บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

เรเดียม-226 เป็นไอโซโทปกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติ ซึ่งมีครึ่งชีวิต 1,600 ปี สลายตัวจากอนุกรมยูเรเนียม-238 โดยเมื่อสลายตัวจะให้ก๊าซกัมมันตรังสีเรดอน-222 ที่มีครึ่งชีวิต 3.82 วัน ซึ่งเป็นก๊าซเฉื่อยแพร่กระจายในอากาศ และเป็นสาเหตุของโรคมะเร็งปอด เมื่อสลายตัวต่อไปจนให้ผลผลิตสุดท้ายเป็นตะกั่ว-206 ซึ่งเป็นนิวไคลด์ที่เสถียร (US.EPA,2000) เรเดียม-226 สามารถพบได้ในผิวโลกมีอยู่ทั่วไปในดิน หิน ทราย แร่ และน้ำใต้ผิวดิน เนื่องจากเรเดียมเป็นธาตุหมู่ 2 (Alkaline earth) เช่นเดียวกับ แคลเซียม แมกนีเซียม เบอร์ริเลียม สตรอนเชียม และ แบเรียม ซึ่งมีความสามารถละลายน้ำได้ดี จึงเป็นสาเหตุที่เรเดียม-226 มีการกระจายไปสู่น้ำใต้ผิวดินในธรรมชาติ เมื่อเกิดกระบวนการผุพัง การทำลายจากธรรมชาติก็จะชะล้างเรเดียม-226 ลงสู่น้ำใต้ดินโดยกระบวนการทางธรณีเคมี เมื่อประชาชนนำน้ำที่มีการปนเปื้อนเรเดียมไปใช้ในการอุปโภคบริโภค เช่น ดื่มกินหรือใช้ในการเกษตรเช่นนำไปรดผักที่ปลูกเพื่อการบริโภค อาจทำให้ผักมีการปนเปื้อนเรเดียม-226 การนำผักที่มีการปนเปื้อนเรเดียม-226ไปบริโภคอาจทำให้เกิดภาวะเสี่ยงต่อการได้รับสารกัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกายได้ ซึ่งเรเดียม-226 เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะมีการดูดซึมและสะสมภายในร่างกายคล้ายคลึงกับแคลเซียม เรเดียม-226 ที่อยู่ในร่างกายจะสลายตัวและปล่อยรังสีแอลฟาระดมยิงเนื้อเยื่อทำให้เกิดการระคายเคืองเซลล์ผิดปกติ ซึ่งเรเดียม-226 ที่สะสมในร่างกายนี้จัดเป็นสารก่อมะเร็งในกระดูก มะเร็งโพรงจมูก มะเร็งไซนัส (Mays and Rowland, 1985)

จากข้อมูลการเป็นมะเร็ง ของหน่วยมะเร็ง คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 – 2537 พบจำนวนผู้ป่วยโรคมะเร็งในช่องปาก และมะเร็งหลอดอาหารของประชาชนในพื้นที่อำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา มากผิดปกติ โดยมีค่าอุบัติการณ์มาตรฐานอายุ ASR (Age – Standardized Incidence Rates) เฉพาะในเพศชายเท่ากับ 24.8 และ 16.8 คน ต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ (ทองสุกใส และคณะ, 2540) ซึ่งมีค่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับอำเภอใกล้เคียง (ควนเนียง มีค่า ASR เท่ากับ 11.9 และ 13.3) ในอดีตอำเภอนาหม่อมเป็นบริเวณที่มีการทำเหมืองแร่ดีบุก เนื่องจากหินแกรนิตในพื้นที่เป็นหินที่ให้แร่ แต่ปัจจุบันได้แปรสภาพเป็นพื้นที่ทางการเกษตร ยังมีรายงานการค้นพบแร่ทอร์เบอร์ไนต์ซึ่งเป็นแร่กัมมันตรังสี โดยพบเป็นปริมาณน้อยฝังตัวอยู่ในหินแกรนิต (ธงชัย, 2527) แร่ดังกล่าวมีส่วนประกอบของยูเรเนียมซึ่งเป็นนิวไคลด์ตั้งต้น

ของอนุกรมการสลายตัวทางนิวเคลียร์ แล้วสลายตัวต่อเนื่องเป็นอนุกรมจนกลายเป็นเรเดียม-226 และก๊าซกัมมันตรังสีเรดอน -222 ซึ่งธาตุทั้งสองเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (human carcinogen) จเร และคณะ (2547) ศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักและธาตุหลัก ในน้ำบ่อตื้น อำเภอนาหม่อม พบว่าธาตุหลัก Ca และ Mg อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำดื่ม จึงไม่น่าจะมีความสัมพันธ์ในแง่ก่อให้เกิดมะเร็งของคนในพื้นที่

