

การฉายรังสีแกมมา : กระบวนการทำให้เชื้อสำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพร
GAMMA IRRADIATION: STERILIZATION PROCEDURE FOR HERBAL PRODUCTS

ชาวลิต มณฑล

Sino-Thai Traditional Medicine Research Center คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี

ติดต่อผู้พิมพ์ : chaowalit@rsu.ac.th

CHAOWALIT MONTON

Sino-Thai Traditional Medicine Research Center, Faculty of Pharmacy, Rangsit University, Pathumthani.

Corresponding Author: chaowalit@rsu.ac.th

รหัส 1-000-SPU-000-1304-01

จำนวนหน่วยกิต 2.0 หน่วยกิตการศึกษาต่อเนื่อง

วันที่รับรอง : 23 เมษายน 2556

วันที่หมดอายุ : 23 เมษายน 2558

บทคัดย่อ

ปัจจุบันยาสมุนไพรได้รับความนิยมในการนำมาใช้รักษาอาการเจ็บป่วยมากขึ้น สมุนไพรเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากธรรมชาติ จึงพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติได้ การนำวัตถุดิบสมุนไพรมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพร จึงจำเป็นที่จะต้องนำมาผ่านกระบวนการทำให้เชื้อเพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว

การฉายรังสีแกมมาเป็นกระบวนการทำให้เชื้อที่มีประสิทธิภาพสูง และมีจุดเด่นที่เหนือกว่าการทำให้เชื้อวิธีอื่น ดังนี้ รังสีแกมมามีความสามารถในการแพร่ผ่านได้สูง เกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่ำ ไม่ก่อให้เกิดการตกค้าง เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในระหว่างการฉายรังสีเล็กน้อย เป็นกระบวนการที่เสร็จสิ้นในขั้นตอนเดียว และมีความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับราคา

กับประสิทธิภาพ

การฉายรังสีแกมมาในขนาดที่เหมาะสม จะทำลายเชื้อในผลิตภัณฑ์สมุนไพรได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามรังสีแกมมาอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพและปริมาณสารสำคัญในสมุนไพรได้บ้าง การฉายรังสีแกมมาจึงอาจไม่เหมาะสมสำหรับสมุนไพรบางชนิด ซึ่งการฉายรังสีจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2553 เรื่องอาหารฉายรังสี ซึ่งกำหนดไว้ 8 หัวข้อ ได้แก่ 1. สถานที่ตั้ง อาคารฉายรังสี และการออกแบบ 2. แหล่งกำเนิดรังสี และเครื่องจักรร่วมระบบในการฉายรังสี 3. กระบวนการฉายรังสีและการควบคุม 4. การวัดปริมาณรังสีดูดกลืนที่อาหารได้รับ หลังจากผ่านการฉายรังสีแล้วและการควบคุม 5. บันทึกและรายงานผล 6. การสุขาภิบาล 7. การทำความสะอาดและการบำรุงรักษา 8. บุคลากรและสัญลักษณ์ผู้ปฏิบัติงาน

คำสำคัญ : รังสีแกมมา, การฉายรังสี, การทำให้เชื้อ, สมุนไพร

Abstract

Recently, herbal drugs have become popular treatments for illnesses. As herbal drugs are natural products, contamination by microorganisms is common. Therefore, in the development of herbal raw materials to herbal products it is necessary to use sterilization to destroy these microorganisms.

Gamma irradiation is a highly effective sterilization procedure with many advantages over other sterilization procedures, including high penetrating power of gamma rays, low chemical reactivity, low measurable residue level, slight increase in temperature during irradiation, fully automatic process, and cost effectiveness.

An appropriate dose of gamma radiation can destroy contaminated microorganisms. However, gamma rays may affect active ingredients quality and content, making irradiation inappropriate for some herbs. The gamma irradiation must follow the notification about food irradiation by the Thai Ministry of Public Health B.E.2553 (2010), which contains the following eight points: (1) Location, building and its design; (2) Radiation source and facilities; (3) Food irradiation and operation control; (4) Dosimetry and control; (5) Record and report; (6) Sanitation; (7) Cleaning and maintenance, and (8) Personnel and personal hygiene.

Keywords: gamma ray, irradiation, sterilization, herbal drugs

บทนำ

ยาสมุนไพรเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการรักษาอาการเจ็บป่วย ซึ่งได้รับความนิยมมาเป็นระยะเวลานานในประเทศไทยการผลิตยาแผนโบราณจากสมุนไพรนั้นยังไม่มีการควบคุมที่เข้มงวดนักเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตยาแผนปัจจุบัน นอกจากนี้การควบคุมมาตรฐานสมุนไพรทำได้ค่อนข้างยาก ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างของสภาพทางภูมิศาสตร์ของแหล่งที่ปลูก กระบวนการปลูกและการเก็บเกี่ยว การหรือการปลอมปน เป็นต้น สมุนไพรที่มีความชื้นสูงหรือดูดความชื้นในอากาศได้ดีจะส่งเสริมให้เกิดการของเชื้อจุลินทรีย์ จำพวกแบคทีเรีย รา ยีสต์ ได้ดี นอกจากนี้ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว การขนส่ง และการบรรจุ ล้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงในการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสิ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากดิน เช่น สมุนไพรประเภทรากหรือเหง้า เป็นต้น¹

การทำไร่เชื้อสำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพรนั้นมีหลายวิธี เช่น การนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดันไอน้ำ (autoclave) การอบด้วยก๊าซเอทิลีนออกไซด์ (ethylene oxide) การฉายรังสี (irradiation) เป็นต้น ซึ่งการฉายรังสีแกมมา (gamma irradiation) เป็นวิธีการที่เป็นตัวเลือกแรก (first choice) ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์สมุนไพรได้อย่างมีประสิทธิภาพ² ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2553 เรื่อง อาหารฉายรังสี ได้กำหนดเครื่องหมายของอาหารที่ผ่านการฉายรังสี ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปวงกลมขอบหนาที่บัสสีเขียวขอบของครึ่งวงกลมช่วงบนไม่ติดกัน แต่แบ่งเป็นสี่ส่วนเท่าๆกัน มีช่องว่างระหว่างขอบนอกแต่ละส่วน 5 ระยะเท่าๆกัน ภายในเนื้อที่ครึ่งวงกลมช่วงบนมีวงกลมที่บัสเขียวขนาดเล็ก ส่วนภายในเนื้อที่ครึ่งวงกลมช่วงล่าง จะมีเครื่องหมายรูปวงรีที่บัสสีเขียว 2 วงแยกกัน ปลายด้านหนึ่งของแต่ละวงเชื่อมต่อกัน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงเครื่องหมายของอาหารที่ผ่านการฉายรังสี³

แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา ไม่ได้ใช้เครื่องหมายเหมือนผลิตภัณฑ์อาหาร แต่จะระบุในฉลากว่า “ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีแกมมา” เช่น

ยาสมุนไพรที่ผลิตโดยองค์การเภสัชกรรม และยาสมุนไพรที่ผลิตโดยโรงพยาบาลจะนะ จ.นราธิวาส เป็นต้น ซึ่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีแกมมาที่ผลิตโดยโรงพยาบาลจะนะ จ.นราธิวาส ระบุว่า “ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีแกมมา” ในกรอบสี่เหลี่ยม

รังสีแกมมา

รังสีแกมมา (gamma ray, γ -ray) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) ชนิดหนึ่ง มีความยาวคลื่นสั้น (น้อยกว่า 10^{-13} นาโนเมตร) รังสีแกมมามีพลังงานสูงสุดในบรรดาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งหมด ในกระบวนการฉายรังสีนั้น รังสีแกมมาถูกปลดปล่อยออกมาจากสารกัมมันตรังสี ได้แก่ โคบอลต์-60 หรือซีเซียม-137 ซึ่งสารกัมมันตรังสีทั้งสองมีคุณสมบัติดังนี้

1. โคบอลต์-60 (Cobalt-60, ^{60}Co) เป็นสารกัมมันตรังสีที่ได้รับความนิยมกว่าซีเซียม-137 โดยโคบอลต์-60 ให้รังสีแกมมาที่มีพลังงาน 1.17-1.33 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ (MeV) มีค่าครึ่งชีวิต (half life) 5.3 ปี

โดยพลังงานรังสีจะลดลงในอัตราร้อยละ 12.5 ต่อปี เมื่อโคบอลต์-60 สิ้นสุดการสลายตัวจะเปลี่ยนไปเป็นนิกเกิล (Nickel-60, ^{60}Ni)

2. ซีเซียม-137 (Cesium-137, ^{137}Cs) เป็นแหล่งรังสีแกมมาที่มีพลังงาน 0.66 MeV มีค่าครึ่งชีวิต 30.1 ปี สลายตัวตลอดเวลาจึงทำให้พลังงานของรังสีลดลงในอัตราร้อยละ 2.3 ต่อปี ซีเซียม-137 จะให้พลังงานแพร่ออกมาได้เพียงร้อยละ 70 เพราะท่อนบรรจุมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของแท่งโคบอลต์-60 ซึ่งแพร่รังสีแกมมาออกมาได้ร้อยละ 95 เมื่อซีเซียม-137 สลายตัว สิ้นสุดลงจะเปลี่ยนเป็นแบเรียม (Barium) ที่ไม่มีสมบัติเป็นสารกัมมันตรังสีอีก⁴

สิ่งที่ควรคำนึงถึงสำหรับการฉายรังสี เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อหรือทำลายสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในผลิตภัณฑ์สมุนไพรนั้น จะพิจารณาขนาดของรังสีแกมมา

ที่ทำให้สิ่งมีชีวิตตาย (lethal dose) รวมด้วยข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดของรังสีแกมมาที่ทำให้สิ่งมีชีวิตตาย หน่วยเป็นกิโลเกรย์ (kGy)⁵

ลำดับ	สิ่งมีชีวิต	ขนาด (kGy)
1	มนุษย์	
2	แมลง	22.0-93.0
3	ไวรัส	10.0-40.0
4	ยีสต์	4.0-11.0
5	รา	1.3-11.0
6	<i>Escherichia coli</i> (แกรมลบ)	1.0-2.3
7	<i>Salmonella</i> spp. (แกรมลบ)	3.7-4.8
8	<i>Bacillus subtilis</i> (สปอร์)	12.0-28.0
9	<i>Clostridium botulinum</i> (A) (สปอร์)	19.0-37.0
10	<i>Staphylococcus aureus</i> (แกรมบวก)	1.4-7.0

จุดเด่นของการฉายรังสีแกมมา

การฉายรังสีแกมมามีจุดเด่นที่เหนือกว่าการทำไ้เชื้อวิธีอื่น ๆ หลายประการ ดังต่อไปนี้⁶⁻¹⁰

1. มีความสามารถในการแพร่ผ่านได้สูง (high penetrating power) รังสีแกมมามีอำนาจทะลุทะลวงสูง แม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่นำมาฉายรังสีจะบรรจุในหีบห่อหรือบรรจุภัณฑ์แล้วก็ตาม จึงถือว่าการทำไ้เชื้อในขั้นตอนสุดท้าย (terminal sterilization) ที่มีประสิทธิภาพ
2. ความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่ำ (low chemical reactivity) จึงเกิดปฏิกิริยากับสารสำคัญในสมุนไพรได้น้อย
3. ระดับของสารตกค้างที่ตรวจได้ต่ำ (low measurable residue level) การทำไ้เชื้อโดยการฉายรังสีแกมมาไม่ก่อให้เกิดการตกค้างของรังสีที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ โดยคณะผู้เชี่ยวชาญจากทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA: International Atomic Energy Agency) องค์การอนามัย

โลก (WHO: the World Health Organization) และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO: Food and Agricultural Organization of the United Nations) ได้สรุปว่า การฉายรังสีอาหารภายใต้สภาวะควบคุมมีความปลอดภัย นอกจากนี้ยังไม่ก่อให้เกิดการตกค้างเหมือนการใช้ก๊าซเอทิลีนออกไซด์

4. อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (slight increase in temperature) จึงเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ไวต่อความร้อนหรือทนความร้อนได้ไม่ดี

5. เป็นกระบวนการที่เสร็จสิ้นในขั้นตอนเดียวแบบอัตโนมัติ (fully automatic process) ไม่จำเป็นต้องควบคุมปัจจัยหลายอย่าง ซึ่งปัจจัยที่ควบคุมความน่าเชื่อถือของการทำไ้เชื้อ มีเพียงปัจจัยด้านระยะเวลา (time) เท่านั้น ดังตารางที่ 2

6. เป็นวิธีที่มีความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับราคาประสิทธิภาพ (cost-effective)

ตารางที่ 2 ปัจจัยที่ต้องควบคุมเพื่อให้กระบวนการทำไร่เชื้อมีความน่าเชื่อถือ⁶

ลำดับ	ปัจจัยที่ต้องควบคุม	วิธีการทำไร่เชื้อ		
		Ethylene oxide	Gamma radiation	Autoclave
1	เวลา (time)	✓	✓	✓
2	อุณหภูมิ (temperature)	✓	✗	✓
3	ความดัน (pressure)	✓	✗	✓
4	สุญญากาศ (vacuum)	✓	✗	✓
5	ความเข้มข้น/การแพร่ผ่าน (concentration/diffusion)	✓	✗	✓
6	การห่อ (wrapping)	✓	✗	✓
7	ความชื้น (humidity)	✓	✗	✗

ผลของรังสีแกมมาต่อสมุนไพร

ในปี พ.ศ. 2550 มีการศึกษาการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ในยาสมุนไพรของประเทศไทย จำนวน 17 ชนิด พบว่า หลังการฉายรังสีแกมมาขนาด 7.7 และ 8.8 kGy ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ใด ๆ (ไม่พบ *Staphylococcus* spp., *Salmonella* spp., โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และรา) รวมทั้งสี กลิ่น และเนื้อสัมผัสของยายังคงเหมือนเดิม¹¹ สอดคล้องกับการศึกษาในปี พ.ศ. 2551 ที่พบว่า การใช้รังสีแกมมาขนาด 7 kGy ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการช่วยยืดอายุของพืชสมุนไพรได้อีกทางหนึ่งด้วย¹² ซึ่งกลไกของการทำลายเชื้อของรังสีแกมมา คือ รังสีแกมมาทำให้เกิดผลิตภัณฑ์จากการสลายตัวด้วยรังสี (radiolytic product) ของน้ำ ทำให้เกิด hydroxyl radical (OH•) ซึ่งจะเกิดขึ้นในชั้นไฮเดรชัน (hydration layer) ที่ล้อมรอบโมเลกุล deoxyribonucleic acid (DNA) ทำให้ DNA ของเชื้อจุลินทรีย์ถูกทำลาย¹³

ในประเทศเกาหลีใต้ มีการเปรียบเทียบวิธีการทำไร่เชื้อผงโสมเกาหลีแดง ด้วยวิธีฉายรังสีแกมมาและการใช้โอโซน ผลปรากฏว่า การฉายรังสีแกมมาในขนาด 7.5 kGy สามารถคงคุณสมบัติของสารสำคัญจินเซโนไซด์ (ginsenoside) และคงคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์

(physicochemical properties) เช่น ส่วนประกอบของกรดไขมัน (fatty acid) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และความสามารถในการให้ไฮโดรเจน (hydrogen donating activity) ในขณะที่การใช้โอโซนความเข้มข้น 18 ส่วนใน 1 ล้านส่วน (ppm) นาน 8 ชั่วโมง ไม่เพียงพอที่จะทำลายเชื้อได้หมด นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมัน ค่ากรดไธโอบาร์บิทรูริก (thiobarbituric acid value) ความเป็นกรด-ด่าง และความสามารถในการให้ไฮโดรเจน¹⁴

เชื้อรา *Aspergillus flavus* สามารถสร้างอะฟลาทอกซิน (aflatoxin) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารก่อมะเร็งตับ ซึ่งการฉายรังสีแกมมาสามารถลดปริมาณเชื้อราดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้รังสีแกมมาขนาด 2 และ 5 kGy สามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซินปี 1 และปี 2 ได้บางส่วน ในขณะที่รังสีแกมมาขนาด 10 kGy สามารถทำลายอะฟลาทอกซินปี 1 และปี 2 ได้ค่อนข้างสมบูรณ์จนไม่สามารถตรวจจับได้ (ขีดจำกัดในการตรวจจับ คือ 2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งการศึกษานี้บ่งชี้ว่า การฉายรังสีแกมมาเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อ *A. flavus* และทำลายอะฟลาทอกซินได้อย่างมีประสิทธิภาพ¹⁵

ตารางที่ 3 วิธีการลดปริมาณเชื้อกับความคงตัวของสารสำคัญในพืชสมุนไพร¹⁶

สารสำคัญ	วิธีการ		
	Ethylene oxide	Ionizing radiation	Autoclave
Flavonoids	+		+
Polyphenylo-compounds			+
Tannins	-	-	+
Essential oils	+	+	-
Steroid saponins	+		
Anthra-compounds	+	-	+
Triterpene saponins	-	+	+
Iridoids glycosides	-	+	+
Phenolic glycosides	+	-	+
Coumarins		+	+
Cardiac glycosides		+	
Oleanosides		+	+
Sulphur compounds		-	
Flavonoligands			+
Alkaloids			+
Plants mucus			-

+ = สารคงตัว, - = สารไม่คงตัว

การฉายรังสีแกมมา นอกจากช่วยลดการของเชื้อจุลินทรีย์ได้แล้ว การฉายรังสีแกมมาในขนาด 10 kGy ยังช่วยเพิ่มผลผลิตของสารสกัด (extraction yield) ของสมุนไพรบางชนิดได้ร้อยละ 5-25 (ศึกษาสมุนไพรทั้งสิ้น 21 ชนิด)¹⁷ ในกรณีของพืช *Angelica gigas* Nakai ก็เช่นเดียวกัน พบว่า ผลผลิต (yield) ของน้ำมันระเหยง่าย (volatile oil) เพิ่มขึ้นร้อยละ 5-7 หลังการฉายรังสีแกมมาขนาด 10 kGy แต่อย่างไรก็ตาม ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นนี้ไม่สัมพันธ์กับขนาดของการฉายรังสี (irradiation dose) แสดงให้เห็นว่า ส่วนประกอบของน้ำมันระเหยง่ายไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงหลังจากการฉายรังสีแกมมา¹⁸ สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของพอลิแซคคาไรด์จากเปลือกมะขาม (*Tamarindus indica*) แต่ทำให้มวลโมเลกุลของพอลิแซคคาไรด์ลดลง จาก 669 kDa เป็น 660 และ 533 kDa หลังจากการฉายรังสีแกมมาขนาด 5 และ 10 kGy ตามลำดับ¹⁹ จากการฉายรังสี

แกมมาขนาด 0, 10, 20 และ 30 kGy แก่สมุนไพร 4 ชนิด ได้แก่ โรสแมรี่ (*Rosmarinus officinalis* Linn.) วอเตอร์เครส (*Nasturtium officinale* R. Br) อาร์ติโชค (*Cynara scolymus* Linn.) และโหระพา (*Ocimum basilicum* Linn.) พบว่า ปริมาณของฟลาโวนอยด์และน้ำมันระเหยง่ายของพืชทั้ง 4 ชนิดไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) แทนนิน (tannin) และเบต้า-แคโรทีน (beta-carotene) ของโหระพาและอาร์ติโชค ไม่เปลี่ยนแปลง แต่โรสแมรี่มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (วอเตอร์เครสไม่ได้ถูกทดสอบ)²⁰ ดังนั้นการฉายรังสีแกมมาจึงเป็นการทำให้เชื้อที่เหมาะสมสำหรับยาสมุนไพร นอกจากนี้เมื่อพิจารณาแอกติวิตีของน้ำ (water activity) พบว่า หลังการฉายรังสีแกมมา ค่าแอกติวิตีของน้ำอยู่ในช่วง 0.49-0.55 (บางการศึกษาอยู่ในช่วง 0.41-0.49) ซึ่งเป็นค่าที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา

และจุลชีพทนแล้ง (แอกติวิตีของน้ำต่ำที่สุดที่เชื้อราเจริญเติบโตได้ดี คือ 0.74 และที่จุลชีพทนแล้งเจริญเติบโตได้ดี คือ 0.61)²¹⁻²²

แต่อย่างไรก็ตามรังสีแกมมา อาจส่งผลต่อคุณภาพและปริมาณของสารสำคัญบางชนิดได้ เช่น การฉายรังสีแกมมาในขนาด 5, 10, 15 และ 20 kGy ทำให้คุณภาพและปริมาณของน้ำมันระเหยง่ายของ *Turnera diffusa* Wild. เกิดการเปลี่ยนแปลงไป โดยมีการลดลงของปริมาณ cineol และ thymol²³ จากการศึกษาการฉายรังสีแกมมาให้แก่สมุนไพรรจีน จำนวน 30 ชนิด โดยใช้ขนาดของรังสีแกมมาต่ำกว่าขนาดที่ปลอดภัย (safety dose) นั่นคือ ต่ำกว่า 10 kGy จะเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและหมู่ฟังก์ชัน (functional groups) ในสมุนไพรรจีน 14 ชนิด ซึ่งการทำแห้งสมุนไพรรจีนก่อนการฉายรังสีจะลดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีและหมู่ฟังก์ชันได้ร้อยละ 50 นอกจากนี้ยังช่วยลดการของเชื้อแบคทีเรียได้ด้วย แต่อย่างไรก็ตาม การฉายรังสีแกมมาอาจจะไม่เหมาะสมกับการทำไร่เชื้อในสมุนไพรรจีนที่ไวต่อการถูกทำลายด้วยรังสีแกมมา ได้แก่ *Mentha arvensis*, *Acontium carmichaeli* Debeaux, *Iphigenia indica* Kunth, *Isatis indigotica* Radix, และ *Astragalus membranaceus* Radix²⁴ นอกจากนี้การใช้ขนาดของการฉายรังสีที่มากกว่า 10 kGy จะส่งผลต่อกิจกรรมทางสรีรวิทยา (physiological activity) ของพืชบางชนิด เช่น ถั่วเหลืองหมัก เป็นต้น โดยที่การฉายรังสีในขนาด 5 และ 10 kGy ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในขณะที่การฉายรังสีในขนาด 20 kGy ทำให้เกิดการลดลงของ angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory activity และ xanthine oxidase inhibitory activity โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ tyrosinase inhibitory activity และ free radical scavenging effect²⁵ แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีพืชสมุนไพรรจีนบางชนิด เช่น ยี่หระ ที่การฉายรังสีในขนาด 25 kGy ไม่ได้เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระแต่อย่างใด²⁶

ยาสมุนไพรรจีนบางชนิดอาจบรรจุในแคปซูล การนำไปฉายรังสีอาจทำให้คุณสมบัติของแคปซูล

เปลี่ยนแปลงไป จึงมีการศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาในขนาด 5, 15 และ 25 kGy ต่อคุณสมบัติของแคปซูลที่เตรียมจากเจลาติน (gelatin) หรือไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส (hydroxypropylmethylcellulose, HPMC) พบว่า การฉายรังสีแกมมาไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อความขรุขระ (roughness) ปริมาณความชื้น (moisture content) ความแข็ง (hardness) และระยะเวลาการละลาย (dissolution time) ของแคปซูลทั้งสองชนิด²⁷ แสดงให้เห็นว่า การฉายรังสีแกมมาในขนาดที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 kGy มีความเหมาะสมในการทำไร่เชื้อของยาสมุนไพรรจีนที่บรรจุในแคปซูล โดยไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของแคปซูล แต่อย่างไรก็ตาม ต้องมีการพิจารณาชนิดของพืชสมุนไพรรจีนที่บรรจุในแคปซูลร่วมด้วย

หน่วยงานและบริษัทที่ให้บริการฉายรังสีแกมมา

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2553 เรื่อง อาหารฉายรังสี ซึ่งมีการกำหนดวิธีการ เครื่องมือ เครื่องใช้ในการฉายรังสี และการเก็บรักษาอาหารฉายรังสี ซึ่งกำหนดไว้ 8 หัวข้อ ได้แก่

1. สถานที่ตั้ง อาคารฉายรังสี และการออกแบบ
2. แหล่งกำเนิดรังสี และเครื่องจักรร่วมระบบในการฉายรังสี
3. กระบวนการฉายรังสีและการควบคุม
4. การวัดปริมาณรังสีดูดกลืนที่อาหารได้รับ

หลังจากผ่านการฉายรังสีแล้ว และการควบคุม

5. บันทึกและรายงานผล
6. การสุขาภิบาล
7. การทำความสะอาดและการบำรุงรักษา
8. บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงานซึ่ง

หน่วยงานหรือบริษัทที่ให้บริการด้านการฉายรังสีแกมมา จะต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงนี้อย่างเคร่งครัด

ขนาดของรังสีที่ใช้ในการทำไร่เชื้อ (sterilization dose) ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชสมุนไพรรจีนหรือผลิตภัณฑ์สมุนไพรรจีนที่จะทำไร่เชื้อ ตามกฎข้อบังคับสำหรับปริมาณรังสีถูกกำหนดไว้ที่ระดับต่ำพอเหมาะตามวัตถุประสงค์หรือการนำไปใช้ประโยชน์ ปริมาณรังสีที่อนุญาตไว้โดย

องค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่น ๆ กำหนดไว้ที่ 3 ระดับ²⁸ ได้แก่

1. ระดับต่ำ คือ ปริมาณรังสี 1 kGy สามารถควบคุมพยาธิตัวจิ๊ด (*Trichina*) ในเนื้อหมูสด ช่วยยับยั้งการสุกของผลไม้และผักและควบคุมแมลง ตัวไร และแมลงบางชนิดที่อยู่ในอาหาร
2. ระดับกลาง คือ ปริมาณรังสีไม่เกิน 10 kGy สามารถควบคุมแบคทีเรียในเนื้อสัตว์ เนื้อไก่ และอาหารอื่น ๆ
3. ระดับสูง คือ ปริมาณรังสีที่สูงกว่า 10 kGy สามารถควบคุมแมลงในสมุนไพร เครื่องเทศ ชา และผักแห้งชนิดต่าง ๆ

ตารางที่ 4 หน่วยงาน/บริษัทที่ให้บริการฉายรังสีแกมมา

ลำดับ	หน่วยงาน/บริษัท	การติดต่อ
1	ศูนย์บริการฉายรังสีแกมมาและวิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-9428652-3 โทรสาร 02-9428679
2	ศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)	37 หมู่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120 โทรศัพท์ 02-4019889 ต่อ 6101-6105
3	สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	16 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 02-5967600, 02-5795230 โทรสาร 02-5613013
4	บริษัท ไอโซตรอน (ประเทศไทย) จำกัด	700/465 หมู่ที่ 7 ตำบลดอนหัวฬ่อ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000 โทรศัพท์ 038-458431
5	บริษัท เคนดอลล์-แกมมาตรอน จำกัด	117 หมู่ 2 ถนนเพชรเกษม ตำบลคลองใหม่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110 โทรศัพท์ 034-311982

สรุป

โดยทั่วไปพืชสมุนไพรจะมีการของเชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมุนไพรที่มีจากดิน (สมุนไพรประเภทเหง้าหรือราก) ซึ่งเชื้อเหล่านี้จะส่งผล

ในประเทศไทยได้กำหนดว่าปริมาณรังสีดูดกลืนสูงสุดโดยรวมต้องไม่เกิน 10 kGy ทั้งนี้หากมีปริมาณรังสีดูดกลืนสูงสุดโดยรวมเกิน 10 kGy ต้องมีหลักฐานและเหตุผลทางวิชาการหรือความจำเป็นทางเทคนิคที่สมควร และต้องไม่เป็นอันตรายต่อความปลอดภัยของผู้บริโภคหรือทำลายคุณภาพของอาหาร และต้องได้รับการอนุญาตจากเลขาธิการคณะกรรมการอาหารและยา³ โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร ด้วยเหตุผลนี้เองการฉายรังสีแกมมาในสมุนไพรจึงใช้ไม่เกิน 10 kGy ซึ่งมีหน่วยงานและบริษัทที่ให้บริการฉายรังสีแกมมา ดังแสดงในตารางที่ 4

ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพร จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำไว้เชื้อเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้

การทำไว้เชื้อด้วยวิธีการฉายรังสีแกมมา เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง และมีข้อดีเหนือกว่าการทำไว้เชื้อวิธีอื่นหลายประการ ในประเทศไทยได้กำหนดว่าปริมาณรังสีดูดกลืนสูงสุดโดยรวมต้องไม่เกิน 10 kGy ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2553 เรื่อง อาหารฉายรังสี มีการกำหนด วิธีการ เครื่องมือเครื่องใช้ในการฉายรังสี และการเก็บรักษาอาหารฉายรังสี ทั้งหมด 8 หัวข้อ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการฉายรังสีแกมมา เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้

เอกสารอ้างอิง

1. Thirumalai D, Paridhavi M, Gowtham M. An overview of standardization of herbal drugs. *Int J Rev Life Sci.* 2011;1(3):167-170.
2. Ferreira AA, Leal AS, Ferraz VP, et al. Effects of gamma radiation on the chemistry and antibacterial activity of artichoke leaves. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat.* 2101; 9(3): 232-237.
3. กระทรวงสาธารณสุข, ประกาศกระทรวงเรื่องอาหารฉายรังสี พ.ศ. 2554 [statue on the internet]. 2011 [cited 2012 Dec 28]. Available from http://iodinethailand.fda.moph.go.th/food_54/data/announ_moph/P-012-T.pdf
4. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, เทคโนโลยีการฉายรังสีอาหาร. เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา SD301 การแปรรูปอาหารระดับอุตสาหกรรม [e-learning]. c2010 [update 2010 Oct 13; cited 2012 Dec 26] Available from <http://elearning2.utcc.ac.th/officialtcu/ECONTENT/SD301/12.pdf>
5. Aquino S. Gamma radiation against toxigenic fungi in food, medicinal and aromatic herbs. In: Méndez-Vilas A, editor. *Science against Microbial Pathogens: Communicating Current Research and Technological Advances.* [serial online]. Spain: FORMATEX RESEARCH CENTER, 2011 [cited 2012 Dec 24]; 272-281. Available from <http://www.formatex.info/microbiology3/bobo/272-281.pdf>
6. Mukherjee RN. Radiation: a means of sterilization. *IAEA Bulletin* [serial online]. 1975 [cited 2012 Dec 28];17(6):28-37. Available from <http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull176/17605882837.pdf>
7. Food Marketing Institute. Food irradiation [homepage on the internet]. No date [cited 2012 Dec 28]. Available from: <http://nfscfaculty.tamu.edu/talcott/Food%20Chemistry/Food%20Irradiation-1.pdf>
8. Douglas M, Heyes J, Smallfield B. Herbs, spices and essential oils; Post-harvest operations in developing countries. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) and Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, New Zealand, 2005; 34.
9. Sterigenics, Sterilization alternatives: gamma radiation [homepage on the internet]. No date [cited 2012 Dec 28]. Available from http://www.sterigenics.com/services/medical_sterilization/contract_sterilization/gamma_radiation/Gamma%20Alt%2017_0.pdf
10. กรมวิทยาศาสตร์บริการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, อาหารฉายรังสี (Irradiated foods) [homepage on the internet]. No date [cited 2012 Dec 28]. Available from siweb.dss.go.th/repack/fulltext/IR4.pdf
11. Thomas J, Senthilkumar RS, Kumar RR, et al. Induction of γ irradiation for decontamination and to increase the storage stability of black teas. *Food Chemistry.* 2008; 106(1): 180-184.

12. Phianphak W, Rengpipat S, Cherdshewasat W. Gamma irradiation versus microbial contamination of Thai medicinal herbs. Songklanakarin J Sci Technol. 2007; 29(1): 157-166.
13. Aquino S. Sterilization by gamma irradiation. In: Adrovic F, editor. Gamma radiation [book online]. InTech, 2012 [cited 2012 Dec 29]; 171-206. Available from <http://www.intechopen.com/books/gammaradiation/sterilization-by-gamma-irradiation>
14. Byun MW, Yook HS, Kang IJ, et al. Comparative effects of gamma irradiation and ozone treatment on hygienic quality of Korean red ginseng powder. Radiat Phys Chem. 1998; 52(6): 95-99.
15. Aquino S, Ferreira F, Ribeiro DHB, et al. Evaluation of viability of *Aspergillus flavus* and aflatoxins degradation in irradiated sample of maize. Braz J Microbiol. 2005; 36(4): 352-356.
16. Chmielewski AG, Migdal W. Radiation decontamination of herbs and spices. NUKLEONIKA. 2005;50(4):179-184.
17. Kim MJ, Yook SH, Byun MW. Effects of gamma irradiation on microbial contamination and extraction yields of Korean medicinal herbs. Radiat Phys Chem. 2000; 57: 55-58.
18. Seo HY, Kim JH, Song HP, et al. Effects of gamma irradiation on the yields of volatile extracts of *Angelica gigas* Nakai. Radiat Phys Chem. 2007; 76(11-12): 1869-1874.
19. Choi JI, Kim JK, Srinivasan P, et al. Comparison of gamma ray and electron beam irradiation on extraction yield, morphological and antioxidant properties of polysaccharides from tamarind seed. Radiat Phys Chem. 2009; 78(7): 605-609.
20. Koseki PM, Villavicencio ALCH, Brito MS, et al. Effects of irradiation in medicinal and eatable herbs. Radiat Phys Chem. 2002;63(3-6):681-684.
21. Aquino S, Gonzalez E, dos Reis TA. Evaluation of fungal burden of medicinal plants submitted to gamma radiation process after 30 days. Proceedings of the 2007 International Nuclear Atlantic Conference – INAC; 2007 Sep 30 - Oct 5; Santos, Brazil, 2007.
22. Aquino S, Gonzalez E, Reis TA, et al. Effect of γ -irradiation on mycoflora of guarana (*Paullinia cupana*). Radiat Phys Chem. 2007; 76(8-9): 1470-1473.
23. Camargo EES, Telascree M, Vilegas W. Effect of the decontamination using gamma irradiation on the essential oil of *Turnera diffusa* Wild. Braz J Pharmacogn. 2008; 18(3): 356-359.
24. Huang CH, Lee SC, Chen YS, et al. Evaluation of ^{60}Co -gamma radiosterilization on Chinese medicines with HPLC/FTIR. Biomed Chromatogr. 2010;24:1179-1184.
25. Byun MW, Son JH, Yook HS, et al. Effect of gamma irradiation on the physiological activity of Korean soybean fermented foods, Chungkookjang and Doenjang. Radiat. Phys. Chem. 2002;64(3):245-248.
26. Fatemi F, Allameh A, Khalafi H, et al. Hepatoprotective effects of γ -irradiated caraway essential oils in experimental sepsis. Appl Radiat Isot. 2010;68(2):280-285.
27. Cilurzo F, Selmin F, Minghetti P, et al. Comparison between gamma and beta irradiation effects on hydroxypropyl

methylcellulose and gelatin hard capsules.
AAPS. PharmSciTech. 2005; 6(4):E586-E593.

28. Osterholm MT, Norgan AP. The role of
irradiation in food safety. N Engl J Med. 2004;
350(18):1898-1901.

คำถาม

1. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับเครื่องหมายดังต่อไปนี้



- 1) เป็นเครื่องหมายแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการฉายรังสีแกมมา
 - 2) เป็นเครื่องหมายที่แสดงอาหารที่ผ่านการฉายรังสีแล้ว
 - 3) เป็นเครื่องหมายที่แสดงอาหารที่เตรียมพร้อมสำหรับการฉายรังสี
 - 4) เป็นเครื่องหมายที่แสดงอาหารที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว
 - 5) เป็นเครื่องหมายที่แสดงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
2. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับคุณสมบัติของรังสีแกมมา
- 1) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีความยาวคลื่นสั้น
 - 2) มีพลังงานต่ำที่สุดในบรรดาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งหมด
 - 3) รังสีแกมมาที่ได้จากโคบอลต์-60 ให้รังสีแกมมาที่มีพลังงาน 0.66 MeV
 - 4) เมื่อซีเซียม-137 สลายตัวให้รังสีแกมมาเสร็จสิ้น จะเปลี่ยนเป็นนิเกิล-60
 - 5) โคบอลต์-60 เป็นสารกัมมันตรังสี ที่มีค่าครึ่งชีวิต 30.1 ปี
3. สารกัมมันตรังสีที่นิยมใช้เป็นแหล่งกำเนิดรังสีแกมมามากที่สุด คือข้อใด
- 1) Cobalt-60
 - 2) Cesium-137
 - 3) Nickel-60
 - 4) Barium-137
 - 5) Iodine-131
4. การใช้รังสีแกมมาในขนาด 10 kGy จะไม่เหมาะสมในการทำลายเชื้อจุลชีพชนิดใด
- 1) Yeast
 - 2) *Escherichia coli*
 - 3) *Salmonella* spp.
 - 4) *Clostridium botulinum* (A)
 - 5) *Staphylococcus aureus*
5. ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของการฉายรังสีแกมมา
- 1) สามารถทำให้เชื้อในขั้นตอนสุดท้ายได้

- 2) ระดับของสารตกค้างก่อนล้างตำหรือไม่พบ
 - 3) ใช้อุณหภูมิตำในกระบวนการฉายรังสี
 - 4) เป็นกระบวนการที่เสร็จสิ้นในขั้นตอนเดียว
 - 5) เป็นวิธีที่มีความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบราคากับประสิทธิภาพ
6. ข้อใดเป็นปัจจัยที่ต้องควบคุมในการฉายรังสีแกมมา เพื่อให้กระบวนการทำให้เชื่อมีความน่าเชื่อถือ
- 1) ความชื้น
 - 2) อุณหภูมิ
 - 3) ความดัน
 - 4) อุณหภูมิ
 - 5) เวลา
7. รังสีแกมมา สามารถทำลายเชื้อได้ เนื่องจากส่งผลต่อส่วนประกอบใดของเชื้อจุลินทรีย์
- 1) ผนังเซลล์
 - 2) เยื่อหุ้มเซลล์
 - 3) ดีเอ็นเอ
 - 4) ไมโทคอนเดรีย
 - 5) กอลจิคอมเพลกซ์
8. การฉายรังสีแกมมา ไม่เหมาะสม ในการทำให้เชื้อสมุนไพรที่มีสารสำคัญกลุ่มใด
- 1) Essential oils
 - 2) Triterpene saponins
 - 3) Coumarins
 - 4) Tannins
 - 5) Cardiac glycosides
9. ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2553 เรื่อง อาหารฉายรังสี ได้กำหนดว่าปริมาณรังสีดูดกลืนสูงสุดในอาหาร โดยรวมต้องไม่เกินกี่กิโลเกรย์
- 1) 5
 - 2) 10
 - 3) 20
 - 4) 30
 - 5) 50
10. มหาวิทยาลัยใดที่มีหน่วยงานที่ให้บริการฉายรังสีแกมมา
- 1) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- 2) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- 3) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 4) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- 5) มหาวิทยาลัยขอนแก่น



กระตาดำตอบสำหรับบทความฟื้นฟูวิชาการ การศึกษาต่อเนื่องทางเภสัชศาสตร์
เรื่อง การฉายรังสีแกมมา: กระบวนการทำไว้เชื้อสำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพร

GAMMA IRRADIATION: THE STERILIZATION PROCEDURE FOR HERBAL PRODUCTS

ผู้แต่ง เกษัชกร เชาวลิตร มณฑล

รหัส 1-000-SPU-000-1304 – 02 จำนวนหน่วยกิต 2.0 หน่วยกิตการศึกษาต่อเนื่อง
บทความมีอายุตั้งแต่วันที่ 23 เมษายน 2556 ถึงวันที่ 23 เมษายน 2558

ข้อมูลของผู้ทำแบบทดสอบ

ชื่อ-นามสกุล เกษัชกร/เกษัชกรหญิง.....

เลขที่ใบประกอบวิชาชีพเภสัชกรรม ก.

ที่อยู่.....

โทรศัพท์.....E-mail.....

ทำเครื่องหมาย x ในช่องว่างเพียง 1 ตัวเลือกในแต่ละข้อ

ตัวเลือก

ตัวเลือก

ข้อ	1	2	3	4	5	ข้อ	1	2	3	4	5
1						6					
2						7					
3						8					
4						9					
5						10					

ลายเซ็นของผู้ทำแบบทดสอบ

-----/-----/-----

โปรดส่งกระดาษคำตอบ (ถ่ายเอกสารได้)

ส่งไปรษณีย์มาที่ เลขานุการคณะกรรมการการศึกษาต่อเนื่องทางเภสัชศาสตร์

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

โทรสาร 0-3424-4462 อีเมล : jiraporn.b@su.ac.th

การชำระค่าตรวจคำตอบและจัดส่งข้อมูล

() ไม่ได้เป็นสมาชิกวารสารไทยเภสัชชนิพนธ์ () เป็นสมาชิกวารสารไทยเภสัชชนิพนธ์ เลขที่

พร้อมโอนเงินเข้าบัญชี : ชื่อบัญชี หน่วยภูมิปัญญาทางเภสัชศาสตร์ “ประโชติ เป่งวิทยา” ธนาคารทหารไทยประเภทบัญชี
ออมทรัพย์ สาขามหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ เลขที่บัญชี 537-2-07993-8

พร้อมสำเนาหลักฐานการชำระเงินส่งมาที่ โทรสาร 0-3425-0941 (วงเล็บ "ชำระเงินค่าตรวจคำตอบบทความฟื้นฟูวิชาการ")