

สมบัติการต้านอนุมูลอิสระในลูกจันทน์เทศ
*Antioxidative activity from *Myristica fragrans* Houtt.*

วรรณทิพย์ เหลือบโต๊ะเหมาะ

Wantip Laptomo

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
Bachelor of Science in Chemistry
Nakhon Si Thammarat Rajaphat University

2553

ชื่อโครงการวิจัย สมบัติการด้านอนุมูลอิสระในลูกจันทน์เทศ

ผู้ทำวิจัย นางสาววรรณทิพย์ เหล็กโต๊ะเหมาะ

สาขาวิชา เคมี

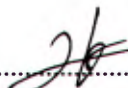
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

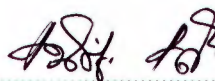

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ปวีณา ปรวัฒน์กุล)


.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ปวีณา ปรวัฒน์กุล)


.....กรรมการ
(อาจารย์ประวิทย์ เนื่องมัจฉา)


.....กรรมการ
(อาจารย์ยุณิศ เทพช่วย)

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อนุมัติให้นับโครงการวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี


.....
(อาจารย์เน่งน้อย แสงเสนห์)

ประธานหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

ชื่องานวิจัย สมบัติการต้านอนุมูลอิสระในลูกจันทน์เทศ
ชื่อผู้วิจัย นางสาววรรณทิพย์ เหล็ก โต๊ะเหม๊ะ
การวิจัย วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี
อาจารย์ปรึกษา อาจารย์ปวีณา ปรวัฒน์กุล
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

จากการศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากสารสกัดเมทานอลของเนื้อลูกจันทน์ และดอกของลูกจันทน์ โดยทำการเก็บตัวอย่างจากบ้านร่อนนา ต.ร่อนพิบูลย์ อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช ในช่วงเดือนกรกฎาคม – เดือนสิงหาคม 2553 โดยวิธี DPPH assay แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm เพื่อหาค่า IC_{50} โดยใช้กรดแอสคอร์บิก (L-ascrobic acid) เป็นสารมาตรฐานเปรียบเทียบ ผลจากการศึกษาพบว่าในดอกของลูกจันทน์ ($IC_{50} = 0.58$ mg/L) มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเนื้อของลูกจันทน์ ($IC_{50} = 0.98$ mg/L) ตามลำดับ และมีฤทธิ์ใกล้เคียงกับกรดแอสคอร์บิก การหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดโดยใช้ Folin Ciocalteu reagent และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในดอกลูกจันทน์สูงกว่าเนื้อลูกจันทน์เมื่อเทียบกับกรดแกลลิก โดยพบปริมาณฟีนอลิกใน ดอกลูกจันทน์ 8.65 mg/L และพบปริมาณฟีนอลิกในเนื้อลูกจันทน์ 5.67 mg/L

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ปวีณา ปรวัฒน์กุล ที่ได้สละเวลา กรณาให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่าน ที่ช่วยชี้แนะข้อบกพร่องต่างๆ เป็นผลให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณบุคลากรที่ได้ให้คำแนะนำทำให้ได้การศึกษาที่ดี และเป็นกำลังใจอันดียิ่ง
ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมีและเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ตลอดจนเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์และเครื่องมือในการทำวิจัย เป็นผลให้การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินไปตามที่วางไว้

วรรณทิพย์ เหล็บ โต๊ะเหมาะ

สารบัญ

	หน้า
บดคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหาที่ทำงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.5 ระยะเวลาทำการวิจัย	3
บทที่ 2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การตรวจเอกสาร	4
2.2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	8
2.3 อนุมูลอิสระ	9
2.4 สารต้านอนุมูลอิสระ	11
2.5 ฟีนอล	14
2.6 ความหมายของลูกจันทร์	16
2.7 การทดสอบฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Assay	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	22
3.1 วัตถุประสงค์	22
3.2 อุปกรณ์-เครื่องมือ และสารเคมี	22
3.3 วิธีการเตรียมตัวอย่าง	23
3.4 การเตรียมสารเคมี	23
3.5 วิธีดำเนินการวิจัย	23
บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผล	27
4.1 การวิเคราะห์หาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH	27
4.2 การหาปริมาณฟีนอลิก โดยใช้ Folin-Ciocalteu reagent	30

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	32
5.1 สรุปผลการทดลอง	32
5.2 ข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก	34

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	
ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่างๆ	26
ตารางที่ 2	
ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเนื้อลูกจันทน์	27
ตารางที่ 3	
ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของดอกลูกจันทน์	28
ตารางที่ 4	
สมการเส้นตรง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้น(R^2) ฤทธิ์ยับยั้ง	
อนุมูลอิสระได้ ครึ่งหนึ่ง (IC_{50}) ที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสง DPPH (A/2)	
ลดลงครึ่งหนึ่ง	29
ตารางที่ 5	
ค่าการดูดกลืนแสงของกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่างๆ	30
ตารางที่ 6	
ค่าความเข้มข้นและค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm	31

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกาย	9
ภาพที่ 2 โครงสร้างของวิตามินซี	12
ภาพที่ 3 โครงสร้างวิตามินอี	12
ภาพที่ 4 โครงสร้างฟลาโวนอยด์	13
ภาพที่ 5 วงจรการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ	14
ภาพที่ 6 โครงสร้างฟีนอล	15
ภาพที่ 7 ผลและส่วนต่างๆของลูกจันทน์	17
ภาพที่ 8 ลักษณะการปรากฏของผลจันทน์ที่แก่เต็มที่	17
ภาพที่ 9 รูปดอกลูกจันทน์เทศ	19
ภาพที่ 10 ผลิตภัณฑ์ลูกจันทน์แช่เย็นและจันทน์ฝอย	19
ภาพที่ 11 ผลิตภัณฑ์น้ำลูกจันทน์	20
ภาพที่ 12 โครงสร้าง DPPH (1-1-diphenyl 2-picryl-hydrazyl)	21
ภาพที่ 13ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกรดแอสคอร์บิก	27
ภาพที่ 14 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเนื้อลูกจันทน์	28
ภาพที่ 15 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของดอกลูกจันทน์	29
ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดแกลลิกกับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm	31

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหาที่ทำงานวิจัย

อนุมูลอิสระ (free radicals) คือโมเลกุลหรืออนุภาคที่เกิดจากการออกซิเดชัน ที่มีอิเล็กตรอนที่ไม่เป็นคู่อยู่ เนื่องจากการรับหรือขาดอิเล็กตรอนในชั้นอิเล็กตรอนวงนอกสุด (outer orbital) เช่น hydrogen radical ($H^\cdot$) hydroxyl radical ($HO^\cdot$) เป็นต้น โดยปกติแล้วธาตุต่างๆ ที่อยู่ในโมเลกุลที่เสถียรจะต้องมีอิเล็กตรอนอยู่เป็นจำนวนคู่ ในกรณีที่มีการสูญเสียหรือรับอิเล็กตรอนมาตัวหนึ่งจะทำให้โมเลกุลนั้นเสถียรและมีความว่องไวมากทำให้ร่างกายของคนเราเกิดความผิดปกติต่างๆภายในร่างกาย โดยที่อนุมูลอิสระจะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลปกติโดยดึงอิเล็กตรอนมาตัวหนึ่ง ทำให้โมเลกุลนั้นกลายเป็นอนุมูลอิสระซึ่งทำให้ต้องไปแย่งอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่น ยกเว้นในกรณีที่อนุมูลอิสระมารวมตัวกันเป็น โมเลกุลที่เสถียรขึ้น จึงจะเป็นการหยุดวงจรของอนุมูลอิสระ (วัชร หาญยิ่ง, 2549)

การเกิดอนุมูลอิสระที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย และมีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสารอนุมูลอิสระสามารถทำปฏิกิริยากับสารโมเลกุลชนิดต่างๆในร่างกายได้จำนวนมากก่อให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บหลายชนิด ซึ่งจะเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) คือสารจะทำให้ถูกอนุมูลอิสระเข้าทำปฏิกิริยาเสื่อมสภาพไปสร้างสารอนุมูลอิสระใหม่ไปเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและทำลายเนื้อเยื่อข้างเคียง หรือเนื้อเยื่ออีกต่อไปอย่างควบคุมปกติภายในเซลล์ จะมีกระบวนการควบคุมและทำลายสารอนุมูลอิสระได้แก่ Superoxide dismutase (SOD) catalase, glutathione peroxidase เป็นต้น สารเหล่านี้ทำหน้าที่ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันและกำจัดอนุมูลอิสระได้ จึงทำให้เราทุกคนไม่เกิดโรคเมื่อได้รับสารกลุ่มอนุมูลอิสระเข้าสู่ร่างกาย ปัญหาที่เกิดโรคดังกล่าวแล้วมักเกิดจากการได้รับอนุมูลอิสระ จำนวนมากเกินไประบบต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจะสามารถควบคุมไว้ได้หรืออาจเกิดจากระบบการต้านออกซิเดชันของอนุมูลอิสระเสื่อมสภาพไปเอง (รุ่งตะวัน สุภาพผล, 2548)

พืชเป็นแหล่งของสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเช่น Limonin nomilin จากเชื้อ citrus grandis (Chong de et.al, 2006) วิตามินอีจาก lupinus albus (Juanaet. et.al. 2005) silymarianum (Dewick 1998) เป็นต้นการใช้พืชสมุนไพรในท้องถิ่นเพื่อรักษาโรคเป็นภูมิปัญญาของสังคมไทยที่สืบทอดกันมานาน นอกจากนำมาใช้ประโยชน์เป็นรักษาโรคเป็นอาหาร ปัจจุบันพืชสมุนไพรได้เข้ามามีบทบาทในการดูแลสุขภาพ เช่น อาหารเสริมสุขภาพ เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง เป็นต้น

ลูกจันทน์เทศ (Nutmeg) จัดเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยา ทั้งราก ใบ เปลือก ผล และเมล็ด ซึ่งสามารถนำมาประกอบเป็นยาสมุนไพร หรือยาแผนโบราณซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีคือสารกลุ่ม terpenoids เช่น linalool, nerol, (+) – pinene, oleic acid, phyladrene, geraniol acetate เป็นต้น สารกลุ่ม phenylpropanoids ได้แก่ eugenol, 5 – methoxy – eugenol, myristicin ส่วนของเนื้อหุ้มเมล็ดนำมาบริโภคได้ โดยนำมาทำ จันทน์ฝอย จันทน์คอง จันทน์แช่อิ่ม ฯลฯ ลูกและดอกจันทน์ทำเป็นเครื่องเทศ แต่งกลิ่นอาหาร ใช้ลดไข้ บำรุงตับและปอด บำรุงกำลัง ขับลม แก้ปวดมดลูก แก้ท้องร่วงธาตุพิการ ส่วนดอกจันทน์ใช้บำรุงโลหิต แก้การอักเสบของทางเดินปัสสาวะและกระเพาะปัสสาวะ ใช้เป็นยาขับลม เป็นยารับประทานแก้ปวดหัว เป็นไข้หรือทำให้ลมหายใจมีกลิ่นสะอาดและแก้อาการผิดปกติ ของระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้ยังใช้เป็นยาเพิ่มสมรรถภาพทางเพศ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการจัดตั้งกลุ่มสินค้า OTOP โดยใช้วัตถุดิบที่ขึ้นชื่อภายในท้องถิ่นของ ต.ร่อนพิบูลย์ อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากลูกจันทน์ต่างๆเช่น ลูกจันทน์เส้น ซึ่งผลิตจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านร่อนนา ผลิตจากผลลูกจันทน์สด 100 % โดยใช้วัตถุดิบใน อ. ร่อนพิบูลย์ และผลิตจากภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยไม่ใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิต ผ่านการคัดสรรสุดยอดผลิตภัณฑ์ OTOP ระดับอำเภอ ปี 2547 (วันดี อินทนุวัตร, 2553)

ดังนั้นในการทำการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH (2, 2 – diphenyl -1-picryl-hydrazyl) ของสารสกัดจากลูกจันทน์โดยแยกแยะระหว่างเนื้อและดอกและมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีมากหรือน้อย ทั้งนี้เพื่อเป็นการนำเอาลูกจันทน์มาใช้ประโยชน์ในการรับประทานและเป็นสมุนไพร ที่สามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรในอนาคตและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้ผลของลูกจันทน์ที่มีการเผยแพร่ข้อมูลให้รู้จักสรรพคุณของลูกจันทน์จะได้หันมาบริโภคลูกจันทน์มากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมบัติต้านอนุมูลอิสระในเนื้อลูกจันทน์และดอกลูกจันทน์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากเนื้อลูกจันทน์และดอกลูกจันทน์
3. เพื่อศึกษาหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในเนื้อลูกจันทน์และดอกของลูกจันทน์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในเนื้อลูกจันทน์และดอกลูกจันทน์
2. ได้นำข้อมูลที่ได้ไปเผยแพร่แก่ชุมชนที่ทำผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับลูกจันทน์
3. ทราบถึงปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในเนื้อลูกจันทน์และดอกของลูกจันทน์

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1. งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติต้านอนุมูลอิสระในเนื้อลูกจันทน์ และดอกจันทน์
2. หาความสามารถต้านอนุมูลอิสระ จากสารสกัดจากเนื้อลูกจันทน์และดอกลูกจันทน์โดยวิธี DPPH assay แล้วเทียบกับกรดแอสคอร์บิก และหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้ Folin-ciocalteu reagent

1.5 ระยะเวลาทำการวิจัย

มีนาคม 2553 – กันยายน 2553

บทที่ 2

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การตรวจเอกสาร

จินดาพร กงเดช ญัฎฐา เลหากุลจิตต์และ อรพิน เกิดชูชื่น. (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ประสิทธิภาพของการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากพืช 5 ชนิด” พืชสมุนไพรไทย 5 ชนิด ได้แก่ ขมิ้นชัน ไพล จิง ข่า และบัวบก สกัดโดยใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เอทานอล (EtOH) และปีโตเลียมอีเทอร์ (PT) แล้วนำมาสกัดทดสอบความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (% tyrosinase inhibition) โดยวิธี enzyme assay และการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH scavenging assay ผลการทดสอบสารสกัดขมิ้นสดสกัดด้วย EtOH ขมิ้นสดสกัดด้วย PT ขมิ้นอบแห้งสกัดด้วย PT และไพลอบแห้งสกัดด้วย EtOH มีการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส เท่ากับร้อยละ 40.06 35.52 32.17 และ 29.77 ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระพบว่าจิงสดสกัดด้วย EtOH จิงสดสกัดด้วย PT จิงอบแห้งสกัดด้วย EtOH จิงอบแห้งสกัดด้วย PT ให้ค่า %Inhibition ที่ความเข้มข้น 1 mg/ml สูงสุด เท่ากับร้อยละ 91.21 84.06 87.09 และ 76.92 ตามลำดับ และพบว่าค่า % Inhibition ของ DPPH scavenging มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณสารฟีนอลทั้งหมด

มธุรส มาลัยศรี รุ่งฤดี ศรีสำออง และ สุรัตน์ บุญผ่อง. (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “องค์ประกอบเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของดอกเสลาใบใหญ่” สารสกัดหยาบส่วนเมทานอลและไดคลอโรมีเทนของดอกเสลาใบใหญ่ นำมาแยกสารให้บริสุทธิ์ด้วยคอลัมน์โครมาโตกราฟีและนำไปวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีโดยใช้เทคนิคทางสเปกโตรสโคปี ได้สารบริสุทธิ์ทั้งหมด 6 ชนิด คือ methyl gallate, ellagic acid, 3-O-methylellagic acid, 4-O-methylellagic acid, 4-O-methylellagic acid 3'-(2",3"-di-O-acetyl)- α -L-rhamnoside และ 3,4,3'-tri-O-methylellagic acid เมื่อทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธีดักจับ DPPH พบว่ามีค่า 95.77%, 93.54%, 92.59%, 91.87%, 79.71% และ 56.55% ตามลำดับ

สุกัญญา ขันติมงคล และ อรสา สุริยาพันธ์. (2550) ได้ศึกษาสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากเมล็ดมะละกอดิบ การสกัดสารจากเมล็ดมะละกอดิบด้วยแอลกอฮอล์ โดยใช้อัตราส่วนของผงเมล็ดมะละกอดิบต่อแอลกอฮอล์ 1:10 (น้ำหนักต่อปริมาตร) สกัดเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ไม่มีผลต่อระดับความแก่ของเมล็ดมะละกอดิบ นอกจากนี้พบว่าชนิดของตัวทำละลายมีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณสารที่สกัดได้ ($p < 0.05$) โดยตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารจากเมล็ดมะละกอดิบ และสุก คือ เมทานอล และเอทานอล ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า สารสกัดจากเมล็ดมะละกอดิบ (สด) ที่สกัดด้วยเมทานอล มีประสิทธิภาพใน

การจับกับอนุมูลอิสระดีฟิฟิเอช สูงที่สุด คือมีค่าเป็น 84.70 % หรือ มีค่า TEAC เป็น 436.75 มิลลิกรัม Trolox TM/สารสกัด 100 กรัม

Adom and Liu (2002) สมบัติการต้านอนุมูลอิสระของพืช ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ตและการปริมาณฟลาโวนอยด์ โดยการทำให้เป็นสารประกอบเชิงซ้อน flavonoid – aluminum พร้อมทั้งทดสอบสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ พบข้าวโพดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและ ฟลาโวนอยด์สูงสุด รวมทั้งมีสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด

Chidambara, et al. (2002) ได้ศึกษาสมบัติต้านอนุมูลอิสระของกากองุ่น โดยทำการสกัดกากองุ่นด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ เมทานอลและน้ำ พบเมทานอลเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด สกัดให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด และการสกัดจากกากองุ่น ที่มีความเข้มข้น 100 ppm สามารถยับยั้ง 0.1 mM DPPH radical ได้ถึง 87.1 % และสามารถยับยั้งการเกิด lipid peroxidation LDL oxidation รวมทั้งกำจัด hydroxyl radical ได้ถึง 71.7 91.2 และ 73.6 % ตามลำดับ

Lee, et. al. (2002) มีการรายงานเกี่ยวกับสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยเอทานอลของเปลือกแก้วคัส (*Opuntia ficus – indica* va. *saboten*) โดยการทำการวัดปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกและการทดสอบสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่าสารที่สกัดด้วยเอทานอลของเปลือกแก้วคัส มีสมบัติ Free radical scavenger ต่อ hydroxyl radical Superoxide anion radical และ DPPH radial รวมทั้งป้องกัน plasmid DNA ต่อการเข้าทำปฏิกิริยาของ hydroxyl radical อีกด้วย

สุกัญญา ชันติมงคล และ อรสา สุริยาพันธ์. (2550) ได้ศึกษาสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระดีฟิฟิเอชของสารสกัดจากเมล็ดมะละกอพันธุ์ การสกัดสารจากเมล็ดมะละกอด้วย แอลกอฮอล์ โดยใช้อัตราส่วนของผงเมล็ดมะละกอดต่อแอลกอฮอล์ 1:10 (น้ำหนักต่อปริมาตร) สกัดเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ไม่มีผลต่อระดับความแก่ของเมล็ดมะละกอ นอกจากนี้พบว่าชนิดของตัวทำละลายมีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณสารที่สกัดได้ ($p < 0.05$) โดยตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารจากเมล็ดมะละกอดิบ และสุก คือ เมทานอล และเอทานอล ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า สารสกัดจากเมล็ดมะละกอสุก (สีดำ) ที่สกัดด้วยเมทานอล มีประสิทธิภาพในการจับกับอนุมูลอิสระดีฟิฟิเอช สูงที่สุด คือมีค่าเป็น 84.70 % หรือ มีค่า TEAC เป็น 436.75 มิลลิกรัม Trolox TM/สารสกัด 100 กรัม

ไพฑูรย์ โยธิน และ ประมินทร์ วีระศิลป์. (2550) ได้การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลไม้ไทย จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ หม่อน หว้า องุ่น จัน ลูกหอม และมะพลอด โดยการนำเนื้อผลไม้ไปคั้นน้ำและกรองแยกกากออก จากนั้นนำน้ำผลไม้ที่ได้ไปผ่านกระบวนการระเหยแห้งด้วยความเย็น (freeze dry) จนได้สารสกัดที่แห้ง ทำการทดสอบ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผลไม้ทั้ง 5 ชนิดด้วยวิธี DPPH method เปรียบเทียบกับ วิตามินซี และ วิตามินอี (Trolox) ซึ่งเป็นสารมาตรฐาน ผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับค่า IC_{50} โดยวิธี DPPH method พบว่าสาร สกัดจาก

หม่อนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด รองลงมาคือหว้า จันทุกหอม มะหาด และองุ่น โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 1,455.03, 1,974.93, 2,477.19, 4,094.70, 15,908.00 $\mu\text{g/ml}$ ตามลำดับ สำหรับวิตามินซี มีค่า IC_{50} 16.75 $\mu\text{g/ml}$ และ วิตามินอี มีค่า IC_{50} 25.69 $\mu\text{g/ml}$ ส่วน วิธี AAPH hemolysis method พบว่าฤทธิ์ยับยั้งการแตกของเม็ดเลือดแดง หม่อนมีค่ามากที่สุด

บังอร วงศ์รักษ์ และ ศศิลักษณ์ ปิยะสุวรรณ. (2549) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้าน จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ผักกูด, ผักติ้ว, ผักปลังขาว, ย่านาง, ผักเหมียง และผักหวานบ้าน สกัดสารสำคัญจากผักแต่ละชนิดโดยการหมัก ด้วย methanol นาน 3 วัน แล้วนำไปประเหยแห้งด้วยความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส นำสารสกัดที่ได้มาแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ละลายในน้ำ และส่วนที่ไม่ละลายในน้ำซึ่งนำมาละลายกลับด้วย methanol ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักทั้ง 6 ชนิดด้วยวิธี DPPH assay โดยการผสมตัวอย่างที่ทดสอบกับสารละลาย 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) แล้ววัดการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm เปรียบเทียบกับ control, วิตามินซี และ วิตามินอี (Trolox) ซึ่งเป็นสารมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดจากผักติ้วแสดงฤทธิ์ต้าน อนุมูลอิสระมากที่สุด โดยสารสกัดส่วนที่ละลายในน้ำและส่วนที่ไม่ละลายในน้ำให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 205.96 $\mu\text{g/ml}$ และ 101.79 $\mu\text{g/ml}$ ตามลำดับ รองลงมาคือ สารสกัดจากย่านาง ให้ค่า IC_{50} 499.24 $\mu\text{g/ml}$ (ส่วนที่ละลายในน้ำ) และ 772.63 $\mu\text{g/ml}$ (ส่วนที่ไม่ละลายในน้ำ) สำหรับวิตามินซี และวิตามินอี ให้ค่า IC_{50} 9.34 $\mu\text{g/ml}$ และ 15.91 $\mu\text{g/ml}$ ตามลำดับ ส่วนสารสกัดจากผักอีก 4 ชนิดมีค่า IC_{50} มากกว่า 1,000 $\mu\text{g/ml}$ การตรวจสอบทางเคมีเบื้องต้นพบว่าสารสกัดผักติ้วมี hydrolysable tannin ส่วนสารสกัดจากย่านางมี phenolic compounds และได้จัดทำ TLC fingerprints เพื่อเปรียบเทียบสำหรับการศึกษารั้งต่อไป

พรณี เคนรุ่งเรือง. (2550) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเปลือกต้นวงศ์อบเชย (Lauraceae) ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดเมทานอลของเปลือกต้นพีชวงศ์อบเชย (Lauraceae) 8 ชนิด คือ เปลือกต้นกระทังใบใหญ่ (Litsea grandis Hook. f.) เอียน (Neolitsea zeylanica Merr.), เทพทาโร (Cinnamomum porrectum (Roxb.) Kosterm.) เชียด (Cinnamomum iners Blume) พังปอน (Phoebe grandis (Nees) Merr.) ทำม้ง (Litsea petiolata Hook. f.) ยางบก (Persea kurzii Kosterm.) และหมีเหม็น (Litsea glutinosa C.B. Robins.) โดยให้ทำปฏิกิริยากับสารอนุมูลอิสระ DPPH (2, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงยูวี (UV absorbance) เพื่อหาค่า EC_{50} โดยใช้ BHT (3, 5-di-tert-butyl-4-hydroxytol) เป็นสารมาตรฐาน เปรียบเทียบ พบว่าเปลือกต้นของพืชทุกชนิดที่ทดสอบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า BHT ซึ่งมี EC_{50} = 11.820 $\mu\text{g/ml}$ ยกเว้นเปลือกต้นกระทังใบใหญ่

จุฬาลักษณ์ ทวีบุตร, รจนา โอภาสศิริ และชวลิต มานะเกษม. (2552) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากรากสะสมอาหารกวางเครือแดง ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากรากสะสมอาหารของกวางเครือแดง พบว่า การพ่นเอทีฟอนเข้มข้น 300 และ 400 ppm ทำให้

ความหนาของชั้นคอร์เท็กซ์ของรากและปริมาณแอนโทไซยานินในรากสูงที่สุด ($P < 0.01$) เมื่อนำสารสกัดจากรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดงทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH เทียบกับสารมาตรฐาน trolox พบว่า ค่า IC_{50} ของสารสกัดทั้ง 5 ความเข้มข้นแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยสารสกัดจากกวาวเครือแดงที่พ่นด้วยเอทีฟอน 300 และ 400 ppm มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด และเปรียบเทียบค่า IC_{50} ของสารสกัดทั้ง 5 กับค่า IC_{50} ของ trolox ด้วยวิธี independent sample t-test พบว่า สารสกัดจากรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดงที่พ่นด้วยเอทีฟอน 300 และ 400 ppm มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกับ trolox

รัชฎลักษณ์ เมืองมัน. (2552) การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักเชียงดาต่อการป้องกันการแตกตัวของเม็ดเลือดแดงและการเสียหายของดีเอ็นเอในเซลล์เม็ดเลือดขาวมนุษย์ชนิด TK6 ผักเชียงดาถูกเตรียมด้วยวิธีการ 4 แบบ ได้แก่ น้ำคั้นผักสด ส่วนที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำ สกัดด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 50 และ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 95 นำมาทำการวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และทำการทดสอบคุณสมบัติการจับอนุมูลอิสระเพื่อป้องกันการทำลายสารชีวโมเลกุลใช้วิธี DPPH assay, deoxyribose assay, hemolysis assay และ comet assay โดยใช้ 50% Inhibition concentration (IC_{50}) ในการประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในการประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ในการทดสอบทาง chemical พบว่าน้ำคั้นผักสดมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและป้องกันการแตกตัวของเม็ดเลือดแดงและการเสียหายของดีเอ็นเอสูงสุด ส่วนสารสกัดด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 50 มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด และสารสกัดด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 95 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกต่ำสุด

ประสาร สวัสดิ์ชิตัง, ปวีณา พงษ์คนตรี และประสิทธิ์ ใจศิลป์. (2548) การศึกษาความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันของสารสกัดจากเมล็ดงาที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบประมาณ 38-48 ในจำนวนนี้เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวประมาณ 86% และมีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันได้ดีแสดงว่าในเมล็ดงามีสารที่มีความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันอยู่ด้วย เมล็ดงาสายพันธุ์ต่างๆ วิธีการทดสอบ DPPH ในการทดสอบผลการตรวจวัดความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดด้วยเมทานอลจากเมล็ดงา 25 พันธุ์ แสดงให้เห็นว่า งาดำพันธุ์ มข-2 มีความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้สูงที่สุด โดยให้หาความเข้มข้นที่ยับยั้งการเกิดออกซิเดชันที่ 50 % ได้ต่ำสุด 3.54 ± 0.15 % (ปริมาตร/ปริมาตร) เมื่อทดสอบ ด้วยวิธีที่ใช้สาร DPPH และพันธุ์ NS-6 ให้ค่าเท่ากับ 1.37 ± 0.03 (ปริมาตร/ปริมาตร)

ประสาร สวัสดิ์ชิตัง, (2549) ศึกษาความสามารถในการต้าน การเกิดออกซิเดชันของถั่วลิสงเมล็ดโตสายพันธุ์ต่างๆ เมล็ดถั่วลิสงมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบประมาณ 45-55 % โดยมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่สูงประมาณ 86 % แต่มีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันได้ดีแสดงว่าในเมล็ดถั่วลิสง มีสารที่มีความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันอยู่ด้วย งานวิจัยมีวิธีทดสอบ 2 วิธีคือ ใช้สาร DPPH และใช้สาร ABTS ในการทดสอบ ผลการตรวจวัดความสามารถในการต้าน

อนุมูลอิสระ ของสารสกัดด้วยเมทานอล จากถั่วลิสงเมล็ดโต 20 สายพันธุ์พบว่าสายพันธุ์ (China 97-2xkk60 -3) F6-8-1 มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงสุดโดยให้ค่าความเข้มข้นที่ยับยั้งการเกิดออกซิเดชันที่ 50 % ได้ต่ำสุด คือมีค่าเท่ากับ 0.23 ± 0.00 % (v/v) และ 0.13 ± 0.00 % (v/v) เมื่อทดสอบด้วยวิธีการที่ใช้สาร DPPH และวิธีการที่ใช้สาร ABTS ตามลำดับ

ระวีวรรณ แก้วอมตวงศ์ และทรงพร จิรมั่นคง. (2549)ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณสารฟีนอลรวม ของสารสกัดพืชสมุนไพรไทยบางชนิด การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พืชสมุนไพรที่พบทั่วไปในจังหวัดอุบลราชธานี 8 ชนิด ได้แก่เหียง กระบก แมงลักคา หูเสือ เอนอ้า มะพอก มะสงและคัมภีขาว ด้วยการนำส่วนต่างๆ ของพืชมาสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย ethyl acetate และ ethanol ได้สารสกัดชั้น ethyl acetate และ ethanol ทั้งหมด 36 สารสกัด จากนั้นทดสอบการยับยั้งอนุมูลอิสระโดยใช้ DPPH พบว่าสารสกัดชั้น ethanol แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าสารสกัดในชั้น ethyl acetate โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ในช่วง 19.8 ± 2.3 ถึง 51.4 ± 1.3 เมื่อใช้สารสกัดความเข้มข้นเดียวกัน (500 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) มีค่า vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) อยู่ในช่วง 4.4 ± 7.2 ถึง 105.9 ± 4.3 มิลลิกรัมวิตามินซี /100 กรัมสารสกัด

2.2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ความหมายของอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ (free radicals) คือโมเลกุลหรืออนุภาคที่มีอิเล็กตรอน (electron) ที่ไม่มีคู่เป็นองค์ประกอบ เนื่องจากการรับหรือขาดอิเล็กตรอนไปหนึ่งตัว (วัชร หาญยิ่ง, 2549) ซึ่งจะเป็นอิเล็กตรอนที่อยู่บนนอกสุด โดยปกติแล้วธาตุต่างๆที่อยู่ในโมเลกุลที่เสถียรจะต้องมีอิเล็กตรอนเป็นจำนวนคู่

2.2.2 ความหมายของสารต้านอนุมูลอิสระ

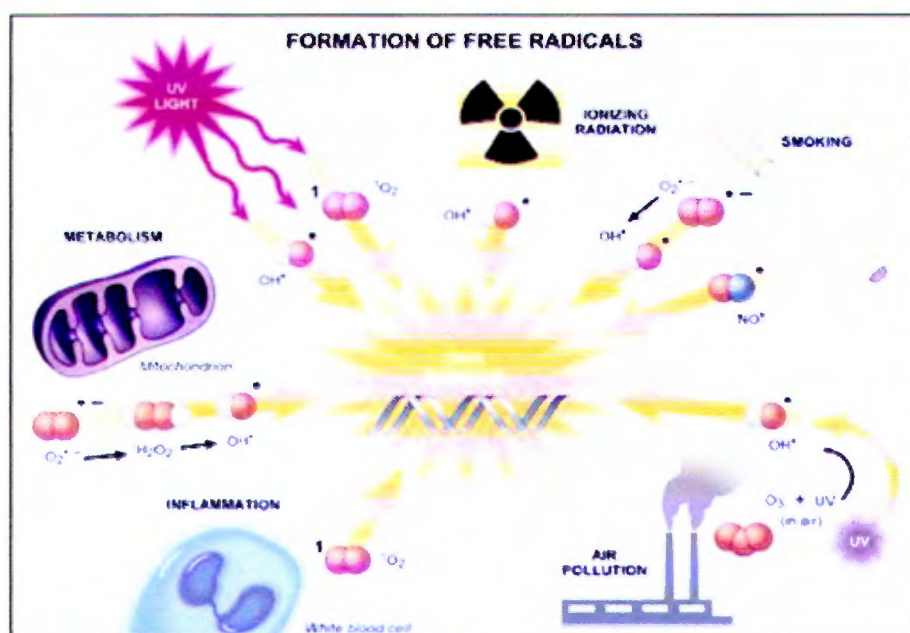
สารต้านอนุมูลอิสระ เป็นสารยับยั้งอนุมูลอิสระไม่ให้มีผลทำลายเซลล์โดยทำหน้าที่เป็นผู้ให้อิเล็กตรอน หรือประจุลบแก่อนุมูลอิสระ ทำให้อนุมูลอิสระมีอิเล็กตรอนคู่ซึ่งจะมีสภาพเสถียรหรือหมดฤทธิ์ ไม่ไปทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อของร่างกาย สารต้านอนุมูลอิสระจึงหยุดยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระ (รุ่งตะวัน สุภาพผล, 2548)

2.3 อนุมูลอิสระ

2.3.1 แหล่งที่มาของอนุมูลอิสระ

แหล่งที่มาของอนุมูลอิสระในร่างกายคนเรามี 2 แหล่งคือ

1. แหล่งภายในร่างกาย (Endogenous) มาจากหลายแหล่งที่สำคัญ เช่น ไมโทคอนเดรีย, กระบวนการเผาผลาญอาหารของ cytochrome P450 , peroxisomes และกระบวนการกำจัดเชื้อโรคของเม็ดเลือดขาว โดยพบว่าไมโทคอนเดรียเป็นแหล่งที่ผลิตอนุมูลอิสระมากที่สุด