ไตรภพ และคณะ (2544) ศึกษาความเข้มข้นก๊าซกัมมันตรังสีเรดอนในอากาศและน้ำบาดาลในพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา พบว่า พื้นที่อำเภอนาหม่อมเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงที่จะพบปัญหาการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีธรรมชาติ (Naturally Occurring Radionuclide) ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา จากการศึกษาน้ำบาดาลในอำเภอนาหม่อม พบว่ามีปริมาณก๊าซกัมมันตรังสีเรดอน-222 สูงกว่าพื้นที่ข้างเคียงอื่นๆ (อภินันท์, 2543) จึงน่าเชื่อว่า อาจจะมีความสัมพันธ์กับการเป็นมะเร็งของคนในพื้นที่ในลักษณะเป็นปัจจัยเสริม จเร และคณะ (2548) ศึกษาการปนเปื้อนเรเดียม-226 ในน้ำบ่อตื้นในพื้นที่อำเภอนาหม่อม เชื่อว่าน่าจะมีกำเนิดมาจากหินแกรนิตในพื้นที่ เป็นไปได้อย่างยิ่งว่า จะมีการชะล้างธาตุเรเดียมในหินแกรนิต โดยกระบวนการทางธรรมชาติให้ไปปนเปื้อนอยู่ในดินและน้ำใต้ดิน

จากรายงานของประเทศญี่ปุ่น และ จีนที่ร่วมกันศึกษาพื้นที่ที่มีค่ากัมมันตรังสีในธรรมชาติสูงในเมืองย๊างเจียง (Yangjiang) ประเทศจีน จากผลการวิเคราะห์พบว่าการได้รับรังสี ในปริมาณน้อยแต่ระยะเวลานานทำให้โครโมโซมเกิดความผิดปกติ และจากการศึกษาพบผู้ป่วยเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากเม็ดเลือดขาวอ่อนแอ การฉายรังสีมีผลเช่นเดียวกัน เนื่องจากได้รับรังสีในปริมาณที่สูง และในประเทศสหรัฐอเมริกาพบผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดเนื่องจากการหายใจเอาก๊าซเรดอน-222 เข้าไป (Cohen, 1997)

1.2 ตรวจเอกสาร

1.2.1 การรับสัมผัสเรเดียม-226 (Exposure to Radium)

ธาตุยูเรเนียม-238 เป็นไอโซโทปตั้งต้นของเรเดียม-226 เมื่อเกิดกระบวนการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน น้ำบาดาล ชั้นหินใต้ดินจะมีการละลายสารประกอบบางชนิดในน้ำออกมา (Lucas and Ilcewiz,1985) เรเดียม-226 สามารถละลายน้ำได้ดี ก็จะถูกชะล้างออกมาตามธรรมชาติ และอาจพบมากในบริเวณที่มีรอยแตก หรือรอยแยกของชั้นหิน โดยเฉพาะในหินแกรนิต และดิน การบริโภคน้ำหรืออาหารที่มีเรเดียมปนเปื้อนเข้าไปมีอันตรายสูง เพราะเรเดียมแผ่รังสีได้ทั้งภายใน

และภายนอกร่างกาย เรเดียมที่เข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภคร้อยละ 80 จะถูกขับออก ส่วนที่เหลือจะไปสะสมอยู่ในเลือด และกระดูก โดยจะมีการขับถ่ายออกในรูปยูรีนทางอุจจาระและปัสสาวะ แต่อาจใช้เวลานานมาก ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดโรคมะเร็งกระดูก ไขกระดูก และมีผลกับระบบเลือดทำให้เป็นโรคโลหิตจาง และมะเร็งผิวหนังได้ (Mays and Rowland, 1985)

1.2.2 การตรวจวัดปริมาณรังสีเรเดียม-226

วิลาสินี ก้าวศิริรัตน์ (2547) ศึกษาค่ากัมมันตภาพจำเพาะของเรเดียม-226 ในผักพื้นบ้านประเภทใบ ในเขตพื้นที่อำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา ด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์รังสีแกมมา พบว่าในผักพื้นบ้าน 6 ชนิด ได้แก่ ชะพลู กระถิน ตำลึง เล็บครุฑ ผักกูด และบัวบก มีค่ากัมมันตภาพจำเพาะของเรเดียม-226 เท่ากับ 1,427, 1,377, 2,556, 11,150, 1,660 และ 829 mBq/kg ตามลำดับ นำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานความเข้มข้นเรเดียม-226 ในน้ำดื่ม ซึ่งองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (USEPA, 1976) กำหนดไว้ไม่เกิน 110 mBq/kg พบว่าความเข้มข้นเรเดียม-226 ในเล็บครุฑมีค่าสูงที่สุด และค่ากัมมันตภาพจำเพาะของเรเดียม-226 ในผักทดลองทุกชนิดมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

