10405

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

คุณค่าทางโภชนเภสัชจากชาสมุนไพร

(Nutraceutical evaluations of herbal teas)

จัดทำโดย

นางสาว ชาลิตา ศิลปรัศมี รหัสนักศึกษา 44040901
นางสาว ลัคน์วัณณ์ เมืองทองอ่อน รหัสนักศึกษา 44040908
นางสาว ปาจารีย์ ปัญญาสุ รหัสนักศึกษา 440401917

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....วิพัสย์ อารีกุล..... ....25..../..มีนาคม../2548... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร. วริพัสย์ อารีกุล)

ปฐ.
ฉ526ค
2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่
เลขทะเบียน 96935
วัน.เดือน.ปี 5 JUN 2009

นางสาวชาลิตา ศิลปรัศมี นางสาวลัคน์วัณณ์ เมืองทองอ่อน และนางสาวปาจารีย์ ปัญญาสุ. 2547. คุณค่าทางโภชนเภสัชจากชาสมุนไพร สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการจัดตั้งคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดที่ทำการศึกษาได้แก่ ชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า (*Aspidistra sp*) เบญจขันต์ (*Gynostemma pentaphyllum*) และอัญจาริกา (*Angelica acutiloba*) ประกอบด้วยปริมาณโพลีฟีนอลเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ เบญจขันต์ อัญจาริกา และปู่เฒ่าลืมไม้-เท้า ในขณะที่ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่วิเคราะห์โดยวิธีการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH (2, 2 –diphenyl-1-picryhydrazyl radical) มีค่าสูงสุดคือ เบญจขันต์ รองลงมาได้แก่ ปู่เฒ่าลืมไม้เท้า และอัญจาริกา ตามลำดับ กระบวนการผลิตชาสมุนไพรมีผลต่อการลดลงของปริมาณโพลีฟีนอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยลดลงประมาณ 35-58 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณโพลีฟีนอลในตัวอย่างสดของชาทั้ง 3 ชนิดและ ในขั้นตอนการอบแห้งมีการลดปริมาณโพลีฟีนอลสูงสุด และในขั้นตอนการอบแห้งมีการลดปริมาณโพลีฟี-นอลสูงสุด ในขณะที่ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลงมากที่สุดใน 35.4 เท่าชาอัญจาริกา และมีปริมาณลดลงในชาเบญจขันต์ และปู่เฒ่า-ลืมไม้เท้า 4.2, 1.1 เท่า และ นอกจากนี้ในขั้นตอนการคั่วจะพบการเพิ่มขึ้นของสารต้านอนุมูลอิสระในชาทั้ง 3 ชนิด อันเนื่องมาจาก intermediates ของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล

ส่วนขั้นตอนการนวดของชาสมุนไพรก็มีแนวโน้มของการลดลงของสารประกอบโพลีฟีนอลและสารต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปริมาณโพลีฟีนอลในชาอัญจาริกา ซึ่งลดลงประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ในการนวด 10 นาที และสารต้านอนุมูลอิสระในเบญจขันต์ประมาณ 51เปอร์เซ็นต์ในการนวด 30 นาที

ชาลิตา ศิลปรัศมี
ลัคน์วัณณ์ เมืองทองอ่อน
ปาจารีย์ ปัญญาสุ

(ลายมือนักศึกษา)

ดร. วริพัสย์ อารีกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา

25 / 3 / 2547
(วัน/เดือน/ปี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่องการศึกษาคุณค่าทางโภชนเภสัชจากชาสมุนไพรฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์วริพัสย์ อารีกุล อาจารย์ที่ปรึกษาของข้าพเจ้าที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาคอยแนะนำ ให้คำปรึกษา ให้อุปกรณ์และสถานที่ในการทดลอง ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการจัดทำรวมทั้งตรวจแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาทางบ้านที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนด้านงบประมาณทำให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการเบิกยืมอุปกรณ์ สารเคมี รวมทั้งพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ลาดกระบังที่ให้คำแนะนำดีๆและช่วยเหลือให้กำลังใจข้าพเจ้าตลอดมา

ชาลิตา ศิลปรัศมี
ลัคน์วัณณ์ เมืองทองอ่อน
ปาจารีย์ ปัญญาสุ
25 มีนาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	
2.1 ชาสมุนไพร	2
2.2 อนุมูลอิสระ (Free Radicle)	3
2.3 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)	7
2.4 สารประกอบสำคัญในชา	8
2.5 ประโยชน์ของสารประกอบโพลีฟีนอล	12
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 วัตถุดิบ	16
3.2 อุปกรณ์	16
3.3 สารเคมี	17
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	17
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1ผลการทดลอง	21
4.1.1 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการผลิตชาเบญจขันต์	21
4.1.2 การเปลี่ยนแปลงในขั้นตอนการนวดชาเบญจขันต์	23
4.1.3 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการผลิตชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า	24
4.1.4 การเปลี่ยนแปลงในขั้นตอนการนวดชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า	26
4.1.5 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการผลิตชาอัญจาริกา	28
4.1.6 การเปลี่ยนแปลงในขั้นตอนการนวดชาอัญจาริกา	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 องค์ประกอบที่สำคัญของชา	3
ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น, ปริมาณโพลีฟีนอล และ EC_{50}ของเบญจขันต์ ในแต่ละขั้นตอนการผลิต	21
ตารางที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น, ปริมาณโพลีฟีนอล และ EC_{50}ของชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้าในแต่ละขั้นตอนการผลิต	25
ตารางที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น, ปริมาณโพลีฟีนอล และ EC_{50}ของชาอัญจาริกา ในแต่ละขั้นตอนการผลิต	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานและการระบุตำแหน่งคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลฟลาโวนอยด์ 9

ภาพที่ 2 ลักษณะโครงสร้างพื้นฐาน คาเทชิน 10

ภาพที่ 3 ลักษณะโครงสร้างของ กรดแกลลิก 11

ภาพที่ 4 แสดงปริมาณโพลีฟีนอลของเบญจขันต์ที่ผ่านการนวดที่ระยะเวลาต่างๆ 23

ภาพที่ 5 แสดงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของเบญจขันต์ 24
ที่ผ่านการนวดที่ระยะเวลาต่างๆ

ภาพที่ 6 แสดงปริมาณโพลีฟีนอลของปู่เฒ่าลืมไม้เท้าที่ผ่านการนวดที่ระยะเวลาต่างๆ 27

ภาพที่ 7 แสดงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของปู่เฒ่าลืมไม้เท้านวด 28
ที่ผ่านการนวดที่ระยะเวลาต่างๆ

ภาพที่ 8 แสดงปริมาณโพลีฟีนอลของอัญจาริกาที่ผ่านการนวดที่ระยะเวลาต่างๆ 31

ภาพที่ 9 แสดงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของอัญจาริกากับการนวด 32
ที่ระยะเวลาต่างๆ

ภาพที่ 10 เปรียบเทียบปริมาณโพลีฟีนอลของชา 3 ชนิดในแต่ละขั้นตอน 33

ภาพที่ 11 เปรียบเทียบค่า EC_{50} ของชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดมาในแต่ละขั้นตอน 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

ชา *(Camellia sinensis)* เป็นพืชที่ใช้เป็นเครื่องดื่มมานานกว่า 2,000 ปี โดยเฉพาะชนชาติจีนและอินเดีย ต่อมาได้แพร่หลายไปทั่วโลกและถือว่าเป็นเครื่องดื่มสากลชนิดหนึ่ง คุณภาพของชาขึ้นกับสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ ดังนั้นชาที่ได้จากแต่ละพื้นที่ในแต่ละฤดูกาล จะมีรสชาติที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วชาที่ปลูกในที่สูงจะมีกลิ่นและรสชาติที่ดีกว่าชาที่ปลูกในพื้นที่ที่ต่ำกว่ามากจึงนิยมปลูกกันมากในพื้นที่ลาดชันบนภูเขาทางภาคเหนือของประเทศไทย ชามีกลิ่นรสและสรรพคุณต่างๆ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือสารประกอบโพลีฟีนอล ซึ่งสารประกอบดังกล่าวบางชนิด มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

ชาสมุนไพรคือสมุนไพรที่นำมาบริโภคในรูปแบบเช่นเดียวกับชา ซึ่งมีสรรพคุณทางยา อีกทั้งประกอบด้วยกลุ่มของสารประกอบโพลีฟีนอล แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาถึงคุณค่าทางโภชนเภสัชของชาอัญจาริกา ชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า ชาเบ็ญจขันธ์ ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล ขึ้นอยู่กับชนิดของชาสมุนไพรและกระบวนการผลิต ดังนั้นการศึกษาถึงปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการผลิตต่อคุณค่าทางโภชนเภสัชของชาสมุนไพร อาจนำไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรม
(www.ipst.ac.th/ThaiVersion/publication/in_sci/tea.htm)

1.2 วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในระหว่างกระบวนการผลิตชาสมุนไพร

2.เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ระยะเวลาการหมักต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 ชาสมุนไพร

ชาสมุนไพร คือ สมุนไพรที่ใช้รูปแบบในการบริโภคเช่นเดียวกับชา ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นสมุนไพรที่มีกลิ่น และต้องการคงคุณสมบุติไว้ไม่ให้สูญเสียไปกับความร้อนในระหว่างกระบวนการผลิตและระหว่างการชงชา ผู้บริโภคที่นิยมบริโภคชาสมุนไพร นอกจากต้องการฤทธิ์ทางยาแล้วยังต้องการสัมผัสกลิ่นที่ละเมียดละไมจากสมุนไพรด้วย

คุณค่าทางยาของชาสมุนไพรนั้น ขึ้นกับชนิดของชาสมุนไพร เนื่องจากฤทธิ์ทางยานี้เองทำให้ชาสมุนไพรบางชนิด อาจเป็นอันตรายสำหรับผู้บริโภคได้ ดังนั้นในการบริโภคชาสมุนไพรจะต้องเรียนรู้ข้อมูลของสมุนไพรแต่ละชนิด ที่ใช้ในการบริโภคเป็นอย่างดีก่อน เนื่องจากสมุนไพรแต่ละชนิด มีข้อระวัง และสรรพคุณทางยาต่างกัน โดยเฉพาะสมุนไพรที่ใช้ในการรักษาโรคก็ต้องเพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษ อย่างไรก็ตามชาสมุนไพรส่วนใหญ่ จะมีสรรพคุณคุณในการบำรุงสุขภาพ ช่วยย่อยอาหาร ช่วยขับลม เช่น **ชาลูกผสม** ชื่อวิทยาศาสตร์*Camellia sinesis* ชื่อวงศ์ Theaceae สรรพคุณ ใช้ใบสดนำมานึ่งเคี้ยวแก้กระหายน้ำ แก้ง่วงนอน ทำให้ชุ่มคอ กระตุ้นหัวใจ แก้ปวดเมื่อยตามร่างกาย แก้ท้องร่วงและขับปัสสาวะ และชงดื่ม **อัญจาริกา หรือ โสมตังกุย** ชื่อวิทยาศาสตร์ *Angelica acutiloba* ชื่อวงศ์ Umbelliferae สรรพคุณ เป็นยาบำรุงกำลัง รักษาอาการปวดระดู วัณโรคปอด โรคผอมแห้ง การตกเลือด โรคโลหิตจาง บรรเทาอาการปวดในระหว่างการคลอดบุตร ขับลม ขับน้ำนม แก้อาการอาหารไม่ย่อย และทำให้เจริญอาหาร **ปู่เฒ่าลืมไม้เท้า** ชื่อวิทยาศาสตร์ *Aspidistra sp.* ชื่อวงศ์ Convallariaceae สรรพคุณ ใช้ใบต้มดื่มแก้ช้ำใน แก้ปวดหลัง ปวดเอว ใช้รากและลำต้นดองเหล้าเพื่อบำรุงกำลัง ใช้ใบตากแห้งชงดื่มแทนน้ำชา **เบ็ญจขันฑ์ หรือ เจียวกู้หลาน**ชื่อวิทยาศาสตร์ *Gynostemma pentaphyllum* ชื่อวงศ์ Gynostemma pentaphyllum สรรพคุณ สามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอล เพิ่มกำลังของหัวใจขาดเลือด ชะลอความชรา ยืดอายุของเซลล์และเพิ่มจำนวนอสุจิ เสริมสร้างการรวมตัวของโปรตีนและกรดไขมันในตับ เสริมสร้างเซลล์ไขกระดูก บำรุงสมอง ต้านโรคมะเร็งและโรคกระเพาะเป็นแผล ใช้ใบและต้นนำมาทำเป็นชาชงดื่ม (สุธรรม. 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบที่สำคัญในชา สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบที่สำคัญของชา

สารประกอบ	ฤทธิ์
คาเฟอีน (Caffeine)	กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง บรรเทาความปวด การหลั่งน้ำย่อย pepsin เพิ่มการใช้คาร์โบไฮเดรตในร่างกาย ลดโคเลสเตอรอลในเลือด
ธีโอโบรบีน (Theobromine)	เพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ
ธีโอฟิลลีน (Theophylline xanthine)	ขยายหลอดลม ขับปัสสาวะ
แคทธิชีนส์ (Catechines)	ป้องกันมะเร็งปอด มะเร็งผิวหนัง กระเพาะอาหาร ตับ ลำไส้เล็ก
อี จี ซี จี (E G C G) (Epigallocatechin Gallate)	ลดน้ำตาลในเลือด ลดการอ๊อกซิเดชั่นไขมัน (Lipid peroxidation) ในตับ
ซาโปนิน (Saponin)	ลดอัตราการแบ่งตัวของไวรัส

ที่มา : http://www.doa.go.th/data-agri/02_LOCAL/oard1/tea/main.html

2.2 อนุมูลอิสระ (Free Radicle)

