ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

เรื่อง

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของบัวบก

Study on Chemical Composition of *Centella asiatica* (Linn.) Urban

โดย

นางสาวอุมาพร แพทย์ศาสตร์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา ....

(รศ.ศรีสกุล วรจันทรา)

ภาควิชารับรองแล้ว

....

(รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

วัน...14...เดือน...พ.ค....ปี...2545...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18526

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของบัวบก

Study on Chemical Composition of *Centella asiatica* (Linn.) Urban

T100707

โดย

นางสาวอุมาพร แพทย์ศาสตร์

ปพ.
อ 846 ก
2544

เลขหมู่..............................
เลขทะเบียน......100707......
วัน,เดือน,ปี......2 2 JUN 2003......

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ
เรื่อง

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของบัวบก

Study on Chemical Composition of *Centella asiatica* (Linn.) Urban

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของบัวบก โดยเก็บตัวอย่างบัวบกจาก 19 แหล่ง จัดเป็น 19 ตัวอย่างตามแหล่งที่มา เพื่อศึกษาถึงส่วนประกอบทางเคมีและพลังงานของบัวบก และค่าความผันแปรของคุณค่าทางโภชนะของบัวบกในประเทศไทย ผลการวิเคราะห์แสดงเป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้คือ

บัวบกในส่วนต้นและใบไม่รวมราก มีความชื้น 10.01 ± 1.44 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 14.92 ± 2.60 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 3.4 ± 0.45 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 15.92 ± 1.71 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 13.57 ± 2.28 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 1.06 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.27 ± 0.07 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย 42.15 ± 5.42 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 3.82 ± 0.14 กิโลแคลอรีต่อกรัม

ในการนำบัวบกไปใช้เป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารสัตว์ อาจนำบัวบกไปใช้ทดแทนใบกระถินป่นและรำละเอียดบางส่วนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่อง การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของบัวบก ในครั้งนี้มิอาจสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำจากบุคคลหลายท่าน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ. ศรีสกุล วรจันทรา อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ อาจารย์ณหทัย วิจิตโรทัย และอาจารย์จรรยา คงฤทธิ์ อาจารย์ประจำห้องปฏิบัติการ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกอย่างเต็มที่ในในด้านการปฏิบัติการทดลอง รวมถึงให้คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างมาก ตลอดจนนางสาวณัฐา พิษณุวงษ์ ผู้ร่วมทำปัญหาพิเศษของข้าพเจ้า

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดา มารดาของข้าพเจ้า และบุคคลผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน สำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือที่มีให้กันตลอดมา

นางสาวอุมาพร แพทย์ศาสตร์

20 มีนาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
สารบาญ	(1)
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการศึกษาและวิจารณ์	29
สรุป	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1. คุณค่าทางโภชนาการของบัวบก แสดงเป็นปริมาณต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด 4
2. เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนะของบัวบก รำละเอียด และใบกระถิน จากเอกสารต่างๆ ในสภาพแห้ง (Dry matter basis) 32
3. ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและพลังงาน (Gross energy) ของบัวบก ทั้งต้นไม่รวมราก ในสภาพแห้งบางส่วน (Air dry) โดยเรียงตามหมายเลขลำดับของตัวอย่าง 33

ตารางผนวกที่

1. ปริมาณความชื้นและวัตถุแห้งของบัวบกทั้งต้นไม่รวมรากในสภาพสด 39
2. ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของบัวบกทั้งต้นไม่รวมรากในสภาพแห้งบางส่วน โดยเรียงลำดับตามค่าสูงสุดของโปรตีน 40
3. พลังงานในบัวบกทั้งต้นไม่รวมรากในสภาพแห้งบางส่วน 41
4. ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของบัวบกทั้งต้นไม่รวมรากในสภาพแห้ง (Dry matter basis) 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	ลักษณะบัวบกที่ขึ้นทั่วไปตามพื้นดิน	2
2.	ภาพขยายของใบบัวบก	3
3.	กราฟมาตรฐาน (Standard curve) ที่ 1	24
4.	กราฟมาตรฐาน (Standard curve) ที่ 2	24

ภาพผนวกที่		
1.	โหลดูดความชื้น (Desicator)	43
2.	เครื่องบดตัวอย่างอาหาร (Ultra centrifugal)	43
3.	เครื่องชั่ง (Electronic Analytical Balance)	44
4.	เครื่องวิเคราะห์หาไขมัน	44
5.	เตาเผา	45
6.	เครื่องย่อย	45
7.	เครื่องกลั่น	46
8.	เครื่องมือวิเคราะห์เยื่อใย	46
9.	ตู้อบ	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของบัวบก
Study on Chemical Composition of *Centella asiatica* (Linn.) Urban

คำนำ

บัวบกเป็นพืชสมุนไพรที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย และสามารถขึ้นในที่ชุ่มชื้นได้ทั่วทุกภาคในประเทศไทย มีประโยชน์หลายประการ ทั้งทางด้านอาหารของมนุษย์ซึ่งสามารถนำไปรับประทานเป็นผัก และยังมีประโยชน์ทางยาโดยมีสรรพคุณเป็นสมุนไพรเพราะมีสารออกฤทธิ์หลายชนิด จึงสามารถรักษาโรคได้หลายโรค เช่น แก้ช้ำใน ขับปัสสาวะ ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น นอกจากนี้ต่อไปในอนาคตบัวบกอาจจะมีความสำคัญต่อวงการอาหารสัตว์ โดยสามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารสัตว์ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนะและคุณค่าทางยาเพื่อลดการใช้ยาปฏิชีวนะที่ต้องห้าม เนื่องจากการใช้สารเคมีหรือยาปฏิชีวนะดังกล่าว มีผลตกค้างในสัตว์และอาจส่งผลกระทบต่อมนุษย์ที่เป็นผู้บริโภค ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้ จึงมุ่งเน้นให้เป็นการศึกษาถึงส่วนประกอบทางเคมีและพลังงานในบัวบก เพื่อช่วยประกอบการพิจารณาในการนำไปใช้ประกอบสูตรอาหารสัตว์ให้ถูกต้องและเหมาะสมเพื่อเกิดประโยชน์อย่างเต็มที่แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณค่าและปริมาณโภชนะ ที่ประกอบอยู่ในบัวบก โดยวิเคราะห์หา ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส และไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (NFE)
2. เพื่อศึกษาหาพลังงานที่มีอยู่ในบัวบก
3. เพื่อสามารถตัดสินใจเลือกเป็นวัตถุดิบไปประกอบสูตรอาหารของสัตว์ได้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

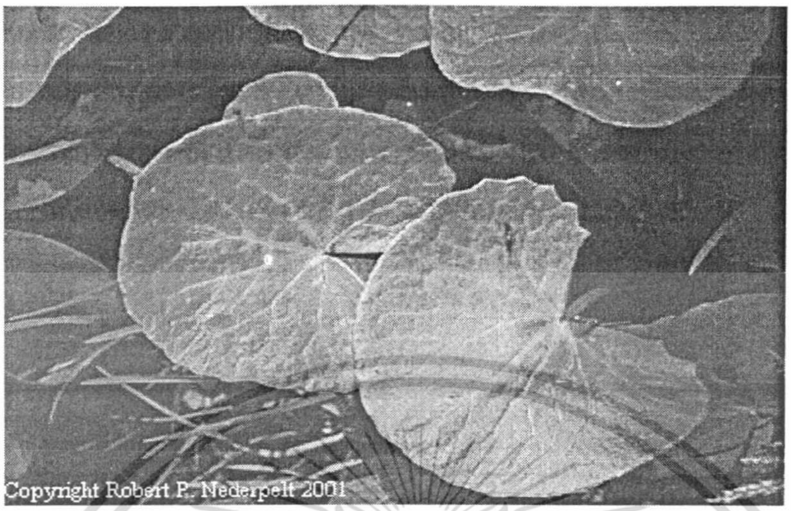
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบัวบก

บัวบก มีชื่ออื่นว่า ผักแว่น (ภาคใต้) ผักหนอก (ภาคเหนือ,อีสาน) ปะหนะเอขาเด๊าะ (กะเหรี่ยง – แม่ฮ่องสอน) มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ คือ *Centella asiatica* (Linn.) Urban อยู่ในวงศ์ Umbelliferae บัวบกเป็นพืชผักสมุนไพรขนาดเล็กที่มีอยู่ในภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก และมีชื่อพื้นเมืองเรียกต่างๆกัน เช่น Gotu Kola (ปากีสถาน) Tiger Herbal (อังกฤษ) Brahmi (อินเดีย) เป็นต้น บัวบกสามารถปลูก และเจริญได้ดีใน ภูมิอากาศร้อนชื้น พบขึ้นอยู่โดยทั่วไป เช่น อินเดีย ปากีสถาน จีน อินโดนีเซีย และไทย นอกจากนี้ยังสามารถพบได้ในประเทศทางทวีปอื่น ได้แก่ ฝรั่งเศส ออสเตรเลีย อังกฤษ และอเมริกา (อักษร และคณะ, 2542)

บัวบกเป็นไม้ล้มลุกอายุหลายปี เลื้อยยาวไปตามพื้นดิน แตกรากและใบตามข้อของลำต้น สูงประมาณ 1 ฝ่ามือ ใบ เป็นใบเดี่ยว สีเขียวใบไม้ ออกเป็นกระจุกที่ข้อ ข้อละ 2-10 ใบ รูปไต ดอก ออกเป็นช่อคล้ายร่ม เดี่ยวๆ หรือมี 2-5 ช่อ ช่อหนึ่งมักมี 3-4 ดอก ก้านช่อดอกยาว 0.5-5 ซม. เมื่อแรกตั้งตรงต่อไปจะโค้ง ริ้วประดับมี 2-3 ใบ ก้นดอกย่อยสั้นมาก กลีบดอกสีม่วงอมแดง โคนจาง ยาว 1-1.5 มม. เกสรตัวผู้สั้น ผลมีลักษณะแบน วัดผ่านศูนย์กลาง 3-4 มม. เป็นผลแห้งแตกได้ (ยุวดี, 2541 ; อักษร และคณะ, 2542 ; ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

ภาพที่ 1 ลักษณะบัวบกที่ขึ้นทั่วไปตามพื้นดิน (Robert, 2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ภาพขยายของใบบัวบก (Robert, 2001)

การขยายพันธุ์

โดยเมล็ดและไหล ตัดแยกไหลที่มีต้นอ่อน และมีรากออก นำไปปลูกในที่ชื้นแฉะ แต่ได้รับแสงแดดมากพอสมควร ไม่ช้าก็จะขยายพันธุ์แพร่ไปเต็มพื้นที่ เป็นพืชที่ขึ้นง่าย ปลูกง่าย (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

ส่วนที่ใช้เป็นยา

ต้นสด ใบสด เมล็ดและทั้งต้น (ยุวดี, 2541 ; นันทวัน และอรนุช, 2541)

ช่วงเวลาที่เก็บเป็นยา

ใบแก่ที่สมบูรณ์ (ยุวดี, 2541)

ประโยชน์ทางอาหาร

กรมการแพทย์ (2540) ใบและเถาบัวบกใช้เป็นผักได้ ออกมากในฤดูฝน ชาวไทยทุกภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับประทานบัวบกเป็นผัก มีจำหน่ายในตลาดสด ใบและเถาบัวบกมักรับประทานเป็นผักสด ใช้แกล้มกับอาหารได้หลายอย่าง เช่น น้ำพริกกะปิคั่ว หมี่กรอบ ก๋วยเตี๋ยวผัดไทย แกงเผ็ด ลาบ ก้อย ซุบหน่อไม้ เป็นต้น นอกจากนี้น้ำคั้นจากใบสด ทำให้เจือจาง ปรุงรสด้วยน้ำตาล ใส่น้ำแข็ง ใช้ดื่มเป็นเครื่องดื่ม คนจีนถือว่าน้ำใบบัวบก เป็นยาแก้ช้ำใน ทำให้เลือดกระจาย หายฟกช้ำได้ดี ช่วยลดการกระหายน้ำ บำรุงกำลัง

รสและคุณค่าทางโภชนาการของบัวบก

รสบัวบกอมขมเล็กน้อย มีกลิ่นหอม ช่วยระบายความร้อน บำรุงกำลัง ใบบัวบกในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม มีคุณค่าทางโภชนาการดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของใบบัวบก แสดงเป็นปริมาณต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด

โภชนะ	ปริมาณต่อ 100 กรัม	
พลังงาน	44	แคลอรี่
ความชื้น	86.0	กรัม
โปรตีน	1.8	กรัม
ไขมัน	0.9	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	7.1	กรัม
เส้นใยอาหาร	2.6	กรัม
แคลเซียม	146	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	30	มิลลิกรัม
เหล็ก	3.9	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	10, 962	หน่วย
ธัยอะมีน	0.24	มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน	0.09	มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

โภชนะ	ปริมาณต่อ 100 กรัม	
ไนอะซิน	0.8	มิลลิกรัม
วิตามินซี	4	มิลลิกรัม

ที่มา : *ภานุทรรศน์* (ม.ป.ป.)

