

ความสัมพันธ์ของสารประกอบฟีนอลิกส์ และวิตามินซีกับความสามารถรวมในการต้าน อนุมูลอิสระในใบบัวบก

นันทน์ภัท เต็มวงศ์*

*กลุ่มวิชาเคมีคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ 18/18 ถนนบางนา-ตราด
ต.บางโหลง อ.บางพลี จ. สมุทรปราการ 10540

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของสารประกอบฟีนอลิกส์ และวิตามินซีกับความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระในใบบัวบก ซึ่งจากการตรวจวิเคราะห์หาสารประกอบฟีนอลิกส์ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีด้วยวิธี 2,4-dinitrophenylhydrazine และตรวจวิเคราะห์หาความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC assay) พบว่าใบบัวบกมีสารประกอบฟีนอลิกส์เฉลี่ย 15.3 GAEmM/gFW วิตามินซีเฉลี่ย 1.3 AEACmM/gFW และความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ย 42.3 TEmM/gFW จากการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของสารประกอบฟีน

ลิกส์ และวิตามินซีกับความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระในใบบัวบกพบว่าค่าที่ได้มีความสัมพันธ์กันสูงมากในเชิงบวก โดยมีค่า $r = 0.954$ และ $r = 0.98$ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบฟีนอลิกส์และวิตามินซี พบว่าค่าที่ได้มีความสัมพันธ์กันสูงมากในเชิงบวก โดยมีค่า $r = 0.98$ ผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าใบบัวบกมีสารประกอบฟีนอลิกส์ และวิตามินซีเป็นองค์ประกอบและมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอย่างสูง นอกจากนี้พบว่าสารประกอบฟีนอลิกส์และวิตามินซีมีความสัมพันธ์และความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน ผลการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านโภชนาการของใบบัวบกสำหรับผู้บริโภค

บทนำ

อนุมูลอิสระอนุพันธ์ออกซิเจนที่ว่องไว (reactive oxygen species, ROS) และอนุพันธ์ไนโตรเจนที่ว่องไว (reactive nitrogen species, RNS) คือกลุ่มสารที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ บางตัวจัดเป็นอนุมูลอิสระที่มีอิเล็กตรอนไม่ครบคู่ บางตัวไม่ใช่ แต่ทุกตัวมีความสามารถหรือมีความว่องไวมากในการที่จะไปออกซิไดส์ (ดึงหรือรับอิเล็กตรอน) จากสารชีวโมเลกุลต่างๆของร่างกายไม่ว่าจะเป็นไขมันโดยเฉพาะอย่างยิ่งโคเลสเตอรอล และกรดไขมันไม่อิ่มตัว โปรตีนและสารพันธุกรรมของร่างกายจึงทำให้โครงสร้างบทบาทการทำงานของสารชีวโมเลกุลนั้นๆผิดปกติไป และสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อเนื่องจากสารชีวโมเลกุลหนึ่งไปยังสารชีวโมเลกุลอื่นเกิดอนุพันธ์ใหม่เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ได้ ทำให้เกิดพยาธิสภาพต่างๆของเซลล์หรือเนื้อเยื่อตามมา ร่างกายของคนมีการสร้างสารเหล่านี้ออกมาตลอดเวลาจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงสาร (metabolism) ตามปกติของร่างกายเช่น การเผาผลาญสารอาหารเป็นพลังงานซึ่งต้องอาศัยออกซิเจนและอาจสูงขึ้นในภาวะที่มีการติดเชื้อ ในสภาวะปกติร่างกายจะมีกระบวนการควบคุมอนุมูลอิสระไม่ให้มากเกินไปโดยอาศัยสารต้านอนุมูลอิสระ ทั้งที่ร่างกายสร้างขึ้นเองเช่น เอนไซม์ glutathione peroxidase, catalase เป็นต้น หรือได้รับจากภายนอกเช่น อาหารจำพวกผัก ผลไม้และสมุนไพร เป็นต้น หากกระบวนการเหล่านี้ต่ำลงหรือมีภาวะที่ทำให้อนุมูลอิสระสูงขึ้นมากในร่างกายจะทำให้สมดุลเสียไปก็จะเกิดการทำลายเป็นอันตรายต่อสารชีวโมเลกุล (ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีนและสารพันธุกรรม) เซลล์

และเนื้อเยื่อต่างๆเรียกว่าเกิดภาวะเครียดจากการออกซิเดชัน (oxidative stress) (ไกรสิทธิ์ตันติศิริพันธ์, 2538; วาริน แสงกิตติโกมล, (2543); Halliwell and Gutteridge, 1989; Rimm et al., 1996; Steinmetz and Pottor, 1996; Lander, 1997; Lionis et al., 1998; <http://www.md.chula.ac.th/biochem/CHD/lesson/main07.html>) เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคหัวใจ ไขมันในเลือดสูง เบาหวาน โรคไต โรคมะเร็งรวมทั้งการแก่ชรา (Armstrong et al., 1984; Knight, 1995; Beckman and Ames, 1998) มนุษย์จึงต้องได้รับสารที่จะช่วยจัดการกับอนุมูลอิสระเพิ่มเติม ถึงแม้ผัก ผลไม้และสมุนไพรจะไม่ใช่อาหารหลักของมนุษย์แต่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากมายเมื่อเทียบกับปริมาณแคลอรีเพียงเล็กน้อย การรับประทานผัก ผลไม้และสมุนไพร มีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น วิตามินซี วิตามินอี และเบต้าแคโรทีน นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกซึ่งเป็นกลุ่มสารที่พบในพืชทุกชนิดนั้นยังมีฤทธิ์ในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีเช่นกัน เมื่อรับประทานอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระมากทำให้ร่างกายมีสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้นในกระแสเลือด (Cao et al., 1989) ซึ่งสามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากการทำลายของอนุมูลอิสระได้ การรับประทานอาหารประเภทผักใบเขียว ผลไม้และสมุนไพรเป็นประจำทำให้ร่างกายสามารถป้องกันโรคที่มีสาเหตุจากการทำลายของอนุมูลอิสระเช่น โรคไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจ เบาหวาน โรคมะเร็ง โรคไต รวมทั้งความแก่ชรา (Steinberg, 1991; Ascherio et al., 1992; Block et al., 1992; Ames et al., 1993; Gillman et al., 1995)

บัวบก มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Centella asiatica* (Linn) Urban มีชื่อสามัญว่า asiatic pennywort อยู่ในวงศ์ Umbelliferae พบมากในประเทศแถบยุโรป เรื่อยมาจนถึงแถบแอฟริกาใต้ อินเดีย ปากีสถาน และศรีลังกา พบว่าส่วนสำคัญที่มีคุณสมบัติพิเศษคือ ส่วนของใบและรากในประเทศไทยมีชื่อเรียกกันไปตามท้องถิ่นต่างๆ เช่น ผักหนอน ผักแว่น ปะหนะ เอชาเต๊ะ เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็กที่มีลักษณะคล้ายบัว ลำต้นเลื้อยแผ่ไปตามดิน มีรากงอกออกมาตามลำต้น ก้านใบงอตรงจากดิน ใบมีสีเขียว ใบรูปกลมรีเล็กน้อย ดอกสีม่วงแดงเข้ม บัวบกมีกลิ่นหอม รสขมเล็กน้อย มีประวัติการใช้ประโยชน์ในทางยามานาน เป็นยาบำรุงหัวใจ แก้ร้อนใน กระหายน้ำ แก้ช้ำใน ลดความดันโลหิตสูง ยับยั้งเซลล์มะเร็ง รักษาแผลอักเสบมีหนองได้ดี เป็นต้น (ยูวดี จอมพิทักษ์, 2537; นิภาพร ตะเกาพงษ์, 2547) ดังนั้นในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของสารประกอบฟีนอลิกส์ และวิตามินซีกับความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระในใบบัวบก สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านโภชนาการสำหรับผู้บริโภค เพื่อให้ได้รับคุณค่าทางด้านโภชนาการที่สำคัญต่อร่างกาย

