

การฉายรังสีอาหารและการยอมรับ

ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์
กลุ่มวิจัยและพัฒนาชีวเคมี
สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

คำนำ

การฉายรังสีอาหารเป็นกระบวนการถนอมอาหารอย่างหนึ่ง โดยนำอาหารไปรับรังสีจากต้นกำเนิดรังสี เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งของการฉายรังสี ซึ่งได้แก่ การฉายรังสีอาหารเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ที่ทำให้เกิดโรค ยืดอายุการเก็บรักษา ชะลอการสุก ยับยั้งการงอกระหว่างการเก็บรักษา ทำลายและยับยั้งการแพร่พันธุ์ของแมลง หรืออื่น ๆ ในทางกฎหมายกำหนดว่า การฉายรังสีอาหาร ต้องมีปริมาณรังสีต่ำสุด ที่ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการฉายรังสี และมีปริมาณรังสีสูงสุด อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค มีคุณค่าทางโภชนาการ และยังมีรสชาติเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค⁽¹⁾

รังสีที่อนุญาตให้ใช้ฉายอาหารได้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 297) พ. ศ. 2549 ได้แก่ รังสีแกมมา (γ -rays) ซึ่งได้จากโคบอลต์-60 (Co-60) หรือซีเซียม-137 (Cs-137) รังสีเอกซ์ (X-rays) ที่ได้จากเครื่องผลิตรังสีเอกซ์ และรังสีอิเล็กตรอนที่ได้จากเครื่องเร่งอนุภาคอิเล็กตรอน เป็นต้น รังสีเป็นพลังงานชนิดหนึ่งโดยเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีอำนาจทะลุทะลวงผ่านวัตถุได้สูง เมื่อผ่านไปในตัวกลางใดจะไม่ทำให้ตัวกลางนั้นเปลี่ยนเป็นสารรังสี ดังนั้น อาหารที่ผ่านการฉายรังสีจึงไม่มีรังสีตกค้างและไม่มีการสะสมของรังสีขึ้น อย่างไรก็ตาม มีอาหารบางชนิด ที่ไม่สามารถนำมาฉายรังสีได้ เพราะจะทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เช่น อาหารประเภทนมและผลิตภัณฑ์ของนม



สตอเบอรี่ฉายรังสี



การฉายรังสีเพื่อชะลอการสุกและลดการเน่าเสียของมะม่วง

ในเรื่องการฉายรังสีอาหาร มีคำที่ทำให้เกิดความเข้าใจผิดได้ว่ามีความหมายเดียวกันกับอาหารฉายรังสี คือ **อาหารปนเปื้อนรังสีหรือสารรังสี** คำนี้มีความหมายแตกต่างกับ**อาหารฉายรังสี**อย่างมาก กล่าวคือ อาหารปนเปื้อนรังสีหรือสารรังสี เป็นอาหารที่มีสารต้นกำเนิดรังสีปะปนอยู่ในอาหาร อาหารดังกล่าวจะเป็นอันตรายต่อผู้ที่บริโภคเข้าไป เพราะสารรังสีจะไปสะสมอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและปล่อยรังสีออกมาตลอดเวลา ทำให้ร่างกายได้รับรังสีและมีโอกาสเป็นมะเร็งขึ้นได้ ดังนั้นอาหารปนเปื้อนรังสีจึงเป็นอาหารที่มีอันตรายไม่ควรนำมาบริโภค การปนเปื้อนอาจมาจากการเกิดอุบัติเหตุทางรังสี เช่น การเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เซอร์โนบีล ทำให้มีสารรังสีฟุ้งกระจายออกมาภายนอก สารรังสีเหล่านี้จะกระจายไปยังพื้นดินและต้นหญ้าที่ขึ้นอยู่ในบริเวณนั้น เมื่อวัวกินหญ้าเข้าไปสารรังสีจะไปอยู่ที่ตัววัวและไปสู่ผ่านนมของวัวในที่สุด

วัตถุประสงค์ของการฉายรังสีอาหาร ปัจจุบัน กฎหมายอาหารฉายรังสี จะกำหนดวัตถุประสงค์ของการฉายรังสีอาหาร แทนการกำหนดชนิดของอาหารที่อนุญาตให้ฉายรังสี วัตถุประสงค์ของการฉายรังสีหมายถึง ความต้องการอย่างใดอย่างหนึ่ง ในการนำอาหารไปรับรังสีจากต้นกำเนิดรังสี ตามที่มีกำหนดไว้ในกฎหมาย วัตถุประสงค์ของการฉายรังสี มีหลายประการด้วยกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและผลของรังสีที่มีต่ออาหารชนิดนั้น ๆ ได้แก่

1. การฉายรังสีเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ และกำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

โรค เป็นการนำอาหารไปรับรังสีเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคซึ่งปนเปื้อนในอาหาร เช่น **แฮม** ฉายรังสีปริมาณ 2 กิโลเกรย์ เพื่อทำลายเชื้อโรคท้องร่วง ซัลโมเนลลา⁽²⁾
เนื้อไก่แช่แข็ง ฉายรังสีปริมาณ 2 กิโลเกรย์ กำจัดเชื้อโรคท้องร่วง ซัลโมเนลลาได้หมด ⁽³⁾
ปลาป่น ไข่รังสีปริมาณ 5 กิโลเกรย์ เพียงพอที่จะลดปริมาณจุลินทรีย์ และกำจัดเชื้อซัลโมเนลลา และอาร์ชีนาได้หมด⁽⁴⁾

2. การฉายรังสีอาหารเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยรังสีจะไปทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย ซึ่งเป็นผลให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาอาหารให้ได้นานขึ้นกว่าเดิม วัตถุประสงค์ดังกล่าวนี้ สามารถใช้ได้กับอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ไม่ว่าจะเป็นสัตว์ปีกหรือพวกอาหารทะเลก็ได้ ได้แก่

เนื้อหมู ฉายรังสีปริมาณ 2 กิโลเกรย์ เก็บที่อุณหภูมิศูนย์ สามารถเก็บได้นานกว่า เนื้อหมูที่ไม่ฉายรังสี 2 เท่า⁽⁵⁾
เนื้อไก่สด ฉายรังสีปริมาณ 1 กิโลเกรย์ เก็บที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เก็บได้นานกว่าเนื้อไก่ไม่ฉายรังสี 3 เท่า⁽⁶⁾
ปลาทูน่า ฉายรังสีปริมาณ 2 กิโลเกรย์ เก็บได้นานขึ้นอีก 10 วันเมื่อเทียบกับปลาทูน่าไม่ฉายรังสี⁽⁷⁾

3. การฉายรังสีเพื่อชะลอการสุกของผลไม้ ผลไม้อาจแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ตามลักษณะการสุกคือ ผลไม้ที่สุกกินได้เลยเมื่อเก็บจากต้นได้แก่ ส้ม พุทรา กับพวกผลไม้ที่ต้องนำมาบ่ม หรือปล่อยให้สุกก่อนจึงจะกินได้ เช่น กล้วย มะละกอ มะม่วง ผลไม้ที่นำมาฉายรังสี เพื่อชะลอการสุก ต้องเป็นผลไม้กลุ่มที่ต้องบ่ม หรือปล่อยให้สุกก่อนเท่านั้น จึงจะได้ผล ได้แก่

มะม่วงอกร่อง ฉายรังสีปริมาณ 0.4-0.6 กิโลเกรย์ ร่วมกับการจุ่มน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที เก็บที่ 12 องศาเซลเซียส เก็บได้นาน 35 วัน ชะลอการสุกได้ 7 วัน⁽⁸⁾
มะม่วงทองดำ ฉายรังสีปริมาณ 0.6 กิโลเกรย์ เก็บที่ 17 องศาเซลเซียส เก็บได้นาน 25 วัน ชะลอการสุกได้นาน 4 วัน⁽⁸⁾

กล้วยหอม ฉายรังสีปริมาณ 0.3 กิโลเกรย์ สามารถชะลอการสุกให้ช้าลงกว่าพวกไม่ฉายรังสีประมาณ 3-5 วัน⁽⁹⁾

4. การฉายรังสีเพื่อยับยั้งการงอกระหว่างการเก็บรักษา เป็นการฉายรังสีอาหาร ที่นำไปใช้กับพืช ประเภทหัวสะสมอาหาร ช่วยลดการสูญเสียของอาหารระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่

หอมหัวใหญ่ ฉายรังสีปริมาณ 0.06-0.1 กิโลเกรย์ เก็บที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการงอกได้นาน 5-6 เดือน⁽¹⁰⁾