ภาพที่ 1 แสดงอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกาย

ที่มา : (จักรพงษ์ ไพบุญย์, 2550)

2. แหล่งภายนอกในร่างกาย (Exogenous) พบว่าสารเคมีต่างๆจากสิ่งแวดล้อมสามารถก่อให้เกิด ROS ขึ้นในเซลล์ได้ทั้งทางตรงและทางอ้อมสารเหล่านี้ได้แก่ มลพิษในอากาศ โอโซน ไนโตรสออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ฝุ่น คาร์บอนหริ่ แสงแดด ความร้อน รังสีต่างๆ โลหะไอออน สารประกอบพอลิไซโคลเจน อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว หรืออาหารที่มีธาตุเหล็กมากกว่าปกติ และยาเสพติดประสาท เป็นต้น (วัชร ชาญยิ่ง, 2549)

2.3.2 อันตรายจากอนุมูลอิสระต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย

2.3.2.1 อนุมูลอิสระกับระบบหลอดเลือดและหัวใจ สารต้านอนุมูลอิสระสามารถต่อต้านการเกิดปฏิกิริยาอนุมูลอิสระของโคเลสเตอรอลชนิดที่มีโทษต่อร่างกาย นอกจากนี้สารต้านอนุมูลอิสระยังช่วยป้องกันการอุดตันของหลอดเลือด และอาการหัวใจขาดเลือดรวมถึงอวัยวะอื่นๆ เช่น สมอง อีกด้วย สารต้านอนุมูลอิสระยังช่วยป้องกันการสูญเสียความยืดหยุ่นของผนังหลอดเลือดและการอักเสบ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการป้องกันการเกาะตัวของแผ่นเลือด ซึ่งนำมาสู่การแข็งตัวเป็นก้อนของเลือดกับระบบหลอดเลือด และหัวใจอีกด้วย การสะสมของสารต่างๆ และการที่หลอดเลือดถูกทำลายไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในผู้สูงอายุ หรือคนที่มีปัญหาทางพันธุกรรมเกี่ยวกับไขมันและโคเลสเตอรอลเท่านั้น แต่สามารถเกิดขึ้นได้กับผู้เริ่มเป็นผู้ใหญ่อีกด้วย การป้องกันแต่เนิ่นๆ เป็นวิธีการที่น่าสนใจมาก แต่สารต้านอนุมูลอิสระเพียงลำพังไม่สามารถที่จะทำงานเดี่ยวๆ ได้ จึงเป็นเหตุผลที่ว่าทำไมโปรแกรมในการรักษาสุขภาพต่างๆ ถึงต้องมีทั้งการออกกำลังกาย การควบคุมความเครียด การรับประทานอาหารในปริมาณที่เหมาะสม การผ่อนคลายอารมณ์ด้วยเสียงเพลงและงานศิลป์ การหัวเราะ การเข้าสังคมและการบริโภคอาหารเสริมที่มีสารต้านอนุมูลอิสระรวมเข้าไปด้วย

2.3.2.2. อนุมูลอิสระกับระบบภูมิคุ้มกัน ช่วยปกป้องร่างกายจากสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรค ทั้งภายในและภายนอกร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกันยังทำหน้าที่ในการตรวจตรา และทำลายเซลล์มะเร็งต่างๆ ที่แปลกปลอมเข้ามา สารต้านอนุมูลอิสระมีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดเซลล์ ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งในการต่อสู้กับมะเร็งและเซลล์ที่มีการติดเชื้อ

2.3.2.3. อนุมูลอิสระกับเซลล์ประสาท ในสมองพบว่าเซลล์ประสาทบางส่วนได้รับผลกระทบ และเกิดความเสียหายจากอนุมูลอิสระ ผลกระทบต่อเซลล์ประสาทนี้ ได้แก่ โรคเสื่อมของเซลล์ประสาท เช่น โรคพาร์กินสัน (Parkinson's disease) ที่มีอาการสั่น กล้ามเนื้อตายและการเคลื่อนไหวลำบาก, โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease)

เราสามารถป้องกันเซลล์ประสาทจากอนุมูลอิสระ ที่เกิดขึ้นตามวัยที่เพิ่มขึ้นได้โดยการยับยั้งการเพิ่มขึ้นของการก่อตัวของอนุมูลอิสระ อย่างไรก็ตาม ผลจากการป้องกันการก่อตัวของอนุมูลอิสระเมื่อเกิดขึ้นในช่วงแรกๆ จะได้ผลที่ดีกว่า ดังนั้นจึงเป็นที่มั่นใจว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่จะสามารถช่วยปกป้องเซลล์สมองได้นั้น ควรเริ่มตั้งแต่แรกและดำเนินต่อไปเรื่อยๆ ตลอดช่วงชีวิต

2.3.2.4. อนุมูลอิสระกับการต่อต้านเซลล์มะเร็ง สามารถก่อตัวได้ เมื่อกลไกพันธุกรรมของเซลล์มีการเปลี่ยนแปลง สาเหตุที่สนับสนุนการเกิดของเซลล์มะเร็ง ได้แก่ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม สารพิษจากสิ่งแวดล้อม รังสี อาหารที่บริโภคเข้าไปและสาเหตุอื่นๆ มะเร็งแต่ละชนิดมีความจำเพาะ และมีความเสี่ยงที่แตกต่างกัน จึงทำให้การบำบัดรักษาเป็นไปได้ยาก

แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า อนุมูลอิสระเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อกลไกทางพันธุกรรมแก่เซลล์หลายชนิด และสนับสนุนให้เกิดความเสี่ยงต่อการก่อตัวของมะเร็งอีกด้วย การต่อต้านมะเร็งหลายชนิด สามารถทำได้โดยการบริโภคสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่เหมาะสม เป็นที่น่าสังเกตว่าวิธีที่ดีที่สุด คือเริ่มบริโภคสารต้านอนุมูลอิสระ ก่อนที่มะเร็งจะเกิดขึ้นจะดีกว่าที่จะบริโภคหลังจากที่มะเร็งได้เกิดขึ้นแล้ว

2.3.2.5. อนุมูลอิสระกับการต่อต้านวัยชรา อายุที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ร่างกายมีการเปลี่ยนแปลง อาทิ ระบบเลือดและหัวใจมีความเสี่ยงสูงขึ้นจากเส้นเลือดแข็งตัว ระบบภูมิคุ้มกันในการต่อต้านมะเร็งบางชนิดลดลง ระบบประสาทบางส่วนในสมองไม่สามารถสร้างเซลล์ประสาทตัวใหม่มาทดแทนเซลล์เก่าที่ถูกทำลายโดยอนุมูลอิสระ จะเห็นได้ว่าปัจจัยต่างๆ ที่สนับสนุนการเกิดมะเร็งเกิดขึ้นตลอดช่วงชีวิตของเรา การทำลาย DNA สะสมเพิ่มมากขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น สิ่งต่างๆ เหล่านี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการบริโภคสารต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นถึงเวลาแล้วที่เราควรบริโภคสารต้านอนุมูลอิสระเป็นประจำตั้งแต่นี้เป็นต้นไป

2.4 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระภายในร่างกายคนเรามี 2 ประเภทคือ

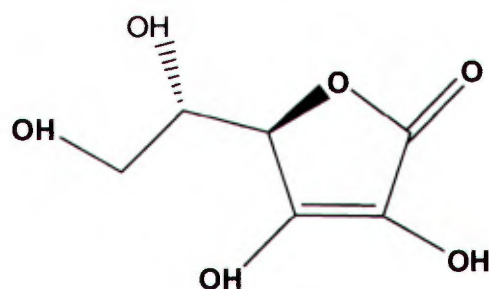
- (1) สารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นเอนไซม์
- (2) สารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่เป็นเอนไซม์

2.4.1 สารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นเอนไซม์ (Enzymatic antioxidants) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในเซลล์ของร่างกาย ได้แก่ superoxide dismutase (SOD) ,glutathione peroxidase (GPx) และ catalase (Mates *et al*, 1999) เนื่องจากไมโทคอนเดรียเป็นแหล่งหลักที่ผลิตอนุมูลอิสระออกมา ออร์กาเนลล์จึงเต็มไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระทั้ง glutathione และเอนไซม์ต่างๆ

2.4.2 สารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่ใช่เอนไซม์ (Non-enzymatic antioxidants) ได้แก่ วิตามินซี (vitamin C) วิตามินเอ (vitamin A) คาโรทีนอยด์ (carotenoids) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) สารต้านอนุมูลอิสระพวกไทออล (thiol antioxidants) ได้แก่ glutathione, thioredoxin และ lipoic acid เป็นต้น (McCall *et al*, 1999) ซึ่งจะมีบทบาทในการต้านอนุมูลอิสระในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น วิตามินซีจะทำปฏิกิริยากับ superoxide ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นน้ำ ในขณะที่วิตามินอีจะทำปฏิกิริยาในชั้นไขมัน ส่วน lipoic acid นั้นสามารถละลายได้ทั้งในน้ำและไขมัน สารต้านอนุมูลอิสระบางชนิดยังสามารถช่วยสร้างสารต้านอนุมูลอิสระอื่นๆ ให้กลับคืนมาใหม่ เรียกกระบวนการนี้เรียกว่า “antioxidant”

2.4.2.1. วิตามินซี (vitamin C หรือ Ascorbic acid)

เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ สามารถละลายได้ดีในน้ำ (water-soluble antioxidants) มีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระในพลาสมา วิตามินซีมีหมู่ไฮดรอกซีสองหมู่ที่แตกตัวเป็นไอออนได้ ในสภาวะกรด-เบส

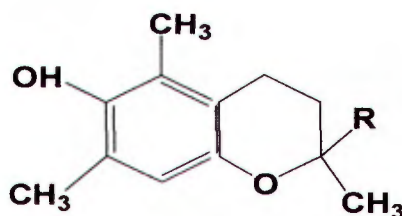


ภาพที่ 3 โครงสร้างวิตามินซี

ที่มา: (โอภา วัชรกุลต์, 2550, หน้า 46)

2.4.2.2. วิตามินอี (vitamin E)

เป็นวิตามินที่ละลายในไขมัน เมื่อรับประทานวิตามินอีเข้าไปจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายและถูกนำไปสะสมตามเซลล์ต่างๆ โดยมีสะสมอยู่บนผนังเซลล์ซึ่งเป็นด่านแรกในระบบป้องกันร่างกาย วิตามินอีบนผนังเซลล์จะทำหน้าที่คอยจับอนุมูลอิสระที่ผ่านจากเลือดเข้ามาเพื่อป้องกันไม่ให้อนุมูลอิสระเข้าทำลายเซลล์ วิตามินอีบนผนังเยื่อปอดจะช่วยป้องกันอันตรายจากมลพิษในสิ่งแวดล้อมให้กับเยื่อปอด วิตามินอีในเลนส์ตาจะช่วยป้องกันปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดต้อกระจก และวิตามินตามผิวหนังจะช่วยป้องกันผนังเซลล์ ทำให้ผิวหนังสดชื่น และช่วยชะลอความแก่



ภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างวิตามินอี

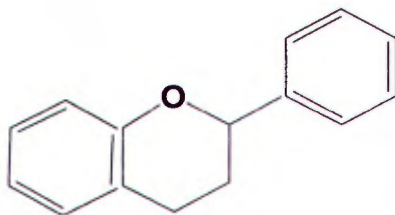
ที่มา: (โอภา วัชรกุลต์, 2550)

2.4.2.3 คาโรทีนอยด์ (Carotenoids)

เป็นสารจำพวกเม็ดสี(pigments) ที่พบในพืชและจุลินทรีย์ มีมากกว่า 6,000 ชนิดในธรรมชาติ จากการศึกษาพบว่าคาโรทีนอยด์อาจช่วยป้องกันหรือยับยั้งการเกิดโรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดหัวใจตีบตัน การเสื่อมของกล้ามเนื้อและโรคอื่นๆ สมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของคาโรทีนอยด์นั้นเนื่องจากการมีโครงสร้างของโมเลกุลที่เป็น conjugated doublebond ในการกระจายอิเล็กตรอนทำให้มีความเสถียร โดยเฉพาะเบต้าแคโรทีน

2.4.2.4 ฟลาโวนอยด์

สารในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็น วงแหวนอะโรมาติก (aromatic ring) ที่มีจำนวนหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) รวมอยู่ในโมเลกุล สามารถละลายน้ำได้ ส่วนใหญ่มักพบอยู่รวมกับน้ำตาล ในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (glycoside) สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยทำหน้าที่ในการหน่วงเหนี่ยวหรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากนี้ยังสามารถทำให้อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นกลายเป็นสารที่มีความเสถียร จึงช่วยลดปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระได้

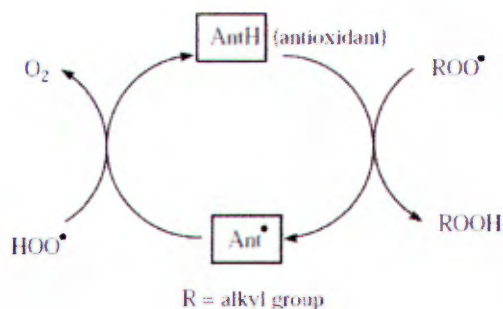


ภาพที่ 4 โครงสร้างฟลาโวน

ที่มา: (วิกิพีเดีย, สารานุกรมเสรี, 2550)

2.4.3 การยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระภายในร่างกายจะถูกกำจัดไปด้วยสารที่เรียกว่า สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) โดยสารต้านอนุมูลอิสระจะไปจับกับอนุมูลอิสระ แล้วเกิดอนุมูลอิสระตัวใหม่ที่เสถียร ส่งผลให้หยุดวงจรการเกิดอนุมูลอิสระ แสดงวงจรการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 วงจรการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ

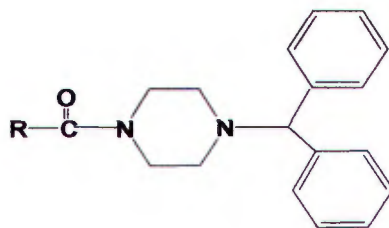
ที่มา: (นงนภัศ ควงคิ, 2551)

สามารถเขียนสมการแสดงการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระได้ดังนี้



2.5 ฟีนอล (Phenol)

สารต้านอนุมูลอิสระจำพวกที่มีโครงสร้างฟีนอลมีความสามารถในการให้ไฮโดรเจน ทำให้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูล การแทนที่ตำแหน่งออร์โทด้วยหมู่ที่สามารถให้อิเล็กตรอนได้ง่าย กรดเฟอรริก ทำให้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น เมื่อวิจัยโดยการสังเคราะห์อนุพันธ์ของนาโพรเซนในรูปเอสเทอร์และเอไมด์ พบว่าสามารถเพิ่มฤทธิ์การต้านการเกิดไลโปเปอร์ออกซิเดชันและมีฤทธิ์ป้องกันเซลล์ ซึ่งเอไมด์จะให้ฤทธิ์ดีกว่าเอสเทอร์



ภาพที่ 6 โครงสร้างฟินอล

ที่มา: (โอภา วัชรคุปต์, 2550)

คุณสมบัติของสารประกอบฟินอลที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบัน คือการเป็นสารต้านออกซิเดชัน และการต้านการกลายพันธุ์ (antimutagens) ซึ่งเกิดจากอนุมูลอิสระ (free radical) และการใช้สารประกอบฟินอลในการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด และมะเร็งโดยสารประกอบฟินอลจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ ด้วยการให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็วดังปฏิกิริยาต่อไปนี้



เมื่อ $\text{ROO}^\bullet$, $\text{RO}^\bullet$ คือ free radicals, PPH คือ polyphenolic compound

เมื่อสารประกอบฟินอลให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระไปแล้ว อนุมูลอิสระของสารประกอบฟินอลจะค่อนข้างมีเสถียรภาพ ดังนั้นจึงไม่ทำปฏิกิริยาอื่นต่อไป ยิ่งไปกว่านั้นอนุมูลอิสระของสารประกอบฟินอลบางชนิดยังคงสามารถรวมตัวกับอนุมูลอิสระอื่นได้อีกด้วย จึงทำให้สารประกอบฟินอลเหล่านั้นลดจำนวนอนุมูลอิสระได้ถึง 2 เท่า ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้



สารประกอบฟินอลที่ถูกรับว่ามีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน นั้น สามารถพบได้ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เมล็ด (ได้แก่ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เมล็ดฝ้าย ข้าวและงา) ผล (ได้แก่ องุ่น ส้ม และพริกไทยดำ) ใบ (ได้แก่ ชา และเครื่องเทศต่างๆ) และส่วนอื่นๆ (ได้แก่ มันเทศ และหัวหอม) และ

หนึ่งในสารประกอบฟีนอลที่เป็นที่รู้จักกันดีก็คือ flavonoids และ cinnamic acid derivatives โดยสามารถพบได้เกือบทุกส่วนของพืชแต่จะมีความแตกต่างกันออกไปในด้านของชนิดและปริมาณ