อุปกรณ์และวิธีการ

เลือกใบบัวบกจากตลาด ร้านค้า 16 แห่ง จำนวน 16 ตัวอย่าง ช่วงเดือนเมษายน 2550 จากนั้นนำตัวอย่างใบบัวบก มาล้างให้สะอาด ทำการสกัดด้วย 2 % HCl ใน methanol (Bonilla et al., 2003) ตัวอย่างละ 3 ครั้ง เมื่อสกัดครบทุกขั้นตอนแล้วนำมาวิเคราะห์ทันที โดยทำการการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ สารประกอบฟีนอลิกส์ (phenolic

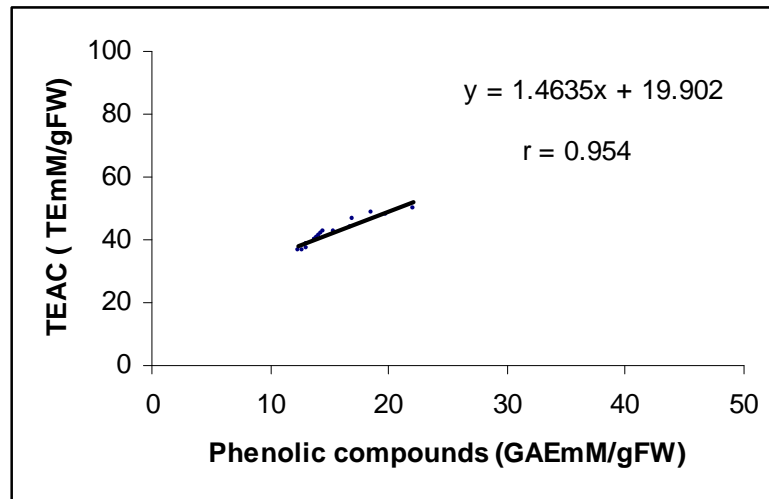
compounds) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu (Piljac et al., 2005) ผลที่ได้แสดงค่าในหน่วย GAEmM/gFW (gallic acid equivalents mmol/g of fresh weight) ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีด้วยวิธี 2,4-dinitrophenylhydrazine (Roe, 1943) ผลที่ได้แสดงค่าในหน่วย AEACmM/gFW (ascorbic acid equivalents antioxidant capacity mmol/g of fresh weight) และตรวจวิเคราะห์หาความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC assay) (Re, 1999) ผลที่ได้แสดงค่าในหน่วย TEmM/gFW (Trolox equivalents mmol/g of fresh weight)

ผลการทดลอง

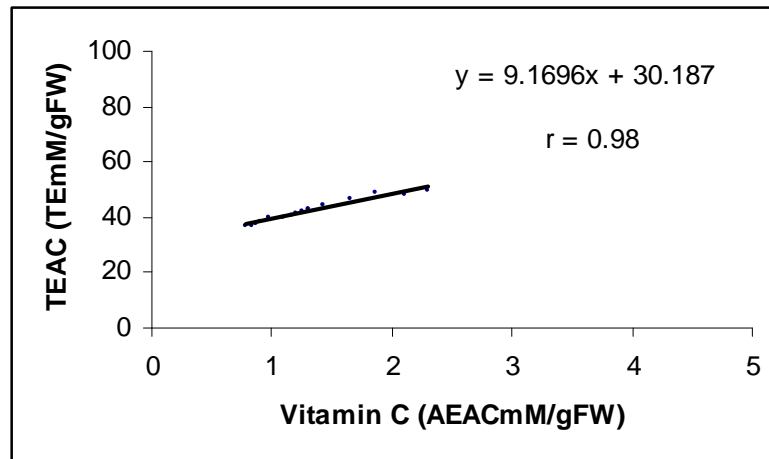
การตรวจวิเคราะห์หาสารประกอบฟีนอลิกส์ วิตามินซีและความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระในใบบัวบกจากตลาด ร้านค้า 16 แห่ง จำนวน 16 ตัวอย่าง ดังแสดงตารางที่ 1 พบว่าใบบัวบกมีสารประกอบฟีนอลิกส์ 12.3-22 GAEmM /gFW ค่าเฉลี่ย 15.3 GAEmM/gFW วิตามินซี 0.79-2.3 AEACmM/gFW ค่าเฉลี่ย 1.3 AEACmM/gFW และความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระ 36.5-50 TEmM/gFW ค่าเฉลี่ย 42.3 TEmM/gFW จากการเปรียบเทียบระหว่างสารประกอบฟีนอลิกส์และความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าค่าที่ได้มีความสัมพันธ์กันสูงมากในเชิงบวก โดยมีค่า $r = 0.954$ ดังภาพที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างวิตามินซีและความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าค่าที่ได้มีความสัมพันธ์กันสูงมากในเชิงบวก โดยมีค่า $r = 0.98$ ดังภาพที่ 2 และเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์

ตารางที่ 1. สารประกอบฟีนอลิก วิตามินซี และความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระในใบบัวบก

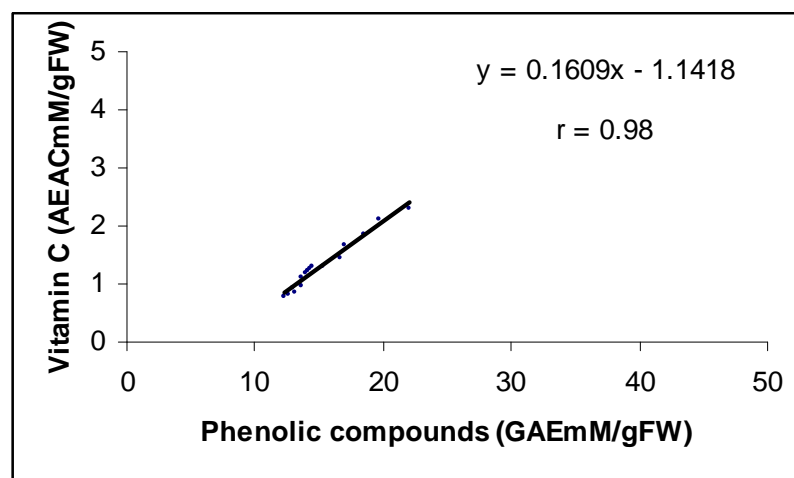
ใบบัวบก	สารประกอบฟีนอลิก (GAEmM/gFW)	วิตามินซี (AEACmM/gFW)	สารต้านอนุมูลอิสระ (TEmM/gFW)
1. ใบบัวบก 1	13.9	1.17	40.9
2. ใบบัวบก 2	18.5	1.87	48.6
3. ใบบัวบก 3	14.3	1.25	41.9
4. ใบบัวบก 4	13.7	1.1	40.2
5. ใบบัวบก 5	19.7	2.1	48
6. ใบบัวบก 6	14.4	1.3	42.5
7. ใบบัวบก 7	13.7	0.98	39.8
8. ใบบัวบก 8	12.3	0.79	36.5
9. ใบบัวบก 9	22	2.3	50
10. ใบบัวบก 10	17	1.65	46.8
11. ใบบัวบก 11	15.3	1.3	42.6
12. ใบบัวบก 12	13	0.91	38.7
13. ใบบัวบก 13	16.7	1.43	44.3
14. ใบบัวบก 14	14.1	1.21	41.2
15. ใบบัวบก 15	13.1	0.87	37.3
16. ใบบัวบก 16	12.7	0.83	36.8



ภาพที่ 1. ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระในใบบัวบก



ภาพที่ 2. ความสัมพันธ์ระหว่างวิตามินซีและความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระในใบบัวบก



ภาพที่ 3. ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีในใบบัวบก

อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการวิจัยเพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของสารประกอบฟีนอลิก และวิตามินซีกับความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระในใบบัวบก พบว่าสารประกอบฟีนอลิก ($r = 0.954$) และวิตามินซี ($r = 0.98$) มีความสัมพันธ์กันสูงมากในเชิงบวก กับความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระ จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซี มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอย่างสูง ฉะนั้นถ้ามีสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีสูง ก็มีค่าความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระสูง และถ้ามีสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีต่ำก็มีค่าความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระต่ำร่วมด้วย ยังพบว่าสารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีมีความสัมพันธ์กันสูงมากในเชิงบวก ($r = 0.98$) เช่นกัน ฉะนั้นถ้ามีสารประกอบฟีนอลิกสูงก็มีค่าวิตามินซีสูง และถ้ามีสารประกอบฟีนอลิกต่ำก็มีค่าวิตามินซีต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วาริน แสงกิตติโกมล (2546), ช่อเพชร สระทองช่วง (2550), นฤภัทร ฤทธิ์นภา (2550), Sangkittikomol (2003), Thaipong et al. (2005), Djeridane et al. (2006), Ana et al. (2007). สารประกอบฟีนอลิกจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากภายนอกและพบได้มากตามธรรมชาติ สามารถพบได้ในอาหารและเครื่องดื่มที่ได้จากพืชเช่น ผัก ผลไม้ สมุนไพร ธัญพืชต่างๆ ไวน์ เบียร์ ชา กาแฟ เป็นต้น ในปัจจุบันพบสารประกอบฟีนอลิกมากกว่า 8,000 ชนิดในธรรมชาติ นับจากโมเลกุลอย่างง่ายเช่น กรดฟีนอลิก ฟีนิลโพรพานอยด์ และฟลาโวนอยด์ ซึ่งสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์เป็นสารที่ทำให้ดอกหรือ

ผลมีสีสวยเช่น สีเหลือง ชมพู แดง ฟ้ำ หรือม่วง ซึ่งมีประโยชน์ใช้ต่อแมลง นก หรือสิ่งเข้ามาผสมเกสร ไปจนถึงโครงสร้างโพลิเมอร์ที่ซับซ้อนเช่น ลิกนิน และแทนนิน เป็นต้น มีมากบ้างน้อยบ้างตามแต่ธรรมชาติของพืชชนิดนั้น สารต้านอนุมูลอิสระพวกนี้ทำให้พืชมีภูมิคุ้มกันจากการติดเชื้อต่างๆ และสามารถทนต่อปฏิกิริยา photooxidation ในการสร้างอาหารได้ (โอภา วัชรคุปต์, 2549; วาริน แสงกิตติโกมล, 2546) แม้ว่าปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกในธรรมชาติจะมีปริมาณที่แตกต่างกัน แต่พบว่าโดยเฉลี่ยที่คนได้รับต่อวันจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20 mg – 1 g ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าปริมาณวิตามินอีที่ได้รับต่อวัน สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญเนื่องจากมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ต้านไวรัส ต้านการอักเสบ ต้านการแพ้ กระตุ้นให้สร้างภูมิคุ้มกัน ช่วยขยายหลอดเลือด ต้านมะเร็ง (โอภา วัชรคุปต์, 2549; Shahidi et al., 1992; Kinsella et al., 1993; Chen et al., 1996) วิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) เป็นวิตามินที่ละลายได้ดีในน้ำ ร่างกายไม่สามารถที่จะสร้างวิตามินชนิดนี้ได้ จึงจำเป็นต้องได้จากการรับประทานเข้าไป ผู้ใหญ่ควรได้รับวิตามินซีอย่างน้อยวันละ 60 mg อาหารที่มีวิตามินซีสูงได้แก่ ผักสด ผลไม้สด ที่มีรสเปรี้ยว วิตามินซีนอกจากจะมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระแล้วยังมีคุณสมบัติอื่นๆ เช่น ช่วยสลายโคเลสเตอรอล ช่วยในการสังเคราะห์คอลลาเจน ต้านมะเร็ง ลดการอักเสบ ลดการเกิดต่อกระดูก (ธาดา สืบหลินวงศ์ และนวลทิพย์ กมลวารินทร์, 2542; สมทรง เลขะกุล, 2543; Nicolle et al., 2003; Genkinger et al., 2004; Christen et al., 2005; Wannamethee et al., 2006) จากการวิจัยพบว่าใบ

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าใบบวบกมีสารประกอบฟีนอลิกส์และวิตามินซีเป็นองค์ประกอบ และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอย่างสูง จะเห็นได้จากถ้ำมีสารประกอบฟีนอลิกส์และวิตามินซีสูง ก็มีค่าความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระสูง และถ้ำมีสารประกอบฟีนอลิกส์และวิตามินซีต่ำก็มีค่าความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระต่ำร่วมด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าใบบวบกที่มีสารประกอบฟีนอลิกส์สูงก็มีค่าวิตามินซีสูง ในทางกลับกันถ้ำมีสารประกอบฟีนอลิกส์ต่ำก็มีค่าวิตามินซีต่ำร่วมด้วย และพบว่าใบบวบกที่มาจากแหล่งที่ต่างกันมีสารประกอบฟีนอลิกส์ วิตามินซี และความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระไม่เท่ากัน ตั้งแต่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยจนอาจเป็นเท่าตัว นอกจากนี้ความสดใหม่การเก็บรักษาของใบบวบกมีผลต่อสารประกอบฟีนอลิกส์ วิตามินซี และความสามารถรวมในการต้านอนุมูลอิสระ

บวบกเป็นพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย มีสรรพคุณเป็นยาดีจากโบราณเป็นที่รู้จักกันมากมาย จากอดีตจนถึงปัจจุบัน จากหมอชาวบ้านหรือแพทย์แผนโบราณของไทย เนื่องจากบวบกมีคุณสมบัติประโยชน์นานาประการต่อร่างกายจึงนำบวบกมาบริโภคเป็นอาหาร เครื่องดื่ม หรือยาสมุนไพร จะเห็นได้ว่าใบบวบกมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีสารประกอบฟีนอลิกส์ และวิตามินซีที่สูงเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ดังนั้นเพื่อเป็นประโยชน์ทางด้านโภชนาการจึงควรที่จะบริโภคบวบกเพื่อสุขภาพที่ดีของร่างกาย นอกจากบวบกแล้วควรที่จะบริโภคผัก ผลไม้และสมุนไพร

เอกสารอ้างอิง

- ไกรสิทธิ์ ตันติศิริพันธ์, ประภาศรี ภูเวียง และริญ เจริญศิริ. (2538). โภชนาการและส่งเสริมสุขภาพ. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ช่อเพชร สระทองช่วง และ อรนาถ สุนทรวัฒน์. (2550). ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากผลพิกุลดิบ. *ว. วิทย. กษ.* 38 : 59-62.
- ธาดา สืบหลินวงศ์ และนวลทิพย์ กมลวารินทร์. (2542). *ชีวะเคมีทางการแพทย์*. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิธิยา รัตนปนนท์ และคณัย บุญยเกียรติ. (2548). การปฏิบัติการภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- นิภาพร ตะเกาพงษ์. (2547). *สมุนไพรเพื่อสุขภาพ*. กรุงเทพมหานคร: มีโชค.
- นฤภัทร ฤทธิ์นภา, หิรัญรัตน์ สุวรรณนที และ อรนาถ สุนทรวัฒน์. (2550). ความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดลูกหว่า. *ว. วิทย. กษ.* 38 : 63-65.
- ยวดี จอมพิทักษ์. (2537). *ใบบัวบกสมุนไพรใกล้ตัวสรรพคุณสูง*. กรุงเทพมหานคร: หอสมุดกลาง 09.
- สมทรง เลขะกุล. (2543). *ชีวะเคมีของวิตามิน*. กรุงเทพมหานคร: ศุภวานิชการพิมพ์.
- วาริน แสงกิตติโกมล. (2543). ปริมาณรวมของสารต้านอนุมูลอิสระในผัก ผลไม้และสมุนไพร. *วารสารสหเวชศาสตร์* 1 : 11-18.
- วาริน แสงกิตติโกมล. (2546). การเปรียบเทียบปริมาณสารโพลีฟีนอลิกส์และปริมาณรวมการต้านสารอนุมูลอิสระในผักและสมุนไพร. *วารสารสหเวชศาสตร์* 3: 91-99.
- โอภา วัชรคุปต์, ปรีชา บุญจุง, จันทนา บุญยะรัตน์ และ มาลีรักษ์ อัดต์สินทอง. (2549). *สารต้านอนุมูลอิสระ*. กรุงเทพมหานคร: พี.เอส.พรีนซ์ Ames, B.M., Shinena, M.K. and Hagen, T.M. (1993). Oxidants, antioxidants and the degenerative disease of aging. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 90: 7915-22.
- Ana, Z., Maria, J.E., Isabel, F. and Ana, F. (2007). Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. *F. Food Chemistry* 103: 1365-1374.
- Armstrong, D., Sohl, R.S. and Cutler, R.G. (1984). Free radical in molecular biology, aging and disease. *Clin Chem* 43: 355.
- Ascherio, A., Rimm, E.B., Giovannucci, E.L., Colditz, G.A., Rosner, B., Willett, W.C., Sacks and Stampfer, M.J. (1992). A prospective study of nutritional factors and hypertension among US men. *Circulation* 86:1475-84.
- Beckman, K.B. and Ames, B.N. (1998). The free radical theory of aging matures. *Physiol. Rev.* 78: 547-581.