มันฝรั่ง ฉายรังสีปริมาณ 0.08-0.15 กิโลเกรย์ เก็บที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการงอกได้ วิธีนี้นี้เหมาะที่จะนำไปใช้กับมันฝรั่งที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารขบเคี้ยว^(11,12)



การยับยั้งการงอกของหอมหัวใหญ่ด้วยการฉายรังสี



การยับยั้งการงอกของมันฝรั่งด้วยการฉายรังสี

5. การฉายรังสีอาหารเพื่อทำลายและยับยั้งการแพร่พันธุ์ของแมลง การฉายรังสีเพื่อกำจัดแมลง อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ทาง ตามลักษณะการทำลายคือ

การทำลายแมลงทางตรง เป็นการนำอาหาร หรือผลิตภัณฑ์ ที่มีแมลงปนเปื้อน ไปรับรังสีโดยตรง แมลงจะถูกทำลายด้วยรังสีทันทีไม่ว่าจะอยู่ในระยะใดของการเจริญ เช่น เครื่องเทศชนิดต่าง ๆ ข้าวสาร ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และมะขามหวาน

การทำลายโดยทางอ้อม เป็นการนำแมลงมาเลี้ยงให้ได้จำนวนมาก ๆ แล้วนำไปฉายรังสีเพื่อให้เป็นหมัน จากนั้นปล่อยให้ไปแย่งผสมพันธุ์กับแมลงที่อยู่ในธรรมชาติ วิธีนี้จะทำให้แมลงออกไข่มาแล้วไม่อาจฟักเป็นตัวได้ จะทำให้ประชากรแมลงลดจำนวนลงในรุ่นถัดไป



การทำลายและยับยั้ง การแพร่พันธุ์ของแมลง ด้วยการจายรังสี



การชะลอการบานของเห็ดด้วยการจายรังสี

- 6. การจายรังสีอาหารเพื่อชะลอการบานของเห็ด** มีงานวิจัยเกี่ยวกับการจายรังสี ทำให้ชะลอการบานของเห็ดได้ เช่น เห็ดฟาง พบว่าเห็ดฟางจายรังสีปริมาณ 1 กิโลเกรย์ เก็บที่อุณหภูมิ 17 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการบานของเห็ดและเก็บได้นาน 4 วัน โดยเห็ดยังคงมีสภาพเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนแปลง⁽¹³⁾
- 7. การจายรังสีอาหารเพื่อกำจัดพยาธิ** เป็นการใช้วิธีการจายรังสีทำลายพยาธิในเนื้อสัตว์ ทั้งเนื้อสัตว์ที่เป็นสัตว์บกหรือสัตว์น้ำก็ได้ วิธีการนี้เป็นประโยชน์อย่างมากกับผู้ที่นิยมบริโภคเนื้อดิบ เพราะสามารถทำลายได้ทั้งพยาธิและจุลินทรีย์ที่ก่อโรค โดยที่อุณหภูมิของเนื้อสัตว์ไม่เปลี่ยนแปลง เนื้อสัตว์ยังคงเป็นเนื้อดิบเหมือนเดิม แต่เป็นเนื้อที่ปลอดภัยจากพยาธิและจุลินทรีย์ที่ก่อโรคแล้ว ได้แก่
- การจายรังสีเพื่อกำจัดพยาธิตัวจิ๋วในปลา (*Gnathostoma spinigerum*)** ต้องใช้ปริมาณรังสีสูงถึง 8 กิโลเกรย์⁽¹⁴⁾
- การจายรังสีเพื่อกำจัดพยาธิใบไม้ตับ (*Opisthorchis viverrini* และ *Clonorchis sinensis*)** ในปลาน้ำจืดโดยใช้รังสีปริมาณ 0.6 กิโลเกรย์⁽¹⁵⁾
- การจายรังสีเพื่อกำจัดพยาธิตัวกลมเล็ก ๆ *Trichina* (*Trichinella spiralis*)** ที่ทำให้เกิดโรค Trichinosis ในเนื้อหมู ใช้รังสีปริมาณ 0.3 กิโลเกรย์⁽¹⁶⁾

ข้อจำกัดของเทคโนโลยีการจายรังสีอาหาร

วิธีการจายรังสีอาหารมีข้อจำกัดเช่นเดียวกันกับวิธีการถนอมอาหารอื่น ๆ คือ ไม่สามารถใช้ได้กับอาหารทุกประเภทเพราะจะเกิดปัญหาในเรื่องรสชาติที่เปลี่ยนไปภายหลังการจายรังสี ได้แก่

- นำไปใช้กับอาหารประเภทนมและผลิตภัณฑ์ของนมไม่ได้ เพราะจะทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
- การจายรังสีอาจมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของผลไม้บางชนิดนุ่มลง ไม่กรอบ เช่น สาลี่ แอปเปิ้ล
- นำไปใช้ยืดอายุการเก็บรักษามะเขือเทศไม่ได้ เพราะรังสีจะไปยับยั้งกระบวนการพัฒนาสีแดงของมะเขือเทศ ทำให้มะเขือเทศไม่สามารถเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้มได้ จึงไม่เหมาะที่จะใช้กับอุตสาหกรรมทำซอสมะเขือเทศ



การขายแพคเกจจิ้งใน
ศูนย์การค้ามาบุญครอง



การจัดจำหน่ายมะขามหวานฉายรังสีในศูนย์การค้า

การยอมรับอาหารฉายรังสี เรื่องการยอมรับอาหารฉายรังสี ได้มีการทดลองนำอาหารฉายรังสี วางจำหน่ายให้กับผู้บริโภค โดยมีฉลากแจ้งให้ทราบว่า เป็นอาหารที่ผ่านการฉายรังสีมาแล้ว การทดลองพบว่าประชาชนให้การยอมรับดีและอาหารบางประเภทได้รับความนิยมค่อนข้างสูง ปัจจุบัน มีประเทศที่ประกาศยอมรับอาหารฉายรังสีแล้วมากกว่า 40 ประเทศทั่วโลก สำหรับประเทศไทยมีการทดลองวางจำหน่ายอาหารฉายรังสีหลายชนิดด้วยกัน บางชนิดได้รับความนิยมมากจนมีการจำหน่ายเช่นเดียวกับอาหารประเภทอื่น ๆ ทั่วไป

แพคเกจจิ้งฉายรังสี การฉายรังสีแพคเกจจิ้งเพื่อกำจัดเชื้อโรคห้องบรรจุภัณฑ์โมเนลลา และปรับปรุงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของแพคเกจจิ้ง (2,17) แพคเกจจิ้งฉายรังสีเริ่มวางจำหน่ายครั้งแรกที่โรงพยาบาลราชวิถีเมื่อปี พ. ศ. 2529 ต่อมาได้ขยายออกไปจำหน่ายในศูนย์การค้ามาบุญครองและศูนย์การค้าชั้นนำต่าง ๆ ของกรุงเทพฯ มีการจำหน่ายเปรียบเทียบระหว่างแพคเกจจิ้งฉายรังสีกับแพคเกจจิ้งไม่ฉายรังสีนาน 11 สัปดาห์ พบว่าแพคเกจจิ้งฉายรังสีขายได้มากกว่าแพคเกจจิ้งไม่ฉายรังสีถึง 10 เท่า ทั้ง ๆ ที่แพคเกจจิ้งฉายรังสีขายราคาแพงกว่า 1 บาท จากใบสอบถามความคิดเห็นที่ได้รับตอบกลับมาพบว่า 94.9% ของผู้ตอบบอกว่า จะซื้อแพคเกจจิ้งฉายรังสีอีก 95.7% แจ้งว่า ยินดีซื้อแพคเกจจิ้งฉายรังสี ถ้าราคาแพงกว่าแพคเกจจิ้งไม่ฉายรังสี 1 บาท (18)

มะขามหวานฉายรังสี นำมะขามหวานไปลดความชื้น แล้วนำไปฉายรังสีปริมาณ 1 กิโลกรัม สามารถควบคุมเชื้อราและกำจัดแมลงที่อาจติดมาในฝักได้หมด พบว่ามะขามหวานฉายรังสีเก็บรักษาได้นานกว่า 8 เดือน โดยยังมีคุณภาพด้านประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ชิม (19)

การทดลองวางจำหน่ายมะขามหวานฉายรังสีในศูนย์การค้าชั้นนำของกรุงเทพฯ พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับดี มะขามหวานฉายรังสีจำหน่ายได้ในราคาค่อนข้างสูงถึง 200 บาทต่อกิโลกรัม จากใบสอบถามที่ได้รับตอบกลับมาแสดงให้เห็นว่าผู้ตอบส่วนใหญ่ (97.9%) พอใจคุณภาพของมะขามหวานฉายรังสีในเรื่องปัญหาจากแมลงและเชื้อรา 74.5% แจ้งว่ายินดีจะซื้อมะขามหวานฉายรังสีอีก (20)



การจำหน่ายสตรอเบอร์รี่ในฝรั่งเศส



เนื้อไก่ฉายรังสีในสหรัฐอเมริกา

การยอมรับอาหารฉายรังสีในประเทศต่าง ๆ การทดลองเรื่องการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารฉายรังสี นอกจากดำเนินการในประเทศไทยแล้ว ยังมีการทดลองทำนองเดียวกันในอีกหลาย ๆ ประเทศทั่วโลก ทั้งในกลุ่มประเทศยุโรปและสหรัฐอเมริกา ได้แก่

การวางจำหน่ายสตรอเบอร์รี่ฉายรังสีในประเทศฝรั่งเศส

โดยสตรอเบอร์รี่ฉายรังสี จำหน่ายราคาสูงกว่าพวกไม่ฉายรังสี 30 เปอร์เซ็นต์ การทดลองพบว่า สตรอเบอร์รี่ฉายรังสีจำหน่ายได้ดีกว่าสตรอเบอร์รี่ไม่ฉายรังสี เพราะมีคุณภาพดีกว่าและเก็บได้นานกว่า⁽²¹⁾

การจำหน่ายมะละกอและเนื้อไก่ฉายรังสีในสหรัฐอเมริกา

ปี พ. ศ. 2530 มะละกอจากหมู่เกาะฮาวายส่งมาฉายรังสีที่ Los Angeles ปริมาณรังสี 0.41-0.51 กิโลเกรย์ การทดลองพบว่ามะละกอฉายรังสีขายดีกว่ามะละกอไม่ฉายรังสีในอัตราส่วน 11:1 เพราะมะละกอฉายรังสีมีสภาพและรสชาติดีกว่ามะละกอที่เก็บขณะยังเขียวแล้วจุ่มน้ำร้อน⁽²²⁾ นอกจากนี้ ได้มีการทดลองวางจำหน่ายเนื้อไก่ฉายรังสีพร้อมทั้งมีฉลากติดแสดงให้ผู้บริโภคทราบในซูเปอร์มาร์เก็ต



การจำหน่ายเนื้อไก่ฉายรังสีในสหรัฐอเมริกา



การจำหน่ายอาหารฉายรังสีในแอฟริกาใต้

การจำหน่ายอาหารฉายรังสีในประเทศแอฟริกาใต้

แอฟริกาใต้จัดเป็นประเทศที่มีการทดลอง วางจำหน่ายอาหารฉายรังสีในระยะแรก ๆ โดยติดฉลากที่อาหารมีเครื่องหมาย "RADURA" และมีคำว่า "Irradiated" หรือ "Radurised" การจำหน่ายอาหารฉายรังสีประสบผลสำเร็จค่อนข้างมาก ได้แก่ มันฝรั่ง มะม่วง มะละกอ และสตรอเบอร์รี่ ปรากฏว่า 90% ของผู้ซื้อให้การยอมรับอาหารฉายรังสี⁽²³⁾

สาธารณรัฐประชาชนจีน

เป็นประเทศที่มีการนำเทคโนโลยีการฉายรังสีมาใช้กับอาหารมากที่สุดในโลก มีการทดลองจำหน่ายอาหารฉายรังสีหลายชนิดด้วยกันได้แก่ แอปเปิ้ล⁽²⁴⁾ เครื่องปรุงรส ผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อ ไวน์จากมันเทศฉายรังสี⁽²³⁾ กระเทียม ข้าว เครื่องเทศ ผักแห้งชนิดต่าง ๆ และอาหารชนิดอื่น ๆ⁽²⁵⁾ ข้อมูลของการทดลองที่ได้รับมีความน่าสนใจมาก เพราะการทดสอบในแต่ละครั้งมีผู้ร่วมทดสอบเป็นจำนวนมาก จึงเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญของงานด้านอาหารฉายรังสี