อนุมูลอิสระ (Free Radicle) คือโมเลกุลที่มีการสูญเสียอิเลคตรอนหรือมีการรับอิเลคตรอนเพิ่มขึ้น โดยปกติอิเลคตรอนจะอยู่เป็นคู่ หากอิเลคตรอนขาดคู่จะทำให้โมเลกุลไม่เสถียรและทำให้สารนั้นมีคุณสมบัติเป็น oxidizing agent ที่ไวต่อปฏิกิริยามากและจะดึง อิเลคตรอนจากสารอื่นมาไว้ให้เป็นคู่ หรือให้อิเลคตรอนโดดเดี่ยวแก่สารอื่น เพื่อทำให้อะตอมหรือโมเลกุลมีความเสถียรอยู่ได้ (www.greenlife.co.th/resources_th_05.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระกับออกซิเจนจะเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ดังสมการ

$$R^{O} + O_2 \longrightarrow ROO^{O}$$

$$ROO^{O} + RH \longrightarrow ROOH + R^{O}_{(\text{ตัวใหม่})}$$

อนุมูลเพอร์ออกซี (ROO^{O}) ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (ROOH) และอนุมูลไฮโดรคาร์บอน (R^{O}) อนุมูลที่เกิดขึ้นใหม่ จะเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องกับออกซิเจนต่อไป

อนุมูลอิสระมีแหล่งที่มาจากทั้งภายนอกและภายในร่างกาย โดยแหล่งภายนอก ได้แก่ มลพิษในอากาศ โอโซน ไนตรัสออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ฝุ่น ควันบุหรี่ อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว หรือธาตุเหล็กมากกว่าปกติ แสงแดด ความร้อน รังสีแกมม่า หรือ ยาบางชนิด เช่น Doxorubicin, Penicillamine, paracetamal, คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) เป็นต้น ส่วนแหล่งของอนุมูลอิสระภายในร่างกาย เกิดจาก เมตาบอลิซึมของออกซิเจนภายในเซลล์ ซึ่งร้อยละ 98 ของออกซิเจนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำ ในขณะที่ร้อยละ 2 จะอยู่ในรูปของอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังพบจากการย่อยทำลายแบคทีเรียภายในเซลล์ของระบบภูมิคุ้มกัน อีกทั้งในโมเลกุลไขมันที่ร่างกายได้รับออกซิเจนส่วนเกินและการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อ

อนุมูลอิสระสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาในร่างกายจากขบวนการเมตาบอลิซึมภายในร่างกาย โดยเฉพาะ ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation) และในภาวะที่ผิดปกติ เช่น ภาวะของโรค หรือภาวะที่ร่างกายแวดล้อมด้วยมลพิษ แต่ในภาวะที่ผิดปกติจะเกิดการสะสมของอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของดีเอ็นเอ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเกิดการทำลายกลุ่มโมเลกุลที่มีพันธะ S-H การสะสมของอนุมูลอิสระในระยะสั้นมีผลต่อการทำลายเนื้อเยื่อและเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียและทำลายเซลล์ของร่างกาย เป็นสาเหตุของการเกิดโรคเสื่อมและทำให้เสียชีวิตในที่สุด (ปาริฉัตตก์. 2546)

กลุ่มโรคที่เกิดจากอนุมูลอิสระสามารถแบ่งเป็น 3 ประเภท (ปาริฉัตตก์ . 2546)

- กลุ่มโรคเสื่อม ได้แก่ โรคไขมันในเลือดสูง โรคอ้วน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจอัมพาต โรคข้อ ต้อกระจก ผิวหนังเป็นริ้วรอยเหี่ยวย่น

- กลุ่มโรคภูมิต้านทาน ได้แก่ โรคภูมิแพ้ หอบหืด โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ โรคภูมิต้านทานทำร้ายตัวเอง (SLE) โรคภูมิต้านทานไวเกิน รวมถึงโรคภูมิต้านทานไม่ดีหรือบกพร่อง

- กลุ่มโรคมะเร็ง มะเร็งหลายชนิดก็เกิดจากปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ ได้แก่ มะเร็งผิวหนัง มะเร็งในลำไส้ มะเร็งเต้านม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่างกายจะสร้างระบบแอนตี้ออกซิแดนท์ (antioxidative systems) เพื่อป้องกันการเกิดและทำลายสารอนุมูลอิสระ ซึ่งระบบนี้ประกอบด้วยสารต้านทานอนุมูลอิสระ (สารแอนตี้ออกซิแดนท์) และเอนไซม์ต่างๆ ที่สามารถชะลอหรือป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารประกอบภายในร่างกายที่มีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาที่อยู่ ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระหรือเอนไซม์ ดังกล่าว เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และ ดีเอ็นเอ เป็นต้น โดยสารต้านอนุมูลอิสระจะไปจับตัวกับอนุมูลอิสระทำให้โมเลกุลมีความเสถียร และถูกขับออกจากร่างกาย แต่อย่างไรก็ตาม ในบางสภาวะที่ปริมาณอนุมูลอิสระมีมากเกินกว่าที่ระบบแอนตี้ออกซิแดนท์จะสามารถจัดการได้ จะเกิดภาวะที่เรียกว่า oxidative stress ที่จะส่งผลกระทบต่างๆต่อสิ่งมีชีวิตดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น

2.3 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระแบ่งตามการสังเคราะห์ได้เป็น สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (natural antioxidant) และสารต้านอนุมูลอิสระจากการสังเคราห์ (synthetic antioxidant)
(ปาริฉัตตก์ . 2546)

2.3.1 สารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ (natural antioxidant)

2.3.1.1 <u>เอนไซม์ที่สร้างได้ในเซลล์ร่างกาย</u>

- ซุปเปอร์ออกซิเดส ดิสมิวเตส (Superoxidase Dysmutase หรือ SOD) เป็นเอนไซม์ที่พบในไมโทคอนเดรีย ทำหน้าที่เปลี่ยนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้เป็นน้ำกับออกซิเจน เอนไซม์นี้สามารถพบในอาหาร ได้แก่ ในเมล็ดที่กำลังงอก เช่น ถั่วงอกหัวโต ถั่วงอก เป็นต้น แต่ปริมาณเอนไซม์จะถูกทำลายในระหว่างการให้ความร้อน

- คาตาเลส (Catalase) เป็นเอนไซม์ที่สามารสกัดกั้นและทำลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

- กลูตาไธโอน เปอร์ออกซิเดส (Glutathione Peroxidase) เป็นเอนไซม์ที่ทำงานร่วมกับเซเลเนียมเพื่อสะเทินอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเลนส์ตา ดังนั้นจึงสามารถชะลอการเกิดต้อกระจกได้ เอนไซม์ชนิดนี้สามารถพบในพืชตระกูลกะหล่ำ (กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก กะหล่ำม่วง กะกล่ำรูปหัวใจ กะหล่ำใบหยิก บร็อคโคลี เป็นต้น

2.3.1.2 <u>วิตามิน</u>

- วิตามินอี เป็นวิตามินที่พบในเมล็ดธัญพืชทุกชนิด เช่น ในข้าวกล้อง ถั่วทุกชนิด จมูกข้าว และข้าว

- วิตามินซี มีมากในผักสดและผลไม้สด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.3 แร่ธาตุ

- เซเลเนียม (Selenium) เป็นโคเอนไซม์ (Coenzyme) ของเบต้าแคโรทีน วิตามินซีและอี ซึ่งหมายถึงว่า เบต้าแคโรทีน วิตามินซีและวิตามินอีจะทำงานร่วมกับเซเลเนียม กำจัดอนุมูลอิสระ

2.3.1.4 สารเคมีจากพืช (Phytochemicals)

เป็นสารเคมีจากพืชและสารอาหาร เช่น แคโรทีน ไลคปีน แซนโธฟิลล์ แทนนิน และสารประกอบโพลีฟีนอล

2.3.1.5 แหล่งน้ำมันพืช

- Tocopherols (Vitamin E) จะพบมากในน้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง ซอสถั่วเหลือง และพบในพืชมากกว่าในสัตว์ เป็นสารประเภทที่ละลายได้น้ำมัน ปัจจุบันมีการใช้สารต้านอนุมูลอิสระชนิดนี้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร Tocopherols ในธรรมชาติพบอยู่ 4 รูป คือ α, β, γ, δ tocopherals แต่ละโครงสร้างแตกต่างกันที่ตำแหน่งของกลุ่ม methyl ที่ aromatic ring จะมี phenolic hydroxy ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการเกิดปฏิกิริยา มีกลไกการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเติมออกซิเจนของไขมันเหมือนกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ การหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระสามารถเกิดได้โดยการให้ไฮโดรเจนอะตอมแก่ hydroperoxyl radical ซึ่งอนุพันธุ์ของ tocopherols radical มีความคงตัวทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ α- tocopherols จะมีปริมาณสูงในน้ำมันพืช

- Hydroxytyrosol และ Caffeic acid เป็นสารสกัดได้จากน้ำมันมะกอกบริสุทธิ์ สารทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของน้ำมันมะกอกบริสุทธิ์สูงกว่า บิวทีเลทเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene หรือBHT)

- Phytic acid พบมากในพืช เช่น พืชตระกูลถั่ว, พืชน้ำมัน, ธัญพืช เป็นสารที่สามารถเกิดการฟอร์ม chelate กับเหล็ก เป็นการป้องกันไม่ให้เหล็กซึ่งเป็นตัวเร่งการเกิด hydroxy radical ที่เร่งเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมันและน้ำมันในน้ำที่มีลักษณะเป็นอิมัลชั่น (emulsion)

- Ferulate พบมากในน้ำมันรำดิบซึ่งใช้ได้ดีกับน้ำมันพืช

2.3.1.6 แหล่งเครื่องเทศและพืชสมุนไพร

ส่วนใหญ่เป็นพวกที่ให้กลิ่นรสและเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในตัวได้แก่ กานพลู, อบเชย, โรสแมรี่(rosemary), ออริกาโน(oregano), ลูกจันทน์, ออลสไปซ์(allspice) ซึ่งป้องกันปฏิกิริยาหืนและเสริมสารกันหืนเมื่อใช้ร่วมกับบิวทีเลทเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene หรือ BHT)

- โรสแมรี่ สารสกัดจากพืชนี้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีคุณภาพสูง ประกอบด้วยสาร rosmanol, rosmaridiphenol, rosmariquinone, rosmarinic acid และ carnosol ซึ่งสามารถป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียบเท่าหรือสูงกว่าบิวทีเลทเตด ไฮดรอกซีอนิโซล (butylated hydroxyanisol หรือ BHA) และพบว่าเมื่อใช้ร่วมกับ sodium tripolyphosphate จะช่วยป้องกันการหืนของเนื้อที่ใช้ทำสเต็คได้ดี

- ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เช่น qurecitin มักพบในพืช

- วานิลิน (vanillin) ซึ่งได้จากวนิลา

- ชา มีสิทธิบัตรเกี่ยวกับการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากชา ซึ่งละลายได้ในน้ำมัน ไม่มีกลิ่น และมีประสิทธิภาพสูงมาก (ปาริฉัตตก์ . 2546)

2.3.2 สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์

สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ บิวทีเลทเตด ไฮดรอกซีอนิโซล (butylated hydroxyanisol หรือ BHA), บิวทีเลทเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene หรือBHT), เทอทีอารีบิวทิลไฮโดรควิโนน (tertiary butyllhydroquinone หรือ TBHQ) และโพรพิล-แกลเลต (propyl gallate หรือPG) หลายประเทศอนุญาตให้ใช้สารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้กับไขมันและน้ำมันในปริมาณความเข้มข้นต่างๆกัน

- BHA ใช้ได้ดีกับผลิตภัณฑ์อาหารทอดและอบเมื่อใช้สารร่วมกับ BHT, TBHQหรือ PG จะช่วยเสริมให้มีคุณสมบัติการต้านทานอนุมูลอิสระได้สูงกว่าการใช้ชนิดเดียว โดยเฉพาะ BHA ผสมกับ BHT ละลายในน้ำมันพืชใช้ป้องกันการหืนได้ดีในไขมันสัตว์ อย่างไรก็ตาม การทดลอง BHA เกินปริมาณที่ FDA กำหนดในสัตว์ทดลองอาจมีอันตรายทำให้เกิดสารก่อมะเร็งและเนื้องอก ดังนั้นจึงนิยมใช้ BHT แทนเพราะยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับอันตรายของ BHT

- BHT ใช้ได้ดีพอสมควรในอาหารทอด อบและสามารถใช้ร่วมกับ BHA, PG หรือ TBHQ ได้

- TBHQ ใช้ได้ดีกับผลิตภัณฑ์ที่ทอดแล้ว แต่ใช้ไม่ได้ผลกับผลิตภัณฑ์อาหารหลังจากอบแล้ว โดยใช้ผสมกับกรดซิตริกใน propylene glycol ป้องกันการหืนในน้ำมันพืชและอาหารที่ทอดในน้ำมันพืช เช่น มันฝรั่งทอด กฎหมายอนุญาตให้ใช้ร่วมกับ BHA หรือ BHT เท่านั้น ในประเทศแคนนาดาไม่อนุญาตให้ใช้สารชนิดนี้ เพราะยังไม่แน่ใจความปลอดภัยของสารต้านอนุมูลอิสระชนิดนี้

- PG ใช้กับไขมันสัตว์ได้ดี แต่จะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะทำให้เกิดสีดำหรือม่วงเข้ม ซึ่งจะป้องกันได้โดยเติมสารพวก chelating ลงไปเพื่อไปรวมกับไอออนของโลหะ เช่น เหล็ก, ทองแดง สารพวกนี้ได้แก่ กรดซิตริก, กรดแอสคอร์บิคและเลซิทิน เมื่อใช้ PG ร่วมกับ BHA และ BHT ให้ได้ผลในการป้องกันการหืนได้ดี แต่ไม่สามารถใช้ร่วมกับ TBHQ ได้
(ปาริฉัตตก์.2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 สารประกอบสำคัญในชา

