การประยุกต์ใช้อิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์สเปกโตรเมตรี ในการตรวจพิสูจน์ชัญพืชฉายรังสีบางชนิด

นายกำพล แต้พานิช

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-338-8

ลิขสิทธิ์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2 ธ.ค. 2545
I17929003

APPLICATION OF ELECTRON SPIN RESONANCE SPECTROMETRY FOR INVESTIGATION OF SOME IRRADIATED CROPS

Mr. Kampol Taepanich

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Nuclear Technology
Department of Nuclear Technology
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year1997

ISBN 974-638-338-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์: การประยุกต์ใช้อิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์สเปกโตรเมตรีในการตรวจพิสูจน์ธัญพืชฉายรังสีบางชนิด

โดย นายกำพล แต้พานิช

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ชยากริต ศิริอุปถัมภ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์นายแพทย์ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นเรศร์ จันทน์ขาว)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ชยากริต ศิริอุปถัมภ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล)

.....กรรมการ

(นายมานพ ติระรัตนสมโภช)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

กำพล แต้พานิช : การประยุกต์ใช้อิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์สเปกโตรเมตรีในการตรวจพิสูจน์ธัญพืชฉายรังสีบางชนิด (APPLICATION OF ELECTRON SPIN RESONANCE SPECTROMETRY FORINVESTIGATION OF SOME IRRADIATED CROPS)
อ.ที่ปรึกษา:รองศาสตราจารย์ชยากริต ศิริอุปถัมภ์, 82 หน้า ISBN 974-638-338-8

การตรวจพิสูจน์ธัญพืชฉายรังสีบางชนิดสามารถหาได้จากการวิเคราะห์แรดิคอลอิสระ โดยทำการวัดด้วยเครื่องมืออิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์สเปกโตรมิเตอร์ ตัวอย่างธัญพืชที่นำมาวิจัยได้แก่ เมล็ดข้าว เมล็ดข้าวโพด เมล็ดถั่วเขียว หัวมันฝรั่ง และเหง้าขิง ได้ทำการเปรียบเทียบจำนวนแรดิคอลอิสระระหว่างธัญพืชที่ฉายรังสีและไม่ฉายรังสี พบว่าธัญพืชที่มีลักษณะแห้งคือ เมล็ดข้าว และเมล็ดถั่วเขียวที่ผ่านการฉายรังสีจะมีจำนวนแรดิคอลอิสระเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้ฉายรังสีและมีปริมาณมากที่สุดในวันแรกหลังฉายรังสี และลดปริมาณแรดิคอลอิสระลงเรื่อยๆ จนใกล้เคียงกับค่าปรกติในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสีประมาณวันที่ 30 จะสังเกตได้ว่าธัญพืชที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบคือหัวมันฝรั่งและเมล็ดข้าวโพดจะมีจำนวนแรดิคอลอิสระที่เพิ่มขึ้นเป็นเปอร์เซนต์น้อยกว่าธัญพืชที่อยู่ในสภาพแห้งและจำนวนแรดิคอลอิสระของธัญพืชที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบจะลดปริมาณแรดิคอลอิสระจนอยู่ในสภาพปกติเร็วกว่าธัญพืชที่แห้ง สำหรับในเหง้าขิงสดมีลักษณะของสเปกตรัมต่างจากธัญพืชอื่นเนื่องจากมี Mn^{2+} เป็นตัวรบกวนจึงไม่สามารถหาจำนวนแรดิคอลอิสระได้ จากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า วิธีอิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์สเปกโตรเมตรีเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถตรวจหาแรดิคอลอิสระในธัญพืชฉายรังสีเพื่อการยืดระยะเวลาเก็บรักษาบางชนิดได้ และจะให้ผลดีกับธัญพืชที่มีลักษณะแห้งและนำมาตรวจวัดภายใน 30 วัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต กำพล แต้พานิช
สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C718855 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY
KEY WORD: ELECTRON SPIN RESONANCE SPECTROMETRY / FREE RADICALS / IRRADIATED FOOD

KAMPOL TAEPANICH : APPLICATION OF ELECTRON SPIN RESONANCE SPECTROMETRY FOR INVESTIGATION OF SOME IRRADIATED CROPS. THESIS ADVISOR: ASSOCIATE PROFESSOR. CHYAGRIT SIRI-UPATHUM . 82 pp. ISBN 974-638-338-8