Ghiassi-Nejad และคณะ (2003) ศึกษาอัตราส่วนความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในผักต่อดินที่มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณรังสีที่ได้รับ โดยเลือกศึกษาในพื้นที่ Talesh Mahalleh เมือง Ramsar ประเทศอิหร่าน ซึ่งในบริเวณนี้มีค่าความเข้มรังสีสูง วิเคราะห์อัตราส่วนค่าความเข้มข้นสูงสุดพบในผักประเภทใบ และต่ำสุดพบในผักประเภทหัว มีค่า 1.6×10^{-2} และ 4.0×10^{-3} ตามลำดับ ปริมาณเรเดียม-226 ในผักและน้ำกำหนดให้ได้รับต่อปีมีค่า 22 Bq ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ของคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ของสหประชาชาติว่าด้วยผลกระทบของรังสี (UNSCEAR,2000) กำหนดให้ได้รับปริมาณรังสีประสิทธิผล (effective dose) จากการบริโภคต่อปีเท่ากับ 6.3 μSv ซึ่งเมือง Ramsar ถือเป็นพื้นที่วิกฤตที่มีค่าปริมาณรังสีที่ได้รับจากการบริโภคผักตลอดทั้งปีสูงถึง 72.3 μSv สูงกว่าค่าปริมาณรังสีในพื้นที่ปกติที่ได้รับจากอาหารและน้ำรวมกันถึง 12 เท่า

Yen-Chuan Kuo และคณะ (1997) ศึกษาค่ากัมมันตภาพจำเพาะของเรเดียม-226 ในอาหารและน้ำดื่มที่ประเทศไต้หวัน โดยเก็บตัวอย่างปลา หมู ข้าว แป้ง ไก่ ผัก นม ผลไม้ ไข่ และน้ำ นำมาผ่านกระบวนการทางเคมีรังสี (Radiochemical Analysis) เพื่อสกัดให้ได้เรเดียม-226 แล้ววัดด้วยหัววัดชนิดเปล่งแสงวับชนิดของเหลว (Liquid Scintillation Counter) วัดค่ากัมมันตภาพ

จำเพาะของเรเดียม-226 ในน้ำบาดาลได้ 12.0 mBq/kg ในผักและผลไม้ อยู่ในช่วง 20 - 170 mBq/kg ปริมาณรังสีประสิทธิผลที่ได้รับจากการบริโภคอาหารและน้ำตลอดปี มีค่าเท่ากับ 7.5 μSv

Zhuo และคณะ (2001) ศึกษาหาความเข้มข้นของกัมมันตภาพจำเพาะเรดอน-222, เรเดียม-226, เรเดียม-228 และ ยูเรเนียม ในน้ำใต้ดิน โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล 552 ตัวอย่าง จากเมืองฟูจิประเทศจีน ตรวจพบความเข้มข้น เท่ากับ 147,800 Bq/m^3, 12,700 mBq/m^3, 30,200 mBq/m^3 และ 0.54 μg/m^3 ตามลำดับ พบว่ารังสีเรดอน-222 มีค่าสูง เนื่องจากบริเวณนี้มีหินแกรนิตเป็นหินฐาน และประชาชนในเมืองได้รับรังสีเรดอน-222 โดยตรงจากการบริโภคน้ำใต้ดิน เมื่อประเมินค่าปัจจัยเสี่ยง (lifetime risk) ที่ได้รับรังสีจากการบริโภคน้ำ เท่ากับ 1.7×10^{-3} ค่าความเข้มข้นของเรดอน-222 ในน้ำใต้ดินและในอากาศไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยเรดอน-222 จะพบในอากาศมากกว่าในน้ำใต้ดิน

Pietrzak-Flis และคณะ (2001) ศึกษากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ในอนุกรมยูเรเนียม และอนุกรมทอเรียม จากเครื่องอุปโภคและน้ำดื่มในประเทศโปแลนด์ วัดค่าความเข้มข้นของไอโซโทปกัมมันตรังสีในอาหาร และน้ำที่ประชาชนบริโภค โดยนำผัก ผลไม้ และเนื้อ มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส จนเหลือแต่ขี้เถ้า บันทึกน้ำหนัก จากนั้นนำไปแยกยูเรเนียม-238 กับ ทอเรียม-232 ออกมา นำมาวัดด้วยวิธีการตามรอยรังสี โดยใช้แบเรียมเป็นตัวจับ พบว่ายูเรเนียม-238 ยูเรเนียม-235 ทอเรียม-232 ทอเรียม-230 ทอเรียม-228 และ เรเดียม-226 มีค่าเท่ากับ 22.1, 26.5, 2.38, 4.06, 11.2 และ 42.2 mBq/kg ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า ในน้ำมีไอโซโทปอนุกรมยูเรเนียมสูงกว่าในผัก ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ข้าว และธัญพืช พบไอโซโทปของอนุกรมทอเรียมเป็นหลัก นอกจากนี้ยังพบไอโซโทปของเรเดียม-226 ในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ข้าว และผัก เมื่อประเมินปริมาณรังสีประสิทธิผลจากการบริโภคอาหารตลอดทั้งปีเป็น 5.95 μSv.

Romilton dos Santos Amaral และคณะ (2005) ศึกษาพื้นที่บริเวณที่มีสารประกอบของฟอสเฟต ทางตอนเหนือของประเทศบราซิล ตามแนวชายฝั่งในเมือง Pernambuco และ Paraiba ซึ่งเป็นบริเวณที่มีกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติสูง โดยรังสีเหล่านี้มาจากยูเรเนียม และธาตุที่เกิดจากการสลายตัวของยูเรเนียมปะปนอยู่ในตะกอนฟอสเฟต ทำการวัดปริมาณรังสีจากผลผลิตทางการเกษตรที่ทำการเพาะปลูกในพื้นที่บริเวณนี้ พบว่าค่าความเข้มข้นของกัมมันตภาพจำเพาะของยูเรเนียม มีค่าระหว่าง 13-186 mBq/kg และมีค่าเฉลี่ย 46 mBq/kg ส่วนเรเดียม-226 มีค่าอยู่ระหว่าง 43-2,209 mBq/kg และมีค่าเฉลี่ย 358 mBq/kg ประเมินค่าปริมาณรังสีประสิทธิผลที่ได้รับจากการบริโภคผลผลิตทางการเกษตรพบว่าจะได้รับรังสียูเรเนียม 7.45 Bq/ปี และเรเดียม-226 69.3 Bq/ปี

Clulow และคณะ (1998) เก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอนในทะเลสาบ และปลา (ใช้เนื้อและเครื่องในบางส่วน) จากทะเลสาบ Elliot และ Ontario ประเทศแคนาดา นำมาวัดค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 โดยใช้เทคนิคสเปกโตรมิเตอร์รังสีแอลฟา พบว่า ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของเรเดียม-226 ในน้ำ ตะกอน และปลา (กระดูก) มีค่าเฉลี่ย 0.076, 3,000 และ 38 Bq/kg ตามลำดับ โดยพบว่าในฤดูร้อนมีค่าความเข้มข้นสูงกว่าในฤดูหนาว และค่ากัมมันตภาพจำเพาะของเรเดียม-226 ในกระดูกวัดได้สูงกว่าในเนื้อเยื่อ (ปลา) เมื่อประเมินค่าปริมาณรังสีประสิทธิผลที่ได้รับจากการบริโภคอาหารและน้ำตลอดปี เท่ากับ 0.003 mSv

1.2.3 การประเมินความเสี่ยงเรเดียม-226

ทบวงการพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The U.S. Environmental Protection Agency; EPA, 1999) กำหนดค่าปริมาณเรเดียม-226 และเรเดียม-228 ในน้ำเท่ากับ 185 mBq/l (5 pCi/l) และระดับการปนเปื้อนสูงสุด (maximum contaminant levels; MCLs) 555 mBq/l (15 pCi/l) ถ้าประชาชน 1 ใน 10,000 คน ได้รับน้ำที่มีเรเดียม-226 ปนเปื้อนอยู่ 2 ลิตรต่อวัน เป็นเวลา 50 ปี จะก่อให้เกิดความเสี่ยงในการเสียชีวิตเนื่องจากการเป็นมะเร็ง

USEPA (1999) ได้ประเมินการได้รับปริมาณรังสีจากการดื่มน้ำวันละ 2 ลิตร ที่มีการปนเปื้อนของเรเดียม-226 ค่าความเข้มข้น 37 mBq/l เป็นระยะเวลา 70 ปี ในประชากร 1,000,000 คนจะมีความเสี่ยงในการเสียชีวิต 14 คน และมีความเสี่ยงต่อการเป็นเนื้องอกที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง 20 คน

1.3 วัตถุประสงค์

1 หากัมมันตภาพรังสีจำเพาะของเรเดียม-226 ในผัก ที่ปลูกในพื้นที่อำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา

2 วิเคราะห์เปรียบเทียบกัมมันตภาพรังสีจำเพาะของเรเดียม-226 ในผักที่ปลูกในพื้นที่อำเภอนาหม่อม เปรียบเทียบกับผักที่ปลูกนอกพื้นที่

3 ประเมินปริมาณรังสีสมมูล และความเสี่ยงเบื้องต้นของประชาชน เนื่องจากการบริโภคเรเดียม-226 ในผัก