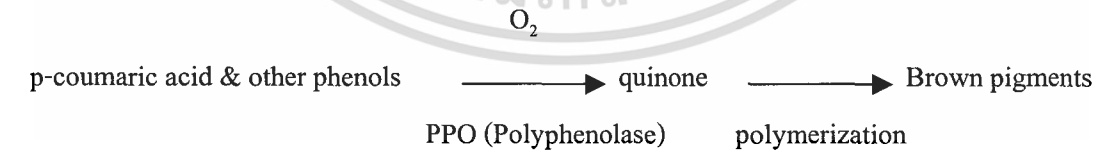
2.4.1 สารประกอบโพลีฟีนอล

สารประกอบโพลีฟีนอลเป็นสารในกลุ่ม secondary metabolites ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด ซึ่งคุณภาพของชาขึ้นกับสภาพภูมิ-ประเทศและภูมิอากาศ ชาได้จากแต่ละพื้นที่ ในแต่ละฤดู จึงมีรสชาติที่แตกต่างกัน ดังนั้นสารประกอบโพลีฟีนอลในพืชแต่ละชนิดจึงมีความแตกต่างกันออกไป

สารประกอบโพลีฟีนอลสามารถพบได้ในเครื่องดื่มที่ได้มาจากพืช เช่น ผัก ผลไม้ ธัญพืช ต่างๆ ไวน์ เบียร์ เป็นต้น แต่จะพบในปริมาณที่แตกต่างกันออกไปในพืชแต่ละชนิด หรือแม้แต่ในพืชชนิดเดียวกันแต่มาจากสถานที่ผลิตแตกต่างกัน เนื่องจากการสร้างสารประกอบโพลีฟีนอลของพืชจะมีทั้งปัจจัยทั้งทางด้านพันธุกรรมและด้านสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีการปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูปหรือแม้แต่วิธีการเก็บรักษาก็ล้วนมีผลต่อปริมาณสารสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งสิ้น (วริฎฐาและสุพัตรา,2546)

สารประกอบโพลีฟีนอลมีบทบาททั้งต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารจากพืช เนื่องจากเป็นสารประกอบที่มีรสฝาดและขม และมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในระหว่างกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษา โดยจะทำให้อาหารเกิดสีน้ำตาล เกิดการพัฒนากลิ่น และมีการสูญเสียสารอาหารบางชนิดได้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้อาจเป็นสิ่งที่ต้องการในบางกรณี เช่น การผลิตชาดำหรือโก้โก้ แต่อาจเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการในบางกรณี เช่น การแปรรูปผัก ผลไม้ เป็นต้น (วริฎฐาและสุพัตรา,2546)

การเกิดสีน้ำตาลของสารประกอบโพลีฟีนอล

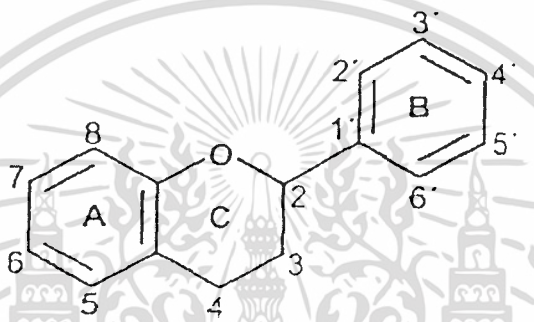


สารประกอบโพลีฟีนอลแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ฟลาโวนอยด์และนอนฟลาโวนอยด์

2.4.1.1 ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) จัดเป็นกลุ่มของสารประกอบฟีนอลที่พบมากที่สุดในสารประกอบโพลีฟีนอลจากพืชทั้งหมด ประกอบด้วยสารประกอบฟีนอลมากกว่า 5,000 ชนิด สารกลุ่มนี้มีโครงสร้างพื้นฐานแบบ Diphenylpropanes ($C_6 - C_3 - C_6$) ประกอบด้วยวงแหวน 2 วงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมกันด้วยคาร์บอนสามอะตอมซึ่งมักอยู่ในลักษณะของ Oxygenated heterocycle และมีระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งของคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลของฟลาโวนอยด์ดังรูป



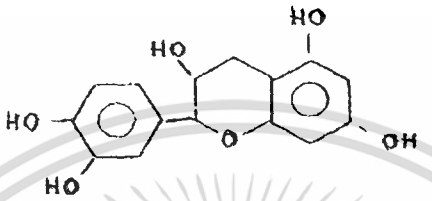
ภาพที่ 1 : โครงสร้างพื้นฐานและการระบุตำแหน่งคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลฟลาโวนอยด์
ที่มา : วริฎฐาและสุพัตรา,2546

สารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่พบมากที่สุดอยู่ในกลุ่ม ฟลาโวน (flavones) เช่น apigenin, luteolin, diosmetin และฟลาโวนอยส์ (flavonois) เช่น quercetin, myricetin, kaemferol สำหรับฟลาโวนอยด์ในกลุ่มอื่นๆที่น่าสนใจ ได้แก่ ฟลาโวโนน (flavonones) เช่น naringinin, hesperidin และฟลาโวนอล (flavonals) เช่น catechin, epicatechin, gallocatechin เป็นต้น

2.4.1.1.1 คาเทชิน (catechins) เป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่คล้ายคลึงกันกับสารประกอบ leucoanthocyanidins คือเป็นสารที่ไม่มีสีและพบทั่วไปในพืชชั้นสูงหลายชนิดโดยเฉพาะไม้ยืนต้นและ มักพบในส่วนเนื้อไม้มาก อาจพบอยู่ในส่วนของใบด้วย สารประกอบ-คาเทชินถือว่าเป็นสารตั้งต้น(precursor) อีกชนิดหนึ่งของการชีวสังเคราะห์พวก tannin ชนิดคอนแดนซ์แทนนิน (condensed tannin) เช่นเดียวกับสารประกอบ leucoanthocyanidins โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเคมีจะเกิดนิวเคลียสของ benzo- γ - pyrone ตรงตำแหน่งคาร์บอนิล (ตำแหน่งที่ 4) ถูกรีดิวซ์ไปเป็นธาตุไฮโดรเจนจึงเรียกชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า flavan-3-ol และมีสูตรโครงสร้างพื้นฐานหลักคือ



ภาพที่ 2 : ลักษณะโครงสร้างพื้นฐาน คาเทชิน

ที่มา : วริฎฐาและสุพัตรา,2546

สารประกอบ คาเทชิน ที่เป็นสารประกอบหลักในชาเขียวมี 4 ชนิด คือ epicatechin (EC), (-)-epicatechin-3-gallate (ECG), (-)-epigallocatechin (EGC), (-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG)

สาร EGCG เป็นสารที่พบในปริมาณมากที่สุด คือ ประมาณ 40 % ของสาร polyphenolic ทั้งหมด ส่วนชาดำนั้นมีการผ่านกระบวนการหมักทำให้ สาร catechins บางส่วนจะถูกเปลี่ยนเป็น theaflavin และ thearubigins ซึ่งเป็นสารโพลีเมอร์ของสารโพลีฟีนอลิค(polyphenolic) แต่ก็ยังคงมีคุณสมบัติของการเป็นโพลีฟีนอลิคอยู่

2.4.1.1.2 Quercetin เป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ชนิดหนึ่งซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือที่รู้จักกันในชื่อ ไบโอฟลาโวนอยด์ (bioflavonoids) การบริโภคสารนี้ปริมาณมาก อาจลดความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งและโรคหัวใจได้ เนื่องจากมีประสิทธิภาพการเป็นสารต้านออกซิเดชัน โดยทำงานร่วมกับทองแดง

2.4.1.1.3 แทนนิน (tannin) อยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อนเป็นส่วนใหญ่ เป็นสารประกอบที่สำคัญของใบชา ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนฟีนอลิค (complex phenolic compond) ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน มีรูปร่างไม่แน่นอนและไม่สามารถตกตะกอนได้ มีลักษณะเฉพาะ มีรสฝาด แทนนินของใบชาที่เก็บจากต้นใหม่ๆ ประกอบด้วยสารประกอบ 5 ชนิด คือ epi-gallocatechin gallate, epigallocatechin, epicatechin gallate, epicatechin, Gallatecatechin และ catechin ในสัดส่วนที่แตกต่างกันตามแหล่งที่ปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งแทนนินออกเป็น 2 ประเภท คือ

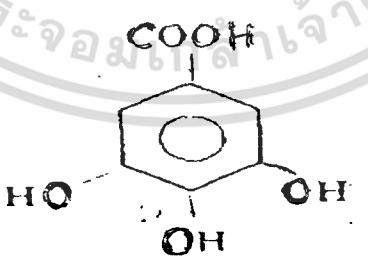
1. ไฮโดรไลซ์เซเบิลแทนนิน (hydrolyzable tannin)

2. คอนแดนซ์แทนนิน (condensed tannin)

คอนเดนซ์แทนนิน ที่พบในชา เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างของโมเลกุลซับซ้อนมาก รวมตัวกันแน่น จัดอยู่ในประเภทโพลีฟีนอล มีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 500-3,000 ขึ้นไป ถูกย่อยสลายได้ยาก ประกอบด้วยโพลีไฮดริกฟีนอล ซึ่งเชื่อมกันเป็นโมเลกุลใหญ่ด้วย C-C linkage และไม่สามารถไฮโดรไลซ์ได้ด้วยกรดหรือด่าง แต่สามารถละลายได้ดีในน้ำร้อน แอลกอฮอล์และอะซิโตน คอนแดนซ์แทนนินทุกตัวถูกสร้างขึ้นมาจากสารตั้งต้น คือ คาเทชิน เป็นโครงสร้างหลักโดยจะรวมตัวกับกรดหรือสารอินทรีย์ต่างๆ ทำให้น้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้น เมื่อนำคอนแดนซ์แทนนินไปต้มกับกรดจะเกิดโพลิเมอร์ไลเซชั่น ได้ตะกอนสีแดง เรียกแทนนินชนิดนี้ว่า tannin red หรือ insoluble amorphous phlophene

แม้ว่าแทนนินจะทำหน้าที่เป็นตัวให้รสแก่อ่อนของชาและให้น้ำหนักเมื่อดื่ม แต่ไม่ควรต้มชานานเกินไป เพราะแทนนินจะละลายออกมามากจนทำให้ชามีรสฝาดมากเกินไป หากเติมครีมหรือนมสดลงไปในน้ำชา รสฝาดจะลดลง เนื่องจากโปรตีนชนิดเคซีอินในน้ำนมเข้าไปรวมกับแทนนิน แทนนินในน้ำชามีผลทำให้การเคลื่อนไหวของลำไส้ลดลงจึงช่วยลดอาการท้องเดินในคนที่ท้องเสียรุนแรง

2.4.1.2 นอนฟลาโวนอยด์ (non-flavonoid) เช่น กรดแกลลิค (gallic acid) ไฮดรอกซีซินนาเมต (hydroxycinnamate) สติลบิเนส (stilbinase)



ภาพที่ 3 : ลักษณะโครงสร้างของ กรดแกลลิก

ที่มา : วริฎฐาและสุพัตรา ,2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ, ชนิด, และสมบัติของฟลาโวนอยด์ (วริฎฐาและสุพัตรา,2546)

1. พันธุ์ พืชแต่ละชนิดมีปริมาณและชนิดของฟลาโวนอยด์ แตกต่างกัน แม้ว่าจะเป็นพืชชนิดเดียวกัน แต่แตกต่างสายพันธุ์ก็มีปริมาณและชนิดของฟลาโวนอยด์ต่างกัน

2. ความแก่ – อ่อน ผลไม้ที่สุกจะมีปริมาณของฟลาโวนอยด์ลดลง ชาที่มีคุณภาพดีที่สุด คือ ชาใบอ่อน ใบชาคุณภาพดีที่เหมาะเอามาทำชานั้นอยู่ในส่วนของยอดที่เป็นหน่ออ่อนและใบอ่อน 2 ใบเท่านั้น

3.กระบวนการแปรรูป การใช้ความร้อนสูงเวลาสั้นจะช่วยป้องกันสารประกอบโพลีฟีนอลไม่ให้สูญเสียไป เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase

4.ความแตกต่างของอากาศ – อุณหภูมิ

คุณภาพและรสชาติของใบชายังขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมอีกหลายอย่าง เช่น ความชื้น ฤดูกาล สายลม แสงแดด รวมไปถึงคุณภาพของดิน

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณโพลีฟีนอลและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเริ่มต้น

ในชาสมุนไพรสดแต่ละชนิดมีปริมาณโพลีฟีนอลและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันเนื่องจาก (Ramaswamy Ravichandarn และคณะ ,1997)

1. สายพันธุ์ ชาสมุนไพรแต่ละชนิดมีสายพันธุ์ที่ต่างกันจึงทำให้องค์ประกอบภายในชาแต่ละชนิดต่างกัน เช่น Assam >> Cambod > China

2. สภาพภูมิอากาศ/ภูมิประเทศ คุณสมบัติของดิน, การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความชื้นในอากาศมีผลต่อการกระตุ้นหรือยับยั้งการสังเคราะห์**โพลีฟีนอลและสารต้านอนุมูลอิสระ**

3. เวลาในการเก็บเกี่ยวชา ชาสมุนไพรแต่ละชนิดมีช่วงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวชาที่เหมาะสมในช่วงที่ต่างกันและการเก็บเกี่ยวชาสมุนไพรเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะการผลิตชาให้ได้คุณภาพดีนั้น ต้องเริ่มจากใบชาสดที่มีคุณภาพ

2.5 ประโยชน์ของสารประกอบโพลีฟีนอล

ผลงานวิจัยหลายชิ้นยืนยันอย่างแน่ชัดว่า สารประกอบฟีนอลที่ละลายได้จะสามารถถูกเมตาบอไลซ์ ฟลาโวนอยด์ที่แตกต่างกันสามารถถูกเมตาบอไลซ์ได้ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ โดยสารประกอบฟีนอลอย่างง่ายที่อยู่ในรูปอิสระ เช่น caffeic acid, cinnamic acid, และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

aglycones จะสามารถถูกดูดซึมได้โดยตรงที่บริเวณผิวหนังลำไส้เล็ก ในขณะที่ไกลโคไซด์จะถูกย่อยออกเป็น aglycone และน้ำตาลก่อนจึงจะสามารถถูกดูดซึมได้ แต่เนื่องจากในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ไม่มีเอนไซม์ β- glycosidases ที่เหมาะสมจึงไม่สามารถดูดซึมที่บริเวณลำไส้เล็ก ไกลโคไซด์จึงต้องผ่านมาที่บริเวณลำไส้ใหญ่ ซึ่งมีจุลินทรีย์ต่างๆ ช่วยย่อยสลายให้อยู่ในรูปของ aglycone ก่อนแล้วจึงจะมีการดูดซึมที่บริเวณส่วนปลายของลำไส้ใหญ่ได้ แต่อย่างไรก็ตามก็มีรายงานว่า จุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ไม่สามารถที่จะย่อยสารประกอบฟีนอลได้ทุกชนิด ตัวอย่างของสารประกอบฟีนอลที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยได้ คือ insoluble condenser tannin ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระทั้งหมด (วริฏฐาและสุพัตรา,2546)