Identification of some irradiated crops was studied by using an electron spin resonance spectrometer (ESR). Rice, corn, mung bean, potato and ginger were selected for this study. It was found that for those of dry crops such as rice and mung beans, after irradiation at the recommended dose for preservation, showed anomalous value of number of free radical as detected by ESR when compared to that of the unirradiated samples. The number of free radicals, however decreased to normal values after shelf-life of about 30 days. Hydrated crops such as potato and corn showed less amount of free radicals than that of the dry crops used in the experiment. The number of free radicals in hydrated crops was found also to decrease more rapidly than that of the dry crops. In case of irradiated ginger, the shape of ESR spectrum was differ from other samples. It was presumed that Mn^{2+} which presence in the sample, interfered the spectrum and it was not possible to determine the number of free radicals. It was concluded that ESR could be used to identify some dry irradited crops, if they were put to analyzed within 30 days after irradiation.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่อนิสิต กำพล แต้พานิช

สาขาวิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ชยากริต ศิริอุปถัมภ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้แนะนำหัวข้อและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ รวมถึง คุณมานพ ติระรัตนสมโภช นักวิทยาศาสตร์ ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์หาปริมาณแรดิคอลด้วยเครื่องอิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์ตลอดระยะเวลาทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ในการอุดหนุนทุนทำวิทยานิพนธ์บางส่วน

ขอขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่ช่วยกระตุ้นเตือน ให้กำลังใจมาตลอด

และสุดท้าย ขอขอบพระคุณคุณพ่อ และคุณแม่ ที่สนับสนุนให้ลูกของท่านได้รับมรดกทางการศึกษาตลอดมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ฌ
สารบัญรูป.....ญ
บทที่
1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา
1.2 วัตถุประสงค์
1.3 ขอบเขตการวิจัย
1.4 ขั้นตอนการวิจัย
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
1.6 สถานที่ทำการวิจัย
1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2 ทฤษฎี.....4
2.1 อิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์
2.2 วิธีทำให้เกิดอิเล็กตรอนไร้คู่
2.3 ตัวอย่างกรรมวิธีต่าง ๆ ที่จะทำให้เกิดอิเล็กตรอนไร้คู่
2.4 ลักษณะของ ESR สเปกตรัม
2.5 ไฮเปอร์ไฟน์สปลิตติง
2.6 อาหารฉายรังสี
2.7 ผลของรังสีในระบบเคมี
3 อุปกรณ์และวิธีวิจัย.....23
3.1 สารเคมีและอุปกรณ์การวิจัย
3.2 การเตรียมสารตัวอย่าง

สารบัญ (ต่อ)

4 ผลการวิจัย.....29
4.1 ปริมาณการฉายรังสีของธัญพืช
4.2 ลักษณะรูปแบบของสเปกตรัม
4.3 จำนวนแรดิคอลเทียบกับเวลา
5 สรุปผลการวิจัย.....46
5.1 สรุปผลการวิจัย
5.2 วิจารณ์ผลการวิจัย
5.3 ข้อเสนอแนะ
รายการอ้างอิง.....49
ภาคผนวก.....51
ประวัติผู้เขียน.....82

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 แสดงชนิดของตัวอย่าง ปริมาณรังสีและdosimeterที่ใช้ตรวจสอบ.....28
4.1 แสดงปริมาณรังสีที่ธัญพืชตัวอย่างได้รับ (หน่วย : kGy) 29
4.2 แสดงปริมาณแรดิคอลในข้าวชุดที่ 1 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 31
4.3 แสดงปริมาณแรดิคอลในข้าวชุดที่ 2 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 32
4.4 แสดงปริมาณแรดิคอลในข้าวชุดที่ 3 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 33
4.5 แสดงปริมาณแรดิคอลในข้าวชุดที่ 4 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 34
4.6 แสดงปริมาณแรดิคอลในถั่วเขียวชุดที่ 1 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 35
4.7 แสดงปริมาณแรดิคอลในถั่วเขียวชุดที่ 2 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 36
4.8 แสดงปริมาณแรดิคอลในถั่วเขียวชุดที่ 3 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 37
4.9 แสดงปริมาณแรดิคอลในถั่วเขียวชุดที่ 4 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 38
4.10 แสดงปริมาณแรดิคอลในข้าวโพดชุดที่ 1 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 39
4.11 แสดงปริมาณแรดิคอลในข้าวโพดชุดที่ 2 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 40
4.12 แสดงปริมาณแรดิคอลในข้าวโพดชุดที่ 3 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 41
4.13 แสดงปริมาณแรดิคอลในข้าวโพดชุดที่ 4 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 42
4.14 แสดงปริมาณแรดิคอลในมันฝรั่งชุดที่ 2 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 43
4.15 แสดงปริมาณแรดิคอลในมันฝรั่งชุดที่ 3 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 44
4.16 แสดงปริมาณแรดิคอลในมันฝรั่งชุดที่ 4 (C) =ไม่ฉายรังสี (I)=ฉายรังสี 45

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การเกิดสปินในอิเล็กตรอน ซึ่งเกิดจากการหมุนรอบตัวเองของอิเล็กตรอน 4
2.2 ตัวอย่างไอออนที่มีอิเล็กตรอนไร้คู่(ก) และที่ไม่มีอิเล็กตรอนไร้คู่(ข).....5
2.3 เปรียบเทียบแอบซอร์บชันเคริฟ (ก กับ ข) และเดริเวทีฟสเปกตรัม (ค กับ ง).....8
2.4 ผลของนิวเคลียส สปิน ½ ที่มีต่อพลังงานของสเตท m_s =+ ½ 9
2.5 ทรานสิชันทั้ง 4 ที่เกิดใน ESR สเปกตรัมของอนุมูล CH_3 11
2.6 ESR สเปกตรัมของ bis(salicyaldimine)copper(II) 12
2.7 ESR สเปกตรัมของเชอรี (เฉพาะส่วนเนื้อใน) A=ไม่ฉายรังสี , B=ฉายรังสี และใน
เมล็ดแอปเปิ้ล C=ไม่ฉายรังสี ,D=ฉายรังสี สเกลแนวนอนแสดงค่าเกาส์(G) 13
2.8 แสดงสัญญาณ ESR ในกาแฟในรูปของของแข็ง (a)และ (b) ของสารละลาย 13
2.9 แสดงถึงสัญญาณของการวัดในใบชาผง (A) และสารละลายชา(B) 14
2.10 ESRสเปกตรัมของเมล็ดมะม่วง (เอาเปลือกหุ้มเมล็ดออกแล้ว) A=ไม่ฉายรังสี,
B=ผ่านการฉายรังสีและใน C เป็นเมล็ดมะม่วงB ที่วัดเมื่อเวลาผ่านไปแล้ว
48 ชั่วโมง 14
2.11 แสดงสเปกตรัมใน Pb^{3+} ใน $CaWO_4$ เส้น ESR ที่เกิดจาก Pb กับ SHFS จาก
นิวเคลียสของทังสเตน 15
2.12 การแปรเปลี่ยนของ DPPH สเปกตรัมเมื่อเพิ่ม t-BHPO ทำการแตกพันธะ N-N
จาก 1:2:3:2:1 เป็น 1:1:1 3ช่วง 15
2.13 ก) สเปกตรัมการดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟเป็นรูปภูเขา
ข) ผลการ differential จากรูป ก ซึ่งรูปนี้นิยมใช้เป็นสเปตรัมของ ESR 16
2.14 แสดงผลของรังสีที่มีต่อโมเลกุลของน้ำ 20
3.1 วัตถุดิบที่ใช้ฉายรังสี 24
3.2 ตัวอย่างธัญพืชอบแห้งและบรรจุในแท่งแก้วควอรตซ์ 25
3.3 ส่วนแม่เหล็กไฟฟ้าของเครื่องอิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์สเปกโตรเมตรี 26
3.4 แสดงแผงควบคุมและปรับตั้งค่าการวัดของเครื่องอิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์
สเปกโตรเมตรี 26
3.5 แสดงคอมพิวเตอร์ควบคุมคำสั่งและเครื่องบันทึกผลข้อมูล 27
4.1 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในข้าวชุดที่ 1 31
4.2 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในข้าวชุดที่ 2 32

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.3 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในข้าวชุดที่ 3 33
4.4 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในข้าวชุดที่ 4 34
4.5 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในถั่วเขียวชุดที่ 1 35
4.6 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในถั่วเขียวชุดที่ 2 36
4.7 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในถั่วเขียวชุดที่ 3 37
4.8 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในถั่วเขียวชุดที่ 4 38
4.9 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในข้าวโพดชุดที่ 1 39
4.10 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในข้าวโพดชุดที่ 2 40
4.11 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในข้าวโพดชุดที่ 3 41
4.12 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในข้าวโพดชุดที่ 4 42
4.13 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในมันฝรั่งชุดที่ 2 43
4.14 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในมันฝรั่งชุดที่ 3 44
4.15 แสดงปริมาณแรดิคอลเทียบกับเวลาในมันฝรั่งชุดที่ 4 45

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย