รายงานผลการดำเนินโครงการ

เรื่อง

การศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและคลอโรฟิลล์ในใบบัวบาที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีเพื่อต่อยอดสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์

Study of Antioxidant and Chlorophyll Contents in Water snowflake Leaves (Bua Ba) Cultivated in Pathum Thani Province for Further Product Development

ผู้ทำวิจัย

ดร. ลลิตา ศิริวัฒนานนท์

ดร.นวพร ลาภส่งผล

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รายงานนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินงบประมาณรายจ่ายอื่น ค่าใช้จ่ายอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สนองพระราชดำริ ประจำปี 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารและสารสำคัญในใบบัวสามสาย พันธุ์ได้แก่ บัวหลวง บัวสาย และบัวบา จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพ พบว่าใบบัวหลวง มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากที่สุด รองลงมาคือใบบัวบา และใบบัวสายน้อยที่สุดคือ 40.42, 16.85 และ 12.31 มิลลิกรัมต่อกรัม(น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ จากการวิเคราะห์สารสำคัญพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ ในใบบัวหลวงมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือใบบัวสาย และใบบัวบาเท่ากับ 0.9749, 0.2905 และ 0.191 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ ปริมาณฟีนอลิกในใบบัวสายมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือใบบัวบา และใบบัวหลวงเท่ากับ 1248.77, 943.85 และ 232 µg Gallic acid eq./g ตามลำดับ ในส่วนของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในใบบัวสายมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือใบบัวบา และใบบัวหลวงเท่ากับ 631.17, 614.71 และ 58.33 µg Trolox eq./g จากการวิเคราะห์สารฟีนอกลิก กับสารต้านอนุมูลอิสระ จะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์กัน ถ้าปริมาณฟีนอลิกมีน้อย สารต้านอนุมูลอิสระก็จะน้อยตาม ถ้าสารฟีนอลิกมีมาก สารต้านอนุมูลอิสระก็จะมีมากด้วย ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าใบบัว ต่างสายพันธุ์มีปริมาณสาระสำคัญแตกต่างกัน ซึ่งการนำไปใช้ประโยชน์ควรพิจารณาจากปริมาณ สาระสำคัญต่างๆที่ต้องการ

คำสำคัญ : บัวบา บัวสาย บัวหลวง คลอโรฟิลล์

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและคลอโรฟิลล์ในใบบัวบาที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี เพื่อต่อยอดสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากจากเงินงบประมาณรายจ่ายอื่น ค่าใช้จ่ายอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สนองพระราชดำริ ประจำปี 2562 และขอขอบคุณบุคลากร คณะเทคโนโลยีการเกษตรทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องและได้ให้ความช่วยเหลือในการทำงาน ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ลลิตา ศิริวัฒนานนท์

กันยายน 2562

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	1
กิตติกรรมประกาศ	2
สารบัญ	3
สารบัญตาราง	6
สารบัญภาพ	8
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	10
1.2 วัตถุประสงค์	10
1.3 ขอบเขตของการทดลอง	10
1.4 กรอบแนวคิดของการทดลอง	11
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	
2.1 บัวหลวง	12
2.2 บัวสาย	13
2.3 บัวบา	15
2.4 คลอโรฟิลล์	16

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5 ฟีนอลิก	18
2.6 สารต้านอนุมูลอิสระ	19
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการทดลอง	
3.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และสารเคมี	24
3.2 วิธีการทดลอง	26
3.3 การวิเคราะห์คุณภาพ	27
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	27
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	
4.1 ลักษณะปรากฏของใบบัว	28
4.2 ลักษณะปรากฏของผงใบบัว	29
4.3 ลักษณะทางกายภาพของผงใบบัว	30
4.4 องค์ประกอบทางเคมีของผงใบบัว	31
4.5 คุณค่าทางโภชนาการของผงใบบัว	33
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	35
5.2 ข้อเสนอแนะ	36

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บรรณานุกรม	36
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	41
ภาคผนวก ข	43
ภาคผนวก ค	54

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผงใบบัว	30
2	ผลการงิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ของผงใบบัว	31
3	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณฟินอลิกทั้งหมดและการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของผงใบบัว	32
4	ผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของผงใบบัว	33

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

1	ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าสีความสว่างของผงใบบัว (L*)	55
2	ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าสีความสว่างของผงใบบัว (a*)	55
3	ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าสีความสว่างของผงใบบัว (b*)	55
4	ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าความชื้นของผงใบบัว	56
5	ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนปริมาณแร่ธาตุของผงใบบัว	56
6	ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนปริมาณคลอโรฟิลล์ a	56
7	ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนปริมาณคลอโรฟิลล์ b	57
8	ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนปริมาณคลอโรฟิลล์ รวม	57
9	ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนปริมาณไขมันของผงใบบัว	57
10	ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนปริมาณโปรตีนของผงใบบัว	58
11	ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนปริมาณเส้นใยของผงใบบัว	58
12	ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนฟีนอลิกทั้งหมดของผงใบบัว	58
13	ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนการยับยั้งอนุมูลอิสระDPPH ของผงใบบัว	59
14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคาร์โบไฮเดรต	59

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เปรียบเทียบขนาดของใบบัวสามสายพันธุ์	28
2	ลักษณะปรากฏของผงใบบัว	29

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
1	กราฟมาตรฐาน Trolox (µl/ml)	51
2	กราฟมาตรฐาน Gallic acid (µg/ml)	53

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันมีนักวิจัยให้ความสนใจศึกษาสมุนไพรในการบำบัดรักษาโรคกันมากขึ้น โดยเฉพาะการศึกษาสารที่ได้จากสมุนไพรทั้งสารสกัดหยาบและสารบริสุทธิ์ เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่มีผลต่อโรคต่างๆ เช่น โรคเบาหวาน คือ แอลฟา-กลูโคซิเดส (α-glucosidase) และแอลฟา-อะไมเลส (α-amylase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยแป้ง หากสารสกัดหยาบหรือสารบริสุทธิ์จากสมุนไพรยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าวได้ จะช่วยชะลอการย่อยน้ำตาลโมเลกุลคู่ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นการช่วยชะลอการดูดซึมน้ำตาลกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือด และมีผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงภายหลังจากการรับประทานอาหารได้ (ธาริณี, 2559)

บัว จัดเป็นพืชสมุนไพรตามตำราแพทย์แผนไทยทุกส่วนของบัวสามารถใช้ประกอบเป็นอาหารและมีสรรพคุณใช้รักษาและป้องกันการเกิดโรคได้ เช่น เกสร ปรุงเป็นยาหอม ขับปัสสาวะ ลดระดับน้ำตาลในเลือด ราก ระงับอาการท้องร่วง เหง้าและเมล็ด เป็นยาบำรุงกำลัง รักษาอาการร้อนในกระหายน้ำ ขับเสมหะ ดีบัวหรือต้นอ่อน บำรุงหัวใจ มีฤทธิ์ขยายหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจ ยางจากก้านใบและก้านดอก แก้ท้องเดิน กลีบดอก ใช้เป็นยาฝาดสมาน ใบ บำรุงร่างกายให้ชุ่มชื่น แก้ไข้ เป็นต้น (กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2542)

ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาสารอาหารและสารสำคัญ ของใบบัว 3 ชนิด ได้แก่ ใบบัวหลวง ใบบัวสาย และใบบัวบา เพื่อเป็นข้อมูลที่สนับสนุนการพัฒนา ผลิตภัณฑ์จากใบบัวมาใช้แทนยาแผนปัจจุบันในการรักษาโรค และเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสนับสนุนการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อ แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณสารอาหารและสารสำคัญของใบบัวหลวง ใบบัวสาย และใบบัวบา

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารและสารสำคัญในใบบัวทั้ง 3 ชนิด

1.3 ขอบเขตของการทดลอง

ในการศึกษาทดลองครั้งนี้ได้มีการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์และวิเคราะห์พฤษเคมีเบื้องต้นในใบบัวหลวงใบบัวสาย และใบบัวบา รวมไปถึงศึกษาปริมาณสารอาหารที่พบในใบบัว โดยนำไปวิเคราะห์

คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี และการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและสารสำคัญ ได้แก่ การหาปริมาณโปรตีน ปริมาณเถ้า ปริมาณไขมัน ปริมาณความชื้น ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ

1.4 กรอบแนวคิดของการทดลอง

ศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ สารอาหารและพฤษเคมีบางประการของใบบัวทั้ง 3 ชนิดได้แก่ ใบบัวหลวง ใบบัวสาย และใบบัวบา เนื่องจากใบบัวเป็นพืชสมุนไพรที่คนไทยนิยมนำมาบริโภคหรือใช้สรรพคุณทางยามากมาย มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ สารอาหารและพฤษเคมีบางประการของใบบัวทั้ง 3 ชนิด เพื่อเป็นข้อมูลที่สนับสนุนการพัฒนา สมุนไพรจากใบบัวมาใช้แทนยาแผนปัจจุบันในการรักษาโรค และเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสนับสนุนการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสารอาหาร และข้อมูลพฤษเคมีบางประการของใบบัวหลวง ใบบัวสาย และใบบัวบา

1.5.2 ได้ข้อมูลเกี่ยวกับ ใบบัวหลวง ใบบัวสาย และใบบัวบา เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 บัวหลวง

บัวหลวงเป็นพืชน้ำ ที่จัดเป็นไม้ดอกในเขตร้อนของทวีปเอเชีย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nelumbo nucifera* Gaertn. จัดอยู่ในวงศ์ Nelumbonaceae มีชื่อสามัญว่า Lotus, Sacred lotus, East Indian lotus มีชื่อเรียกแตกต่างไปตามท้องถิ่น เช่น บุณฑริก ปุณฑริก ปทุม ปัทมา สัตตบุษย์บัวฉัตรขาว สัตตบงกช บัวฉัตรชมพูเป็นต้น (จันทรวรรณ และเพชรรัตน์, 2548)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบัวหลวง คือ ลำต้น มีทั้งเป็นเหง้าอยู่ใต้ดิน และเป็นไหลอยู่เหนือดินใต้น้ำลักษณะของเหง้าเป็นท่อนยาว มีปล้องสีเหลืองอ่อนจนถึงสีเหลือง มีความแข็งเล็กน้อย หากตัดตามขวางจะเห็นเป็นรูปกลม ๆ อยู่หลายรู โดยส่วนของไหลจะเป็นส่วนเจริญไปเป็นต้นใหม่ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเหนียว ในระดับน้ำลึก 30-50 เซนติเมตร และสามารถขยายพันธุ์ด้วยวิธีการใช้เมล็ดหรือวิธีการแยกไหล รากเป็นระบบรากฝอย รากเกิดบริเวณข้อของลำต้น รากอ่อนมีสีขาว เมื่ออายุมากขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแก่ และมีแขนงออกมา ใบบัวเป็นใบเดี่ยวใบอ่อนจะลอยปริ่มน้ำ ส่วนใบแก่แผ่นใบจะชูขึ้นเหนือน้ำ ลักษณะของใบเป็นรูปเกือบกลมและมีขนาดใหญ่ โดยมีขนาดประมาณ 50 เซนติเมตร ขอบใบเรียบและเป็นคลื่น ผิวใบด้านบนเป็นนวลเคลือบอยู่ ก้านใบจะติดอยู่ตรงกลางของแผ่นใบ ก้านใบมี ลักษณะแข็งและเป็นหนาม หากตัดตามขวางจะเห็นรูอยู่ภายใน และก้านใบจะมีน้ำ ยางสีขาว เมื่อหักก้านจะมีสายใยสีขาว ๆ สำหรับใบอ่อนจะเป็นสีเทานวล ปลายจะม้วนงอขึ้นเข้าหากันทั้งสองด้าน ดอกเป็นดอกเดี่ยวมีขนาดใหญ่มี 2 สีคือ สีขาวและสีชมพู เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (Perfect flower) มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ก้านดอกแข็งและมีผิวขรุขระเป็นหนามเล็ก ๆ สีน้ำตาลแดงกระจายอยู่ทั่วไปคล้ายก้านใบ ภายในก้านดอก (Peduncle) มีรูอากาศเป็นจำนวนมาก และมีน้ำยางเช่นเดียวกันกับก้านใบ ดอกชูขึ้นเหนือน้ำ กลีบเลี้ยง (Sepal) สีเขียวมี 4-6 กลีบ เหี่ยวและร่วงง่ายแต่บางครั้งก็ติดอยู่จนเป็น ผล กลีบดอก (Petal) และกลีบเลี้ยงรูปร่างคล้ายกันมากจนแยกออกจากกันได้ยาก เกสรตัวผู้ (Stamen) เรียงตัวรอบฐานรองดอกในตำแหน่งที่ต่ำกว่ารังไข่ มีกลิ่นหอม อับเรณู (Anther) สีเหลืองมี 4 อัน ลักษณะเรียวยาว ปลายอับเรณูมีระยางค์ (Appendix) สีขาวขุ่นหรือขาวอมเหลือง ยาวประมาณ 2-3 มิลลิเมตร บัวพันธุ์สัตตบุษย์ และพันธุ์สัตตบงกช มีเกสรตัวผู้เปลี่ยนแปลงไปคล้ายกลีบดอก (Stamen petaloid) แต่เล็กกว่า มีทั้งเกสรตัวผู้ที่เป็นหมันและไม่เป็นหมัน เกสรตัวเมียมีรังไข่อยู่เหนือชั้นของกลีบเลี้ยงกลีบดอกและก้านเกสรตัวผู้ เกสรตัวเมียมีหลายรังไข่แยกกันเป็นอิสระ

โดยฝังอยู่ในฐานรองดอก (Receptacle) ที่ขยายออกมาเป็นรูปกรวย เรียกว่าฝักบัว รังไข่แต่ละรังมีเพียง 1 คาร์เปล (Carpel) แต่ละคาร์เปล มีไข่อ่อน 1 ใบ ยอดเกสรตัวเมียเป็นตุ่มสีเหลืองติดอยู่ที่รังไข่ โดยไม่มีก้านชูเกสรตัวเมีย หรือมีก็สั้นมากผล หรือฝักบัวจัดเป็นผลกลุ่ม (Aggregate fruit) ประกอบด้วยผลย่อยเป็นแบบนัท (Nut) เปลือกหนาสีเขียว ด้านในมีสีขาวเมื่อแก่เปลือกจะมีสีดำและแข็ง เรียกว่า “เมล็ดบัว” สามารถนำมา รับประทานได้ เมล็ด มีเปลือกบางสีขาวอ่อนนุ่ม เมล็ดมีความกว้างประมาณ 1 เซนติเมตร ภายในมีกลีบเลี้ยงหนา 2 ใบ สีขาวนวล ต้นอ่อน (Embryo) มีสีเขียวเข้ม เรียกว่า ดีบัว มีรสขม ดีบัว เป็นส่วน ของต้นอ่อนที่อยู่ในเม็ดบัวหลวง ดีบัวมีลักษณะคล้ายสาก มีความยาวประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร และมี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร มีใบอ่อน 2 ใบ ใบหนึ่งสั้น ส่วนอีกใบยาวใบมีสีเขียวเข้ม หรือสีเขียวอมเหลือง ปลายใบมีลักษณะม้วนเป็นรูปคล้ายลูกศร มีต้นอ่อนตรงขนาดเล็กมากอยู่ระหว่าง ใบอ่อนทั้งสองมีความยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร โคนต้นมีสีเหลืองอ่อนหรือเป็นสีเหลืองอมเขียว ลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกยาวประมาณ 2-4 มิลลิเมตร เนื้อหนาเปราะ ร้อนหน้าตัดจะมีรูเล็ก ๆ จำนวนมาก ดีบัวมีรสขมจัด แต่ไม่มีกลิ่น (อังคณา, 2551)

2.1.2 สรรพคุณทางยาของบัวหลวง

ส่วนต่าง ๆ ของบัวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน มีสรรพคุณในการบำรุงร่างกาย หรือนำมาปรุงเป็นยารักษาโรคได้ เช่น เกสรตัวผู้บำรุงหัวใจ เกสรปรุงเป็นยาหอมบำรุงหัวใจ บรรเทา อาการหน้ามืด วิงเวียน ทำ ให้ชื้นใจ เป็นยาสงบประสาท ขับเสมหะดอก แกอ้าการช้ำ ใน ช่วยให้นอนหลับ ก้านใบ แก้ริดสีดวงจมูก แก้ลมพิษ ยางจากก้านใยและก้านดอก แก้ท้องเดิน ใช้เป็นยาห้ามเลือด ใบใช้ห้ามเลือด ใบอ่อนกินได้เป็นผักใบแก่แก้อาการปวดศีรษะ เป็นไข้ ท้องร่วง มีเสมหะปนเลือด เลือดกำเดาไหล และประจำเดือนมามากผิดปกติเมล็ดได้จากฝักแก่ ใช้รับประทานเป็นอาหาร แก้อาการท้องร่วง ดีบัว มีรสขมจัด ช่วยขยายเส้นเลือดหัวใจ เหง้า เป็นยาเย็น ใช้บำรุงกำลัง แก้ร้อนในกระหายน้ำ แก้เสมหะ แก้พุพองฝักบัวได้จากฝักแก่ ที่แกะเมล็ด และเอาก้านออก ใช้แก้ประจำเดือนมามากกว่าปกติหรือตกเลือด แก้เป็นตะคริวที่ท้อง และห้ามเลือด (สุดารัตน์, ม.ป.ป.)

2.2 บัวสาย

บัวสายจัดอยู่ในอาณาจักร Plant ชั้น Dicotyceledonae อันดับ Ranales ประกอบไปด้วยวงศ์ Nelumbonaceae และวงศ์ Nymphaeaceae (ณรงค์, 2550) อุบลชาติหรือบัวสายเป็นพืชน้ำไม้ดอก มี ชื่อสามัญว่า waterlily จัดอยู่ในวงศ์ Nymphaeaceae สกุล Nymphaea

2.2.1 ลักษณะของบัวสาย

ต้นบัวสาย บัวสายนั้นมีถิ่นกำเนิดในเขตที่ราบลุ่มของทวีปเอเชีย ซึ่งรวมไปถึงประเทศไทยด้วย จึงเป็นพืชพื้นบ้านดั้งเดิมที่คนไทยรู้จักคุ้นเคยมาเนิ่นนานแล้ว จัดเป็นพืชน้ำอายุหลายปี เป็น

สายพันธุ์ดั้งเดิมของไทย มีเหง้าอยู่ใต้ดินรากฝักอยู่ในโคลนเลน ก้านอยู่ใต้น้ำ ส่วนก้านดอกอ่อนมีเปลือกลอกออกได้เป็นสายใย ผิวเกลี้ยงและไม่มีหนาม เจริญเติบโตได้ในดินเหนียวที่มีอินทรียวัตถุสูง และเจริญเติบโตได้ดีในระดับน้ำลึกประมาณ 0.3-1 เมตร ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการใช้เหง้าและเมล็ด

ใบบัวสาย ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับ แผ่นใบมีลักษณะกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25-30 เซนติเมตร ขอบใบหยักและแหลม ฐานหยักเว้าลึก หูใบเปิด ผิวใบอ่อนวางอยู่บนผิวน้ำ แผ่นใบด้านบนเรียบเป็นมัน มีสีเขียวเหลือบน้ำตาลอ่อนหรือสีแดงเลือดหมู ผิวใบด้านล่างของใบอ่อนเป็นสีม่วง ใบเมื่อแก่จะเป็นสีเขียว ผิวใบด้านล่างของใบแก่เป็นสีน้ำตาลมีขนนุ่ม ๆ เส้นใบใหญ่นูน ส่วนก้านใบมีสีน้ำตาลอมเขียวอ่อน มีลักษณะค่อนข้างเปราะ ข้างในก้านใบเป็นรูอากาศ

ดอกบัวสาย มีอยู่ด้วยกันหลายสีแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิด เช่น ชนิดดอกสีชมพู ดอกขาว ดอกแดง ดอกม่วงแดง ดอกเหลือง ดอกเขียว ดอกคราม ดอกน้ำเงิน ฯลฯ ดอกมีกลีบเลี้ยง 4 กลีบ เป็นสีเขียวเหลือบน้ำตาลแดง ส่วนดอกมีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงกลมถึงค่อนข้างกลม ดอกมีกลีบดอกจำนวนมากเรียงซ้อนกันอยู่หลายชั้น (19 กลีบ) ลักษณะของกลีบดอกเป็นรูปหอกหลับ เมื่อดอกบานเต็มที่จะมีความกว้างประมาณ 15-20 เซนติเมตร ดอกมีเกสรเพศผู้สีเหลืองเป็นสีตามกลีบดอก มีจำนวนมาก (60 อัน) มีลักษณะเป็นแผ่นแบนและแต่ละเกสรมีความยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ส่วนอับเรณูเป็นร่องขนานตามยาว รังไข่มีขนาดใหญ่ติดกับชั้นของกลีบดอก ส่วนเกสรตัวเมียจะติดกับรังไข่ด้านบนตามแนวรัศมี และก้านดอกมีสีน้ำตาลอวบกลมส่งดอกลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ (สายบัว) โดยดอกบัวสายจะบานในช่วงเวลาใกล้ค่ำถึงตอนสายของวันรุ่งขึ้นและจะหุบในเวลากลางวัน มีองค์ประกอบทางเคมีประกอบไปด้วย 1,2,3,4,6-Pentagalloylglucose, myricetin-3-O-rhamnoside (myricitrin), myricetin-30-O-(600-p-coumaroyl) glucoside, nympholide A, nympholide B

ผลบัวสาย ผลสดเรียกว่า “โตนด” มีเนื้อและเมล็ดลักษณะกลมจำนวนมาก เมล็ดมีขนาดเล็กสีดำอยู่ในเนื้อหุ้ม มีลักษณะเป็นวุ้นใส ๆ

2.2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบัวสาย

บัวสายที่อยู่ในสกุล *Nymphaea* สามารถแบ่งออกเป็น 5 สกุลย่อยคือ *Anecphya, Brachyceras, Hydrocallis, Lotos และ Nymphaea* (สุชาดา และคณะ, 2550: Borsch et al., 2005) พบกระจายพันธุ์อยู่ทุกแห่งทั่วโลกมีอยู่ 45 ชนิด (Species) สามารถแบ่งตามลักษณะภูมิอากาศได้ เป็น 2 กลุ่ม คือ บัวสายเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว (Hardy waterlily) และบัวสายเขตร้อน (Tropical waterlily) (ไชยาและลาวัลย์, 2547: สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย, 2550)

2.2.1.1 บัวสายเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว (Hardy waterlily) จัดอยู่ในสกุล Nymphaea เรียกทั่วไปว่า บัวฝรั่ง พบได้ทั้งในยุโรปและอเมริกาเป็นบัวสายที่ทนความหนาวเย็นและ

สภาพที่ผิวน้ำแข็งตัวในฤดูหนาวตามธรรมชาติ ลักษณะของบัวในกลุ่ม นี้คือ ใบกลม ขอบใบเรียบ ดอกเป็นรูปถ้วย ลอยอยู่เหนือผิวน้ำออกดอกเป็นชุด ชุดละ 3-4 ดอก ติดต่อกัน 2-3 เดือน ดอกมีกลิ่นหอมอ่อนๆ มี 5 สี คือ ขาว , ชมพู, แดง, เหลือง และสีอมแสด บัวสายในกลุ่มนี้จัดอยู่ในสกุลย่อย (subgenus) Castalia มีอยู่ทั้งหมด 6 ชนิดใน 3 หมู่ (Section) คือ

2.2.1.2 บัวสายเขตร้อน (Tropical waterlily) บัวสายในกลุ่มนี้ไม่สามารถนำไปปลูกในเขตหนาวได้ เพราะสู้อากาศนาวและน้ำแข็งในฤดูหนาวไม่ได้ บัวในกลุ่มนี้ประกอบด้วย 4 สกุลย่อย คือ *Anecphya, Brachyceras, Hydrocallis* และ *Lotos* ซึ่งสามารถจัดจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ บัวสายบานกลางวัน (Tropical day blooming waterlily) และบัวสายบานกลางคืน (Tropical night blooming waterlily)

2.2.3 สรรพคุณทางยาของบัวสาย

- หัวช่วยบำรุงร่างกาย
- ดอก, เมล็ดช่วยบำรุงกำลัง
- หัว, เมล็ดช่วยบำรุงธาตุในร่างกาย
- ดอก, หัวช่วยบำรุงหัวใจ ทำให้สดชื่น
- ในประเทศฟิลิปปินส์มีการใช้รักษาโกโนเรีย แต่ไม่ได้ระบุส่วนที่ใช้ไว้ ด้วยการนำมาถูที่หน้าจะช่วยทำให้ง่วงนอน (ไม่ระบุส่วนที่ใช้)
- สายบัวช่วยบำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรง
- ดอกช่วยแก้ไข้ตัวร้อน
- ดอกช่วยแก้อาการร้อนใน
- ก้านบัวสายมีรสจืดและเย็น ช่วยบรรเทาความร้อนในร่างกาย
- สายบัวมีเบตาแคโรทีน ซึ่งช่วยป้องกันและต้านโรคมะเร็งในลำไส้
- ดอก, หัว, เมล็ดช่วยบำรุงครรภ์ของสตรี

2.3 บัวบา

บัวบาหรือเรียกอีกชื่อว่า ตับเต่า มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nymphoides indicum* (linn.) O.Ktze อยู่ในวงศ์ MENYANTHACEAE มีชื่อสามัญ Nymphoides, Water Snowflake ลักษณะเป็นดอกบัวดอกเล็กๆมีขนปุยๆ ดอกมีทั้งสีขาวและสีเหลือง ดอกสีขาว ตรงกลางดอกเป็นสีเหลือง ออกดอกบริเวณใต้ใบบัว เป็นบัวที่มีความพิเศษ คือสามารถปลูกได้แบบบัวปรติคือรากติดดิน ใบลอยน้ำ และก็ยังสามารถเลี้ยงแบบลอยน้ำไว้เฉยๆได้ คือเด็ดใบแก่ หรือใบที่มีดอกออกมา 1 ใบ ก็สามารถเติบโตต่อเป็นต้นใหม่ขึ้นมาได้

2.3.1 ลักษณะโดยทั่วไปของบัวบา

เป็นพืชน้ำล้มลุกขนาดเล็ก พบทั่วไปตามหนองบึงบัวบาจะมีลักษณะพิเศษคือเป็นบัวที่มีกิ่งก้าน หรือไหล สามารถแตกกิ่งก้าน หรือไหล ทำให้แพร่ขยายไปในวงกว้างได้อย่างรวดเร็ว สามารถปลูกได้ทั้งแบบลอยน้ำ และปลูกติดกับดินใต้น้ำ ใบกลม หูใบลึก ขนาดของใบ มีตั้งแต่ 5-20 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับพื้นที่ปลูก และแร่ธาตุบริเวณพื้นที่นั้น ดอกของบัวบาจะมีจุดเด่นคือดอกมีลักษณะเป็นขนปุย (มีบัวบาบางชนิดที่มีดอกเป็นกลีบแบน) ส่วนมากจะมี 5 กลีบ บางชนิดมีถึง 6 -8 กลีบ แต่จะไม่ค่อยเยอะเท่าไหร่นัก การขยายพันธุ์บัวบานั้นสามารถขยายพันธุ์โดยการนำไหลบัวไปชำในดินเพื่อให้โตเร็วขึ้นแตกกิ่งก้านเร็ว หรือจะหักใบแก่ไปลอยน้ำไว้เฉยๆเลยก็ได้ บัวบาจะเป็นบัวที่มีกิ่งก้านเยอะ หรือมีไหลเยอะมาก ลักษณะจะเป็นแพๆ ต่อกันไปเรื่อยๆ กินพื้นที่ผิวน้ำเยอะ และเจริญเร็ว

2.3.2 ประโยชนของบัวบา

นิยมทำเป็นไมประดับในสวนน้ำ ประดับตามบ้าน หรือสำนักงาน ต้นและใบสามารถรับประทานเป็นผักสด

2.4 คลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเขียวที่พบในพืชและสาหร่ายทุกชนิด (Matthews and Holde,1996) โดยพบมากที่ใบ นอกจากนี้ยังพบได้ที่ลำต้น ดอก ผลและรากที่มีสีเขียว คลอโรฟิลล์ทำหน้าที่เป็นโมเลกุล รับพลังงานจากแสง และนำพลังงานดังกล่าวไปใช้ในการสร้างพลังงานเคมี โดยกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสง เพื่อสร้างสารอินทรีย์ เช่น น้ำตาล และนำไปใช้เพื่อการดำรงชีวิต (วงษ์จันทร์, 2535) คลอโรฟิลล์ อยู่ในโครงสร้างที่เรียกว่าเยื่อหุ้มไทลาคอยล์ (Thylakoid membrane) ซึ่งเป็นเยื่อหุ้มที่อยู่ภายใน คลอโรพลาสต์ (Chloroplast) (ภาคภูมิ, 2550) คลอโรฟิลล์ แบ่งออกเป็น 4ชนิด คือ

- คลอโรฟิลล์ a มีสีเขียวแกมน้ำเงิน พบในพืชชั้นสูงทุกชนิดที่สังเคราะห์แสงได้
- คลอโรฟิลล์ b มีสีเขียวแกมเหลือง พบในพืชชั้นสูง ทุกชนิดและสาหร่ายสีเขียว (Green algae) - คลอโรฟิลล์ c พบในสาหร่ายสีน้ำตาล (Brown algae) และสาหร่ายสีทอง (Golend algae) แต่ ไม่พบในพืชชั้นสูง
- คลอโรฟิลล์ d พบในสาหร่ายสีแดง (Red algae) แต่ไม่พบในพืชชั้นสูง โดยทั่วไปจะพบทั้งคลอโรฟิลล์ a และ คลอโรฟิลล์ b อยู่ด้วยกันในพืชชั้นสูง และมีสัดส่วนประมาณ 2.5- 3.5 ต่อ 1(บรรจง, 2550)

คลอโรฟิลล์ เป็นสารประกอบออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีคุณประโยชน์ พบได้ในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ไม่เพียงแต่ใช้เป็นส่วนผสมในด้านเภสัชกรรม หรือผลิตภัณฑ์ด้านเครื่องสำอาง แต่ยังใช้

เป็นสีผสมอาหารที่ได้จากธรรมชาติอีกด้วย คลอโรฟิลล์มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และต้านการกลายพันธุ์ของเซลล์ (Hosikian et al., 2010)

2.4.1 โครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์เป็นสารที่ละลายได้ดีในอะซีโตนและแอลกอฮอล์ โครงสร้างอาจแบ่ง ได้เป็นสองส่วนคือ ส่วนหัว และส่วนหาง โดยที่ส่วนหัวของคลอโรฟิลล์มีลักษณะเป็นวงแหวนไพรอล (pyrole ring) ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ 4 วง และมีธาตุแมกนีเซียม อยู่ตรงกลาง โดยทำพันธะกับไนโตรเจน ส่วนหัวนี้มีขนาดประมาณ 1.5x1.5 อังสตรอม ส่วนหางของคลอโรฟิลล์มีลักษณะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนเป็น องค์ประกอบ 20 อะตอม มีความยาวประมาณ 2 อังสตรอม คลอโรฟิลล์ดูดกลืนแสงได้ดีที่ช่วงคลื่นของแสงสีฟ้าและสีแดง แต่ดูดกลืนช่วงแสงสีเหลืองและเขียวได้น้อย ดังนั้นเมื่อได้รับแสงจะดูดกลืนแสงสีฟ้าและสีแดงไว้ ส่วนแสงสีเขียวที่ไม่ได้ดูดกลืนจึงสะท้อนออกมาทำให้เห็นคลอโรฟิลล์มีสีเขียวในธรรมชาติมีคลอโรฟิลล์อยู่หลายชนิดด้วยกันซึ่งแต่ล่ะชนิดมีโครงสร้างหลักที่เหมือนกันคือ วงแหวนไพรอล 4 วง แต่โซ่ข้าง (Side chain) ของคลอโรฟิลล์แต่ละชนิดจะมีลักษณะที่ต่างกันออกไป เช่น คลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) และคลอโรฟิลล์ บี (Chlorophyll b) มีโครงสร้างโมเลกุลที่ต่างกันเพียงตำแหน่งเดียวเท่านั้น นั่นคือ ที่วงแหวนไพรอลวงที่สองของคลอโร-ฟิลล์ เอ มีโซ่ข้างเป็นหมู่เมททิล (-CH3) ส่วนของคลอโรฟิลล์ บี เป็นหมู่อัลดีไฮด์ (-CHO) ซึ่งการที่ โครงสร้างที่ต่างกันนี้ก็ทำให้มีคุณสมบัติแตกต่างกันด้วยโดยเฉพาะด้านการละลายโดยที่ หมู่เมททิลของ คลอโรฟิลล์ทำให้โมเลกุลมีขั้ว ดังนั้นจึงละลายได้ดีในสารละลายที่มีขั้ว เช่น เมทิลแอลกอฮอล์ ส่วนหมู่ อัลดี - ไฮด์ซึ่งไม่มีขั้ว จึงทำให้คลอโรฟิลล์ บี ละลายได้ดีในตัวทำละลายไม่มีขั้ว เช่น ปิโตรเลี่ยมอีเธอร์ (Petroleum ether) รวมทั้งคุณสมบัติการดูดกลืนแสงก็ต่างกันด้วย และทำให้คลอโรฟิลล์ทั้งสองชนิดนี้มีสีต่างกันเล็กน้อย โดยที่คลอโรฟิลล์ เอ มีสีเขียวเข้ม ส่วนคลอโรฟิลล์ บี มีสีเขียวอ่อน

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุแต่ในการประกอบอาหารส่วนใหญ่จะเกิดจากปฏิกิริยาฟีโอไฟทิไนเซชัน (Pheophytinization) ซึ่งเป็นการแทนที่แมกนีเซียมในคลอโรฟิลล์ด้วยไฮโดรเจน เกิดได้ดีในสภาวะที่เป็นกรดและทำให้เกิดสีเขียวมะกอกของฟีโอไฟทิน (Pheophytin) นอกจากนี้ยังมีการแตกออกของหมู่ไฟทอล ซึ่งจะเกิดคลอโรฟิลไลด์ (Chlorophylides) เนื่องจากเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (Chlorophyllase) คลอโรฟิลไลด์จะให้สี เขียวเช่นเดียวกบัคลอโรฟิลล์แต่จะสามารถละลายในน้ำในได้ดีกว่า คลอโรฟิลล์ ปฏิกิริยาฟีโอไฟทิไนเซชัน (Pheophytinization) เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียความคงตัว ของสีเขียวในระหวางกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนจึงได้มีการพยายามหาวิธีในการรักษาความคงตัวของสีเขียวโดยวิธีต่างๆ

2.4.2 ประโยชน์ของคลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์ถูกพบว่าเป็นสารเร่งการสมานบาดแผล และ เป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ (Carpenter, 1949; Smith and Livingston, 1945) คลอโรฟิลล์มีโครงสร้างทางเคมีที่คล้ายกับฮีโมโกลบิน ซึ่งส่งเสริมการแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กับ ออกซิเจน (Horwitz, 1951) การสมานบาดแผลของคลอโรฟิลล์นั้น ไม่เพียงแต่บรรเทาความเจ็บปวด แต่ยังช่วยปรับสภาพเนื้อเยื่อที่เป็นแผลด้วย (Cady and Morgan, 1948) คลอโรฟิลล์มีประโยชน์ในด้าน การกระตุ้นการทำงานของตับให้ดีขึ้น ส่งเสริมการงอกใหม่ของเซลล์ และช่วยให้การขับถ่ายดีขึ้น เพราะคลอโรฟิลล์ช่วยกระตุ้นการบีบรูดตัวของลำไส้ (Herrera et al., 1989) มีงานวิจัยที่รายงานว่าคลอโรฟิลล์ ตามธรรมชาติ สามารถยับยั้งสาร Aflatoxin B1 ที่ก่อให้เกิดมะเร็งตับได้ (Simonich et al., 2007)

2.5 สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compounds)

สารประกอบฟีนอลิก เป็นสารที่พบได้ในพืช มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนอะโรมาติกที่มีหมู่ไฮดรอกซิลอย่างน้อยหนึ่งหมู่หรือมากกว่านั้น ละลายน้ำได้ มักพบอยู่ทั่วไปรวมกับโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (Glycosides) ในธรรมชาติ พบมากสุดจะเป็นกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และโพลิฟีนอลิก เช่น ลิกนิน (Lignin) และแทนนิน (Tannin) (รวินิภา และศิริจันทร์, 2557) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคในอาหารและเครื่องดื่มที่มาจากพืชผักและผลไม้จะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืช วิธีการปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษา (ปรียนันท์, 2549) การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูปมีส่วนทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคลดลง (พงศธร, 2551)

2.5.1 ประโยชน์ของสารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิกมีประโยชน์หลายประการ เช่น มีส่วนช่วยป้องกันมะเร็ง ป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือดสมอง เนื่องจากช่วยลดโคเลสเตอรอลชนิดแอลดีแอล (LDL) และไตรกลีเซอไรด์ และช่วย เพิ่มระดับโคเลสเตอรอลชนิดเอชดีแอล (LDH) ลดความดันโลหิตและระดับน้ำตาลในเลือด (จารนัย, 2007) รวมทั้งต้านอนุมูลอิสระ โดยสารประกอบฟีนอลิกจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่ สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ ด้วยการให้อะตอมไฮโดรเจน แก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็ว เมื่อสารประกอบฟีนอลิกให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระไปแล้ว อนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลจะค่อนข้างมีเสถียรภาพ ดังนั้นจึงไม่ทำปฏิกิริยาอื่นต่อไป ยิ่งไปกว่านั้นอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกบางชนิดยังคงสามารถรวมตัวกับอนุมูลอิสระอื่นได้อีกด้วย จึงทำให้สารประกอบฟีนอลิกเหล่านั้นลดจำนวนอนุมูลอิสระลงได้ถึง 2 เท่า สารประกอบฟี

นอลิกที่ถูกพบว่ามีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระนั้น สามารถพบได้ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เมล็ด ผล ใบ (รุ่งฤดี, 2555)

2.6 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระหมายถึงสารที่ช่วยต่อต้านหรือกำจัดอนุมูลอิสระ (Free Radicals) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันภายในร่างกาย ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถพบได้จากหลากหลายรูปแบบตามธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนออกซิเดชั่นที่ทำให้เหล็กกลายเป็นสนิม น้ำมันพืชที่มีกลิ่นเหม็นหืน ผลแอปเปิลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำ สารต้านอนุมูลอิสระถือว่ามีความสำคัญต่อกระบวนการออกซิไดซอนุมูลอิสระหรือสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยในสิ่งมีชีวิตจะมีระบบการป้องกันการทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระ ประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระมากมายหลายชนิดที่ทำหน้าที่แตกต่างกันไปซึ่งมีทั้งที่เป็นเอนไซมและไมเป็นเอนไซมสารประกอบที่ละลายในน้ำและสารประกอบที่ละลายในไขมัน โดยสารตานอนุมูลอิสระเหล่านี้มีกลไกการทำงานต้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ เช่น ดักจับอนุมูลอิสระ (Radical scavenging) การยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน (Singlet oxygen quenching) จับกับโลหะที่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได (Metal chelation) หยุดปฏิกิริยาการสร้างอนุมูลอิสระ (Chain-breaking) เสริมฤทธิ์ (Synergism) และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (Enzyme inhibition) ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ เป็นต้น