2.5.1 บทบาทต่อการใช้ประโยชน์สารอาหารของร่างกาย

คุณสมบัติของสารประกอบฟีนอล ได้แก่ ความสามารถในการรวมตัวและตกตะกอนโปรตีน ซึ่งความสามารถในการรวมตัวกับโปรตีนนั้นเป็นคุณสมบัติของสารประกอบฟีนอลทั่วไป และไม่ก่อปัญหาใดๆต่อการย่อยโปรตีนของร่างกายมนุษย์ แต่สารประกอบฟีนอลที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ คือประกอบด้วยฟลาโวนอยด์อย่างน้อย 3 หน่วยขึ้นไป จะสามารถทำปฏิกิริยาและตกตะกอนโปรตีนได้ ทำให้โปรตีนในอาหารจะอยู่ในรูปที่ไม่ละลายมีผลให้ไม่สามารถ การย่อยสลายโปรตีนได้และทำให้เอนไซม์ทำงานได้น้อยลง และมีผลต่อเนื่องต่อการย่อยสลายโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน นอกจากนี้ยังพบว่าสารประกอบฟีนอลโมเลกุลใหญ่นี้ยังสามารถรวมตัวกับโพลีแซคคาไรด์เป็นสารประกอบเชิงซ้อน มีผลทำให้ร่างกายสามารถนำคาร์โบไฮเดรตไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง

สารประกอบฟีนอลมีผลทำให้มีการขับไขมันออกมาพร้อมกับอุจจาระในปริมาณมากขึ้น การศึกษาบทบาทในการลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดกับสัตว์ทดลองที่ถูกเลี้ยงด้วยอาหารที่มี tannin, tannic acid และ tea catechin ซึ่งพบว่าสามารถเพิ่มปริมาณ High-density lipoprotein (HDL) cholesterol ที่เป็นโคเลสเตอรอลชนิดดี และลดปริมาณ Low- density lipoprotein (LDL) cholesterol ซึ่งเป็นโคเลสเตอรอลชนิดเลวลงได้ ซึ่งน่าจะมีผลมาจากการลดการดูดซึมโคเลสเตอรอลและเพิ่มการขับกรดน้ำดีออกจากร่างกาย ทำให้ร่างกายจำเป็นต้องใช้โคเลสเตอรอลที่มีอยู่ในการสร้างกรดน้ำดีมากขึ้น

สำหรับสารประกอบฟีนอลสามารถรวมตัวกับโลหะที่มีประจุบวกทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุเหล็ก ซึ่งมีผลมาจาก galloyl group และ catechol group ในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล จึงพบว่าสารประกอบฟีนอลในชาเขียว ชาดำ ชาสมุนไพร กาแฟ โก้โก้และไวน์ ล้วนมีผลในการดูดซึมธาตุเหล็กของร่างกายทั้งสิ้น ส่วนเกลือแร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดอื่นที่สารประกอบโพลีฟีนอลมีบทบาทต่อการลดการดูดซึม ได้แก่ ทองแดง สังกะสี โซเดียม และอะลูมิเนียม แต่สารประกอบโพลีฟีนอลไม่มีผลต่อการดูดซึมแมกนีเซียม แคลเซียมและแมงกานีส (วริฎฐาและสุพัตรา,2546)

2.5.2 คุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบโพลีฟีนอล

สารประกอบโพลีฟีนอล ทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ ด้วยการให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็ว เมื่อสารประกอบฟีนอลให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระไปแล้ว อนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลจะค่อนข้างมีเสถียรภาพ ดังนั้นจึงไม่สามารถทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นต่อไป ดังนั้นจึงมีรายงานว่า สารประกอบโพลีฟีนอลสามารถป้องกันโรคต่างๆที่เกิดจากอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะโรคหัวใจ และมะเร็ง แต่ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลยังขึ้นอยู่กับระบบแอนตี้ออกซิ-แดนท์ด้วย ดังนั้นการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติดังกล่าวจึงจำเป็นต้องระบุรายละเอียดให้ชัดเจน

สารประกอบโพลีฟีนอลมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สามารถพบได้ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เมล็ด ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เมล็ดฝ้าย มัสตาร์ด ข้าว และงา ผล ได้แก่ องุ่น ส้ม พริกไทยดำ และโอลีฟ ใบ ได้แก่ ชา และเครื่องเทศต่างๆ และส่วนอื่นๆ ได้แก่ หัวหอม และมันเทศ (วริฎฐาและสุพัตรา,2546)

2.5.3 บทบาทการป้องกันมะเร็ง

โรคมะเร็งสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อร่างกายได้รับสารเคมี รังสี หรือไวรัสจากสิ่งแวดล้อม ที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับของดีเอ็นเอ และต่อมาทำให้เกิดความผิดปกติของเซลล์และเนื้อเยื่อ

Epigallocatechin Gallate (EGCG) เป็นสารประกอบในสารกลุ่ม Polyphenol ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการเกิดมะเร็ง โดยมีฤทธิ์ในการยับยั้งการก่อมะเร็งได้สูงกว่า วิตามิน ซี ถึง 2 เท่า และสามารถยับยั้งการสร้างสารไนโตรซามีน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งรุนแรง ที่เกิดจาก แร่ธาตุไนโตนเจนในร่างกาย ทำปฏิกริยากับ อามีน ที่อยู่ในอาหาร โดยเฉพาะอาหารทะเล

กลไกในการป้องกันการเกิดโรคมะเร็งของสารประกอบฟีนอลสามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การป้องกันการเกิดสารก่อมะเร็งและการป้องกันการดูดซับสารก่อมะเร็ง
2. การป้องกันไม่ให้สารก่อมะเร็งทำปฏิกิริยากับโมเลกุลเป้าหมาย (blocking agents)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การยับยั้งหรือหยุดการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ที่ได้รับสารก่อมะเร็งไม่ให้เปลี่ยนเป็นเซลล์มะเร็ง (suppressing agents) (วริฎฐาและสุพัตรา,2546)

2.5.4 บทบาทของสารประกอบโพลีฟีนอลต่อโรคหัวใจ

สาร คาเทชิน สามารถลดปริมาณไขมันในเส้นเลือด และลดคลอเรสเตอรอล โดยสารตัวนี้เมื่อเข้าสู่ร่างกาย จะไปทำให้ไขมันแตกตัวและละลาย อีกทั้งยังช่วยระงับการเพิ่มปริมาณของไขมันและคลอเรสเตอรอลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

และสามารถลดปริมาณไขมันที่ไปเกาะตามผนังของเส้นโลหิตทำให้ไม่เกิดการสะสมของไขมันที่บริเวณผนังหลอดเลือดที่ทำหน้าที่สูบฉีดโลหิตไปสู่หัวใจ และทำให้เส้นโลหิตฝอยมีความยืดหยุ่นไม่เปราะ และไม่แตกหักได้ง่าย ลดความเหนียว และชะลอการจับตัวของโลหิต เป็นการเพิ่มความคล่องตัวต่อการไหลของโลหิต ทำให้การไหลเวียนของโลหิตดีขึ้น (วริฎฐาและสุพัตรา,2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ตัวอย่างชาสมุนไพรทั้ง 3 ตัวอย่าง ได้รับจากสถานีวิจัยหลวงอ่างขาง มูลนิธิโครงการหลวง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ แบ่งเป็น

- **อัญจาริกา หรือ โสมตังกุย** *(Angelica acutiloba)*
- **ปู่เฒ่าลืมไม้เท้า** *(Aspidistra sp.)*
- **เบ็ญจขันฑ์ หรือ เจียวกู้หลาน** *(Gynostemma pentaphyllum)*

3.2 อุปกรณ์

1. ตู้อบ
2. aluminium can
3. ที่คีบ (tong)
4. Desiccator
5. ช้อนตักสาร
6. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (HR-200, A&D Company Limited, Japan)
7. UV-Spectrophotometer (UV-1601, Shimadzu)
8. ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร
9. ขวดวัดปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร
10. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
11. บีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร
12. บีกเกอร์ขนาด 5 มิลลิลิตร
13. บีกเกอร์ขนาด 10 มิลลิลิตร
14. หลอดทดลอง
15. บีกเกอร์
16. ปิเปต
17. Vortex
18. water bath

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. Vacuum pump

3.3 สารเคมี

1. กรดแกลลิค (Gallic acid) (Fluka Chemical, Switzerland)
2. Folin-Ciocalteau reagent (Merck, Germany)
3. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 10 เปอร์เซ็นต์
4. เอธานอล 95 เปอร์เซนต์
5. สารเคมี 2, 2 –diphenyl-1-picryhydrazyl radical (DPPH) (SIGMA, Germany)
6. กรดแอสคอร์บิค (SIGMA, Germany)

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

1. วิธีทางกายภาพ

1.1 วิธีวิเคราะห์หาความชื้น (Hot Air Oven)

นำภาชนะที่จะใส่ตัวอย่าง (aluminium can) อบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชม. ทิ้งให้เย็นในโถแก้ว (desicator) จากนั้น ชั่งน้ำหนัก aluminium can อย่างละเอียดด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง แล้วนำชาสมุนไพรตัวอย่างประมาณ 2 กรัมใส่ลงใน aluminium can ทำการชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด หลังจากนั้น นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมงตั้งทิ้งให้เย็นในโถแก้ว(desicator) นำออกมาชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่บันทึก แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในชาสมุนไพรดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด - น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

2. วิธีทางเคมี

2.1 การสกัดตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างสมุนไพร 10 กรัม

↓

ใส่น้ำเดือด 100 ml

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96935

คนให้เข้ากัน นำไปตั้งใน water bath ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส10นาที

↓

กรองด้วย Vacuum pump

↓

สารสกัดชาสมุนไพร

2.2 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด(Total polyphenols)

(Yiedirim และคณะ 2001)

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดจะใช้ Folin – Ciocalteau reagent ทำปฏิกิริยากับสารประกอบโพลีฟีนอลและติดตามสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร มีวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดดังนี้

ปิเปตสารสกัดชาสมุนไพร 0.5 ml ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 10 ml

↓

เติม Folin-Ciocateau 0.5 ml ทิ้งไว้ 5 นาที

↓

เติม Na_2CO_3 2 ml (10%) ทิ้งไว้ 10 นาทีในที่มืด

↓

วัดค่าการดูดแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร

↓

นำค่า Absorbance ไปคำนวณปริมาณโพลีฟีนอลโดยใช้ standard curve ของ Gallic acid

นำค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของสารละลายตัวอย่างชาสมุนไพรไปคำนวณปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยใช้กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก โดยใช้สารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิคความเข้มข้น 0 , 20, 60 , 80, 100, 120 และ 140 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร นำไปเขียนกราฟของสารละลายมาตรฐานเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากชาสมุนไพร (ภาคผนวก ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วิธีการหาความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ

ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระสามารถวิเคราะห์โดยวิธี DPPH free radical scavenging assay ที่ดัดแปลงมาจาก Brand-Williams และคณะ (1995) โดยการวัดการลดจำนวนลงของอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร มีวิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระดังนี้

นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดชาสมุนไพรไปคำนวณหา % inhibition (ภาคผนวก ข) ดังสมการ

$$\% \text{ Inhibition} = (1 - A_{sample} / A_{control}) \times 100$$

โดย % Inhibition หมายถึงความสามารถในการยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระ

$A_{control}$ หมายถึงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

A_{sample} หมายถึงค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างสารสกัดจากชาสมุนไพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำ % inhibition ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์กับปริมาณสารสกัดจากชาสมุนไพร เพื่อหาสมการความสัมพันธ์และจุดตัดแกน Y ที่ 50 จะได้ค่า EC_{50} (Effective Concentration) แสดงในภาคผนวก ค

2.4วิเคราะห์ทางสถิติ

นำผลการทดลองมาคำนวณหาความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Duncan ด้วยโปรแกรม SPSS version 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20405

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1ผลการทดลอง

4.1.1 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการผลิตชาเบญจขันต์

จากการทดลองวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีในชาเบญจขันต์ของแต่ละขั้นตอนการผลิต เพื่อหาเปอร์เซนต์ความชื้น ปริมาณโพลีฟีนอล และค่า EC_{50} ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น, ปริมาณโพลีฟีนอล และ EC_{50}ของเบญจขันต์ ในแต่ละขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอน	Moisture content (%)	Polyphenol μg/g (dry basis)	EC_{50} μg (dry basis)
สด	81.35	3400 ± 191c	1790
นวด	71.37	1870 ± 58b	2776
อบแห้ง	7.47	1020 ± 89a	8591
คั่ว	6.47	1130 ± 92a	7661
บรรจุ	3.27	1190 ± 170a	7592

หมายเหตุ ตัวเลข ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง 8 ซ้ำ

ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลงตลอดขั้นตอนการผลิตชาสมุนไพรเบญจขันต์ โดยเฉพาะขั้นตอนการอบแห้งที่มีการใช้ลมร้อนเพื่อการระเหยน้ำออกจากใบชาที่มีจุดประสงค์เพื่อลดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์และชะลอการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

หลังจากขั้นตอนการอบแห้ง ปริมาณความชื้นจะลดลงเรื่อยๆ จนถึงขั้นตอนการบรรจุ ชาสมุนไพรเบญจขันต์มีความชื้นลดลงจาก 81.4 เปอร์เซ็นต์ในใบสด เป็น 3.3 เปอร์เซ็นต์ในผลิตภัณฑ์

