Volume 36 Number 6 November - December 2017
ISSN : 1686-9664

Journal of

SCIENCE and TECHNOLOGY MAHASARAKHAM UNIVERSITY

www.journal.msu.ac.th

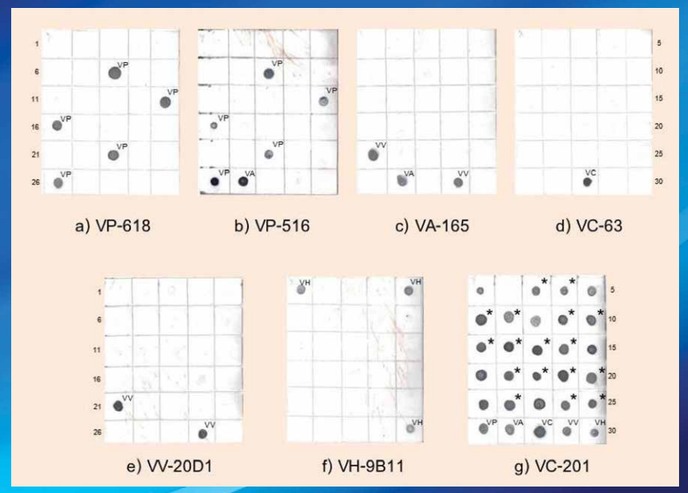
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่ 36 ฉบับที่ 6 พฤศจิกายน - ธันวาคม 2560
Journal of SCIENCE and TECHNOLOGY MAHASARAKHAM UNIVERSITY Volume 36 Number 6 November - December 2017

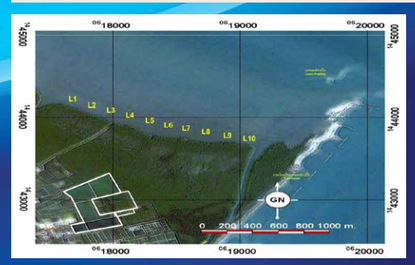
ปีที่ 36 ฉบับที่ 6 พฤศจิกายน - ธันวาคม 2560
ISSN : 1686-9664

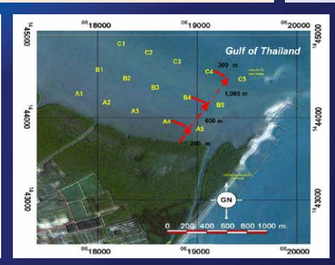
วารสาร

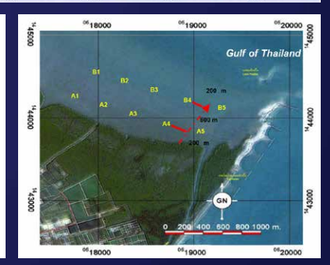
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

www.journal.msu.ac.th









Journal of Science and Technology Mahasarakham University
We are listed in the Thai-Journal Citation Index Centre. (Tier 1)
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อยู่ในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 1

การศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งจากปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของเรดอน-222 ในตัวอย่างน้ำดื่ม ด้วยเทคนิค RAD H_2O

Study on Factor Cancer Formation by Specific Activities of Radon - 222 in Drinking Water Samples Using RAD H_2O Technique

ไมมูน อินตัน[1*], ไซนับ ดอเลาะ[1], ดาริกา จาเอาะ[1], อดุลย์สมาน สุขแก้ว[1]

Maimoon Intan[1*], Sainap Doloh[1], Darika Jaaoh[1], Adulsman Sukkeaw[1]

Received: 9 January 2017 ; Accepted: 19 April 2017

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดความเข้มข้นของ เรดอน -222 (^{222}Rn) ในตัวอย่างน้ำดื่มครัวเรือน จากแม่น้ำปัตตานีที่ไหลผ่านบริเวณชุมชนตลาดเก่า จังหวัดยะลา จำนวน 50 ตัวอย่าง โดยใช้เทคนิค RAD H_2O ซึ่งผลการศึกษาพบว่ามีค่าความเข้มข้นของ ^{222}Rn ในแม่น้ำปัตตานี มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 7.38 Bq/l เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานอ้างอิงขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับเรดอนในน้ำบริโภค ควรมีค่าไม่เกิน 11 Bq/l ซึ่งจะเห็นว่าความเข้มข้นของ ^{222}Rn ในตัวอย่างน้ำมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั้งสิ้น แต่ยังมีอยู่ 3 บริเวณ ที่น่าเป็นห่วง และควรระวัง ได้แก่ ชุมชนจารูพัฒนา ชุมชนจารูนอก และชุมชนมุสลิมสัมพันธ์ มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ ^{222}Rn เท่ากับ 7.38, 5.13 และ 5.72 Bq/l ตามลำดับ เป็นที่ทราบดีว่ากัมมันตรังสีเป็นสารอันตรายที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งชนิดต่าง ๆ ได้ ดังนั้นจึงต้องทำการแจ้งข้อมูลและแนวทางป้องกันความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดโรคมะเร็งจากการใช้น้ำบริโภคโภคที่มี ^{222}Rn ปนเปื้อนอยู่ ให้แก่พยาบาล แพทย์ในชุมชน และเจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่เกี่ยวข้องได้รับรู้ เข้าใจและสามารถแนะนำวิธีการป้องกันความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งแก่ประชากรที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ ดังกล่าวได้ โดยทำการกรองน้ำก่อนใช้ทุกครั้ง ซึ่งต้องกรองน้ำผ่านเครื่องกรองชนิดประจุลบ จะสามารถสกัดกั้น ^{222}Rn (สารกัมมันตรังสีที่สลายมาจากธาตุ ^{226}Ra) ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็ง ไม่ให้ปนเปื้อนในน้ำได้ถึง ร้อยละ 99

คำสำคัญ: Radon-222 กัมมันตภาพจำเพาะ แม่น้ำปัตตานี ยะลา มะเร็ง

Abstract

This work was to determine radon-222 (^{222}Rn) concentration in 50 water samples collected from the old town market along Pattani River in Yala Province using RAD H_2O radon-222 (^{222}Rn). The results found that the ^{222}Rn concentration was at an average of 0 - 7.38 Bq/l. The finding results were compared to the reference of United States Environmental Protection Agency US EPA for radon in drinking water, which should be no more than 11 Bq/l. Our results illustrated that most samples has lower ^{222}Rn concentration except three area: the Jarupattana Jarunok and Muslimsamphan communities whore it was were found to be 7.38 , 5.31 and 5.72 Bq/l respectively. All 3 regions must be careful and beware. Radiation is known to a the potent carcinogen agent. Therefore, ^{222}Rn must be remoed from the contaminated water. It is recommended that anionic resin be used to filter the water for consumption to avoid exposure of ^{222}Rn, which is a Cationic ion. To avoid consumption of ^{222}Rn, Contaminated water it is recommended to use an anionic resin filter core to filter the water before use in order to prevent a risk of cancer.

Keywords: Rn-222, Specific Activities, Pattani River, Yala, cancer

---

[1] *อาจารย์, สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*

[1] *Lecturer, department of Physics Faculty of Science Technologh and Agriculture Yala Rajabhat University.*

** Corresponding author; Maimoon Intan, department of Physics Physics Faculty of Science Technologh and Agriculture Yala Rajabhat University. maimoon.i@yru.ac.th*

