แบบรายงานการวิจัย

ทุนพัฒนาอาจารย์ใหม่/นักวิจัยใหม่

เรื่อง ปริมาณรังสีตามธรรมชาติในสมุนไพรไทย

โดย

อ.ดร.รวิวรรณ กฤษณานุวัตร์

รศ.ดร.สุพิชชา จันทรโยธา (อาจารย์ที่ปรึกษา)

ภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำข้อมูลพื้นฐานทางด้านรังสีและปริมาณรังสีตามธรรมชาติในสมุนไพรไทยบางชนิดสำหรับประเทศไทย ซึ่งจะเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญยิ่งใช้ในการเปรียบเทียบหรืออ้างอิงตรวจสอบถึงการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสีที่อาจเกิดขึ้นได้อันเนื่องมาจากอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากการสนับสนุนงบประมาณบางส่วนจาก "ทุนพัฒนาอาจารย์ใหม่/นักวิจัยใหม่ กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช (Grants for Development of New Faculty Staff, Ratchadapiseksomphot Endowment Fund, Chulalongkorn University) จึงขอขอบพระคุณกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมา ณ. ที่นี้

นอกจากนี้งานวิจัยนี้จะไม่สามารถสำเร็จได้ถ้าไม่ได้รับคำแนะนำและแนวทางในการวิจัยจาก รศ. ดร.สุพิชชา จันทรโยธา อีกทั้งความช่วยเหลือจาก ดร.ชุติมา กรานรอดและคณะ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความสนับสนุนในครั้งนี้

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ หน่วยงานและสวนสมุนไพรทุกสวนที่ให้ความอนุเคราะห์ให้เข้าเก็บสมุนไพรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คำแนะนำ ตลอดจนผู้ที่ช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยทุกท่านที่ทำให้การวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์มา ณ ที่นี้ด้วย

อ.ดร.รวิวรรณ กฤษณานุวัตร์

สารบัญ

หน้า

บทที่1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย 3

บทที่ 2 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง 4

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

3.1 คัดเลือกชนิดตัวอย่างสมุนไพรและแหล่งเพาะปลูกที่จะทำการศึกษา 6

3.2 การเก็บตัวอย่างสมุนไพรและดินที่ใช้เพาะปลูก 7

3.3 เตรียมตัวอย่างสมุนไพรและดินเพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุกัมมันตรังสี 12

3.4 การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุกัมมันตรังสีในตัวอย่าง 15

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการศึกษา

4.1 การวิเคราะห์ตัวอย่างดินด้วยเทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี 18

4.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างสมุนไพรด้วยเทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี 21

เอกสารอ้างอิง 24

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.1 ติดต่อเจ้าหน้าที่และเกษตรกรผู้ดูและรับผิดชอบแปลงเพาะปลูกสมุนไพร 8
รูปที่ 3.2 ภาพตัวอย่างสมุนไพรสดที่จัดเก็บ 10
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างดินสำหรับนำไปใช้วิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวัดรังสีแกมมา 13
รูปที่ 3.4 การล้างสมุนไพรและรอให้สะเด็ดน้ำ 13
รูปที่ 3.5 การอบตัวอย่างสมุนไพร 14
รูปที่ 3.6 การบดตัวอย่างสมุนไพร 14
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างสมุนไพรบดแห้งสำหรับนำไปใช้วิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวัดรังสีแกมมา 15
รูปที่ 3.8 ระบบวิเคราะห์ธาตุกัมมันตรังสีด้วยเทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี 16
รูปที่ 3.9 สเปกตรัมรังสีแกมมาของตัวอย่าง 17

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 ชนิดของสมุนไพร และส่วนของสมุนไพรที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้ 6
ตารางที่ 3.2 ข้อมูลสวนสมุนไพรและสมุนไพรที่จัดเก็บสำหรับงานวิจัยนี้ 8
ตารางที่ 3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ต่อ 1 ตัวอย่าง โดยใช้เทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี 15
ตารางที่ 4.1 สารมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุกัมมันตรังสี Ra-226, Ra-228 และ K-40 18
ตารางที่ 4.2 ความเข้มข้นกัมมันตภาพของ Ra-226, Ra-228 และ K-40 ในตัวอย่างดิน 19
ตารางที่ 4.3 ความเข้มข้นกัมมันตภาพของ Ra-226, Ra-228 และ K-40 ในตัวอย่างสมุนไพร 22

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การใช้ประโยชน์จากสมุนไพร (Medical plant) ในการบำบัดรักษาโรคจัดได้ว่าเป็นภูมิปัญญาทางการแพทย์ชั้นสูงนับแต่อดีตจวบจนปัจจุบัน และขณะนี้การบริโภคและใช้ผลิตภัณฑ์สมุนไพรกำลังเป็นกระแสที่ทั่วโลกให้ความสนใจและได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ นอกจากสมุนไพรจะถูกนำมาใช้เป็นยารักษาโรคและอาหารเสริมบำรุงร่างกายแล้วยังเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ใช้ในการปรุงอาหารหลากหลายชนิดอีกด้วย

ผลิตภัณฑ์สมุนไพรไทย คือที่สุดแห่งภูมิปัญญาไทย ประเทศไทยมีพืชสมุนไพรอยู่เป็นจำนวนมากมายหลายชนิด อีกทั้งยังมีภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชสมุนไพร จึงทำให้สมุนไพรเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าอย่างมากของประเทศ รัฐบาลได้จัดทำแผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ 1 พ.ศ.2560-2564 โดยมีเป้าหมายให้ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกวัตถุดิบสมุนไพรคุณภาพและผลิตภัณฑ์สมุนไพรชั้นนำของภูมิภาคอาเซียน รวมทั้งเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของสมุนไพรไทยในตลาดทั้งในและต่างประเทศอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ อันจะนำมาสู่ความมั่นคงทางสุขภาพและความยั่งยืนของเศรษฐกิจไทยต่อไป การพัฒนาพืชสมุนไพรให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับในตลาดโลกได้นั้นสิ่งสำคัญคือการได้มาซึ่งวัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพและมีความปลอดภัย ปราศจากการปนเปื้อนสารพิษต่างๆ เช่น โลหะหนักและธาตุกัมมันตรังสีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์ผลิตขึ้น ซึ่งการปนเปื้อนนนี้อาจเกิดขึ้นมาตั้งแต่ระหว่างการเพาะปลูกจนถึงกระบวนการแปรรูป [1]

ธาตุกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น Ra-226 (อนุกรม U-238), Ra-228 (อนุกรม Th-232), และ K-40 พบได้ในหินและดินทั่วไป ซึ่งธาตุกัมมันตรังสีเหล่านี้สามารถเคลื่อนที่เข้าสู่ห่วงโซ่อาหารโดยถูกดูดซับจากดินและปุ๋ยที่ใช้ในการเพาะปลูกมาพร้อมกับธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชผ่านเข้ามาทางรากและเกิดการสะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืช นอกจากนี้ฝุ่นละอองกัมมันตรังสีที่ลอยอยู่ในอากาศก็สามารถเกิดการตกลงมาสะสมอยู่บนส่วนประกอบภายนอกของพืชได้อีกด้วย และเมื่อคนและสัตว์กินพืชธาตุกัมมันตรังสีที่สะสมอยู่ในและบนพืชก็จะถูกส่งผ่านไปสะสมอยู่ในร่างกายของคนและสัตว์ต่อไป [2] ซึ่งในปี ค.ศ.2011 เครือข่ายความปลอดภัยด้านอาหารระหว่างประเทศ (INTERNATIONAL FOOD SAFETY AUTHORITIES NETWORK, INFOSAN) ได้มีการรายงานถึงการตรวจพบ U-238, Th-232, K-40 และธาตุกัมมันตรังสีลูกหลานอยู่ในพืชผักที่ใช้เป็นอาหาร ดังนั้นในพืชสมุนไพรก็น่าจะสามารถตรวจพบธาตุ

กัมมันตรังสีตามธรรมชาติเหล่านี้ได้เช่นกัน [3] นอกจากนี้องค์การอนามัยโลก (WHO) ก็ได้มีการรายงานเกี่ยวกับการปนเปื้อนของธาตุกัมมันตรังสีในอาหารและสมุนไพรต่างๆ ว่าธาตุกัมมันตรังสีที่ปนเปื้อนส่วนใหญ่นั้นมาจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์และอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป็นต้น แต่ขณะนี้ความสำคัญของการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสีมีดังปรากฏอยู่ในเอกสาร WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues ที่เขียนเกี่ยวกับ Potentially hazardous contaminants and residues in herbal medicines ซึ่งเป็นการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีในสมุนไพรอันอาจเนื่องมาจากอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ ซึ่งได้แนะนำให้ประเทศต่าง ๆ ร่วมมือกันทำการตรวจวัดระดับกัมมันตภาพที่อาจปนเปื้อนในสมุนไพร [4] ดั้งนั้นการจัดทำฐานข้อมูลทางรังสีและปริมาณรังสีตามธรรมชาติในสมุนไพรอย่างเป็นระบบและครบถ้วนจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่ทุกประเทศควรช่วยกันจัดทำ เพราะสามารถนำมาเป็นฐานข้อมูลใช้ในการเปรียบเทียบหรืออ้างอิงตรวจสอบถึงการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสีที่อาจเกิดขึ้นได้อันเนื่องมาจากอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์

ในโครงการวิจัยนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นกัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ Ra-226 (อนุกรม U-238), Ra-228 (อนุกรม Th-232) และ K-40 ในพืชสมุนไพรไทยบางชนิดและดินที่ใช้ในการเพาะปลูกสมุนไพรนั้นๆ ข้อมูลที่ได้มานี้เป็นข้อมูลที่สำคัญซึ่งจะถูกนำไปใช้ประกอบการจัดทำข้อมูลพื้นฐาน (baseline data) ทางรังสีในตัวอย่างสิ่งแวดล้อมของประเทศและยังจะถูกรวบรวมส่งไปรายงานต่อทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency, IAEA) อีกด้วย การวิจัยนี้นอกจากจะช่วยสนับสนุนแผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ 1 พ.ศ.2560-2564 แล้ว ยังสอดคล้องกับกลยุทธที่ 4 เรื่องการใช้พลังงานนิวเคลียร์เพื่อการพัฒนาประเทศในนโยบายและแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาด้านพลังงานนิวเคลียร์ พ.ศ.2560 – 2569 อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณความเข้มข้นกัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสีตามธรรมชาติในสมุนไพรบางชนิด

1.2.2 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานทางรังสีของพืชสมุนไพรบางชนิดของประเทศไทย

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสมุนไพรและแหล่งเพาะปลูกสมุนไพรที่สำคัญ เพื่อคัดเลือกชนิดตัวอย่างสมุนไพรและแหล่งเพาะปลูกที่จะทำการศึกษา

1.3.2. ประสานติดต่อแหล่งปลูกสมุนไพรและวางแผนการออกเก็บตัวอย่าง

1.3.3. ทำการเก็บตัวอย่างสมุนไพรและดินที่ใช้เพาะปลูกตามแผนงาน

1.3.4. เตรียมตัวอย่างสมุนไพรและดินเพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุกัมมันตรังสีในตัวอย่าง

1.3.5. วิเคราะห์หาปริมาณธาตุกัมมันตรังสีในตัวอย่างด้วยเทคนิคแกมมาสเปคโตรมิตรี

1.3.6. จัดทำรายงานผลการวิจัย

บทที่ 2 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

1. Donatella D., Maria A.M., และ Carla R. [5] (2016). ได้นำสมุนไพรหลายชนิดในประเทศอิตาลีที่ใช้นิยมกันโดยทั่วไปในการรักษาโรค มาวิเคราะห์หาปริมาณกัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นในส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ ใบ, ผลไม้, เมล็ด, ราก, ก้าน, ดอกไม้, เปลือก, เบอร์รี่ และแทลลัส โดยได้ทำการวิเคราะห์หาความเข้มข้นกัมมันตของ ^{238}U และ ^{210}Po ด้วยเทคนิคอัลฟาสเปกโตรมิตรี และ ^{214}Pb-Bi, ^{210}Pb, ^{40}K และ ^{137}Cs ด้วยเทคนิคแกมมาสเปกโตรมิตรี ซึ่งพบว่าในสมุนไพรมีปริมาณ ^{238}U <0.1 - 7.32 Bq/kg; ^{210}Po < 0.1 - 30.3 Bq/kg; ^{214}Pb -^{214}Bi <0.3 - 16.6 Bq/kg; ^{210}Pb <3- 58.3 Bq/kg; ^{40}K 66.2 - 3,582.0 Bq/kg และ ^{137}Cs <0.3 - 10.7 Bq/kg นอกจากนี้ยังได้ทำการหาร้อยละของการสกัด ^{210}Po จากการแช่ และการต้มยาสมุนไพรด้วย โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของการสกัด ^{210}Po เท่ากับร้อยละ 20.7± 7.5

2. Lordford T.L., Emmanuel O.D., Cyril S. และ Alfred A.A. [6,7] (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระดับกัมมันตภาพรังสีธรรมชาติในสมุนไพรบางชนิดที่ใช้กันทั่วไปในประเทศกานา โดยได้ทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นกัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ ^{238}U, ^{232}Th และ ^{40}K และปริมาณรังสีที่จะได้รับต่อปีหากบริโภคยาสมุนไพรนั้น ๆ โดยใช้เทคนิคแกมมาสเปคโตรมิตรีในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นกัมมันตภาพเฉลี่ยของ ^{238}U, ^{232}Th และ ^{40}K ในพืชสมุนไพรเท่ากับ 3.18 ± 2.8 Bq/kg, 56.2 ± 2.3 Bq/kg และ 839.8 ± 11.9 Bq/kg ตามลำดับ โดยพบว่ามะฮอกกานีแอฟริกา (Khaya ivorensis) มีความเข้มข้นกัมมันตภาพของ ^{238}U และ ^{232}Th สูงสุด และความเข้มข้นกัมมันตภาพของ ^{40}K สูงสุดพบ ในLippia Multiflora และปริมาณรังสีเฉลี่ยที่ได้รับต่อปีอันเนื่องมาจากการบริโภคสมุนไพรเหล่านี้มีค่าอยู่ในช่วง 0.026 ± 0.001-0.042 ± 0.002 mSv/y และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.035 ± 0.001 mSv/y ซึ่งจะเห็นได้ว่าการบริโภคสารกัมมันตรังสีตามธรรมชาติในตัวอย่างพืชสมุนไพรของประเทศกานามีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยประจำปีของโลกที่ 0.3 mSv/y สำหรับการบริโภคของสารกัมมันตรังสีตามธรรมชาติ ที่ระบุไว้ในรายงาน UNSCEAR 2000.

3. Fábio V. Sussa และคณะ[8] (2013) ได้วิเคราะห์หาความเข้มข้นกัมมันตภาพของ ^{238}U, ^{232}Th, ^{230}Th, ^{226}Ra, ^{228}Ra และ ^{210}Pb ในสมุนไพร Peperomia Pellucida และในดินที่ใช้ปลูก โดยวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอัลฟาสเปกโตรมิตรีและการตรวจวัดปริมาณรังสีอัลฟาและบีตารวม โดยปริมาณที่ตรวจพบมีดังนี้ ^{238}U 4.3 -38 Bq/kg; ^{232}Th 1.7-124 Bq/kg; ^{230}Th 2.1-38 Bq/kg; ^{226}Ra 8.5-37 Bq/kg; ^{228}Ra 3.2-46 Bq/kg และ ^{210}Pb 39-93 Bq/kg นอกจากนี้ยังพบว่าร้อยละ50ของไอโซโทป Ra และเกือบร้อยละ 25ของ ^{210}Pb ที่อยู่ในชา pellucida สามารถถูกสกัดละลายออกไปได้

4. Elisabeta Oprea และคณะ[9] (2014) ได้ศึกษานิวไคลด์รังสีในชาสมุนไพรบางชนิด ที่นิยมใช้ในประเทศโรมาเนีย ได้แก สายพนธ Tilia cordata, Matricaria chamomilla, Calendula officinalis, Ocimum basilicaum, Achillea millefolium and Hypericum perforatum Fábio V. Sussa, Sandra R. Damatto, Marcos M. Alencar, Barbara P. Mazzilli โดยประเมินปริมาณด้วยเทคนิคอัลฟาสเปกโตรมิตรี และเบต้าสเปคโตรมิตรีของ ^{210}Po, ^{210}Pb, ^{232}Th, ^{238}U, ^{137}Cs และ ^{90}Sr ระดับสูงสุดของกัมมันตรังสีธรรมชาติที่พบคือ ^{210}Po และ ^{238}U ใน Ocimum basilicum และ Achillea millefolium (8 MBq/kg. และ 4 0 MBq /kg ตามลำดับ) ^{210}Pb พบใน Matricaria chamomilla, Achillea millefolium และ Hypericum perforatum (30 MBq /kg) ^{232}Th พบใน Achillea millefolium และ Hypericum perforatum (60 MBq /kg) และได้สรุปว่า ชาที่ทำจากดอก Hypericum perforatum, Ocimum basilicum และ Achillea millefolium มีแนวโน้มสะสม ^{210}Po และ ^{238}U ส่วน Achillea millefolium มีแนวโน้มที่สะสมธาตุ ^{210}Pb, ^{210}Po, ^{232}Th และ ^{238}U มากที่สุด