2.6 ความหมายของลูกจันทน์

ลูกจันทน์เป็นผลผลิตจากพืชในตระกูลไมริสติกาสีอี (Myristicaceae) ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ไมริสติก้า แฟรงกรานส์ (*Myristica fragrans* Houtt.) ลักษณะของพืชเป็นไม้ยืนต้นที่มีขนาดปานกลางจนถึงขนาดใหญ่ ลำต้นมีความสูง 30-60 ฟุต บางครั้งอาจสูงมากถึง 70-80 ฟุต ลำต้นแตกแขนงได้มากมาย เปลือกของลำต้นมีสีเทาเข้ม ใบมีสีเขียวเข้มมีรูปร่างแบบปลายหอก ใบยาว 2-5 นิ้ว หูใบมีสีน้ำตาลหรือสีเหลืองอ่อน ดอกตัวผู้จะเกิดอยู่ในกลุ่ม ส่วนดอกตัวเมียจะเกิดอยู่เดี่ยวๆ และมีขนาดใหญ่กว่าดอกตัวผู้ ผลมีรูปร่างเกือบกลม สีแดงหรือเหลือง หรือเหลืองส้ม มีความยาว 1 1/2-2 นิ้ว กว้าง 13/16 นิ้ว เมื่омองดูผลจะมีลักษณะขรุขระ แต่เมื่อจับดูจะเรียบ เมื่อผลสุกจะแตกออกเป็นสองส่วน

2.6.1 ความเป็นมาของลูกจันทน์

จันทน์เทศ มีชื่อสามัญว่า Nutmeg ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Myristica fragrans* Houtt. ถิ่นกำเนิดของจันทน์เทศอยู่เกาะบันดา ในหมู่เกาะโมลุกกะอันได้ชื่อว่า หมู่เกาะเครื่องเทศประเทศอินโดนีเซีย ลูกจันทน์หรือเมล็ดภายในผลจันทน์เทศเป็นหนึ่งในสินค้าเครื่องยาในกองคาราวาน ที่เดินทางไปค้าขายกับเมืองอเล็กซานเดรีย ชาวจีนใช้เป็นยารักษาอาการผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร ชาวอินเดียและชาวอาหรับใช้เป็นยาช่วยย่อยอาหาร บำรุงตับ และบำรุงผิวพรรณ

ต้นจันทน์เทศชอบดินภูเขาที่เป็นดินค้ำน้ำต้องชุ่มด้วย ต้นจันทน์เทศเป็นไม้ยืนต้น สัมผัสได้ขณะนี้คือต้นจันทน์เทศหลายขนาดขึ้นเรียงระคนไปตามเนินเขา ไม้ที่ยังเป็นต้นเล็กอายุน้อยเพียงห้าถึงหกปี ต้นจึงสูงเพียง 3-4 เมตรเท่านั้น ชาวบ้านใช้ไม้สอยในการเก็บเกี่ยวต้นที่สูงลี้กึ่งก้านแผ่แตกไม่กว้างนัก สูง 8-10 เมตร ชาวบ้านต้องปีนขึ้นสอยอีกทีหนึ่ง ลักษณะสวนจันทน์เทศเป็นสวนสมรม คือมีหลายพันธุ์ไม้อยู่ด้วยกัน จันทน์เทศจะขึ้นและเติบโตได้เป็นบางที่เท่านั้น ในนครศรีธรรมราชจะขึ้นเฉพาะชายเขาที่บริเวณหมู่บ้านสวนจันทน์ และหมู่บ้านร่อนนา อำเภอร่อนพิบูลย์ ที่จังหวัดชุมพรพบบริเวณอำเภอลังสวนจันทน์เทศชอบความร่มรื่น ดังนั้นการปลูกจึงต้องปลูกเป็นสวนที่แซมด้วยไม้อื่น ๆ เพื่อให้ความร่มเย็นกับจันทน์เทศ และยังให้ความเป็นธรรมชาติกับต้นจันทน์เทศอีกด้วย



ภาพที่ 7 ผลและส่วนต่างๆของลูกจันทน์

ที่มา: (นิตดา หงส์วิวัฒน์, 2546)

2.6.2 ลักษณะทั่วไปของจันทน์เทศ

จันทน์เทศเป็นไม้ยืนต้นที่สูงใหญ่ อายุเป็น 100 ปี อยู่ในวงศ์ Myristicaceae เป็นไม้ที่แตกกิ่งก้านสาขามาก ใบสีเขียวเข้มเป็นมัน ดอกหนา มีต้นตัวผู้และตัวเมีย ต้นตัวผู้จะให้ดอกเฉพาะตัวผู้ และต้นตัวเมียก็จะให้ดอกตัวเมียเท่านั้น เวลาปลูกจึงต้องให้มีต้นตัวผู้แซมต้นตัวเมีย เพื่อให้เกิดการผสมเกสรกัน ทั้งดอกตัวผู้และตัวเมียมีสีเหลือง ดอกตัวผู้จะออกเป็นกลุ่ม ส่วนดอกตัวเมียออกเป็นดอกเดี่ยว ดอกใหญ่กว่า ผลมีลักษณะกลมรี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผล 6-7 ซม. เปลือกสีเหลืองออกส้ม เนื้อสีครีมมีรสเปรี้ยวฝาด มีกลิ่นหอมเมล็ดหรือที่เรียกว่า ลูกจันทน์ มีสีน้ำตาลอมดำ เปลือกแข็งขวงเนื้อในเมล็ดสีเหลืองครีม มีกลิ่นหอม รสเผ็ดปร่า ด้านนอกเมล็ดมีสีแดงเป็นริ้วคลุมทั่วเมื่อแก่จัดเนื้อผลจะปริแตกออกเป็น 2 ซีก เผยให้เห็นรกด้านในที่คลุมเมล็ด



ภาพที่ 8 ลักษณะการปริแตกของผลจันทน์ที่แก่เต็มที่

ที่มา: (OK Nation, 2551)

2.6.3 ประโยชน์

ลูกจันทน์เป็นเครื่องเทศที่มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้าง ขวางในเกือบทุกด้าน โดยเฉพาะในด้านการแพทย์นั้น ได้ใช้ลูกจันทน์เป็นยามาเป็นเวลานานแล้ว เช่น ใช้น้ำมันหอมระเหย รับประทานแก้การอักเสบของทางเดินปัสสาวะและกระเพาะปัสสาวะ ใช้เป็นยาขับลม ในอินเดีย นำไปผสม เป็นยารับประทานแก้ปวดหัว เป็นไข้หรือทำให้ลมหายใจมีกลิ่นสะอาดและแก้อาการ ผิดปกติ ของระบบทางเดินอาหาร ชาวอาราเบียได้ใช้ลูกจันทน์เป็นยาขับลมมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 นอกจากนี้ยังใช้เป็นยาเพิ่มสมรรถภาพทางเพศ แก้การเจ็บปวดที่ไตและกระเพาะอาหาร

2.6.3.1 ประโยชน์ในด้านสมุนไพร ลูกจันทน์เป็นเครื่องเทศ ที่มีการนำไปใช้ประโยชน์ อย่างกว้างขวางในเกือบทุกด้าน โดยเฉพาะในด้านการแพทย์นั้น ได้ใช้ลูกจันทน์เป็นยามาเป็น เวลานานแล้ว เช่น ใช้น้ำมันหอมระเหย รับประทานแก้การอักเสบของทางเดินปัสสาวะและ กระเพาะปัสสาวะ ใช้เป็นยาขับลม ใน อินเดีย นำไปผสม เป็นยารับประทานแก้ปวดหัว เป็นไข้หรือ ทำให้ลมหายใจมีกลิ่นสะอาดและแก้อาการผิดปกติ ของระบบทางเดินอาหาร ชาวอาราเบียได้ใช้ ลูกจันทน์เป็นยาขับลม แก้ ร้อนใน จุกเสียด กระหายน้ำ ขับลมในลำไส้ บำรุงโลหิต แก้กท้องร่วง แก้ บิด แก้หืด แก้เสมหะ และแก้ริดสีดวง

2.6.3.2 ประโยชน์ในด้านอาหาร ได้นำลูกจันทน์และดอกจันทน์ไปใช้แต่งกลิ่นอาหาร หลายชนิด เช่น พุดคิง ขนมนึ่ง ซอส แสม เนย ไข่กรอก เค้ก ปลา เนื้อสัตว์และสัตว์ปีกต่างๆ ทำให้มี กลิ่นหอมชวนรับประทาน รวมทั้งได้นำไปใช้ในการถนอมอาหารอีกด้วย นอกจากนี้ยังได้นำลูก จันทน์ และดอกจันทน์ไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องหอมต่างๆ และเครื่องสำอางเช่นกัน

2.6.3.3 ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร เช่น เครื่องปรุงและเครื่องเทศ ลูกจันทน์และ ดอกจันทน์ใช้ปรุงอาหารในฐานะเครื่องเทศ ทั้งในการให้กลิ่นและให้รส เฉพาะดอกจันทน์นั้นถือว่า ให้ทั้งสีส้มและเนื้อดอก อินเดียมักใช้เครื่องเทศทั้งสองชนิดในอาหารโมกุล (Moghol) มากมาย หลายชนิด คราวอาหรับใช้ปรุงอาหารที่ทำจากเนื้อแพะ เนื้อแกะ คราวดัตช์ใส่ในมันฝรั่งบด สตู และ ฟรุตสลัด คราวอิตาลีใส่ในอาหารจากผักรวมทั้งไข่กรอก เนื้อลูกวัว พาสต้า

2.6.4 ดอกจันทน์ (Mace)

เป็นส่วนหนึ่งของผลต้นจันทน์เทศ ส่วนที่ใช้เป็นเครื่องเทศ คือ เยื่อหุ้มเมล็ด (รก) ลักษณะเป็นเส้นใยแบน สีแสด กลิ่นหอมฉุนมาก รสค่อนข้างเปรี้ยวอมฝาด เวลาใช้นำมาป่นละเอียด ใส่เพียงเล็กน้อยในเครื่องแกง สรรพคุณทางสมุนไพร บำรุงกำลัง บำรุงธาตุ ช่วยให้เจริญอาหาร



ภาพที่ 9 รูปดอกลูกจันทน์เทศ
ที่มา: (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

2.6.5 ผล (ลูก) จันทน์

มาแช่ส้มเพื่อรับประทานเป็นอาหารหวาน หรือนำส่วนที่เป็นเนื้อของผล ไปทำเป็น ผลไม้กวน จันทน์เชื่อม จันทน์แช่ส้ม จันทน์เส้น จันทน์ฝอย เป็นต้น



ภาพที่ 10 ผลิตภัณฑ์ลูกจันทน์แช่ส้มและจันทน์ฝอย
ที่มา: (กลุ่มผลิตและแปรรูปลูกจันทน์ อ.ร่อนพิบูลย์, 2553)

2.6.6 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากลูกจันทน์

2.6.6.1 น้ำลูกจันทน์

น้ำลูกจันทน์ หมายถึง เครื่องดื่มที่ได้จากการนำลูกจันทน์สุกและอยู่ในสภาพดี มาล้างให้สะอาด ปอกเปลือกอาจนำมาผสมกับน้ำ ตีปั่นและกรอง อาจปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาลหรือน้ำผึ้ง อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกันอาจเติมกรดซิตริก น้ำผัก น้ำผลไม้อื่น เช่น น้ำแครอท หรือ

อาจเติมส่วนประกอบอื่น เช่น เมล็ดแมงลักวุ้นมะพร้าว นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม บรรจุในภาชนะบรรจุขณะร้อนแล้วทำให้เย็นทันที



ภาพที่ 11 ผลิตภัณฑ์น้ำลูกจันทร์

ที่มา: (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2548)

2.6.6.2 ลูกจันทร์เทศแห้งปรุงรส

ลูกจันทร์เทศแห้งปรุงรส หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำลูกจันทร์เทศที่สุกและอยู่ในสภาพดีมาล้างให้สะอาด ปอกเปลือก แช่น้ำเกลือ นำเนื้อลูกจันทร์เทศที่ได้มาหั่นเป็นชิ้นใหม่ขนาดตามต้องการ ล้างให้สะอาด ทำให้สะเด็ดน้ำ ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ น้ำตาล พริกป่น

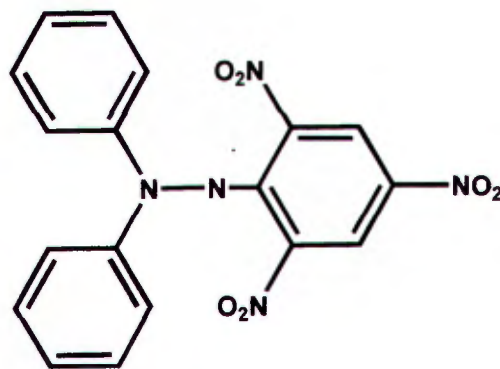
2.6.7 สารเคมีที่สำคัญ

สารเคมีที่พบในลูกจันทร์จะพบในส่วนของน้ำมันหอมระเหย โดยทั่วไปแล้วลูกจันทร์มีน้ำมันหอมระเหย 5-15% น้ำมันไม่มีสีหรือสีเหลืองอ่อน สำหรับสารเคมีที่พบมีหลายชนิด เช่น แคมเฟอร์อัลฟา-ไปนีน (α-pinene), แคมฟิน (camphene), ลินาลูล (linalool), ไมริสติซิน (myristicin), ซาฟรอล (safrole), ไอโซยูจีนอล (isoeugenol) เป็นต้น

ในสารเคมีต่างๆ พบอัลฟาไปนีนและแคมฟิน รวมกันมากถึง 80% นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า สารเคมีที่พบในลูกจันทร์ยังแตกต่างกันไปตามแหล่งปลูกอีกด้วย เช่น ยูจีนอลและซาฟรอลจะพบในลูกจันทร์ ที่ได้จากหมู่เกาะอินเดียตะวันออก ส่วนแคมเฟอร์จะพบในลูกจันทร์จากหมู่เกาะอินเดียตะวันตกเท่านั้น

2.7 การทดสอบฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Assay (Yamasaki และคณะ, 1994)

เป็นการทดสอบฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยให้สารตัวอย่างทำปฏิกิริยากับ DPPH (1,1- diphenyl-2-picrylhydrazyl) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระมีสีม่วง เมื่อ DPPH ได้รับอิเล็กตรอนหรืออนุมูลอิสระไฮโดรเจน จะเปลี่ยนเป็น DPPH : H ติดตามผลการทดลองโดยวัดการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรซึ่งเป็นค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH



DPPH radical (DPPH[•])



เมื่อ AH คือ สารต้านอนุมูลอิสระ และ A[•] คือ อนุมูลอิสระ

ภาพที่ 12 แสดงโครงสร้าง DPPH (1-1-dipheny 2-picryl –hydrazyl)

ที่มา: (ชุดิกาญจน์ สักดิ์สิงห์, 2551)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุดิบ

3.1.1 ลงพื้นที่เก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างจากบ้านร่อนนา ต.ร่อนพิบูลย์ อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช

3.2 อุปกรณ์-เครื่องมือ และสารเคมี

3.2.1 เครื่องมือ

- (1) เครื่องชั่งละเอียด 2 และ 4 ตำแหน่ง (Balance)
- (2) เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (PerkinElmer UV - VIS Spectrometer lambda12)
- (3) เครื่องกลั่นลดความดัน (Rotatory evaporator)

3.2.2 อุปกรณ์

- (1) ขวดปริมาตร
- (2) บีเปต
- (3) ปีกเกอร์
- (4) แท่งแก้วคน
- (5) กรวย
- (6) กระดาษกรอง
- (7) ซ้อนดักสาร
- (8) กระดาษอลูมิเนียมฟอยล์
- (9) กระบอกตรง
- (10) หลอดหยด
- (11) สเตนค์
- (12) ลูกยาง

3.2.3 สารเคมี

- (1) DPPH (2, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl)
- (2) สารละลาย Folin-Ciocalteu reagent
- (3) สารมาตรฐาน Ascorbic acid
- (4) สารมาตรฐาน Gallic acid
- (5) เมทานอล (AR grade)

(6) โซเดียมคาร์บอเนต 15 %

3.3 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

3.3.1 นำลูกจันทน์มาแยกส่วนที่เป็น เนื้อ และดอกออกจากกัน

3.3.2 นำส่วนต่างๆของลูกจันทน์มาบดให้ละเอียด

3.3.3 นำไปอบที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.4 การเตรียมสารเคมี

3.4.1 การเตรียมสารละลาย Ascorbic acid 10 ppm

ชั่งกรดแอสคอร์บิก 0.0100 g ละลายในเมทานอลปริมาณเล็กน้อยแล้วถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml และปรับปริมาตรด้วยเมทานอลสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นอื่นๆ เจือจางตามความเหมาะสม

3.4.2 การเตรียมสารละลาย DPPH 5×10^{-4} M

ชั่ง DPPH 0.1975 g ละลายด้วยเมทานอลเล็กน้อยแล้วเทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml และปรับปริมาตรด้วยเมทานอลให้ครบ 100 มิลลิลิตร

