פחם והשניה המכילה טוף) ואפר הפחם הגולמי. לפי בקשתנו נדגמו מי ברז, מי השקיה ומי ניקוז של החלקות לצורך בדיקת רדון כפי שיתואר בהמשך.

### שיטה

רסק העגבניות מורכב ברובו הגדול (מעל 90%) ממים, באופן טבעי המים שקעו לתחתית המכלים מהם הפרדנו את הרסק מהמים. הדוגמאות לא הובשו מהסיבות הבאות: א) תכולת הרדיונוקלידים הצפויה מהעגבניות היתה נמוכה בהרבה מהתכולה המינימלית הדורשת בקרה ופיקוח. ב) עלויות יבוש קר היו גבוהות מאד. לכן הוחלט לרסק את העגבניות ולהפיק רסק עגבניות כאשר לצורך הפקת כ- 0.2 ק"ג רסק היה צורך בכ- 5 ק"ג עגבניות. נבדק הרסק של הדוגמאות שסופקו ומשתי דוגמאות (אחד ממצע אפר פחם והשני ממצע טופי) נבדק גם מי העגבניות ששקעו במכלים. הדוגמאות נמדדו, לאחר סגירה הרמטית, בצורתם הגולמית, כאמור ללא יבוש מקדים.

מדידות תכולת הרדיונוקלידים  $^{232}\text{Th}$  ו-  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$  בוצעה באמצעות ספקטרומטריה גמא בגלאי HPGe ומדידת ריכוז הרדון במים בוצעה במערכת למדידת גז רדון המבוססת על גלאי נצנץ לאחר בעבוע המים להפקת הרדון מהם.

הדגמים סומנו כדלקמן:



אפר פחם 3 עד אפר פחם 6 – רסק מעגבניות שגודלו על מצעים המכילים אפר פחם בחלקות 3 עד 6. טוף 1 ו-2 וטוף 7 ו-8 רסק מעגבניות שגודלו על מצעים המכילים טוף בחלקות 1, 2, 7 ו-8. מצע טוף, מצע אפר פחם ואפר פחם גולמי הן דוגמאות המצעים עצמם ואפר פחם תחתי. מי רסק א.פ. 4, מים ששקעו מרסק העגבניות שגודלו על מצע אפר פחם 4 ומי רסק טוף 1, מים ששקעו מרסק העגבניות שגודלו על מצע טוף 1. מי ברז ומי השקיה הן דוגמאות מצינור הספקת המים במושב פצאל הן בשדות והן בישוב.

### תוצאות

להלן מוצגים במספר טבלאות ריכוזי הרדיונוקלידים שנמדדו בדוגמאות השונות. כאמור נבדקו עגבניות שמקורן בארבע חלקות שונות שהרכב מצעיהן שווה (70% אפר פחם תחתית מאותו סוג וטוף). לכן מצאנו לנכון, בנוסף לתוצאה עבור כל דוגמא, לציין גם את הממוצע מארבע הדוגמאות. כאמור לצורך הפקת כ- 0.2 ק"ג רסק עגבניות היה צורך לרסק כ- 5 ק"ג עגבניות שרי טריות, דהיינו הדוגמאות מרוכזות פי 25 יותר.

תוצאות הדוגמאות של רסק העגבניות, מצעים וחומר גלם מבוטאות ביחידות של בקרל/ק"ג (Bq/kg) חומר, ז"א לק"ג רסק עגבניות, דוגמאות המים ביחידות בקרל/ליטר (Bq/L).

טבלה מס' 1: תכולת רדיונוקלידים (בקרל/ק"ג רסק) ברסק העגבניות שגודלו במצעים המכילים

#### אפר פחם

רדיונוקליד	אפר פחם 3	אפר פחם 4	אפר פחם 5	אפר פחם 6	ממוצע
Ra226	$<0.4 \pm 0.4$	$<0.4 \pm 0.4$	$0.7 \pm 0.5$	$<0.4 \pm 0.4$	$<0.4 \pm 0.4$
Th232	$<0.2 \pm 0.2$	$0.6 \pm 0.2$	$0.4 \pm 0.3$	$0.2 \pm 0.1$	$0.3 \pm 0.3$
K40	$160.0 \pm 1.8$	$137.5 \pm 2.1$	$125.9 \pm 2.3$	$129.4 \pm 2.2$	$138.2 \pm 2.1$

ניתן להבחין שריכוזי הרדיום והתוריום נמוכים ביותר, בסביבות הרקע הטבעי, והם קרובים מאד לסף הגילוי של המערכת ואף נמוך ממנו. תכולת הרדיום ברסק העגבניות היא בממוצע קטנה מסף הגילוי של המערכת (MDA) לרדיום (0.4 בקרל/ק"ג) ותכולת התוריום היא בממוצע 0.3 בקרל/ק"ג. ריכוז האשלגן 40 אינו רלוונטי מבחינה רדיולוגית.

טבלה מס' 2: תכולת רדיונוקלידים (בקרל/ק"ג רסק) ברסק העגבניות שגודלו במצעים המכילים

#### טוף

רדיונוקליד	טוף 1	טוף 2	טוף 7	טוף 8	ממוצע
Ra226	$<0.4 \pm 0.4$	$<0.4 \pm 0.4$	$<0.4 \pm 0.4$	$<0.4 \pm 0.4$	$<0.4 \pm 0.4$
Th232	$0.5 \pm 0.2$	$0.9 \pm 0.4$	$0.6 \pm 0.2$	$<0.2 \pm 0.2$	$0.5 \pm 0.3$
K40	$127.3 \pm 1.8$	$106.8 \pm 1.9$	$142.7 \pm 0.6$	$125.7 \pm 1.8$	$125.6 \pm 1.6$

כאמור לגבי העגבניות שגודלו על אפר פחם ואף במקרה של העגבניות שגודלו במצע טופי תכולת הרדיום ברסק העגבניות בממוצע קטנה מה- MDA (0.4 בקרל/ק"ג) לרדיום. תכולת התוריום היא בממוצע 0.5 בקרל/ק"ג רסק עגבניות.

במי העגבניות שהופרדו (ע"י שקיעה טבעית) מהרסק נמצא ריכוז גבוה יחסית של בנות הרדון ( $Pb^{214}$  ו- $Bi^{214}$ ). להלן תוצאות בדיקת מי רסק מעגבניות שגודלו בחלקות טוף 1 וחלקה אפר פחם 4.

טבלה מס' 3: תכולת רדיונוקלידים (בקרל/ליטר) במי רסק העגבניות אשר גודלו במצע אפר פחם

וטוף

רדיונוקליד	מי רסק א.פ. 4	מי רסק טוף 1
Pb214	14.7 ± 3.0	10.6 ± 2.1
Bi214	18.7 ± 3.7	12.5 ± 2.5
Th232	<0.4 ± 0.4	<0.4 ± 0.4

נבדק שהמים מכילים בריכוז זה רק רדון ולא את אבי השרשרת ארוך החיים – הרדיום 226, ע"י השהיית הדוגמאות למשך שלושה ימים, ואכן נמצא שהאקטיביות יורדת עקב דעיכה פיזיקלית של הרדון (3.8 יום) ובריחת גז הרדון דרך המכל בגלל אי אטימה הרמטית שלו.

העובדה שריכוז גז הרדון גבוה במי רסק עגבניות גרמה לנו לבקש דגמים מהמים המשמשים להשקיה, מחשד שהם המקור לתוספת קצרת חיים של רדון. להלן תוצאות מדידת ריכוז הרדון במי השקיה ובמי ברז.

טבלה מס' 4: ריכוז הרדון (בקרל/ליטר) במי ברז ומי השקיה

רדיונוקליד	מי ברז	מי השקיה
Rn222	6.0	3.5

יש לציין שעקב דיגום לא מדויק של מי ההשקיה ומי הברז, חלק גדול מגז הרדון "ברח" מהמים בעת הדיגום ודרך הבקבוק (מהפקק ובתהליך דיפוזיוני דרך הבקבוק). על כן המים מכילים יותר מהמדווח לעיל.

נבדקה תכולת הרדיונוקלידים הטבעיים במצעים לאחר הגידול ובאפר פחם תחתי הגולמי.

טבלה מס' 5: תכולת הרדיונוקלידים (בקרל/ק"ג) במצעים לאחר גידול ובאפר תחתי גולמי

רדיונוקליד	מצע טוף	מצע אפר פחם	אפר פחם גולמי
Ra226	32.4 ± 1.0	118.7 ± 3.0	117.7 ± 3.1
Th232	36.7 ± 0.9	115.1 ± 2.8	116.3 ± 2.8
K40	461.8 ± 5.2	224.8 ± 7.7	297.2 ± 7.9

מתוצאות אלה אפשר להבחין שהריכוזים באפר תחתי גולמי ובמצע אפר פחם דומים מאד, עובדה שיכולה להצביע על כך שהרדיונוקלידים נשארו במצע ולא עברו לפרי.

### מסקנות

הריכוזים של  $^{226}\text{Ra}$  ו- $^{232}\text{Th}$  שנמדדו ברסק עגבניות (כמוצב בטבלאות 1 ו-2 לעיל) נמוכים ביותר והם על גבול סף הגילוי של המערכת. מתוצאות אלה עולה כי:

א. אפר פחם: ניתן להסיק כי אין תוספת מובהקת לריכוז הרדיונוקלידים בעגבניות עקב נוכחות אפר הפחם במצע. (כלומר: אין עליה בריכוז בעגבניות, הקשורה לריכוז הגבוה של רדיונוקלידים באפר פחם).

ב. טוף: אין תוספת מובהקת לריכוז הרדיונוקלידים בעגבניות עקב נוכחות הטוף במצע.

ג. רדון: על פניו ניתן לקשר בין הימצאות גז הרדון במי רסק עגבניות לריכוזים הגבוהים יחסית של גז רדון במי השקיה.

אם נבחן את ההשלכה הרדיולוגית של תוצאות אלו, עפ"י פרסום ארגון הבריאות העולמי WHO/PEP/92.11 המתייחס לזיהום מי שתייה, כפי שנעשה בדו"ח ב"ק 15-98, המסקנה המתקבלת היא אפוא כי אין כל הצדקה להגביל גידול עגבניות שרי במצע המכיל אפר פחם.

ב ב ר כ ה ,



גוסטבו חקין

פיסיקאי מעבדת מניה

העתקים: ד"ר יאיר שמאי, ר' שטח ב"ק  
ד"ר מנחם מרגליות, ר' תחום מדידות קרינה