5. Pourimani R.1, Noori M.2, Madadi M. [10] (2015) ได้ศึกษาความเข้มข้นกัมมันตภาพในพืชสมุนไพร (Medicinal plant) และพืชทานได้ (Edible Plant Species) จากหมู่บ้าน Bagh-e-Baraftab Village ใน Shazand ของประเทศอิหร่าน จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ Saliva nemorsa L., Triticum aestivum L., Peganum harmala L., Vitis vinifera cv. Shirazi, Medicago sativa L., Gondelia tournefortii L., Descorainia sophia (L.) พบค่า ^{137}Cs, ^{40}K, ^{232}Th และ ^{226}Ra มีค่า 2.27±0.45 to 7.43±0.60 Bq/kg ตามลำดับ โดย Peganum harmala มีค่า TF สูงสุดสำหรับ ^{40}K เท่ากับ 3.17

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

3.1 คัดเลือกชนิดตัวอย่างสมุนไพรและแหล่งเพาะปลูกที่จะทำการศึกษา

ตัวอย่างสมุนไพรที่คัดเลือกมานี้เป็นสมุนไพรยอดนิยมที่นิยมปลูกและใช้กันอย่างแพร่หลายในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย ในโครงการวิจัยนี้ได้เลือกศึกษาตัวอย่างสมุนไพร 7 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ชนิดของสมุนไพร และส่วนของสมุนไพรที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้

ตัวอย่างสมุนไพร		ส่วนของสมุนไพรที่ศึกษา
ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	
ฟ้าทะลายโจร (Kariyat)	*Andrographis paniculata (Burm.f.) Nees*	ใบและต้น
พลูคาว (Plu Kaow)	*Houttuynia cordata Thunb.*	ใบและต้น
เจียวกู่หลาน (Jiaogulan)	*Gynostemma pentaphyllum (Thunb.) Makino*	ใบ
รางจืด (Laurel clockvine)	*Thunbergia laurifolia Lindl.*	ใบ
ขมิ้นชัน (Turmeric)	*Curcuma longa L.*	เหง้า
กระชายดำ (Black galingale)	*Kaempferia parviflora Wallich. ex Baker.*	เหง้า
ตะไคร้ (Lemongrass)	*Cymbopogon citratus (DC.) Stapf*	ใบและต้น

ในการวางแผนเก็บตัวอย่างผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลแหล่งพื้นที่เพาะปลูกและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกสมุนไพรและผลิตสมุนไพรจากรายงานของกรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมการเกษตร ซึ่งหน่วยงานที่มีการเพาะปลูกและผลิตสมุนไพรในประเทศ ได้แก่ มูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร โครงการหลวง ศูนย์วิจัยและพัฒนาทางการเกษตร และกลุ่มผู้ผลิตสมุนไพรต่าง ๆ หลังจากที่ได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยแล้วนั้นจึงได้ทำการกำหนดจังหวัดที่จะเข้าทำการเก็บตัวอย่าง โดยพิจารณาจากเนื้อที่เพาะปลูก จำนวนครัวเรือนที่ทำการเพาะปลูก และปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีที่มาจากระบบจัดเก็บและรายงานข้อมูลภาวะการผลิตพืชระดับตำบล (รต.) กรมส่งเสริมการเกษตร จัดทำโดยศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร จังหวัดที่ได้คัดเลือกเพื่อเป็นพื้นที่เก็บตัวอย่างแยกตามชนิดของสมุนไพร ดังต่อไปนี้

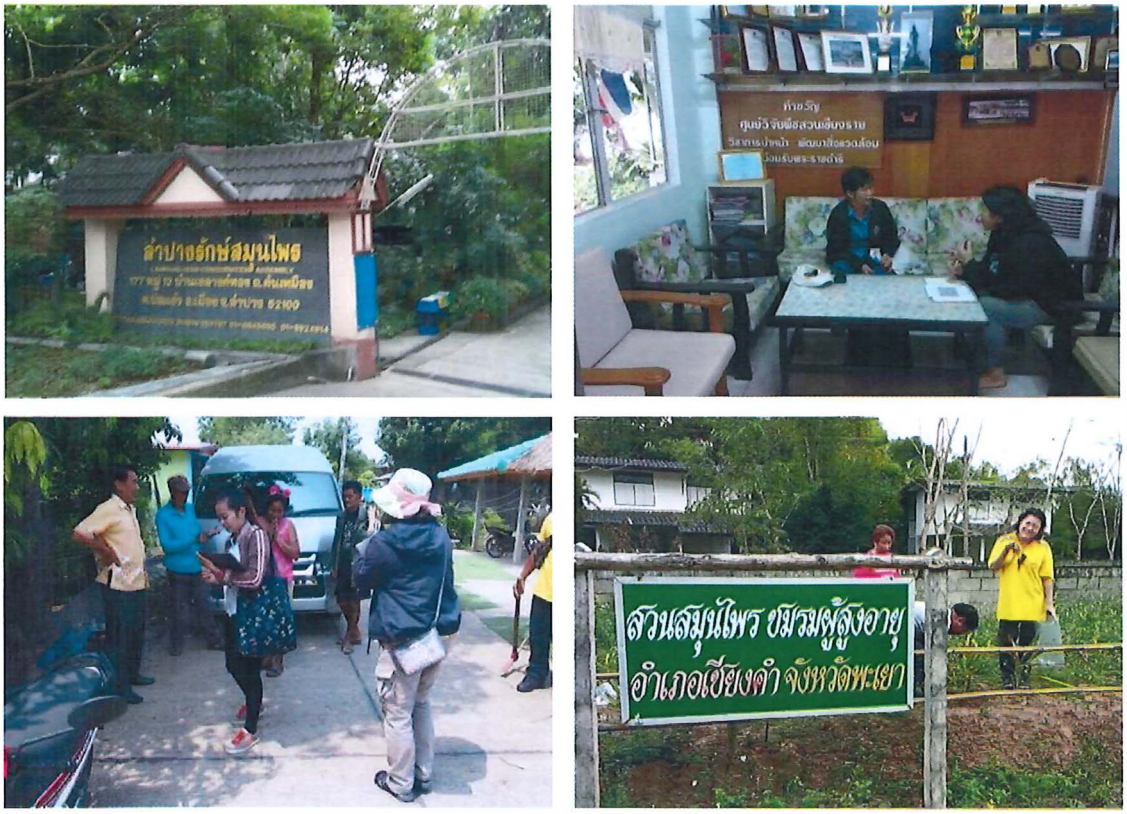
1. ฟ้าทะลายโจร-ลำปาง ปราจีนบุรี นครปฐม

2. พลูคาว-ลำปาง มุกดาหาร อุดรธานี
3. เจียวกู่หลาน-เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา
4. รางจืด-ลำปาง เชียงราย ปราจีนบุรี
5. ขมิ้นชัน-ปราจีนบุรี กาญจนบุรี นครปฐม
6. กระชายดำ-เพชรบูรณ์ กาญจนบุรี ปราจีนบุรี
7. ตะไคร้-เนื่องจากตะไคร้นอกจากจะเป็นสมุนไพรแล้วยังถูกจัดได้ว่าเป็นพืชสวนครัว ดังนั้นจึงมีการปลูกทั่วไปในหลายจังหวัด ทั้งปลูกในสวนครัวและปลูกเป็นแปลงเพาะปลูก จึงได้วางแผนไว้ว่าเมื่อไปลงพื้นที่เก็บตัวอย่างสมุนไพรชนิดอื่นในข้างต้นจะทำการขอความอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่างตะไคร้ด้วย

เมื่อได้ชนิดและพื้นที่ศึกษาแล้วผู้วิจัยจึงได้ทำการติดต่อไปยังมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศรและโครงการหลวงเพื่อขอความอนุเคราะห์เข้าเก็บตัวอย่างสมุนไพรและลงพื้นที่ศึกษา ซึ่งทั้ง 2 หน่วยงานได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่าทางมูลนิธิฯและโครงการหลวงรวมถึงบริษัทผลิตยาสมุนไพรส่วนใหญ่รับซื้อสมุนไพรมาจากแหล่งเพาะปลูกสมุนไพรที่อยู่บริเวณใกล้เคียงและจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ร่วมกันปลูกสมุนไพร ทางผู้วิจัยจึงติดต่อไปยังที่ต่างๆ ตามที่ได้รับคำแนะนำมาจากหน่วยงานทั้งสองแห่ง รวมถึงศูนย์การเรียนรู้สมุนไพรชุมชนและศูนย์วิจัยและพัฒนาทางการเกษตรในจังหวัดที่ได้กำหนดเป็นพื้นที่ศึกษา

3.2 การเก็บตัวอย่างสมุนไพรและดินที่ใช้เพาะปลูก

คณะผู้วิจัยได้ออกปฏิบัติงานภาคสนามเพื่อดำเนินการเก็บตัวอย่างและศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในพื้นที่ศึกษาที่ได้ถูกคัดเลือกและกำหนดไว้ เมื่อเดินทางถึงพื้นที่เป้าหมาย ผู้วิจัยได้เข้าติดต่อขอเข้าพบเจ้าหน้าที่ เกษตรกร หรือเจ้าของสถานที่ เพื่อชี้แจงรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 พร้อมทั้งได้ทำการสอบถามข้อมูลพื้นฐานทางการเกษตรเพิ่มเติม เช่น พื้นที่เพาะปลูก ชนิดของสมุนไพรที่ทำการเพาะปลูก ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ การดูแลรักษาและการใส่ปุ๋ย แหล่งน้ำที่ใช้รด ตัวอย่างสมุนไพรสดที่สามารถเก็บได้จากพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ฟ้าทะลายโจร พลูคาว เจียวกู่หลาน รางจืด ขมิ้นชัน กระชายดำ และตะไคร้ พร้อมทั้งดินที่ใช้เพาะปลูกจากแหล่งเพาะปลูกต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.2 เนื่องด้วยข้อจำกัดของงบประมาณผู้วิจัยจึงไม่สามารถไปเก็บตัวอย่างด้วยตนเองในแหล่งเพาะปลูกได้ทั้งหมด จึงได้ขอความอนุเคราะห์ไปยังแหล่งเพาะปลูกในจังหวัดกาญจนบุรี นครปฐม และเพชรบูรณ์ ให้ช่วยทำการเก็บตัวอย่างสมุนไพรพร้อมทั้งดินที่ใช้เพาะปลูกและจัดส่งมาที่ภาควิชาวิศวกรรมนิวคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 ติดต่อเจ้าหน้าที่และเกษตรกรผู้ดูและรับผิดชอบแปลงเพาะปลูกสมุนไพร

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลสวนสมุนไพรและสมุนไพรที่จัดเก็บสำหรับงานวิจัยนี้

สถานที่เก็บสมุนไพร	**ที่อยู่**	**พิกัด GPS**	**ชนิดสมุนไพร**
สวนแดงจินดา	อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่	18°53'57.8" N 98°55'10.3" E	พลูคาว
วิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์และสมุนไพรอำเภอฝาง	อ.ฝาง จ.เชียงใหม่	19°49'52.5"N 99°08'21.7"E	เจียวกู่หลาน พลูคาว ตะไคร้
ศูนย์วิจัยพืชสวน	อ.เมือง จ.เชียงราย	19°21'20.6" N 100°28'31.8" E	เจียวกู่หลาน ตะไคร้
โรงเรียนบ้านสันกอง	อ.แม่จัน จ.เชียงราย	20°15'31.5"N 99°51'21.0"E	รางจืด

สถานที่เก็บสมุนไพร	ที่อยู่	พิกัด GPS	ชนิดสมุนไพร
ศูนย์ส่งเสริมการเกษตรที่สูง	อ.ปง จ.พะเยา	19°52'20.2" N 99°46'49.4" E	เจียวกู่หลาน
ศูนย์เรียนรู้สมุนไพร ต.บ้านตุ่น	อ.เมือง จ.พะเยา	19°08'47.7" N 99°49'48.8" E	ฟ้าทะลายโจร พลูคาว ตะไคร้
สวนสมุนไพรชมรมผู้สูงอายุ	อ.เชียงคำ จ.พะเยา	19°30'30.9" N 100°17'02.9" E	ขมิ้นชัน
สวนสมุนไพร ลำปางรักษ์	อ.เมือง จ.ลำปาง	18°18'47.0" N 99°27'53.9" E	ฟ้าทะลายโจร ตะไคร้ พลูคาว รางจืด
สวนสมุนไพรบ้านดงบัง	อ.เมือง จ.ปราจีนบุรี	14°60'35.3" N 101°26'11.7" E	ฟ้าทะลายโจร รางจืด ขมิ้นชัน กระชายดำ
สวนสมุนไพรสุนีย์	อ.บางเลน จ.นครปฐม	14°03'35.9" N 100°18'18.9" E	ฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน
วิสาหกิจชุมชนผืนป่าตะวันตก	อ.ไทรโยค จ.กาญจนบุรี		กระชายดำ
วิสาหกิจชุมชนอินทรีย์ลุ่มสุ่ม	อ.ไทรโยค จ.กาญจนบุรี		ฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน กระชายดำ
กลุ่มสมุนไพรกระชายดำ	อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์		กระชายดำ

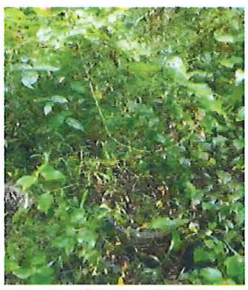
การเก็บตัวอย่างพืชสมุนไพรสดดังแสดงในรูปที่ 2 จะเก็บตัวอย่างให้ได้ชนิดละประมาณ 1-2 กิโลกรัม เพื่อให้ได้ปริมาณเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุกัมมันตรังสีตามธรรมชาติด้วยเทคนิคแกมมาสเปกโตรสโคปี เนื่องจากก่อนที่จะนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ได้นั้นจะต้องผ่านขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง คือ ล้าง อบแห้ง และบดให้เป็นผงละเอียดจนได้ตัวอย่างที่เป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งในระหว่างขั้นตอนการอบแห้งจะมีน้ำระเหยไป เนื่องจากตัวอย่างมีน้ำเป็นองค์ประกอบ จึงทำให้ตัวอย่างสูญเสียน้ำหนักไปในขั้นตอนนี้

พลูคาวที่ปลูกในกระถาง

ฟ้าทะลายโจร

เจียวกู่หลานในแปลงเพาะปลูก

เจียวกู่หลานในแปลงเพาะปลูก



ฟ้าทะลายโจร

รูปที่ 3.2 ภาพตัวอย่างสมุนไพรสดที่จัดเก็บ

ขมิ้นชันในแปลงเพาะปลูก

รูปที่ 3.2 ภาพตัวอย่างสมุนไพรสดที่จัดเก็บ (ต่อ)

สมุนไพรแต่ละชนิดจะมีวิธีในการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

- **ฟ้าทะลายโจร**: เก็บตัวอย่างใบและก้าน โดยตัดทั้งต้นห่างจากโคนต้นเหนือดินประมาณ 5-10 เซนติเมตร
- **พลูคาว**: เก็บทั้งใบและต้น โดยตัดทั้งต้นห่างจากโคนต้นเหนือดินประมาณ 2-3 เซนติเมตร
- **เจียวกู่หลาน**: เก็บตัวอย่างใบและก้าน โดยตัดส่วนที่อยู่เหนือดินหรือบริเวณที่ห่างจากลำต้นใต้ดินประมาณ 15–20 เซนติเมตร
- **รางจืด**: เก็บตัวอย่างใบ
- **ขมิ้นชันและกระชายดำ**: เก็บตัวอย่างหัว/เหง้า โดยจะต้องพยายามขุดขึ้นมาให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ที่สุด ไม่ให้ผิวเปลือกเกิดรอยแผล และไม่ทำให้หัว/เหง้าเกิดความเสียหาย เช่น ขาด หัก หรือช้ำ
- **ตะไคร้**: ถอนยกมาทั้งกอ