ปริมาณโพลีฟีนอลของชาสมุนไพรเบญจขันต์มีแนวโน้มลดลงในแต่ละขั้นตอนการผลิต โดยเฉพาะขั้นตอนการนวดและการอบแห้งที่มีการลดลงของปริมาณโพลีฟีนอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในขั้นตอนนวด จะทำให้เกิดการฉีกขาดของผนังเซลล์พืช มีผลให้เอนไซม์ต่างๆ สามารถเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation) และ ปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรซ์เซชั่น (polymerization) ทำให้โครงสร้างของโพลีฟีนอลเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของสารประกอบอื่น หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีอื่นๆ ที่ส่งผลให้ปริมาณโพลีฟีนอลลดลง (Mehmet and Saadettin, 1996) ในขณะที่ขั้นตอนอบแห้งและคั่ว มีการให้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำออก หรือทำให้เกิดกลิ่นรสในชา ซึ่งความร้อนนี้เองจะทำให้เอนไซม์สูญเสียกิจกรรม แต่มีผลในการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นทำให้ปริมาณโพลีฟีนอลทำให้ลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว

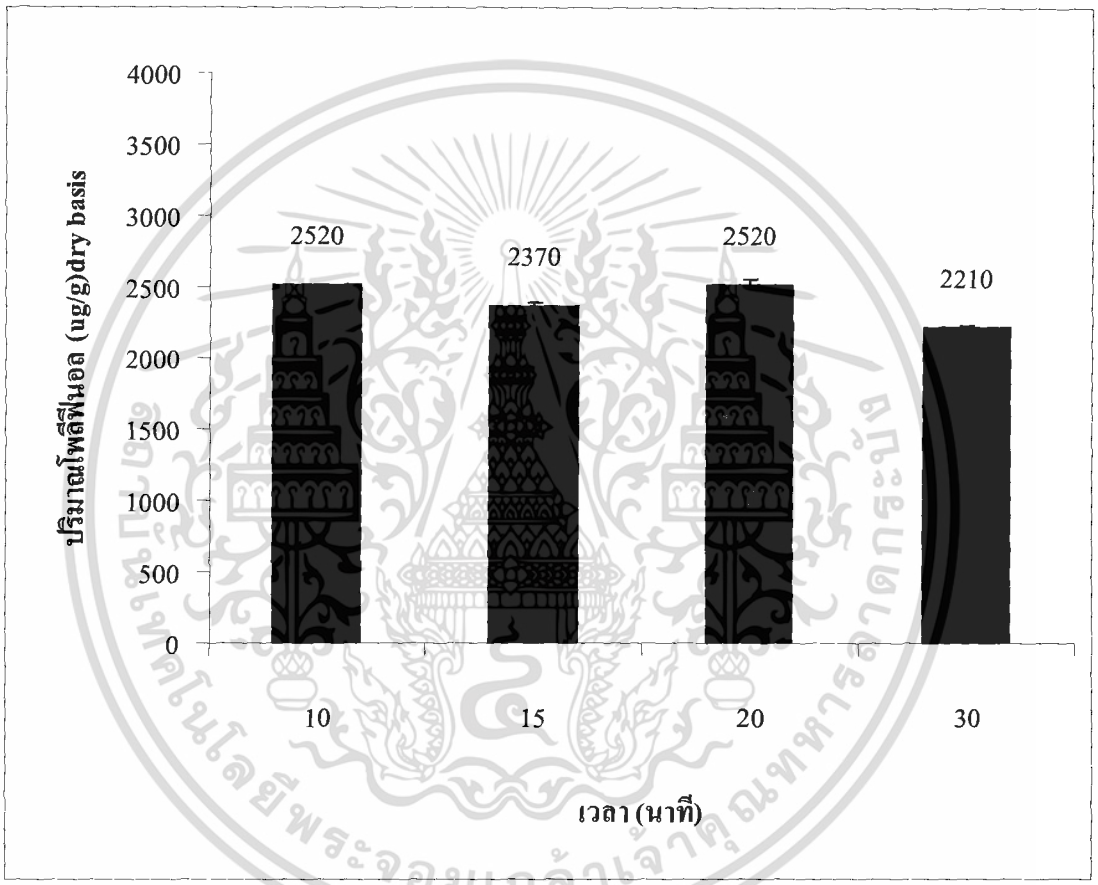
ค่า EC_{50} เป็นค่าที่บ่งถึงปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ให้ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ของอนุมูลอิสระเริ่มต้น ดังนั้นถ้าในตัวอย่างมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง ก็จะใช้ปริมาณตัวอย่างน้อยในการลดจำนวนอนุมูลอิสระ DPPH ลง 50 เปอร์เซ็นต์ หรือกล่าวได้ว่าค่า EC_{50} จะมีค่าผกผันกับปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ จากผลการทดลองพบว่าในตัวอย่างสดของ เบญจขันต์ มีค่า EC_{50} เท่ากับ 1790 ไมโครกรัมและจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างกระบวนการผลิต โดยเฉพาะในขั้นตอนการนวดและการทำแห้ง แสดงว่าสารต้านอนุมูลอิสระในชาจะถูกทำลายโดยขบวนการทางชีวเคมีและทางเคมี เนื่องจากในขั้นตอนการนวดจะทำให้เกิดการปลดปล่อยเอนไซม์ออกจากเซลล์ เช่น โพลีฟีนอลเลส และเอนไซม์นี้จะไปเร่งปฏิกิริยาที่มีสารตั้งต้น (substrate) เป็นสารประกอบที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเช่น สารประกอบโพลีฟีนอล ทำให้สูญเสียสมบัติดังกล่าวไป ในขณะเดียวกัน การนวดทำให้เกิดการผสมอากาศในพืช ทำให้สารที่มีความไวออกซิเจน เช่น ไวตามินซี และสารประกอบคาร์โรทีนอยส์ อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงขึ้น ซึ่งปฏิกิริยาทางเคมีและชีวเคมีที่เกิดขึ้นส่งผลให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในชาลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในขั้นตอนการอบแห้ง การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลานานประมาณ 15 ชั่วโมง จะมีผลในการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้เกิดการสูญเสียปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนอื่นๆ ในการผลิตชาสมุนไพร อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการคั่ว พบการลดของค่า EC_{50} แสดงให้เห็นว่า ชามีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจาก การเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยา เมลลาร์ด ที่ทำให้เกิด intermediates ต่างๆ ที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (ปาริฉัตตน์. 2546)

4.1.2 การเปลี่ยนแปลงในขั้นตอนการนวดชาเบญจขันต์

เมื่อนำส่วนของต้นและใบเบญจขันต์มานวดที่ระยะเวลาต่างๆ คือ 10 , 15 , 20 และ 30 นาที ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพลีฟีนอลกับระยะเวลาการนวดสามารถแสดงในภาพที่ 1

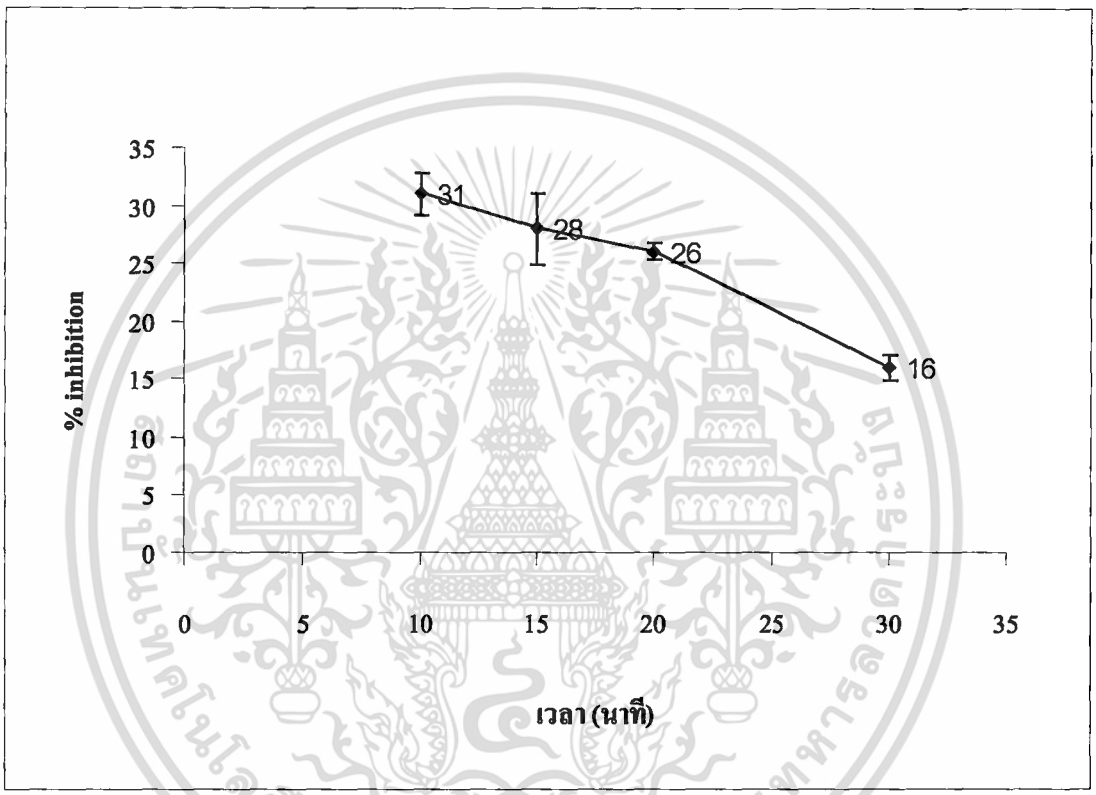


ภาพที่ 4 แสดงปริมาณโพลีฟีนอลของเบญจขันต์ที่ผ่านการนวดที่ระยะเวลาต่างๆ

จากผลการทดลอง พบว่า เมื่อเพิ่มเวลาในการนวดจาก 10 นาที เป็น 30 นาที ปริมาณโพลี-ฟีนอลจะลดลงประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ อัน เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของโพลีฟีนอลที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีและเอนไซม์ (Mehmet and Saadettin, 1996) ที่ทำให้เกิดการออกซิเดชั่น และ โพลิเมอร์ไรซ์เซชั่นของสารประกอบโพลีฟีนอล เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการนวดจะทำให้ปฏิกิริยาต่างๆ เกิดมากขึ้น รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโพลีฟีนอลให้อยู่ในรูปของสารประกอบอื่นๆ เช่น สาร catachinsในใบชา จะเปลี่ยนเป็น theaflavin และ thearubigins ที่อยู่ในรูปไดเมอร์ (dimer) จึงทำผลการวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลลดลง (วริฎฐาและสุพัตรา, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลอง พบว่า เมื่อเพิ่มเวลาในการนวดจาก 10 นาที เป็น 30 นาที เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของเบญจขันต์จะลดลงจาก 31 เปอร์เซ็นต์ เป็น 16 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2) อันเนื่องมาจากการสูญเสียสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระต่างๆ ของสาร-ประกอบต่างๆ เช่น โพลีฟีนอล คาร์โรทีนอยส์ ไวตามินซี ไวตามินอี ที่พบทั่วไปในพืช โดยขบวนการทางชีวเคมีและทางเคมี



ภาพที่ 5 แสดงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของเบญจขันต์ที่ผ่านการนวดที่ระยะเวลาต่างๆ

4.1.3 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการผลิตชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า

จากการทดลองวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีในชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้าของแต่ละขั้นตอนการผลิต เพื่อหาเปอร์เซนต์ความชื้น ปริมาณโพลีฟีนอล และค่า EC_{50}ผลการทดลองสามารถแสดงในตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น, ปริมาณโพลีฟีนอล และ EC_{50}ของชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้าในแต่ละขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอน	Moisture content (%)	Polyphenol μg/g (dry basis)	EC_{50} μg (dry basis)
สด	77.64	1760 ± 320c	11830
นวด	76.64	1730 ± 64c	9660
อบแห้ง	1.99	660 ± 13a	28260
คั่ว	0.84	870 ± 33b	12970
ผลิตภัณฑ์	1.46	670 ± 35a	12870

หมายเหตุ ตัวเลข ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง 8 ซ้ำ

ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลงตลอดขั้นตอนการผลิตชาสมุนไพรปู่เฒ่าลืมไม้เท้าซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันกับในชาเบญจขันต์ ชาสมุนไพรปู่เฒ่าลืมไม้เท้ามีความชื้นลดลงจาก77.6 เปอร์เซ็นต์ในใบสด เป็น 1.5 เปอร์เซ็นต์ในผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพร ขั้นตอนการอบแห้งที่ปริมาณความชื้นลดลงสูงสุด คือประมาณ 75.7 เปอร์เซ็นต์ของความชื้นในวัตถุดิบ และปริมาณความชื้นจะลดลงอีกในขั้นตอนการคั่ว แต่จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 0.4 เปอร์เซ็นต์ในผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการดูดซับความชื้นจากบรรยากาศ หรือเป็นการปรับสมดุลความชื้นของผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์

ปริมาณโพลีฟีนอลของชาสมุนไพรปู่เฒ่าลืมไม้เท้ามีแนวโน้มลดลงในแต่ละขั้นตอนการผลิต ในขั้นตอนนวดไม่พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีฟีนอลอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในขั้นตอนการอบแห้งพบการลดลงของปริมาณโพลีฟีนอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการลดลงประมาณ 62.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าความร้อนมีผลต่อการเร่งปฏิกิริยาทางเคมี ที่ส่งผลให้เกิดการออกซิเดชั่นของโพลีฟีนอลทำให้ปริมาณโพลีฟีนอลลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ในกระบวนการคั่วพบปริมาณโพลีฟีนอลเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความผิดพลาดในการทดลอง เนื่องจากถ้าสารประกอบที่มีอยู่ในชาสมุนไพรสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างไปเป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติคล้ายสารประกอบโพลีฟีนอลทำให้ปริมาณโพลีฟีนอลเพิ่มสูงขึ้นใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