2.6.1 แหล่งที่มาของสารต้านอนุมูลอิสระ

แหล่งที่มาของสารต้านอนุมูลอิสระมี 2 แหลง ไดแก สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห (Synthetic antioxidants) และสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (Natural antioxidants) ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะหเกิดจากการกระบวนการสังเคราะหทางเคมีโดยเป็นสารประกอบฟนอลิก ได แ ก่ Propyl gallate, 2-butylated hydroxyanisole, 3-butylate hydroxyanisole, BHT (butylated hydroxytoluene) และ Tertiary butylhydroquinone สารสังเคราะห ดังกล่าวนิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อยับยั้ง การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารมีกลิ่น สีและรสชาติเปลี่ยนแปลงไป สารสังเคราะหนี้มีสภาพคงตัวกว่าสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติแต่มีข้อจำกัดในด้านความ ปลอดภัยในการบริโภค ขณะที่สารต้านอนุมูล อิสระจากธรรมชาติสามารถพบไดในสิ่งมีชีวิตทั้งพืช และสัตว์ซึ่งเป็นไดทั้งเอนไซม์วิตามินและสารอื่น ๆ ตัวอย่างของสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นวิตามิน เช่น Vitamin C (เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ไซโตพลาซึม) Vitamin E (เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เมมเบรน) และ Glutathione (เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ป้องกัน อันตรายจากอนุมูลอิสระที่ไซโตพลาซึมและ เมมเบรน) สวนสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นเอนไซม์ ไดแก Glutathione

peroxidase (GPX), Glutathione reductase และ Glutathione transferase ซึ่งทำหน้าที่ทำ ให้โมเลกุลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็นออกซิเจนและน้ำ สวนเอนไซม์ Superoxid dismutase (SOD) สามารถเปลี่ยน o_2 •- เป็น H_2O_2 สารต้านอนุมูลอิสระอื่น ๆ ไดแก Carotenoids และ Ubiquinones เป็นสารต้านอนุมูลอิสระสามารถป้องกันอนุมูลอิสระ ออกซิเจนทั้งภายในเซลล์และภายนอกเซลล์

ในภาวะปกติร่างกายของคนเราจะมีการป้องกันการสะสมสารอนุมูลอิสระโดยการสร้างเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระขึ้นมาควบคุมปริมาณสารอนุมูลอิสระให้อยู่ในภาวะที่สมดุล และอีกส่วนไดจากสารต้านอนุมูลอิสระที่ร่างกายรับประทานเข้าไปจำพวกวิตามิน เบต้าแคโรทีน และแคโรทีนอยด รวมทั้งสารประกอบโพลีฟนอล ซึ่งสารดังกล่าวไดจากพืชผักและผลไม

ตัวอย่างอาหารที่มีเบต้าแคโรทีนสูง ไดแกผักใบเขียว เช่น ตำลึงและผักบุง อาหารที่มีสีเหลือง เช่น แครอท มะละกอสุก มะม่วงสุก มะเขือเทศ ฟักทอง อาหารที่มีวิตามินซี (Vitamin C หรือ ascorbic acid) สูง ไดแก พืช ผักสีเขียว และผลไมรสเปรี้ยว เช่น ตำลึง ผักบุง พริกหยวก ฝรั่ง มะขามป้อม สม มะนาว สับปะรด (วิตามินซีจากพืชผักดังกล่าวมีฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระที่แรงมากและละลายน้ำไดดี) วิตามินอี (Vitamin E หรือ Tocopherol) ละลายไดดีในน้ำมัน โดยวิตามินอีมีในน้ำมันจากเมล็ดพืชชนิดต่างๆ เช่น รายละเอียดในพวกธัญพืชที่ไมขัดขาวข้าวโพดข้าวกลองถั่วแดง ถั่วเหลือง ผักกาดหอม เมล็ดทานตะวันงา

2.6.3 หน้าที่ของสารต้านอนุมูลอิสระ

หน้าที่ของสารต้านอนุมูลอิสระ ก็คือการเข้ากำจัดสารอนุมูลอิสระในร่ากาย และยังทำหน้าที่ชะลอความเสื่อมสภาพของเซลล์ต่างๆ ทำหน้าที่คงความอ่อนเยาว์ให้กับผิวและอวัยวะภายในดังนั้นบทบาทหลักของสารต้านอนุมูลอิสระ คือทำหน้าที่ ลดการสร้างอนุมูลอิสระภายในร่างกาย และลดอันตรายที่เกิดขึ้น การเข้าไปทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ จะเข้าไปจับกับตัวรับที่สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยาต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ เข้าไปทำลายเซลล์ต่างๆ ของร่างกาย สารต้านอนุมูลอิสระจะตรงเข้าขัดขวางปฏิกิริยาดังกล่าว เข้าจับกับสารอนุมูลอิสระ ยับยั้งไม่ให้เกิดการทำลายเซลล์ในปฏิกิริยาออกซิเดชัน และถูกออกซิไดซ์ โดยมีสารต้านอนุมูลอิสระเป็นตัวรีดิวซ์

2.6.4 ประโยชน์ของสารต้านอนุมูลอิสระ

- ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง โดยทำหน้าที่ขับสารพิษที่เป็นต่อก่อให้เกิดมะเร็งออกจากร่างกาย
- ชะลอความเสื่อมสภาพของเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย
- ช่วยคงความอ่อนเยาว์ และมีอายุที่ยืนยาวมากขึ้น

- ยับยั้งการเจริญเติบโตและป้องกันการเกิดเนื้องอกในส่วนต่างๆ ของร่างกาย

- ช่วยป้องกันและลดการเกิดโรคภูมิแพ้ ช่วยให้ผู้ป่วยมีอาการดีขึ้น

- ช่วยสร้างคอลลาเจนใต้ชั้นผิว ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเนื้อเยื่อที่จะทำให้ผิวเต่งตึง ลดรอยตีนกาและความหย่อนคล้อย

- ลดความเสี่ยงต่อโรคอัลไซเมอร์ในผู้สูงอายุ

- ช่วยปกป้องเซลล์ผิวหนังจากแสงแดด ความร้อน และรังสียูวีในอากาศ เปรียบเสมือนเกราะป้องกัน ไม่ให้ผิวเสื่อมสภาพ และยังเข้าไปทำหน้าที่ซ่อมแซมเซลล์ผิวไม่ให้หมองคล้ำอีกด้วย

- ช่วยลดการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคทางสมอง โรคหลอดเลือด โรคหัวใจ โรคความดัน โรคกระดูกพรุน และโรคเรื้อรังที่พบในผู้ใหญ่วัยกลางคนไปจนถึงวัยสูงอายุ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สัณห (2551) ได้ศึกษาการศึกษาปริมาณคลอโรฟลล์ในใบชาสด โดยมีวัตถุประสงค์ คือเพื่อศึกษาปริมาณคลอโรฟลล ในใบชาสดและศึกษาวิธีการสกัดคลอโรฟลล พบว่า ปริมาณคลอโรฟลลเอ (a) และคลอโรฟลลบี (b) ในใบชาสด 4 ชนิด ที่สกัดด้วย อะซิโตน เข้มข้น 99.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบปริมาณคลอโรฟลล์เอ(a) และบี (b) ในใบชาญี่ปุ่นสูงที่สุด เท่ากับ 27.93 และ 24.75 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบปริมาณคลอโรฟลลเอ (a) และบี (b) ในใบชาน้ำมันพันธุดอกแดง ต่ำที่สุดเท่ากับ 22.32 และ 9.67 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ชาน้ำมันพันธุดอกแดง อ่อนแอ ไมสามารถ ปรับตัว เข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได

เสรี และคณะ (2557) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ สารประกอบฟีนอลิก และ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระกับค่าดัชนีความเขียวในผลผลิตของผักเชียงดา ภายใต้อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่างกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ สารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระกับค่าดัชนีความเขียวของผลผลิตส่วนที่บริโภคได้ของผักเชียงดาภายใต้การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกัน มี 5 กรรมวิธี คือ ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรีย อัตรา 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 กรัมต่อต้น ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 0.23 กรัม P_2O_5 ต่อต้น และใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 0.3 กรัม K_2O ต่อต้น ทดลองกับผักเชียงดาที่มีอายุ 3 เดือนหลังจากย้ายปลูกลงกระถาง ทำการเก็บตัวอย่างพืชส่วนยอดและใบ 2 คู่นับจากปลาย ยอดหลังจากใส่ปุ๋ยเป็นเวลา 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน วิเคราะห์หาค่าดัชนีความเขียวของผลผลิต ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์เอและบี สารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ผลการทดลอง พบว่าค่าดัชนีความเขียวของผลผลิต

มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจน (R2 = 0.88 **) ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (R2 = 0.96 **) คลอโรฟิลล์เอ (R2 = 0.56**) คลอโรฟิลล์บี (R2 = 0.90**) สารประกอบฟีนอลิก (R2 = 0.92 **) และฤทธิ์การ ต้านอนุมูลอิสระ (R2 = 0.86**) ตามลำดับ

ธาริณ (2559) ได้ศึกษาการทดสอบสารพฤกษเคมี และฤทธิ์ทางชีวภาพของบัวหลวงงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสารพฤกษเคมี และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบเอทานอลจากบัวหลวง 2 สายพันธุ์ คือบัวหลวงสีขาว (white Nelumbo nucifera) และบัวหลวงสีชมพู (pink Nelumbo nucifera) จากการศึกษาสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบเอทานอลจากบัวหลวง ทั้งสองสายพันธุ์พบสารพฤกษเคมี คือ ซาโปนิน แทนนิน เทอร์ปีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน คาร์ดิแอคไกลโคไซด์และสเตียรอยด์ นอกจากนี้สารสกัดดังกล่าวยังได้ศึกษาปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกรวม (8.96±0.51 ถึง 83.28±2.49 mg GAE/g crude extract) สารประกอบฟลาโวนอยด์รวม (3.76±0.17 ถึง 36.95±1.72 mg QE/g crude extract) และสารต้านอนุมูลอิสระรวม (235.97±2.28 ถึง 1202.90±42.20 mg AE/g crude extract) และจากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH free radical scavenging พบว่าส่วนสกัดจากกลีบดอกบัวหลวงสีขาวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด (94.95%) ที่ความเข้มข้น 0.250 mg/mL การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเอ็นไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดรส และเอ็นไซม์แอลฟาอะไมเลสที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวาน ของสารสกัดหยาบเอทานอลจากบัวหลวง 2 สายพันธุ์ พบว่าส่วนสกัดจากกลีบดอกบัวหลวงสีขาว มีฤทธิ์ยับยั้งเอ็นไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดรส (86.17±0.19%) และเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (99.01±0.57%) สูงสุดที่ความเข้มข้น 2.0 mg/mL และสูงกว่ายามาตรฐานอคาร์โบส (86.09±0.87 และ 95.55±0.32% ตามลำดับ) จากผลดังกล่าวข้างต้นพบว่าสามารถ พัฒนาและนำส่วนต่างๆ ของบัวหลวงไปใช้ประโยชน์ทางยารักษาโรคเบาหวานหรือเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางได้อีกด้วย

กฤษณ (2559) ได้ศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์และอนุพันธ์ของคลอโรฟิล์ของมะม่วงรับประทานดิบในประเทศไทย หลังการเก็บเกี่ยวโดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์และอนุพันธ์ของโคลอโรฟิลล์ในมะม่วง รับประทานดิบพันธุ์พื้นบ้านของประเทศไทยหลังการเก็บเกี่ยว โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์และ อนุพันธ์ของโคลอโรฟิลล์โดยวิธี HPLC จากผลการทดลองพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บีใน เนื้อผลมะม่วงรับประทานดิบทั้ง 13 พันธุ์มีค่าอยู่ในช่วง 0.005 – 0.739 และ 0.009 – 0.073 mg/100 gFW ตามลำดับ โดยสายพันธุ์มีผลต่อชนิดและปริมาณคลอโรฟิลล์แต่ทุกพันธุ์มีการสะสมคลอโรฟิลล์เอ ในเนื้อ มากกว่าคลอโรฟิลล์บีโดยมะม่วงพันธุ์ ‘มันขุนศรี’ มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ในเนื้อผลมากที่สุด เท่ากับ 0.73 mg/100 gFW ส่วนมะม่วงพันธุ์ ‘สามฤดู’ พบการสะสมปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ในเนื้อผลน้อยที่สุด เท่ากับ 0.005 mg/100 gFW จากการวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์บีพบว่ามะม่วงพันธุ์ ‘มันขุนศรี’ มีปริมาณ คลอโรฟิลล์บีในเนื้อผลมากที่สุด เท่ากับ 0.07 mg/100 gFW และพบว่ามีมะม่วงรับประทานผลดิบเพียง 3 พันธุ์ได้แก่

‘น้ำดอกไม้’ ‘มหาชนก’ และ ‘สามฤดู’ ที่ไม่พบการสะสมปริมาณคลอโรฟิลล์บีเนื้อผล สำหรับ ปริมาณคลอโรฟิลไรด์เอ ในเนื้อมะม่วงแต่ละพันธุ์พบอยู่ในช่วง 0.014 – 0.042 mg/100 gFW และตรวจพบคลอโรฟิลไรด์เอ ในเนื้อมะม่วงดิบเพียง 5 พันธุ์ได้แก่ ‘โชคอนันต์’ ‘เขียวเสวย’ ‘ฟ้าลั่น’ ‘ทองดำ’ และ ‘สาม ฤดู’ โดยพบในปริมาณเล็กน้อย นอกจากนั้น ยังพบว่า มะม่วงพันธุ์ ‘แรด’ มีปริมาณไฟทอล เอ ในเนื้อผลมาก ที่สุด เท่ากับ 0.219 mg/100 gFW รองลงมาคือ พันธุ์ ‘เบา’ มีปริมาณไฟทอล เอ ในเนื้อผลเท่ากับ 0.171 mg/100 gFW ในขณะที่มะม่วงพันธุ์ ‘มหาชนก’ ไม่พบการสะสมปริมาณไฟทอล เอ ในเนื้อผล

สุรัตน์วดี (2557) ได้ศึกษาการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของบัวหลวง โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากส่วนต่างๆของบัวหลวง 10 ตัวอย่าง คือ กลีบดอก เกสร เมล็ด ดี รังไข่ ใบอ่อน ใบแก่ ก้านดอก ไหล ราก นำมาทำสารสกัดและวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ผลการศึกษาพบว่า กลีบบัวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุดโดยมีค่า EC50 ต่ำสุดคือ 16.32 µg/ml รองลงมาคือก้านดอกเท่ากับ 17.98 µg/ml รองลงมาคือ รังไข่เท่ากับ 38.23 µg/mlการทดลองสรุปได้ว่า กลีบบัวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด รองลงมาคือก้านดอกและรังไข่อย่างไรก็ตามการนำกลีบบัวหลวงมาเป็นส่วนประกอบอาหารยังมีน้อยไม่แพร่หลายจึงควรนำส่วนนี้มาใช้เป็นยารักษาเบาหวานหรือส่งเสริมให้มีการบริโภคกลีบบัวให้มากขึ้นหรือพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพ

ชุลีกานต และประสิทธิ์ (2557) ได้ศึกษาการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารพฤกษเคมีเบื้องต้น จากสารสกัดดอกบัวสัตตบงกชโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายพบว่าการศึกษาองค์ประกอบทางพฤกษเคมีของสารสกัดจากดอกบัวสัตตบงกชที่ทำการสกัดด้วยน้ำ และเอทานอลพบสารพฤกษเคมีที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพไดแกฟลาโวนอยด เทอรพีนอยดและ แทนนินแต่ไมพบแอนทราควิโนน ซาโปนินและแอลคาลอยด การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและ หาปริมาณสารประกอบฟนอลิกรวมดวยวิธี DPPH assay และ Folin-Ciocaltue ตามลำดับ พบวา สารสกัดน้ำและเอทานอลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยรายงานเป็นค่า IC50 เท่ากับ 1,543.36 ppm 732.84 ppm ตามลำดับ ปริมาณสารประกอบฟนอลิกรวมของสารสกัดน้ำมีค่าเท่ากับ 11.58 mg GAE/g crude extract ในขณะที่สารสกัดเอทานอลมีค่าเท่ากับ และ 17.10 mg GAE/g crude extractสารแอนโทไซยานินในสารสกัดน้ำและสารสกัดเอทานอลให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาว คลื่น 530 นาโนเมตรมีค่าเท่ากับ 0.124 และ 0.416 ตามลำดับจากผลการทดลองจึงสรุปไดว่าสารสกัดเอทานอลจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟนอลิกรวมและมีความเข้มข้นของสารแอนโทไซยานินสูงกว่าสารสกัดน้ำ

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัตถุดิบ

1.1 ใบบัวหลวง

1.2 ใบบัวสาย

1.3 ใบบัวบา

2. สารเคมี

2.1 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

2.2. Ethanol

2.3 Trolox

2.4 สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก

2.5 สารละลาย Folin-Ciocalteu reagent

2.6 สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์

2.7 โซเดียมคาร์บอเนต

2.8 อะซิโตน

2.9 น้ำกลั่น

3. อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1 อุปกรณ์ในการทำใบบัวผง

3.1.1 เครื่องปั่นผสม

3.1.2 อุปกรณ์เครื่องครัว

3.1.3 ตู้อบลมร้อน Hot air oven

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ค่าสี

- ชุดเครื่องวัดค่าสี (Colorimeter)

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

- อุปกรณ์การย่อยโปรตีน
- อุปกรณ์กลั่นโปรตีน

- ปิเปต แบบกระเปาะขนาด 5 และ 10 มิลลิลิตร
- บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตร
- ลูกแก้ว
- เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณไขมัน

- บีกเกอร์
- ขวดก้นกลม
- ทิมเบอร์กระดาษ
- กระดาษกรอง
- โดดูดความชื้น
- เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับการวิเคราะห์
- ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า
- ชุดสกัดซอล์กแลต

3.3 3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร

- Fritted Crucible
- ตู้อบลมร้อน
- โถดูดความชื้น
- ถ้วยกรอง
- Water bath
- ผ้ากรองใยอาหาร
- Fibertec system

3.3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณเถ้า

- ถ้วยกระเบื้อง
- โถดูดความชื้น
- เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์
- เตาเผา

3.3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณความชื้น

- กระป๋องหาความชื้น
- โถดูดความชื้น
- เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์

- ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า

3.3.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่วิเคราะห์คลอโรฟิลล์

- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง Spectrophotometer
- บีกเกอร์
- ขวดปรับปริมาตร
- กระบอกตวง

3.3.7 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง Spectrophotometer
- อ่างควบคุมอุณหภูมิ
- ขวดรูปชมพู่
- ปิเปต
- ขวดปรับปริมาตร
- บีกเกอร์
- หลอดทดลอง

3.3.8 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่วิเคราะห์สารฟีนอลิก

- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง Spectrophotometer
- อ่างควบคุมอุณหภูมิ
- ขวดรูปชมพู่
- ปิเปต
- ขวดปรับปริมาตร
- บีกเกอร์
- หลอดทดลอง

4. วิธีการทดลอง

4.1 การเตรียมตัวอย่างใบบัว

ใบบัวสามสายพันธุ์ ใบบัวหลวง ใบบัวสาย และใบบัวบา ถูกเก็บมาจากต้น(ปลูก ณ พิพิธพันธุ์บัว มทร.ธัญบุรี) นำมาเช็ดทำความสะอาดและวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ(ทันที)

จากนั้นนำไปจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮเปอร์คลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm เวลา 1 นาที ผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง แล้วนำไปปั่นละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรงร่อนจะได้ผงใบบัว และนำๆไปวิเคราะห์สารอาหารและคุณภาพทางเคมี

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

4.2.1 การทดสอบค่าสี

การทดสอบค่าสี โดยใช้เครื่อง Color meter ได้แก่ ค่าความสว่าง (*L) ค่าสีแดง (a*) และค่าสี เหลือง (b*) (Promeranz and Meloan, 1994)

4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

4.3.1 การวิเคราะห์ค่าความชื้น โดยวิธีการของ AOAC (2000)

4.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยวิธีการของ AOAC (2000)

4.3.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยวิธีการของ AOAC (2000)

4.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร โดยวิธีการของ AOAC (2000)

4.3.5 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า โดยวิธีการของ AOAC (2000)

4.3.6 การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ ดัดแปลงจากวิธีการของ วิรัตน์ (2539)

4.3.7 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดัดแปลงจากวิธีการของ Yamazaki และคณะ (1994)

4.3.8 วิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิก ดัดแปลงจากวิธีการของ Singleton และคณะ (1999)

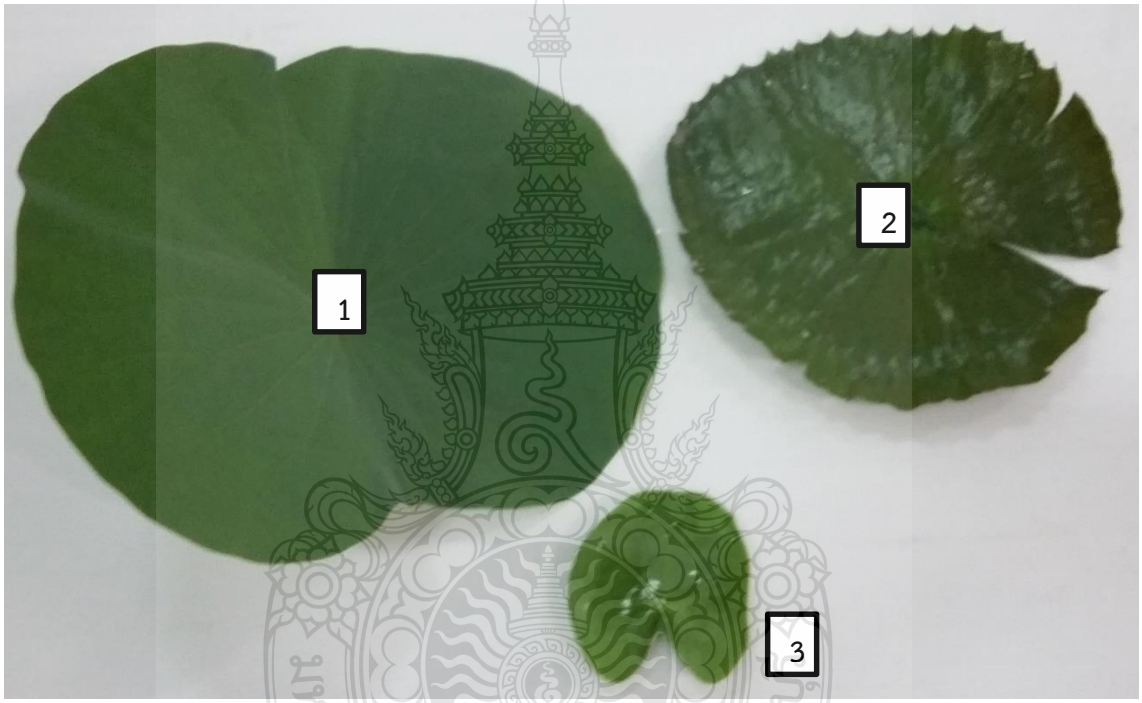
4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s new multiple range test (DMRT) โปรแกรม IBM SPSS Statistics version 20 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ลักษณะปรากฏใบบัวและผงใบบัว

ใบบัวทั้ง 3 สายพันธุ์ที่นำมาศึกษาทดลองดังแสดงในภาพที่ 1 โดยใบบัวหลวง ใบบัวสาย และใบบัวบา มีสีและลักษณะที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบขนาดของใบบัวสามสายพันธุ์

หมายเหตุ : หมายเลข 1 ใบบัวหลวง
หมายเลข 2 ใบบัวสาย
หมายเลข 3 ใบบัวบา

ผลจากการเตรียมใบบัวด้วยการอบแห้งใบบัวทั้ง 3 สายพันธุ์ด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 °c นาน 8 ชั่วโมง ได้ใบบัวแห้ง ซึ่งมีสีเขียวเข้ม และมีลักษณะเป็นใบเล็กๆ แห้งๆ และเมื่อนำใบบัวแห้งไปปั่น ผงใบบัวที่ได้มีลักษณะเป็นผงละเอียด มีสีเขียวเข้ม มีกลิ่นฉุนของใบบัวอ่อนๆ ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีต่อไป ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ แสดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 ลักษณะปรากฏของผงใบบัว

หมายเหตุ : ตัวอย่างที่ 1 ผงใบบัวหลวง
ตัวอย่างที่ 2 ผงใบบัวสาย
ตัวอย่างที่ 3 ผงใบบัวบา

จากการวิเคราะห์ลักษณะปรากฏของใบบัวและผงใบบัว ทั้ง 3 ชนิด พบว่าสีของผงใบบัว ที่ผ่านการอบแล้วมีสีอ่อนลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากความร้อนที่ใช้ในการอบแห้งส่งผลต่อเม็ดสีในใบบัว

4.2 ลักษณะทางกายภาพของผงใบบัว

4.2.1 ค่าสี

จากการวิเคราะห์ค่าสี L* a* และ b* ของผงใบบัวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผงใบบัวหลวง ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผงใบบัวทั้ง 3 ชนิด