สรรพคุณในตำรายาไทย

นันทวัน และอรนุช (2541) กล่าวถึงการใช้บัวบกบำบัดรักษาโรคต่างๆ ดังปรากฏในตำรายาไทย ดังนี้ คือ

ต้น แก้ช้ำในเป็นยาบำรุง รักษาโรคผิวหนัง โรคเส้นประสาท ขับปัสสาวะ เป็นยาบำรุงหัวใจ แก้อ่อนเพลียเมื่อยล้า แก้ท้องเสีย แก้อาการเริ่มเป็นบิด แก้ร้อนในแก้อุจจาระเรื้อรัง บำรุงธาตุ แก้นิ่ว แก้โรคเรื้อน รักษาแผลสด สมานแผล

ใบ เป็นยาบำรุง รักษาโรคผิวหนัง แก้โรคเส้นประสาท ขับปัสสาวะ ยาบำรุงหัวใจ แก้อ่อนเพลียเมื่อยล้า แก้ท้องเสีย แก้อาการเริ่มเป็นบิด แก้ร้อนใน ขับเลือดให้กระจาย บำรุงธาตุ แก้ปวดประจำเดือน แก้เลือดแผ่ซ่านดี แก้ฟกช้ำดำเขียว แก้อุจจาระร่วงเรื้อรัง รักษาตาปลา รักษาหูด แก้น้ำร้อนลวก ไฟลวก แก้ไข้ร้อนใน กระหายน้ำ

เมล็ด แก้บิด แก้ไข้ แก้ปวดศีรษะ

ทั้งต้น บำรุงหัวใจแก้อ่อนเพลีย แก้อ่อนเพลียเมื่อยล้า แก้อ่อนเพลียละเหี่ยใจ ขับปัสสาวะ ขับเลือดให้กระจาย ขับระดู แก้ตกเลือด แก้อาเจียนเป็นเลือด แก้ไอ แก้เลือดกำเดาออก แก้ตาแดง แก้เจ็บคอ แก้ท้องเสีย แก้อาการเริ่มเป็นบิด แก้ท้องร่วง แก้ช้ำใน (เนื่องจากพลัดตกหกล้ม) แก้ฟกช้ำดำเขียว รักษาบาดแผลหกล้มฟกช้ำ บาดแผลหกล้มเลือดออก แก้อาการอักเสบ เป็นยาพอกรักษาโรคผิวหนัง เป็นยาเจริญอาหาร ลดความดัน เป็นยากระตุ้น รักษาวัณโรค แก้ร้อนใน แก้ร้อนชื้น บวม พิษไข้ ปวดท้อง ท้องอืด ดีซ่านที่เกิดจากร้อนชื้น แผลบวมอักเสบมีหนอง

ไม่ระบุส่วนที่ใช้ บำรุงหัวใจแก้อ่อนเพลีย เมื่อยล้า บำรุงธาตุ เป็นยาบำรุง บำรุงกำลัง เป็นยาอายุวัฒนะ ขับปัสสาวะ แก้เมื่อยขัด สมานแผลสด แก้โรคผิวหนัง แก้ท้องเสีย แก้อาการเริ่มเป็นบิดแก้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟกช้ำดำเขียว แก้ชอกช้ำภายในร่างกาย ขับเลือดให้กระจาย ขจัดเลือดเสีย ทำให้เลือดแผ่ซ่านดี แก้ร้อนในกระหายน้ำ ทำตัวให้เย็น

สรรพคุณทางวิทยาศาสตร์

สารสำคัญที่สกัดได้จากบัวบก คือ madecassic acid, asiatic acid, asiaticoside, madecassoside สารเหล่านี้มีฤทธิ์ในการสมานแผล ทำให้แผลหายเร็ว มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดหนอง ฆ่าเชื้อราและลดอาการอักเสบได้ดี (ยุวดี, 2541)

สารสกัดจากบัวบก

มีรายงานการศึกษามากมายเกี่ยวกับสารประกอบทางเคมี ที่มีอยู่ในบัวบก กลุ่มของสารประกอบที่พบบ่อยเป็นสารที่ให้รสขม มีชื่อว่า Vallerin และสารส่วนผสมของ triterpene และ Triterpinoid glycosides หลายชนิด ได้แก่ asiatic acid, madecassic acid, asiaticoside, oxyasiaticoside และ madecassol เป็นต้น (นันทวัน, 2529; Grimaldi *et al*., 1990) สารประกอบที่มีปริมาณมากที่สุด คือ asiaticoside นั้นจะเกิดไฮโดรไลซิสเป็นสาร asiatic acid , methyl asiatate รวมทั้ง glucose และ rhamnose (อักษร และคณะ, 2542) สารสกัดบัวบกมีคุณสมบัติหลายประการ ได้แก่ เร่งการสมานแผล ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียและรา ลดการอักเสบ ลดอาการแพ้ ลดไข้ รักษาแผลในกระเพาะอาหาร กระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิต้านทาน และยับยั้งเซลล์มะเร็ง มีการใช้บัวบกในการรักษาบาดแผล ตามภูมิปัญญาไทย (นันทวัน, 2529; Kim *et al*., 1997)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาและการทดลองทางคลินิก

บัวบกนับเป็นพืชที่พบทั่วไปในประเทศไทยเนื่องจากในตำรายาทั้งไทยและต่างประเทศ ได้บ่งสรรพคุณของบัวบกไว้หลายอย่าง จึงได้มีผู้ศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ซึ่งปรากฏว่ามีฤทธิ์ดังนี้

1. ฤทธิ์ในการสมานแผล ได้มีการทดลองนำสารสกัดของใบบัวบก คือ madecassol และสารสกัดจากบัวบก คือ madecassic acid, asiatic acid และ asiaticoside ซึ่งเป็นสารกลุ่ม triterpene ไปใช้ทาภายนอก เพื่อรักษาแผลในหนูขาว พบว่าทำให้แผลหายเร็ว เนื่องจากทำให้มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจายตัวของหนองในแผลและทำให้แผลเป็นขนาดเล็กลง และยังพบว่า ถ้าให้หนูกินจะไม่ได้ผล แต่ Poizot (1978) พบว่าเมื่อให้หนูขาวกิน triterpene ขนาด 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จะมีผลในการรักษาแผล โดยสร้างผิวชั้นนอกเร็วขึ้น และบาดแผลเล็กลง (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

2. **ฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย** ได้มีผู้ทดลองใช้สารสกัดบัวบกทั้งต้นด้วยน้ำร้อนกับเชื้อแบคทีเรีย อันเป็นสาเหตุของการเกิดหนอง คือ *Staphylococus aureus* พบว่าได้ผลดี นับว่าการค้นพบนี้ช่วยสนับสนุนฤทธิ์ในการรักษาแผลของบัวบก นอกจากนี้ยังพบว่ามีผลต่อเชื้อ *Bacillus subtilis* แต่ไม่มีผลต่อ Escherichia coli และได้มีผู้นำเอาอนุพันธ์ของ asiaticoside ที่ได้จากบัวบกคือ oxyasiaticoside ไปทดลองกับเชื้อวัณโรคในหลอดทดลอง พบว่าในขนาดความเข้มข้น 0.015 มก./ซี.ซี. สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อวัณโรคได้ และเมื่อนำไปทดลองในหนูตะเภา ซึ่งทำให้เป็นวัณโรคก่อน 15 วัน แล้วจึงฉีด 4% ของสารละลาย asiaticoside 0.5 ซี.ซี. พบว่าลดปริมาณแผลที่เกิดจากเชื้อวัณโรคใน ตับ ปอด ปมประสาท และม้ามได้ (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

3. **ฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อรา** เนื่องจากบัวบกเป็นสมุนไพรที่ใช้รักษาโรคผิวหนัง จึงมีผู้ทดลองกับเชื้อกลาก (*Trichophytum mentagrophytes* และ *T. rubrum*) พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อกลากได้ดี (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

4. **ฤทธิ์ในการยับยั้งเซลล์มะเร็ง** พบว่าน้ำคั้นสดของบัวบกมีฤทธิ์ทำลายเซลล์มะเร็ง และมีผู้ค้นพบว่า สารสกัดด้วยอัลกอฮอล์ผสมน้ำ (1:1) สามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งชนิด CA-9KB ได้ โดยขนาดที่ได้ผลคือ 20 ไมโครกรัม/ซี.ซี. (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

5. **ฤทธิ์ลดการอักเสบ** เมื่อให้คนไข้รับประทานส่วนของใบบัวบกที่อยู่เหนือดินจะสามารถลดการอักเสบได้ นับว่าเป็นหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ที่สนับสนุนศักยภาพของบัวบกในการรักษาแผล (Dabral and Sharma, 1983)

6. **ฤทธิ์ต่อระบบประสาท** ได้มีการทดลองฉีดสารสกัดบัวบกด้วยแอลกอฮอล์ 95%เข้าช่องท้องของหนูขาว พบฤทธิ์ในการเป็นยาระงับประสาท และได้พบฤทธิ์เช่นเดียวกันในหนูถีบจักร เมื่อให้สารสกัดไตรเทอปีนอยด์ไกลโคไซด์ (triterpenoid glycoside) ในขนาด 100 มก./กก.หรือฉีดสารสกัดนี้เข้าทางหลอดเลือดที่เลี้ยงหัวใจกระต่าย ส่วนการฉีดเข้าหลอดเลือดดำในสุนัขโดยตรงพบว่าไม่มีฤทธิ์เป็นยาระงับประสาท และยังพบว่าเมื่อฉีดสารสกัดนี้ในขนาด 50 มก./กก.เข้าช่องท้องหนูขาวมีฤทธิ์กดประสาท ในปี 1963 ได้มีผู้พบฤทธิ์ในการกดประสาทโดย brahmosides ซึ่งได้จากบัวบกสามารถสงบประสาทได้เช่นเดียวกับยาคลอโปรมาซีน (chlorpromazine) และ เมบโปรบาเมท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(meprobamate) แต่ในปี 1968 ได้มีรายงานว่าการใช้สารสกัดด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ (1:1)ไม่ได้ผลทั้งกระตุ้นหรือกดประสาท หรือฤทธิ์ในการแก้ปวด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีสิ่งปลอมปนในสารสกัดมากก็ได้ ในปี 1980 ได้มีผู้พบว่าเมื่อฉีดสารสกัดอัลคาลอยด์ (alkaloid) แก่หนูขาวทางช่องท้องในขนาด 50 มก./กก. จะไปเสริมฤทธิ์ยานอนหลับประเภทบาร์บิทิวเรท (barbiturate) และต้านฤทธิ์ยากระตุ้นประสาทชนิดแอมเฟตามิน (amphetamine) โดยมีผลเท่าๆกับยาคลอโปรมาซีน (chlopromazine) ในขนาด 4.0 มก./กก. ในปี 1932 ในประเทศไนจีเรียได้มีผู้ทดลองฉีดสารสกัดบัวบกด้วยแอลกอฮอล์ 70% เข้าช่องท้องหนูถีบจักรทั้ง 2 เพศ พบฤทธิ์ต้านการชักซึ่งกระตุ้นด้วยยาเมตราโซล (metrazole) และสตริ๊กนิน (strychnine) แต่มีฤทธิ์กดประสาท เพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อฉีดสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 95% เข้าทางช่องท้องหนูถีบจักรในขนาด 50 มก./กก. ไม่สามารถต่อต้านโรคพาร์กินซัน (parkinson's disease) (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

7. ฤทธิ์ต่อระบบสืบพันธุ์ ได้มีผู้ทดลองฤทธิ์คุมกำเนิดของใบบัวบก พบว่าเมื่อฉีดสารสกัดเข้าใต้ผิวหนังหนูถีบจักรตัวละ 0.2 ซี.ซี. จะให้ผลในการยับยั้งการฝังตัวของตัวอ่อน แต่พบว่าเมื่อให้น้ำคั้นจากบัวบกทั้งต้นในขนาด 0.5 ซี.ซี. ได้ผลคุมกำเนิดในหนูถีบจักร 55-60 % นอกจากนี้ยังมีผู้นำสารซาโปนินที่ได้จากบัวบกไปทดลองกับเชื้ออสุจิ พบว่าในขนาด 2.0 % ไม่มีผลต่อเชื้ออสุจิ (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

8. ฤทธิ์ต่อกล้ามเนื้อเรียบ สารสกัดใบบัวบกด้วยแอลกอฮอล์ผสมน้ำ (1:1) สามารถลดการเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบของลำไส้หนูตะเภาได้ เมื่อใช้สารสกัดเข้มข้น 0.01 ก./ซี.ซี. ส่วนสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 95% สามารถทำให้กล้ามเนื้อเรียบของลำไส้กระต่ายตอนบนคลายตัว และลดการเกร็งของกล้ามเนื้อมดลูกในหนูขาวซึ่งไม่ได้ตั้งครรภ์ (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

9. ฤทธิ์ในการลดอาการแพ้ สารสกัดใบบัวบกด้วยแอลกอฮอล์ผสมน้ำ (1:1) สามารถต้านอาการแพ้ได้ (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

10. ฤทธิ์ลดความดันโลหิต สารสกัดใบบัวบกด้วยแอลกอฮอล์ผสมน้ำ (1:1) ลดความดันโลหิตในหนูขาวเมื่อฉีดเข้าหลอดเลือดดำแต่ไม่ลดความดันโลหิตในสุนัข แต่ต่อมามีผู้พบว่าถ้าฉีดสารสกัดนี้เข้าหลอดเลือดดำของสุนัขในขนาด 50 มก./กก. ได้ผลลดความดันโลหิต (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ฤทธิ์ลดไข้ เมื่อฉีดสารสกัดใบบัวบกด้วยแอลกอฮอล์ 95% เข้าทางช่องท้องหนูขาวสามารถลดไข้ได้ 1.2 °F แต่ถ้าฉีดสารสกัดด้วยน้ำและแอลกอฮอล์ (1:1) ในขนาด 125 มก./กก.เข้าทางช่องท้องหนูถีบจักรจะไม่ได้ผล (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

12. ฤทธิ์ในการฆ่าแมลง ได้มีผู้นำเอาสารสกัดชนิดต่างๆของใบบัวบกไปทดลองฤทธิ์ในการฆ่าแมลง พบว่าสารสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์สามารถฆ่าตัวอ่อนของแมลง *Pieris rapae cruciflora* ส่วนสารสกัดบัวบกด้วยน้ำร้อนฆ่าแมลงสาบอเมริกัน *(Penflaneta americana)* ได้แต่ไม่สามารถฆ่าแมลงสาบเยอรมัน *(Blettella germanica)* ได้ (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

13. ฤทธิ์ในการรักษาแผลในกระเพาะอาหาร ในประเทศเกาหลีใต้ได้ทดลองใช้สารสกัดจากผลแห้งกับคนไข้ชายและหญิง โดยให้รับประทานในขนาดวันละ 60 มล.และฉีดเข้ากล้าม 20 มก. 3 ครั้ง/สัปดาห์ เมื่อส่องกล้องดูแผลในสัปดาห์ที่ 4,6,8 และ 10 พบว่า 6 ราย หายอย่างสมบูรณ์ใน 4 สัปดาห์ 14 ราย หายภายใน 6 สัปดาห์ และ 17 รายหายใน 8 สัปดาห์ อีก 1 รายไม่หายแม้จะรักษาแล้ว 10 สัปดาห์ ส่วนแผลในลำไส้พบว่า 5 ราย หายใน 4สัปดาห์ 9 ราย หายภายใน 6 สัปดาห์ และ 11 ราย หายใน 10 สัปดาห์ มี 1 รายที่ไม่ได้ผล ซึ่งฤทธิ์ในการรักษาแผลในกระเพาะอาหารนี้ ได้รับการสนับสนุน โดยพบว่าใช้ได้ผลและผลจะดีขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับยาลดกรดและยา cimetadine ซึ่งเป็นยาลดการหลั่งกรด (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

14. ฤทธิ์ในการกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิต้านทาน เมื่อให้ผงใบและต้นบัวบกในรูปยาแขวนตะกอน (suspension) ในขนาด 100.0 มก./กก.แก่หนูถีบจักรเพศเมียจะได้ผล แต่ถ้าใช้สารสกัดด้วยเมทธานอลจะไม่ได้ผล นอกจากนี้ยังมีผู้พบฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาอื่นๆคือ มีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดหนูขาว เมื่อให้รับประทานสารสกัดแอลกอฮอล์และน้ำ (1:1) ในขนาด 250 มก./กก.และมีฤทธิ์ต่อหัวใจ (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, ม.ป.ป.)

การทดสอบความเป็นพิษของบัวบก

ได้มีการทดลองฉีดสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์และน้ำ (1:1) เข้าช่องท้องหนูถีบจักรทนยาได้ถึง 250 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Adesina, 1982) นอกจากนี้ยังพบฤทธิ์คุมกำเนิดในหนูถีบจักร (Dutta, 1968) จึงควรระวังไม่ให้หญิงมีครรภ์กินในขนาดที่สูงๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ความชื้น (Hot air oven)
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เถ้า (Muffle Fernace)
3. อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์ไขมันแบบ Lab Congo Goldfish
4. อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์โปรตีนโดยใช้เครื่อง Gerhardt
5. อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์หาเยื่อใย (Fibertec System)
6. อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์ฟอสฟอรัสโดยใช้เครื่อง Spectrophotometry
7. อุปกรณ์และเครี่งมือวิเคราะห์หาพลังงานโดยวิธี Bomb Calorimeter
8. เครื่องบดอาหารแบบใช้แรงเหวี่ยงจากจุดศูนย์กลาง (Ultra centrifugal mill)
9. ขวดใส่ตัวอย่างบัวบก
10. เครื่องชั่งวิเคราะห์ (Electronic Analytical Balance) แบบ Toploaders
11. โหลดูดความชื้น (Desiccater)
12. ตัวอย่างวัตถุดิบที่จะวิเคราะห์ คือ บัวบก
13. สารเคมีต่างๆ เช่น Diethyl ether, sulfuric acid, Sodium hydroxide, Catalyst mixture, Alcohol, acid เป็นต้น
14. ขวดเก็บตัวอย่างบัวบก
15. เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิค แบบวิเคราะห์ (Analytical)
16. อุปกรณ์ขนาดเล็ก เช่น ขวดใส่สารเคมี ช้อนตักสาร (Spatula) จานแก้ว (Petridishes) กระจกนาฬิกา (Watch glasses) กระดาษกรอง (Filter paper) คีมปลายแหลม (Forceps) บีกเกอร์ (Beaker) หลอดใส่สาร (Test tube)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. การเก็บตัวอย่างบัวบก

ทำการเก็บตัวอย่างบัวบกทั้งหมด 19 ตัวอย่าง จากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศ ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 จังหวัดชุมพร

ตัวอย่างที่ 2 จังหวัดอุบลราชธานี

ตัวอย่างที่ 3 อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์

ตัวอย่างที่ 4 อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

ตัวอย่างที่ 5 จังหวัดอุบลราชธานี

ตัวอย่างที่ 6 อำเภอราชสาส์น จังหวัดฉะเชิงเทรา

ตัวอย่างที่ 7 อำเภอชำนิ จังหวัดบุรีรัมย์

ตัวอย่างที่ 8 อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

ตัวอย่างที่ 9 อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์

ตัวอย่างที่ 10 อำเภอชอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช

ตัวอย่างที่ 11 อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี

ตัวอย่างที่ 12 กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี

ตัวอย่างที่ 13 อำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

ตัวอย่างที่ 14 บ้านเขวาสินรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

ตัวอย่างที่ 15 จังหวัดศรีษะเกษ

ตัวอย่างที่ 16 จังหวัดฉะเชิงเทรา

ตัวอย่างที่ 17 จังหวัดกรุงเทพฯ

ตัวอย่างที่ 18 จังหวัดราชบุรี

ตัวอย่างที่ 19 จังหวัดนครสวรรค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 บัวบกแห้งบางส่วน (Air dry) มีวิธีการดังนี้

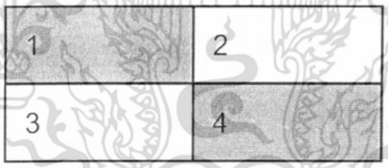
(1) นำต้นบัวบกที่เก็บได้ มาล้างให้สะอาด ตัดรากและใบที่เสียทิ้งไป จากนั้นผึ่งให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก

(2) นำไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 40 – 45 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 วัน

(3) ทิ้งตัวอย่างบัวบกที่แห้งกรอบแล้ว ไว้ในอากาศให้เกิดสมดุลย์ความชื้น ประมาณ 1 วัน แล้วชั่งน้ำหนัก

(4) บดให้ละเอียดโดยเครื่องบด ใช้ตะแกรงขนาด 1 มม.

1.2 วิธีการลดขนาดตัวอย่างบัวบก เมื่อได้ตัวอย่างบัวบกที่บดละเอียด ทั้งหมดมารวมกันแล้ว ต้องมีการลดตัวอย่างลงสำหรับเก็บไว้ตรวจสอบหรือวิเคราะห์ เริ่มจากผสมคลุกเคล้าตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เครื่องมือผสมหรือใช้ช้อนเกลี่ยวัตถุดิบในถาดกระดาษหรือ แผ่นพลาสติกให้กระจายทั่วภาชนะและใช้ไม้บรรทัดปาดผิวหน้าให้เสมอกันจากนั้นใช้ช้อนหมุนทวนเข็มนาฬิกา แล้วสุ่มตัวอย่างอีกอย่างอีกครั้งโดยแบ่งให้เรียบเสมอกัน แบ่งตัวอย่างออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆ กัน แล้วเลือกเก็บสองส่วนที่อยู่ตรงข้าม เช่น ส่วนที่ 1 กับส่วนที่ 4 หรือส่วนที่ 2 กับส่วนที่ 3 ดังภาพ ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนได้ตัวอย่างตามปริมาณที่ต้องการตรวจสอบ โดยทั่วไปควรเก็บไว้ประมาณ 200 ถึง 500 กรัมเป็นอย่างน้อย



1.3 ภาชนะสำหรับเก็บตัวอย่าง ภาชนะที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ใช้ขวดพลาสติกหรือขวดที่สะอาดและฝาปิดก็ควรเป็นพลาสติกไม่ควรใช้ฝาโลหะเพราะมักเป็นสนิมได้ง่าย

1.4 การปิดฉลากภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง ฉลากที่ใช้ปิดควรใช้กระดาษหนาตัดเป็นแผ่นแล้วปิดไว้ด้านนอกของถุงหรือขวดตัวอย่างแต่ละขวดแล้วเขียนเลขที่ วันเดือนปี และรายละเอียดอื่นๆ ที่ต้องการ นอกจากนี้ในการเก็บตัวอย่างควรมีการบันทึกข้อมูลต่างๆ ได้แก่ วันเดือนปีที่เก็บ ลำดับที่หรือรหัสตัวอย่าง ชื่อวัตถุดิบ ชื่อผู้ขาย และสิ่งที่ต้องการตรวจสอบเป็นต้น

1.5 การเก็บรักษาตัวอย่าง การเก็บรักษาตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบมีความสำคัญมาก หากเก็บไม่ถูกต้องจะทำให้ตัวอย่างเปลี่ยนสภาพไปจากเดิม อาจทำให้ผลการตรวจสอบคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปจากความเป็นจริง การเก็บรักษาตัวอย่างที่ถูกต้องคือเก็บไว้ให้แห้งและเย็น ดังนั้นการเก็บในห้องปรับอากาศหรือเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส จึงทำให้สามารถเก็บตัวอย่างไว้ได้นานกว่าในอุณหภูมิห้องปกติ แต่ในกรณีที่ตัวอย่างเป็นวัตถุที่มีความชื้นสูง พืชหมักพืชสด หรือตัวอย่างที่เป็นของเหลว ต้องเก็บรักษาไว้ในช่องแช่แข็งของตู้เย็นโดยเร็วที่สุดหลังเก็บตัวอย่าง เพราะตัวอย่างพวกนี้จะเสื่อมคุณภาพเร็วมากในอุณหภูมิปกติข้อควรระวังในการเก็บตัวอย่างคือ อย่าให้มีการปะปนของวัตถุอื่นมาในตัวอย่างที่เก็บ และอย่าให้มีการแยกส่วนของตัวอย่างขณะที่สุ่มหรือลดขนาดตัวอย่าง

1.6 อายุการเก็บตัวอย่าง ตัวอย่างที่เก็บไว้ในที่แห้งและเย็นจะเก็บไว้ได้นานประมาณ 6 เดือน แต่ถ้าจะให้ผลดีควรใช้ตัวอย่างที่เก็บไว้ไม่เกิน 4 เดือนสำหรับการวิเคราะห์หรือตรวจสอบคุณภาพ ส่วนตัวอย่างที่ตรวจสอบแล้วไม่ควรรีบนำไปทิ้ง ควรเก็บไว้อีกประมาณ 2 เดือนหากมีปัญหาเกิดขึ้นจะได้นำมาตรวจสอบเพื่อยืนยันผลได้อีก

2. การศึกษาคุณค่าทางอาหาร

นำตัวอย่างบัวบกไปวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารโดยใช้วิธีการที่ดัดแปลงมาจากวิธีของ A.O.A.C. (Associtation of Official Agricultural Chemists, 1995) เรียกว่าการวิเคราะห์อาหารสัตว์แบบประมาณ (Proximate Analysis of Feed) (ศรีสกุล, 2543) โดยแต่ละตัวอย่างจะวิเคราะห์อย่างละ 3 ซ้ำ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 6 อย่าง คือ

1. ความชื้น (Moisture)
2. โปรตีน (Crude protein)
3. ไขมัน (Ether extract)
4. เยื่อใย (Crude fiber)
5. เถ้า (Ash)
6. ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (Nitrogen Free Extract หรือ NFE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การวิเคราะห์หาความชื้น (Moisture)

วิธีวิเคราะห์แบบ Drying methods

1. นำถ้วยอาหารสำหรับใส่ตัวอย่างวิเคราะห์หาความชื้น (weighing bottle) ที่ล้างสะอาดและเช็ดให้แห้งแล้วนำมาอบในตู้อบแห้ง (dry oven) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เอาออกใส่ในโหลดูดความชื้น (desicator) ปล่อยให้เย็น นำมาชั่งจนได้น้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่างบัวบกประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วย จดน้ำหนักแล้วนำเข้าอบในตู้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง

3. นำถ้วยที่มีตัวอย่างบัวบกออกจากตู้อบแห้ง ใส่ในโหลดูดความชื้นปล่อยให้เย็น แล้วชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่หายไปก็คือ ปริมาณความชื้น

การคำนวณ

$$\%\text{ความชื้น} = \frac{(A - B) \times 100}{W}$$

A = น้ำหนักถ้วย + น้ำหนักตัวอย่างบัวบกก่อนอบ

B = น้ำหนักถ้วย + น้ำหนักตัวอย่างบัวบกหลังอบ

W= น้ำหนักตัวอย่างบัวบก

2.2 การวิเคราะห์หาโปรตีน

วิธีวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Gerhardt (Kjeldatherm; Vapodest 2)

1. ชั่งตัวอย่างบัวบกประมาณ 0.5 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยขนาด 250 ml.

2. ใส่ Catalyst mixture 7 กรัม

3. ใส่กรดซัลฟุริคเข้มข้น 20 ml. นำไปย่อยบนเตาย่อย (โดยครั้งแรกใช้ไฟอ่อน 250 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงเร่งไฟให้มีความร้อนสูงขึ้นถึง 380-400 องศาเซลเซียส จนได้สารละลายในหลอดสีฟ้าใส)

4. ปิดสวิทซ์แล้วยกหลอดย่อยวางไว้เหนือเตาย่อย แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดควัน

5. เมื่อสารละลายเย็นตัวแล้วเติมน้ำกลั่น 40 ml. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำไปใส่ในที่สำหรับกลั่น

6. นำ Boric 4 เปอร์เซ็นต์ ที่เตรียมไว้ใส่ Erlenmeyer Flask 500 ml. ประมาณ 75 ml.

7. เติม Mix indicator 2-3 หยด นำไปวางต่อเข้ากับเครื่องกลั่น Vapodest 2 ให้ปลาย Condencer จุ่มสารละลาย Boric ในฟลาส

8. ดำเนินการกลั่นตามขั้นตอนต่อไปนี้

8.1 เสียบปลั๊กเครื่องกลั่น Vapodest 2,เปิด Power Switch ไฟเขียวจะสว่างขึ้น

8.2 เปิดน้ำเพื่อให้ไหลหล่อ Condenser ไฟตำแหน่ง Cooling สีเหลืองจะติด

8.3 เลือกไอน้ำที่ใช้กลั่นโดยกดปุ่ม Stream ไปที่ตำแหน่ง high

8.4 กดปุ่ม add NaOH จะได้เป็นการเติมด่างในหลอดย่อย ที่ต้องการกกลั่นเติมจนได้สารละลายเป็นสีน้ำเงินเข้ม (ดูแผงสเกลถึงขีดประมาณ 120-150 ml.)

8.5 ดูไฟตำแหน่ง Start ถ้าไฟติดแล้วให้กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มทำการกลั่น จากนั้นไฟตำแหน่ง distillation สีเหลืองจะติด ให้ทำการกลั่นประมาณ 3 นาที โดยสังเกตที่สารละลายในฟลาสที่ใส่กรดบอริกไว้มีปริมาณเพิ่มขึ้น 175 ml.หรือทดสอบด้วย litmus สีแดง ถ้าไม่เปลี่ยนสีแสดงว่าเก็บก๊าซหมดแล้ว

8.6 กดปุ่ม Stop เพื่อหยุดการกลั่น ลดฟลาสลง ชะปลายที่จุ่มอยู่ด้วยน้ำกลั่น

8.7 นำสารละลายในฟลาสไป titrate ด้วยกรด H_2SO_4 0.1N จนเป็นกลาง

9. ทำ blank วิธีการเดียวกันที่กล่าวมาข้างต้น โดยไม่ต้องใส่ตัวอย่างอาหาร

การคำนวณ หาเปอร์เซ็นต์โปรตีนทั้งหมด โดยใช้สูตร

$$\%\ \text{โปรตีนรวม (Crude Protein)} = \frac{1.4(V1 - V2)N \times 6.25}{W}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเมื่อ N = ความเข้มข้นเป็น normal ของ H_2SO_4

W = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร

V1 = ml. ของ H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

V2 = ml. ของ H_2SO_4 ที่ใช้ไตเตรทกับ Blank

2.3 การวิเคราะห์หาไขมัน

วิธีการวิเคราะห์โดยการใช้เครื่องสกัดไขมันแบบ LABCONGO GOLDFISCH

1. นำบีกเกอร์ (beaker) สำหรับหาไขมันที่ล้างสะอาดและเช็ดให้แห้งแล้วมาอบในตู้อบ (drying oven) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชั่วโมง จากนั้นนำบีกเกอร์ออกจากตู้อบใส่ในโหลดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก

2. ชั่งตัวอย่างบัวบกประมาณ 2 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรองใส่ลงใน extraction thimble นำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้น

3. ใส่ทิมเบิ้ลลงใน pyrex sample tube แล้วสวมเข้าที่ส่วนของเครื่องควบแน่น (condenser head) ที่ holding clip

4. ใส่ Diethyl ether ลงในบีกเกอร์ ประมาณ 25-30 ml. แล้วนำมาต่อเข้ากับเครื่องให้เข้าที่และเปิดน้ำเย็นให้ไหลผ่านคอนเดนเซอร์ (condencer) ตลอดเวลา

(1) เปิดสวิตซ์ให้ความร้อน โดยใช้ความร้อนต่ำ (low) ใช้เวลาในการสกัด 4 - 6 ชั่วโมง สังเกตได้จากสารละลายที่ไหลออกจากทิมเบิ้ล ถ้าไม่มีสีแสดงว่าอีเทอร์สกัดไขมันหมดแล้ว

(2) เมื่อสกัดเสร็จแล้วนำเอา pyrex sample tube ออก แล้วเอาหลอดรีเคลมมิ่ง (reclaiming tube) ใส่แทนที่ให้ความร้อน Diethyl ether จะกลั่นและถูกเก็บอยู่ในหลอดรีเคลมมิ่งส่วนไขมันจะอยู่ในบีกเกอร์

(3) นำบีกเกอร์ที่มีไขมันไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วเอาออกใส่โหลดูดความชื้น ปล่อยให้เย็น ชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นภายหลังการสกัดตัวอย่างอาหารสัตว์ คือ น้ำหนักของไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ

$$\% \text{ ไขมัน (Crude Fat)} = \frac{(A-B)\times 100}{W}$$

A = น้ำหนักบีกเกอร์ + น้ำหนักไขมันหลังจากอบแห้ง

B = น้ำหนักบีกเกอร์

W= น้ำหนักตัวอย่าง

2.4 การวิเคราะห์หาเยื่อใย (Crude Fiber)

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างบัวบกภายหลังที่ได้วิเคราะห์หาไขมันเสร็จเรียบร้อยแล้ว หรืออาจจะชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ลงใน crucible ที่เติม Celite ลงไปประมาณ 1 กรัม

2. จากนั้นนำไปประกอบเข้ากับเครื่องวิเคราะห์เยื่อใย (Fibertec System) เติมกรด H_2SO_4 1.25 % ที่ต้มจนร้อน จนถึงขีดบอกระดับบนสุดของหลอดย่อย หยด Antifoam ประมาณ 4 หยด

3. เปิดน้ำเพื่อให้ไหลหล่อ Condenser เปิดไฟที่ตำแหน่ง 5 ประมาณ 5 นาที แล้วลดเหลือที่เลข 4 ประมาณ 30 นาที

4. Vaccum ให้กรดไหลออกจากหลอดย่อยให้หมด จากนั้นล้างตะกอนในหลอดย่อยด้วยน้ำกลั่นร้อนประมาณ 6 ครั้ง จนหมดกรด

5. ย่อยด้วยด่าง NaOH 1.25 % โดยวิธีการเดียวกับย่อยด้วยกรด ประมาณ 30 นาที แล้วล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่นร้อน จนหมดด่าง

6. นำ crucible ออกจากเครื่องย่อย ล้างด้วย acetone 1 ครั้ง ใส่พอให้ท่วมตะกอน แล้ว vaccum acetone ออกให้หมด

7. นำตะกอนที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 5 ชั่วโมง

8. นำออกมาทิ้งให้เย็นในโหลดูดความชื้น แล้วชั่งให้ได้น้ำหนักคงที่

100707

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.นำไปเผาเตาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วทิ้งให้เย็นในโหลดูดความชื้น แล้วชั่งให้ได้น้ำหนักคงที่

การคำนวณ

$$\% \text{ เยื่อใย (Crucible Fiber)} = \frac{(A-B)\times 100}{W}$$

เมื่อ A = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง + น้ำหนักตะกอนหลังการอบแห้ง

B = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง + น้ำหนักเถ้าหลังการเผา

W= น้ำหนักตัวอย่าง

2.5 การวิเคราะห์เถ้าทั้งหมด

วิธีการวิเคราะห์

1. เผาถ้วยกระเบื้อง (Crucible) ที่สะอาดและแห้งในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในเตาอบ แล้วชั่งเพื่อทราบน้ำหนักที่แน่นอน

2. เติมตัวอย่างบัวบกประมาณ 2 กรัม ลงในถ้วยกระเบื้อง ตัวอย่างนี้ส่วนใหญ่เป็นตัวอย่างแห้งที่ได้จากการวิเคราะห์หาความชื้น

3. ปิดพัดลมในตู้ดูดควัน แล้วนำตัวอย่างในถ้วยกระเบื้องไปเผาในตู้ดูดควันโดยใช้ Hot plate ใช้ไฟอ่อนเผาจนกระทั่งหมดควัน แล้วจากนั้นจึงนำไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 – 4 ชั่วโมง เผาจนถ้าเป็นสีขาวหรือสีเทาอ่อน

4. นำตัวอย่างที่เผาออกมาจากเตาเผาและปล่อยให้เย็นในโหลดูดความชื้น จากนั้นทำการชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ

% เถ้าทั้งหมดในอาหาร $= \frac{(B-A)}{W} \times 100$

เมื่อ A = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้อง

B = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องกับน้ำหนักเถ้าภายหลังการเผา

W = น้ำหนักของตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.6 การวิเคราะห์แคลเซียม

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างบัวบกโดยให้มีแคลเซียมอยู่อย่างน้อย 5 มิลลิกรัม (ประมาณ 3 กรัมของอาหาร) ลงในถ้วยกระเบื้อง นำไปเผาบน hot plate จนแห้ง
2. แล้วนำไปเผาต่อไปเตาเผา โดยคอยเร่งอุณหภูมิให้สูงขึ้นถึง 550 องศาเซลเซียส ทำการเผาที่อุณหภูมิระดับนี้เป็นเวลานาน 3 – 4 ชั่วโมง
3. นำออกจากเตาเผา ทิ้งไว้ให้เย็นและทำให้ชื้นด้วยกรดไนตริกโดยใช้แท่งแก้วค่อยๆหยดแต่พอชื้น ตั้งบน hot plate จนแห้ง
4. นำกลับไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสอีกเป็นเวลา 1½ ชั่วโมง ถ้าหากเถ้าที่ได้ยังไม่ขาวให้เติมกรดไนตริกอีก ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วเผาซ้ำอีกครั้งจนกระทั่งได้เถ้าสีขาว
5. เติมกรดเกลือ 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 10 ml. (เพื่อเปลี่ยน CaO ให้เป็น $CaCl_2$) ลงในเถ้าในถ้วยกระเบื้อง
6. นำไปตั้งบน hot plate ต้มเพื่อให้เถ้าละลายให้หมดใช้แท่งแก้วคน (ควรเปิดไฟอ่อน ๆ ...ดเบอร์ 1 – 1.5)
7. ถ่ายสารละลายที่ได้ลงใน Volumetric Flask ขนาด 250 ml. ชะล้างเถ้าในถ้วยกระเบื้องด้วยน้ำกลั่น (redistilled water) แล้วเทใส่ให้ได้ปริมาตรครบ 250 ml. เขย่าให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ใส่ไว้ในขวดแก้ว เพื่อใช้วิเคราะห์ หาแคลเซียมและฟอสฟอรัส

9. ใช้ pipette ดูดสารละลายในขวดแก้วมา 50 ml. ใส่ลงใน beaker ขนาด 250 ml. แล้วหยด methyl red ลงไป 1 – 2 หยด (จะเป็นกรด มีสีส้มออกแดง) ทำให้เป็นกลางด้วยแอมโมเนียไฮดรอกไซด์อย่างเข้มข้น (ประมาณ 2 – 3 หยด) จนสารละลายมีสีเหลืองอ่อน ๆ ของ methyl red

10. เติมกรดเกลือ 6N ลงไปจำนวน 1.5 ml. ยูเรียจำนวน 5 กรัม และ ammonium oxalate 4 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 5 ml. ลงไปใน beaker (ถ้าหากมีตะกอนเกิดขึ้นควรใช้ตัวอย่างให้น้อยลง)

11. ปิด beaker ด้วยกระจกนาฬิกา นำไปต้มให้เดือดน้อย ๆ จนกระทั่งสารละลายใน beaker เปลี่ยนเป็นสีส้มหรือสีขาว แล้วยกลงทิ้งไว้ให้เย็น

12. กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 40 ล้างตะกอนด้วยแอมโมเนียเจือจางไปเรื่อยๆจนหมด oxalate (ทดสอบ โดยหยด $CaCl_2$ในน้ำล้าง ถ้ายังเกิดตะกอนแสดงว่ายังล้าง oxalate ไม่หมด) ที่เหลือบนกระดาษกรองคือตะกอน Ca_2O_4 (calcium oxalate)

13. เอา beaker ใบเดิมที่ใช้ตกตะกอน รองใต้กระดาษกรองเจาะกระดาษกรองให้เป็นรูล้างด้วยน้ำกลั่นจนหมดตะกอนแล้วเติมกรดกำมะถันเข้มข้น จำนวน 2.5 ml. แล้วนำไปอุ่นบน hot plate ที่ 85 องศาเซลเซียส (เพื่อเร่งปฏิกิริยา)

14. นำมาไตเตรทกับ potassium permanganate 0.05 N จนสารละลายมีสีชมพูจาง ๆ ปรากฏอยู่ได้นานไม่ต่ำกว่า 30 วินาทีแสดงว่าถึงจุด end point (กระดาษกรองที่เก็บไว้ ใส่เมื่อเลยจุด end point)

การคำนวณ เปอร์เซ็นต์แคลเซียม

1 ml ของ 0.05N $KmnO_4$ = 0.001 กรัมของแคลเซียม

$$\%\ \text{แคลเซียม} = \frac{ml \times 0.001 \times 100 \times 5}{W}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18520

ml = จำนวนของ $KmnO_4$ ที่ไตเตรท

W = น้ำหนักของตัวอย่างที่วิเคราะห์

หมายเหตุ ถ้าหากตัวอย่างมี เปอร์เซ็นต์ Ca มากควรใช้ (NH4) C_2O_4 sat.

2.7 การวิเคราะห์หาฟอสฟอรัส

วิธีการ วิเคราะห์ด้วยวิธี Spectrophotometry

โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer แบบ UV – Visible รุ่น UV – 1601 ยี่ห้อ SHIMADZU

1. การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์ ทำดังนี้

1.1 เตรียมตัวอย่างซึ่งได้จากการเผาที่ 600 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

1.2 ถ่ายเถ้าจากเบ้ากระเบื้องลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำกลั่นร้อนช่วยในการถ่ายล้างเบ้ากระเบื้องด้วยกรดเกลือเจือจาง (50%) แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนอีกครั้ง การล้างทุกครั้ง ให้เทน้ำล้างลงไปในบีกเกอร์

1.3 เติมน้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ นี้ ประมาณ 75 มิลลิลิตร ของบีกเกอร์

1.4 ต้มให้เดือดช้า ๆ โดยใช้ไฟอ่อนจากเตาไฟฟ้า ระเหยน้ำให้เหลือประมาณ 50 มิลลิลิตร ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง

1.5 กรองสารละลายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร โดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 1 ใช้น้ำกลั่นร้อนล้างตะกอนจากบีกเกอร์ ลงบนกระดาษกรอง โดยใช้แท่งแก้วช่วยในการเขี่ยตะกอนที่ติดข้างบีกเกอร์

1.6 ทิ้งไว้ให้เย็นก่อน เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 250 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างน้ำไว้สำหรับวิเคราะห์ แคลเซียมและฟอสฟอรัส โดยเก็บไว้ในตู้เย็นหรือในที่มืดและเย็น

2. เตรียมกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัส (Standard curve for phosphorus)

การเตรียมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส (Phosphorus standard stock solution) **ทำได้โดยใช้สารละลายมาตรฐานของโปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต** (Standard solution potassium dihydrogen phosphate) ละลายโปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) ที่บริสุทธิ์และแห้งหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

0.4394 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร โดย 1 ml ของสารละลายที่ทำการเจือจางแล้วนี้ จะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.10 mg

ในการทดลองนี้ เขียนกราฟมาตรฐานของฟอสฟอรัส โดยให้ค่าของเปอร์เซ็นต์ Absorbance อยู่บนแกน Y และความเข้มข้นของฟอสฟอรัสอยู่บนแกน X ดังแสดงในภาพที่ 3 และ 4

Vol.flask number	standard solu. ml.	Molybdovanadate Reagent, ml.	Final vol. ml.	ความเข้มข้น (mg/ml)
1	0	10	50	blank(0)
2	1.0	10	50	0.002
3	2.0	10	50	0.004
4	3.0	10	50	0.006
5	4.0	10	50	0.008
6	5.0	10	50	0.010

*การเตรียม Molybdovanadate regent นั้นทำได้โดยละลาย 20 กรัม แอมโมเนียมโมลิบเดท ($(NH_4)_6Mo_7O_4 4H_2O$)ในน้ำกลั่นร้อน 200 ml. (Solution A) ละลาย 1 กรัม แอมโมเนียมเมทตาวานาเดท (NH_3VO_3) ในน้ำกลั่นร้อน 125 ml. ตั้งทิ้งไวให้เย็น จากนั้นเติม 225 ml. 70 เปอร์เซ็นต์ กรดเปอร์คลอริค ($HCLO_4$) (Solution B) ค่อยๆริน Solution A ลงใน Solution B อย่างช้า ๆ พร้อมกับคนให้เข้ากันแล้วปรับให้มีปริมาตร 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

3. เขย่าหลอดแก้วสารละลายตัวอย่างกับ Molybdovanadate ให้เข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เพื่อให้เกิดสีเหลือง รีบนำไปอ่านค่า เปอร์เซ็นต์ Absorbance จากเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 nm. โดยใช้ blank เป็นตัวเปรียบเทียบมาตรฐาน

4. ตัวอย่างบัวบกถ้าฟอสฟอรัสสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป เราก็สามารถปรับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตัวอย่างให้เหมาะสมได้ คือจะต้องอยู่ในช่วงของ Standrad curve โดยทำให้เจือจางลงหรือเข้มข้นขึ้นได้ ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 5 ml. เติมสารละลาย Molybdovanadate 10 ml. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 50 ml. ทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แล้วนำไปวัดค่า % Absorbance

5. อ่านค่าฟอสฟอรัสในตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ (ตัวอย่าง)

1. น้ำหนักของอาหารแห้งที่เป็นตัวอย่าง (บัวบก) = 2.1648 กรัม

2. น้ำหนักนี้ถูกเผาจนเป็นเถ้าแล้วเจือจางจนมีปริมาณ 250 ml. ต่อมา 5 ml. ของสารละลายนี้ ถูกเจือจางจนมีปริมาตร 50 ml.

ฉะนั้น น้ำหนักของตัวอย่าง กรัม/ml. = $\frac{2.1648 \times 5}{250 \times 50}$ กรัม

3. จากเส้นกราฟมาตรฐานของฟอสฟอรัสอ่านค่าฟอสฟอรัสในตัวอย่างอาหาร จากสารละลาย 5 ml. ซึ่งหนัก $= \frac{2.1648 \times 5 \times 1000}{250 \times 50}$ มิลลิกรัม

ได้ฟอสฟอรัส = 0.0014 มิลลิกรัม/ml

4. น้ำหนักของตัวอย่าง ในสารละลาย 1 ml

$= \frac{2.1648 \times 5 \times 1000}{250 \times 50}$ มิลลิกรัม

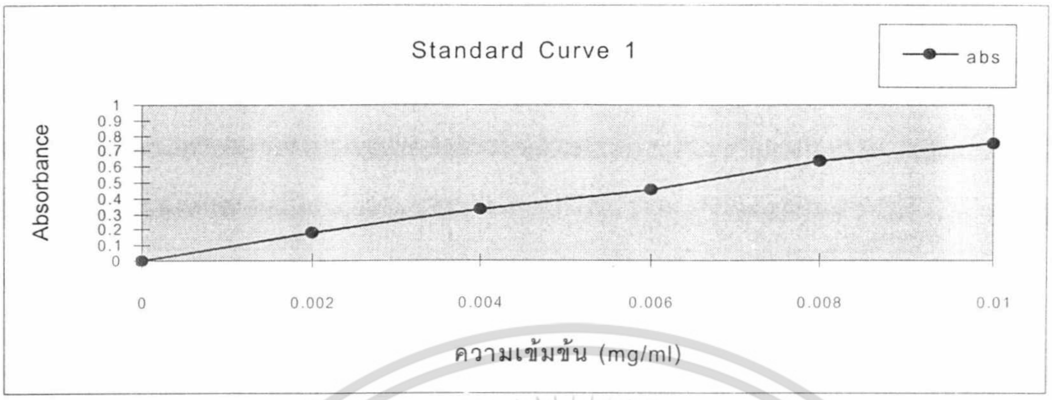
= 0.86592 มิลลิกรัม

เพราะฉะนั้นเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในตัวอย่างแห้ง

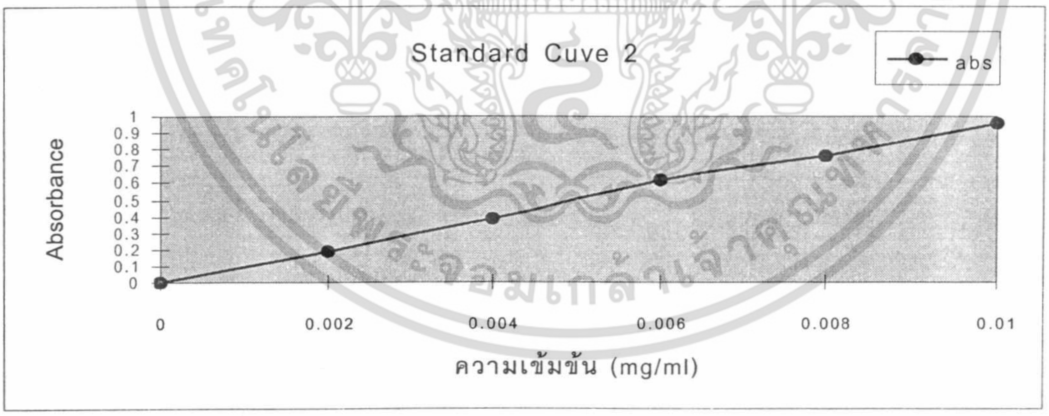
$= \frac{0.0014 \times 100}{0.86592}$

= 0.1617 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 กราฟมาตรฐาน (Standard curve) ที่ 1



ภาพที่ 4 กราฟมาตรฐาน (Standard curve) ที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 **การหา** Nitrogen-free extract (NFE)

การหา NFE หรือคาร์โบไฮเดรทที่ละลายได้นี้ มักไม่ใช่การวิเคราะห์ แต่จะหาได้โดยการคำนวณ โดยเอาเปอร์เซ็นต์ของโภชนะอื่น ๆ ทั้งหมดคือ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า มารวมกันแล้ว หักออกจาก 100 ก็จะได้เปอร์เซ็นต์ของคาร์โบไฮเดรทที่มีอยู่ในตัวอย่าง

การคำนวณ

% NFE = 100 – (% ความชื้น + %โปรตีน + %ไขมัน +%เยื่อใย +%เถ้า)

3. การวิเคราะห์หาพลังงาน (gross energy)

การวิเคราะห์หาพลังงานในใบบัวบก จะใช้วิธี Bomb Calorimeter ซึ่งเป็นการวัดความร้อนของอาหารที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ใน Bomb ซึ่งมีออกซิเจนบรรจุอยู่ประมาณ 25 – 30 atmospheres ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้นั้นสามารถวัดได้จาก Bomb Calorimeter

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม นำไปอัดตัวอย่างเข้า crucible อัดอาหารให้เกาะติด crucible ให้แน่นเพื่อลด surface area และ springiness ของตัวอย่างอาหาร
2. นำตัวอย่างอาหารไปวางบน support pillar ของฐาน bomb
3. ใช้ firing cotton ยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ผูกเกี่ยวระหว่าง coil ของ firing wire โดยให้เชือกจุ่มตรงกลางของตัวอย่างอาหาร
4. ตรวจดู sealing ring ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย แล้วนำ bomb body เข้าสวมและหมุนให้สวมกันสนิท
5. เสียบ thermocouple wire ตรงรูส่วนบนตัว bomb
6. เปิด pressure release valve แล้วเปิดออกซิเจนเข้าเครื่อง จนกระทั่งความดันสูงถึง 25 atmosphere

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ปรับ galvanometer ให้อยู่ที่ศูนย์แล้วทิ้งให้อยู่ที่เลขศูนย์ประมาณ 30 วินาที
8. ถอยออกจากเครื่อง bomb แล้วกดปุ่ม firing button
9. อ่านค่าของ galvanometer ที่ชี้บอกค่าสูงสุด

วิธี standardise เครื่องมือ

เพื่อแก้ความผิดพลาดของความร้อนที่เกิดจาก firing current และ firing cotton โดยทำทุกอย่างคล้ายการวิเคราะห์ตัวอย่าง เพียงแต่ไม่ใส่ตัวอย่างเท่านั้น แล้วอ่านค่าของ galvanometer ที่ขึ้นสูงสุด

วิธีวิเคราะห์ standard sample

การวิเคราะห์ทำทุกอย่างเหมือนกับการวิเคราะห์ตัวอย่างเพียงแต่ใช้ benzoic acid ใส่แทนตัวอย่างอาหารที่จะวิเคราะห์เท่านั้น และใช้ benzoic acid ครั้งละประมาณ 0.7 กรัมทำการวิเคราะห์อย่างน้อยที่สุด 5 ซ้ำ เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย

การคำนวณค่าพลังงาน

น้ำหนักของ benzoic acid ที่ใช้ในการวิเคราะห์	$= W_1$	กรัม
calorific value of benzoic acid	= 6.32	kcal/g.
ค่าของ galvanometer ที่อ่านสูงสุดเมื่อไม่มีตัวอย่าง	$= \theta_1$	divs
ค่าของ galvanometer ที่อ่านสูงสุดเมื่อมี benzoic acid	$= \theta_2$	divs
ค่าของ galvanometer ที่อ่านสูงสุดเนื่องมาจาก benzoic acid	$= \theta_2 - \theta_1$	divs

$$\text{calibration constant } (y_x) = \frac{6.32W}{\theta_2 - \theta_1} \text{ kcal/div}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ยค่าวิเคราะห์ standard sample 5 ซ้ำ ดังนั้นค่าเฉลี่ยของการ standarding sample มีค่าดังนี้ คือ

$$Y = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5}{5} \quad \text{kcal/div}$$

น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์	$= Z$	กรัม
ค่าของ galvanometer ที่อ่านสูงสุดเมื่อมีตัวอย่าง	$= \theta_3$	divs
ค่าของ galvanometer ที่อ่านสูงสุดเนื่องจากตัวอย่าง	$= \theta_3 - \theta_1$	divs
ความร้อนที่ได้มาจากตัวอย่าง	$= (\theta_3 - \theta_1)\,Y$	kcal
ค่าพลังงานของตัวอย่าง	$= (\theta_3 - \theta_1)\,\frac{Y}{Z}$	kcal/g.

4. การบันทึกผลการวิเคราะห์

4.1 บันทึกเปอร์เซ็นต์ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ฟอสฟอรัส แคลเซียม และไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก ในแต่ละซ้ำ ซึ่งในการวิเคราะห์จะทำ 3 ซ้ำด้วยกัน

4.2 นำผลการวิเคราะห์ในข้อ 4.1 มาหาค่าเฉลี่ยที่เหมาะสมของบัวบก

4.3 บันทึกและวิเคราะห์ค่าพลังงานของบัวบก

5. การรายงานผลการวิเคราะห์

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง คือ เปอร์เซ็นต์ ความชื้น เถ้า ไขมัน เยื่อใย ฟอสฟอรัส แคลเซียม และไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก รวมทั้งค่าพลังงานของบัวบก ในแต่ละซ้ำ ซึ่งในการวิเคราะห์จะทำ 3 ซ้ำ นำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เพื่อทำการวิเคราะห์ว่าบัวบกจากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย มีส่วนประกอบทางเคมีอย่างไร และมีความผันแปรมากน้อยเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สถานที่ทำการศึกษาและวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหาร

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

7. ระยะเวลาในการศึกษาและวิเคราะห์

เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2544 ถึง 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ความชื้นในสภาพสด ของบัวบกทั้งต้นไม่รวมราก จะมีความชื้นเฉลี่ยจากตัวอย่างทั้งหมด 16 ตัวอย่างเท่ากับ 87.85 ± 2.69 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 82.47 – 91.95 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1 จากผลการทดลองดังกล่าวเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของภานุทรรศน์ (ม.ป.ป.) และ Peiris and Kays (1996) ซึ่งใช้เฉพาะส่วนใบวิเคราะห์ จะมีความชื้น 86 และ 87.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามีความชื้นที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 2

เมื่อพิจารณาในสภาพให้สัตว์กิน (สภาพแห้งบางส่วน) ส่วนประกอบทางเคมีและค่าพลังงานทั้งหมด (Gross energy) ของบัวบกทั้งต้นในส่วนก้านและใบไม่รวมราก ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งวิเคราะห์จากตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 19 ตัวอย่าง โดยเก็บจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศ พบว่าบัวบกมีความชื้น 10.01 ± 1.44 เปอร์เซ็นต์โดยมีค่าอยู่ในช่วง 7.65 –12.51 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 14.92 ± 2.60 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 10.06 – 19.83 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 3.4 ± 0.45 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.73 – 4.34 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 15.92 ± 1.71 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 13.65 – 19.22 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 13.57 ± 2.28 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 8.24 – 17.76 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 1.06 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.47 – 1.33 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.27 ± 0.07 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.14 –0.41 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย 42.15 ± 5.42 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 27.87 – 53.31 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 3.82 ± 0.14 กิโลแคลอรีต่อกรัม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.54 – 4.06 กิโลแคลอรีต่อกรัม จะเห็นได้ว่าค่าโปรตีน เยื่อใย และเถ้า ซึ่งมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง 13 ถึง 16 เปอร์เซ็นต์ นั้น โปรตีนค่อนข้างมีความผันแปรสูง รองลงมาคือ เถ้า และเยื่อใยต่ำสุด โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.60 2.28 และ 1.71 ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะว่า ปริมาณของโปรตีนในพืชจะผันแปรแตกต่างกันมาก ขึ้นอยู่กับความแก่ อ่อนของพืชและความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละแห่งเป็นสำคัญ โดยโปรตีนในพืชจะลดลงเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น และเมื่อพืชอยู่ภายใต้สภาพที่ดินขาดความชื้น สำหรับค่าของเยื่อใย จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความแก่ อ่อนของพืชเช่นกัน ถ้าพืชมีอายุมากเยื่อใยจะสูง และยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศที่พืชนั้นขึ้นอยู่อีกด้วย กล่าวคือปริมาณเยื่อใยจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น (เฉลิมพล, 2530) สำหรับในการทดลองนี้ ตัวอย่างบัวบกที่เก็บมาส่วนใหญ่จะเลือกเก็บเมื่อมีสีเขียวจัด ค่อนข้างแก่เต็มที่ แต่ก็ยังแสดงความผันแปรในด้านค่าโปรตีนและเยื่อใย อาจขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ที่กล่าวมาร่วมด้วย สำหรับค่าเฉลี่ยของเถ้าค่อนข้างมีค่าสูงกว่าใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชอื่นๆ เช่น ใบกระถิน อาจเกิดจากการที่บัวบกมีแคลเซียมอยู่ในรูปออกซาเลตซึ่งเป็นผลึกรูปกุหลาบอยู่ที่ใบในปริมาณมาก จึงทำให้ปริมาณเถ้ามีค่าสูง

ในสภาพแห้ง (Dry matter basis) บัวบกจะมีโปรตีน 16.60 ± 3.03 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 11.13 – 22.67 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 3.81 ± 0.51 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.08 – 4.87 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 17.70 ± 2.01 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 15.00 – 21.96 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 15.08 ± 2.55 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 9.11 – 20.30 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 1.18 ± 0.24 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.52 – 1.47 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.30 ± 0.08 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.16 – 0.46 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย 46.81 ± 5.71 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 31.85 – 58.93 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางผนวกที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบในสภาพแห้ง (ตารางที่ 2) พบว่า จะมีโปรตีนใกล้เคียงกับของ Peiris and Kays (1996) ที่ทดลองเฉพาะส่วนใบ ซึ่งมีโปรตีน 16.26 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าสูงกว่ารายงานของภานุทรรศน์ (ม.ป.ป.) ที่มีค่าโปรตีน 12.86 เปอร์เซ็นต์ แต่สำหรับค่าเยื่อใยในการทดลองนี้กลับมีค่าใกล้เคียงกับของภานุทรรศน์ (ม.ป.ป.) ที่ทดลองเฉพาะส่วนใบ ซึ่งมีเยื่อใย 18.57 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสูงกว่าของ Peiris and Kays (1996) สังเกตได้ว่าถ้าบัวบกมีค่าเยื่อใยสูงหรือมีความแก่มาก ค่าโปรตีนจะลดน้อยลง นอกจากนี้บัวบกในการทดลองนี้ยังมีค่าไขมันและเถ้าสูงกว่าของ Peiris and Kays (1996) แต่มีไขมันต่ำกว่าของภานุทรรศน์ (ม.ป.ป.) จะเห็นได้ว่าค่าไขมันของบัวบกค่อนข้างจะมีความแตกต่างกันสูง อาจเพราะในการวิเคราะห์หรือสกัดไขมันจากใบพืชอาจจะมีสารสี เช่น คลอโรฟิล หรือ แซนโทรฟิล ปะปนออกมามาก น้อยแตกต่างกัน เป็นสาเหตุของความผันแปรในการวิเคราะห์ไขมันได้

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนะในสภาพแห้งกับวัตถุดิบอื่นๆ จะพบว่าบัวบกมีค่าโปรตีนใกล้เคียงกับใบกระถินป่นที่รวมก้าน แต่มีเยื่อใยต่ำกว่ามากประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีไขมันและเถ้ามากกว่า ดังแสดงในตารางที่ 2 ถ้านำบัวบกมาทดแทนกระถินใบป่นที่รวมก้านในสูตรอาหารสัตว์ นอกจากเป็นการทดแทนโปรตีนแล้ว ยังทำให้อาหารมีเยื่อใยต่ำลง ทำให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากโภชนะได้มากขึ้น

นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนะกับรำละเอียด จะเห็นได้ว่ามีโปรตีนสูงกว่ารำละเอียดเล็กน้อย แต่มีเถ้าสูงกว่ามาก นอกจากนี้มีเยื่อใยสูงกว่า แต่มีไขมันต่ำกว่ามาก ดังนั้นในการนำบัวบกไปประกอบสูตรอาหารทดแทนรำละเอียด อาจทดแทนได้ในแง่ของโปรตีน แต่ควรระวังเรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเยื่อใยที่สูงเกินไป ซึ่งเป็นปัญหาในเรื่องของความฟ่ามของอาหาร จะทำให้สัตว์ได้รับพลังงานไม่พอเพียง และควรปรับพลังงานรวมทั้งไขมันในสูตรอาหารให้เพียงพอด้วย

มีข้อเสนอแนะว่า เพื่อให้ได้บัวบกที่มีเยื่อใยต่ำแต่มีโปรตีนค่อนข้างสูง ควรตัดบัวบกเมื่อกำลังเริ่มออกดอกเพราะช่วงดังกล่าว จะมีวัตถุแห้งสูง และมีโปรตีนค่อนข้างสูง รวมถึงเยื่อใยไม่สูงเกินไป นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าอาจสามารถนำบัวบกไปใช้ทดแทนใบกระถินป่น และรำละเอียดบางส่วนได้ เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกัน และยังมีข้อดีคือมีสรรพคุณทางยามากมาย เช่น ในด้านการกระตุ้นภูมิต้านทาน อาจทำให้สามารถลดการใช้ยาปฏิชีวนะลงได้ ดังนั้นควรมีการศึกษาต่อไปถึง ผลของการนำบัวบกไปใช้เลี้ยงสัตว์ ทั้งในแง่ของสมรรถภาพการผลิตและการกระตุ้นภูมิต้านทานในสัตว์เลี้ยง เป็นแนวทางหนึ่งในการนำสมุนไพรบัวบกมาใช้ในการผลิตสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนะของบัวบก รำละเอียด และใบกระถิน จากเอกสารต่างๆ ในสภาพแห้ง (Dry matter basis)

ชนิดวัตถุดิบ	ความชื้น	%ในสภาพแห้ง (on dry matter basis)				
	(%)	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	NFE*
บัวบก						
1/	87.85	16.60	3.81	17.70	15.08	46.81
2/	86.00	12.86	6.43	18.57	-	50.71
3/	87.70	16.26	1.63	13.01	13.01	54.69
รำละเอียด						
4/	9.48	14.91	14.81	4.99	9.16	56.12
5/	9.46	14.17	17.92	5.76	8.29	53.86
ใบกระถิน						
6/	6.67	15.61	1.05	38.44	7.07	-
7/	6.53	25.17	5.07	15.30	8.77	45.69

1/ การทดลองนี้

2/ ภานุทรรศน์ (ม.ป.ป.) เฉพาะส่วนใบ

3/ Peiris and Kays (1996) เฉพาะส่วนใบ

4/ รัตชิลา (2542)

5/ กรมปศุสัตว์ (2541)

6/ วารุณี และวลัยกานต์ (2541) อ้างโดย แพรวพรรณ (2542) ใบ (กิ่งยอด) ที่รวมก้าน

7/ กรมปศุสัตว์ (2541) เฉพาะส่วนใบ

* NFE หมายถึง คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย แป้งและน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและพลังงาน (Gross energy) ของบัวบกทั้งต้นไม่รวมราก ในสภาพแห้งบางส่วน (Air dry) โดยเรียงตามหมายเลขลำดับของตัวอย่าง

ตัวอย่าง	องค์ประกอบทางโภชนะ (%)								พลังงาน
ที่	ความชื้น %	โปรตีน%	ไขมัน %	เยื่อใย%	เถ้า %	แคลเซียม%	ฟอสฟอรัส%	NFE%	(kcal/g)
1	9.54	10.06	3.20	15.65	8.24	0.4734	0.1439	53.31	3.91
2	7.65	10.79	2.87	17.73	15.02	0.8760	0.2662	45.95	3.92
3	8.34	16.70	2.89	13.75	11.57	0.9317	0.1830	46.75	3.86
4	8.10	16.51	3.48	15.84	16.30	1.2700	0.2225	39.78	3.94
5	10.53	17.66	4.03	16.15	14.71	1.0152	0.3596	36.93	3.60
6	9.64	13.23	3.79	16.54	14.06	0.9749	0.2219	42.74	3.94
7	11.45	10.99	2.73	18.15	12.80	0.9748	0.2382	43.87	3.98
8	12.24	17.22	3.35	17.51	15.24	1.1959	0.3170	34.44	3.70
9	10.91	18.26	4.34	13.65	14.79	1.2788	0.3027	38.06	3.79
10	11.38	16.42	2.98	17.00	11.62	1.0706	0.2829	40.60	3.64
11	9.44	13.72	3.79	14.01	11.59	1.2914	0.3734	47.45	3.79
12	9.02	15.50	4.03	15.09	14.39	1.1959	0.2638	41.98	3.74
13	11.28	14.94	3.47	15.34	12.08	1.2335	0.1918	42.88	3.77
14	11.50	15.27	3.51	14.17	10.13	1.2093	0.2064	45.42	4.06
15	12.51	19.83	2.82	19.22	17.76	1.0433	0.4064	27.87	3.54
16	8.86	15.22	3.41	14.97	15.51	0.8820	0.2451	42.04	3.94
17	9.60	14.36	3.16	13.98	13.92	0.8500	0.2445	44.98	3.73
18	8.62	13.26	3.52	18.51	13.49	1.1330	0.3515	42.60	4.01
19	9.61	13.56	3.74	15.17	14.63	1.3313	0.2517	43.29	3.76
ค่าเฉลี่ย	10.01	14.92	3.43	15.92	13.57	1.06	0.27	42.15	3.82
ค่า SD	1.44	2.60	0.45	1.71	2.28	0.21	0.07	5.42	0.14
ค่า min	7.65	10.06	2.73	13.65	8.24	0.47	0.14	27.87	3.54
ค่า max	12.51	19.83	4.34	19.22	17.76	1.33	0.41	53.31	4.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของบัวบกในสภาพแห้งบางส่วน จำนวน 19 ตัวอย่าง จากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศ ปรากฏว่า บัวบกมีความชื้น 10.01 ± 1.44 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 14.92 ± 2.60 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 3.4 ± 0.45 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 15.92 ± 1.71 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 13.57 ± 2.28 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 1.06 ± 0.21 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.27 ± 0.07 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย 42.15 ± 5.42 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 3.82 ± 0.14 กิโลแคลอรีต่อกรัม

ในการนำบัวบกไปใช้เป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารสัตว์ อาจนำบัวบกไปใช้ทดแทนใบกระถินป่นและรำละเอียดบางส่วนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมการแพทย์. 2540. ผักพื้นบ้าน : ความหมายและภูมิปัญญาของสามัญชนไทย. สถาบันการแพทย์แผนไทย กระทรวงสาธารณสุข. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพมหานคร. 261 น.

กรมปศุสัตว์. 2541. ตารางส่วนประกอบทางคุณค่าอาหารสัตว์. กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์, กรุงเทพมหานคร. 17 น.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2530. หญ้าและถั่วอาหารสัตว์เมืองร้อน. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร. 165 น.

นันทวัน บุณยะประภัศร (บรรณาธิการ). 2529. ก้าวไกลกับสมุนไพร. ธรรมกมลการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร.

นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2541. สมุนไพรไม้พื้นบ้าน เล่มที่ 2. ประชาชน. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร. 640 น.

ภานุทรรศน์. ม.ป.ป. สมุนไพรสำคัญ. สำนักพิมพ์หอสมุดกลาง 09, กรุงเทพมหานคร. 239 น.

ยุวดี จอมพิทักษ์. 2541. รักษาโรคด้วยสมุนไพร. โรงพิมพ์รุ่งแสงการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร. 23 น.

รัตชิลา บิลหยา. 2542. การศึกษาส่วนประกอบทางเคมีและสิ่งปลอมปนของรำละเอียด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร. 48 น.

วารุณี พาณิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ. 2541. ตารางคุณค่าทางอาหารสัตว์. อ้างโดย แพรวพรรณ ห้องทองแดง และดรุณี กอเซาะ. 2542. คู่มือการตรวจวิเคราะห์อาหารสัตว์ทางกล้องจุลทรรศน์ เล่ม 1 : วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพมหานคร. 132 น.

ศรีสกุล วรจันทรา. 2543. คู่มือปฏิบัติการโภชนะศาสตร์สัตว์. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร. 85 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร. ม.ป.ป. ก้าวไปกับสมุนไพร เล่ม 1. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร.

อักษร ธรรมกุล, แคทรียา ปวุตติกุล และชัชนี ผ่องจิตต์. 2542. การวิเคราะห์หาปริมาณเอเซียติโคซัยด์ในบัวบกจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย. ปริญญานิพนธ์ เภสัชศาสตร์บัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.

Adesina SK. Studies on some plants used as anticonvulsants in American and African traditional medicine. Fitoterapia 1982; 53: 147-62.

A.O.A.C. 1995. Office Methods of Analysis of Association of official Analysis Chemists. 16th ed. Washington D.C. Association of official Analysis Chemists.

Dabral PK. Sharma RK. Evaluation to the role of Rumalaya and Geriforte in chronic arthritis, a Preliminary study. Probe 1983; 22(2): 120-7.

Dutta T. Busa UP. Crude extracts of *Centella asiatica* and products derived from its glycosides as oral antifertility agents. India J Exp Biol 1968; 6: 182.

Grimaldi, R, De Ponti, F., D'Angelo, L.,Caravaggi, M., Guidi, G., Lecchini, S., Frigo, G.M. and A. Crema. 1990. Phamacokinetics of the total triterpenic fraction of *Centella asiatica* after single and multiple administrations to healthy volunteers. A new assay for asiatic acid. J. Ethnophamacol.28:235-241.

K.H.S. Peiris and S.J. Kays. 1996. Asiatic pennywort (*Centella asiatica* (L.) Urb.) : little-known vegetable crop. Hort Technology. 6 : 13-18.

Kim,C.K., Kim, JH.,Park, K.M., Oh, K.H., Oh, U. and S.J. Hwang. 1997. Perparation and evaluation of a titrated extract of *Centella asiatica* injection in the form of an extemporaneous micella solution. Int. J. Pharm. 146: 63-70.

Poizot A. Dumez D .Modification of the healing kinetics after iterrative expresis in the rat. Action of titrated extract of *Centella asiatica* (TECA) on duration of healing. CR Hebd Seances Acad Sci D 1978; 286(10): 789-92.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Robert P. Nederpelt. 2001. WA Fauna and Flora *Centella asiatica* (Gotu Kola). www.starwon.com.au/~rpned/gotu_kola.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณความชื้นและวัตถุแห้งของบัวบกทั้งต้นไม่รวมรากในสภาพสด

ตัวอย่างที่	ปริมาณความชื้น (%)	ปริมาณวัตถุแห้ง (%)
1	85.35	14.65
2	90.03	9.97
3	85.88	14.12
4	88.57	11.43
5	89.52	10.48
6	89.43	10.57
7	85.45	14.55
8	91.95	8.05
9	87.76	12.24
10	-	-
11	87.26	12.74
12	87.76	12.24
13	83.82	16.18
14	82.47	17.53
15	91.77	8.23
16	89.8	10.2
17	88.72	11.28
18	-	-
19	-	-
ค่าเฉลี่ย	87.85	12.15
ค่า SD	2.69	2.69
ค่า min	82.47	8.05
ค่า max	91.95	17.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของบัวบกทั้งต้นไม่รวมรากในสภาพแห้งบางส่วนโดยเรียงตามลำดับค่าสูงสุดของโปรตีน

ตัวอย่าง	องค์ประกอบทางโภชนะ							
ที่	ความชื้น %	โปรตีน%	ไขมัน %	เยื่อใย %	เถ้า %	แคลเซียม%	ฟอสฟอรัส %	NFE%
1	9.54	10.06	3.20	15.65	8.24	0.4734	0.1439	53.31
2	7.65	10.79	2.87	17.73	15.02	0.8760	0.2662	45.95
7	11.45	10.99	2.73	18.15	12.80	0.9748	0.2382	43.87
6	9.64	13.23	3.79	16.54	14.06	0.9749	0.2219	42.74
18	8.62	13.26	3.52	18.51	13.49	1.1330	0.3515	42.60
19	9.61	13.56	3.74	15.17	14.63	1.3313	0.2517	43.29
11	9.44	13.72	3.79	14.01	11.59	1.2914	0.3734	47.45
17	9.60	14.36	3.16	13.98	13.92	0.8500	0.2445	44.98
13	11.28	14.94	3.47	15.34	12.08	1.2335	0.1918	42.88
16	8.86	15.22	3.41	14.97	15.51	0.8820	0.2451	42.04
14	11.50	15.27	3.51	14.17	10.13	1.2093	0.2064	45.42
12	9.02	15.50	4.03	15.09	14.39	1.1959	0.2638	41.98
10	11.38	16.42	2.98	17.00	11.62	1.0706	0.2829	40.60
4	8.10	16.51	3.48	15.84	16.30	1.2700	0.2225	39.78
3	8.34	16.70	2.89	13.75	11.57	0.9317	0.1830	46.75
8	12.24	17.22	3.35	17.51	15.24	1.1959	0.3170	34.44
5	10.53	17.66	4.03	16.15	14.71	1.0152	0.3596	36.93
9	10.91	18.26	4.34	13.65	14.79	1.2788	0.3027	38.06
15	12.51	19.83	2.82	19.22	17.76	1.0433	0.4064	27.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 พลังงานในบัวบกทั้งต้นไม่รวมรากในสภาพแห้งบางส่วนหน่วยเป็นกิโลแคลอรีต่อกรัม

รหัสตัวอย่าง	พลังงาน (kcal/g)	พลังงาน (kcal/kg)
1	3.91	3910
2	3.92	3920
3	3.86	3860
4	3.94	3940
5	3.6	3600
6	3.94	3940
7	3.98	3980
8	3.7	3700
9	3.79	3790
10	3.64	3640
11	3.79	3790
12	3.74	3740
13	3.77	3770
14	4.06	4060
15	3.54	3540
16	3.94	3940
17	3.73	3730
18	4.01	4010
19	3.76	3760
ค่าเฉลี่ย	3.82	3822
ค่า SD	0.14	145
ค่า Min	3.54	3540
ค่า Max	4.06	4060

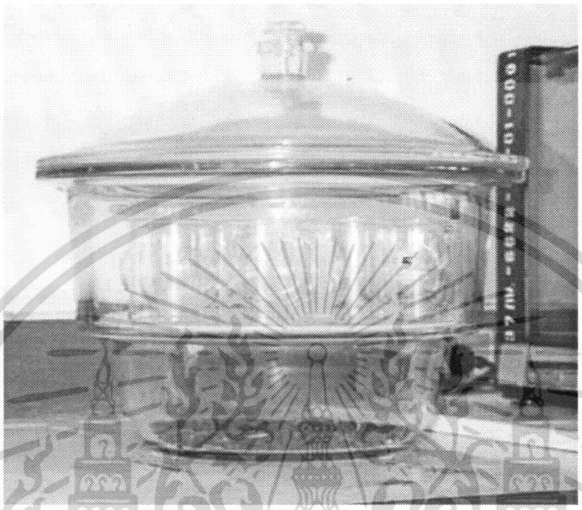
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของบัวบกทั้งต้นไม่รวมรากในสภาพแห้ง (Dry matter basis)

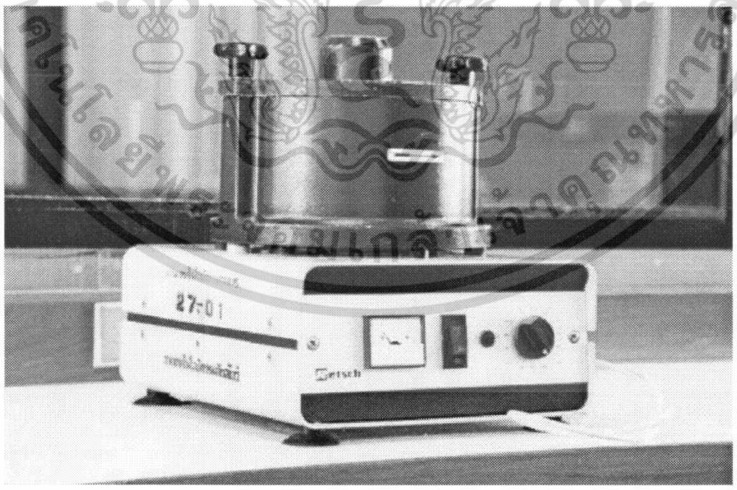
ตัวอย่าง	องค์ประกอบทางโภชนะ						
ที่	โปรตีน %	ไขมัน%	เยื่อใย%	เถ้า%	แคลเซียม%	ฟอสฟอรัส%	NFE%
1	11.13	3.53	17.30	9.11	0.52	0.16	58.93
2	11.68	3.11	19.20	16.26	0.95	0.29	49.75
3	18.22	3.15	15.00	12.62	1.02	0.20	51.01
4	17.96	3.79	17.24	17.74	1.38	0.24	43.28
5	19.74	4.50	18.05	16.44	1.13	0.40	41.27
6	14.64	4.19	18.30	15.56	1.08	0.25	47.30
7	12.41	3.08	20.50	14.46	1.10	0.27	49.55
8	19.62	3.82	19.95	17.36	1.36	0.36	39.24
9	20.50	4.87	15.32	16.60	1.44	0.34	42.72
10	18.53	3.36	19.19	13.11	1.21	0.32	45.81
11	15.15	4.19	15.47	12.80	1.43	0.41	52.40
12	17.04	4.43	16.59	15.82	1.31	0.29	46.14
13	16.84	3.91	17.29	13.62	1.39	0.22	48.34
14	17.25	3.97	16.01	11.44	1.37	0.23	51.32
15	22.67	3.22	21.96	20.30	1.19	0.46	31.85
16	16.70	3.74	16.42	17.01	0.97	0.27	46.12
17	15.88	3.50	15.46	15.40	0.94	0.27	49.76
18	14.51	3.85	20.25	14.76	1.24	0.38	46.62
19	15.00	4.14	16.79	16.18	1.47	0.28	47.89
ค่าเฉลี่ย	16.60	3.81	17.70	15.08	1.18	0.30	46.81
ค่า SD	3.03	0.51	2.01	2.55	0.24	0.08	5.71
ค่า min	11.13	3.08	15.00	9.11	0.52	0.16	31.85
ค่า max	22.67	4.87	21.96	20.30	1.47	0.46	58.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือห้องปฏิบัติการ

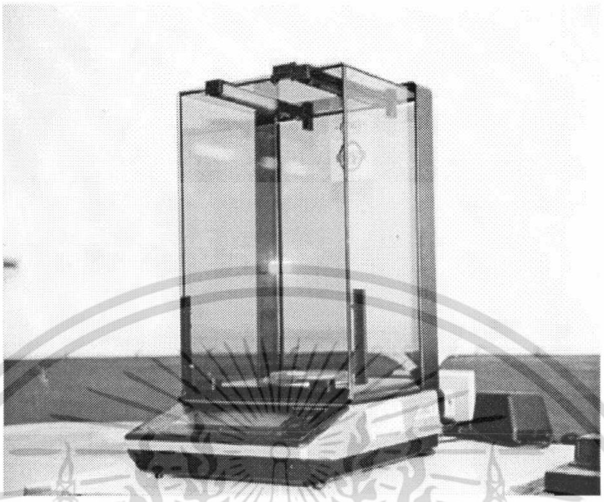


ภาพผนวกที่ 1 โหลดูดความชื้น (Desicator)

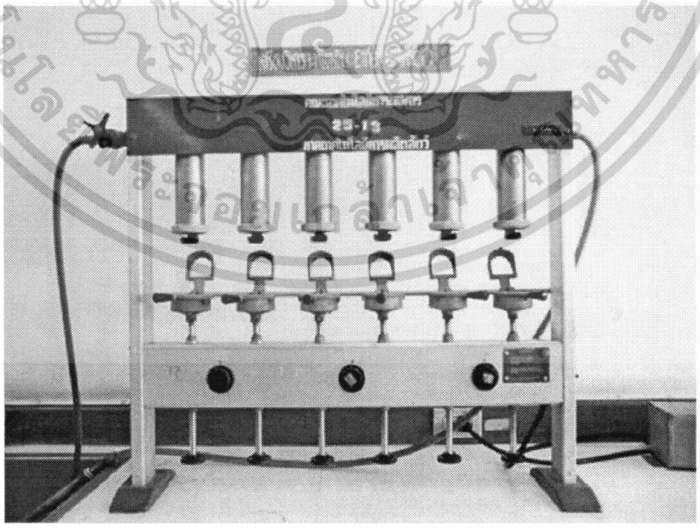


ภาพผนวกที่ 2 เครื่องบดตัวอย่างอาหาร (Ultra centrifugal mill)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

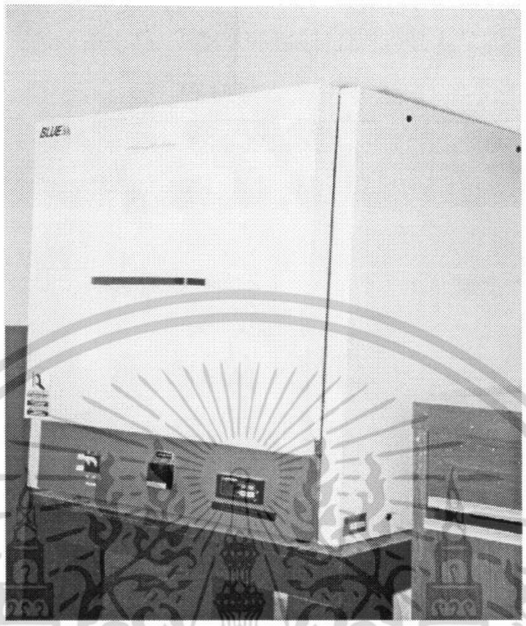


ภาพผนวกที่ 3 เครื่องชั่ง (Electronic Analytical Balance)



ภาพผนวกที่ 4 เครื่องวิเคราะห์หาไขมัน

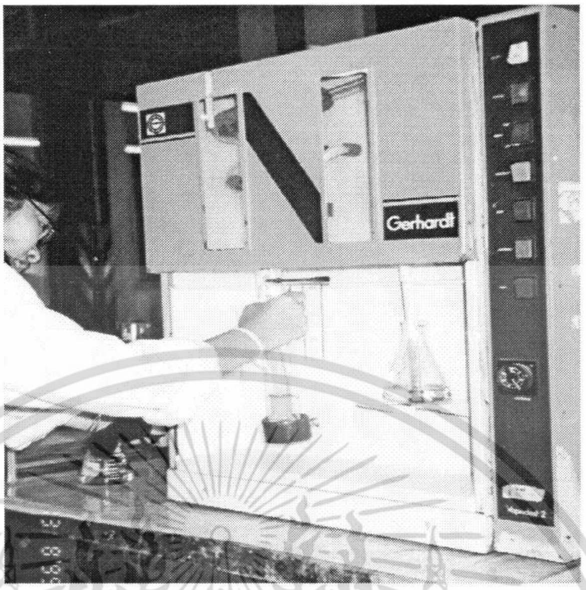
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



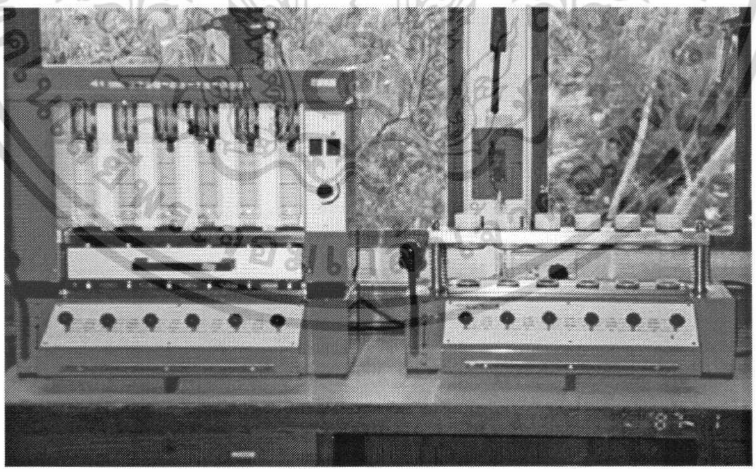
ภาพผนวกที่ 5 เตาเผา

ภาพผนวกที่ 6 เครื่องย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

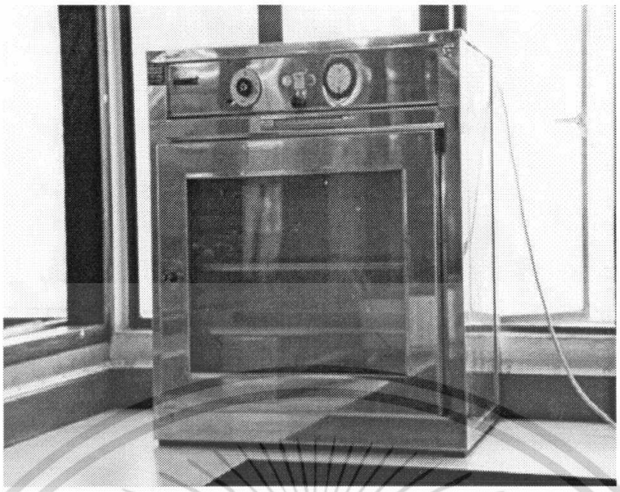


ภาพผนวกที่ 7 เครื่องกลั่น



ภาพผนวกที่ 8 เครื่องมือวิเคราะห์เยื่อใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 9 ตู้อบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้