3.4.3 เตรียมสารละลาย Gallic acid 100 ppm

ชั่งกรดแกลลิก 0.1 g ละลายด้วยเมทานอลเล็กน้อยแล้วเทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml ด้วยเมทานอล

3.5 วิธีดำเนินการวิจัย

3.5.1 สกัดตัวอย่างตัวอย่างส่วนต่างๆของลูกจันทน์ด้วยเมทานอล

นำส่วนเนื้อและดอกของลูกจันทน์ที่ผ่านการอบแล้ว บดให้ละเอียดแล้วชั่งน้ำหนัก และนำไปสกัดด้วยเมทานอลเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเก็บสารละลายที่ได้หุ้มอะลูมิเนียมฟอยล์

3.5.2 การระเหยสารสกัดจากตัวอย่างส่วนต่างๆของลูกจันทน์

นำไประเหยด้วยเครื่อง Rotatory evaporator จนได้สารที่มีความเข้มข้นหนืด นำสารสกัดทั้ง 2 ตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก เก็บสารที่ได้ไว้ในบีกเกอร์หุ้มอะลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อทำการทดลองต่อไป

3.5.3 การวิเคราะห์สมบัติการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH

3.5.3.1 การทำกราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก

(1) ปิเปตสารละลายกรดแอสคอร์บิก 10.00 ppm ในปริมาตรต่างๆดังนี้ 5, 2.5, 1.25, 0.625, 0.3125 และ 0.15625 ppm แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 5.00 ml ด้วยเมทานอล จะได้สารละลายกรดแอสคอร์บิกที่มีความเข้มข้น 10, 5, 2.5, 1.25, 0.625, 0.3125 ppm ตามลำดับ

(2) ปิเปตสารละลายกรดแอสคอร์บิกจากข้อ (1) มา 3.00 ml ใส่บีกเกอร์และปิเปตสารละลาย DPPH 5×10^{-4} M ปริมาตร 2 ml ผสมสารแล้วเขย่าเข้ากัน ตั้งไว้ที่มีดจับเวลา จนกระทั่ง DPPH ทำปฏิกิริยากับ Ascorbic acid สังเกตสีของสารละลายมีสีม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองบันทึกเวลาแล้วนำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm

(3) นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก

3.5.3.2 การหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเนื้อลูกจันทน์ และดอกของลูกจันทน์ โดยวิธี DPPH

นำสารที่มีความเข้มข้นหนึ่งมาละลายด้วยเมทานอลแล้วเตรียมสารละลายเจือจาง 5 ความเข้มข้นในตัวทำละลายเมทานอล โดยปิเปตสารสกัดจากเนื้อของลูกจันทน์ปริมาตร 3 ml ลงในบีกเกอร์ เติม DPPH 5×10^{-4} M ปริมาตร 2 ml ผสมสารแล้วเขย่าเข้ากันแล้วนำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm

3.5.3.3 การคำนวณความสามารถฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

(1) หาค่า 50 % Inhibitory concentration (IC_{50} = ค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลง 50 %, mg/l)

(2) สร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารตัวอย่างกับค่าการดูดกลืนแสง

(3) หาค่า IC_{50} จากกราฟที่แสดงความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลง 50 %

(4) ใช้ค่า IC_{50} ในการเปรียบเทียบความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระระหว่างเนื้อและดอกลูกจันทน์กับสารมาตรฐาน Ascorbic acid

3.5.4 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยใช้ Folin-Ciocalteu reagent

3.5.4.1 การสร้างกราฟมาตรฐาน

(1) ปิเปตสารละลายกรดแกลลิก 100 ppm ในปริมาตรต่างๆดังนี้ 0.50, 1.00, 1.50, 2.50 3.75 และ 5.0 ml ปรับปริมาตรให้ครบ 5.00 ml ด้วยเมทานอล 95 %

(2) ปิเปตสารละลายกรดจากข้อ(1)มาสารละลายละ 1.00 ml ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml หุ้มอลูมิเนียมฟลอยด์ จะได้สารละลายเกลติกที่มีความเข้มข้นดังนี้ 4, 6, 8, 10, 20, 30 ppm ตามลำดับ

(3) เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 3.00 ml

(4) เติมน้ำ 60 ml ตั้งทิ้งไว้ 2 นาที

(5) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 15% ปริมาตร 20 ml

(6) เติมน้ำให้ได้ปริมาตร 100 ml แล้วเก็บในที่มืด 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

(7) นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm

(8) นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของกรดเกลติก

3.5.4.2 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก จากสารสกัดเนื้อลูกจันทน์ และดอกลูกจันทน์

(1) ปิเปตสารสกัดจากเนื้อลูกจันทน์ และดอกลูกจันทน์ ปริมาตร 1.00 ml ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml เติม Folin-Ciocalteu reagent 3.00 ml เติมน้ำ 60 ml ตั้งทิ้งไว้ 2 นาที เติมโซเดียมคาร์บอเนต 15 % ปริมาตร 20 ml เติมน้ำให้ได้ปริมาตร 100 ml เก็บในที่มืด 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้องนำสารที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm

(2) หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยนำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดจากเนื้อลูกจันทน์ และดอกลูกจันทน์ เทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดเกลติก

บทที่ 4

ผลการทดลองและการอภิปรายผลการทดลอง

4.1 การวิเคราะห์หาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH

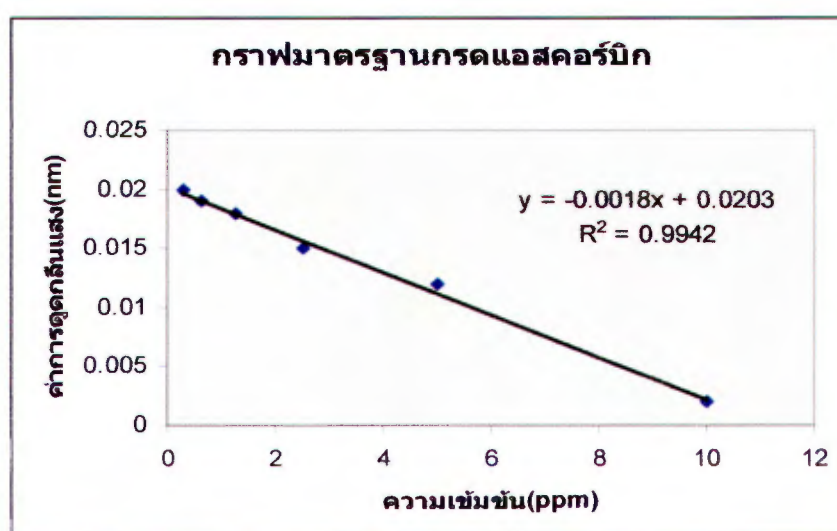
จากการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่เตรียมจากสารสกัดจากเนื้อและคอกลูกจันทน์โดยใช้ DPPH เป็นตัวทดสอบ และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm ผลการศึกษามีดังนี้

4.1.1 ผลการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของกรดแอสคอร์บิก

จากการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่เตรียมจากกรดแอสคอร์บิก ความเข้มข้น 10 ppm ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก(ppm)	ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH (Abs)
10	0.002
5	0.010
2.5	0.015
1.25	0.018
0.625	0.019
0.3125	0.020



ภาพที่ 13 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกรดแอสคอร์บิก

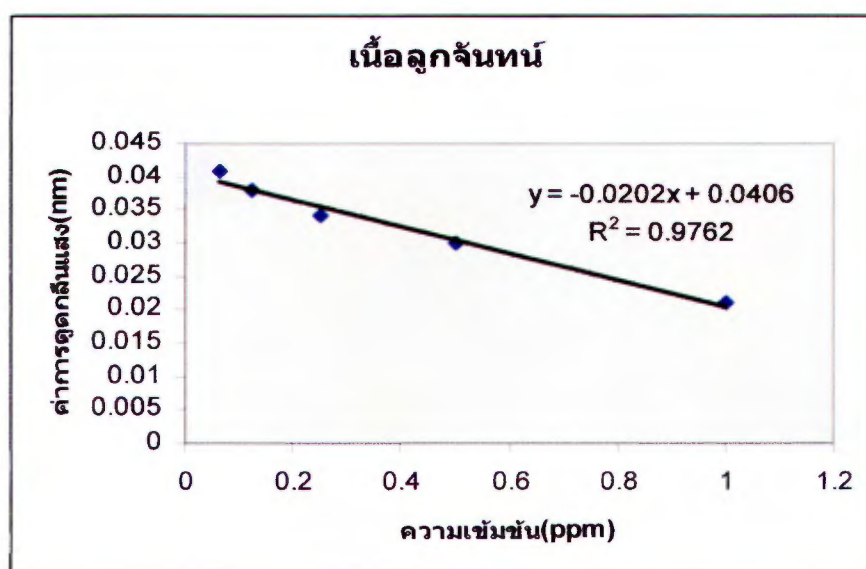
จากภาพที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระซึ่งหาเป็นค่า IC_{50} มีค่าเท่ากับ 0.57 mg/L

4.1.2 ผลการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเนื้อลูกจันทน์

จากการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่เตรียมจากสารสกัดจากเนื้อลูกจันทน์ ความเข้มข้น 1.00 ppm ผลการศึกษาดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเนื้อลูกจันทน์

ส่วนของลูกจันทน์	ความเข้มข้น(ppm)	ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH ที่ความยาวคลื่น 515 nm
เนื้อลูกจันทน์	1.0	0.025
	0.5	0.030
	0.25	0.034
	0.125	0.038
	0.0625	0.041



ภาพที่ 14 กราฟฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเนื้อลูกจันทน์

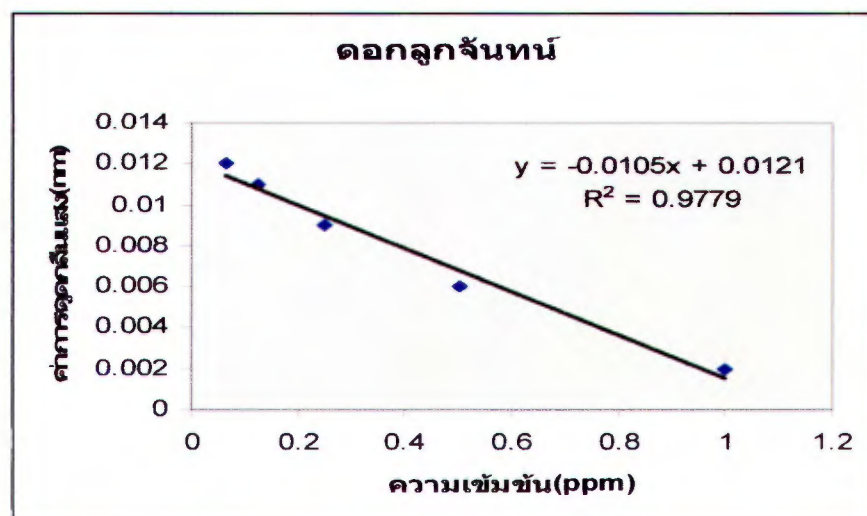
จากภาพที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเนื้อลูกจันทน์ กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระซึ่งหาเป็นค่า IC_{50} มีค่าเท่ากับ 0.98 mg/L โดยคำนวณจากสมการเส้นตรง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกรดแอสคอร์บิกแล้วเนื้อลูกจันทน์สามารถต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่ากรดแอสคอร์บิก

4.1.3 ผลการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของดอกลูกจันทน์

จากการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่เตรียมจากสารสกัดจากดอกลูกจันทน์ ความเข้มข้น 1.00 ppm ผลการศึกษาดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของดอกลูกจันทน์

ส่วนของลูกจันทน์	ความเข้มข้น(ppm)	ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH ที่ความยาวคลื่น 515 nm
ดอกจันทน์	1.0	0.002
	0.5	0.006
	0.25	0.009
	0.125	0.011
	0.0625	0.012



ภาพที่ 15 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของดอกลูกจันทน์

จากภาพที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของดอกลูกจันทน์ กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระซึ่งหาเป็นค่า IC_{50} มีค่าเท่ากับ 0.58 mg/L โดยคำนวณจากสมการเส้นตรง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกรดแอสคอร์บิกแล้วดอกลูกจันทน์สามารถต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงเทียบเท่ากับกรดแอสคอร์บิก

4.1.4 สมบัติการต้านอนุมูลอิสระของลูกจันทน์

สมบัติการต้านอนุมูลอิสระของลูกจันทน์ ในงานวิจัยจะรายงานเป็นฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเปรียบเทียบกับกรดแอสคอร์บิกโดยรายงานความเข้มข้นของสารมีฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระได้ครึ่งหนึ่ง Inhibitory Concentration at fifty percent (IC_{50})

ตารางที่ 4 สมการเส้นตรงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้น (R^2) ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระได้

ครึ่งหนึ่ง (IC_{50}) ที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสง DPPH ($A/2$) ลดลงครึ่งหนึ่ง

ชนิดตัวอย่าง	สมการ	$A/2$	R^2	$IC_{50}(\text{ppm})$
เนื้อมะขาม	$y = -0.0202x + 0.0406$	0.021	0.9762	0.98
ดอกมะขาม	$y = -0.0105x + 0.0121$	0.006	0.9779	0.58
กรดแอสคอร์บิก	$y = -0.0018x + 0.0203$	0.010	0.9942	0.57

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า กราฟของกรดแอสคอร์บิกจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.9942 สารสกัดจากเนื้อมะขาม 0.9762 และสารสกัดจากดอกมะขาม 0.9779 และสามารถคำนวณหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของลูกจันทน์เปรียบเทียบกับกรดแอสคอร์บิกโดยรายงานสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระได้ครึ่งหนึ่ง Inhibitory Concentration at fifty percent (IC_{50}) สามารถอ่านค่าจากกราฟมาตรฐานของกรดแอสคอร์บิกเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อมะขามและดอกมะขามมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.58, 0.98 mg/L ตามลำดับ ซึ่งทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกับ IC_{50} ของกรดแอสคอร์บิก เมื่อนำส่วนของสารสกัดจากเนื้อมะขามและดอกมะขามมาเปรียบเทียบกัน พบว่าสารสกัดจากดอกมะขามมีฤทธิ์ยับยั้งได้ดีกว่าสารสกัดจากเนื้อมะขาม

4.2 การหาปริมาณฟีนอลิก โดยใช้ Folin-Ciocalteu reagent

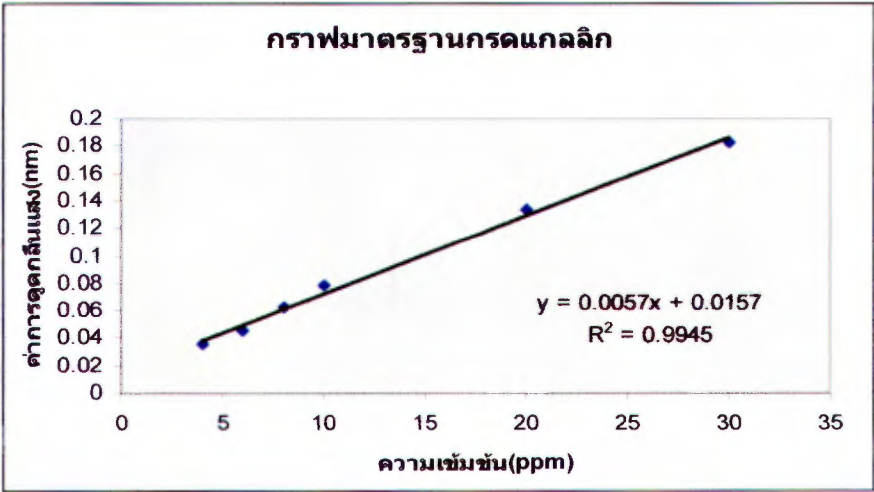
จากการศึกษาปริมาณฟีนอลิกที่เตรียมจากสารสกัดจากเนื้อลูกจันทน์ และดอกลูกจันทน์โดยใช้ Folin - Ciocalteu reagent เป็นตัวทดสอบ แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm

4.2.1 ศึกษาปริมาณการดูดกลืนแสงของกรดแกลลิก

จากการศึกษาปริมาณการดูดกลืนแสงของกรดแกลลิกที่เตรียมจากกรดแกลลิกที่มีความเข้มข้น 100 ppm แล้วนำมาเตรียมที่ความเข้มข้นต่างๆ 6 ความเข้มข้น ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าการดูดกลืนแสงของกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสงของกรดแกลลิก(Abs)
4	0.035
6	0.046
8	0.063
10	0.078
20	0.134
30	0.183



ภาพที่16 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดแกลลิกกับค่าการดูดกลืนแสง

ที่ความยาวคลื่น 750 nm

4.2.2 ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก จากสารสกัดจากเนื้อและดอกลูกจันทน์

จากการศึกษาปริมาณฟีนอลิกจากเนื้อลูกจันทน์และดอกลูกจันทน์ แล้วนำไปวัดเพื่อหาความเข้มข้น ผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกดังตาราง 6

ตารางที่ 6 ค่าความเข้มข้นและค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750

ส่วนของลูกจันทน์	ความเข้มข้น (ppm)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm(Abs)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (mg/L)
เนื้อ	6.7268	0.048	5.67
ดอก	13.136	0.065	8.65

จากการหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ในสารสกัดที่ได้จากเนื้อลูกจันทน์และดอกลูกจันทน์ โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน พบว่าในลูกจันทน์มีฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ โดยที่พบสารประกอบฟีนอลิกในเนื้อและดอกลูกจันทน์ปริมาณ 5.67, 8.56 mg/L ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกพบว่าปริมาณสารฟีนอลิกในดอกลูกจันทน์มีมากกว่าเนื้อลูกจันทน์

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การวิเคราะห์หาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระในลูกจันทน์โดยวิธี DPPH

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH assay ของสารสกัดจากลูกจันทน์ในตัวทำละลายเมทานอล โดยศึกษาส่วนของลูกจันทน์ 2 ส่วน คือ เนื้อลูกจันทน์ และคอกลูกจันทน์ซึ่งรวบรวมจากหมู่บ้านร่อนนา ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่าเนื้อลูกจันทน์และคอกลูกจันทน์ มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.98 และ 0.58 mg/L ตามลำดับ แสดงว่าคอกลูกจันทน์มีฤทธิ์ยับยั้งได้ดีกว่าเนื้อลูกจันทน์และใกล้เคียงกับกรดแอสคอร์บิก ซึ่งมีค่า IC_{50} 0.57 mg/L

5.1.2 การหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้ Folin-Ciocalteu reagent

การวิเคราะห์หาฟีนอลิกทั้งหมดโดยทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm พบว่าเนื้อลูกจันทน์มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 5.67 mg/L และคอกลูกจันทน์มีปริมาณฟีนอลิก 8.65 mg/L มากกว่าเนื้อลูกจันทน์ จะเห็นว่าคอกลูกจันทน์มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าเนื้อลูกจันทน์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการทดลองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH สามารถประยุกต์ใช้กับผักและผลไม้ชนิดอื่นๆ

5.2.2 สารมาตรฐานอนุมูลอิสระ DPPH assay วัตถุประสงค์การทำปฏิกิริยาควรหุ้มด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์

บรรณานุกรม

- จุฬาลักษณ์ ทวีบุตรและคณะ. (2552). **ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากรากสะสมอาหาร**
กวาวเครือแดง. สถาบันวิจัยวิทยาลัยและเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ .
- จักรพงษ์ ไพบูลย์. (2550). **อนุมูลอิสระ**.ภาควิชาเคมี วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล.
หน้า 46 กรุงเทพฯ .
- ชุดิกานุจน์ ศักดิ์สิงห์. (2551). **การศึกษาสมบัติต้านอนุมูลอิสระในผักพื้นบ้าน**.คณะวิทยาศาสตร์
สาขาเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ธัญลักษณ์ เมืองมัน. (2552). **การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักเชียงดา**.
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นงนภัส ดวงดี. (2551)**สารต้านอนุมูลอิสระ(Antioxidant)**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก
<http://www.thaiclinic.com/antioxidant.html>
- บงอร วงศ์รักษ์ และศศิลักษณ์ ปิยะสุวรรณ. (2549). **ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้าน**.
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ประสาร สวัสดิ์ชิตัง ปวีณา พงษ์คนตรีและประสิทธิ์ ใจศิลป์. (2548). **การศึกษาความสามารถ**
ในการต้านการเกิด ออกซิเดชันของสารสกัดจากเมล็ดงา. คณะวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประสาร สวัสดิ์ชิตัง . (2548). **ศึกษาความสามารถในการต้าน การเกิดออกซิเดชัน**
ของถั่วลิสงเมล็ดโตสายพันธุ์ต่างๆ. คณะวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พรรณี เค้นรุ่งเรือง. (2550). **ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเปลือกต้นวงศ์อบเชย**. สำนักวิจัย
การจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้. กรุงเทพฯ.
- ไพฑูรย์ โยธิน และ ประมินทร์ วีระศิลป์. (2550). **ได้การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลไม้ไทย**.
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก [http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps](http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps1058_48.pdf)
1058_48.pdf
- มหัศจรรย์.....จันทร์เทศ(ลูกจันทร์)**. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก [http://www.oknation.net/blog/](http://www.oknation.net/blog/ION/2008/04/01/entry-1)
ION/ 2008 /04/01/ entry-1
- วัชร หาดูยั้ง. (2549) **อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระในกลไกของการเกิดมะเร็ง**.
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สุกัญญา ชันติมงคล และ อรสา สุริยาพันธ์. (2550). **ได้ศึกษาสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ**
ดีทีพีเอของสารสกัดจากเมล็ดมะละกอพันธุ์.คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- โอภา วัชรคุปต์. (2550). **สารต้านอนุมูลอิสระ**.นิเวศนิเวศการพิมพ์.หน้า 105 – 173

ภาคผนวก

1. การคำนวณค่า IC_{50}

ค่า IC_{50} หมายถึงความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระ ที่สามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในปฏิกิริยาได้ 50% ได้จากการเขียนกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสง (แกน Y) กับค่าความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระ (แกน X) และคำนวณค่า IC_{50} ได้จากสมการเส้นตรง

$$y = ax + b$$

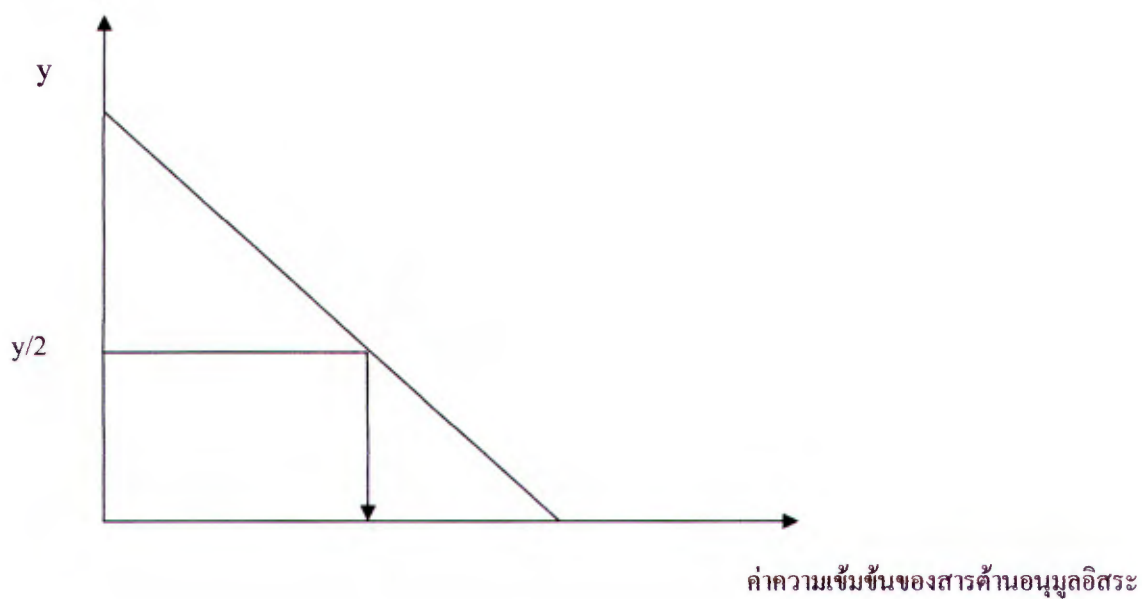
เมื่อ y คือค่าการดูดกลืนแสง

a คือ ความชันของกราฟ

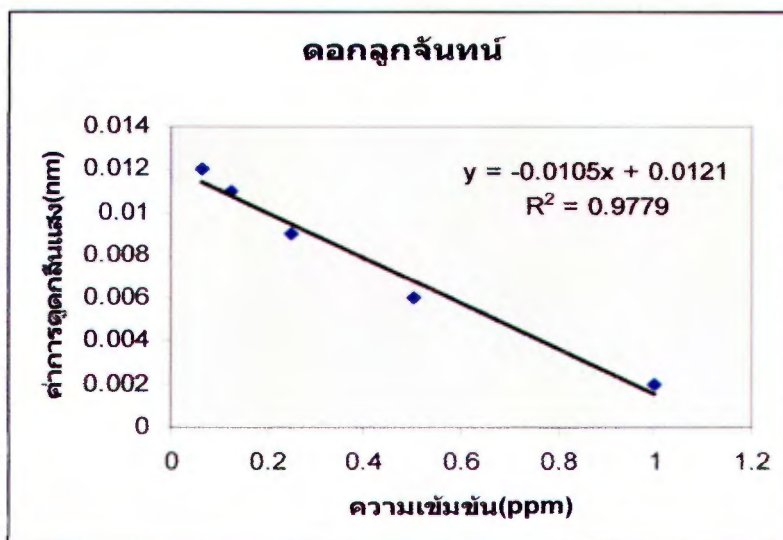
x คือ ค่าความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระ

b คือ จุดตัดแกน y

หาค่า x เมื่อแทนค่า $y/2$



ตัวอย่างการคำนวณ % IC₅₀ (V/V) ของดอกลูกจันทน์



จากกราฟ แทน y/2 ในกราฟมาตรฐานของสารสกัด

$$y = -0.0105x + 0.0121$$

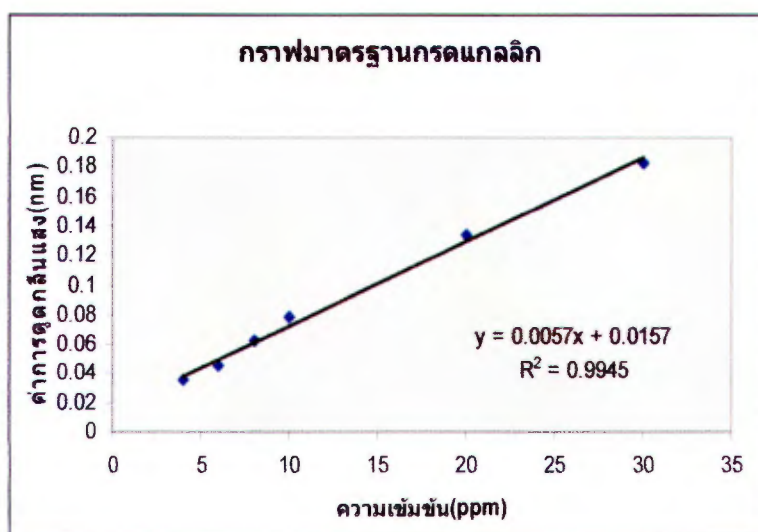
$$0.006 = -0.0105x + 0.0121$$

$$0.006 - 0.0121 = -0.0105x$$

$$\frac{0.0061}{-0.0105} = x$$

$$x = 0.58 \% \text{ V/V}$$

2. การคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในดอกลูกจันทน์



จากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก การดูดกลืนแสงของสารสกัดของดอกลูกจันทน์ มีค่าการดูดกลืนแสง $y = 0.065$) มาแทนในสมการ

$$y = 0.0057x + 0.0157$$

$$0.065 = 0.0057x + 0.0157$$

$$\frac{0.065 - 0.0157}{0.0057} = x$$

$$8.65 \text{ mg/L} = x$$

ในสารสกัด 1000 ml มีปริมาณกรดแกลลิก 8.65 mg

สารสกัด 100 ml มีปริมาณกรดแกลลิก = $\frac{8.65 \times 100}{1000}$

$$= 0.865 \text{ mg}$$

$$= 0.865 \text{ mg}$$

สารสกัด 2 mg มีปริมาณกรดแกลลิก 0.865 mg

สารสกัด $126.5 \times 10^{-2} \text{ g}$ มีปริมาณกรดแกลลิก = $\frac{126.5 \times 10^{-2} \times 0.865}{2}$

$$= 54.7 \text{ g}$$

$$= 54.7 \text{ g}$$

∴ ดอกลูกจันทน์หนัก 126.5 g มีปริมาณสารฟีนอลิก 54.7 g

เค้าโครงการวิจัย

ชื่องานวิจัย	สมบัติการต้านอนุมูลอิสระในลูกจันทน์เทศ (Antioxidative activity from <i>Myristica fragrans</i> Houtt.)
ประเภทงานวิจัย	วิจัยเพื่อพัฒนา
ผู้ทำการวิจัย	นางสาววรรณทิพย์ เหลือบโตะเหมาะ Miss Wantip Laptomo
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต(เคมี)
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปวีณา ปรวัฒน์กุล
สถานที่ทำการทดลอง	ศูนย์วิทยาศาสตร์ โปรแกรมภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ความสำคัญและความเป็นมาของงานวิจัย

อนุมูลอิสระ (free radicals) คือโมเลกุลหรืออนุภาคที่เกิดจากการออกซิเดชัน ที่มีอิเล็กตรอนที่ไม่เป็นคู่อยู่ เนื่องจากการรับหรือขาดอิเล็กตรอนในชั้นอิเล็กตรอนวงนอกสุด (outer orbital) เช่น hydrogen radical (H[•]) hydroxyl radical (HO[•]) เป็นต้น โดยปกติแล้วธาตุต่างๆที่อยู่ในโมเลกุลที่เสถียรจะต้องมีอิเล็กตรอนอยู่เป็นจำนวนคู่ ในกรณีที่มีการสูญเสียหรือรับอิเล็กตรอนมาตัวหนึ่งจะทำให้โมเลกุลนั้นเสถียรและมีความว่องไวมากทำให้ร่างกายของคนเราเกิดความผิดปกติต่างๆภายในร่างกาย โดยที่อนุมูลอิสระจะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลปกติโดยดึงอิเล็กตรอนมาตัวหนึ่ง ทำให้โมเลกุลนั้นกลายเป็นอนุมูลอิสระซึ่งทำให้ต้องไปแย่งอิเล็กตรอนจากโมเลกุลอื่น ยกเว้นในกรณีที่อนุมูลอิสระมารวมตัวกันเป็นโมเลกุลที่เสถียรขึ้น จึงจะเป็นการหยุดวงจรของอนุมูลอิสระ (วัชร หาดูยั้ง, 2549)

การเกิดอนุมูลอิสระทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย และมีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสารอนุมูลอิสระสามารถทำปฏิกิริยากับสารโมเลกุลชนิดต่างๆในร่างกายได้จำนวนมากก่อให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บหลายชนิด ซึ่งจะเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) คือสารจะทำให้ถูกอนุมูลอิสระเข้าทำปฏิกิริยาเสื่อมสภาพไปสร้างสารอนุมูลอิสระใหม่ไปเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและทำลายเนื้อเยื่อข้างเคียง หรือเนื้อเยื่ออีกต่อไปอย่างควบคุมปกติภายในเซลล์ จะมีกระบวนการควบคุมและทำลายสารอนุมูลอิสระได้แก่ Superoxide dismutase (SOD) catalase, glutathiond peroxidase เป็นต้น สารเหล่านี้ทำหน้าที่ด้านปฏิกิริยาออกซิเดชันและกำจัดอนุมูลอิสระได้ จึงทำให้เราทุกคนไม่เกิดโรคเมื่อได้รับสารกลุ่มอนุมูลอิสระเข้าสู่ร่างกาย ปัญหาที่เกิดโรคดังกล่าวแล้วมักเกิดจากการได้รับอนุมูลอิสระ จำนวนมากเกินไประบบด้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจะสามารถควบคุมไว้ได้หรืออาจเกิดจากระบบการต้านออกซิเดชันของอนุมูลอิสระ เสื่อมสภาพไปเอง

พืชเป็นแหล่งของสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเช่น Limonin nomilin จากเชื้อ *citrus grandis* (Chong de *et.al*, 2006) วิตามินอีจาก *lupinus albus* (Juanact. *et.al*. 2005) *silymarianum* (Dewick 1998) เป็นต้นการใช้พืชสมุนไพรในท้องถิ่นเพื่อรักษาโรคเป็นภูมิปัญญาของสังคมไทยที่สืบทอดกันมานาน นอกจากนำมาใช้ประโยชน์เป็นรักษาโรคเป็นอาหาร ปัจจุบันพืชสมุนไพรได้เข้ามามีบทบาทในการดูแลสุขภาพ เช่น อาหารเสริมสุขภาพ เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง เป็นต้น

ลูกจันทน์เทศ (Nutmeg) จัดเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยา ทั้งราก ใบ เปลือก ผล และเมล็ด ซึ่งสามารถนำมาประกอบเป็นยาสมุนไพร หรือยาแผนโบราณซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีคือสารกลุ่ม terpenoids เช่น linalool, nerol, (+) -pinene, oleic acid, phylloadrene, geraniol acetate เป็นต้น สารกลุ่ม phenylpropanoids ได้แก่ eugenol, 5-methoxy-eugenol, myristicin ส่วนของเนื้อหุ้มเมล็ดนำมาบริโภคได้โดยนำมาทำ จันทน์ฝอย จันทน์คอง จันทน์เชื่อม ฯลฯ ลูกและดอกจันทน์ทำเป็นเครื่องเทศ แต่งกลิ่นอาหาร ใช้ลดไข้ บำรุงตับและปอด บำรุงกำลัง ขับลม แก้ปวดมดลูก แก้ท้องร่วงธาตุพิการ ส่วนดอกจันทน์ใช้บำรุงโลหิต แก้การอักเสบของทางเดินปัสสาวะและกระเพาะปัสสาวะ ใช้เป็นยาขับลม เป็นยารับประทานแก้ปวดหัว เป็นไข้หรือทำให้ลมหายใจมีกลิ่นสะอาดและแก้อาการผิดปกติ ของระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้ยังใช้เป็นยาเพิ่มสมรรถภาพทางเพศ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการจัดตั้งกลุ่มสินค้า OTOP โดยใช้วัตถุดิบที่ขึ้นชื่อภายในท้องถิ่นของ ต.ร่อนพิบูลย์ อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากลูกจันทน์ต่างๆ เช่น ลูกจันทน์เส้น ซึ่งผลิตจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรบ้านร่อนนา ผลิตจากผลลูกจันทน์สด 100 % โดยใช้วัตถุดิบในอำเภอร่อนพิบูลย์ และผลิตจากภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยไม่ใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิต ผ่านการคัดสรรสุดยอดผลิตภัณฑ์ OTOP ระดับอำเภอ ปี 2547 (วันดี อินทนุพัตร, 2553)

ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH (2, 2 - diphenyl - 1-picryl-hydrazyl) ของสารสกัดจากลูกจันทน์โดยแยกแยะระหว่างเนื้อและดอกและมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีมากหรือน้อย ทั้งนี้เพื่อเป็นการนำเอาลูกจันทน์มาใช้ประโยชน์ในการรับประทานและเป็นสมุนไพร ที่สามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรในอนาคตและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้ผลของลูกจันทน์มีการเผยแพร่ข้อมูลให้รู้จักสรรพคุณของลูกจันทน์จะได้หันมาบริโภคลูกจันทน์มากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมบัติต้านอนุมูลอิสระในเนื้อลูกจันทน์และดอกลูกจันทน์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากเนื้อลูกจันทน์และดอกลูกจันทน์
3. เพื่อศึกษาหาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในเนื้อลูกจันทน์และดอกของลูกจันทน์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในเนื้อลูกจันทน์และดอกลูกจันทน์
2. ได้นำข้อมูลที่ได้นำไปเผยแพร่แก่ชุมชนที่ทำการผลิตเกี่ยวกับลูกจันทน์

3.. ทราบถึงปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในเนื้อลูกจันทน์และดอกของลูกจันทน์

ผลงานวิจัยเกี่ยวข้อง

จินดาพร คงเดช ัญญา เลหากุลจิตต์และ อรพิน เกิดชูชื่น. (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ประสิทธิภาพของการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากพืช 5 ชนิด” พืชสมุนไพรไทย 5 ชนิด ได้แก่ ขมิ้นชัน ไพล จิง ข่า และบัวบก สกัดโดยใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เอทานอล (EtOH) และปริโตเลียมอีเทอร์(PT) แล้วนำมาสกัดทดสอบความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (%tyrosinase inhibition) โดยวิธี enzyme assay และการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH scavenging assay ผลการทดสอบสารสกัดขมิ้นสดสกัดด้วย EtOH ขมิ้นสดสกัดด้วย PT ขมิ้นอบแห้งสกัดด้วย PT และไพลอบแห้งสกัดด้วย EtOH มีการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส เท่ากับร้อยละ 40.06 35.52 32.17 และ 29.77 ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระพบว่าขิงสดสกัดด้วย EtOH ขิงสดสกัดด้วย PT ขิงอบแห้งสกัดด้วย EtOH ขิงอบแห้งสกัดด้วย PT ให้ค่า %Inhibition ที่ความเข้มข้น 1 mg/ml สูงสุด เท่ากับร้อยละ 91.21 84.06 87.09 และ 76.92 ตามลำดับ และพบว่าค่า % Inhibition ของ DPPH scavenging มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณสารฟีนอลทั้งหมด

มธุรส มาลัยศรี รุ่งฤดี ศรีสำออง และ สุรัตน์ บุญผ่อง. (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “องค์ประกอบเคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของดอกเสลาใบใหญ่” สารสกัดหยาบส่วนเมทานอลและไดคลอโรมีเทนของดอกเสลาใบใหญ่ นำมาแยกสารให้บริสุทธิ์ด้วยคอลัมน์โครมาโตกราฟี และนำไปวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีโดยใช้เทคนิคทางสเปกโตรสโคปี ไคสารบริสุทธิ์ทั้งหมด 6 ชนิด คือ methyl gallate, ellagic acid, 3-O-methyl ellagic acid, 4-O-methyl ellagic acid, 4-O-methyl ellagic acid 3'-(2",3"-di-O-acetyl)- α -L-rhamnoside และ 3,4,3'-tri-O-methyl ellagic acid เมื่อทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธีดักจับ DPPH พบว่ามีค่า 95.77%, 93.54%, 92.59%, 91.87%, 79.71% และ 56.55% ตามลำดับ

สุกัญญา ชันติมงคล และ อรสา สุริยาพันธ์ (2550) ได้ศึกษาสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระดีฟิฟิเอชของสารสกัดจากเมล็ดมะละกอพันธุ์ การสกัดสารจากเมล็ดมะละกอด้วยแอลกอฮอล์ โดยใช้อัตราส่วนของผงเมล็ดมะละกอดต่อแอลกอฮอล์ 1:10 (น้ำหนักต่อปริมาตร) สกัดเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ไม่มีผลต่อระดับความแก่อ่อนของเมล็ดมะละกอ นอกจากนี้พบว่าชนิดของตัวทำละลายมีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณสารที่สกัดได้ ($p < 0.05$) โดยตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารจากเมล็ดมะละกอดิบ และสุก คือ เมทานอล และเอทานอล ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า สารสกัดจากเมล็ดมะละกอสุก (สีดำ) ที่สกัดด้วยเมทานอล มีประสิทธิภาพในการจับกับอนุมูลอิสระดีฟิฟิเอช สูงที่สุด คือมีค่าเป็น 84.70 % หรือ มีค่า TEAC เป็น 436.75 มิลลิกรัม Trolox TM/สารสกัด 100 กรัม

Adom and Liu (2002) สมบัติการต้านอนุมูลอิสระขมิ้น ได้แก่ ข้าวโปด ข้าวสาลี ข้าวไธ้ และการปริมาณฟลาโวนอยด์ โดยการทำให้เป็นสารประกอบเชิงซ้อน flavonoid –aluminum พร้อมทั้ง

ทดสอบสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ พบข้าวโพดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและ ฟลาโวนอยด์สูงสุด รวมทั้งมีสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด

Chidambara *et. al.* (2002) ได้ศึกษาสมบัติต้านอนุมูลอิสระของกากองุ่น โดยทำการสกัดกากองุ่นด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ เมทานอลและน้ำ พบเมทานอลเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด สกัดให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด และการสกัดจากกากองุ่น ที่มีความเข้มข้น 100 ppm สามารถยับยั้ง 0.1 mM DPPH radical ได้ถึง 87.1 % และสามารถยับยั้งการเกิด lipid peroxidation LDL oxidation รวมทั้งกำจัด hydroxyl radical ได้ถึง 71.7 91.2 และ 73.6 % ตามลำดับ

Lee *et. al.* (2002) มีการรายงานเกี่ยวกับสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วย เอทานอลของเปลือกแก้วคัส (*Opuntia ficus – indica* va. *saboten*) โดยการทำการวัดปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกและการทดสอบสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่าสารที่สกัดด้วยเอทานอลของเปลือกแก้วคัส มีสมบัติ Free radical scavenger ต่อ hydroxyl radical Superoxide anion radical และ DPPH radial รวมทั้งป้องกัน plasmid DNA ต่อการเข้าทำปฏิกิริยาของ hydroxyl radical อีกด้วย

สุกัญญา ชันติมงคล และ อรสา สุริยาพันธ์ (2550) ได้ศึกษาสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากเมล็ดมะละกอพันธุ์ การสกัดสารจากเมล็ดมะละกอด้วยแอลกอฮอล์ โดยใช้ อัตราส่วนของผงเมล็ดมะละกอดต่อแอลกอฮอล์ 1:10 (น้ำหนักต่อปริมาตร) สกัดเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ไม่มีผลต่อระดับความแก่อ่อนของเมล็ดมะละกอ นอกจากนี้พบว่าชนิดของตัวทำละลายมีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณสารที่สกัดได้ ($p < 0.05$) โดยตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารจากเมล็ดมะละกอดิบ และสุก คือ เมทานอล และเอทานอล ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า สารสกัดจากเมล็ดมะละกอสุก (สีดำ) ที่สกัดด้วยเมทานอล มีประสิทธิภาพในการจับกับอนุมูลอิสระดีฟิฟิเอช สูงที่สุด คือมีค่าเป็น 84.70 % หรือ มีค่า TEAC เป็น 436.75 มิลลิกรัม Trolox TM/สารสกัด 100 กรัม

ไพฑูรย์ โยธิน และ ประมินทร์ วีระศิลป์ (2550) ได้การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลไม้ไทย จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ หม่อน หว้า องุ่น จัน ลูกหอมและมะพลอด โดยการนำเนื้อผลไม้ไปคั้นน้ำและกรองแยกกากออก จากนั้นนำน้ำผลไม้ที่ได้ไปผ่านกระบวนการระเหยแห้งด้วยความเย็น (freeze dry) จนได้สารสกัดที่แห้ง ทำการทดสอบ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผลไม้ทั้ง 5 ชนิดด้วยวิธี DPPH method เปรียบเทียบกับ วิตามินซี และ วิตามินอี (Trolox) ซึ่งเป็นสารมาตรฐาน ผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบจากค่า IC_{50} โดยวิธี DPPH method พบว่าสาร สกัดจากหม่อนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด รองลงมาคือ หว้า จันลูกหอม มะพลอด และองุ่น โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 1,455.03, 1,974.93, 2,477.19, 4,094.70, 15,908.00 $\mu\text{g/ml}$ ตามลำดับ สำหรับวิตามินซี มีค่า IC_{50} 16.75 $\mu\text{g/ml}$ และ วิตามินอี มีค่า IC_{50} 25.69 $\mu\text{g/ml}$ ส่วน วิธี AAPH hemolysis method พบว่าฤทธิ์ยับยั้งการแตกของเม็ดเลือดแดง หม่อนมีค่ามากที่สุด

บังอร วงศ์รักษ์ และ ศศิลักษณ์ ปิยะสุวรรณ (2549) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้าน จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ผักกูด, ผักติ้ว, ผักปลังขาว, ย่านาง, ผักเหมียง และผักหวานบ้าน สกัดสารสำคัญจากผักแต่ละชนิดโดยการหมัก ด้วย methanol นาน 3 วัน แล้วนำไประเหยแห้งด้วยความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส

นำสารสกัดที่ได้มาแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ละลายในน้ำ และส่วนที่ไม่ละลายในน้ำซึ่งนำมาละลายกลับด้วย methanol ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักทั้ง 6 ชนิดด้วยวิธี DPPH assay โดยการผสมตัวอย่างที่ทดสอบกับสารละลาย 1,1-diphenyl -2- picrylhydrazyl (DPPH) แล้ววัดการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm เปรียบเทียบกับ control, วิตามินซี และ วิตามินอี (Trolox) ซึ่งเป็นสารมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดจากผักคัตวักแสดงฤทธิ์ต้าน อนุมูลอิสระมากที่สุด โดยสารสกัดส่วนที่ละลายในน้ำและส่วนที่ไม่ละลายในน้ำให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 205.96 $\mu\text{g/ml}$ และ 101.79 $\mu\text{g/ml}$ ตามลำดับ รองลงมาคือ สารสกัดจากย่านาง ให้ค่า IC_{50} 499.24 $\mu\text{g/ml}$ (ส่วนที่ละลายในน้ำ) และ 772.63 $\mu\text{g/ml}$ (ส่วนที่ไม่ละลายในน้ำ) สำหรับวิตามินซี และวิตามินอี ให้ค่า IC_{50} 9.34 $\mu\text{g/ml}$ และ 15.91 $\mu\text{g/ml}$ ตามลำดับ ส่วนสารสกัดจากผักอีก 4 ชนิดมีค่า IC_{50} มากกว่า 1,000 $\mu\text{g/ml}$ การตรวจสอบทางเคมีเบื้องต้นพบว่าสารสกัดผักคัตวักมี hydrolysable tannin ส่วนสารสกัดจากย่านางมี phenolic compounds และได้จัดทำ TLC fingerprints เพื่อเปรียบเทียบสำหรับการศึกษาค้างต่อไป

พรรณิ เค้นรุ่งเรือง (2550) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเปลือกต้นวงศ์อบเชย (Lauraceae) ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดเมทานอลของเปลือกต้นพีชวงศ์อบเชย (Lauraceae) 8 ชนิด คือ เปลือกต้นกระดังงาใบใหญ่ (*Litsea grandis* Hook. f.) เอียน (*Neolitsea zeylanica* Merr.), เทพทาโร (*Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm.) เจียด (*Cinnamomum iners* Blume) ทั้งบอน (*Phoebe grandis* (Nees) Merr.) ทำม้ง (*Litsea petiolata* Hook. f.) ยางปง (*Persea kurzii* Kosterm.) และ หมี่เหมีน (*Litsea glutinosa* C.B. Robins.) โดยให้ทำปฏิกิริยากับสารอนุมูลอิสระ DPPH (2, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงยูวี (UV absorbance) เพื่อหาค่า EC_{50} โดยใช้ BHT (3, 5-di-tert-butyl-4-hydroxytol) เป็นสารมาตรฐานเปรียบเทียบ พบว่าเปลือกต้นของพืชทุกชนิดที่ทดสอบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า BHT ซึ่งมี $EC_{50} = 11.820 \mu\text{g/ml}$ ยกเว้นเปลือกต้นกระดังงาใบใหญ่

จุฬาลักษณ์ ทวีบุตร, รจนา โอภาสศิริ และยุวดี มานะเกษม (2552) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากรากสะสมอาหารกวาวเครือแดง ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง พบว่า การพ่นเอทีฟอนเข้มข้น 300 และ 400 พีพีเอ็ม ทำให้ความหนาของชั้นคอร์เท็กซ์ของรากและปริมาณแอนโทไซยานินในรากสูงที่สุด ($P < 0.01$) เมื่อนำสารสกัดจากรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดงทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH เทียบกับสารมาตรฐาน trolox พบว่า ค่า IC_{50} ของสารสกัดทั้ง 5 ความเข้มข้นแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยสารสกัดจากรากสะสมอาหารที่พ่นด้วยเอทีฟอน 300 และ 400 พีพีเอ็มมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด และเปรียบเทียบค่า IC_{50} ของสารสกัดทั้ง 5 กับค่า IC_{50} ของ trolox ด้วยวิธี independent sample t-test พบว่า สารสกัดจากรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดงที่ฉีดพ่นด้วยเอทีฟอน 300 และ 400 พีพีเอ็ม มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกับ trolox

รัชฎ์ลักษณ์ เมืองมัน (2552) การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักเชียงดาต่อการป้องกันการแตกตัวของเม็ดเลือดแดงและการเสียหายของดีเอ็นเอในเซลล์เม็ดเลือดขาวมนุษย์ชนิด TK6 ผักเชียงดาถูกเตรียมด้วยวิธีการ 4 แบบ ได้แก่ น้ำคั้นผักสด ส่วนที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำ สกัดด้วยเอทานอลที่

ความเข้มข้นร้อยละ 50 และ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 95 นำมาทำการวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และทำการทดสอบคุณสมบัติการจับอนุมูลอิสระเพื่อป้องกันการทำลายสารชีวโมเลกุลใช้วิธี DPPH assay, deoxyribose assay, hemolysis assay และ comet assay โดยใช้ 50% Inhibition concentration (IC_{50}) ในการประเมินฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระในการประเมินฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระ ในการทดสอบทาง chemicalพบว่าน้ำคั้นผักสดมีคุณสมบัติด้านอนุมูลอิสระ และป้องกันการแตกตัวของเม็ดเลือดแดงและการเสียหายของดีเอ็นเอสูงสุด ส่วนสารสกัดด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 50 มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด และสารสกัดด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 95 มีฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกต่ำสุด

ประสาร สวัสดิ์ชิตัง,ปวีณา พงษ์คนตรี และ ประสิทธิ์ ใจจิต (2548) การศึกษาความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันของสารสกัดจากเมล็ดงา มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบประมาณ 38-48 ในจำนวนนี้เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวประมาณ 86% และมีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันได้ดีแสดงว่าในเมล็ดงามีสารที่มีความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันอยู่ด้วยเมล็ดงาสายพันธุ์ต่างๆ วิธีการทดสอบ DPPH ในการทดสอบผลการตรวจวัดความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดด้วยเมทานอลจากเมล็ดงา 25 พันธุ์ แสดงให้เห็นว่า งาดำพันธุ์ มข-2 มีความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้สูงที่สุด โดยให้หาความเข้มข้นที่ยับยั้งการเกิดออกซิเดชันที่ 50 % ได้ต่ำสุด 3.54 ± 0.15 % (ปริมาตร/ปริมาตร) เมื่อทดสอบ ด้วยวิธีที่ใช้สาร DPPH และพันธุ์ NS-6 ให้ค่าเท่ากับ 1.37 ± 0.03 (ปริมาตร/ปริมาตร)