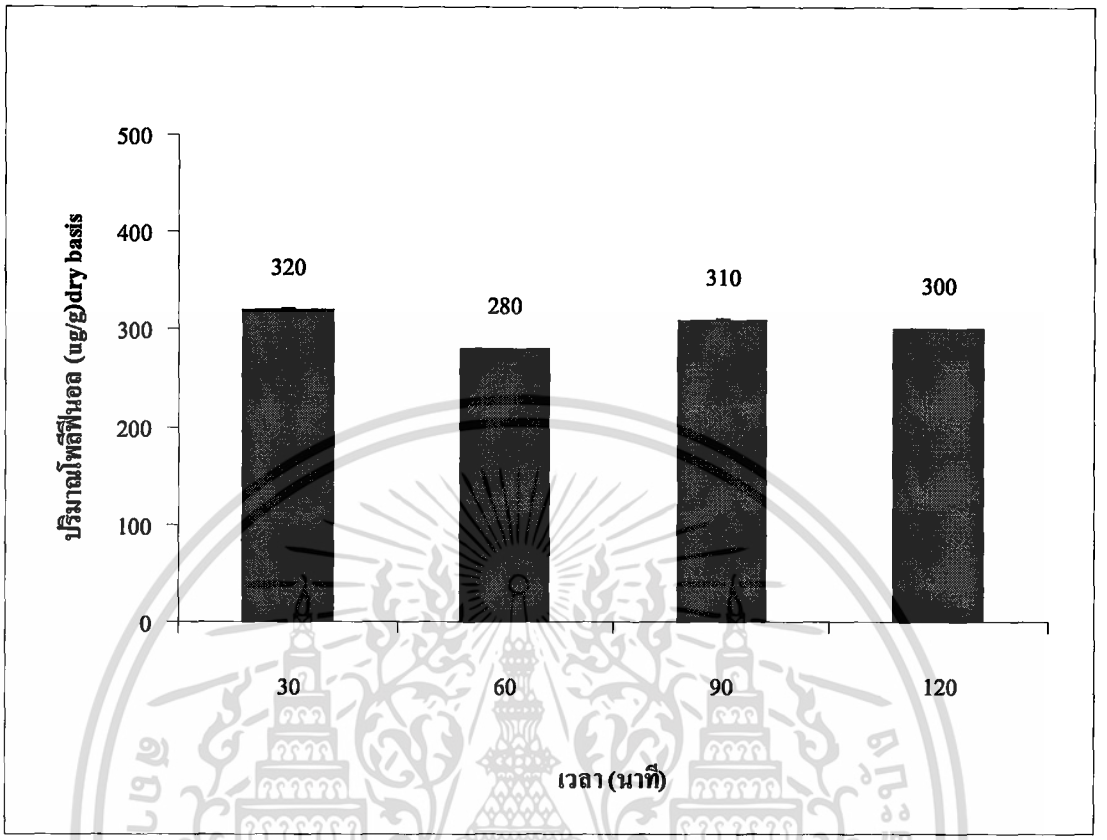
สารประกอบที่มีคุณสมบัติคล้ายสารประกอบโพลีฟีนอลทำให้ปริมาณโพลีฟีนอลเพิ่มสูงขึ้นในขั้นตอนการคั่ว (Martin และคณะ , 2001) ในผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรปู่เฒ่าลืมไม้เท้าก็น่าจะมีปริมาณโพลีฟีนอลที่ใกล้เคียงกัน แต่จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณโพลีฟีนอลในผลิตภัณฑ์ มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโพลีฟีนอลภายหลังการอบแห้ง ดังนั้นจึง ปริมาณโพลีฟีนอลที่เพิ่มสูงขึ้นภายหลังการคั่ว อาจเนื่องมาจากความผิดพลาดในการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าในตัวอย่างสดของปู่เฒ่าลืมไม้เท้า มีค่า EC_{50} เท่ากับ 11830 ไมโครกรัมและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างกระบวนการผลิต โดยเฉพาะในขั้นตอนการนวดและการทำแห้ง โดยในขั้นตอนการนวด พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ แสดงว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในระหว่างการนวดทำให้ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น หรือ อาจทำให้เกิดสารที่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่า ทำให้ค่า EC_{50} ลดลงเท่ากับ 9660 ไมโครกรัม ในขณะที่ภายหลังการอบแห้ง พบการลดลงของสารต้านอนุมูลอิสระ ประมาณ 2.3 เท่า เนื่องจากความร้อนจะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้เกิดการสูญเสียปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนอื่นๆ ในการผลิตชาสมุนไพรปู่เฒ่าลืมไม้เท้า อย่างไรก็ตาม ภายหลังผ่านขั้นตอนการคั่ว พบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างมีค่าสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก intermediates ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลหรือปฏิกิริยาเมลลาร์ดในขั้นตอนการคั่ว และการเพิ่มของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในขั้นตอนนี้เอง ทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างสดและในผลิตภัณฑ์มีค่าใกล้เคียงกัน คือเท่ากับ 11830 และ12870 ไมโครกรัมตามลำดับ

4.1.4 การเปลี่ยนแปลงในขั้นตอนการนวดชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า

เมื่อนำส่วนของก้านและใบปู่เฒ่าลืมไม้เท้ามานวดที่ระยะเวลาต่างๆ คือ 30 , 60 , 90 และ 120 นาที ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพลีฟีนอลกับระยะเวลาการนวดสามารถแสดงในภาพที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

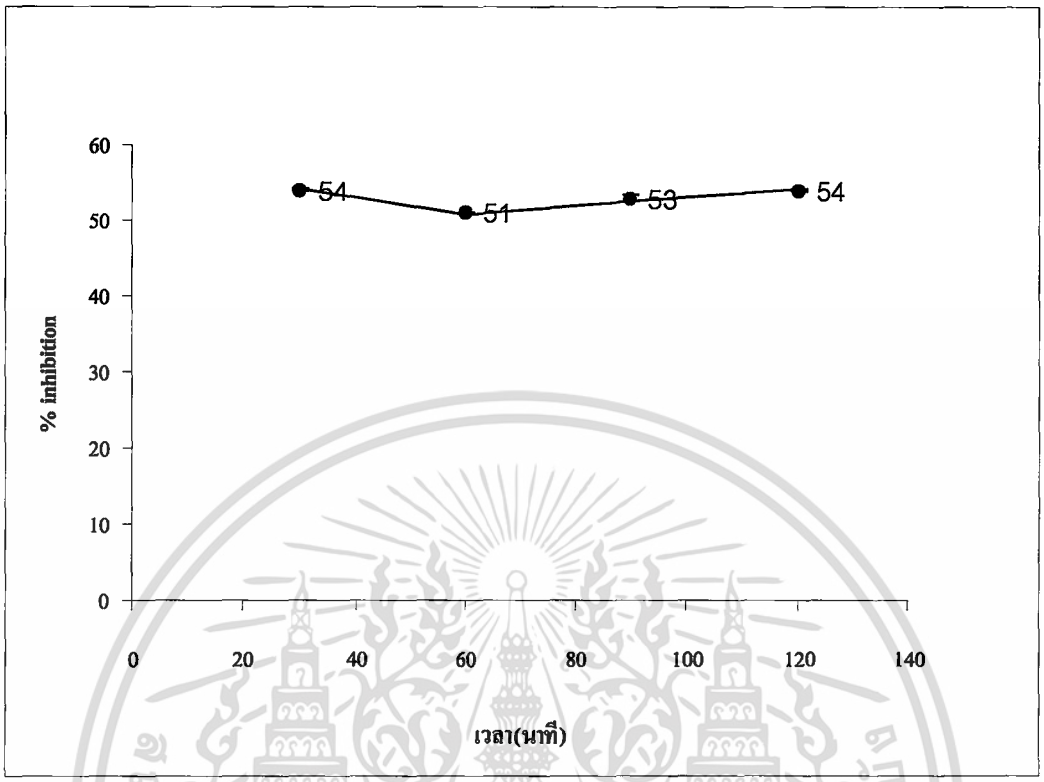


ภาพที่ 6 แสดงปริมาณโพลีฟีนอลของปู่เฒ่าลืมไม้เท้าที่ผ่านการนวดที่ระยะเวลาต่างๆ

จากผลการทดลอง พบว่า เมื่อเพิ่มเวลาในการนวดจาก 30 นาที เป็น 120 นาที ปริมาณโพลี-ฟีนอลค่าใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพลีฟีนอลในระหว่างกระบวนการผลิต แสดงว่า การนวดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโพลีฟีนอลเพียงเล็กน้อย อาจเนื่องมาจาก ลักษณะของปู่เฒ่าลืมไม้เท้า เช่น ก้านของปู่เฒ่าลืมไม้เท้าที่แข็งและใบปู่เฒ่าลืมไม้เท้ามีลักษณะหนา ทำให้การนวดไม่สามารถทำลายผนังเซลล์ของพืชลงได้ ซึ่งทำให้ไม่เกิดการปลดปล่อยเอนไซม์ออกจากเซลล์ หรืออาจเนื่องมาจากองค์ประกอบทางเคมีของปู่เฒ่าลืมไม้เท้า ที่มีเอนไซม์ที่ใช้ในการเร่งเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและโพลิเมอร์ไรซ์เซชั่นของสารประกอบโพลีฟีนอลมีในปริมาณน้อยจึงไม่เกิดปฏิกิริยาที่ส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีฟีนอล อย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการทดลอง พบว่า ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของปู่เฒ่าลืมไม้เท้านวดมีแนวโน้มคงที่ เมื่อเพิ่มเวลาในการนวดจาก 30 นาที เป็น 120 นาที (ภาพที่ 4) แสดงว่าในขั้นตอนการนวดปู่เฒ่าลืมไม้เท้าไม่มีการสูญเสียสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบต่างๆ เช่น โพลีฟีนอล และ คาร์โรทีนอยส์ เป็นต้น หรือ อาจมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยแต่ไม่ส่งผลต่อสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของปู่เฒ่าลืมไม้เท้านวดที่ผ่านการนวดที่ระยะเวลาต่างๆ

4.1.5 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างกระบวนการผลิตชาอัญจาริกา

จากการทดลองวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีในชาอัญจาริกาของแต่ละขั้นตอนการผลิตเพื่อหาเปอร์เซนต์ความชื้น ปริมาณโพลีฟีนอล และค่า EC_{50} ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น, ปริมาณโพลีฟีนอล และ EC_{50}ของชาอัญจาริกา ในแต่ละขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอน	Moisture content (%)	Polyphenol μg/g (dry basis)	EC_{50} μg (dry basis)
สด	86.48	1810 ± 366b	3100
นวด	84.77	2060 ± 38b	5140
อบแห้ง	3.06	1280 ± 17a	44040
คั่ว	1.50	2300 ± 913b	26660
บรรจุ	5.32	1100 ± 110a	109700

หมายเหตุ ตัวเลข ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง 8 ซ้ำ

ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95%

เช่นเดียวกันกับในชาเบญจขันต์และชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลงตลอดขั้นตอนการผลิตชาสมุนไพร โดยชาสมุนไพรอัญจาริกามีความชื้นลดลงจาก 86.5 เปอร์เซ็นต์ในใบสด เป็น 1.5 เปอร์เซ็นต์ภายหลังผ่านการคั่ว และเพิ่มเป็น 5.3 เปอร์เซ็นต์ในผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรซึ่งมีค่าสูงสุดในชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความสามารถในการดูดซับน้ำจากบรรยากาศขององค์ประกอบในชาอัญจาริกาได้ดีกว่าชาชนิดอื่น ปริมาณความชื้นที่สูงในผลิตภัณฑ์และความสามารถในการดูดซับน้ำจากบรรยากาศนี้ อาจมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของชาสมุนไพรอัญจาริกา

ปริมาณโพลีฟีนอลของชาสมุนไพรอัญจาริกามีแนวโน้มลดลงในแต่ละขั้นตอนการผลิต โดยเฉพาะขั้นตอนการอบแห้งที่มีการลดลงของปริมาณโพลีฟีนอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในขั้นตอนนวดไม่พบการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีฟีนอลอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องจาก ชาอัญจาริกามีส่วนของรากที่มีความหนาและแข็ง ซึ่งยากแก่การทำให้ส่วนของพืชนุ่มในขั้นตอนการนวด ดังนั้น การฉีกขาดของผนังเซลล์พืชอาจเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยและไม่ส่งผลให้เอนไซม์ต่างๆ สามารถเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรซ์เซชั่น จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารประกอบโพลีฟีนอล หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีอื่นๆ ที่ส่งผลให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

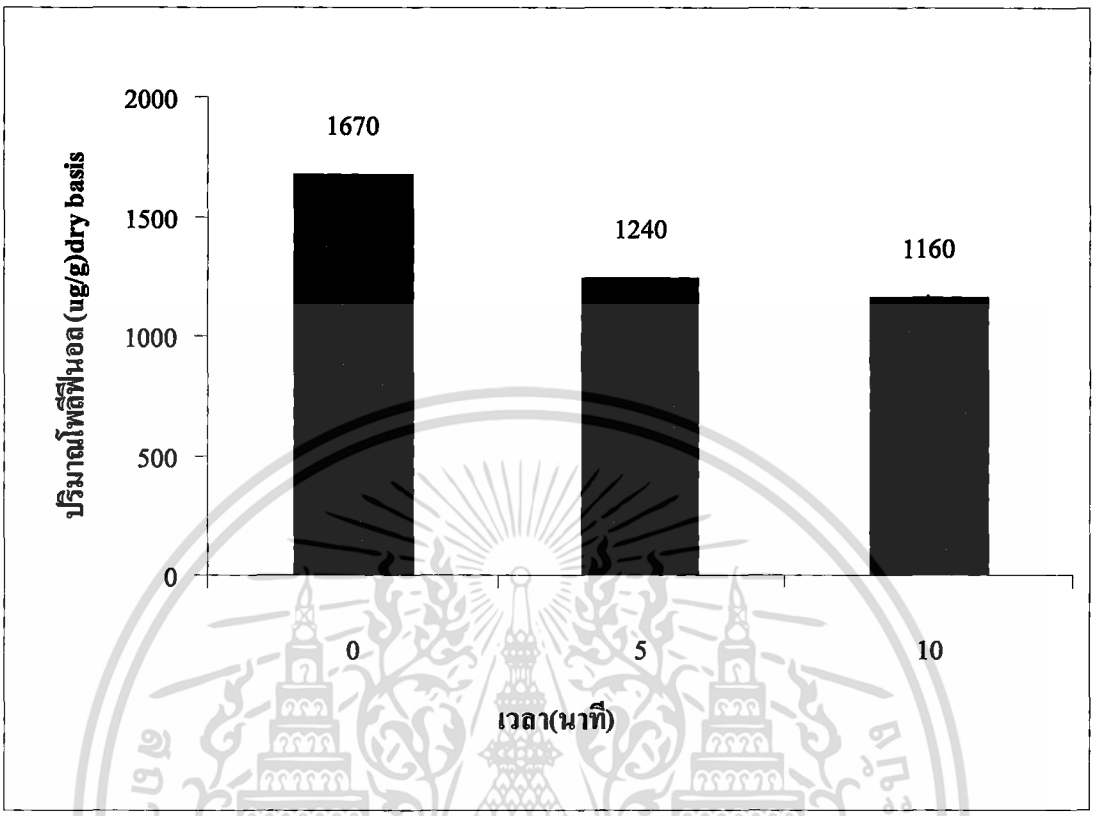
ปริมาณโพลีฟีนอลลดลง (Mehmet and Saadettin, 1996) ในขณะที่ขั้นตอนอบแห้ง มีการให้ความร้อนที่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารประกอบโพลีฟีนอลทำให้มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) ส่วนในขั้นตอนการคั่วพบปริมาณโพลีฟีนอลเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความผิดพลาดในการทดลอง เช่นเดียวกับผลการทดลองในชาสมุนไพรปู่เฒ่าลืมไม้เท้า