บทนำ

เป็นที่ทราบดีว่านิวเคลียสของธาตุต่าง ๆ ในธรรมชาติบางชนิดเป็นนิวเคลียสเสถียร (Stable nucleus) และบางชนิดเป็นนิวเคลียสไม่เสถียร (Unstable nucleus) โดยนิวเคลียสไม่เสถียรนี้จะมีการสลาย (Decay) ปล่อยอนุภาคแอลฟาหรืออนุภาคบีตา ออกมา ทำให้โครงสร้างของนิวเคลียสเปลี่ยนไปเกิดเป็นนิวเคลียสของธาตุใหม่ กระบวนการนี้เรียกว่า การสลายกัมมันตรังสี (Radioactive decay) นิวเคลียสของธาตุที่มีการสลายเป็นนิวเคลียสใหม่จะเรียกนิวเคลียสตั้งต้น (Parent nucleus) นิวเคลียสใหม่ที่เกิดขึ้นเรียกว่า นิวเคลียสลูก (Daughter nucleus) นิวเคลียสลูกและรังสีที่ถูกปล่อยออกมาเรียกว่า ผลผลิตการสลาย (Decay products) ซึ่งในบรรดาลูกของนิวเคลียสต่าง ๆ นั้นพบว่า ธาตุเรดอน-222 (^{222}Rn) เป็นสารกัมมันตรังสีที่สลายมาจากธาตุเรเดียม-226 (^{226}Ra) ซึ่งอยู่ในอนุกรมทอเรียม โดยเรดอนที่เกิดขึ้นนั้น จะสะสมอยู่ในบริเวณต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ หิน พืช และอาหาร เป็นต้น[1,2] น้ำที่ปรากฏอยู่ในแหล่งต่าง ๆ จะมีการถ่ายเทหมุนเวียนไปมาตลอดเวลา เริ่มจากไอน้ำในบรรยากาศรวมตัวเป็นหมอก เมฆ กลั่นตัวเป็นน้ำ ตกลงสู่พื้นโลก (Precipitation) บางสภาวะอาจอยู่ในสภาพของแข็ง เช่น ลูกเห็บ น้ำฝนบางส่วนได้รับความร้อนจากผิวโลกจะระเหย (Evaporation) กลับสู่บรรยากาศก่อนถึงผิวโลก น้ำฝนที่ตกถึงพื้นจะถูกดูดซับโดยดิน จนเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำจะเอ่อและไหลเป็น น้ำท่า (Run off) ไปตามผิวดินลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ ปัจจุบันมีกลุ่มนักวิจัยในประเทศไทยได้ให้ความสนใจทางด้านการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณ (^{222}Rn) ในน้ำ อาทิเช่น การศึกษาแก๊สเรดอนปริมาณสูงในน้ำพุร้อน[3] การศึกษาตรวจวัดระดับความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในบ้านเรือนในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบ สงขลาด้วยเทคนิคและปล่อยรังสีแอลฟาบนแผ่นพลาสติก CR -39 [4] การตรวจวัดเรดอนในน้ำดื่ม เขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ด้วยเทคนิค RAD H_2O[5] การวิเคราะห์ปริมาณแก๊สเรดอนในน้ำบาดาล[6] การสำรวจแก๊สเรดอนในน้ำพุร้อนธรรมชาติในประเทศไทยที่จังหวัดเชียงใหม่[7] การศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง จากปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในแม่น้ำพองเขตจังหวัดขอนแก่น[8] เป็นต้น ถึงแม้เรดอนจะมีปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับพื้นที่ที่สะสมอยู่ แต่ถ้ามีการเก็บสะสมในร่างกายในปริมาณมาก ๆ แล้วก็จะส่งผลต่อสุขภาพ โดยถ้าประชาชนดื่มน้ำที่มีเรดอนละลายในปริมาณสูงจะเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งในอวัยวะต่าง ๆ เช่น ปอด ตับ ไต และต่อมอวัยวะเพศ รังสีแอลฟาที่สลายตัวมาจากเรดอนจะทำลายเนื้อเยื่อปอด อันเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งปอด ซึ่งการที่แก๊สเรดอนจะเข้าสะสมในร่างกายได้มีอยู่แค่สองทาง คือ การหายใจ และการบริโภค ไม่ว่าจะเป็นจากน้ำหรืออาหาร ล้วนจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้งสิ้น ดังนั้นผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาในเรื่องนี้ จึงได้ทำการสำรวจปริมาณ ^{222}Rn ในตัวอย่างน้ำดื่ม จากแหล่งน้ำธรรมชาติ คือ แม่น้ำปัตตานี ที่ไหลผ่านจังหวัดยะลา ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ประชากรส่วนใหญ่ใช้ในการอุปโภคบริโภค และเป็นแหล่งน้ำวัตถุดิบในการผลิตน้ำประปาอีกด้วย อันตรายที่เกิดจากการได้รับรังสีของ ^{222}Rn ในน้ำ เมื่อเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมาก จะส่งผลทั้งภายนอก และภายใน เช่น ผมร่วง ผิวหนังไหม้เกรียมเป็นแผลเรื้อรัง เป็นมะเร็ง เป็นอันตรายต่อระบบประสาท หัวใจ เม็ดเลือด และทำให้การหมุนเวียนโลหิตเสียไป ถ้าได้รับรังสีเข้าไปในปริมาณ 400-500 เร็ม ทั่วร่างกาย (REM = Radiation Equivalent Measurement เป็นหน่วยวัดมาตรฐานของ ICRU[9] วัดความรุนแรงของผลรังสีต่อสิ่งมีชีวิต) มีโอกาสตาย ร้อยละ 50 แต่ถ้าได้รับรังสีในปริมาณ 1,000 เร็ม จะตาย ร้อยละ 100 และอันตรายของรังสีที่มีผลต่อเซลล์ในร่างกาย ก็จะส่งผลให้เกิดโรคมะเร็งในระบบต่าง ๆ ได้ อาทิเช่น มะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งที่กระดูก มะเร็งปอด และมะเร็งที่ต่อมไทยรอยด์และรังสียังส่งผลทำให้คนอายุสั้น เซลล์สืบพันธุ์ผิดปกติทำให้เด็กคลอดก่อนกำหนด เด็กเกิดมาพิการ อ่อนแอไม่แข็งแรง เป็นต้น สาเหตุที่สามารถทำให้ประชาชนเป็นโรคมะเร็งได้นั้น ก็มาจากการได้รับรังสีเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่มากเกินไปโดยอาจจะได้จากน้ำ อากาศ อาหาร หรือแม้แต่การสัมผัสสิ่งของที่มีการปนเปื้อนของรังสีอยู่ ก็สามารถส่งผลกระทบต่อร่างกายได้ทั้งสิ้น [10-12] โดยเฉพาะน้ำ ซึ่งประชาชนมีความจำเป็น หรือขาดไม่ได้เลยในการดำรงชีวิต และถ้าประชาชนขาดข้อมูลว่าน้ำที่ใช้กันอยู่เป็นประจำนั้น มีการปนเปื้อนของ ^{222}Rn อยู่ ก็จะทำให้ประชาชนเหล่านั้นได้รับอันตรายที่จะเกิดจากรังสี โดยไม่รู้ตัวเลย แม่น้ำปัตตานีเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติของประชาชนในเขตจังหวัดยะลาที่ไหลผ่านหมู่บ้านต่าง ๆ การตรวจวัดหาปริมาณของ ^{222}Rn จึงเป็นเรื่องสำคัญเพื่อเป็นตัวชี้วัดถึงความปลอดภัยของการใช้น้ำในการบริโภค และนำค่าความเข้มข้นของ ^{222}Rn เหล่านั้น มาทำเป็นค่ามาตรฐานของแหล่งน้ำธรรมชาติที่ประชาชนในหมู่บ้านนั้น ๆ ในเขตจังหวัดยะลา ได้ใช้ในการบริโภคได้อย่างปลอดภัยด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ ^{222}Rn ที่ปะปนอยู่ในน้ำดื่มจากครัวเรือนในเขตพื้นที่ บริเวณชุมชนตลาดเก่า เขตอำเภอเมือง จังหวัดยะลา

2. เพื่อเทียบปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะ ^{222}Rn ในน้ำดื่มจากครัวเรือน กับค่ามาตรฐานสากลองค์การพิทักษ์

สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive research) โดยศึกษาความเสี่ยงที่มีผลต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณ ย่านชุมชนตลาดเก่า ในเขตจังหวัดยะลา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีดำเนินการเก็บและเตรียมตัวอย่างน้ำดื่ม ทำการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มจากบ้านเรือนของประชาชนที่อาศัยในบริเวณชุมชนตลาดเก่า เขตอำเมือง จังหวัดยะลา โดยทำการสุ่มเก็บทั้งหมด 50 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างน้ำ ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ต่อ 1 ตัวอย่าง ก่อนทำการเก็บตัวอย่างน้ำจะต้องเปิดน้ำทิ้ง 5-10 นาที เก็บน้ำให้เต็มขวด ปิดฝาให้สนิทจากนั้นนำตัวอย่างน้ำดื่มมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค RAD H_2O จากเครื่องวัดชนิด RAD7 Electronic radon detector ที่ห้องปฏิบัติการตรวจวัดก๊าซเรดอนของ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ โดยเร็วที่สุด (ไม่ควรเกิน 1 สัปดาห์) เพื่อไม่ให้ก๊าซเรดอนในน้ำสูญเสียไปมากโดยผลที่ตรวจวัดจะถูกคำนวณย้อนกลับไปที่เวลาเก็บตัวอย่างเสมอ สามารถคำนวณหาความแรงรังสีได้จากสมการ