ประสาร สวัสดิ์ชิตัง และคณะ, 2548 ศึกษาความสามารถในการต้าน การเกิดออกซิเดชันของถั่วลิสงเมล็ดโตสายพันธุ์ต่างๆ เมล็ดถั่วลิสงมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบประมาณ 45-55 % โดยมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่สูงประมาณ 86 % แต่มีความคงตัวต่อการเกิดออกซิเดชันได้ดีแสดงว่าในเมล็ดถั่วลิสง มีสารที่มีความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันอยู่ด้วย งานวิจัยมีวิธีทดสอบ 2 วิธีคือ ใช้สาร DPPH และใช้สาร ABTS ในการทดสอบ ผลการตรวจวัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดด้วยเมทานอล จากถั่วลิสงเมล็ดโต 20 สายพันธุ์พบว่าสายพันธุ์ (China 97-2xkk60 -3) F6-8-1 มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระสูงสุดโดยให้ค่าความเข้มข้นที่ยับยั้งการเกิดออกซิเดชันที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ได้ต่ำสุด คือมีค่าเท่ากับ 0.23 ± 0.00 % (v/v) และ 0.13 ± 0.00 % (v/v) เมื่อทดสอบด้วยวิธีการที่ใช้สาร DPPH และวิธีการที่ใช้สาร ABTS ตามลำดับ

ระวีวรรณ แก้วอมดวงส์ และทรงพร จิงมันคง (2549) ฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณสารฟีนอลรวม ของสารสกัดพืชสมุนไพรไทยบางชนิด การศึกษาฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระพืชสมุนไพรที่พบทั่วไปในจังหวัดอุบลราชธานี 8 ชนิด ได้แก่เหียง กระบก แมงลักคา หูเสือ เอนอ้า มะพอก มะสงและดัมกาขาว ด้วยการนำส่วนต่างๆ ของพืชมาสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย ethyl acetate และ ethanol ได้สารสกัดชั้น ethyl acetate และ ethanol ทั้งหมด 36 สารสกัด จากนั้นทดสอบการยับยั้งอนุมูลอิสระโดยใช้ DPPH พบว่าสารสกัดชั้น ethanol แสดงฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระได้สูงกว่าสารสกัดในชั้น ethyl acetate โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ในช่วง 19.8 ± 2.3 ถึง 51.4 ± 1.3 เมื่อใช้สารสกัดความเข้มข้นเดียวกัน (500 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

มีค่า vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) อยู่ในช่วง 4.4+7.2 ถึง 105.9+4.3 มิลลิกรัมวิตามินซี /100 กรัมสารสกัด

วิธีดำเนินการวิจัย

1 สกัดตัวอย่างตัวอย่างส่วนต่างๆของลูกจันทน์ด้วยเมทานอล

นำส่วนเนื้อและดอกของลูกจันทน์ที่ผ่านการอบแล้ว บดให้ละเอียดแล้วชั่งน้ำหนัก และนำไปสกัดด้วยเมทานอลเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเก็บสารละลายที่ได้

2 การระเหยสารสกัดจากตัวอย่างส่วนต่างๆของลูกจันทน์

นำไปประเหด้วยเครื่อง Rotatory evaporator จนได้สารที่มีความเข้มข้นหนืด นำสารสกัดทั้ง 2 ตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก เก็บสารที่ได้ไว้ในบีกเกอร์หุ้มอะลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อทำการทดลองต่อไป

3 การวิเคราะห์สมบัติการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH

3.1 การทำกราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก

(1) ปิเปตสารละลายกรดแอสคอร์บิก 10.00 ppm ในปริมาตรต่างๆดังนี้ 5, 2.5, 1.25, 0.625, 0.3125 และ 0.15625 แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 5.00 ml ด้วยเมทานอล จะได้สารละลายกรดแอสคอร์บิกที่มีความเข้มข้น 10, 5, 2.5, 1.25, 0.625, 0.3125 ppm

(2) ปิเปตสารละลายกรดแอสคอร์บิกจากข้อ (1) มา 3.00 ml ใส่บีกเกอร์และปิเปตสารละลาย DPPH 5×10^{-4} M ปริมาตร 2 ml ผสมสารแล้วเขย่าเข้ากัน ตั้งไว้ที่มีดจับเวลาจนกระทั่ง DPPH ทำปฏิกิริยากับ Ascorbic acid สังเกตสีของสารละลายมีสีม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองบันทึกเวลาแล้วนำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm

(3) นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิก

3.2 การหาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเนื้อลูกจันทน์ และดอกของลูกจันทน์ โดยวิธี DPPH

(1) นำสารที่มีความเข้มข้นหนืดมาละลายด้วยเมทานอลแล้วเตรียมสารละลายเจือจาง 5 ความเข้มข้นในตัวทำละลายเมทานอล โดยปิเปตสารสกัดจากเนื้อของลูกจันทน์ปริมาตร 3 ml ลงในบีกเกอร์เติม DPPH 5×10^{-4} M ปริมาตร 2 ml ผสมสารแล้วเขย่าเข้ากันแล้วนำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm

3.3 การคำนวณความสามารถยั้ต้านอนุมูลอิสระ

- (1) หาค่า 50 % Inhibitory concentration (IC_{50} = ค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์, มิลลิกรัมต่อลิตร)
- (2) สร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารตัวอย่างกับค่าการดูดกลืนแสง
- (3) หาค่า IC_{50} จากกราฟที่แสดงความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์
- (4) ใช้ค่า IC_{50} ในการเปรียบเทียบความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระระหว่างเนื้อและดอกลูกจันทน์กับสารมาตรฐาน Ascorbic acid

2. การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยใช้ Folin-Ciocalteu reagent

2.1 การสร้างกราฟมาตรฐาน

- (1) ปิ่ปเตสารละลายกรดแกลลิก 100 ppm ในปริมาตรต่างๆดังนี้ 0.50, 1.00, 1.50, 2.50 3.75 และ 5.0 ml ปรับปริมาตรให้ครบ 5.00 ml ด้วยเมทานอล
- (2) ปิ่ปเตสารละลายกรดจากข้อ(1)มาสารละลายละ 1.00 ml ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml ्ह้มอลูมิเนียมฟลอยด์ จะได้สารละลายแกลลิกที่มีความเข้มข้นดังนี้ 4, 6, 8, 10, 20, 30 ppm ตามลำดับ
- (3) เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 3.00 ml
- (4) เติมน้ำ 60 ml ตั้งทิ้งไว้ 2 นาที
- (5) เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 15% ปริมาตร 20 ml
- (6) เติมน้ำให้ได้ปริมาตร 100 ml แล้วเก็บในที่มืด 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง
- (7) นำสารละลาย ที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm
- (8) นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของกรดแกลลิก

2.2 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก จากสารสกัดเนื้อลูกจันทน์ และดอกลูกจันทน์

- (1) ปิ่ปเตสารสกัดจาก เนื้อลูกจันทน์ และดอกลูกจันทน์ ปริมาตร 1.00 ml ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml เติม Folin-Ciocalteu reagent 3.00 ml เติมน้ำ 60 ml ตั้งทิ้งไว้ 2 นาที เติมโซเดียมคาร์บอเนต 15 % ปริมาตร 20 ml เติมน้ำให้ได้ปริมาตร 100 ml เก็บในที่มืด 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้องนำสารที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm
- (2) หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยนำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดจากเนื้อลูกจันทน์ และดอกลูกจันทน์ เทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

ขอบเขตของงานวิจัย

- 1.งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมบัติด้านอนุมูลอิสระในเนื้อลูกจันทน์ และดอกจันทน์
2. หาความสามารถด้านอนุมูลอิสระ จากสารสกัดจากเนื้อลูกจันทน์และดอกลูกจันทน์โดยวิธี DPPH assay แล้วเทียบกับกรดแอสคอร์บิก และหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้ Folin-ciocalteu reagent

ระยะเวลาทำการวิจัย

มีนาคม 2553 – กันยายน 2553

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินงาน						
	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1.ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	←→						
2.เขียนเค้าโครงงานวิจัย		←→					
3.ทำการทดลอง			←→				
4.รวบรวมข้อมูล				←→			
5.วิเคราะห์ข้อมูลแปลผลและสรุปงานวิจัย					←→		
6.จัดทำเอกสารรายงานผลการวิจัย						←→	

อุปกรณ์-เครื่องมือ และสารเคมี

1. เครื่องมือ

- (1) เครื่องชั่งละเอียด 2 และ 4 ตำแหน่ง (Balance)
- (2) เครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (PerkinElmer UV - VIS Spectrometer lambda12)
- (3) เครื่อง Rotatory evaporator

2. อุปกรณ์

- (1) ขวดปริมาตร
- (2) ปิเปต
- (3) บีกเกอร์
- (4) แท่งแก้วคน

- (5) กรวย
- (6) กระดาษกรอง
- (7) ซ้อนตักสาร
- (8) กระดาษอลูมิเนียมฟอยล์
- (9) กระบอกตวง
- (10) หลอดหยด
- (11) สแตนดาร์ด
- (12) ลูกยาง

3. สารเคมี

- (1) DPPH (2, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl)
- (2) สารละลาย Folin-Ciocalteu reagent
- (3) สารมาตรฐาน Ascorbic acid
- (4) สารมาตรฐาน Gallic acid
- (5) เมทานอล
- (6) โซเดียมคาร์บอเนต 15 %

ลูกจันทน์เทศ

Nutmeg

ชื่อ ลูกจันทน์เทศ

ชื่ออื่น จันทน์บ้าน

ชื่อวิทยาศาสตร์ . *Myristica fragrans* Houtt

วงศ์ Myricaceae

ชื่อสามัญ Nutmeg

ประเภทไม้ ไม้ยืนต้น



ลักษณะทั่วไป ไม้ยืนต้นขนาดปานกลางจนถึงขนาดใหญ่ ลำต้นมีความสูง 30-60 ฟุต บางครั้ง อาจสูงมากถึง 70-80 ฟุต ลำต้นแตกแขนงได้มากมาย เปลือกของลำต้นมีสีเทาเข้ม

-ใบ ใบมีสีเขียวเข้ม มีรูปร่างแบบปลายหอก ใบยาว 2-5 นิ้ว ใบมีสีน้ำตาลหรือเสียงเหลืองอ่อน

-ดอก ดอกแยกเพศ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่ต่างต้น ดอกตัวผู้จะเกิดอยู่เป็นกลุ่ม ส่วน ดอกตัวเมียจะเกิดอยู่เดี่ยวๆ และมีขนาดใหญ่กว่าดอกตัวผู้

-ผล ผลมีรูปร่างเกือบกลม สีแดงหรือเหลือง หรือเหลืองส้ม ผลสดฉ่ำน้ำ ขนาดประมาณผลหมาก ผลแก่จัดแตกครึ่ง เมล็ดเดี่ยวสีน้ำตาล มีรูกผ่านบางมีหลายแฉกสีแดงสดหุ้มเมล็ด เรียกกันทั่วไปว่าดอกจันทน์เทศ เปลือกเมล็ดแข็ง เนื้อเมล็ดมีกลิ่นหอม ที่เรียกว่าลูกจันทน์เทศ

การขยายพันธุ์

นิยมขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด โดยนำเมล็ดจันทน์เทศมาเพาะในถุงเพาะชำประมาณ 3-4 เดือน เมล็ดจะงอกเป็นต้นสูงประมาณ 1 ฟุต จึงย้ายลงปลูกในหลุม

การกระจายพันธุ์

เป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น มีฝนตกในแต่ละปี ประมาณ 80-100 นิ้ว เจริญเติบโตในที่สูงจากระดับน้ำทะเล 900 เมตร หรือ 1,500 ฟุต สามารถขึ้นได้ในสภาพของดินเกือบทุกชนิด แต่ดินที่เหมาะสมควรเป็นดินร่วนปนทราย ที่มีอินทรีย์วัตถุสูง

การดูแลรักษา

ต้นจันทน์เทศเป็นพืชที่ต้องการร่มเงาเพื่อการเจริญเติบโต จำเป็นต้องปลูกแซมไม้ยืนต้น เช่น มะพร้าว มังคุด เป็นต้น และต้องหมั่นกำจัดวัชพืชที่จะมาแย่งน้ำ แร่ธาตุอาหารต่าง ๆ รวมทั้งปลูกซ่อมต้นที่ตาย สำหรับปัญหาโรคแมลงศัตรูพืชมีไม่มาก



การใช้ประโยชน์

ผลจันทน์เทศสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ดังนี้

- เนื้อผลลูกจันทน์ คือส่วนของเมล็ดมีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ
- ดอกจันทน์ คือส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดมีสีแดงเข้มซึ่งบางท้องถิ่นเรียกว่า "รก"
- ผลจันทน์เทศที่แก่จัดทั้ง 3 ส่วน นี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดอกจันทน์และลูกจันทน์ใช้

ประโยชน์หลายอย่าง เช่น ประุงอาหาร โดยนำไปผสมขนมปัง เนย ไข่กรอก แสม เบคอน เนื้อคูนต่างๆ แยม มัสมั่น แกงกะหรี่ น้ำพริกสำเร็จรูป เพื่อการถนอมอาหาร เป็นยาบำรุง ขับลมในระบบทางเดินอาหารและยาสมาน ทำเครื่องหอมและเครื่องสำอาง

สำหรับเนื้อผลจันทน์เทศสามารถนำไปทำเป็นอาหารได้หลายรูปแบบแต่ยังไม่แพร่หลายและเป็นที่รู้จักมากนัก เนื่องจากการแปรรูปยังมีไม่มาก ผลิตภัณฑ์จากเนื้อผลจันทน์เทศจะพบมาก ในประเทศอินโดนีเซียซึ่ง

เป็นแหล่งผลิตรายใหญ่ของโลก ปัจจุบันได้มีการนำผลจันทน์เทศมาแปรรูปเพื่อทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น จันทน์เทศเชื่อม เนื้อจันทน์เทศตากแห้ง หรือนำไปดอง การแปรรูป

การผลิตลูกจันทน์และดอกจันทน์แห้ง

เก็บผลจันทน์เทศที่แก่จัด นำไปล้างปอกเปลือกและผ่าเป็น 2 ซีก ส่วนของเนื้อผลนำไปแปรรูปต่อไป แกะส่วนดอกจันทน์เทศคือส่วนของรกหุ้มเมล็ด มีลักษณะคล้ายร่างแห มีสีแดงสดและรัดติดแน่นอยู่กับเมล็ด ลอกออกจากเมล็ด โดยระวังอย่าให้ดอกจันทน์เทศขาดเพราะจะขายได้ราคาลดลง นำส่วนดอกจันทน์เทศไปกลิ้งให้แบนอย่าให้แตกหรือหัก จากนั้นนำทั้งดอกจันทน์เทศและลูกจันทน์เทศ (ส่วนของเมล็ดที่มีเปลือกแข็งสีน้ำตาลรูปวงยาวรี ที่ลอกเอารกหรือดอกจันทน์เทศออกแล้ว) ไปตากแดด การตากแดดจันทน์เทศใช้เวลาประมาณครึ่งวันหรือ 2 - 4 ชั่วโมง ดอกจันทน์จะแห้งสนิท ส่วนการตากลูกจันทน์เทศต้องหมั่นกลับลูกจันทน์เทศให้แห้งอย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการเน่าเสียและเชื้อราเมื่อลูกจันทน์เทศแห้งดีแล้วจะมีน้ำหนักลดลงประมาณร้อยละ 25 ใช้เวลาดตากประมาณ 7 วัน จะแห้งสนิท หรืออาจจะทำให้แห้งด้วยความร้อนโดยการอบก็ได้แต่ต้องระวังอย่าให้ควันไฟ ถูกดอกจันทน์เทศโดยตรงเพราะจะทำให้คุณภาพลดลง

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. กองส่งเสริมพืชสวน. กลุ่มพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ. เครื่องเทศ. ค้นวันที่ 17 กรกฎาคม 2550. จาก <http://www2.doac.go.th/www/work/web/vachira/page5.htm>

กรมวิชาการเกษตร. ฐานความรู้ด้านพืช. จาก http://www.doa.go.th/pl_data/02_LOCAL/oard7/chunted/main.html

ประวัติของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาววรรณทิพย์ เหล็บโต๊ะเหมาะ
 เกิด วันที่ 27 พฤศจิกายน 2531
 อายุ 22 ปี
 ภูมิลำเนา 3 หมู่ที่ 3 ตำบลลำร่มไพร อำเภอสุคริน จังหวัดนราธิวาส 96190

ประวัติการศึกษา ระดับประถมศึกษา โรงเรียนบ้านร่วมใจ ตำบลร่มไพร
 อำเภอสุคริน จังหวัดนราธิวาส
 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสุครินวิทยา ตำบลสุคริน
 อำเภอสุคริน จังหวัดนราธิวาส
 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสุครินวิทยา ตำบลสุคริน
 อำเภอสุคริน จังหวัดนราธิวาส
 ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิชาเคมี
 คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช