สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของกระบวนการผลิตต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำใบบัวบก

(Effect of processing on the amount of total polyphenol of Asiatic Pennywort extract)

โดย

นางสาวสกลสุภา อ่องสุวรรณ รหัสนักศึกษา 47040215

นางสาวณัฐพร รอดภัย รหัสนักศึกษา 47041095

สห.
ส192ผ
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 85414
วัน,เดือน,ปี 11 พ.ย. 2551

b 1200960x
i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของกระบวนการผลิตต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำใบบัวบก

(Effect of processing on the amount of total polyphenol of Asiatic Pennywort extract)

จัดทำโดย

1. นางสาวสกลสุภา อ๋องสุวรรณ รหัสนักศึกษา 47040215

2. นางสาวณัฐพร รอดภัย รหัสนักศึกษา 47041095

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 21 / มีนาคม / 2551

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของกระบวนการผลิตต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำใบบัวบก

(Effect of processing on the amount of total polyphenol of Asiatic Pennywort extract)

จัดทำโดย

นางสาวสกลสุภา อ้องสุวรรณ รหัสนักศึกษา 47040215

นางสาวณัฐพร รอดภัย รหัสนักศึกษา 47041095

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

Faculty Agricultural Industry

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

King Mongkut's Institute of Technology
Lardkrabang
Bangkok 10520 Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวสกลสุภา อ้องสุวรรณ, นางสาวณัฐพร รอดภัย. 2550 : ผลของกระบวนการผลิตต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำใบบัวบก

(Effect of processing on the amount of total polyphenol of Asiatic Pennywort extract)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ จิราภรณ์ สิริสัณห์

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของกระบวนการผลิตต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในน้ำใบบัวบก ที่มีวิธีการผลิต 4 วิธี คือน้ำใบบัวบกสด น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อมร้อน น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อม น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอร์ไรซ์ ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของใบบัวบก น้ำใบบัวบกและกากที่ได้จากการผลิตน้ำใบบัวบก โดยการวัดสีพบว่า ค่าสีที่วัดได้จากใบบัวบกสดและกากนั้นลักษณะเป็นสีเขียวแต่ในกากจะมีที่อ่อนกว่าใบบักบกเพราะได้ทำการสกัดสีใบออกไปบางส่วนจึงทำให้กากที่วัดสีออกมาได้มีสีอ่อนกว่า ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในน้ำใบบัวบกเพิ่มขึ้นเมื่อได้ทำการเติมน้ำเชื่อม และค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 6.07 $\pm$ 0.02 สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของบัวบก พบว่าใบบัวบกมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลมากที่สุดเท่ากับ 0.211 ไมโครกรัมของกรดแกลลิกต่อมิลลิกรัมของตัวอย่าง รองลงมาในกากมีค่าเท่ากับ 0.153 ไมโครกรัมของกรดแกลลิกต่อมิลลิกรัมของตัวอย่าง และในน้ำใบบัวบกก่อนกรอง น้ำใบบัวบกสด น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อม น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อมร้อนและ น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอร์ไรด์มีค่าลดลงตามลำดับ ดังนั้นการผลิตแบบน้ำใบบัวบกสดทำให้ยังคงมีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดอยู่ในน้ำใบบัวบกสดมากที่สุด และในส่วนกากของบัวบกยังคงมีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดเหลืออยู่มากจึงควรนำไปเสริมในผลิตภัณฑ์อาหารอื่น เช่น คุกกี้ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ

สกลสุภา อ้องสุวรรณ .... 21/มี.ค./50
ณัฐพร รอดภัย .....

ลายมือนักศึกษา ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษในเรื่องผลของกระบวนการผลิตต่อปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำใบบัวบก ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์จิราภรณ์ สิริสัณห์ ซึ่งให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ยุพร พืชกมุทร ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ อีกทั้งยังช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆจนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสิ้น ทั้งคุณพ่อ คุณแม่และญาติๆ ที่คอยให้กำลังใจ กำลังทรัพย์และอื่นๆ ขอบคุณเพื่อนๆที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำแก่ข้าพเจ้า ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ดี

นางสาวสกลสุภา อ้องสุวรรณ

นางสาวณัฐพร รอดภัย

21 มีนาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ก

กิตติกรรมประกาศ ข

สารบัญ ค

สารบัญภาพ จ

สารบัญตาราง ฉ

บทที่ 1 บทนำ 1

วัตถุประสงค์ 1

บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์ 2

2.1 บัวบก (Asiatic pennywort) 2

2.1.1 การใช้ประโยชน์ของบัวบก 2

2.1.1.1 การใช้ประโยชน์ด้านอาหาร 2

2.1.1.2 การใช้ประโยชน์ทางยา 4

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารประกอบฟีนอลิก 5

2.2.1 สมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิก 7

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด 8

2.4 ความคงตัวของสารประกอบฟีนอลในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน 9

2.5 ความรู้เกี่ยวกับอนุมูลอิสระ 10

2.6 ผลของสารต้านอนุมูลอิสระ 11

บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง 12

3.1 วัตถุดิบ 12

3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง 12

3.3 อุปกรณ์ครัว 13

3.4 สารเคมี 13

3.5 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง 13

3.5.1 ขั้นตอนการผลิตน้ำใบบัวบกตามท้องตลาด 14

3.5.2 การเตรียมน้ำใบบัวบกที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ 15

3.5.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ 16

3.5.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	19
4.1 สมบัติทางกายภาพ	19
4.2 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด	20
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	23
เอกสารอ้างอิง	24
ภาคผนวก ก	25
การคำนวณปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างใน ตัวอย่างใบบัวบก,น้ำใบบัวบกชนิดต่างๆและกาก	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	บัวบก	2
2	Structure of triterpene glycoside: asiatic acid, asiaticoside ,madecassic acid,and madecassoside	4
3	ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลของ ใบ,รากและก้านบัวบก	6
4	ขั้นตอนการผลิตน้ำใบบัวบกตามท้องตลาด	14
5	การพาสเจอร์ไรซ์ด้วยการให้ความร้อนแบบ indirect heat โดยการใช้หม้อต้มแบบ 2 ชั้น	15
6	ปริมาณโพลีฟีนอลในใบบัวบก, บัวบกก่อนกรอง น้ำใบบัวบกสด น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมร้อน น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อม น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอไรซ์และกาก	21
7	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดแกลลิก และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางโภชนาการของใบบัวบก 100 กรัม	3
2	ชนิดและปริมาณของสารประกอบฟีนอลในส่วนต่างๆของพืช	7
3	การเตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก	17
4	ค่าสีของใบบัวบกและกา	19
5	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของน้ำใบบัวบกสด น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมร้อน น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อม และน้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอไรซ์	19
6	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำใบบัวบกสด น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมร้อน น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อม และน้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอไรซ์	20
7	ปริมาณโพลีฟีนอลในตัวอย่างใบบัวบกสด น้ำใบบัวบกก่อนกรอง น้ำใบบัวบกสด น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมร้อน น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมและน้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอไรซ์	20
8	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร ของสารละลายกรดแกลลิกมาตรฐาน	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันคนหันมาใส่ใจเรื่องสุขภาพและให้ความสำคัญกับอันตรายของอนุมูลอิสระที่มีต่อร่างกายมากขึ้น อนุมูลอิสระสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในร่างกายมนุษย์เองและได้รับจากสิ่งแวดล้อมภายนอก อนุมูลอิสระจะทำลายองค์ประกอบหลักของเซลล์และสมดุลของระบบต่าง ๆ ในร่างกายทำให้เกิดโรค เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ ไขมันอุดตันในเส้นเลือดและไขข้ออักเสบ (พรทิพย์, 2546) การรับประทานอาหารประเภทผักและผลไม้มีผลช่วยลดอันตรายจากสารต้านอนุมูลอิสระได้เพราะในผักและผลไม้อุดมไปด้วยสารประกอบโพลีฟีนอลซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)

น้ำใบบัวบกเป็นเครื่องดื่มที่มีผู้นิยมบริโภคจำนวนมากเพราะเข้าใจว่ามีส่วนช่วยบำรุงสุขภาพ โดยมีจำหน่ายอย่างแพร่หลายทั้งในแบบตักขายใส่ถุงหรือแก้วและแบบบรรจุขวด จากการศึกษาของ Abdul-Hamid A.และคณะ,2002 และ Zainol M.K.และคณะ,2003 พบว่าใบบัวบกประกอบด้วยสารประกอบโพลีฟีนอลที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระจำนวนมาก การบริโภคน้ำใบบัวบกจึงอาจมีส่วนช่วยลดอันตรายจากอนุมูลอิสระได้ แต่ปริมาณและคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษาว่าวิธีการผลิตน้ำใบบัวบกอาจมีผลทำให้ปริมาณของสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดที่มีอยู่ในใบบัวบกเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการผลิตน้ำใบบัวบกให้ยังคงมีสารประกอบโพลีฟีนอลที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายอยู่

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำใบบัวบก
2. เพื่อศึกษาผลของวิธีการผลิตที่มีต่อสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของน้ำใบบัวบก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
วารสารปริทรรศน์

2.1 บัวบก (Asiatic pennywort)

บัวบก หรือที่รู้จักกันในชื่อท้องถิ่นว่า ผักแว่น ,ผักหนอก มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Centella asiatica* (Linn.) Urban. ชื่อวงศ์ Umbelliferae เป็นพรรณไม้ล้มลุกจัดอยู่ในจำพวกผัก ลำต้นชอบเลื้อยไปตามพื้นดินที่ชื้นและโดยทั่วๆไปขึ้นง่าย

ภาพที่ 1 บัวบก

2.1.1 การใช้ประโยชน์ของบัวบก

2.1.1.1 การใช้ประโยชน์ด้านอาหาร

ส่วนของบัวบกที่ใช้รับประทานคือใบและเถา ซึ่งโดยรับประทานเป็นผักแกล้มกับแกงเผ็ดและน้ำพริก และนิยมนำมาทำเครื่องดื่มน้ำใบบัวบก

บัวบกประกอบด้วยสารอาหารหลายชนิด เช่น โซเดียม แมกนีเซียม แคลเซียม วิตามินชนิดต่างๆ เช่น ไทอะมิน(วิตามินบี 1) ไรโบฟลาวิน(วิตามินบี2) ไพริดอกซิน(วิตามินบี6) วิตามินซีและกรดอะมิโนหลายชนิด เช่น กลูตาเมต อลานีน ฮีสทีดิน เป็นต้น คุณค่าโภชนาการของใบบัวบกดังแสดงในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของใบบัวบก 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ
น้ำ	86.0 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	7.1 กรัม
โปรตีน	1.8 กรัม
ไขมัน	0.9 กรัม
กาก	2.6 กรัม
แคลเซียม	146 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	30 มิลลิกรัม
เหล็ก	3.9 มิลลิกรัม
วิตามินเอ	10,962 IU
วิตามินบี 1	0.24 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.09 มิลลิกรัม
ไนอาซีน	0.8 มิลลิกรัม
วิตามินซี	4 มิลลิกรัม

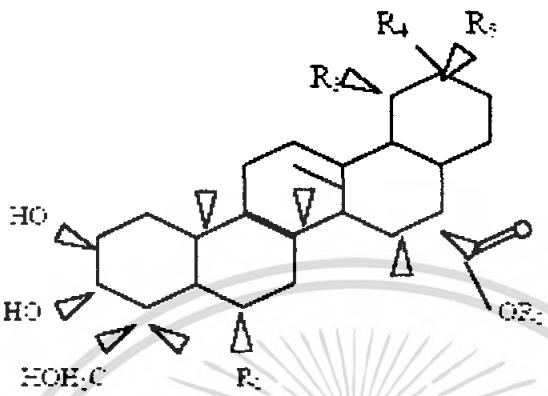
หมายเหตุ IU = international unit

ที่มา : สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 การใช้ประโยชน์ทางยา

บัวบกประกอบด้วยสารที่มีฤทธิ์ในทางยาได้แก่ asiaticoside , asiatic acid , madecassic acid, madeacassic acid



ภาพที่ 2 : Structure of triterpene glycoside: asiatic acid, asiaticoside, madecassic acid,and madecassoside

ที่มา: Brinkhaus, *et al.*, 2000

Saponins	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
Asiatic acid	-H	-H	$-CH_3$	$-CH_3$	H
Asiaticoside	-H	-β-D-glc-(6-1)- β-D-glc-(4-1)--L-rha	$-CH_3$	$-CH_3$	H
Madecassic acid	-OH	-H	$-CH_3$	$-CH_3$	H
Madecassoside	-OH	-β-D-glc-(6-1)- β-D-glc-(4-1)--L-rha	$-CH_3$	$-CH_3$	H

ส่วนของบัวบกที่ใช้เป็นยา คือส่วนของต้น ใบและเมล็ด สรรพคุณทางยาสามารถแก้เจ็บคอได้ ทำให้มีความสดชื่น ชุ่มคอ แก้ช้ำในได้ดี สามารถลดความดันโลหิตสูงได้ และช่วยบำรุงกำลัง บำรุงหัวใจ แก้อ่อนเพลีย กระหายน้ำ ขับปัสสาวะ รักษาบาดแผล แก้โรคปวดเมื่อย แก้โรคเรื้อน แก้กามโรค ตับอักเสบ ส่วนเมล็ดมีรสขมเย็น แก้บิด แก้ไข้ ปวดศีรษะ (มนตรี แสนสุข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) เป็นสารในกลุ่มเซคัลดารี เมตาบอไลท์(secondary metabolite) ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในกระบวนการเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด ดังนั้นรูปแบบของสารประกอบฟีนอลิกในพืชแต่ละชนิดจึงมีความแตกต่างกันออกไป ในปัจจุบันพบว่ามีสารประกอบฟีนอลิกที่ทราบโครงสร้างแน่นอนแล้วมากกว่า 8,000 ชนิด ตั้งแต่กลุ่มที่มีโครงสร้างอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก (Phenolic acid) ไปจนถึงกลุ่มที่มีโครงสร้างเป็นโพลีเมอร์ เช่น แทนนิน (tannin)

โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลิกจะอยู่ในรูปของไกลโคไซม์ คือ สารประกอบฟีนอลิกจะจับอยู่กับโมเลกุลของน้ำตาล โดยน้ำตาลดังกล่าวอาจจะเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว(mono - saccharide) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) หรือโอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharide) ก็ได้ แต่น้ำตาลชนิดที่พบมากที่สุดในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอลิก คือ กลูโคส (glucose) ส่วนน้ำตาลชนิดอื่นที่พบได้แก่ กาแลกโตส (galactose) แรมโนส (rhamnose) ไซโรส (xylose) อะราบิโนส(arabinose) และอนุพันธ์ของน้ำตาลเหล่านี้ เช่น กรดกลูโคโรนิก(glucoronic acid) กรดกาแลกตูโร-นิก (galacturonic acid) และอื่นๆ

นอกจากนี้ยังพบว่าอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลิกกับสารประกอบฟีนอลิกด้วยกันเอง หรือสารประกอบฟีนอลิกกับสารประกอบอื่นๆ เช่น กรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) กรดอินทรีย์(organic acid) อะมีน(amines) และไขมันอีกด้วยสารประกอบฟีนอลิกที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำสามารถพบได้ทั่วไปและมีความสำคัญ(phenols,C6) กรดฟีนอลิก (phenolic acid , C6-C1) ฟีนิลโพรพานอยด์ (phenylpropanoid , C6-C3)และฟลาโว-นอยด์ (flavonoids) ตัวอย่างของฟีนอล ได้แก่ ฟีนอล (phenol) ครีซอล (cresol) ไทมอล (thymol) รี-ซอคซินอล (resorcinol) ออซินอล (orcinol) และอื่นๆ ซึ่งสามารถพบทั่วไปในพืชที่ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องเทศรวมทั้งไฮโดรควิโนน (hydroquinone) และอนุพันธ์ สำหรับตัวอย่างของกรดฟีนอลิกได้แก่ กรดแกลลิก (gallic acid) กรดแวนิลลิก (vanillic acid) กรดไซริงจิก (syringic- acid) กรดไฮ-ดรอกซีเบนโซอิก (p-hydroxybenzoic acid) และอัลดีไฮด์ของกรดฟีนอลิก ซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปในพืชชั้นสูงและเฟิร์น ตัวอย่างของฟีนิลโพรพานอยด์ ได้แก่ กรดไฮดรอกซีซินนามิก (hydroxyl -cinnamic acid) เช่น กรดคูมาลิก (p-cuamric acid) กรดคาเฟอิก (caffeic acid) กรดเฟอรูลิก (ferulic acid) กรดไซเนปิก (sinapic acid) และอนุพันธ์ ซึ่งเป็นสารพวกไกลโคไซด์ (glycosides) , ซินนามิลแอลกอฮอล์ (cinnamyl alcohols) ซึ่งเป็นส่วนประกอบพื้นฐานของลิกนิน (licnin) โดยมักจะเกิดพันธะเชื่อมกับน้ำตาลอะราบิโนสในส่วนของเฮมิเซลลูโลสของผนังเซลล์พืช

สารประกอบฟีนอลิกที่ละลายได้จะสามารถถูกเมตาบอไลท์ได้ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ โดยสารประกอบฟีนอลิกอย่างง่ายที่อยู่ในรูปอิสระ เช่น กรดซินนามิก กรดคูมาลิก กรดคาฟ-เฟอิก และอื่น ๆ สามารถถูกดูดซึมได้โดยตรงที่ผนังลำไส้เล็กในขณะที่ไกลโคไซด์ จะถูกย่อยจะถูกย่อยออกเป็นอะไกลโคนและน้ำตาลก่อนจึงจะสามารถถูกดูดซึมได้ แต่เนื่องจากระบบทางเดิน-อาหารของมนุษย์ ไม่มีเอนไซม์เบต้าไกลโคซิเดส (giycosidases) ที่เหมาะสมจึงไม่มีการดูดซึมที่บริเวณลำไส้เล็ก จึงต้องผ่านมาที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณลำไส้ใหญ่ ซึ่งมีจุลินทรีย์ต่าง ๆ ช่วยย่อยสลายให้อยู่ในรูปของอะไกลโคนก่อน จึงจะมีการดูดซึมที่บริเวณส่วนปลายของลำไส้ใหญ่ แต่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายสารประกอบฟีนอลิกได้ทุกชนิด ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระ(วิวัฒน์, 2545)

จากการศึกษาของ Zainol M.K.และคณะ,2003 ได้วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในใบบัวบกพบว่าส่วนของใบมีสารประกอบฟีนอลสูง (8.13-11.7 กรัมต่อ100 กรัมของตัวอย่างแห้ง) รากมีสารประกอบฟีนอล (6.46-10.5กรัมต่อ100 กรัมของตัวอย่างแห้ง) และก้านมีสารประกอบฟีนอล ต่ำสุด (3.23-4.91 กรัมต่อ100 กรัมของตัวอย่างแห้ง) ดังนี้

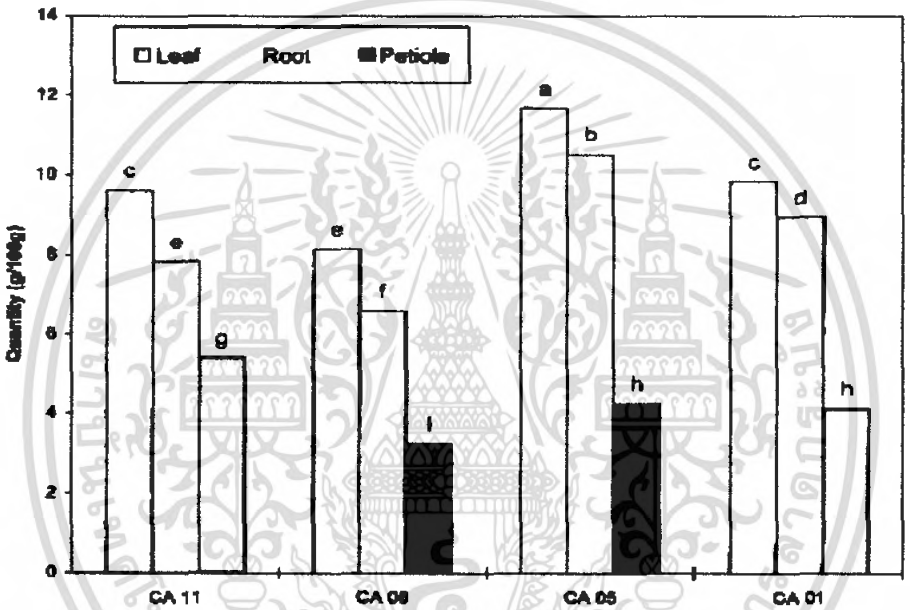


Fig. 3. Total phenolic compounds (as gallic acids equivalents) of leaves, roots and petioles of different accessions of *C. asiatica* (L.) Urban. Absorbance values represent triplicates of different samples analyzed. Values with the same letter (a, b, c) are not significantly different ($P<0.05$) between samples.

ภาพที่ 3 : ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลของ ใบ,รากและก้านบัวบก

ที่มา : Zainol M.K.และคณะ,2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 สมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิก (วิวัฒน์, 2545)

สมบัติที่ได้รับความสนใจในปัจจุบันของสารประกอบฟีนอลิก คือ การเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidants) และสารต้านการกลายพันธุ์ (antimutagens) และการใช้สารประกอบฟีนอลิกในการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด โรคมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอลิกจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ ด้วยการให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็ว ดังปฏิกิริยา

$$ROO\bullet + PPH \longrightarrow RCOOH + PP\bullet$$

$$RO\bullet + PPH \longrightarrow ROH + PP\bullet$$

เมื่อสารประกอบฟีนอลิกให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระไปแล้ว อนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกจะค่อนข้างมีเสถียรภาพ ดังนั้นจึงไม่ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นต่อไป นอกจากนี้อนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกบางชนิดยังสามารถรวมตัวกับอนุมูลอิสระอื่น ทำให้สารประกอบฟีนอลิกเหล่านั้นสามารถลดจำนวนอนุมูลอิสระได้ถึง 2 เท่าดังปฏิกิริยา

$$ROO\bullet + PP\bullet \longrightarrow ROOPP$$

$$RO\bullet + PP\bullet \longrightarrow ROPP$$

สารประกอบฟีนอลิกมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันนั้นสามารถพบได้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เมล็ด ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เมล็ดฝ้าย มัสตาร์ด ข้าว และงา ผลได้แก่ องุ่น ส้ม พริกไทยดำ และโอลีฟ ใบได้แก่ ชา และเครื่องเทศต่างๆ ส่วนอื่นๆได้แก่ มันเทศ และหัวหอม

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณของสารประกอบฟีนอลในส่วนต่างๆของพืช

ส่วนของพืช	ชนิดและปริมาณของสารประกอบฟีนอล
ผล	Cinnamic acids > catechins ~ leucoanthocyanins (flavan3,4-diols) > flavonols
ใบ	Flavonols ~ Cinnamic acids > catechins ~ leucoanthocyanins
เนื้อไม้	Catechins ~ leucoanthocyanins > flavonols > Cinnamic acids
เปลือกไม้	เหมือนในเนื้อไม้แต่จะมีปริมาณสูงกว่า

ที่มา: Pratt , 1992

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (Peter and Simo,1994)

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอล คือ วัดปริมาณความเข้มข้นของสารประกอบทั้งหมดที่มีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่ในโมเลกุลโดยไม่คำนึงถึงน้ำหนักโมเลกุลของสารประกอบโพลีฟีนอลนั้นๆ การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดโดยทั่วไปมี 3 วิธี ดังนี้

วิธีที่1 Folin-Denis method

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยารีดักชัน-ออกซิเดชัน (reduction-oxidation) โดยสารประกอบฟีนอลถูกออกซิไดซ์ในสภาวะที่เป็นด่าง จากนั้นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะไปรีดิวซ์สารประกอบเชิงซ้อนทังสติก-ฟอสโฟโมลิบดิก (phosphotungtic – phosphomolybdic complex)ได้ผลิตภัณฑ์เชิงซ้อนที่มีสีน้ำเงินและสามารถวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร

วิธีที่2 Folin-Cioalteu method

เป็นวิธีทีปรับปรุงและพัฒนาจากวิธี Folin-Denis method ซึ่งมีหลักการของการเกิดปฏิกิริยาเช่นเดียวกับ Folin-Denis method แต่จะเพิ่มอัตราส่วนของโมลิบดินัมและทังสเตนให้มีปริมาณมากขึ้นแล้วใช้สารละลายเกลือ (liquid bromine) ไปออกซิไดซ์ตะกอนของสารประกอบเชิงซ้อนทังสติก-ฟอสโฟโมลิบดิก (phosphotungtic – phosphomolybdic complex) จึงได้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีน้ำเงินที่สว่างขึ้น

วิธีที่3 Price-Butler method

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยารีดักชัน-ออกซิเดชัน (reduction-oxidation) โดยสารประกอบฟีนอลถูกออกซิไดซ์ในสภาวะที่เป็นด่าง จากนั้นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะไปรีดิวซ์สารประกอบเชิงซ้อนได้ผลิตภัณฑ์เชิงซ้อนที่มีสีน้ำเงินและสามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร ซึ่งวิธีการนี้มีวิธีการที่ง่าย สะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีการที่1 และ2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความคงตัวของสารประกอบฟีนอลในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน

ความคงตัวของสารประกอบฟีนอลในการเป็นสารต้านออกซิเดชันจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโมเลกุลสารประกอบฟีนอล ได้แก่

2.4.1 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

เนื่องจาก OH- group ในแต่ละตำแหน่งของสารประกอบฟีนอลมีบทบาทต่อคุณสมบัติของการเป็นสารต้านออกซิเดชัน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างซึ่งจะมีผลให้ OH- group เกิดการเปลี่ยนแปลง จึงน่าจะมีผลต่อสมบัติของการเป็นสารต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลด้วยเช่นเดียวกัน(Jackman and Smith,1996)

2.4.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิสูงในระหว่างการแปรรูปจะมีผลทำให้สารประกอบฟีนอลโมเลกุลเล็กๆ ระเหยกลายเป็นไอไปได้ในขณะฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลที่มีโครงสร้างแบบ C6-C3-C6 โดยมีลักษณะเป็นวงแหวน 3 วงต่อกัน จะเกิดการแตกของวงแหวน C และสลายตัวต่อไป
โดยวงแหวน B จะเปลี่ยนเป็นกรดคาร์บอกซิลิก และวงแหวน A จะเปลี่ยนเป็นคาร์บอกซีอัลดีไฮด์ตามลำดับ (Jackman and Smith,1996) และระเหยไปพร้อมกับไอน้ำ (Kim and Pratt,1992)

จากการศึกษาของ Abdul-Hamid A.และคณะ,2002 พบว่า ส่วนของใบและรากบัวบกจะมีสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันสูง การสกัดบัวบกด้วยสารละลายที่มีขั้วสูง เช่น เมทธานอลและเอทธานอล จะสามารถสกัดสาร antioxidants ได้มากที่สุด โดยคุณสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากใบ ก้าน และรากของบัวบกจะดีที่สุดเมื่อ pH เท่ากับ 7 และเริ่มลดลงเมื่ออุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

2.4.3 แสง

แสงแดดเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เร่งการสลายตัวหรือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารประกอบฟีนอล เช่น OH- group ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 5 ในโมเลกุลของแอนโทไซยานินจะสามารถเรืองแสงและไวต่อการสลายตัวเมื่อโดนแสงแดด นอกจากนี้แสงแดดยังเป็นปัจจัยเร่งให้เกิดการสลายตัวเนื่องจากความร้อนให้เกิดเร็วขึ้นด้วย (Jackman and Smith,1996)

2.4.4. เอ็นไซม์

ในสภาพที่มีเอ็นไซม์ polyphenoloxidase อยู่ด้วยจะเป็นการเร่งการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลบางชนิดให้เกิดได้เร็วขึ้น แต่อัตราเร่งปฏิกิริยาจะแตกต่างกันออกไป Fuel al (1992) พบว่า polyphenoloxidase สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ(-)-epicatechin ได้ดีกว่า (+)-catechin

2.4.5 การรวมตัวกับโมเลกุลอื่นๆ

สารประกอบฟีนอลสามารถเกิดการรวมตัวกับโมเลกุลอื่นๆ เช่น โปรตีน โพลีแซคคาไรด์ อัลคาลอยด์และแอนโทไซนานินได้ง่าย และปฏิกิริยาอาจจะเป็นแบบสามารถผันกลับได้หรือไม่ได้นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ในขณะที่เกิดปฏิกิริยา เช่น ออกซิเจน ไอออน โลหะ เอ็นไซม์และกรด เป็นต้น ซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมดุลของปฏิกิริยา เช่น ทำให้สารประกอบในภาวะสมดุลรวมตัวกันและตกตะกอนแยกออกมา หรือเกิดพันธะโควาเลนท์รวมกันเป็นสารใหม่ทำปฏิกิริยาไม่สามารถผันกลับได้ (Haslam etal,1992) หากปรากฏการณ์เหล่านี้มีผลทำให้สารประกอบฟีนอลมีการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างไป จะทำให้สารประกอบฟีนอลสูญเสียสมบัติในการเป็นสารต้านออกซิเดชันไปได้

2.5 ความรู้เกี่ยวกับอนุมูลอิสระ (free radical)

อนุมูลอิสระ (free radical) หมายถึง กลุ่มของสารที่มีอิเลคตรอนวงนอกที่ยังไม่ได้จับคู่มากกว่าหรือเท่ากับหนึ่งอิเลคตรอน ดังนั้นจึงมีความว่องไวสูงในการเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลในร่างกาย โดยทั่วไปเซลล์อนุมูลอิสระส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดอิเลคตรอนจากโมเลกุลของออกซิเจนไปยังโมเลกุลของน้ำเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อนุพันธ์ของออกซิเจนที่ไวต่อปฏิกิริยา(re-activeoxygen spiceice,ROH) ซึ่งสารกลุ่มนี้ ได้แก่ ซุปเปอร์ออกไซด์ (superoxide anion, $O^{\cdot}_2$) ไฮ-ดรอกซิล(hydroxyl radical, $HO^{\cdot}$) อนุพันธ์ของออกซิเจนบางตัว ได้แก่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์(H_2O_2) ไฮโปรคลอรัส(HOCl) นอกจากนี้ยังมีกลุ่มของสารอนุพันธ์ของไนโตรเจนที่ไวต่อปฏิกิริยา รีแอคทีฟ (nitrogen spiceice ,RNH) ที่สำคัญ ได้แก่ เปอร์ออกซีไนไตรต($OONO^{\cdot}$) ไนตริกออกไซด์($NO^{\cdot}$) ทั้งนี้ทั้งกลุ่มอนุพันธ์ของออกซิเจนว่องไวและกลุ่มของอนุพันธ์ไนโตรเจนว่องไวเป็นแหล่งของอนุมูลอิสระที่สำคัญของร่างกาย
(วัลยา และพัชรี, 2542)

โดยปกติร่างกายจะมีระบบควบคุมป้องกันอนุมูลอิสระที่เรียกว่าระบบแอนติออกซิแดนท์ (antioxidant defense system) แบ่งออกได้เป็นกลุ่มของเอนไซม์ได้แก่ คาตาเลท (catalase) ,ซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตนท์ (superoxide dismutase) และกลูทาไทโอนเปอร์ออกซิเดท (glutathione peroxi date)เป็นต้น กลุ่มของสารและโปรตีนบางชนิดได้แก่ กลูธาไทโอน (glutathione) ยูเลท (urate) ไบลิรูบิน (biliruein) ยูไบควิโนน (ubiquinol) อัลบูมิน (albumin) แคลลูโลพลาสมิน (caeruloplasmin) และทรานสเฟอริน (transferrin) เป็นต้น และกลุ่มของสารอาหารบางชนิดที่สำคัญ ได้แก่ วิตามินอี วิตามินซี และสารแคโรทีนอยด์เป็นต้น (วัลยาและพัชนี, 2542)

แหล่งที่มาของอนุมูลอิสระสามารถแบ่งได้ดังนี้ (พรทิพย์ , 2546)

1. อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกาย ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกายเอง
2. อนุมูลอิสระจากภายนอกร่างกาย ได้แก่
   - การติดเชื้อ ทั้งจากแบคทีเรียและไวรัส
   - การอักเสบชนิดไม่ทราบสาเหตุ (autoimmunediseses) เช่น ข้ออักเสบ รูมาตอยด์ โรคเก๊าท์
   - รังสี เช่น รังสีแกมม่า
   - สิ่งแวดล้อมที่เป็นมลพิษ เช่น มลพิษในอากาศ โอโซน ไนตรัสออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ ฝุ่นควันเสียและเขม่าจากเครื่องยนต์ควัน บุหรี่ ยาฆ่าแมลง อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหรือธาตุเหล็กมากกว่าปกติ แสงแดด ความร้อน ยาบางชนิด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ผลของสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระมีหน้าที่หลายอย่าง ได้แก่ทำหน้าที่เป็นสารรีดิวซ์ (reducing agent)เป็นตัวทำลายอนุมูลอิสระจับกับไอออนโลหะที่เร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นตัวยับยั้งการเกิดออกซิเจนในรูปที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาซึ่งพบในขั้นที่ 1 หรือ initiation step ของปฏิกิริยาออกซิเดชัน (ไมตรี สุทธจิตต์ และอนัญชา ขันทอง , 2543)

จากหน้าที่ต่างๆ ดังที่กล่าวมานี้ อนุมูลอิสระจึงมีความสำคัญในการชะลอหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาขั้นที่ 1 ของปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือสามารถหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่โดยการทำปฏิกิริยากับอนุมูล peroxyl เพื่อให้เป็นสารที่มีความเสถียร หรือให้เป็นสารที่ไม่ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อไปหรือให้เป็นสารที่ไม่ใช่สารอนุมูลอิสระ (non-radical product)

โดยทั่วไปสารต้านอนุมูลอิสระแบ่งเป็น 5 ประเภทใหญ่ ดังนี้ (ไมตรี สุทธจิตต์ และอนัญชา ขันทอง, 2543)

1. primary antioxidant สารกลุ่มนี้ทำหน้าที่หยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระในปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดยทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเลคตรอน ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิค สารโทโคฟีรอลที่ได้จากธรรมชาติ และสารสังเคราะห์ เช่น alkyl gallate BHA BHT และ TBHQ

2. oxygen scavenger สารกลุ่มนี้ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน จึงเป็นการช่วยกำจัดออกซิเจนในระบบปิดได้ ได้แก่ กรดแอสคอร์บิคหรือวิตามินซี ascorbyl palmitate erythorbic acid (isoascorbic acid) และ sodium erthobate เป็นต้น

3. secondary antioxidant สารกลุ่มนี้ทำหน้าที่สลายโมเลกุลของ lipid hydroperoxide ให้เป็นสารที่มีความเสถียร ได้แก่ dilauryl thiopropionate และ thiopropionic acid เป็นต้น

4. enzymatic antioxidant เอนไซม์กลุ่มนี้ทำหน้าที่กำจัดออกซิเจนหรืออนุพันธ์ของออกซิเจน โดยเฉพาะไฮโรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

5. chelating agent หรือ sequestrant สารกลุ่มนี้จะทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะ เช่น เหล็กและทองแดง ซึ่งเป็นไอออนที่ส่งเสริมและเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ทำให้เกิดเป็นสารประ กอบเชิงซ้อนที่เสถียร สารที่ทำหน้าที่จับกับไอออนของโลหะนี้ ได้แก่ กรดซิตริค กรดอะมิโน ethylene diaminetetra-acetic acid (EDTA) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. ใบบัวบก จากตลาดบ่อบัว อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทราในช่วงเดือน ธันวาคม 2550- มกราคม 2551
2. น้ำตาลทราย
3. เกลือ
4. น้ำสะอาด

3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
3. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer)
4. เครื่องวัดสียี่ห้อ Minolta Chromameter CR-300
5. เครื่องเขย่า (vortex)
6. Hand-refractometer
7. หลอดทดลองขนาด16×150
8. ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 ml,100 ml
9. ปิเปตขนาด 1 ml,10 ml
10. บีกเกอร์ขนาด 50 ml,100 ml,150 ml,300 ml,1000 ml
11. กระบอกตวงขนาด 50 ml,100 ml,500 ml
12. กรวยแก้ว
13. เทอร์โมมิเตอร์
14. กระดาษกรองยี่ห้อ Whatman เบอร์ 4
15. ดิวเวดแก้ว
16. แท่งแก้วคนสาร
17. โกรก
18. ช้อนตักสาร
19. จุกยาง
20. นาฬิกาจับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 อุปกรณ์ครัว

1. เครื่องปั่น (Blender)
2. หม้อ
3. มีด
4. เขียง
5. กระชอน
6. ผ้าขาวบาง
7. กะละมัง
8. ช้อนหรือทัพพี

3.4 สารเคมี

1. สายละลาย Folin-Ciocalteu
2. โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)
3. สารละลายกรดแกลลิก (gallic acid)
4. เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์
5. น้ำกลั่น

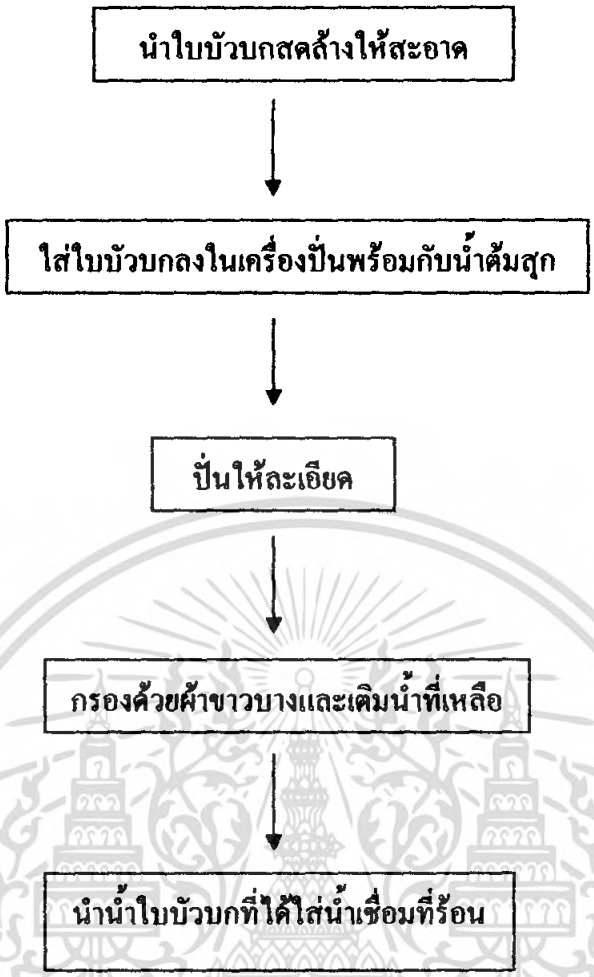
3.5 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.5.1 ขั้นตอนการผลิตตามท้องตลาด

ส่วนผสม

- ใบบัวบก
- น้ำเชื่อม
- น้ำแปล่าต้มสุกทิ้งไว้ให้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการผลิตน้ำใบบัวบกตามท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การเตรียมน้ำใบบัวบกที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

ทำการเตรียมน้ำใบบัวบก 4 วิธี ดังนี้

<u>วิธีที่ 1 น้ำใบบัวบกสด</u>

เตรียมโดยนำใบบัวบกจาก ตลาดบ่อบัว อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรามาล้างทำความสะอาด เลือกสิ่งสกปรกออกและหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นปั่นใบบัวบกกับน้ำสะอาด (อัตราส่วนใบบัวบกต่อน้ำคือ 1:2) ด้วยเครื่องปั่น นานประมาณ 1นาที กรองน้ำใบบัวบกสดด้วยผ้าขาวบาง

<u>วิธีที่ 2 น้ำใบบัวบกสดพร้อมดื่มผสมน้ำเชื่อมร้อน</u>

ทำการเตรียมน้ำเชื่อมโดยการนำน้ำสะอาดไปตั้งไฟจนเดือดเติมน้ำตาลทรายจนละลายน้ำหมดเดี่ยวจนน้ำตาลได้ที่วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (^{O}Brix) แล้วนำน้ำเชื่อมที่เตรียมได้นั้นไปผสมกับน้ำใบบัวบกสดที่เตรียมตามวิธีที่ 1 ในขณะที่น้ำเชื่อมยังร้อนอุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด(^{O}Brix) เท่ากับ 24 ^{O} Brixในอัตราส่วนของน้ำใบบัวบกต่อน้ำเชื่อม 1:1

<u>วิธีที่ 3 น้ำใบบัวบกสดพร้อมดื่มผสมน้ำเชื่อม</u>

ทำการเตรียมน้ำเชื่อมแบบเดียวกับวิธีที่ 2 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปผสมกับน้ำใบบัวบกสดที่เตรียมตามวิธีที่ 1ในอัตราส่วนของน้ำใบบัวบกต่อน้ำเชื่อม 1:1 โดยน้ำใบบัวบกที่ได้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (^{O}Brix) ประมาณ 24 ^{O}Brix

<u>วิธีที่ 4 น้ำใบบัวบกพาสเจอไรส์</u>

เตรียมโดยการเตรียมน้ำใบบัวบกตามวิธีที่ 1 จากนั้นนำน้ำใบบัวบกสดเติมน้ำเชื่อมที่เตรียมแบบเดียวกับวิธีที่ 2 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด(^{O}Brix) เท่ากับ 24 ^{O}Brix แล้วนำไปผสมกับน้ำใบบัวบกสดที่เตรียมตามวิธีที่ 1ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำใบบัวบกที่ได้นำมาให้ความร้อนด้วยวิธี indirect heat โดยการใช้หม้อต้มแบบ 2 ชั้นดังภาพที่ 5 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 20 วินาที

ภาพที่ 5 การพาสเจอร์ไรซ์ด้วยการให้ความร้อนแบบ indirect heatโดยการใช้หม้อต้มแบบ 2 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ

3.5.3.1 วัดสี

วัดสีโดยใช้เครื่องวัดสียี่ห้อ Minolta Chromameter CR-300 ใช้การวัดสีของใบบัวบกและกาก

3.5.3.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมด

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($Brix^{o}$) (AOAC.1995) การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ โดยใช้ Hand refractometer ใช้แท่งแก้วจุ่มตัวอย่างน้ำใบบัวบกหยดลงบนปริซึมของเครื่องHand refractoneter ปิดแผ่นใสที่ให้แสงผ่านอ่านค่าองศาบริกซ์ที่สเกลของรอยต่อระหว่างสีขาวและ สีฟ้า

3.5.3.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ความเป็นกรดด่าง (pH) (AOAC.1995) วัดค่า pH โดยใช้ pH- meter ที่เทียบมาตรฐาน แล้วกับบัฟเฟอร์ pH 4 และ pH 7 โดยรินตัวอย่างน้ำใบบัวบกลงในบีกเกอร์ขนาดเล็ก ให้แท่ง pH มีระดับสูงท่วมสะพานเกลือของแท่ง pH รอให้ค่าpH ที่ได้ คงที่ประมาณ 5 วินาที แล้วอ่านค่า pH ที่ได้

3.5.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (total polyphenol content) จะใช้วิธีดัดแปลงจากวิธีที่รายงานโดย Yieldirim และคณะ (2001

3.5.4.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานของกรดแกลลิก (gallic acid)

1. ละลายกรดแกลลิก 0.0400 กรัม ด้วยเอธานอล (95%) แล้วปรับปริมาตรจนได้ 50 มิลลิลิตรในขวดวัดปริมาตร ความเข้มข้นที่ได้เท่ากับ 0.4 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร ซึ่งจะใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน(working standard)

2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกลงในหลอดทดลองขนาด 16×150 โดยให้มีปริมาณกรดแกลลิก(gallic acid) ตั้งแต่ 0 ถึง 140 ไมโครกรัม เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรรวมในแต่ละหลอดให้เป็น 10 มิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 การเตรียมกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

หลอดที่	ปริมาตรของสารละลายกรดแกลลิก (ไมโครลิตร)	ปริมาณกรดแกลลิก (ไมโครกรัม)	ปริมาตรน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)
1	0	0	10.00
2	50	20	9.95
3	100	40	9.90
4	150	60	9.85
5	200	80	9.80
6	250	100	9.75
7	300	120	9.70
8	350	140	9.65

3. เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที

4. เติมสารละลาย Na_2CO_3 ความเข้มข้น 10 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร หลอดละ 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที

5. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายหลอดที่1เป็น blank

6. นำผลที่ได้ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการดูดกลืนแสงกับปริมาณกรดแกลลิกเป็นไมโครกรัม

3.5.4. 2 ปริมาณโพลีฟีนอลในสารละลายตัวอย่าง

1. การเตรียมตัวอย่างใบบัวบกสดทำได้โดยการชั่งใบบัวบก 0.5 กรัม นำบดให้ละเอียดในโกรกแล้นำไปปรับปริมาตรในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตรแล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตร 50 มิลลิลิตรแล้วใช้ปิเปต 10 มิลลิลิตรดูดตัวอย่างใส่ในหลอดทดลอง

2. ปิเปตตัวอย่าง น้ำบัวบกก่อนกรอง, น้ำใบบัวบกสด, น้ำใบบัวบกสด+น้ำเชื่อมเย็น, น้ำใบบัวบกสด+น้ำเชื่อมร้อนและน้ำใบบัวบก+น้ำเชื่อมเย็นพาสเจอร์ไรด์สกัด 0.5 มิลลิลิตรลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตรแล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตร 50 มิลลิลิตรแล้วใช้ปิเปต 10 มิลลิลิตรดูดตัวอย่างใส่ในหลอดทดลอง

3. การเตรียมตัวอย่างกากทำได้โดยการชั่งกาก 0.5 กรัม นำไปปรับปริมาตรในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตรแล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตร 50 มิลลิลิตรแล้วใช้ปิเปต 10 มิลลิลิตรดูดตัวอย่างใส่ในหลอดทดลองกาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

85414

4. ทำตามขั้นตอนข้อ 3.5.4.1 (ข้อ 3-5)

5. นำค่าดูดกลืนแสงของ สารละลายตัวอย่างไปคำนวณปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด โดยใช้ standard curve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 สมบัติทางกายภาพ

จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของตัวอย่างใบบัวบก,น้ำใบบัวบกชนิดต่างๆและกาก รวมโดยการวัดสี,การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างด้วยเครื่อง pH meter และวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในตัวอย่าง โดยใช้ hand refractrometer ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพทั้งหมดของตัวอย่างน้ำใบบัวบกดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4. ค่าสีของใบบัวบกและกาก

ลักษณะ		ค่าสี*		
		L	a	b
ใบ	ด้านหน้า	46.49 ± 2.36	-13.16 ± 2.04	+15.31 ± 3.69
	ด้านหลัง	51.48 ± 2.20	-12.33 ± 1.40	+15.84 ± 2.60
กาก		33.00 ± 1.32	-6.45±0.61	+11.35 ± 0.42

หมายเหตุ : L คือ ค่าความสว่าง
a คือค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเขียวและสีแดง
b คือค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน
* ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตาราง พบว่าค่าสีที่วัดได้จากใบและกากนั้นลักษณะเป็นสีเขียวแต่ในกากจะมีที่อ่อนกว่าในใบบักบกเพราะได้ทำการสกัดสีในใบออกไปบ้างส่วนจึงทำให้กากที่วัดสีออกมาได้มีสีอ่อนกว่า

ตารางที่ 5 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำใบบัวบกสด น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมร้อน น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อม และน้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอไรซ์

ตัวอย่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้(^{o}Brix)*
น้ำใบบัวบกสด	1.60±0.30
น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมร้อน	12.30±0.10
น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อม	12.30±0.10
น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอร์ไรซ์	12.60±0.20

หมายเหตุ : *ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองตัวอย่างน้ำใบบัวบก 4 ตัวอย่าง พบว่าในการหาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด น้ำบัวบกสดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.60 ^{o} Brix , น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อมร้อนเท่ากับ 12.30 ^{o} Brix, น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อมมีค่าเท่ากับ12.30 ^{o} Brix และน้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อมพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 60 ^{0}C เวลา 20 วินาที เท่ากับ12.60 ^{o}Brix

ตารางที่ 6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำใบบัวบกสด น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมร้อน น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อม และน้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอไรซ์

ตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง*
น้ำใบบัวบกสด	6.07±0.02
น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมร้อน	6.07±0.02
น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อม	6.07±0.02
น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอร์ไรซ์	6.07±0.02

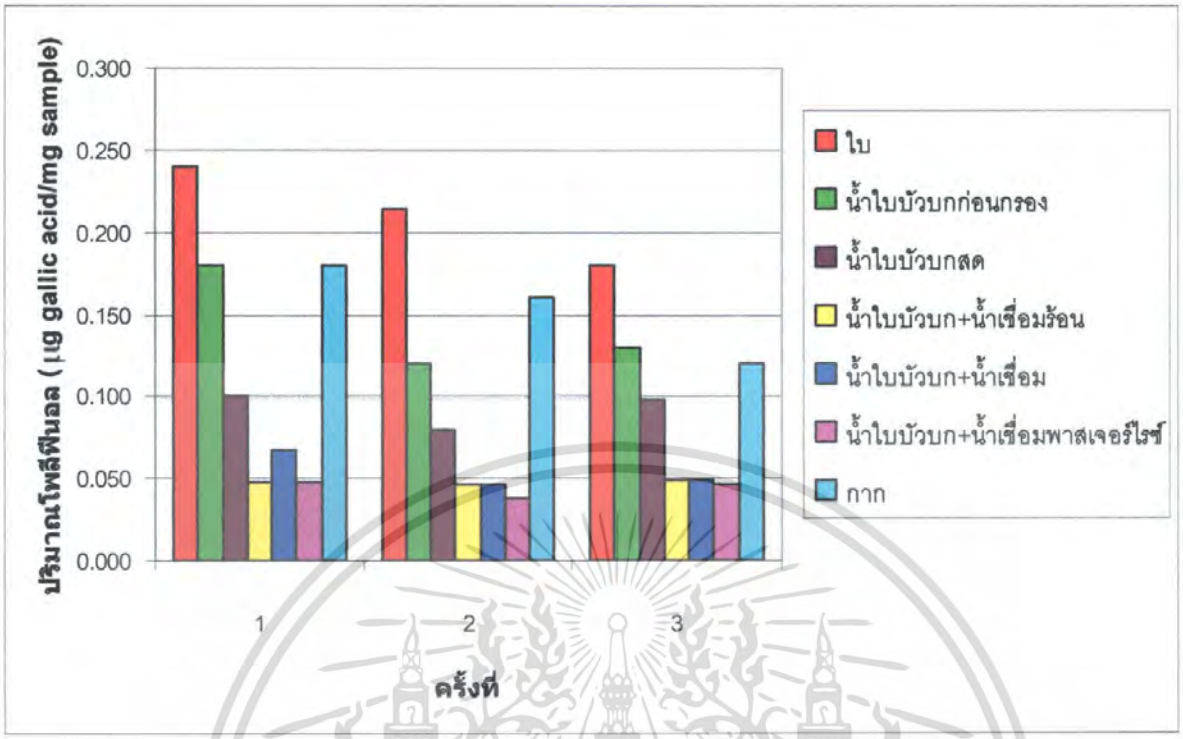
หมายเหตุ : * ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ในการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่ากระบวนการทำน้ำใบบัวบกตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 6.07 ซึ่งจากการทดลองค่าpHไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเติมน้ำเชื่อมแต่จะมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด(^{o} Brix)ที่จะเพิ่มขึ้น

4.2 ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

จากการศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่าง 7 ตัวอย่างได้แก่ ใบบัวบก,น้ำใบบัวบกก่อนกรอง,น้ำใบบัวบกสด,น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อมร้อน,น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อม,น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อมพาสเจอร์ไรซ์และกาก โดยใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารประกอบฟีนอลมาตรฐานและรายงานผลการทดลองเป็นไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง ผลการทดลอง แสดงในภาพที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ปริมาณโพลีฟีนอลในใบบัวบก,น้ำใบบัวบกก่อนกรอง น้ำใบบัวบกสด น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมร้อน น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อม น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอไรซ์และกาก

ตารางที่ 7 ปริมาณโพลีฟีนอลในตัวอย่างใบบัวบกสด น้ำใบบัวบกก่อนกรอง น้ำใบบัวบกสด น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมร้อน น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมและน้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอไรซ์

ตัวอย่าง	ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)*
ใบบัวบกสด	0.211±0.30
น้ำใบบัวบกก่อนกรอง	0.143±0.30
น้ำใบบัวบกสด	0.093±0.01
น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมร้อน	0.048±0.00
น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อม	0.054±0.01
น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอร์ไรซ์	0.044±0.00
กาก	0.153±0.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : * ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการทดลองหาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดของบัวบก 7 ตัวอย่าง คือ ใบบัวบกสด,น้ำบัวบกก่อนกรอง, น้ำใบบัวบกสด, น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อม, น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อมร้อน, น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมเย็นพาสเจอร์ไรด์และกาก โดยการสกัดด้วยน้ำสะอาดพบว่าปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดในใบบัวบกสดมีค่ามากที่สุดเฉลี่ยของทั้ง 3ซ้ำของการทดลอง คือ 0.211 ไมโครกรัมของกรดแกลลิกต่อมิลลิกรัมของสารสกัด รองลงมาในกากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.153 ไมโครกรัมของกรดแกลลิกต่อมิลลิกรัมของสารสกัด และพบว่าปริมาณสารโพลีฟีนอลทั้งหมดจะลดลงตามลำดับดังนี้ น้ำบัวบกก่อนกรอง, น้ำใบบัวบกสด, น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อมเย็น, น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อมร้อนและ น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมเย็นพาสเจอร์ไรด์จะมีค่าน้อยที่สุดเฉลี่ยคือ 0.044ไมโครกรัมของกรดแกลลิกต่อมิลลิกรัมของสารสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของใบบัวบกและน้ำใบบัวบกโดยการวัดสี ,วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ พบว่า สีของใบบัวบกมีลักษณะเข้มกว่าสีของกากเนื่องจากกากได้มีการสกัดน้ำใบบัวบกออกมาบางส่วนทำให้สีของกากจางลง ส่วนค่า pH ของน้ำใบบัวบกมีค่าเฉลี่ย คือ 6.07 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำใบบัวบกสด คือ 1.6 °Brix แต่เมื่อได้ทำการเติมน้ำเชื่อม ในอัตราส่วน1:1 ทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่ามากขึ้น

กระบวนการผลิตน้ำใบบัวบก 4 ลักษณะคือ น้ำใบบัวบกสด, น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อมร้อน, น้ำใบบัวบกสดผสมน้ำเชื่อม, น้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอร์ไรด์ พบว่าการผลิตแบบน้ำใบบัวบกสดนั้นมีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดมากที่สุด และการผลิตแบบน้ำใบบัวบกผสมน้ำเชื่อมพาสเจอร์ไรด์มีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดน้อยที่สุด และในส่วนกากของบัวบกนั้นยังคงมีปริมาณโพลีนอลทั้งหมดเหลืออยู่มาก ดังนั้นความร้อนหรืออุณหภูมิที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการการปั่นใบบัวกับน้ำ ความร้อนของน้ำเชื่อมที่ผสมในน้ำใบบัวบก และความร้อนที่ใช้ในการพาสเจอไรซ์น้ำใบบัวบกมีผลทำให้ปริมาณสารโพลีฟีนอลทั้งหมดในน้ำใบบัวบกลดลง

อย่างไรก็ตามในบัวบกนั้นมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลหลายชนิดเพื่อให้มั่นใจว่าสารประกอบโพลีฟีนอลเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจึงควรมีการวิเคราะห์หาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น DPPH , ABTS , FTC และFRAP

นอกจากนี้ควรมีการนำกากใบบัวบกที่เหลืออยู่จากการผลิตน้ำใบบัวบกที่ยังคงมีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดอยู่มากนั้นไปเสริมในผลิตอาหารอื่นเช่น คุกกี้,สาหร่าย,ไส้กรอก,ไอศกรีม เป็นต้น เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. 2545. ประโยชน์ของสมุนไพรในงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน. 1. กรุงเทพฯ : บริษัทแสงมงคล ออฟ เซ็ท กำจัด.

ชุลีกร สินธพรัตนะ. 2549. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสาร สกัดจากเปลือกและเนื้อกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างกัน. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิทยา ศาตร์การอาหาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หน้า 58-71.

ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม. 2545. ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดในคู่มือปฏิบัติการวิชาเคมีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์หมัก สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมัก โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ

เพ็ญนภา ทรัพย์จริญ. 2548. การดูแลสุขภาพแบบพึ่งตนเองด้วยยาสมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐาน. กรุงเทพฯ : บริษัท สามเจริญพาณิชย์ จำกัด.

มนตรี แสนสุข. สมุนไพร ผักพื้นบ้าน เพื่อชีวิตและสุขภาพ. 1. กรุงเทพฯ : Animate Print And Design Co.,Ltd.

วัลลภ วิชะรังสรรค์ และปราณีต โอปณะโสภิต2004.ภาพรวมของอนมูลอิสระและการทดสอบฤทธิ์ต้าน อนุมูลอิสระในสารสกัดจากพืชในหลอดทดลอง .J of pharm Sci SWU.9(1).73 – 80

A.Abdul Hamid, Shah Md.Z. and Mohamed S. 2002 Characterisation of antioxidative activities of various extracts of *Centella asiatica* (L) Urban. *Food Chemistry*. 77: 465-469

Alonso , A. , Castro , R. ,Rodriguez , C. , Guillen D. and Barroso ,C. 2004. Study of the antioxidant power of brandies and vinegars derived from Sherry wine and correlation with their content in polyphenols. Food Res. Int. 37 : 715-721.

AOAC.1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. 10th edition. Arlington, Virginia.

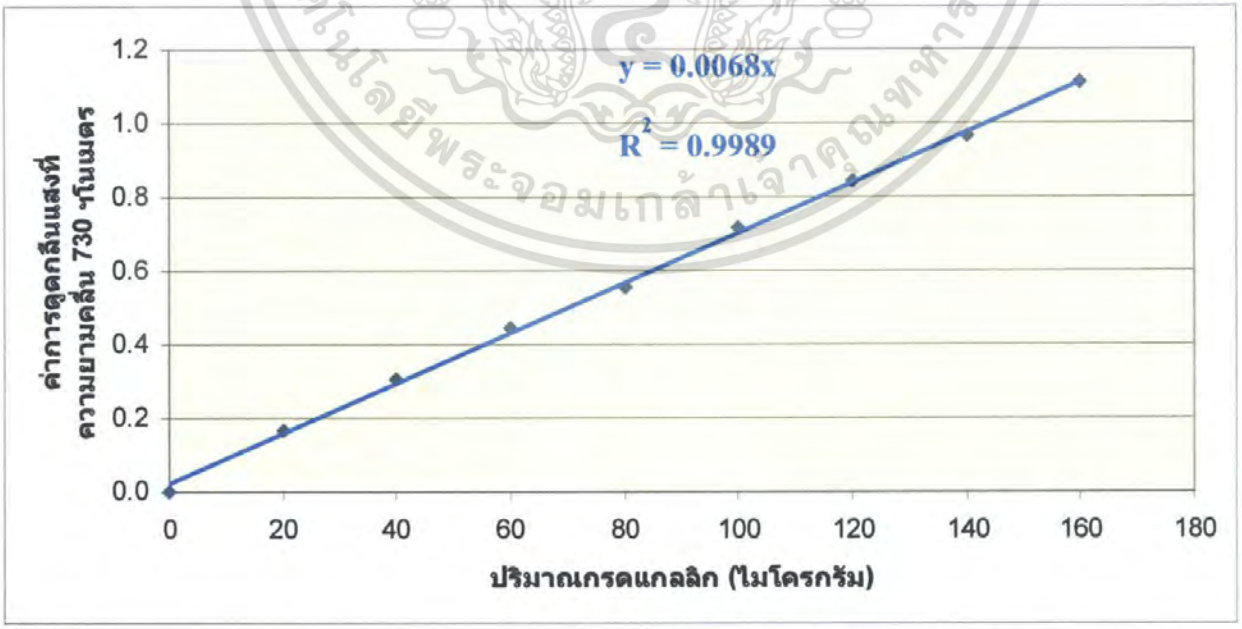
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การคำนวณปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างในตัวอย่างใบบัวบก,น้ำใบบัวบกชนิดต่างๆ และกาก

ตารางที่ 8 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร ของสารละลายกรดแกลลิกมาตรฐาน

ปริมาณกรดแกลลิก (ไมโครกรัม)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 730 นาโนเมตร			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
0	0	0	0	0.000
20	0.168	0.167	0.167	0.167
40	0.3	0.305	0.306	0.304
60	0.447	0.435	0.447	0.443
80	0.564	0.536	0.571	0.557
100	0.731	0.713	0.702	0.715
120	0.846	0.845	0.839	0.843
140	0.96	0.973	0.961	0.965
160	1.098	1.116	1.119	1.111



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดแกลลิกและค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

$$Y = 0.0068x$$

เมื่อ Y = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร

X = ปริมาณกรดแกลลิก (ไมโครกรัม)

ตัวอย่างการคำนวณ

การคำนวณ หาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดครั้งที่ 1

ตัวอย่างที่ใช้ คือ ใบบัวบก น้ำหนัก 0.5 กรัม (diluted 50 เท่า = 0.025 mL)

จากสมการเส้นตรง $y = 0.0068 x$

แทนค่า Absorbance ในสมการเส้นตรง

ปริมาณ Gallic acid $= 0.817 / 0.0068$

$= 120.14\ \mu g$

น้ำใบบัวบก 0.01 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล 120.14×10^{-6} กรัม

ถ้าน้ำใบบัวบก 100 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล $\frac{120.14 \times 10^{-6} \times 50}{0.025}$ กรัม

ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด = 0.240 % (w/v)

ตัวอย่างที่ใช้ คือ น้ำใบบัวบกก่อนกรอง ปริมาตร 0.5 mL (diluted 50 เท่า = 0.025 mL)

จากสมการเส้นตรง $y = 0.0068 x$

แทนค่า Absorbance ในสมการเส้นตรง

ปริมาณ Gallic acid $= 0.612 / 0.0068$

$= 90\ \mu g$

น้ำใบบัวบก 0.01 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล 90×10^{-6} กรัม

ถ้าน้ำใบบัวบก 100 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล $\frac{90 \times 10^{-6} \times 50}{0.025}$ กรัม

ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด = 0.18 % (w/v)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ใช้ คือ น้ำใบบัวบกสด ปริมาตร 0.5 mL(diluted 50 เท่า = 0.025 mL)

จากสมการเส้นตรง $y = 0.0068x$

แทนค่า Absorbance ในสมการเส้นตรง

ปริมาณ Gallic acid $= 0.341 / 0.0068$

$= 50.15$ μg

น้ำใบบัวบก 0.01 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล 50.15×10^{-6} กรัม

ถ้าน้ำใบบัวบก 100 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล $\frac{50.15 \times 10^{-6} \times 50}{0.025}$ กรัม

ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด = 0.10 % (w/v)

ตัวอย่างที่ใช้ คือ น้ำใบบัวบกสด + น้ำเชื่อมเย็น ปริมาตร 0.5 mL(diluted 50 เท่า = 0.025 mL)

จากสมการเส้นตรง $y = 0.0068x$

แทนค่า Absorbance ในสมการเส้นตรง

ปริมาณ Gallic acid $= 0.225 / 0.0068$

$= 33.09$ μg

น้ำใบบัวบก 0.01 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล 33.09×10^{-6} กรัม

ถ้าน้ำใบบัวบก 100 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล $\frac{33.09 \times 10^{-6} \times 50}{0.025}$ กรัม

ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด = 0.066 % (w/v)

ตัวอย่างที่ใช้ คือ น้ำใบบัวบกสด + น้ำเชื่อมร้อน ปริมาตร 0.5 mL(diluted 50 เท่า = 0.025 mL)

จากสมการเส้นตรง $y = 0.0068x$

แทนค่า Absorbance ในสมการเส้นตรง

ปริมาณ Gallic acid $= 0.143 / 0.0068$

$= 21.03$ μg

น้ำใบบัวบก 0.01 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล 21.03×10^{-6} กรัม

ถ้าน้ำใบบัวบก 100 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล $\frac{21.03 \times 10^{-6} \times 50}{0.025}$ กรัม

ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด = 0.043 % (w/v)

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ใช้ คือ น้ำใบบัวบก + น้ำเชื่อมเย็น พาสเจอร์ไรซ์ 0.5 mL(diluted 50 เท่า = 0.025 mL)

จากสมการเส้นตรง $y = 0.0068x$

แทนค่า Absorbance ในสมการเส้นตรง

ปริมาณ Gallic acid $= 0.162 / 0.0068$

$= 23.82$ µg

น้ำใบบัวบก 0.01 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล 23.82×10^{-6} กรัม

ถ้าน้ำใบบัวบก 100 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล $\frac{23.82 \times 10^{-6} \times 50}{0.025}$ กรัม

ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด = 0.048 % (w/v)

ตัวอย่างที่ใช้ คือ กากใบบัวบก น้ำหนัก 0.5 กรัม

จากสมการเส้นตรง $y = 0.0068x$

แทนค่า Absorbance ในสมการเส้นตรง

ปริมาณ Gallic acid $= 0.401 / 0.0068$

$= 58.97$ µg

น้ำใบบัวบก 0.01 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล 58.97×10^{-6} กรัม

ถ้าน้ำใบบัวบก 100 ml มีปริมาณโพลีฟีนอล $\frac{58.97 \times 10^{-6} \times 50}{0.025}$ กรัม

ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด = 0.18 % (w/v)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้