จากผลการทดลองพบว่าในตัวอย่างสดของอัญจาริกา มีค่า EC_{50} เท่ากับ 3100 ไมโครกรัม และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่างกระบวนการผลิต โดยเฉพาะในขั้นตอนการอบแห้งและในผลิตภัณฑ์ชา แสดงว่าสารต้านอนุมูลอิสระในชาสามารถถูกทำลายโดยความร้อนที่มีผลในการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือปฏิกิริยาอื่นๆ ที่ส่งผลให้เกิดการสลายตัวของสารต้านอนุมูลอิสระอย่างรวดเร็ว ทำให้ค่า EC_{50} สูงขึ้น 14 เท่าจากในตัวอย่างสด และในขั้นตอนการคั่วพบการลดของค่า EC_{50} แสดงให้เห็นว่า ชามีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นที่อาจเนื่องมาจาก intermediates ของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ อย่างไรก็ตามพบว่าในผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพร มีค่า EC_{50} สูงขึ้น 35 เท่าจากในตัวอย่างสด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก intermediates ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเป็นสารประกอบที่ไม่เสถียร และเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารประกอบอื่นที่มีความเสถียร แต่ไม่แสดงสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลง

4.1.6 การเปลี่ยนแปลงในขั้นตอนการนวดชาอัญจาริกา

เมื่อนำส่วนของต้นและรากของอัญจาริกามานวดที่ระยะเวลาต่างๆ คือ 0 , 10 และ 15 นาที ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโพลีฟีนอลกับระยะเวลาการนวดสามารถแสดงในภาพที่ 5 จากผลการทดลอง พบว่า เมื่อเพิ่มเวลาในการนวดจาก 0 นาที เป็น 15 นาที ปริมาณโพลีฟีนอลมีแนวโน้มลดลงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่า การนวดมีผลต่อการสูญเสียสารประกอบโพลีฟีนอลจากปฏิกิริยาทางเคมีและชีวเคมี ซึ่งให้ผลการทดลองไม่สอดคล้องกับในการวิเคราะห์ในขั้นตอนการผลิต ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจาก ตัวอย่างที่ใช้ไม่สด ทำให้ผนังเซลล์อ่อนตัวลง และเมื่อทำการนวดทำให้เกิดการทำลายผนังเซลล์ของพืชมากกว่าในตัวอย่างที่มีความสด จึงทำให้เกิดการปลดปล่อยเอนไซม์ออกจากเซลล์และเกิดปฏิกิริยาที่ส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีฟีนอลอย่างมีนัยสำคัญ หรือ อาจเนื่องมาจากความผิดพลาดในการวิเคราะห์

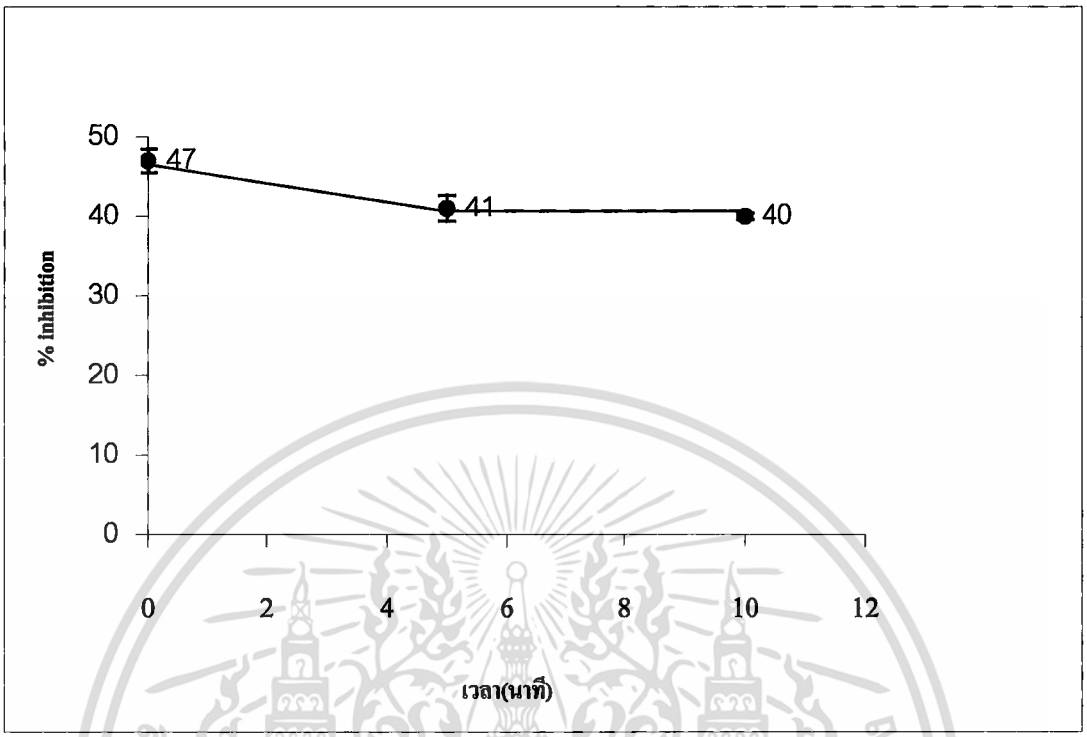
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 แสดงปริมาณโพลีฟีนอลของอัญจาริกาที่ผ่านการนวดที่ระยะเวลาต่างๆ

จากผลการทดลอง พบว่า ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของอัญจาริกามีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มเวลาในการนวดจาก 0 นาที เป็น 15 นาที (ดังภาพที่ 6) แสดงว่าในขั้นตอนการนวดอัญจาริกามีปฏิกริยาทั้งทางเคมีและชีวเคมีที่ส่งผลให้เกิดการสูญเสียสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบต่างๆ เช่น โพลีฟีนอล และ คาร์โรทีนอยส์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

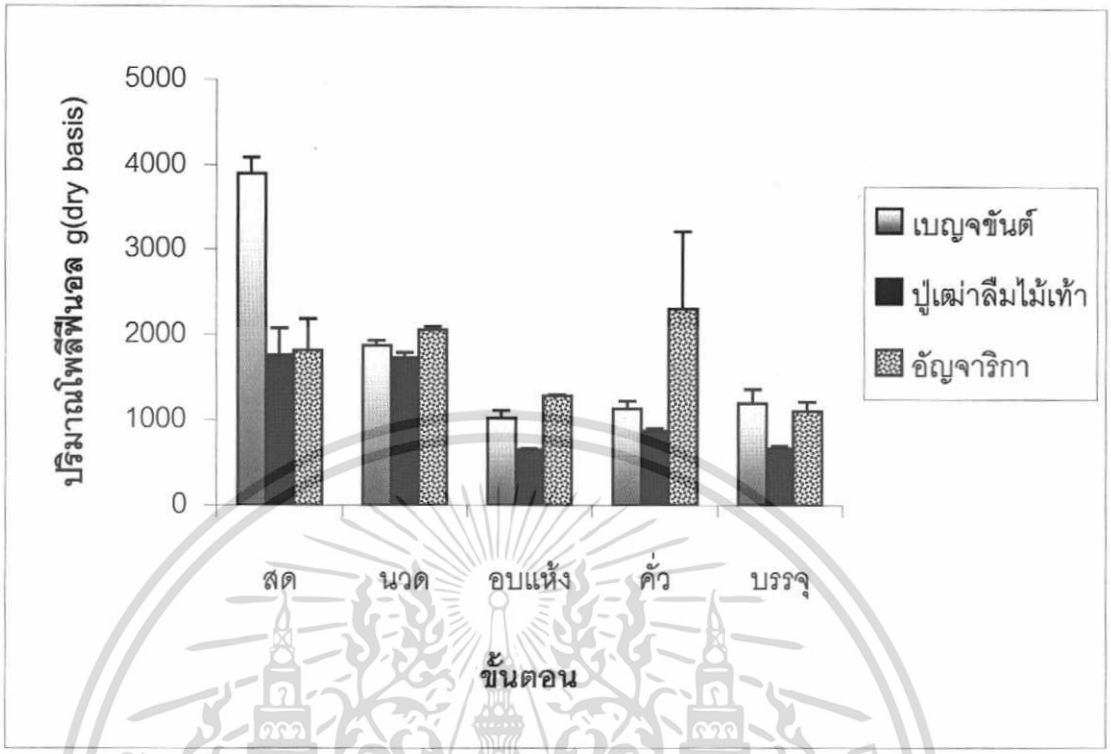


กราฟที่ 9 แสดงความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของอัญจาริกากับการนวดที่ระยะเวลาต่างๆ

จากกราฟเมื่อนำความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระมาเขียนกราฟกับระยะเวลาในการหมักของอัญจาริกา หรือ โสมตังกุยนวด พบว่าความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระมาจะมีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น

เมื่อนำชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด มาเปรียบเทียบปริมาณโพลีฟีนอลของแต่ละขั้นตอนจะได้ปริมาณโพลีฟีนอล ดังแสดงในกราฟที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

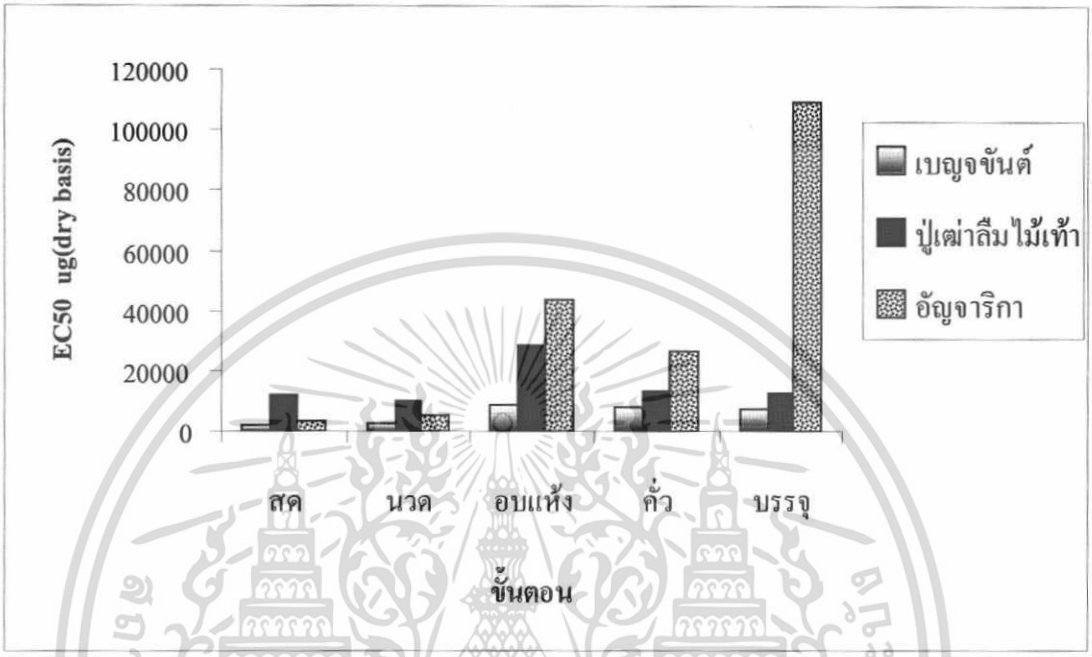


ภาพที่ 10 เปรียบเทียบปริมาณโพลีฟีนอลของชา 3 ชนิดในแต่ละขั้นตอน

จากกราฟเมื่อนำชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดในแต่ละขั้นตอนมาเปรียบเทียบพบว่าในสมุนไพรสด เบญจขันต์มีปริมาณโพลีฟีนอลสูงสุดคือเท่ากับ (3897 ± 191 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักชาสมุนไพรแห้ง) รองลงมา ได้แก่ อัญจาริกา (1814 ± 365 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักชาสมุนไพรแห้ง) และ ปู่เฒ่าทิ้งไม้เท้า (1757 ± 320 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักชาสมุนไพรแห้ง) ตามลำดับ ปริมาณโพลีฟีนอลของชาสมุนไพรมีแนวโน้มลดลงในแต่ละกระบวนการผลิตในชาทั้ง 3 ชนิด โดยเฉพาะในขั้นตอนการนวดและการ อบแห้งมีการลดของปริมาณโพลีฟีนอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ และพบว่าในผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรเบญจขัน มีปริมาณโพลีฟีนอลมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ อัญจาริกา และ ปู่เฒ่าลืมไม้เท้า คือมีปริมาณโพลีฟีนอล เท่ากับ 1190 ± 170, 1103 ± 110 และ 666 ± 35 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักชาสมุนไพรแห้ง ตามลำดับ และในกระบวนการผลิตชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด พบว่าเบญจขันต์มีการลดจำนวนของปริมาณโพลีฟีนอลสูงที่สุดคือ เท่ากับ 69.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ ในชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า ไพรอัญจาริกา ลดลงเท่ากับ 62.1 และ 39.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขั้นตอนการนวดของใบเบญจขันต์ พบว่ามีปริมาณโพลีฟีนอลลดลงมากกว่ากระบวนการอื่น ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากลักษณะมีลักษณะที่บางกว่าชาสมุนไพรชนิดอื่นๆ ทำให้การนวดสามารถทำลายผนังเซลล์ได้ดีกว่า และทำให้เกิดการปลดปล่อยเอมไซม์ต่างๆ ออกจากเซลล์จึงเกิดปฏิกิริยาที่ส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีฟีนอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำค่า EC_{50} ของชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดมาแต่ละขั้นตอนมาเขียนกราฟเปรียบเทียบ แสดงในกราฟที่ 8