การฉายรังสีอาหาร ในประเทศสาธารณรัฐ
ประชาชนจีน

สรุป

เทคโนโลยีการฉายรังสีอาหาร เป็นวิธีการถนอมอาหารอย่างหนึ่ง สามารถนำไปใช้ได้ กับอาหารหลายประเภท ข้อได้เปรียบของวิธีการถนอมอาหารนี้คือ ใช้กัมมาจลนหรือ พยาธิที่ก่อโรค และแมลงในอาหารได้ โดยอุณหภูมิของอาหารไม่เปลี่ยนแปลง อาหารที่ผ่านการฉายรังสีมาแล้ว จะยังคงมีสภาพสดเหมือนเดิม คุณค่าของอาหารมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการถนอมอาหารอื่น ๆ ในเรื่องรสชาติของอาหารฉายรังสี ผู้ชิมไม่สามารถบอกความแตกต่างได้ ถ้ามีการฉายรังสีอาหาร ในปริมาณที่เหมาะสม เรื่องการยอมรับ อาหารฉายรังสีกล่าวได้ว่า อาหารฉายรังสี ได้รับการยอมรับค่อนข้างดี แม้ว่ามนุษย์จะเคยมีความหวาดกลัว ต่อพลังงานนิวเคลียร์มาก่อนก็ตาม แต่คุณประโยชน์ที่ได้รับ จากวิธีการฉายรังสีอาหารนี้ ทำให้มนุษย์เริ่มมีความรู้สึกที่ดี ต่อการนำเอาพลังงานนิวเคลียร์ มาใช้ในทางสันติมากขึ้น กล่าวได้ว่าวิธีการฉายรังสีอาหาร เป็นเทคโนโลยีที่ปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดสารพิษขึ้นในอาหาร ปัจจุบันได้ชื่อว่า เป็นเทคโนโลยีที่สะอาด และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงมีการนำเทคโนโลยีนี้ มาใช้ในชีวิตประจำวันกันมากขึ้น เพื่อเก็บรักษาอาหาร และทำให้อาหารมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดสารพิษขึ้นในอาหาร ปัจจุบันได้ชื่อว่า เป็นเทคโนโลยีที่สะอาด และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงมีการนำเทคโนโลยีนี้ มาใช้ในชีวิตประจำวันกันมากขึ้น เพื่อเก็บรักษาอาหาร และทำให้อาหารมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. กระทรวงสาธารณสุข ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 297 (พ.ศ. 2549) เรื่อง "อาหารฉายรังสี"
2. โกวิท หนูประมูล และไพศาล เล่าห์เรณู (2517) "การอบรังสีแห้งเพื่อทำลายเชื้อโรคท้องร่วงซัลโมเนลลา" THAI AEC-71 สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ
3. โกวิท หนูประมูล และคณะ (2529) "การปรับปรุงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเนื้อไก่แช่แข็งด้วยรังสีแกมมา" รายงานวิจัยและพัฒนาเลขที่ พปส.-1-124 สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กรุงเทพฯ

4. บุญเลิศ ศรีสารา (2515) การอาบรังสีปลาป่นเพื่อกำจัด *Salmonellae* และ *Arizonae* รายงานวิจัยและพัฒนาเลขที่ THAI. AEC-56 สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กรุงเทพฯ
5. ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์, เสาวพงศ์ เจริญ, จินตนา นุนาค และ วชิรา พริ้งศุลกะ (2531) "การยืดอายุการวางตลาดของเนื้อหมูสดแช่เย็นด้วยรังสีแกมมา" รายงานวิชาการประจำปี 2531 สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ
6. Prachasitthisak, Y., D. Banati and H. Ito (1996) Shelf life extension of chicken meat by gamma irradiation and microflora changes. *Food Sci. Technol. Int.* 2 (4), 242-245
7. Loaharanu, P., C. Prompubesara, and S. Songprasertchai. (1971). Effect of irradiation in extending the storage life of boiled Chub Mackerel (*Rastrelliger spp.*) THAI. AEC-49 OAEF. Bangkok, Thailand.
8. กนก ติระวัฒน์ (1974) การชะลอการสุกของมะม่วงโดยการใช่วงสีแกมมา ใน: การใช่วงสีแกมมาช่วยยืดอายุการวางตลาดของมะม่วงอกร่องและทองดำ THAI. AEC-79 OAEF. Bangkok, Thailand.
9. Tiravat, K. (1971). The influence of gamma irradiation on shelf-life extension of banana. In: Effect of gamma irradiation on Hom Tong banana. THAI. AEC-51 OAEF. Bangkok, Thailand. p. 8-13
10. โกวิทย์ นุชประมูล เสาวพงศ์ เจริญ ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์ วชิรา พริ้งศุลกะ และพิทยา อุดลยธรรม (2534) การเก็บรักษาในทางการค้าและการทดลองวางตลาดหอมหัวใหญ่ฉายรังสี รายงานวิจัยและพัฒนาเลขที่ พปส-1-155 สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กรุงเทพฯ
11. วชิรา พริ้งศุลกะ (2525) การยับยั้งการงอกของมันฝรั่งด้วยรังสีแกมมา รายงานวิจัยและพัฒนาเลขที่ พปส-1-100 สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กรุงเทพฯ
12. เกรียงไกร พรหมมา และอัศวิน จดรงค์พลาคิต (2542) ปัญหาพิเศษเรื่อง การยับยั้งการงอกของมันฝรั่งโดยการฉายรังสีเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารขบเคี้ยว ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
13. เขวังกัดดี พรหมภูเบศร์ (2515) การใช่วงสีแกมมาชะลอการบานของเห็ดฟาง รายงานวิจัยและพัฒนาเลขที่ THAI. AEC-53 สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กรุงเทพฯ
14. ประเสริฐ เสดสบรรณ, ปัญญาวุฒิ หิรัญญะชาติธาดา, สมจิต ภูบ่าเพ็ญ, ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์, วิชิต โรจน์กิตติคุณ และ พารณ ดีคำย้อย (2535) ผลของรังสีแกมมาจากโคบอลต์-60 ต่อตัวอ่อนระยะติดตัวของพยาธิตัวจิ๊ด การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ครั้งที่ 4 ณ โรงแรมเซ็นทรัลพลาซ่า วันที่ 20-22 ตุลาคม 2535
15. BHAIBULAYA, M. (1985) Effect of gamma ray on the metacercariae of liver fluke (*Opis-thorchis viverini*) infective stages of parasite caused by consumption of raw or semi-processed fish. *Food Irradiation Newsletter* Vol. 9, No. 2, p. 8., IAEA, Vienna.
16. U.S. Department of Energy, Byproducts Utilization Program. Trichina-safe Pork by Gamma Irradiation Processing. A Feasibility Study. CH2M HILL, Aug. 1983.
17. ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์ และจินตนา นุนาค (2533) "การปรับปรุงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของแฮมด้วยรังสีแกมมา" พปส-1-149 สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ
18. Prachasitthisak, Y., V. Pringsulaka and S. Chareon. (1989). Consumer acceptance of irradiated Nham (Fermented pork sausages). *Food irradiation Newsletter* 13(1), IAEA, Vienna.
19. ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์ และวชิรา พริ้งศุลกะ (2537) "การใช้วิธีการฉายรังสีแกมมาลดการสูญเสียของมะขามหวานระหว่างการเก็บรักษา" รายงานการประชุมวิชาการไม้ผลแห่งชาติครั้งที่ 1 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ หน้า 296-313
20. ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์ และวชิรา พริ้งศุลกะ (2542) "วิธีการฉายรังสีมะขามหวาน: เทคโนโลยีเพื่อการปรับปรุงคุณภาพมะขามหวานและการยอมรับมะขามหวานฉายรังสีของผู้บริโภค" การประชุมวิชาการเทคนิคของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพครั้งที่ 15 เทคโนโลยีเพื่อคุณภาพผลผลิตทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน หน้า 85-95
21. Laizier, J. (1987) Test market of irradiated Strawberries in France. *Food Irradiation Newsletter*, 11(2) IAEA, Vienna. 45-46.
22. Bruhn, C. M. and J. W. Noell. (1987) Consumer in store response to Irradiated papayas. *Food Technology*, 41(9) :83-85.

23. Bruhn, C.M. Global Consumer Acceptance of Irradiated Food. Presented at ASEAN/ ICGFI/Seminar on Food Irradiation for Food Industry and Trade. Bangkok, Thailand. 1-4 April 1997.
24. Moy, J. H., Sha Zhenyuan and Zhichen Xu (1988) Test marketing of irradiated Apples in Shanghai. Food Irradiation Newsletter, 12(1) IAEA, Vienna. 59-60.
25. IAEA, (1998) Report of Final Research Co-ordination Meeting of the FAO/IAEA Co-ordinated Research Programme on Public Acceptance and Market Development of Irradiated Food in Asia and Pacific (RPFI-Phase IV) Bangkok, Thailand. 21-25 September 1998.