$$A = A_o e^{-\lambda t} \quad (1)$$

เมื่อ A คือ กัมมันตภาพเมื่อเวลาผ่านไป t มีหน่วย แบคเคอเรล (Bq)

A_o คือ กัมมันตภาพเมื่อเวลาเริ่มต้น (t=0) มีหน่วย แบคเคอเรล (Bq)

l คือ ค่าคงที่ของการสลายตัว มีหน่วย ต่อวินาที (s^{-1})

t คือ เวลาตั้งแต่เก็บตัวอย่างจนถึงวันที่ทำการตรวจวัด มีหน่วยวินาที (s)

2. วิธีดำเนินการทดลองเพื่อตรวจวัดปริมาณก๊าซ ^{222}Rn ในตัวอย่างน้ำดื่ม ด้วยเทคนิค RAD H_2O

ใช้ตัวอย่างน้ำในการตรวจวัดปริมาตร 250 มิลลิลิตร โดยเครื่องจะปั๊มน้ำเพื่อให้เกิดฟองอากาศไล่ก๊าซเรดอนให้เข้าสู่อุปกรณ์เก็บตัวอย่างที่ต่อเข้ากับเครื่องวัดชนิด RAD7 Electronic radon detector ซึ่งเครื่องนี้จะทำการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นนิวไคลด์ลูกของเรดอน คือ ^{218}Po แล้วเครื่องจะทำการคำนวณย้อนกลับให้กลายเป็นค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของก๊าซเรดอน เนื่องจากเครื่องวัดจะตรวจวัด 3 ซ้ำ ต่อ 1 ตัวอย่าง โดยใช้เวลาในการตรวจวัด 20 นาที ซึ่งจะได้ค่าความแรงรังสีเฉลี่ยของก๊าซเรดอนในแต่ละตัวอย่างน้ำออกมาในหน่วย Bq/m^3 (จะต้องทำการแปลงค่าให้เป็น Bq/L เนื่องจากตัวอย่างในการตรวจวัดเป็นของเหลว เมื่อ 1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1,000 ลิตร) ในการคำนวณค่ารังสีขนาดเสี่ยงจากการบริโภคน้ำที่มีเรดอนปะปนเข้าสู่ร่างกายสามารถหาได้จากสมการ

$$\text{Committed effective dose} = AM\ (Bq/m^3) \times 0.4 \times a\ (day) \times 10^{-8}\ Sv/Bq/m^3/day \quad (2)$$

เมื่อ AM หรือ (Arithmetic means) คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณเรดอนในน้ำดื่ม หน่วยเป็น แบคเคอเรลต่อลูกบาศ์กเมตร (Bq/m^3)

a คือ ระยะเวลา 1ปี (365 วัน) ที่ประชาชนได้รับปริมาณเรดอน หน่วยเป็นวัน (day)

0.4 คือ แฟกเตอร์สมดุล (Equilibrium factor) สำหรับเรดอนในบ้าน กำหนดโดย United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation[3]

10^{-8} $Sv/Bq/m^3/day$

คือ แฟกเตอร์การเปลี่ยน (Conversion factor) โดยคิดว่าเมื่อบุคคลได้ดื่มน้ำจำนวน 1 ลิตร ที่มีเรดอน 1 Bq/m^3 ในเวลา 1 วัน จะก่อให้เกิดความเสี่ยงจากการดูดกลืนรังสี 10^{-8} Sv