กราฟที่ 11 เปรียบเทียบค่า EC_{50} ของชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดมาในแต่ละขั้นตอน

จากกราฟที่ 11 พบว่าปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ในค่า EC_{50} ของสมุนไพรสด เบญจขันต์มีค่าต่ำสุด (7592 ไมโครกรัม) รองลงมาได้แก่ ปู่เฒ่าลืมไม้เท้า (12870 ไมโครกรัม)และอัญจริกา (109700 ไมโครกรัม) ตามลำดับ และจากผลการทดลอง พบว่า ในชาทั้ง 3 ชนิด ในขั้นตอนอบแห้งมีผลต่อการลดปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ แต่มีการเพิ่มปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในขั้นตอนการคั่วอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในขั้นตอนอบแห้ง มีการทำลายสารต้านอนุมูลอิสระในชาโดยขบวนการทางชีวเคมีและเคมี ที่มีความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และการเพิ่มปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในขั้นตอนการคั่ว อาจเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลหรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด ที่ทำให้เกิด intermediates ต่างๆ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสร(ปาริฉัตตก์ ,2546) และในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป พบว่า ชาเบญจขันต์มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมาได้แก่ ปู่เฒ่าลืมไม้เท้า และอัญจาริกา โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 7592, 12870 และ 109700 ไมโครกรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในชาสมุนไพร 3 ชนิดที่ทำการศึกษา พบปริมาณสูงสุดในชาเบญจขันต์ อัญจาริกา และ ปู่เฒ่าลืมไม้เท้า ตามลำดับ โดยมีปริมาณเท่ากับ 3897 ± 191, 1814 ± 366 และ 1757 ± 320 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักชาสมุนไพรแห้ง ในขณะที่ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีค่าสูงสุดในชาเบญจขันต์ รองลงมาได้แก่ ชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้า และอัญจาริกา ตามลำดับ

กระบวนการผลิตชาสมุนไพรมีผลต่อการลดลงของปริมาณโพลีฟีนอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยลดลงประมาณ 35-58 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณโพลีฟีนอลในตัวอย่างสดของชาทั้ง 3 ชนิด และในขั้นตอนการอบแห้งมีการลดปริมาณโพลีฟีนอลสูงสุด ส่วนความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญตลอดกระบวนการผลิต โดยพบว่า มีปริมาณลดลง 35.4 เท่าในชาอัญจาริกา ส่วนในชาเบญจขันต์ และชาปู่เฒ่าลืมไม้เท้ามีการลดลง 4.2 และ 1.1 เท่าตามลำดับ นอกจากนี้ในขั้นตอนการคั่วจะพบการเพิ่มขึ้นของสารต้านอนุมูลอิสระในชาทั้ง 3ชนิด อันเนื่องมาจาก intermediates ของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล

ขั้นตอนการนวด พบแนวโน้มการลดลงของสารประกอบโพลีฟีนอลและสารต้านอนุมูลอิสระในชาสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ที่ระยะเวลาต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปริมาณโพลีฟีนอลในอัญจาริกา และ สารต้านอนุมูลอิสระในเบญจขันต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

วริฎฐา วีระจริยะ และ สุพัตรา มหาสุวรรณ. 2546. การศึกษาปริมาณสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ในชา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ : หน้า 10-21

ปาริฉัตตก์ ใจจักรคำ. ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ. รายงานวิชาอาหารเสริมสุขภาพและโภชนเภสัช. สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ : หน้า 8-17

สุธรรม อารีกุล.2547.รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการองค์ความรู้เรื่องพืชป่าที่ชาวเขาได้ใช้ประโยชน์ทางภาคเหนือของไทย. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายกาจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย

Brand-Williams W., Cuelier M. and Berset M. E. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm.-Wiss. U. Technol. 28: 25-30.

Bravo, L. 1998. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism and Nutritional Significance. Nutr. Rev. 56(11): 317-333.

Obanda M., Owuor P. O.and Mang'oka R. 2001. Changes in the chemical and sensory quality parameters of black tea due to variations of fermentation time and temperture. Food Chemistry 75; 395-404.

Tufekci M. and Guner S. 1996. The determination of optimum fermentation time in Turkish black tea manufacture. Food Chem. 60(1); 53-56.

Ravichandran R. and Parthiban R.1997. The impact of processing techniques on tea volatiles. Food Chem. 62(3); 347-353.

Yilddirin A., Mavi A. and Kara A.A. 2001 . Determination of Antioxidant and Antimicrobial of *Rumex Crispus* L. Extract. J.Agric. Food Chem. 49: 4083-4089

ชา [ออนไลน์] .ค้นหาได้จากที่มา : www.doa.go.th/data-agri/02_LOCAL/oard1/tea/main.html

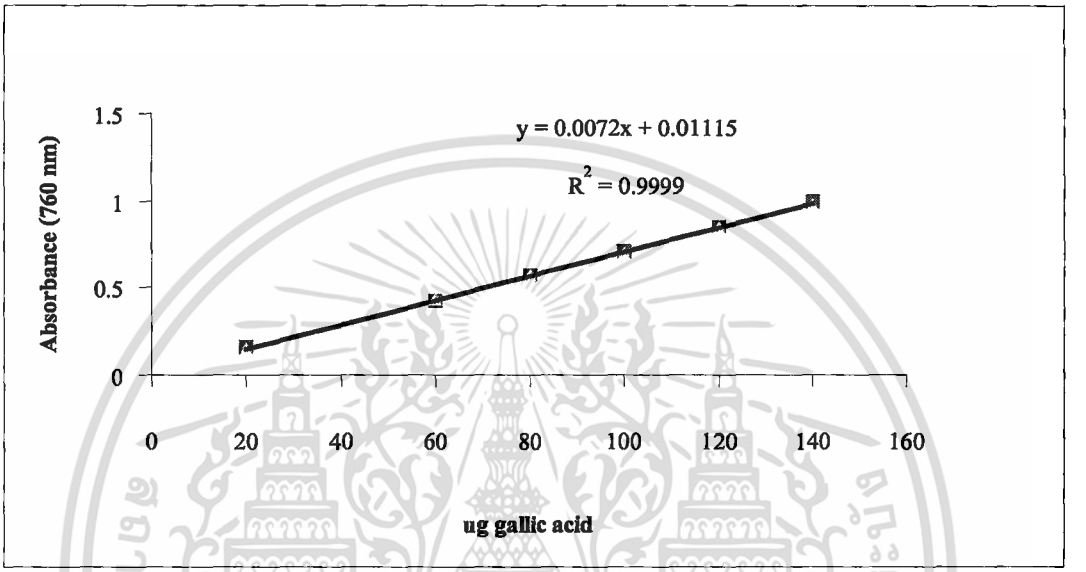
สารต้านอนุมูลอิสระ. [ออนไลน์] .ค้นหาได้จาก: www.thaiclinc.com/antioxidant.html

Camellia. [ออนไลน์] .ค้นหาได้จาก: www.ipst.ac.th/ThaiVersion/publication/in_sci/tea.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การคำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลในชาสมุนไพร



จากสมการกราฟสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกY =0.0072x+0.0115โดยมีค่า R^2= 0.9999 สามารถคำนวณหาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดชาสมุนไพรได้ จากสมการ

$$\text{ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (µg/g wet basis)} = \frac{2 \times \text{Total dilution factor} \times A}{m \times \text{น้ำหนักชาตัวอย่าง}}$$

หมายเหตุ *m* หมายถึง ค่าความชันของกราฟสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิค (มีค่าเท่ากับ 0.0072)

A หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดชาสมุนไพร

จากนั้น นำมาคำนวณปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างชาสมุนไพร ดังสมการ

$$\text{ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด} = \frac{\text{µg/g wet basis}}{1-(\%\text{M.C.}/100)}$$

หมายเหตุ %M.C หมายถึง เปอร์เซ็นต์ความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การคำนวณหา % inhibition นวดต่างระดับเวลา

ตัวอย่างการคำนวณ

เบ็ญจขัณฑ์ หรือ เจียวกู้หลาน นวดเกลือระดับเวลาที่ 10 นาที ครั้งที่ 1 ค่าBlank=1.526

ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง = 1.062

สูตรการคำนวณหา % inhibition $= [\ 1 - (\frac{As}{Ab})\ ] \times 100$

% inhibition ที่ระดับการนวดเกลือ 10 นาที

$= [\ 1 - (\frac{1.062}{1.526})\ ] \times 100$

$= 30.406\ \%$

หมายเหตุ As หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

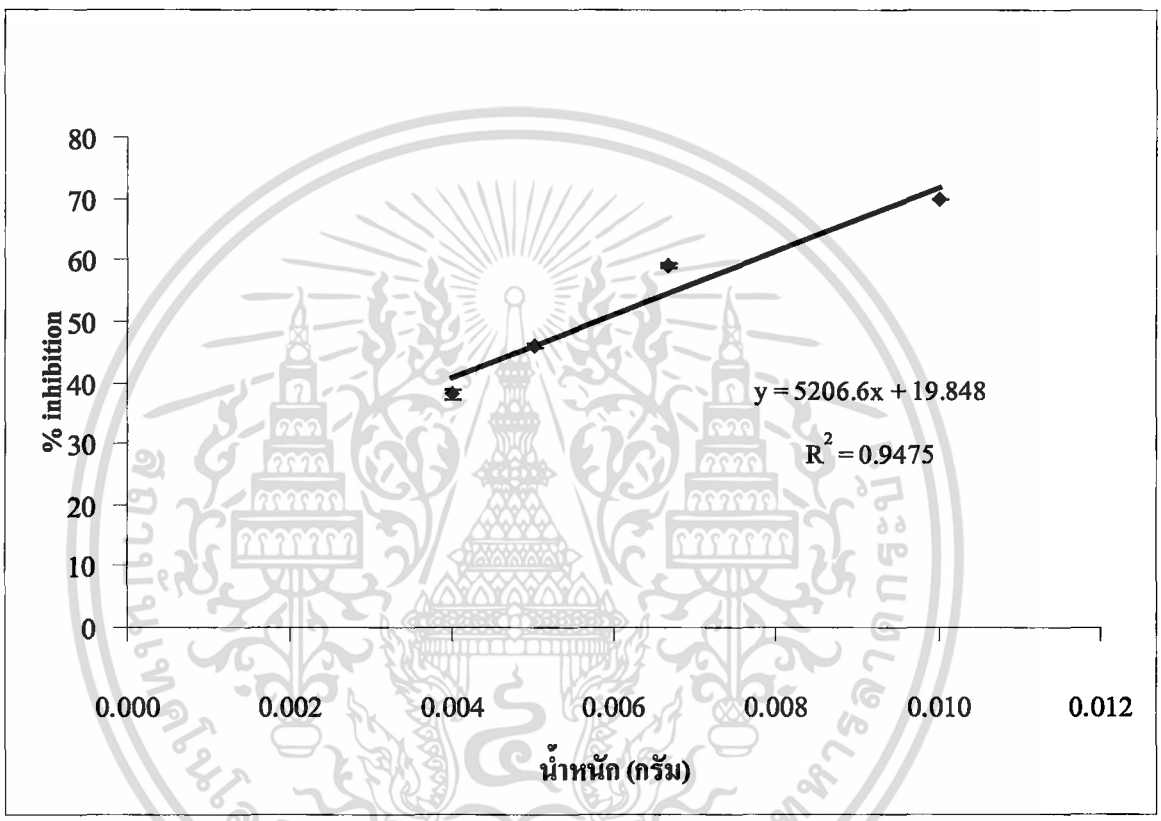
Ab หมายถึง ค่าการดูดกลืนแสงของBlank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ปริมาณความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ

ตัวอย่างกราฟค่า EC_{50}ของเบญจขันต์ หรือ เจียวกู้หลาน สด



วิธีการหาค่า EC_{50} ของเบญจขันต์ สด

จากสมการเส้นตรงของ เบญจขันต์ สด $Y = 5206.6x + 19.848$

$50 = 5206.6x + 19.848$

$= 0.009603$ g (wet basis)

คำนวณเป็นความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระต่อน้ำหนักแห้ง

$$= \text{g (wet basis)} \times \frac{(100-\%M.C.)}{100}$$

$= 0.001791$ g (dry basis)

$= 1791$ µg (dry basis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาว ชาลิตา ศิลปรัศมี เกิดเมื่อวันที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2525 ปัจจุบันอยู่บ้านเลขที่ 628 ซ.ลาดพร้าว 87 ถ. ลาดพร้าว แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กทม 10240 ปี พ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสตรีวิทยา 2 ปี พ.ศ.2547 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาว ลัคน์วัณณ์ เมืองทองอ่อน เกิดเมื่อวันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2525 ปัจจุบันอยู่บ้านเลขที่ 240/53 หมู่2 ต.ปากนคร อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช 80000 ปีพ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่6 จากโรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช จ.นครศรีธรรมราช ปีพ.ศ. 2547 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาว ปาจารีย์ ปัญญาสุ เกิดเมื่อวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2525 ปัจจุบันอยู่บ้านเลขที่ 118 หมู่4 ต.บุญเรือง อ.เชียงของ จ.เชียงราย 57140 ปีพ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่6 จากโรงเรียนสามัคคีวิทยาคม จ.เชียงราย ปีพ.ศ. 2547 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้