บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1) สรุปผลการวิจัย

การตรวจวัดปริมาณอนุมูลอิสระในธัญพืช เครื่องเทศและสมุนไพรบางชนิดที่ฉายรังสีด้วยเครื่องอิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์ ทำให้ทราบถึงปริมาณของอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นในธัญพืช เครื่องเทศและสมุนไพรบางชนิดหลังการฉายรังสี เนื่องจากปริมาณอนุมูลอิสระแปรผันตรงกับปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟ ดังผลการทดลองในบทที่ 4 ซึ่งทำให้ทราบว่าธัญพืช เครื่องเทศและสมุนไพรผ่านการฉายรังสีหรือไม่ การตรวจวัดอนุมูลอิสระด้วยเครื่องอิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์สามารถกระทำได้สะดวกและรวดเร็ว สามารถตรวจสอบซ้ำได้ทันที การเตรียมตัวอย่างก็ไม่ยุ่งยาก

5.1.1) สรุปผลการวิจัยในธัญพืชที่ผ่านการฉายรังสี

5.1.1.1) ผลการวิจัยในข้าวข้าว

ปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟในข้าวข้าวบรรจุถุงแบบธรรมดา (ตารางที่ 4.2.1.1 - 4.2.1.4) ที่ผ่านการฉายรังสีเทียบกับเวลา จะมีปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นในวันแรก ๆ โดยปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟเพิ่มขึ้นหลังการฉายรังสีจาก 1.168 เป็น 4.692 ต่อน้ำหนักตัวอย่าง 1 มิลลิกรัม และจะลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 15 วัน และหลังจาก 15 วันแล้วปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟจะลดลงอย่างช้า ๆ ซึ่งค่อนข้างจะคงที่ดังรูปที่ 4.1 และมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกับที่ไม่ผ่านการฉายรังสี ส่วนปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟในข้าวข้าวบรรจุถุงแบบสุญญากาศ (ตารางที่ 4.2.2.1 - 4.2.2.4) ในส่วนที่ไม่ผ่านการฉายรังสีจะมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างการบรรจุถุงแบบธรรมดาและการบรรจุถุงแบบสุญญากาศ สำหรับส่วนที่ผ่านการฉายรังสีจะมีแนวโน้มเช่นเดียวกับที่บรรจุถุงแบบธรรมดาโดยมีปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟเพิ่มขึ้นจาก 1.282 เป็น 4.338 ดูรูปที่ 4.2 แต่เมื่อเปรียบเทียบกัน ดังรูปที่ 4.3 จะเห็นว่าการบรรจุถุงแบบสุญญากาศเมื่อผ่านการฉายรังสีจะมีปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟเมื่อเทียบกับชุดควบคุมต่ำกว่าแบบบรรจุถุงธรรมดาดังตารางที่ 5.1 แต่อาจไม่ชัดเจนนักเนื่องจากข้าวข้าวมีปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟที่น้อย

ตารางที่ 5.1 ร้อยละของปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้นในข้าวข้าวฉายรังสีเทียบกับชุดควบคุม

เวลา (วัน)	1	2	3	6	10	15	22	28	43	57
ข้าวข้าวบรรจุธรรมดา	301.61	227.44	216.36	113.63	91.85	108.40	110.75	47.49	40.94	28.06
ข้าวข้าวบรรจุสุญญากาศ	238.39	162.20	129.25	84.71	58.39	77.43	73.36	16.45	10.27	-1.7

5.1.1.1) ผลการวิจัยในถั่วเขียว

ปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟในถั่วเขียวจะมีแนวโน้มเหมือนกันกับในข้าวข้าว โดยปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟในถั่วเขียวบรรจุถุงแบบธรรมดา (ตารางที่ 4.2.3.1 - 4.2.3.4) ที่ผ่านการฉายรังสีเทียบกับเวลา จะมีปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นในวันแรก ๆ โดยเพิ่มขึ้นหลังการฉายรังสีจาก 13.69 เป็น 51.09 ต่อน้ำหนักตัวอย่าง 1 มิลลิกรัม และจะลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 15 วัน และหลังจาก 15 วันแล้วปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟจะลดลงอย่างช้า ๆ ซึ่งค่อนข้างจะคงที่ดังรูปที่ 4.4 แต่ยังมีค่าที่สูงกว่าที่ไม่ผ่านการฉายรังสี ส่วนปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟในถั่วเขียวบรรจุถุงแบบสุญญากาศ (ตารางที่ 4.2.4.1 - 4.2.4.4) ในส่วนที่ไม่ผ่านการฉายรังสีจะมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างการบรรจุถุงแบบธรรมดาและการบรรจุถุงแบบสุญญากาศ สำหรับส่วนที่ผ่านการฉายรังสีจะมีแนวโน้มเช่นเดียวกับที่บรรจุถุงแบบธรรมดาโดยมีปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟเพิ่มขึ้นจาก 11.56 เป็น 33.43 และจากรูปที่ 4.5 แต่เมื่อเปรียบเทียบกัน ดังรูปที่ 4.6 จะเห็นว่าการบรรจุถุงแบบสุญญากาศเมื่อผ่านการฉายรังสีจะมีปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟที่ต่ำกว่าแบบบรรจุถุงธรรมดาเนื่องมาจากออกซิเจนที่มีอยู่ในการบรรจุถุงแบบธรรมดาจะช่วยให้เกิดเปอร์ออกซิลแรดิคอล ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนกว่าในข้าวข้าวเนื่องจากมีปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟที่มากกว่า และสังเกตได้จากตารางที่ 5.2 ดังนั้นการบรรจุถุงแบบสุญญากาศเมื่อการฉายรังสีจะให้ผลดีกว่าการบรรจุถุงแบบธรรมดา

ตารางที่ 5.2 ร้อยละของปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้นในถั่วเขียวฉายรังสีเทียบกับชุดควบคุม

เวลา (วัน)	1	2	3	6	10	15	22	28	43	57
ถั่วเขียวบรรจุธรรมดา	273.12	235.51	181.19	202.62	208.56	211.29	101.04	125.37	121.72	98.96
ถั่วเขียวบรรจุสุญญากาศ	189.25	154.49	140.62	126.52	98.37	80.22	74.54	77.58	63.31	40.43

5.1.2) สรุปผลการวิจัยในสมุนไพรที่ผ่านการฉายรังสี

5.1.2.1) สรุปผลการวิจัยในยาเขียว

ยาเขียวที่เก็บไว้โดยไม่ได้ฉายรังสี(ชุดควบคุม)จะมีปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป(ใช้ยาเขียวผลิตเมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2543 และได้ทำการทดลองเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2543) และเมื่อผ่านการฉายรังสีจะมีปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟเพิ่มขึ้นจากชุดควบคุม ดังตารางที่ 4.2.5.1-4.2.5.4โดยปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟเพิ่มจาก 245.89 เป็น 493.51 ต่อน้ำหนักตัวอย่าง 1 มิลลิกรัม ดังรูปที่ 4.7 สำหรับยาเขียวที่บรรจุถุงแบบสุญญากาศ (ตารางที่ 4.2.6.1-4.2.6.4) เมื่อผ่านการฉายรังสีจะมีปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟเพิ่มขึ้นดังรูปที่ 4.8 โดยเพิ่มขึ้นจาก 277.35 เป็น 495.42 จะเห็นว่าปริมาณที่เพิ่มขึ้นนี้น้อยกว่าที่เกิดในการบรรจุถุงแบบธรรมดาและจะลดลงได้รวดเร็วกว่า โดยสามารถเปรียบเทียบได้จากร้อยละของปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้นของยาเขียวฉายรังสีเทียบกับชุดควบคุมในการบรรจุแบบธรรมดา และแบบสุญญากาศ ดังในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ร้อยละของปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้นในยาเขียวฉายรังสีเทียบกับชุดควบคุม

เวลา (วัน)	1	2	3	6	10	15	22	28	43	57
ยาเขียวบรรจุธรรมดา	100.70	118.54	54.50	71.59	67.75	62.20	36.78	31.12	21.20	34.25
ยาเขียวบรรจุสุญญากาศ	78.63	70.46	72.87	26.14	15.75	-0.58	-5.52	-12.53	-18.29	-16.14

5.1.3) สรุปผลการวิจัยในเครื่องเทศที่ผ่านการฉายรังสี

5.1.3.1) สรุปผลการวิจัยในพริกไทยขาวเม็ด

ปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟในพริกไทยขาวเม็ด (ตารางที่ 4.2.7.1 - 4.2.7.4) ฉายรังสีเทียบกับเวลาจะมีปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันแรก ๆ โดยเพิ่มขึ้นหลังการฉายรังสีจาก 77.27 เป็น 171.16 และจะลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 15 วัน และหลังจาก 15 วันแล้วปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟจะค่อนข้างคงที่หรือลดลงอย่างช้า ๆ และมีค่าใกล้เคียงกับชุดควบคุม ดังรูปที่ 4.10

5.1.3.2) สรุปผลการวิจัยในพริกไทยขาวป่น

ปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟในพริกไทยขาวป่น (ตารางที่ 4.2.8.1 - 4.2.8.4) ฉายรังสีเทียบกับเวลาจะมีปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันแรก ๆ โดยเพิ่มขึ้นหลังการฉายรังสีจาก 156.69 เป็น 398.24 และจะลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 15 วัน และหลังจาก 15 วันแล้วปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟค่อนข้างคงที่หรือลดลงอย่างช้า ๆ แต่ยังมีค่าที่สูงกว่าชุดควบคุม ดังรูปที่ 4.11

เนื่องจากพริกไทยขาวป่นได้มาจากการบดของพริกไทยขาวเม็ดและมีการระเหยออกของไอน้ำขณะทำการบดทำให้พริกไทยป่นมีความชื้นที่ต่ำกว่าพริกไทยขาวเม็ด ความชื้นในตัวอย่างที่สูงจะทำให้ปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟที่มีอยู่ในชุดควบคุมของพริกไทยเม็ดน้อยกว่าในพริกไทยขาวป่น และเมื่อผ่านการฉายรังสีปริมาณอนุมูลอิสระก็จะลดลงได้รวดเร็วกว่าในตัวอย่างที่มีความชื้นต่ำ ดังรูปที่ 4.12 เนื่องมาจากการเคลื่อนที่ไปรวมตัวกันของโมเลกุลน้ำ และจากตารางที่ 5.4 และ 5.5 แสดงให้เห็นถึงร้อยละของปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้นในพริกไทยขาวป่นมีปริมาณที่สูงกว่าที่เพิ่มขึ้นในพริกไทยขาวเม็ดและลดลงได้ช้ากว่าที่ระยะเวลาเท่า ๆ กัน

ตารางที่ 5.4 ร้อยละของปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้นในพริกไทยขาวเม็ดฉายรังสีเทียบกับชุดควบคุม

เวลา (วัน)	1	2	3	6	10	15	22	28	43	57
พริกไทยขาวเม็ดบรรจุธรรมดา	121.49	76.94	58.93	51.59	56.53	20.73	19.81	8.44	9.05	17.34

ตารางที่ 5.5 ร้อยละของปริมาณการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้นในพริกไทยขาวป่นฉายรังสีเทียบกับชุดควบคุม

เวลา (วัน)	1	2	3	6	10	15	22	28	43	57
พริกไทยขาวป่นบรรจุธรรมดา	154.16	143.09	150.26	108.25	119.05	62.79	64.24	66.17	52.14	46.96

5.2) ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาผลของชนิดและขนาดอนุภาค (particle size) ต่าง ๆที่นำมาฉายรังสีว่ามีผลต่อปริมาณอนุมูลอิสระหรือไม่ และการเพิ่มขึ้นหรือลดลงขณะที่เก็บไว้โดยไม่ผ่านการฉายรังสี