บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (free radical scavenging activity) และหาปริมาณสารประกอบฟีนอลลิกทั้งหมด (total phenolic content) จากสารสกัดหยาบใบขลู่ ซึ่งผลการทดลองสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

การสกัดใบขลู่ด้วยตัวทำละลาย 95% เอทานอล (ethanol) ได้สารสกัดหยาบที่มีลักษณะสีเขียวเข้ม และหนืด และคิดเป็นร้อยละของสารสกัดหยาบ (%yield) เท่ากับ 67.08 %

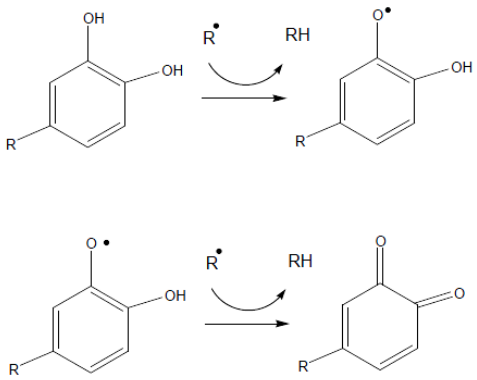
การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (free radical scavenging activity) ของสารสกัดใบขลู่ (*P.indica* extract) ด้วยวิธี DPPH assay เปรียบเทียบกับวิตามินซี (L-ascorbic acid) พบว่า สารสกัดใบขลู่ และวิตามินซี มีค่าการกำจัดอนุมูลอิสระได้ 50% (half maximal effective concentration, EC_{50}) เท่ากับ 0.27±0.002 และ 0.031 ± 0.01 mg/mL ตามลำดับ จากผลดังกล่าวอภิปรายผลได้ว่า สารสกัดใบขลู่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าวิตามินซีประมาณ 10 เท่า อาจเนื่องมาจากวิตามินซี เป็นสารบริสุทธิ์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยตรง ส่วนสารสกัดใบขลู่ที่นำมาทดสอบเป็นสารสกัดหยาบที่มีองค์ประกอบทางเคมีหลากหลาย จึงทำให้เมื่อทดสอบด้วยวิธีนี้สารสกัดจึงมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่น้อยกว่าวิตามินซี

การวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content) ในสารสกัดใบขลู่ ด้วยวิธี Folin–Ciocalteu assay เมื่อนำมาเทียบกับกราฟของสารมาตรฐาน (calibration curve) ของกรดแกลลิก (gallic acid) พบว่า สารสกัดใบขลู่มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 280.30±10.0 mgGAE/1 g สารสกัด

การตรวจสอบการต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดหยาบใบขลู่ชั้นเอทานอล ด้วยวิธี Thin layer chromatography (TLC) เมื่อตรวจสอบการต้านอนุมูลอิสระ DPPH free radical พบว่าสารสกัดมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยการฟอกจากสีของสารละลาย DPPH จากสีม่วงเป็นสีเหลือง และเมื่อตรวจสอบองค์ประกอบที่เป็นสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดใบขลู่ พบว่าสารสำคัญในสารสกัดใบขลู่ชั้นเอทานอลได้แก่ สาร quercetin ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลิก กลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ประเภท ฟลาโวนอล (flavonol) จากผลการทดสอบนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Traithip (2005)

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดใบขลู่ชั้นเอทานอล (*P.indica* ethanolic extract) ซึ่งสารจำพวกฟีนอลิก (phenolic compounds) เป็นสารกลุ่มใหญ่ที่พบมากในพืชตัวอย่างของสารกลุ่มนี้ที่พบในสารสกัดใบขลู่ได้แก่ สาร quercetin ซึ่งโครงสร้างหลักประกอบด้วย aromatic ring แทนที่ด้วย hydroxy (OH) group (ภาพที่ 2.2) ซึ่งสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ส่วนมากเป็นสารที่มีขั้ว ละลายในตัวทำละลายจำพวกแอลกอฮอล์ (alcohol) ได้ดี กลไกของสารจำพวกฟีนอลที่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดังแสดงในภาพที่ 5.1 คือเมื่อมีอนุมูลอิสระ

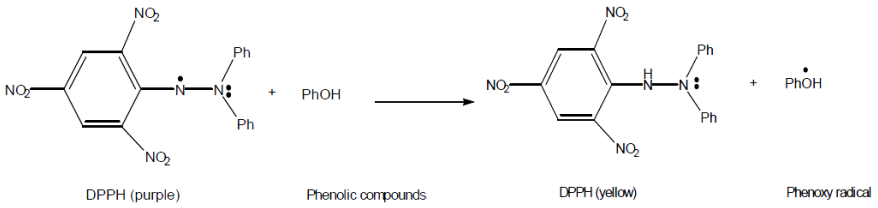
มาดึงอิเล็กตรอนไปแต่ในโครงสร้างมีอิเล็กตรอนหนาแน่นจึงสามารถเกิดการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนไปทั่วโครงสร้าง (delocalization) ทำให้โครงสร้างเสถียรไม่เกิดเป็นอนุมูลอิสระต่อไป (Pietta, 2000)



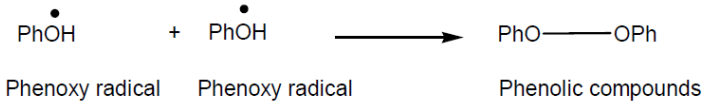
ภาพที่ 5.1 กลไกการต้านอนุมูลอิสระของสารจำพวกฟีนอล

สำหรับกลไกการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารจำพวกฟีนอล (ภาพที่ 5.2) เกิดจากการให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ DPPH ของสารจำพวกฟีนอล โดยที่อนุมูลอิสระ DPPH ในสารละลายจะมีสีม่วง เมื่อสารจำพวกฟีนอลให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ DPPH จะได้เป็นสาร DPPH ที่ไม่เป็นอนุมูลอิสระต่อไป ซึ่งจะเห็นเป็นสีเหลืองนวล (ขั้นที่ 1) ส่วน phenoxy radical ที่เกิดขึ้นจะจับกัน ทำให้ปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระหมดไป (ขั้นที่ 2) (Amic, Davidovic-Amic, Beslo, Trinajstic, 2003)

ขั้นที่ 1



ขั้นที่ 2



ภาพที่ 5.2 กลไกการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารจำพวกฟีนอล

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบขลู่ในชั้นเอทานอล พบว่าสารสกัดมีค่าการกำจัดอนุมูลอิสระได้ 50% (EC_{50}) แปรผันตรงกับปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด กล่าวคือ สารสกัดให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่ต่ำ และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในปริมาณต่ำด้วยเช่นกัน

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาเป็นตำรับเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของสารสกัดใบขลู่ได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง เช่น ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส (tyrosinase inhibitory activity) เป็นต้น

2. ควรมีการแยกสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ในสารสกัดใบขลู่ด้วยวิธีโครมาโทกราฟี (chromatography) เช่น คอลัมน์โครมาโทกราฟี (column chromatography) แล้วมีการพิสูจน์โครงสร้างทางเคมีของสารสำคัญนั้นๆ รวมถึงหาปริมาณสารสำคัญเปรียบเทียบกับ standard marker ด้วยวิธี High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

3. การตั้งตำรับเครื่องสำอางโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากงานวิจัยนี้