

การวัดรังสีที่ปลดปล่อยจากบุหรี่ที่กำลังสูบ

Measurement of radiation emitted by a smoking cigarette

เกียรติ วิฑูรชาติ, นราวดี ประทุม, ธเนศ รัชชิจิ, ทิตยา มีชัย

Kiat Witoonchart, Narawadee Prathum, Dhanes Rangsrakajee, Titiya Meechai

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

16/10 ถนนเลียบคลองทวีวัฒนา เขต/แขวงทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10170 ประเทศไทย

Department of Premedical Science, Faculty of Medicine, Bangkokthonburi University,

16/10 Leabklongtaweewatana Road, Taweewatana District, Bangkok 10170, Thailand.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดและประเมินการปลดปล่อยรังสีจากควันบุหรี่ในยี่ห้อที่จำหน่ายในประเทศไทย โดยใช้เครื่องวัดปริมาณรังสีแบบ Geiger-Muller tube ซึ่งถูกติดตั้งในกระบอกสูบ ตัวอย่างประกอบด้วยบุหรี่จำนวน 8 ยี่ห้อ ได้แก่ KN1, KN2, KN3, KN4, KN5, KN6, KN7 และ KN8 โดยในแต่ละยี่ห้อจะทำการจุดบุหรี่และใช้เครื่องวัดรังสีที่มีความไวสูงวัดค่าการปล่อยรังสีในหน่วยไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง ($\mu\text{Sv/h}$) การศึกษานี้มีที่มาจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ชี้ให้เห็นว่าการสูบบุหรี่สามารถสะสมธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งมาจากก๊าซเรดอนที่อยู่ในดินและสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ต้นยาสูบ โดยธาตุกัมมันตรังสีเหล่านี้จะสะสมอยู่ที่บริเวณ trichome หรือขนเล็ก ๆ บนใบยาสูบ เมื่อนำใบยาสูบมาผลิตเป็นบุหรี่ การเผาไหม้จะทำให้สารกัมมันตรังสีดังกล่าวถูกปลดปล่อยออกมาพร้อมกับควันบุหรี่ ผลการทดลองพบว่าบุหรี่แต่ละยี่ห้อที่มีค่าการปล่อยรังสีที่แตกต่างกัน โดยยี่ห้อ KN6 มีค่าการปล่อยรังสีสูงสุดที่ $0.0351 \pm 0.02 \mu\text{Sv/h}$ ในขณะที่แบรนด์ KN2 มีค่าต่ำสุดที่ $0.0156 \pm 0.01 \mu\text{Sv/h}$ การปลดปล่อยรังสีในบุหรี่ที่ทำจากใบยาสูบที่ปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีสามารถสะสมในหลอดลมและบริเวณต่อมเล็กๆ ในปอดของผู้สูบบุหรี่ ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งปอดในระยะยาว การศึกษานี้มีความสำคัญในการสร้างความเข้าใจและให้ข้อมูลแก่สาธารณชนเกี่ยวกับอันตรายจากการสัมผัสรังสีในควันบุหรี่ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดโรคร้ายแรงต่อสุขภาพ การเผยแพร่ข้อมูลนี้ยังสามารถสนับสนุนการออกมาตรการควบคุมการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสีในกระบวนการผลิตบุหรี่ เพื่อลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภคและบุคคลรอบข้าง

คำสำคัญ:

รังสีที่ปลดปล่อย, การสูบบุหรี่, ธาตุกัมมันตรังสี

Correspondence to: ดร.ทิตยา มีชัย

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

E-mail: titiya.mee@bkkthon.ac.th

J Med Glob 2025 Jan; 4(1)

Website: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JMedGlob>

ISSN: 2821-918X (Online)

Received 4 February 2025; revised 13 March 2025; accepted 3 April 2025.

How to cite this article: Kiat Witoonchart, Narawadee Prathum, Dhanes Rangsrakajee, Titiya Meechai. Measurement of radiation emitted by a smoking cigarette. J Med Glob. 2025 Jan;4(1): 7-12.

Abstract

This study aimed to measure and evaluate the radiation released from cigarette smoke of various brands sold in Thailand. A Geiger-Muller tube radiation sensor was used and placed in a cigarette holder to take measurements. The sample consisted of eight cigarette brands: KN1, KN2, KN3, KN4, KN5, KN6, KN7, and KN8. For each brand, cigarettes were lit, and radiation release was measured in microsieverts per hour ($\mu\text{Sv/h}$) using a highly sensitive radiation sensor. The study was based on scientific research suggesting that tobacco cultivation could accumulate radioactive elements from radon gas found in the soil and the surrounding environment of tobacco plants. These radioactive elements could gather on the trichomes or tiny hairs on tobacco leaves. When the tobacco leaves were processed into cigarettes, the combustion process released these radioactive substances along with the cigarette smoke. The experiment's results revealed that radiation release varies among the different brands. The KN6 brand had the highest radiation release at $0.0351 \pm 0.02 \mu\text{Sv/h}$, while KN2 had the lowest at $0.0156 \pm 0.01 \mu\text{Sv/h}$. The radiation released from cigarettes made from tobacco leaves contaminated with radioactive substances could accumulate in the bronchial tubes and small airways of the lungs, posing a long-term risk factor for lung cancer. This study was crucial for raising public awareness and providing information about the dangers of radiation exposure from cigarette smoke, which could have long-term health effects. Disseminating this information could encourage the implementation of measures to control radioactive contamination in cigarette production processes, effectively reducing health risks for consumers and those around them.

Keywords: Radiation emitted, Smoking cigarette, Radioactive elements.

บทนำ

คาร์บอนมอนอกไซด์ tar และ toxic chemical ในควันบุหรี่ เป็นสารที่อันตรายอย่างมากต่อร่างกายโดยเฉพาะเนื้อปอดซึ่งรับสารเคมีเหล่านี้จากควันบุหรี่และสะสมเอาไว้และกระตุ้นให้เกิดมะเร็งปอดของผู้ที่สูบบุหรี่เป็นเวลานาน ๆ นอกจากนี้ควันบุหรี่ยังมีสารพอลอเนียม-210 (Polonium-210) เมื่อสลายจะให้รังสีแอลฟา และเป็นสาเหตุการเกิดโรคมะเร็งปอดของผู้สูบบุหรี่ และผู้ที่ไม่สูบบุหรี่แต่หายใจเอาควันที่มีสารรังสีนี้เข้าไปด้วย รังสีจากกัมมันตภาพรังสีก็เป็นสาเหตุทำให้เกิดมะเร็งในเนื้อเยื่อของมนุษย์เช่นกัน ชาวไร่ยาสูบที่ปลูกต้นยาสูบชนิดใช้ปุ๋ยเพื่อบำรุงและเร่งการเจริญเติบโตของต้นยาสูบเพื่อให้ได้ใบยาสูบที่มีคุณภาพสูงในการผลิตบุหรี่ปุ๋ยเหล่านี้โดยเฉพาะมีส่วนผสมของพวกฟอสฟอรัส การรับรังสีจากพอลอเนียม-210 ซึ่งเป็นธาตุกัมมันตรังสีสูงที่ปลดปล่อยอนุภาคแอลฟาที่สามารถทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงกับเซลล์ที่ได้สัมผัสผ่านการสูบบุหรี่ แหล่งที่มาของรังสีจากพอลอเนียม-210 คือปุ๋ยแคลเซียมฟอสเฟต ที่ใช้ในการเพาะปลูกยาสูบ⁽¹⁻³⁾

รายงานจากการศึกษาพบว่ากัมมันตภาพรังสีในใบยาสูบที่เก็บรวบรวมจาก 15 ภูมิภาคของประเทศกรีซ ก่อนการผลิตบุหรี่ได้รับการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ระหว่างการดูดซึมของนิวไคลด์รังสี ตั้งแต่แรกเริ่มที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติกับไอโซโทปรังสีของซีเซียมจากแหล่งกำเนิดเชอร์โนบีล (Chernobyl) ไอโซโทปรังสีของ

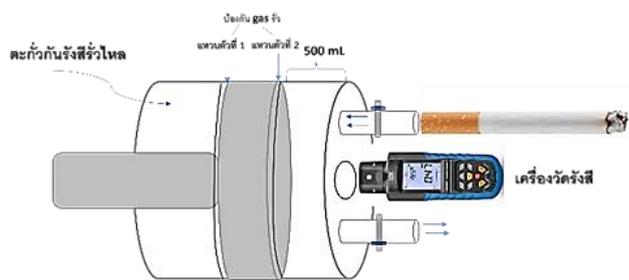
เรเดียม ^{226}Ra และ ^{228}Ra ในใบยาสูบอาจผ่านการดูดซึมของรากหรือผ่านปุ๋ยที่ใช้สำหรับการเพาะปลูกต้นยาสูบในไร่นา เนื่องจากความเข้มข้นของอากาศของไอโซโทปรังสีของเรเดียมต่ำมาก Lead-210 ที่เกิดจากอากาศถูกสะสมไว้บนใบยาสูบและการสะสม trichome ไว้⁽⁴⁾

Takizawa และคณะ⁽⁵⁾ พบว่า ^{210}Po ที่มีอยู่ในยาสูบในญี่ปุ่นมีตั้งแต่ 13.0 ถึง 20.1 Bq kg^{-1} (เฉลี่ย 15.4 Bq kg^{-1}) ซึ่งมี ^{210}Po 50 เปอร์เซ็นต์ที่มีอยู่ในยาสูบเมื่อถูกสูบเป็นควันและ 50 เปอร์เซ็นต์ยังคงอยู่ในเถาและก้นบุหรี่ ขณะที่ผู้สูบบุหรี่หนึ่งซองต่อวันสูดดม 24 mBq d^{-1} จาก ^{210}Po ผ่านการสูบบุหรี่ และการสูดดมต่อปีเท่ากับ 8.8 Bq การศึกษาของ Peres และ Hiromoto⁽⁶⁾ รายงานว่า ^{210}Po ในยาสูบ (แห้ง) ในบราซิลมีค่าตั้งแต่ 10.9 ถึง 27.4 Bq kg^{-1} และ ^{210}Pb จาก 11.9 ถึง 30.2 Bq kg^{-1} การปล่อยรังสีซึ่งการปล่อยรังสีจะปล่อยเรดอน (Radon) ก๊าซเรดอน (Rn) ออกมาอยู่รอบ ๆ ดินที่ต้นยาสูบขึ้น ขณะที่ต้นยาสูบโตขึ้น เรดอนจากดินและบริเวณรอบ ๆ ต้นยาสูบจากเกาะติดใบยาสูบ เรียกว่า trichome ต่อมา Rn จะสลายตัวเป็น radioactive element คือ Lead-210 และ Polonium-210 ซึ่งน้ำฝนไม่สามารถชะล้างออกจากใบยาสูบนี้ Polonium-210 เป็น ตัวปลดปล่อยรังสีแอลฟาและทำให้เกิดอันตรายอย่างมาก บุหรี่ที่ทำจากใบยาสูบเหล่านี้มี radioactive

element จะเข้าสู่ปอดของผู้สูบบุหรี่โดยมีสารพวก tar และ นิโคติน เข้าไปสะสมในท่อลมเล็ก ๆ ของปอด (bronchiole) ทำให้ช่องแคบลง โดยเฉพาะตำแหน่ง bifurcation ง่ายต่อ radioactive element จะ settle ที่ผิวของ bronchiole และเวลาผ่านไปนานวัน radiation ที่ถูกปลดปล่อย โดย radioactive element เหล่านี้ จะทำให้เกิดมะเร็งปอดของผู้สูบบุหรี่ และผู้ที่ไม่สูบบุหรี่แต่อยู่ใกล้เคียงกับผู้สูบบุหรี่ ไบยาสูบที่นำมาทำบุหรี่ยั้นโดยกระบวนการปลูกจะมีการ contaminate radioactive element คือ Lead-210 และ Polonium-210 ซึ่งปลดปล่อยรังสีแอลฟาและถูกสูบเข้าไปในปอดของผู้สูบบุหรี่⁽⁷⁻⁹⁾

เนื่องจากประเทศไทยได้มีการรณรงค์ด้านภัยจากการสูบบุหรี่ โดยเฉพาะหน่วยงานของรัฐเช่น แพทยสมาคมทั้งสมาคมแพทย์แห่งประเทศไทย คณะผู้วิจัยทำการศึกษารังสีที่ปลดปล่อยจากบุหรี่ยังกำลังสูบของบุหรี่ยด้วยเครื่องวัดปริมาณรังสี (radiation sensor) เป็นแบบ Geiger-mueller tube จากบุหรี่ยังกำลังสูบซึ่งข้อมูลการศึกษาจะนำซึ่งประโยชน์ต่อชุมชนประชากรของประเทศไทยเป็นอย่างมาก วัตถุประสงค์การวิจัยของการศึกษานี้ เพื่อตรวจสอบและศึกษาการรังสีที่ปลดปล่อยจากบุหรี่ยังกำลังสูบของบุหรี่ยที่ผลิตในประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย



รูปภาพที่ 1 เครื่องมือวัดรังสีในกระบอกสูบ

การศึกษานี้ได้ออกแบบการทดลองโดยมีตัวแปรหลักที่ต้องการวัด คือ ยี่ห้อบุหรี่ยและปริมาณสารกัมมันตรังสีที่อาจปนเปื้อนในไบยาสูบ ซึ่งสามารถส่งผลต่อค่าการปลดปล่อยรังสีจากควันบุหรี่ย โดยใช้เครื่องมือที่มีความไวสูงในการวัดรังสีในหน่วยไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง ($\mu\text{Sv/h}$) ซึ่งถือเป็นตัวแปรตามในการทดลอง ในขณะเดียวกัน การควบคุมปัจจัยต่างๆ ก็มีความสำคัญ เช่น อุณหภูมิห้อง วิธีการจุดบุหรี่ยและระยะเวลาในการเผาไหม้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำและสามารถเปรียบเทียบค่ารังสีระหว่างแต่ละยี่ห้อได้อย่างถูกต้อง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองนี้คือ CEM DT-9501 Geiger Counter Nuclear Radiation Detector ซึ่งสามารถตรวจจับรังสีแอลฟา เบตา แกมมา และเอกซ์เรย์ได้อย่างแม่นยำ พร้อมทั้งมีช่วง

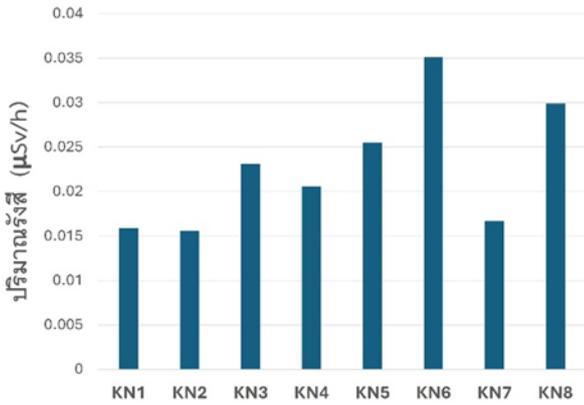
การวัดที่กว้างจาก 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ถึง 1,000 $\mu\text{Sv/h}$ การทดลองเริ่มต้นด้วยการจุดบุหรี่ยและวัดค่ารังสีในระยะเวลาห่างกันทุกๆ 30 วินาทีจนกว่าบุหรี่ยจะดับ การทดสอบนี้จะทำซ้ำ 5 ครั้งในแต่ละยี่ห้อเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำและเชื่อถือได้ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลค่ารังสีที่ได้จากการทดลองทั้งหมดจะถูกนำมาคำนวณและเปรียบเทียบกันโดยใช้โปรแกรม Excel เพื่อดูความแตกต่างของการปลดปล่อยรังสีจากแต่ละยี่ห้อบุหรี่ย ในการควบคุมข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการทดลอง จะมีการควบคุมปัจจัยต่างๆ เช่น ความชื้นในห้องและลมที่อาจพัดผ่าน ซึ่งอาจมีผลต่อการเผาไหม้ของบุหรี่ยและการวัดค่ารังสี นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดของการศึกษาที่ควรพิจารณา เช่น การใช้ยี่ห้อบุหรี่ยเพียง 8 ยี่ห้อที่อาจไม่ครอบคลุมบุหรี่ยทั้งหมดในตลาด หรือการใช้เครื่องมือวัดชนิดเดียวที่อาจไม่สามารถตรวจสอบสารกัมมันตรังสีบางชนิดได้ และการเผาไหม้บุหรี่ยในห้องทดลองอาจไม่สามารถจำลองสภาพการสูบบุหรี่ยในชีวิตจริงได้ 100% ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำของผลการการศึกษา แต่ข้อจำกัดเหล่านี้ยังคงสามารถให้ข้อมูลที่มีคุณค่าในการศึกษาการปลดปล่อยรังสีจากบุหรี่ยที่จำหน่ายในประเทศไทยได้

การเก็บตัวอย่าง สุ่มตัวอย่างสูบบุหรี่ย สำรวจุดบุหรี่ยที่ขายในห้องตลาดประเทศไทย 8 ยี่ห้อรวม ตัวอย่างที่ขายในห้องตลาดประเทศไทย 8 ยี่ห้อ (ขอบเขตพื้นที่ภาคกลาง ในร้านสะดวกซื้อ ที่ผลิตในประเทศไทยและยี่ห้อของบุหรี่ยจะถูกเก็บเป็นความลับ จะถูกระบุเป็นตัวแทนอักษร) KN1, KN2, KN3, KN4, KN5, KN6, KN7 และ KN8 ทำการออกแบบเครื่องมือดังรูปภาพที่ 1 เพื่อนำบุหรี่ยทั้งหมด ชนิดละ 5 มวน (จุดด้วยไฟแช็คที่ใช้แก๊ส) นำบุหรี่ยต่อกับลูกสูบยาง ใช้เครื่องมือวัดรังสีที่มีความไวสูง (เครื่องมือกัมมันตรังสี X-Ray/Beta/Gamma) อัตราปริมาณรังสี (radiation dose rate) : 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ – 1000 $\mu\text{Sv/h}$ วัดรังสีของบุหรี่ยที่ติดไฟ ดำเนินการทดลองซ้ำแบบเดิมกับบุหรี่ยทั้ง 8 ยี่ห้อ นำค่าที่ได้คำนวณหาปริมาณรังสีที่ปลดปล่อยจากบุหรี่ยทั้งหมดของแต่ละชนิด ขณะที่ยี่ห้อบุหรี่ยด้วยลูกยางสูบ ใช้เครื่องมือวัดรังสีที่มีความไวสูง วัดรังสีของบุหรี่ยที่ติดไฟ ดำเนินการทดลองซ้ำแบบเดิมกับบุหรี่ยทั้ง 8 ยี่ห้อ นำค่าที่ได้คำนวณหาปริมาณรังสีที่ปลดปล่อยจากบุหรี่ยทั้งหมดของแต่ละชนิด ตัวอย่างบุหรี่ยจะถูกวัดปริมาณนิโคตินด้วย เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Vis spectrophotometer) โดยมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 610 นาโนเมตร ในการวัดปริมาณนิโคติน เพื่อให้ผลวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือมากขึ้น

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การใช้เครื่องมือวัดรังสีที่มีช่วงการวัด 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ถึง 1,000 $\mu\text{Sv/h}$ สำหรับวัดรังสีจากบุหรี่ย พบว่าค่าที่วัดได้มีค่าต่ำมาก เนื่องจากรังสีที่ปลดปล่อยจากบุหรี่ยหลัก ๆ เป็นรังสีแอลฟา ซึ่งมักจะ

ถูกบล็อกได้ง่ายโดยวัตถุผิวบาง ๆ และการวัดรังสีแอลฟาจากเครื่องวัดที่กล่าวมาอาจไม่สามารถตรวจจับรังสีแอลฟาได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม สำหรับรังสีเบตาและแกมมาที่อาจมีอยู่เล็กน้อยในวันพุธ ค่าที่วัดได้น่าจะอยู่ในระดับต่ำมาก อยู่ในระดับไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง ($\mu\text{Sv/h}$) ซึ่งไม่เกิน $0.1 \mu\text{Sv/h}$ โดยมีผลการทดลองดังรูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 2 แสดงปริมาณรังสีที่วัดได้จากบุงหรี

จากข้อมูลที่ได้ในกราฟแสดงปริมาณการปล่อยรังสีจากควันบุงหรีในหน่วยไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง ($\mu\text{Sv/h}$) ของบุงหรียี่ห้อต่างๆ ที่วางจำหน่ายในประเทศไทยจำนวน 8 ยี่ห้อ ได้แก่ KN1, KN2, KN3, KN4, KN5, KN6, KN7 และ KN8 พบว่ามีค่าการปล่อยรังสีแตกต่างกัน โดยที่ KN6 มีค่าการปล่อยรังสีสูงสุดที่ $0.0351 \pm 0.02 \mu\text{Sv/h}$ และ KN2 มีค่าการปล่อยรังสีต่ำสุดที่ $0.0156 \pm 0.01 \mu\text{Sv/h}$ ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ

จากการศึกษาวิจัยในหลายประเทศ พบว่าบุงหรีที่ทำจากใบยาสูบมักมีการปนเปื้อนธาตุกัมมันตรังสี เช่น โพลเนียม-210 (Polonium-210) และตะกั่ว-210 (Lead-210) ซึ่งมีแหล่งกำเนิดจากดินที่ต้นยาสูบปลูกและสะสมอยู่ในใบยาสูบโดยเฉพาะบริเวณที่เรียกว่า trichome หรือขนเล็ก ๆ บนผิวใบ เมื่อต้นยาสูบเจริญเติบโต ก๊าซเรดอนจากดินจะจับกับใบยาสูบและต่อมาสลายตัวเป็นโพลเนียม-210 และตะกั่ว-210 ซึ่งเป็นสารกัมมันตรังสีที่เป็นอันตราย เนื่องจากโพลเนียม-210 เป็นแหล่งของรังสีแอลฟา (alpha radiation) ที่เมื่อสูบเข้าปอดจะสะสมในบริเวณ bronchiole และ bifurcation ของปอด ทำให้เกิดความเสียหายในการเกิดโรคมะเร็งปอดทั้งในผู้สูบและผู้ได้รับควันบุงหรีมือสอง

งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณรังสีจากควันบุงหรีได้ประมาณว่าผู้สูบบุงหรีเป็นประจำจะได้รับปริมาณรังสีสะสมที่ประมาณ 40–60 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี ซึ่งแปลงเป็นค่าเฉลี่ยรายวันจะอยู่ที่ประมาณ $0.1-0.2 \mu\text{Sv}$ ต่อวันหรือประมาณ $0.004-0.008 \mu\text{Sv/h}$ อย่างไรก็ตาม ค่าที่พบในกราฟนี้สำหรับแบรนด์ KN6 ซึ่งสูงสุดที่ 0.0351 ± 0.02

$\mu\text{Sv/h}$ นั้นสูงกว่าค่าเฉลี่ยที่รายงานในงานวิจัยอื่น ๆ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการปนเปื้อนของธาตุกัมมันตรังสีในใบยาสูบของ KN6 อาจสูงกว่าบุงหรีทั่วไปที่ทำการศึกษาในประเทศอื่น การศึกษาในปีต่าง ๆ ยังชี้ให้เห็นว่าโพลเนียม-210 ในควันบุงหรีเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้เกิดมะเร็งปอดในผู้สูบบุงหรี เนื่องจากรังสีแอลฟามีคุณสมบัติในการทำลายเซลล์เยื่อปอดและส่งผลต่อการแบ่งตัวของเซลล์ ทำให้เซลล์ผิดปกติและเกิดเป็นเนื้อร้ายในระยะยาว^(6,10,11)

นอกจากนี้ ในการศึกษาความเข้มข้นของนิโคตินในตัวอย่างบุงหรี ใช้เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยหลักการคือนิโคตินจะทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตภายใต้สภาวะเป็นด่าง ส่งผลให้เกิดผลิตภัณฑ์สีเขียวที่ละลายน้ำได้ โดยมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 610 นาโนเมตร กระบวนการนี้เกิดจากการที่โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตซึ่งมีสีม่วงถูกเปลี่ยนไปเป็นสารแมงกาเนต (manganate) ที่มีสีเขียว เมื่อมีปฏิกิริยากับนิโคติน สารละลายสีเขียวนี้นี้จะมีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 610 นาโนเมตร และค่าการดูดกลืนแสงจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของนิโคตินเพิ่มขึ้น ในการวัดปริมาณนิโคติน เราจะเตรียมสารมาตรฐานนิโคตินความเข้มข้นที่รู้ค่าและวัดการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานนี้ เพื่อใช้เป็นมาตรฐานเปรียบเทียบกับตัวอย่างสารละลายจากบุงหรี เมื่อนำตัวอย่างมาวัดค่าแสงที่ความยาวคลื่น 610 นาโนเมตรด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เราสามารถเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างกับสารมาตรฐานเพื่อหาความเข้มข้นของนิโคตินในตัวอย่างบุงหรีซึ่งพบว่าความเข้มข้นของสารนิโคตินในใบยาสูบของ KN6 เท่ากับ 18 (มิลลิกรัม/กรัม) ซึ่งเป็นปริมาณมากที่สุดที่พบจากตัวอย่างทั้งหมด

ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าบุงหรียี่ห้อ KN6 มีความเข้มข้นของนิโคตินสูงสุดอยู่ที่ 18 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักใบยาสูบ 1 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างยี่ห้ออื่น ๆ การวัดความเข้มข้นของนิโคตินนี้ได้จากการดูดกลืนแสงของผลิตภัณฑ์สีเขียวที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างนิโคตินและโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตภายใต้สภาวะเป็นด่าง ผลการทดลองนี้บ่งชี้ว่าบุงหรี KN6 อาจมีปริมาณสารที่เป็นพิษต่อร่างกายสูงกว่ายี่ห้ออื่น ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องระวัง เนื่องจากนิโคตินเป็นสารเสพติดที่มีผลกระทบต่อสุขภาพโดยรวม เช่น ความดันโลหิตสูง การเต้นของหัวใจเร็วขึ้น และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเสพติดบุงหรี เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น ๆ พบว่านิโคตินในใบยาสูบสามารถมีความเข้มข้นแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของใบยาสูบและกระบวนการผลิต ตัวอย่างจากการศึกษาในประเทศต่าง ๆ เช่น สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น พบว่าความเข้มข้นของนิโคตินในบุงหรีแต่ละชนิดสามารถมีความแปรปรวนตั้งแต่ 12–20 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักใบยาสูบ 1 กรัม งานวิจัยเหล่านี้ชี้

ให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของนิโคตินรวมถึงประเภทของยาสูบที่ใช้ สภาพแวดล้อมในการปลูก และขั้นตอนในการอบแห้งใบยาสูบ^(2,4,12)

งานวิจัยที่ศึกษาในประเทศไทยยังพบว่าความเข้มข้นของนิโคตินในใบยาสูบที่ปลูกในพื้นที่ต่าง ๆ อาจแตกต่างกันได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพดินและปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่อาจส่งผลกระทบต่อสะสมของนิโคตินในใบยาสูบ ดังนั้นข้อมูลจากการทดลองนี้จึงสะท้อนถึงความแตกต่างของผลิตภัณฑ์บุหรี่ที่วางจำหน่ายในประเทศไทย และสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการเสพติดบุหรี่ เมื่อพิจารณาผลการทดลองของบุหรี่ยี่ห้อ KN6 ที่มีทั้งความเข้มข้นของนิโคตินสูงที่สุด (18 มิลลิกรัม/กรัม) และค่าการปล่อยรังสีสูงสุด (0.0351 $\mu\text{Sv/h}$) เทียบกับยี่ห้ออื่น ๆ ซึ่งมีค่าการปล่อยรังสีและความเข้มข้นของนิโคตินที่ต่ำกว่า ทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าบุหรี่ยี่ห้อ KN6 อาจมีความเสี่ยงต่อสุขภาพมากกว่ายี่ห้ออื่น จากงานวิจัยในต่างประเทศพบว่าใบยาสูบอาจมีการปนเปื้อนด้วยสารกัมมันตรังสี เช่น โพลonium-210 และตะกั่ว-210 ซึ่งสะสมอยู่ในใบยาสูบเนื่องจากการปนเปื้อนของก๊าซเรดอนจากดินที่ใบยาสูบเติบโต ซึ่งสารกัมมันตรังสีเหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการปล่อยรังสีในระดับต่าง ๆ จากบุหรี่แต่ละชนิด การพบว่าบุหรี่ยี่ห้อ KN6 มีค่าการปล่อยรังสีสูงสุดบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ที่ใบยาสูบของยี่ห้อนี้อาจมีปริมาณการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสีสูงกว่ายี่ห้ออื่น

การที่ KN6 มีค่าการปล่อยรังสีและความเข้มข้นของนิโคตินที่สูงกว่ายี่ห้ออื่น ๆ สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ชี้ว่า การสะสมของสารกัมมันตรังสีในใบยาสูบมักพบในใบยาสูบที่มีปริมาณนิโคตินสูง เนื่องจากกระบวนการดูดซับสารอาหารจากดินของใบยาสูบเองที่เป็นปัจจัยเพิ่มการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสี สรุปได้ว่า ผลการทดลองนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้สูบบุหรี่ โดยเฉพาะบุหรี่ยี่ห้อ KN6 ที่มีค่าทั้งการปล่อยรังสีและความเข้มข้นของนิโคตินสูงกว่าแบรนด์อื่น ๆ ซึ่งเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรค เช่น มะเร็งปอด

ผลสรุปการวิจัย

จากการศึกษาผลกระทบของรังสีจากควันบุหรี่ที่มีการปลดปล่อยรังสีแอลฟา เบตา และแกมมา พบว่า รังสีที่ปล่อยออกจากบุหรี่มีค่าต่ำมากเมื่อวัดด้วยเครื่องมือที่มีช่วงการวัดระหว่าง 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ถึง 1,000 $\mu\text{Sv/h}$ โดยเฉพาะการวัดรังสีแอลฟาที่ไม่สามารถตรวจจับได้อย่างมีประสิทธิภาพจากเครื่องมือที่ใช้ในการวัด เนื่องจากรังสีแอลฟามีคุณสมบัติที่ถูกบล็อกได้ง่ายจากวัสดุผิวบาง ๆ อย่างไรก็ตาม สำหรับรังสีเบตาและแกมมาที่อาจมีอยู่ในควันบุหรี่ค่าที่วัดได้โดยทั่วไปจะอยู่ในระดับไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง ($\mu\text{Sv/h}$)

ซึ่งไม่เกิน 0.1 $\mu\text{Sv/h}$ หรือประมาณ 0.004–0.008 $\mu\text{Sv/h}$ ต่อชั่วโมง

การเปรียบเทียบค่าการปล่อยรังสีจากบุหรี่ยี่ห้อต่าง ๆ ที่มีจำหน่ายในประเทศไทย พบว่าบุหรี่ยี่ห้อ KN6 มีค่าการปล่อยรังสีสูงสุดที่ 0.0351 \pm 0.02 $\mu\text{Sv/h}$ ซึ่งสูงกว่าบุหรี่ยี่ห้อ KN2 ที่มีค่าการปล่อยรังสีต่ำสุดที่ 0.0156 \pm 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ สิ่งนี้ทำให้สามารถวิเคราะห์และคาดการณ์ได้ว่า การปนเปื้อนของธาตุกัมมันตรังสีในใบยาสูบของบุหรี่ KN6 อาจสูงกว่าบุหรี่ทั่วไปที่ศึกษาในประเทศอื่น ๆ ที่ทำการวิจัย โดยเฉพาะสารกัมมันตรังสีที่มีในควันบุหรี่ เช่น โพลonium-210 (Polonium-210) และตะกั่ว-210 (Lead-210) ซึ่งเกิดจากการสะสมของก๊าซเรดอนในดินและปนเปื้อนอยู่ในใบยาสูบ ทำให้เกิดการปลดปล่อยรังสีแอลฟาที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ โดยเฉพาะในผู้สูบบุหรี่และผู้ที่ได้รับควันบุหรี่มือสอง

จากการศึกษาพบว่าผู้สูบบุหรี่ที่สูบบุหรี่อย่างต่อเนื่องจะได้รับรังสีสะสมประมาณ 40-60 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี ซึ่งจะเท่ากับ 0.1–0.2 μSv ต่อวัน หรือประมาณ 0.004–0.008 $\mu\text{Sv/h}$ ต่อชั่วโมง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแม้ค่าการปล่อยรังสีจากบุหรี่จะต่ำ แต่นักวิจัยยังพบความเสี่ยงในระยะยาวเมื่อพิจารณาจากการสะสมของรังสีในร่างกาย

อีกส่วนหนึ่งของการศึกษาเกี่ยวกับการวัดความเข้มข้นของนิโคตินในใบยาสูบ โดยใช้เครื่องมือ UV-Vis spectrophotometer พบว่าความเข้มข้นของนิโคตินในบุหรี่ยี่ห้อ KN6 สูงถึง 18 มิลลิกรัม/กรัม ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างยี่ห้ออื่น ๆ ผลการศึกษานี้ระบุว่า บุหรี่ KN6 มีสารนิโคตินในปริมาณที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพสูงกว่าบุหรี่ยี่ห้ออื่น ๆ เนื่องจากนิโคตินมีผลกระทบต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด และเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับการเสพติดบุหรี่

จากการเปรียบเทียบงานวิจัยในต่างประเทศพบว่า การศึกษาความเข้มข้นของนิโคตินในบุหรี่จากสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นพบความแปรปรวนของค่าความเข้มข้นในช่วง 12–20 มิลลิกรัม/กรัม โดยปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของนิโคตินรวมถึงประเภทของยาสูบ สภาพแวดล้อมในการปลูก และกระบวนการผลิตบุหรี่ ซึ่งอาจทำให้ผลการศึกษาที่มีความแตกต่างกัน โดยสรุปผลการศึกษานี้สามารถสะท้อนถึงความแตกต่างของการปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีและความเข้มข้นของนิโคตินในผลิตภัณฑ์บุหรี่ที่วางจำหน่ายในประเทศไทย ซึ่งบุหรี่ KN6 ที่มีทั้งค่าการปล่อยรังสีและความเข้มข้นของนิโคตินสูงกว่ายี่ห้ออื่น ๆ อาจทำให้ผู้สูบบุหรี่ได้รับความเสี่ยงสูงกว่าในการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับการสูบบุหรี่ เช่น มะเร็งปอด และโรคหัวใจ โดยเฉพาะเมื่อมีการสะสมของสารกัมมันตรังสีในใบยาสูบ ซึ่งอาจทำให้เกิดการปลดปล่อยรังสีแอลฟาที่มีความเสี่ยงสูงต่อสุขภาพ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้จึงมีความสำคัญในการประเมินความเสี่ยงจากการสูบบุหรี่ โดยสามารถใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังและควบคุมระดับการ

ปนเปื้อนสารกัมมันตรังสีในใบยาสูบ และส่งเสริมการลดการเสี่ยงต่อสุขภาพที่เกิดจากการสูบบุหรี่

การศึกษานี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการให้ข้อมูลกับผู้บริโภคถึงความเสี่ยงจากการสูบบุหรี่และการสัมผัสกับสารกัมมันตรังสี รวมถึงสามารถนำไปใช้ในการให้ความรู้แก่ชุมชนและผู้สูบบุหรี่ในเรื่องผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับรังสีแอลฟาที่สะสมอยู่ในปอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งเสริมให้มีการควบคุมการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสีในกระบวนการผลิตบุหรี่ เพื่อช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งปอดและโรคอื่น ๆ ที่เกิดจากการสะสมของสารกัมมันตรังสีในร่างกาย

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์นี้ ได้รับทุนสนับสนุนจากแพทยสภา (กองทุนพลตำรวจเอกนายแพทย์จางเจตน์ อวาทพงษ์)

References

1. Papastefanou C. Radiological impact from atmospheric releases of ^{238}U and ^{226}Ra from phosphate rock processing plants. *J Environ Radioact.* 2001; 54: 75-83.
2. Kubalek D, Serša G, Štok M, et al. Radioactivity of cigarettes and the importance of ^{210}Po and thorium isotopes for radiation dose assessment due to smoking. *J Environ Radioact.* 2016;155-156:97-104.
3. Caliri AW, Tommasi S, Besaratinia A, Relationships among smoking, oxidative stress, inflammation, macromolecular damage, and cancer. *Mutat Res Rev Mutat.* 2021; 787: 108365.
4. Papastefanou C. Radioactivity of tobacco leaves and radiation dose induced from smoking. *Int J Environ Res Public Health.* 2009; 6: 558-67.
5. Takizawa Y, Zhang L, Zhao L. ^{210}Pb and ^{210}Po in tobacco-with a special focus on estimating the doses of ^{210}Po to man. *J Radioanal Nucl Chem.* 1994; 182: 119-25.
6. Peres AC, Hiromoto G. Evaluation of ^{210}Pb and ^{210}Po in cigarette tobacco produced in Brazil. *J Environ Radioact.* 2002; 62: 115-9.
7. Martell EA. Tobacco Radioactivity and Cancer in Smokers: Alpha interactions with chromosomes of cells surrounding insoluble radioactive smoke

particles may cause cancer and contribute to early atherosclerosis development in cigarette smokers. *Am Sci.* 1975; 63: 404-12.

8. Zagà V, Cattaruzza MS, Martucci P, et al. The “Polonium In Vivo” Study: Polonium-210 in Bronchial Lavages of Patients with Suspected Lung Cancer. *Biomedicines.* 2021; 9: 4.
9. Kadhim HA, Al-Alawy IT, Mkhaimer AF. Verification of radon, radium, polonium concentrations and lung cancer rates in blood of female hookah smokers. *Radiochim Acta.* 2023; 111: 231-9.
10. Poppendieck D, Khurshid S, Emmerich S. Measuring Airborne Emissions from Cigarette Butts: Literature Review and Experimental Plan Final Report to U.S. Food and Drug Administration under Interagency Agreement #244-15-9012 Measuring Airborne Emissions from Cigarette Butts: Literature Review and Experimental Plan Final Report to U.S. Food and Drug Administration under Interagency Agreement #244-15-9012. 2016.
11. Soleimani F, Dobaradaran S, De-la-Torre GE, et al. Content of toxic components of cigarette, cigarette smoke vs cigarette butts: A comprehensive systematic review. *Sci Total Environ.* 2022; 813: 152667.
12. Kozłowski LT, Mehta NY, Sweeney CT, et al. Filter ventilation and nicotine content of tobacco in cigarettes from Canada, the United Kingdom, and the United States. *Tob Control.* 1998; 7: 369-75.