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการตรวจวัดค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ ^{222}Rn และปริมาณรังสีขนาดเสี่ยงจากการบริโภคน้ำที่มีเรดอนปะปนเข้าสู่ร่างกายในน้ำดื่มครัวเรือน ย่านชุมชนตลาดเก่า จังหวัดยะลา จำนวน 50 ตัวอย่าง เนื่องจากว่าข้อมูลในการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นและค่ารังสีขนาดเสี่ยงจากการบริโภคน้ำที่มีเรดอนปะปนเข้าสู่ร่างกายมีจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำมาเสนอเพียง 5 ตัวอย่าง ที่มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ ^{222}Rn สูงกว่าบริเวณอื่น ๆ เนื่องจากมีโอกาสสูงที่จะก่อให้เกิดอันตรายแก่ประชากรที่ใช้น้ำในบริเวณดังกล่าวได้ ผลการทดลองแสดงดัง Table 1

จากผลการวิจัยจะเห็นว่า เมื่อนำความเข้มข้นเฉลี่ยของ ^{222}Rn ในน้ำดื่มครัวเรือนที่วัดได้ มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอ้างอิงขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับเรดอนในน้ำบริโภค ควรมีค่าไม่เกิน 11 Bq/L[13] และค่ารังสีขนาดเสี่ยงของประชาชนที่ใช้น้ำดื่มตลอดทั้งปีมีค่าไม่เกิน 0.1 mSv/y [13] ซึ่งจากความเข้มข้นของ ^{222}Rn ในตัวอย่างน้ำดื่มที่วัดได้ ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั้งสิ้น สามารถใช้ในการบริโภคได้อย่างปลอดภัย แต่ยังมี 3 บริเวณ ที่มีความเสี่ยงสูงกว่าบริเวณอื่นๆ คือ แม่น้ำปัตตานีที่ไหลผ่านชุมชนจารูพัฒนา ชุมชนจารูนอก และชุมชนมุสลิมสัมพันธ์ มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ ^{222}Rn ที่ 7.38 Bq/L (0.078 mSv/y) , 5.13 Bq/L (0.074 mSv/y) และ 5.72 Bq/L (0.083

mSv/y) ตามลำดับ เนื่องจากบริเวณทั้งสามอยู่ใกล้แนวภูเขา (ซึ่งอาจจะมีดิน หรือหินชนิดที่มีปริมาณยูเรเนียมสูง ทำให้มีการปนเปื้อนของ ^{222}Rn อยู่) ซึ่งเมื่อแม่น้ำปัตตานีได้ไหลผ่านชั้นใต้ดิน/หินของภูเขาทั้งสอง จึงได้ชะล้าง และพัดพาเอา ^{222}Rn ออกมาด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ ^{222}Rn ในสามบริเวณนี้มีค่าสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่ใช้น้ำในการบริโภค บริเวณดังกล่าว ดังนั้นจึงอนุมานได้ว่าปริมาณความเข้มข้นของ ^{222}Rn นั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับต้นน้ำ (แหล่งที่มาของน้ำ) ปริมาณน้ำ และอัตราการไหลของน้ำและควรเฝ้าระวัง หาทางป้องกันความเสี่ยงที่มีผลต่อสุขภาพของประชาชน ในชุมชนย่านตลาดเก่า อย่างต่อเนื่อง และสังเกตพฤติกรรมของเรดอนในตัวอย่างน้ำดื่มว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง เกิดการสะสมตัวมากน้อยเพียงใดเพื่อสร้างความปลอดภัยให้กับประชาชนในการใช้น้ำดื่ม แต่ถ้าประชาชนไม่มั่นใจว่าน้ำที่ใช้ดื่มนั้นมีเรดอนปนเปื้อนอยู่ สามารถหาทางป้องกันได้โดยการกรองน้ำก่อนใช้ผ่านเครื่องกรองชนิดประจุลบ หรือใช้ไส้กรองที่ทำมาจากเส้นใยอะคริลิคเคลือบด้วยโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ก็จะสามารถสกัดกั้นธาตุ ^{226}Ra (เป็นสารกัมมันตรังสีแม่ที่สลายตัวให้สารกัมมันตรังสีลูก) เป็นการกำจัดเรดอนตั้งแต่ต้นทางไม่ให้ปนเปื้อนในน้ำดื่มได้[14]

Table 1 The average concentration of ^{222}Rn in drinking water.