หลังจากเก็บพืชสมุนไพรมาแล้วจะทำการเตรียมตัวอย่างสมุนไพร หรือแปรรูปพืชสมุนไพรให้เร็วที่สุด ตามวิธีที่ถูกต้องสำหรับพืชสมุนไพรแต่ละชนิดเพื่อรักษาคุณสมบัติทางยาของพืชสมุนไพรเอาไว้ให้มากที่สุด

ในการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงเพาะปลูกของพืชสมุนไพรชนิดนั้น ๆ ต้องทำการกวาดเศษพืชหรือวัสดุที่ปกคลุมผิวหน้าดินออกเสียก่อน จากนั้นใช้ จอบ เสียม หรือพลั่ว ขุดดินเป็นรูปตัว V ให้ลึกในแนวดิ่ง 15 เซนติเมตร หรือระดับชั้นไถพรวน ประมาณ 0.5-1 กิโลกรัม สำหรับพืชที่ปลูกในกระถางจะทำการเก็บดินในกระถางที่ใช้ปลูกพืช ตัวอย่างดินที่เก็บมาจะนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารกัมมันตรังสี ^{226}Ra, ^{228}Ra และ ^{40}K ที่มีอยู่ในดินที่เพาะปลูก

3.3 เตรียมตัวอย่างสมุนไพรและดินเพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุกัมมันตรังสี

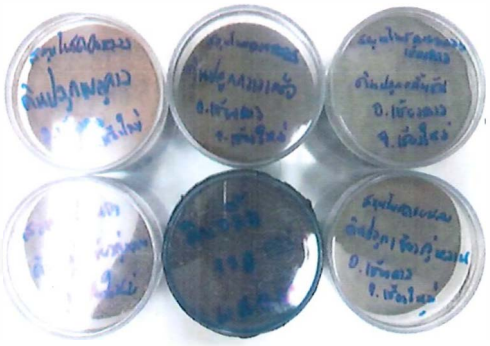
หลังจากที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างพืชผัก ผลไม้ และดิน จากพื้นที่ศึกษา ตัวอย่างจะถูกส่งไปยังห้องปฏิบัติการวิจัยการหาปริมาณความเข้มข้นกัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสีตามธรรมชาติ (NORM LAB) ภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตัวอย่างที่ถูกส่งมาจะถูกนำมาจัดเตรียมด้วยวิธีการตามหลักการมาตรฐานเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวอย่างที่อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวัดรังสีแกมมา (Gamma Spectrometry Analysis) เพื่อหาความเข้มข้นกัมมันตภาพของเรเดียม-226 (^{226}Ra) เรเดียม-228 (^{228}Ra) และโพแทสเซียม-40 (^{40}K) ณ ภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเตรียมตัวอย่างถือว่าเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยว่าการเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่างมีจุดมุ่งหมายคือเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวอย่างที่อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการนำไปวิเคราะห์และเพื่อให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้มานั้นเป็นไปอย่างถูกต้องแม่นยำ ตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นตัวอย่างในสิ่งแวดล้อมซึ่งจะมีปริมาณธาตุกัมมันตรังสีอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นสิ่งที่ต้องพึงระมัดระวังในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างคือจะต้องไม่ให้มีการปนเปื้อนในตัวอย่างเกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นจากฝุ่นละอองหรือสารอื่นใดก็ตาม เพราะจะส่งผลให้ผลการวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนจากค่าที่ควรจะเป็น

คุณลักษณะของตัวอย่างที่เหมาะสมต่อการนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุกัมมันตรังสีด้วยเทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรีที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ควรจะต้องมีลักษณะแห้ง ละเอียดเป็นผง และ ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวอย่างที่มีลักษณะดังกล่าวและสามารถใช้เป็นตัวแทนของตัวอย่างทั้งหมดได้จึงได้มีการจัดเตรียมตัวอย่างสมุนไพรและดิน ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ ดังขั้นตอนต่อไปนี้

<u>ตัวอย่างดิน</u>

1. อบตัวอย่างดินที่อุณหภูมิ 100 -120 °C จนได้ตัวอย่างดินที่แห้งสนิทและมีน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง
2. บดตัวอย่างดินจนละเอียด นำไปร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ตัวอย่างที่ได้มาจะมีลักษณะละเอียดเป็นผงและเป็นเนื้อเดียวกัน
3. บรรจุตัวอย่างดินลงในภาชนะพลาสติกใสทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 6 เซนติเมตร ชั่งน้ำหนักดินที่บรรจุ ปิดผนึกภาชนะพลาสติกที่ใช้บรรจุด้วยซิลิโคนยาแนวชนิดใส ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างดินสำหรับนำไปใช้วิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวัดรังสีแกมมา

4. เก็บตัวอย่างที่ได้ในข้อที่ 3 วางปล่อยทิ้งไว้เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 เดือน เพื่อให้เกิดสภาวะสมดุลทางกัมมันตรังสีของอนุกรมของรังสีที่ต้องการวัด
5. นำตัวอย่างที่ได้จากข้อ 4 ไปทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ด้วยระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี โดยใช้หัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe)

<u>ตัวอย่างพืช ผัก และผลไม้</u>

1. การล้าง เป็นขั้นตอนการเตรียมสมุนไพรที่สำคัญก่อนเข้าสู่กระบวนการบด มีวัตถุประสงค์ เพื่อกำจัดสิ่งสกปรก สิ่งแปลกปลอม หลังจากล้างจะนำสมุนไพรตั้งพักให้สะเด็ดน้ำ ดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 3.4 การล้างสมุนไพรและรอให้สะเด็ดน้ำ

2. เนื่องจากตัวอย่างสามารถเกิดการเน่าเสียได้และมีปริมาณมากซึ่งไม่สามารถนำไปอบแห้งให้เสร็จภายในเวลาอันสมควรได้ ดังนั้นหลังจากที่ทำการตัดแต่งตัวอย่างแล้วจึงได้นำตัวอย่างบรรจุลงในถุงพลาสติกสะอาดและเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในตู้แช่แข็ง เพื่อรอนำไปอบแห้งในขั้นตอนต่อไป

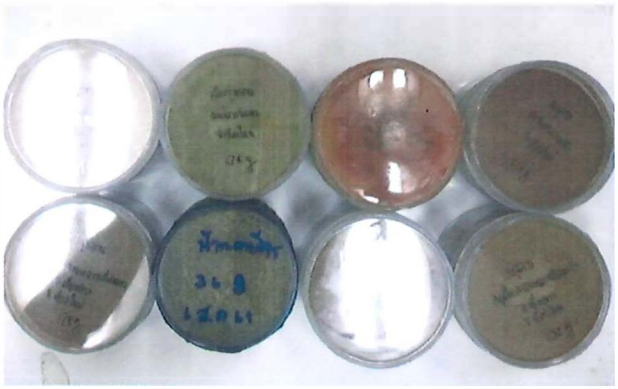
3. อบตัวอย่างพืชในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 °C จนตัวอย่างแห้งสนิทและมีน้ำหนักคงที่ ดังแสดงในรูปที่ 3.5 ชั่งน้ำหนักแห้งและจดบันทึก

รูปที่ 3.5 การอบตัวอย่างสมุนไพร

4. บดตัวอย่างสมุนไพรด้วยเครื่องบดตัวอย่างดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 การบดตัวอย่างสมุนไพร

5. บรรจุตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ทางรังสี สำหรับตัวอย่างที่จะนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี จะต้องนำตัวอย่างไปบรรจุลงในภาชนะพลาสติกใสทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 6 เซนติเมตร ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่บรรจุ ปิดผนึกภาชนะพลาสติกที่ใช้บรรจุด้วยซิลิโคนยาแนวชนิดใส และเก็บตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 3.7 เพื่อให้เกิดสภาวะสมดุลทางกัมมันตรังสีของอนุกรมของรังสีที่ต้องการวัด ประมาณ 1 เดือน



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างสมุนไพรบดแห้งสำหรับนำไปใช้วิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวัดรังสีแกมมา

3.4 การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุกัมมันตรังสีในตัวอย่างด้วยเทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี

เทคนิคนี้ใช้เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นกัมมันตภาพของ ^{226}Ra, ^{228}Ra และ ^{40}K ในตัวอย่างสมุนไพรและดิน การวิเคราะห์หาความเข้มข้นกัมมันตภาพของสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ตามธรรมชาติในตัวอย่างสิ่งแวดล้อมโดยใช้เทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรีนั้น จะต้องใช้ระยะเวลาค่อนข้างนานทั้งในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและในขั้นตอนการนับวัดรังสี ระยะเวลาในขั้นตอนต่างๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ต่อ 1 ตัวอย่าง โดยใช้เทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี

ชนิดของตัวอย่าง	ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน		
	การเตรียมตัวอย่าง	รอให้เกิดสภาวะสมดุลทางกัมมันตรังสี	การนับวัดรังสี
ดิน	2 วัน	30 วัน	24 ชั่วโมง
สมุนไพร	7-9 วัน	30 วัน	48-72ชั่วโมง

ขั้นตอนในการวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีในตัวอย่าง ดังนี้

1. นำตัวอย่างที่เตรียมได้ไปทำการวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีจำเพาะของธาตุกัมมันตรังสีในธรรมชาติ ^{226}Ra, ^{228}Ra และ ^{40}K โดยใช้หัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe) และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี ซึ่งหัววัดที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นหัววัดรุ่น Canberra GR 5021 ของบริษัท Canberra Industries และ รุ่น Ortec GEM 185 ของบริษัท EG&G Orte ดังแสดงในรูปที่ 3.8 ณ ห้องปฏิบัติการวิจัยการหาปริมาณธาตุกัมมันตรังสีตามธรรมชาติ ภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เวลาที่ใช้ในการวัดตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 3.3

รูปที่ 3. 8 ระบบวิเคราะห์ธาตุกัมมันตรังสีด้วยเทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี

2. วิเคราะห์สเปกตรัมของพลังงานรังสีแกมมาของตัวอย่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Genie2000 ของบริษัท Canberra Industries เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความแรงรังสีจำเพาะของ ^{226}Ra, ^{228}Ra และ ^{40}K ในตัวอย่างด้วยสูตรดังแสดงในสมการที่ 1 และ 2 ในการวิเคราะห์ ^{226}Ra นั้นจะใช้โฟโตพีคที่พลังงาน 609 keV ซึ่งเป็นสเปกตรัมพลังงานของ ^{214}Bi (ธาตุลูกจากการสลายตัวของ ^{226}Ra) และสำหรับการวิเคราะห์ ^{228}Ra จะใช้โฟโตพีคที่พลังงาน 911 keV ซึ่งเป็นสเปกตรัมพลังงานของ ^{228}Ac (ธาตุลูกจากการสลายตัวของ ^{228}Ra) ในส่วนของการวิเคราะห์ ^{40}K จะใช้โฟโตพีคที่พลังงาน 1,460 keV ซึ่งเป็นสเปกตรัมพลังงานของ ^{40}K ดังแสดงในรูปที่ 3.9

การคำนวณหาค่าความเข้มข้นกัมมันตภาพของ ^{226}Ra, ^{228}Ra, ^{40}K ในตัวอย่างดังสมการที่ (1)

$$A_{(sample)} = A_{(Std)} \times \frac{wt_{(std)}}{wt_{(sample)}} \times \frac{R_{(sample)}}{R_{(std)}} \qquad \text{----------(1)}$$

เมื่อ A_{Ra} = ความแรงรังสีของเรเดียมหรือโพแทสเซียม (เบคเคอเรล / กรัม)

wt = น้ำหนัก (กรัม)

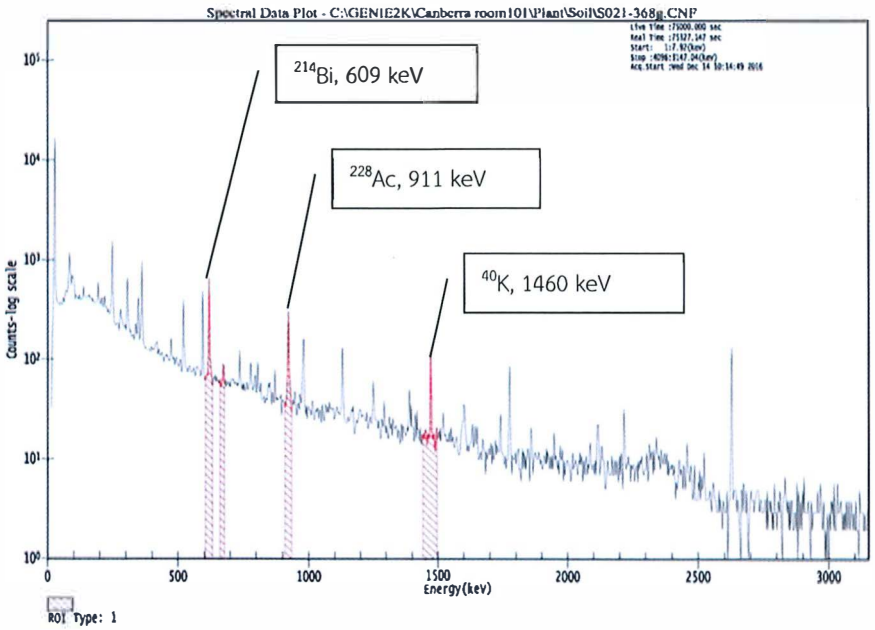
R = อัตรานับรังสีสุทธิ (จำนวนนับ / วินาที)

<u>หมายเหตุ</u> ค่าความเข้มข้นกัมมันตภาพคำนวณได้ดังนี้

$$A = \frac{C}{M} N_A \times 10^{-6} \times \left(\frac{0.693}{t_{1/2}}\right) \times \text{abundance factor} \qquad \text{----------(2)}$$

เมื่อ A = ความเข้มข้นกัมมันตภาพ (เบคเคอเรล / กรัม)

C	=	ความเข้มข้น (ppm), (มิลลิกรัม / กิโลกรัม)
N_A	=	เลขอาโวกาโด , 6.02×10^{23} (อะตอม / โมล)
M	=	มวลอะตอม (กรัม / โมล)
abundance factor	=	อัตราส่วนโดยอะตอมในธรรมชาติ
10^{-6}	=	conversion factor (1 / ppm) , (กิโลกรัม / มิลลิกรัม)
$t_{1/2}$	=	ค่าครึ่งชีวิต (วินาที)



รูปที่ 3. 9 สเปกตรัมรังสีแกมมาของตัวอย่าง

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการศึกษา

4.1 การวิเคราะห์ตัวอย่างดินด้วยเทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี

การวิเคราะห์ตัวอย่างดินด้วยเทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี ได้มีการใช้สารมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 4.1 เพื่อใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบหาปริมาณธาตุกัมมันตรังสี Ra-226, Ra-228 และ K-40 ในตัวอย่างดินและสมุนไพร

ตารางที่ 4.1 สารมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณธาตุกัมมันตรังสี Ra-226, Ra-228 และ K-40

ชนิดของสารมาตรฐาน	น้ำหนัก (g)	ความเข้มข้น (mg/kg)	Counting time (sec)
U-ore (IAEA-RGU-1)	324.25	400±2	10,800
Th-ore (IAEA-RGTh-1)	313.06	800±16	10,800
K_2SO_4 (IAEA-RGK-1)	225.87	dilute 5 เท่า	43,200
Background			86,400

ตัวอย่างทั้งหมดที่เก็บจากพื้นที่ศึกษาได้ถูกนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ณ. ภาควิชาวิศวกรรมนิวเคลียร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.2-4.3

ผลการวิเคราะห์ ความเข้มข้นกัมมันตภาพของ Ra-226, Ra-228 และ K-40 ในตัวอย่างดินที่เก็บมาจากการเข้าเก็บตัวอย่างในพื้นที่คัดเลือกในตารางที่ 4.2 พบว่า ความเข้มข้นกัมมันตภาพรังสีของ Ra-226, Ra-228 และ K-40 ในตัวอย่างดินทุกตัวอย่างที่เก็บมาจากพื้นที่เพาะปลูกนั้น มีความเข้มกัมมันตภาพรังสีของ K-40 ค่อนข้างสูง อยู่ในช่วง 67-1103 Bq/kg และมีค่าเฉลี่ย 420 ± 251 Bq/kg และตัวอย่างดินจากศูนย์การเรียนรู้สมุนไพรบ้านตุ่น อ.เมือง จ.พะเยา มีค่า K-40 สูงสุด ทั้งนี้น่าจะเป็นผลเนื่องมากจากการใส่ปุ๋ยในการเพาะปลูก นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณความเข้มข้นของ Ra-226 และ Ra-228 ในตัวอย่างดินในแต่พื้นที่เพาะปลูกมีแตกต่างกันไปซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 7.08 – 1.14 Bq/kg (ค่าเฉลี่ย 41.9 ± 27.3 Bq/kg) และ 11.3 – 145 Bq/kg (ค่าเฉลี่ย 50.3 ± 35.7 Bq/kg) ตามลำดับ โดยตัวอย่างดินจากสวนจินดาแดง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ มีความเข้มข้นกัมมันตภาพของ Ra-226 สูงที่สุด ในขณะที่ ตัวอย่างดินจากศูนย์การเรียนรู้สมุนไพรบ้านตุ่น อ.เมือง จ.พะเยา มีความเข้มข้นกัมมันตภาพของ Ra-228 สูงที่สุด จะเห็นได้ว่าดินแต่ละที่นั้นจะมีความเข้มข้นกัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสีแตกต่างกันไปซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะธรณีที่เป็นแหล่งกำเนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินเปล่านั้น นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับการเติมปุ๋ยและชนิดของปุ๋ยที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของดิน รวมไปถึงน้ำที่ใช้ในการเกษตรกรรมอีกด้วย ดังนั้นในงานวิจัยในอนาตคควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยข้างต้นรวมถึงศึกษาถึงชนิดของดินและขนาดของเม็ดดิน และค่าความเป็นกรด-เบสของดิน ปัจจัยเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งในการที่มีผลต่อความเข้มข้นกัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสีในดิน

ตารางที่ 4.2 ความเข้มข้นกัมมันตภาพของ Ra-226, Ra-228 และ K-40 ในตัวอย่าง**ดิน**

สมุนไพร	สถานที่เก็บตัวอย่าง		ความเข้มข้นกัมมันตภาพ (Bq/kg)					
	สถานที่	จังหวัด	Ra-226		Ra-228		K-40	
			Activity	S.D.	Activity	S.D.	Activity	S.D.
ฟ้าทะลายโจร	ศูนย์การเรียนรู้สมุนไพรบ้านตุ่น	พะเยา	19.4	7.62	20.4	0.71	425	18
	สวนสมุนไพรลำปางรักษ์	ลำปาง	17.7	1.05	20.6	0.72	107	8
	สวนสมุนไพรบ้านดงบัง	ปราจีนบุรี	19.8	1.67	22.5	2.08	269	25
	สวนสมุนไพรสุนีย์	นครปฐม	66.5	1.79	76.1	3.26	600	24
	วิสาหกิจชุมชนอินทรีย์ลุ่มสุ่ม	กาญจนบุรี	70.6	5.56	79.5	4.55	410	21
พลูคาว	สวนจินดาแดง	เชียงใหม่	114	1.59	124	3.55	578	18
	ชุมชนเกษตรอินทรีย์และสมุนไพร อ.ฝาง	เชียงใหม่	70.5	2.32	85.2	3.44	400	15
	ศูนย์การเรียนรู้สมุนไพรบ้านตุ่น	พะเยา	19.4	7.62	20.4	0.71	425	18
	สวนสมุนไพรลำปางรักษ์	ลำปาง	42.1	16.3	36.5	1.46	393	17
	สวนสมุนไพรบ้านดงบัง	ปราจีนบุรี	20.8	1.59	20.1	2.09	100	7
เจียวกู่หลาน	สวนจินดาแดง	เชียงใหม่	94.1	1.97	106	3.57	968	30
	ชุมชนเกษตรอินทรีย์และสมุนไพร อ.ฝาง	เชียงใหม่	25.2	0.86	29.8	1.35	500	13
	ศูนย์วิจัยพืชสวน	เชียงราย	48.6	1.71	34.2	1.84	692	29
	ศูนย์ส่งเสริมการเกษตรที่สูง	พะเยา	20.2	0.76	21.6	1.28	66.7	4

ตารางที่ 4.2 ความเข้มข้นกัมมันตภาพของ Ra-226, Ra-228 และ K-40 ในตัวอย่าง**ดิน** (ต่อ)

สมุนไพร	สถานที่เก็บตัวอย่าง		ความเข้มข้นกัมมันตภาพ (Bq/kg)					
	สถานที่	จังหวัด	Ra-226		Ra-228		K-40	
			Activity	S.D.	Activity	S.D.	Activity	S.D.
รางจืด	โรงเรียนบ้านสันกอง	เชียงราย	26.7	0.68	45.9	1.22	320	8
	สวนสมุนไพรลำปางรักษ์	ลำปาง	15.6	0.48	20.56	1.69	254	10
	สวนสมุนไพรบ้านดงบัง	ปราจีนบุรี	19.8	1.98	22.5	3.77	451	20
ขมิ้นชัน	ศูนย์สมุนไพรผู้สูงอายุเชียงคำ	พะเยา	28.6	11.1	28.4	1.11	133	6
	สวนสมุนไพรบ้านดงบัง	ปราจีนบุรี	7.08	0.82	11.3	0.85	75.3	5
	วิสาหกิจชุมชนอินทรีย์ลุ่มสุ่ม	กาญจนบุรี	55.7	2.35	60.1	4.55	250	19
กระชายดำ	สวนสมุนไพรบ้านดงบัง	ปราจีนบุรี	18.9	3.20	19.6	4.10	390	16
	วิสาหกิจชุมชนผืนป่าตะวันตก	กาญจนบุรี	41.6	0.56	62.0	1.52	610	12
	กลุ่มสมุนไพรกระชายดำเขาค้อ	เพชรบูรณ์	59.6	0.98	61.5	1.59	520	11
ตะไคร้	ชุมชนเกษตรอินทรีย์และสมุนไพร อ.ฝาง	เชียงใหม่	26.2	1.02	43.4	1.06	319	8
	ศูนย์วิจัยพืชสวน	เชียงราย	59.9	1.06	92.3	2.01	642	14
	ศูนย์การเรียนรู้สมุนไพรบ้านตุ่น	พะเยา	79.5	1.99	145.6	4.03	1103	23
	สวนสมุนไพรลำปางรักษ์	ลำปาง	44.0	1.08	47.8	1.03	327	8

4.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างสมุนไพรด้วยเทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี

ผลการวิเคราะห์ ความเข้มข้นกัมมันตภาพของ Ra-226, Ra-228 และ K-40 ในตัวอย่างสมุนไพรแสดงดังในตารางที่ 4.3 ซึ่งพบว่าความเข้มข้นของกัมมันตภาพของ Ra-226 มีค่าอยู่ในช่วง 0.51 – 1.05 Bg/kg (ค่าเฉลี่ย 4.26 ± 2.88 Bq/kg), Ra-228 มีค่าอยู่ในช่วง 2.95 – 19.9 Bg/kg (ค่าเฉลี่ย 7.20 ± 3.88 Bq/kg) และ K-40 มีค่าอยู่ในช่วง 261- 2390 Bg/kg (ค่าเฉลี่ย 967± 409 Bq/kg) และจากค่าในตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นกัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเหล่านี้จะมีค่าแตกต่างกันไปในสมุนไพรแต่ละชนิด และถึงแม้ว่าจะเป็นสมุนไพรชนิดเดียวกันแต่ปลูกกันต่างพื้นที่ก็จะพบได้ว่ามีความเข้มข้นกัมมันตภาพที่แตกต่างกันด้วย เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นกัมมันตภาพของธาตุ Ra-226 และ Ra-228 ในตัวอย่างสมุนไพรและดินที่ใช้ปลูกสมุนไพรนั้นๆ จะพบว่าความเข้มข้นของกัมมันตภาพของ Ra-226 และ Ra-228 ในตัวอย่างสมุนไพรทุกชนิดมีค่าต่ำกว่าความเข้มข้นของกัมมันตภาพในตัวอย่างดินที่ใช้เพาะปลูกอยู่มาก แสดงให้เห็นได้ว่ามีเพียง Ra-226 และ Ra-228 บางส่วนเท่านั้นที่สามารถแพร่ซึมผ่านแถบแคสพาเรียนในชั้นเอนโดเดอร์มิสของรากได้เพียงบางส่วนเท่านั้น สมุนไพรแต่ละชนิดหรือแม้จะเป็นชนิดเดียวกันก็มีความสามารถในการดูดซึมแร่ธาตุและสารกัมมันตรังสีต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ในดินที่ใช้เพาะปลูกพืชสมุนไพรเหล่านั้นได้แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอีกหลายชนิด เช่น คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสารกัมมันตรังสี ปริมาณของสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในดิน ชนิดของพืช อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม ปริมาณน้ำฝน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดินที่ไหลผ่านพื้นที่เพาะปลูก และการดำเนินการเพาะปลูก เช่น ชนิดและปริมาณของปุ๋ยที่ใส่ สารกำจัดแมลงและวัชพืช การลดน้ำและพรวนดิน เป็นต้น ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลของปัจจัยข้างต้นในอนาคตข้างหน้าต่อไป

ความเข้มข้นกัมมันตภาพของ K-40 ในตัวอย่างสมุนไพรมีค่าสูงกว่าธาตุกัมมันตรังสีอื่น ๆ แสดงให้เห็นได้ว่าพืชสามารถดูดซึม K-40ได้ดีกว่าธาตุกัมมันตรังสีชนิดอื่น ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าโพแทสเซียมเป็นแร่ธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืชและธาตุโพแตสเซียมนี้จะมีอยู่มากในดินเหนียวแต่จะมีอยู่น้อยในดินทราย นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นกัมมันตภาพของ K-40 ในตัวอย่างสมุนไพรส่วนใหญ่จะมีค่าสูงกว่าในตัวอย่างดิน ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีการสะสมอย่างต่อเนื่องของ 40K ที่ผ่านการดูดซึมของรากในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ

ตารางที่ 4.3 ความเข้มข้นกัมมันตภาพของ Ra-226, Ra-228 และ K-40 ในตัวอย่าง**สมุนไพร**

สมุนไพร	สถานที่เก็บตัวอย่าง		ความเข้มข้นกัมมันตภาพ (Bq/kg)					
	สถานที่	จังหวัด	Ra-226		Ra-228		K-40	
			Activity	S.D.	Activity	S.D.	Activity	S.D.
ฟ้าทะลายโจร	ศูนย์การเรียนรู้สมุนไพรบ้านตุ่น	พะเยา	< 0.2		9.75	2.71	1177	64
	สวนสมุนไพรลำปางรักษ์	ลำปาง	3.84	1.63	6.76	2.88	834	53
	สวนสมุนไพรบ้านดงบัง	ปราจีนบุรี	4.01	1.35	8.57	2.07	1298	62
	สวนสมุนไพรสุนีย์	นครปฐม	3.37	1.25	5.23	1.36	1289	50
	วิสาหกิจชุมชนอินทรีย์ลุ่มสุ่ม	กาญจนบุรี	4.16	1.28	9.64	2.11	975	59
พลูคาว	สวนจินดาแดง	เชียงใหม่	7.63	2.90	6.66	0.75	910	25
	ชุมชนเกษตรอินทรีย์และสมุนไพร อ.ฝาง	เชียงใหม่	8.98	2.00	10.5	2.45	1005	78
	ศูนย์การเรียนรู้สมุนไพรบ้านตุ่น	พะเยา	10.5	1.98	15.7	2.78	1250	65
	สวนสมุนไพรลำปางรักษ์	ลำปาง	< 0.2		6.67	3.24	1161	63
	สวนสมุนไพรบ้านดงบัง	ปราจีนบุรี	8.23	2.90	19.9	5.41	348	76
เจียวกู่หลาน	สวนจินดาแดง	เชียงใหม่	8.31	0.86	6.39	1.43	1049	32
	ชุมชนเกษตรอินทรีย์และสมุนไพร อ.ฝาง	เชียงใหม่	6.75	0.95	7.56	1.30	895	46
	ศูนย์วิจัยพืชสวน	เชียงราย	1.38	0.34	5.32	2.33	714	44
	ศูนย์ส่งเสริมการเกษตรที่สูง	พะเยา	1.04	0.42	2.95	2.02	650	42

ตารางที่ 4.3 ความเข้มข้นกัมมันตภาพของ Ra-226, Ra-228 และ K-40 ในตัวอย่าง**สมุนไพร** (ต่อ)

สมุนไพร	สถานที่เก็บตัวอย่าง		ความเข้มข้นกัมมันตภาพ (Bq/kg)					
	สถานที่	จังหวัด	Ra-226		Ra-228		K-40	
			Activity	S.D.	Activity	S.D.	Activity	S.D.
รางจืด	โรงเรียนบ้านสันกอง	เชียงราย	1.44	0.56	5.43	1.23	450	28
	สวนสมุนไพรลำปางรักษ์	ลำปาง	3.59	1.05	10.7	2.36	975	65
	สวนสมุนไพรบ้านดงบัง	ปราจีนบุรี	0.95	0.16	5.09	1.09	655	77
ขมิ้นชัน	ศูนย์สมุนไพรผู้สูงอายุเชียงคำ	พะเยา	2.61	1.87	4.46	1.01	1093	71
	สวนสมุนไพรบ้านดงบัง	ปราจีนบุรี	2.78	0.94	3.33	0.85	997	43
	วิสาหกิจชุมชนอินทรีย์ลุ่มสุ่ม	กาญจนบุรี	3.07	1.88	5.29	1.96	959	65
กระชายดำ	สวนสมุนไพรบ้านดงบัง	ปราจีนบุรี	5.79	1.99	8.34	2.56	1150	78
	วิสาหกิจชุมชนผืนป่าตะวันตก	กาญจนบุรี	3.26	1.78	9.74	3.40	1089	58
	กลุ่มสมุนไพรกระชายดำเขาค้อ	เพชรบูรณ์	1.85	0.44	4.06	1.89	490	45
ตะไคร้	ชุมชนเกษตรอินทรีย์และสมุนไพร อ.ฝาง	เชียงใหม่	7.13	1.11	5.41	1.60	261	9
	ศูนย์วิจัยพืชสวน	เชียงราย	4.42	1.41	4.50	2.90	1330	42
	ศูนย์การเรียนรู้สมุนไพรบ้านตุ่น	พะเยา	0.51	0.31	3.13	1.20	703	18
	สวนสมุนไพรลำปางรักษ์	ลำปาง	0.84	0.51	3.38	1.19	2390	49

เอกสารอ้างอิง

1. กระทรวงสาธารณสุข (2559) แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ 1 พ.ศ.2560-2564. กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือกกระทรวงสาธารณสุข ISBN : 978-616-11-3143-2
2. Kritsananuwat R., Sahoo SK., Arae H. (2015) Distribution of 238U and 232 Th in selected soil and plants samples as well as soil to plants transfer factors around Southern Thailand. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 303: 2571-2577
3. INFOSAN (2011) Information on nuclear accidents and radioactive contamination of foods International Food Safety Authorities Network. World Health Organization (WHO), Geneva
4. World Health Organization. (1988). Derived intervention levels for radionuclides in food: guidelines for application after widespread radioactive contamination resulting from a major radiation accident. World Health Organization.
5. Donatella D., Maria A.M., Carla R. (2010) Natural and artificial radioactivity determination of some medicinal plants. Journal of Environmental Radioactivity. 101:751–756.
6. Lordford T.L et al., (2013) Gross Alpha and Beta Activity and Annual Committed Effective Doses due to Natural Radionuclides in some Medicinal Plants commonly used in Ghana. International Journal of Science and Technology. 3(4):232-244.
7. Lordford T.L., Emmanuel O.D., Cyril S. and Alfred A.A, (2013) Natural Radioactivity Levels of Some Medicinal Plants Commonly Used in Ghana, Springer Plus, 2:157
8. Fábio V. Sussa, Sandra R. Damatto, Marcos M. Alencar, Barbara P. Mazzilli, Paulo S.C. Silva, (2013) Natural radioactivity determination in samples of Peperomia Pellucida commonly used as a medicinal herb, Journal of Environmental Radioactivity, Volume 116, February, Pages 148-151, ISSN 0265-931X,
9. Elisabeta Oprea and et al, (2014) Radionuclides Content in Some Medicinal Plants Commonly Used in Romania, FARMACIA, Vol. 62, 4 page 658-663.
10. Pourimani R., Noori M., Madadi M. 2015. Radioactivity Concentrations in Eight Medicinal and Edible Plant Species from Shazand, Iran, International Journal of Ecosystem 2015, 5(1): 22-29, DOI: 10.5923/j.ije.20150501.03.

ลงชื่อ.....ผู้รับทุน

(อ.ดร.รวิวรรณ กฤษณานวัตร์)

วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....อาจารย์อาวุโส

(รศ.ดร.สุพิชชา จันทรโยธา)

วันที่...../...../.....