ตัวอย่าง	Color value		
	L*	a*	b*
ผงใบบัวหลวง	40.57^{a}±1.96	-11.93^{a}±5.22	23.70^{a}±3.75
ผงใบบัวสาย	42.43^{a}±0.31	-27.67^{b}±1.38	-0.90^{b}±1.13
ผงใบบัวบา	38.27^{b}±0.15	-29.13^{c}±9.90	28.97^{a}±6.11
CV(%)	5.22	9.07	8.25

หมายเหตุ: $^{a-c}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)ในแนวตั้ง

จากการวิเคราะห์ค่าสีของใบบัวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผงใบบัวหลวง ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา พบว่า ค่า L* a* b* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผงใบบัวบามีค่าความสว่าง (L*) มากที่สุด คือ 38.27 รองลงมาคือ ใบบัวหลวง และใบบัวสาย คือ 40.43 และ 42.43 ซึ่งผงใบบัวทั้ง 3 ชนิด มีค่าเป็นติดลบ แสดงว่าผงของใบบัวนั้นมีลักษณะทึบแสง ซึ่งสอดคล้องกับสิ่งที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เนื่องจากผงใบบัวมีสีเขียว ค่า a* (มีค่าเป็น (-) แสดงถึงสีเขียว) พบว่าผงใบบัวบามีสีเขียวที่เข้มที่สุด คือ -29.13 รองลงมาคือ ผงใบบัวสาย และผงใบบัวหลวง ได้แก่ -27.67 และ -11.93 ตามลำดับ และค่า b* จะบรรยายถึงแกนสีจากน้ำเงิน (-b*) ไปเหลือง (+b*) พบว่าผงใบบัวบามีค่าสีเหลืองมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) คือ 28.97 รองลงมาคือ ผงใบบัวหลวง และผงใบบัวบา คือ 23.70 และ -0.90 ตามลำดับ

4.3 องค์ประกอบทางเคมีของผงใบบัว

4.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์

จากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ ของผงใบบัวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผงใบบัวหลวง ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์

ตัวอย่าง	คลอโรฟิลล์ (มิลลิกรัมต่อกรัม)น้ำหนักแห้ง		
	คลอโรฟิลล์ a	คลอโรฟฟิลล์ b	คลอโรฟิลล์รวม
ผงใบบัวหลวง	0.2837^{a}±0.03	0.6917^{a}±0.00	0.9749^{a}±0.03
ผงใบบัวสาย	0.0670^{b}±0.03	0.2247^{b}±0.03	0.2905^{b}±0.03
ผงใบบัวบา	0.0812^{b}±0.02	0.1380^{c}±0.01	0.191^{c}±0.03
CV(%)	9.53	5.37	15.97

หมายเหตุ: $^{a-c}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)ในแนวตั้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของ ใบบัวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผงใบบัวหลวง ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา ภายหลังการอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผงใบบัวหลวง มีปริมาณคลอโรฟลด์รวมคงเหลือสูงสุด คือ 0.9749 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) รองลงมาไดแก ผงใบบัวสายเท่ากับ 0.2905 มิลลิกรัมต่อกรัม และสวนผงใบบัวบามีปริมาณคลอโรฟิลด์รวมคงเหลือต่ำที่สุด เท่ากับ 0.2191 มิลลิกรัมต่อกรัม (น้ำหนักแห้ง) (ตารางที่ 2) ทั้งนี้จากงานวิจัยของ นิโลบล และกมลชนก(2538) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาชาพร้อมดื่มจากใบบัวหลวง โดยอบใบบัวหลวงที่ 45 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง มีปริมาณคลอโรฟิลด์ a และ b เท่ากับ 0.16 และ 0.28 ซึ่งมีปรมาณคลอโรฟิลด์น้อยกว่างานวิจัยนี้ที่วิเคราะห์ปริมาณคลอโร-ฟิลด์ได้มากกว่าซึ่งเท่ากับ 0.28 และ 0.69 ต่อกรัมโดยการทำแห้ง สอดคล้องกับงานวิจัยการผลิตน้ำใบย่านางผงพบว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิต่ำทำให้ปริมาณสารคลอโรฟิลล์สามารถรักษาสีเขียวได้ดีกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิสูงทำให้ปริมาณสารคลอโรฟิลด์ a คลอโรฟิลด์ b มีค่าลดลง (พฤกษา และสุจิตตรา, 2558)

4.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณฟินอลิกทั้งหมด และการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH

จากการวิเคราะห์การเปรียบเทียบปริมาณฟินอลิกทั้งหมด (µg Gallic eq./g) และการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (µg Trolox eq./g) ของผงใบบัวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผงใบบัวหลวง ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟินอลิกทั้งหมด และการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH

ตัวอย่าง	ปริมาณฟินอลิกทั้งหมด (µg Gallic acid eq./g)	การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (µg Trolox eq./g)
ผงใบบัวหลวง	232.00^{c}±16.81	58.33^{c}±6.50
ผงใบบัวสาย	1248.77^{a}±19.99	631.17^{a}±27.38
ผงใบบัวบา	943.85^{b}±4.64	614.71^{b}±6.16
CV(%)	.516	1.12

หมายเหตุ: $^{a-c}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)ในแนวตั้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณฟินอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่าผงใบบัวสายมีปริมาณฟินอลิกและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ 1248.77 และ 631.17 ซึ่งมากกว่าผงใบบัวหลวง และผงใบบัวบาที่มีปรมาณฟินอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระ อยู่ที่ 232.00, 58.33 ตามลำดับและ943.85, 614.71 ตามลำดับ ซึ้งสอดคล้องกับงานวิจัยสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟินอลิกทั้งหมดของทั้งหมดจากสารสกัดจากชะคราม พบว่าประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอาทานอลและปิโตรเลียมอีเธอร์ แปรผันตามฟีนอลิกทั้งหมด ซึ่งแสดงได้ว่าคุณสมบัติความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเป็นผลมาจากการที่สารสกัดจากชะครามมีปริมาณสารฟีนอลิกมากที่มากขึ้นด้วย (วริศรา และคณะ,2553)

4.4 คุณค่าทางโภชนาการของผงใบบัว

4.4.1 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในผงใบบัวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผงใบบัวหลวง ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ตัวอย่าง	ปริมาณ (ร้อยละ)					
	โปรตีน	ความชื้น	เถ้า	เส้นใย	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต
บัวหลวง	24.94^{ab}±0.14	7.06^{b}±0.35	22.72^{c}±0.25	2.44^{a}±0.12	2.41^{a}±1.11	40.43^{a}
บัวสาย	25.40^{a}±0.19	7.61^{b}±0.15	52.40^{a}±0.39	1.54^{b}±0.09	0.75^{b}±0.28	12.31^{b}
บัวบา	24.12^{b}±0.78	9.99^{a}±0.39	46.96^{b}±0.06	0.88^{c}±0.15	1.19^{ab}±0.16	16.86^{c}
CV(%)	0.58	0.57	0.53	2.07	1.38	65.04

หมายเหตุ: $^{a-c}$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)ในแนวตั้ง

จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในผงใบบัวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผงใบบัวหลวง ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผงใบบัวสายมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด คือ ร้อยละ 25.3976 รองลงมาคือ ผงใบบัวหลวง และผลงใบบัวบา เท่ากับร้อยละ 24.9437 และ 24.1152 ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนกับงานวิจัยผลของการเติมผักโขมผงต่อคุณภาพของบะหมี่แห้ง พบว่าปริมาณโปรตีนของผงผักโขมมี 30.67 โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีปริมาณมากกว่าปริมาณโปรตีนของผงใบบัวทั้งหมด (นฤมล และคณะ,2554)

จากการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในผงใบบัวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผงใบบัวหลวง ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผงใบบัวหลวงมีปริมาณไขมันมากที่สุด คือ ร้อยละ 2.4131 รองลงมาคือ ผงใบบัวบา และผงใบบัวสาย เท่ากับร้อยละ 1.1885 และ 0.7493 ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนกับงานวิจัยผลของการเติมผักโขมผงต่อคุณภาพของบะหมี่แห้ง พบว่าปริมาณไขมันของผักโขมอยู่ที่ 3.40 โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีปริมาณไขมันมากกว่าผงใบบัวทั้งหมด (นฤมล และคณะ,2554)

จากการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าในผงใบบัวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผงใบบัวหลวง ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผงใบบัวสายมีปริมาณเถ้ามากที่สุด คือ ร้อยละ 52.3943 รองลงมาคือ ผงใบบัวบา และผงใบบัวหลวง เท่ากับร้อยละ 46.9637 และ 22.7192 ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนกับงานวิจัยผลของการเติมผักโขมผงต่อคุณภาพของ

บะหมี่แห้ง พบว่าปริมาณเถ้าของผงผักโขมอยู่ที่ 17.8 โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีปริมาณเถ้าน้อยกว่าผงใบบัวทั้งหมด (นฤมล และคณะ,2554)

จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในผงใบบัวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผงใบบัวหลวง ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผงใบบัวบามีปริมาณความชื้นมากที่สุด คือ ร้อยละ 9.9988 รองลงมาคือ ผงใบบัวสาย และผงใบบัวหลวง เท่ากับร้อยละ 7.6096 และ 7.0595 ตามลำดับ เนื่องจากใบบัวบามีลักษณะอวบน้ำมากกว่าใบบัวหลวงและใบบัวสาย ดังน้ำอุณหภูมิที่ใช้อบแห้งใบบัวอาจจะต่ำเกินไปทำให้ความชื้นในใบบัวบาระเหยออกไปได้น้อย ซึ่งตามมาตฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สมุนไพรรวมอบแห้งกำหนด โดยมาตรฐานกำหนดให้มีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 7 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนชา,2558)

จากการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยในผงใบบัวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผงใบบัวหลวง ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผงใบบัวหลวงมีปริมาณเส้นใยมากที่สุด คือ ร้อยละ 2.4389 รองลงมาคือ ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา เท่ากับร้อยละ 1.5375 และ 0.8758 ตามลำดับจากการเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนกับงานวิจัยผลของการเติมผักโขมผงต่อคุณภาพของบะหมี่แห้ง พบว่าปริมาณเส้นใยของผงผักโขมอยู่ที่ 12.54 โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีปริมาณเส้นใยมากกว่าปริมาณเส้นใยของใบบัว (นฤมล และคณะ,2554)

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในผงใบบัวทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผงใบบัวหลวง ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผงใบบัวหลวงมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากที่สุด คือ ร้อยละ 40.4256 รองลงมาคือ ผงใบบัวบา และผงใบบัวสาย เท่ากับร้อยละ 16.8580 และ 12.3117 ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสรุปได้ว่าใบบัวต่างสายพันธุ์มีสารอาหารและสารสำคัญในปริมาณต่างกัน โดยใบบัวหลวงมีปริมาณเส้นใย คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และคลอโรฟิลล์มากกว่าใบบัวสายและใบบัวบา ในขณะที่ใบบัวสายมีปริมาณโปรตีน เถ้า ฟีนอลิก และสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าใบบัวหลวงและใบบัวบา จากการศึกษาที่ได้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการเลือกนำใบบัวสายพันธุ์ต่างๆไปใช้ประโยชน์ให้ได้คุณค่ามากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 อาจจะเพิ่มการศึกษาในใบบัวที่อายุใบต่างกัน เช่น ก่อนออกดอก ระหว่างออกดอก และหลังออกดอก เป็นต้น

บรรณานุกรม

จารนัย พณิชยกุลวิเชียร ลีลาวัชรมาศ เพ็ญพร พงษ์พรรณเจริญ รัตนันท์ พรรณนารุโณทัย นฤมร วิมลเกษม และ วิมลรัตน์ สุภกิจกาญจนา. (2007). **สารพันความรู้เกี่ยวกับอาหารเพื่อสุขภาพและความงาม ตอนที่1 โพลิฟีนอล : สารต่อต่านออกซิเดชัน**. วารสารจาร์พา : Food & Health.The 15th International Processing, Filling and Packaging Event for Asia : 13 – 16 June 2007. BITEC. Bangkok

ชุลีกานต์ สายเนตร และประสิทธิ์ มุกดา. (2557). **การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารพฤกษเคมีเบื้องต้น จากสารสกัดดอกบัวสัตตบงกชโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย**. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ไชยา และลาวัลย์. (2547). **การปลูกบัว.** สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ โฉมเฉลา. (2555). **ศัพท์บัว**. เครือข่ายปลูกพืชพื้นเมืองไทยร่วมกับสำนักงาน นโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. หน้า 112

นฤมล พงษ์รามัญ และคณะ. (2554). **ผลของการเติมผักโขมผงต่อคุณภาพของ บะหมี่แห้ง**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์. มหาลัยบูรพา.

ประวิทย์ สุรนีรนาถ. (ม.ป.ป.). บัวบา. กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปิยานี รัตนชำนอง และ ชลธิชา นิวาสประกฤติ. (2559). **ปริมาณกรดอินทรีย์ น้ำตาล สารฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของคอแลน**. ภาควิชาเภสัชวิทยา. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหิดล.

ปรียนันท์ บัวสด. (2549). **การตรวจสอบความสามารถในการเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนท์ของเครื่องดื่มชาโดยวิธีไซคลิกโวลแทมเมตรี**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ผักพื้นบ้าน. (2546). ในประเทศไทย กรมส่งเสริมการเกษตร. **บัวสาย.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: 203.172.205.25/ftp/intranet/Research_AntioxidativeThaiVegetable.

พฤกษา สวาทสุข และ สุจิตตรา วิเชียรรัตน์. 2558. **การผลิตใบย่านางผงเพื่อใช้ประกอบอาหาร.** การประชุมวิชาการทางคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 11.19-20 มิถุนายน 2558.

ภาคภูมิ พระประเสริฐ. (2550). **สรีรวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ, โอเดียนสโตร์.

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.(2546). **บัวจงกลนี.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:

www.uru.ac.th.

รวิวรรณ แก้วอมตะวงศ์และ ทรงพร จึงมั่นคง. (2549). **ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณ สารฟีนอลรวมของสารสกัดพืชสมุนไพรไทยบางชนิด**. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.8(2) : 76 - 88.

รวินิภา ศรีมูล และศิริจนัทร์ ตาใจ. (2557). **ปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในน้ำผลไม้ แปรรูป ในจังหวัดจันทบุรี**. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, 7(1), 24-30.

รุ่งฤดี ศรีสวัสดิ์. (2555). **ผลของสารสกัดจากพืชสมนุไพรบางชนิดในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่มีต่อการทำงานของเอนไซม์ไลเปส**

วงษ์จันทร์ วงษ์แก้ว. (2535). **หลักสรีรวิทยาของพืช.** กรุงเทพฯ, ฟันนี่พับบลิชชิ่ง

วริศรา ชื่น และคณะ. (2553) **สารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ของสารสกัดจากชะคราม**. คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สัณห์ ละอองศรี. (2551). **การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ ในใบชาสด**. โครงการวิจัยชาน้ำมัน. มหาวิทยาลัยแม่โจ้

สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย (สพส.). (2550). **มหัศจรรย์บัวสายไท**ย. สมาคมพืชส ว น แ ห ่ง ประเทศไทย (สพส.) ด้วยความสนับสนุนทางวิชาการจากสมาคมไม้ประดับแห่งประเทศไทย (สมป.)และชมรมผู้รักบัวแห่งประเทศไทย (ชบท.),กรุงเทพฯ. หน้า 16

สุชาดา ศรีเพ็ญ และคณะ. (2550). **การจำแนกพันธุ์บัว.** Classification of Waterlily and Lotus. In : IWGS Annual Symposium 2007 Potential Development of Lotus and Waterlilyas.

สุดารัตน์ หอมหวล. (ม.ป.ป.). **บัวสมุนไพรในตำหรับยาหอม**. เข้าถึงได้จาก http://www.phargarden.com/main.php?action=articlehttp

สุรัตน์วดี วงค์คลัง. (2557). **การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของบัวหลวง.** สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราช มงคลธัญบุรี

เอนไซม์อะไมเลส และเอน็ไซม์ กลูโคซิเดส. สาขาวิชา สรีรวิทยา, สำนักวิชาวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อังคณา เทียนกล่ำ. (2551). **ไม้ดอกประเภทหัว.** คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยราชภัฏ-สกลนคร.

AOAC. (2000). **AOAC Official Methods of Analysis**. The Association of Officail Analytical Chemists, inc. USA.

Cady, J.B. and W.S. Morgan. (1948). **Treatment of chronic ulcers with chlorophyll: review of a series of fifty cases**, The American Journal of Surgery. 75: 562-569.

Carpenter,E.B. (1949). **Clinical experiences with chlorophyll preparations: with particular reference to chronic osteomyelitis and chronic ulcers**, The American Journal of Surgery. 77: 167-171.

Flowers In Thailand. (2555). **บัวบา**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:

https://www.facebook.com/flowerscomunity/

health story. (2559). **คลอโรฟิลล์คืออะไร?**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:

http://healthstory.yolasite.com.

Herrera, A., S. Boussiba, V. Napoleone and A. Hohlberg. (1989). **Recovery of cphycococyanin from cyanobacterium Spirulina maxima**. Journal of Applied Phycology. 1: 325-331.

HonestDocs. (ม.ป.ป.). **สารต้านอนุมูลอิสระ กำจัดสารพิษ ทำให้อายุยืน ช่วยต้านมะเร็ง**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.honestdocs.co/antioxidants-longevity.

Hosikian, A, L. Su, H. Ronaldand K.Michael. 2010. Chlorophyll Extraction from Microalgae: A Review on theProcess Engineering Aspects. Hindawi Publishing Corporation International Journal of Chemical Engineering. [Online]. Available : http://www.hindawi.com/journals/ijce/2010/391632

Horwitz, B. (1951). **Role of chlorophyll in proctology**, The American Journal of Surgery. 81: 81- 84.

Time to tree. (2557). **บัวบา,ตับเต่า,Water Snowflake**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:

http://timetotree.com/tree/detail.php?i=114

Medthai. (2560). **บัวสาย (บัวขม)**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:

https://medthai.com.

Matthews, C.K. and K.E. van Holde. 1996. **Biochemistry**. 2 nd ed. Menlo Park: The Benjamin Cummings Publishing Company.

Simonich, M.T., P.A. Egner, B.D. Roebuck. (2007). **Natural chlorophyll inhibits aflatoxin B1 - induced multi-organ carcinogenesis in the rat. Carcinogenesis**. 28:1294-1302

Yamasaki, K., Hashimoto, A.,Kokusenya, Y., Miyamoto, T.and Sato, T(1994) **Electrochemical Method for Estimating the Antioxidative Effects of Methanol Extracts of Crude Drugs**, Chemical & Pharmaceutical Bulletin, 42:1663-1665.

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. การวิเคราะห์วัดสีโดยใช้เครื่องวัดสี (Colorimeter)

โดยใช้หลักการวัดสีของ Pomeranz and Meloan (1994)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Colorimeter
2. จานแก้ว
3. ฟิล์มใส

วิธีการวิเคราะห์

1. กดปุ่ม on-off
2. กดปุ่ม Lab
3. เตรียมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างใบบัว
4. วางเครื่องค่ำสี Colorimeter ลงบนฟิล์มใสให้มีลักษณะแนบสนิท
6. กดปุ่มด้านข้างแล้วอ่านค่าสีที่แสดง L* a* และb* แล้วจดบันทึกผล

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

โดยวิธีของ AOAC (2000) ดังนี้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์
2. ขวดก้นกลม
3. ทิมเบอร์กระดาษ
4. กระดาษกรอง
5. โดดูดความชื้น
6. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับการวิเคราะห์
7. ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า
8. ชุดสกัดซอล์กแลต

วิธีวิเคราะห์

1. อบขวดก้นกลมด้วยตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที (ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_1))

2. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้นแล้ว โดยใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์ปริมาณ 2 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ เทผ่านกรวยกรองลงไปทิมเบอร์ที่มีกระดาษกรองรองรับภายในแล้ววางทิมเบอร์ลงในชุดสกัดซอล์กเลต

3. สกัดโดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ตามเวลาที่กำหนด (ขึ้นกับปริมาณไขมันในตัวอย่าง)

4. เมื่อทำการสกัดครบตามเวลาที่กำหนดแล้วให้ระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากตัวอย่าง

5. นำขวดกลมที่มีไขมันเหลืออยู่ไปอบด้วยตู้อบไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

6. อบต่ออีกครั้งละประมาณ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ (น้ำหนักคงที่หมายความว่าผลต่างน้ำหนักที่ชั่งสองครั้งติดต่อกัน ต่างกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม W_2)

7. คำนวณปริมาณไขมันจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(W_2 - W_1)}{W} \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักขวดก้นกลม (กรัม)

W_2 = น้ำหนักขวดก้นกลม และไขมัน (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

โดยวิธีของ AOAC (2000) ดังนี้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์การย่อยโปรตีน ประกอบด้วยเตาเผาและเครื่องดักจับไอกรด
2. อุปกรณ์กลั่นโปรตีน
3. ปิเปต แบบกระเปาะขนาด 5 และ 10 มิลลิลิตร
4. บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตร
5. ลูกแก้ว
6. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

สารเคมี

1. สารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSo4.H2O$) และโพแทสเซียมซัลเฟต ($K2SO4$) อัตราส่วน 1:10
2. กรดซัลฟิวลิกเข้มข้น
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ร้อยละ 40
4. กรดบอริกเข้มข้น ร้อยละ 4
5. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 N
6. อินดิเคเตอร์เป็นสารผสมระหว่างเมทิลเรต เมธีลีนบลู และโบรโมครีซอลกรีน

วิธีวิเคราะห์ (ขั้นตอนการย่อย)

1. ชั่งตัวอย่างที่น้ำหนัก 1-3 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน
2. ใส่สารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSo4.H2O$) และโพแทสเซียมซัลเฟต ($K2SO4$) ปริมาณ 5 กรัม
3. เติมกรดซัลฟูริกปริมาณ 20 มิลลิลิตร
4. วางหลอดย่อยในตัวอย่างย่อยแล้วประกอบสายยางระหว่างฝาครอบขวดใส่ด่างและเครื่องดักจับไอกรดให้เรียบร้อย
5. เปิดสวิทซ์เครื่องดักจับไอกรด และเตาย่อย ตั้งอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที จากนั้นปรับเพิ่มอุณหภูมิเป็น 400 องศาเซลเซียส ย่อยต่ออีก 60 นาที จนได้ สารละลายใส
6. ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น

ขั้นตอนการกลั่นและการไตเตรท

1. จัดอุปกรณ์กลั่นแล้วเปิดสวิทซ์ให้ความร้อน และเปิดน้ำหล่อเย็นเครื่องควบแน่น

2. นำขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุกรดบอริก (เข้มข้นร้อยละ 4) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เติมอินดิเคเตอร์แล้วไปรองรับของเหลวที่กลั่นได้โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรด

3. เติมน้ำกลั่นลงในหลอดย่อย 20 มิลลิลิตร จากนั้นเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้ ทำปฏิกิริยาเกินพอสังเกตให้สารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลขุ่น

4. กลั่นให้ของเหลวที่อยู่ในระดับ 125 มิลลิลิตร

5. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ ด้วยกรดไฮคลอริกที่มีความเข้มข้น 0.1 N จน สารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วง

6. คำนวณหาปริมาณโปรตีนจากสูตร

$$\text{ปริมาณโปรตีน (\%)} = \frac{(A-B)xNx1.4007xF}{W}$$

เมื่อ A = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรทกับแบลงค์ (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของกรด (N)

F = แฟคเตอร์ (5.85)

W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

3. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

โดยวิธีของ AOAC (2000) ดังนี้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระป๋องหาความชื้น
2. โถดูดความชื้น
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์
4. ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า

วิธีวิเคราะห์

1. อบ Moisture care พร้อมฝาปิดในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_1)

2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 3 กรัม ใส่ใน Moisture care ที่ผ่านการอบ (W_2)

3. นำ Moisture care ที่ใส่ตัวอย่างแล้วไปอบ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสโดยเปิดฝาออกอบเป็นเวลา 3 ชั่วโมง

4 นำออกจากตู้อบโดยปิดฝาทันทีและทำให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนักไว้

5. นำไปอบซ้ำหลายๆครั้งจนได้น้ำหนักที่คงที่ (W_3) (น้ำหนักคงที่ หมายความว่า ผลต่างที่ชั่งน้ำหนัก 2 ครั้งติดต่อกัน ต่างกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม)

6. คำนวณปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \left(\frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1}\right) \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของ Moisture care (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของ Moisture care (กรัม) และตัวอย่างก่อนอบ(กรัม)

W_3 = น้ำหนักของ Moisture care (กรัม) และตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

โดยวิธีของ AOAC (2000) ดังนี้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้อง
2. โถดูดความชื้น
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าสำหรับงานวิเคราะห์
4. เตาเผา

วิธีวิเคราะห์

1. เผาถ้วยกระเบื้องในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 1ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_1)

2. ชั่งตัวอย่างมา 2 กรัม (W_2) ใส่ในถ้วยกระเบื้องที่ผ่านการเผา

3. นำไปเผาบนตะเกียงเบนเซนจนหมดควัน แล้วนำไปเผาต่อที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว

4. นำออกจากเตาเผาแล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

5. นำไปเผาซ้ำจนได้น้ำหนักที่คงที่ (W_3)

6. คำนวณปริมาณเถ้าจากสูตร

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(W_3 - W_1)}{W_2} \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

W_3 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องและตัวอย่างที่เผา (กรัม)

5. วิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร

โดยวิธีของ AOAC (2000) ดังนี้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กรพดาษกรอง
2. ตู้อบลมร้อน
3. โถดูดความชื้น
4. Crucible
5. Water bath
6. เตาเผาเถ้า
7. ขวดกรองสุญญากาศ
8. กรวยกรอง
9. บีกเกอร์

วิธีวิเคราะห์

1. วางกระดาษกรองลงบนกระจกนาฬิกา แล้วนำมาอบที่ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 105 °C นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น หาน้ำหนักกระดาษกรอง

2. นำตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ผ่านการสกัดไขมันออกแล้ว ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 ml เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 200ml นำไปต้มให้เดือดบนเตาให้ความร้อน (Hot Plate) นาน 30นาที

3. นำไปผ่านกระดาษกรองที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (ข้อ 1) โดยใช้กรวยกรองวางบนขวดกรองสุญญากาศและใช้เครื่องดูดอากาศเพื่อช่วยให้การกรองเร็วขึ้น

4.ล้างกากที่อยู่บนกระดาษกรองด้วยน้ำร้อนจนหมดความเป็นกรด

5. ถ่ายกากที่กรองได้ลงบนบีกเกอร์ขนาด 500 ml เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ร้อยละ 1.25 จำนวน 50 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 200 ml นำไปต้มให้เดือดนาน 30 นาที

6. กรองผ่านกระดาษกรองใบเดิม ล้างกากด้วยน้ำร้อนหลายๆครั้ง

7. ล้างต่อด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 1 จากนั้นต่อด้วยน้ำร้อนอีกครั้งจนหมดความเป็นกรด และล้างด้วยเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาณ 10 ml เป็นน้ำล้างสุดท้าย

8. วางกระดาษกรองพร้อมกากบนกระจกนาฬิกานำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 105 °C นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น

9. ชั่งน้ำหนักกากที่ได้แล้วนำไปอบนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักอีกครั้งจนกระทั่งได้น้ำหนักที่ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก. (A)

10. นำกากที่ผ่านการอบแห้งใส่ลงในถ้วยกระเบื้อง ที่ผ่านการเผาและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน แล้วนำไปเผาที่เตาเผา ที่อุณหภูมิ 600°C จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งหาน้ำหนักที่ได้ (B)

11. คำนวณหาปริมาณเส้นใยจากสูตร

$$\text{ปริมาณเส้นใย (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(A-B)}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

6. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

โดยวิธีของ AOAC (2000) ดังนี้

คำนวณจากสูตรเมื่อทราบร้อยละของ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และ ใยอาหาร นำค่าดังกล่าวนี้มาคำนวณตามสูตร

คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) = 100 - (ความชื้น(ร้อยละ) + โปรตีน(ร้อยละ) + ไขมัน(ร้อยละ) + เถ้า(ร้อยละ) + ใยอาหาร(ร้อยละ))

7.การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์

ดัดแปลงจากวิธีการของ สันห์ (2551) ดังนี้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์
2. ขวดปรับปริมาตร
3. อลูมิเนียมฟอยล์
4. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง Spectophotometer

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างมาสกัดด้วยอซิโตนปริมาตร 20 มิลลิลิตร
2. ปรับปริมตรด้วยอซิโตนให้ปริมาตรเท่ากับ 30 มิลลิลิตร
3. หุ้มภาชนะบรรจุด้วยอลูมิเนียมฟอยล์
4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร

5. นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (a) และ คลอโรฟิลล์บี (b) จากสูตร

$$\text{คลอโรฟิลล์ เอ (a)} = [12.7(OD663)-2.69(OD645)]x \frac{V}{1000 \times m}$$

$$\text{คลอโรฟิลล์ บี (b)} = [22.9(OD645)-4.68(OD663)]x \frac{V}{1000 \times m}$$

เมื่อ V = ปริมาตรของสรละลายที่ตรวจวัดคลอโรฟิลล์ (มิลลิลิตร)
m = น้ำหนักตัวอย่าง (มิลลิกรัม)
OD = ค่าการดูดกลืนแสง

8. การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

ดัดแปลงจากวิธีของ Yamazalei และคณะ (1994)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์
2. ขวดปรับปริมาตร
3.กระจกนาฬิกา
4. ปิเปตและลูกยาง
5. หลอดทดลอง
6. กรวยกรองและกระดาษกรอง
7. ขวดรูปชมพู่
8. เครื่องเขย่าผสม (vortex mixer)
9. อ่างควบคุมอุณหภูมิ
10. เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง

สารเคมี

1. สารละลาย DPPH เข้มข้น 0.1 mM (MW = 394 g/mol)
2. สารละลายมาตรฐาน Trolox 0.1 mM (MW = 250.29 g/mol)
3. เอทนอล
4. น้ำกลั่น

วิธีการเตรียมกราฟมาตรฐาน Trolox

1. ปิเปตสารละลาย Trolox ใส่หลอดทดลอง หลอดละ 0, 4, 8, 12, 16, 20 µl ปรับปริมาตรด้วยเอทานอลให้ปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 1000 µl

2. เติมสารละลาย DPPH ปริมาตร 1000 µl เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 15 นาที

3. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 517 nm

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างไอศกรีมผสมกับเอทานอล ปริมาตร 100 ml

2. นำไปให้ความร้อนในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้กระจกนาฬิกาปิด ทำการคนทุกๆ 10 นาที

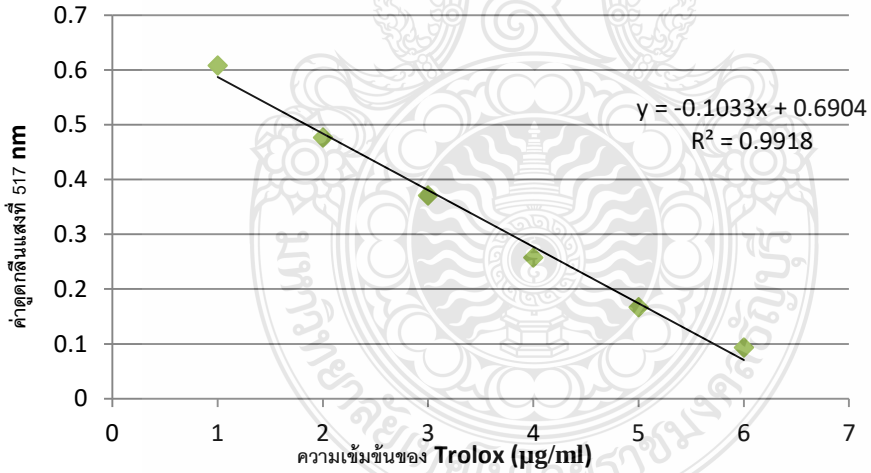
3. นำไปเทผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4

4. ปรับปริมาตรให้เป็น 100 ml

5. ปิเปตสารสกัด (ข้อ 4) ใส่หลอดทดลอง หลอดละ 1000 µl

6. เติมสารละลาย DPPH ปริมาตร 1000 µl เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 15 นาที

7. วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm



ภาพผนวกที่ 1 กราฟแสดงมาตรฐาน Trolox

8. วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

ดัดแปลงจากวิธีของ Singleton และคณะ (1999)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์

2. ขวดปรับปริมาตร

3.กระจกนาฬิกา

4. ปิเปตและลูกยาง

5. หลอดทดลอง

6. กรวยกรองและกระดาษกรอง

7. ขวดรูปชมพู่

8. เครื่องเขย่าผสม (vortex mixer)

9. อ่างควบคุมอุณหภูมิ

10. เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง

สารเคมี

1. สารละลาย Folin-Ciocateu reagent เข้มข้น 0.2 M

2. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้น 75 g/l

3. สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกเข้มข้น 100 µg/ml

4. เอทนอล

5. น้ำกลั่น

วิธีการเตรียมกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกใส่หลอดทดลอง หลอดละ 0, 50, 100, 200, 300, 400 และ 500 µl ปรับปริมาตรด้วยเอทานอลให้ปริมาตรในแต่ละหลดเป็น 500 µl

2. เติมสารละลาย Folin-Ciocateu ปริมาตร 2.5 ml เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม

3. เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 75 g/l ปริมาตร 2 ml เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง

4. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างใบบัวผสมกับเอทานอล ปริมาตร 100 ml

2. นำไปให้ความร้อนในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้กระจกนาฬิกาปิด ทำการคนทุกๆ 10 นาที

3. นำไปเทผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4

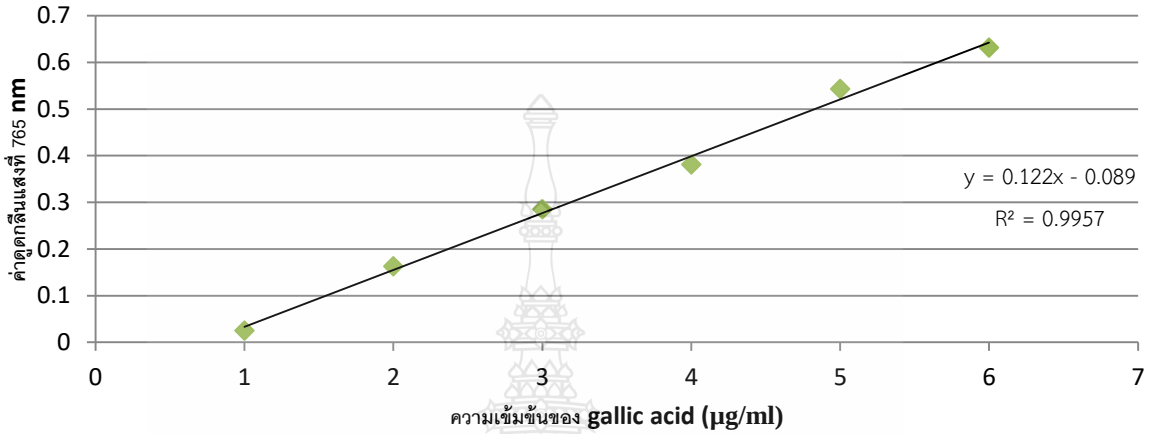
4. ปรับปริมาตรให้เป็น 100 ml

5. ปิเปตสารสกัด 500 µl (จากข้อ 4)

6. เติม Folin-Ciocalteu reagent 2.5 ml เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม

7. เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 2.0 ml เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

8. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm โดยใช้น้ำกลั่นเป็น blank



ภาพผนวกที่ 2 กราฟแสดงเส้นตรงของสารมาตรฐาน Gallic acid

ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ของผงใบบัวหลวง ผงใบบัวสาย และผงใบบัวบา

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าสีความสว่างของผงใบบัว (L*)

	SOV	Df	SS	MS	F
Treatment	2	26.136	13.068	9.900	.013*
Error	6	7.920	1.320		
Total	8	34.056			
CV (%)	5.22				

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าสีความสว่างของผงใบบัว (a*)

	SOV	Df	SS	MS	F
Treatment	2	5090.240	2545.120	54.217	.000
Error	6	281.660	46.943		
Total	8	5371.900			
CV (%)	9.07				

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าสีความสว่างของผงใบบัว (b*)

	SOV	Df	SS	MS	F
Treatment	2	1524.916	760.458	38.319	.000*
Error	6	119.387	19.898		
Total	8	5371.900			
CV (%)	8.25				

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าความชื้นของผงใบบัว

	SOV	Df	SS	MS	F
Treatment	2	14.649	7.324	73.255	.000*
Error	6	.600	.100		
Total	8	15.249			
CV (%)	0.57				

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าแร่ธาตุของผงใบบัว

	SOV	Df	SS	MS	F
Treatment	2	1495.968	747.984	21935.018	.000*
Error	6	.205	.034		
Total	8	1496.173			
CV (%)	0.53				

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าคลอโรฟิลล์ a

	SOV	Df	SS	MS	F
Treatment	2	.091	.046	59.536	.000*
Error	6	.005	.001		
Total	8	.096			
CV (%)	9.53				

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าคลอโรฟิลล์ b

	SOV	Df	SS	MS	F
Treatment	2	.536	.268	1205.450	.000*
Error	6	.001	.000		
Total	8	.537			
CV (%)	5.37				

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าคลอโรฟิลล์รวม

	SOV	Df	SS	MS	F
Treatment	2	1.045	.522	610.636	.000*
Error	6	.005	.100		
Total	8	1.050			
CV (%)	15.97				

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าไขมันในผงใบบัว

	SOV	Df	SS	MS	F
Treatment	2	4.476	2.238	5.023	.052^{ns}
Error	6	2.673	.446		
Total	8	7.149			
CV (%)	1.38				

หมายเหตุ: ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

ตารางผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าโปรตีนของผงใบบัว

	SOV	Df	SS	MS	F
Treatment	2	2.541	1.271	5.780	.040*
Error	6	1.319	.220		
Total	8	3.860			
CV (%)	0.58				

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนค่าใยอาหารของผงใบบัว

	SOV	Df	SS	MS	F
Treatment	2	3.710	1.855	126.589	.000*
Error	6	.088	.015		
Total	8	3.798			
CV (%)	2.07				

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนฟีนอลิกทั้งหมด

	SOV	Df	SS	MS	F
Treatment	5	3.401	.680	1660.915	.000*
Error	6	.002	.000		
Total	11	3.404			
CV (%)	.516				

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนสารต้านอนุมูลอิสระ

	SOV	Df	SS	MS	F
Treatment	5	.908	.182	9072.800	.000*
Error	6	.000	.000		
Total	11	.908			
CV (%)	1.12				

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์การแปรปรวนคาร์โบไฮเดรต

	SOV	DF	SS	MS	F
Treatment	2	1363.264	681.632	2018.902	.000*
Error	6	2.026	.338		
Total	8	1365.290			
CV(%)	65.04				

หมายเหตุ: * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)