Location	The average concentration of ^{222}Rn (Bq/L)	The dose of radiation from the intake of water containing radon is mixed into the body. (mSv/y)
Jaru Pattana	7.38	0.078
Jaru nok	5.13	0.074
Tesban 5 shcool	4.92	0.071
Talad kau road 8	4.57	0.065
Muslim sampan	5.72	0.083

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากกลุ่มงานวิจัยสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และขอขอบคุณสถานที่เก็บตัวอย่างน้ำดื่มในครัวเรือนทั้งหมดที่อำนวยความสะดวกตลอดการทดลอง

เอกสารอ้าง

1. Richard Cothern , Paul A. Rebers. (1990). Radon Radium and Uranium in Drinking Water. *Lewis Publishers,14*(3):225 – 247.
2. US EPA (United States Environmental Protection Agency).(1991). *National Primary Drinking Water Regulation*. US EPA, Radionuclides (Proposed Rules), Federal Register 56.
3. พชิรารัฐ โสลา ,ขนิษฐา ศรีสุขสวัสดิ์ มอนันท์ โอมณี, พิบูล อิสสระพันธุ์, ลัดดา ธรรมการัณย์. ตรวจวัดปริมาณแก๊สเรดอนในอากาศน้ำพุร้อน และน้ำแร่บรรจุขวด บริเวณน้ำพุร้อน อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี. ใน: *เอกสารการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ครั้งที่ 12*. โรงแรมแชงกรีลา. กรุงเทพมหานคร; 2554.
4. สุขสวัสดิ์ ศิริจารุกุล. *การตรวจวัดปริมาณแก๊สเรดอนในน้ำบาดาลรอบลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาด้วยเทคนิคการกัดรอยนิวเคลียร์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์.มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2543.
5. วิษณุศาสตร์ อาจโยธา, พชิรารัฐ โสลา. การตรวจวัดเรดอนในน้ำดื่ม เขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ด้วยเทคนิค RAD H2O.ใน : *เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 7*. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก: 2558
6. สาวิตรี พิมเพ็ง. *การวิเคราะห์ปริมาณ ก๊าซเรดอนในน้ำบาดาล เขตอ.ไชยวาน และอ.ศรีธาตุ จ.อุดรธานี*. (รายงานซีเนียร์โปรเจค). มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2545
7. ไพฑูรย์ วรรณพงษ์ ,สมบัติ บวรกิตติ . (2547). แก๊สเรดอนในน้ำพุร้อนธรรมชาติในประเทศไทย.*วารสารวิชาการสาธารณสุข,13*(4),689-695
8. วิษณุศาสตร์ อาจโยธา . (2556). การศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง จากปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในแม่น้ำพอง เขตจังหวัดขอนแก่น. *วารสารสมาคมพยาบาลฯ สาขาตะวันออกเฉียงเหนือ, 31*(4),136-143

9. ICRP.(2005). Low-dose Extrapolation of Radiation-related Cancer Risk. ICRP Publication 99. *Ann. ICRP,35*(4),431-439
10. NATIONAL ACADEMY PRESS.(1999).*Risk Assessment of Radon in Drinking Water*. Washington (DC).
11. UNSCEAR (United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation). (2000). *Sources and effects of ionization radiation*. New York, Report to the General Assembly of the United Nation, with Scientific Annexes.
12. M. Tirmarche, J.D. Harrison, D. Laurier, F. Piquet, E. Blanchardon, J.W. Marsh.(2010). Lung Cancer Rick from Radon and Progeny and Statement on Radon**.** *Ann. ICRP Publication,40*(1),1-64
13. WHO (World Health Organization). (2008). *Guidelines for Drinking-water Quality, Third edition incorporating the first and second addenda*. WHO, Volume 1, Geneva.
14. วิษณุศาสตร์ อาจโยธา . (2556). การตรวจวัดธาตุเรเดียม 226 ในแม่น้ำพอง เขตจังหวัดขอนแก่น โดยใช้แมงกานิสไฟเบอร์ และเทคนิคแกมมาสเปคโตรเมตรี. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*,*16*(3),83-91.