- Block, G., Patterson, B. and Subar, A. (1992). Fruits vegetables and cancer preventive: a review of the epidemiological evidence. **Nutrition and Cancer** 18: 1-29.
- Bonilla, E.P., Akoh, C.C., Sellappan, S. and Krewers, G. (2003). Phenolic content and antioxidant capacity of Muscadine Grapes. **J. Agric. Food Chem.** 51: 5497-5503.
- Cao, G., Booth, S.L., Sadowski, J.A. and Prior, R.L. (1998). Increase in human plasma antioxidant capacity after consumption of controlled diets high in fruit and vegetables. **Am. J. Clin. Nutr.** 68: 1081-7.
- Chen, Z.Y. and Chan, P.T. (1996). Antioxidation activity of green tea catechins in canola oil. **Chem. Phys. Lipids** 79: 157-63.
- Christen, W.G., Liu, S., Schaumberg, D.A. and Buring, J.E. (2005). Fruit and vegetable intake and the risk of cataract in women. **Am. J. Clin. Nutr.** 81: 1417-22.
- Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P. and Vidal, N. (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. **Food chemistry** 97: 654-660.
- Genkinger, M.J., Platz, E.A., Hoffman, S.C., Comstock, G.W. and Helzlsouer, K.J. (2004). Fruit, Vegetable, and Antioxidant Intake and All-Cause, Cancer, and Cardiovascular Disease Mortality in a Community-dwelling Population in Washington County, Maryland. **American Journal of Epidemiology** 160: 1223-1233.
- Gillman, M.W., Cupples, L.A., Gagnon, D., Posner, B.M., Ellison, R.C., Castelli, W.P. and Wolf, P.A. (1995). Protective effect of fruits and vegetables on development of stroke in men. **JAMA.** 273: 113-17
- Halliwel, B. and Gutteridge, J.M.C. (1989). **Free radicals in biology and medicine.** Oxford Clarendon Press 2nd edition. : 416-94 pp
- Kinsella, J.E., Frankel, E., German, B. and Kanner, J. (1993). Possible mechanism for the protection role of antioxidants in wine and plant food. **Food Techol.** 4: 85-9.
- Knight, J.A. (1995). The process and theories of aging. **Ann. Clin. Lab. Sci.** 25: 1-12.
- Lander, H.M. (1997). An essential role for free radicals and derived species in signal transduction. **FASEB J.** 11: 118-124.
- Lionis, C., Faresjo, A., Skoula, M., Kapsokoufalou, M. and Faresjo, T. (1998). Antioxidant effects of herbs in Crete. **The lancet** 352: 1987-8.
- Nicolle, C., Cardinault, N., Gueux, E., Jaffrelo, L., Rock, E., Mazur, A., Amouroux, P. and Rémésy, C. (2003). Health effect of vegetable-based diet: lettuce consumption improves cholesterol metabolism and antioxidant status in the rat. **Clinical Nutrition** 23: 605 – 614.
- Piljac, J., Martinez, S., Valek, L. and Ganic, K.K. (2005). A comparison of methods used to define the phenolic content and antioxidant

- activity of Croatian wines. **Food Technol. Biotechnol.** 43: 271-276.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Rad Biol Med.** 9: 1231-1237.
- Rimm, E.B., Ascherio, A., Giovannucci, E., Spiegelman, D., Stampfer, M.J. and Willett, W.C. (1996). Vegetable, fruit and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. **JAMA.** 275: 447-51.
- Roe, J.H. and Kuether, C.A. (1943). Determination of ascorbic acid in whole blood and urine through the 2,4-dinitrophenylhydrazine derivative of dehydroascorbic acid. **J. Biol. Chem.** 147:399-407.
- Sangkittikomol, W. (2003). Comparison of antioxidant activities and total phenolics in tea extracts. **J. Allied health sciences.** 3: 100-108.
- Shahidi, F. and Wanasundara, P.K.J. (1992). Phenolic antioxidant. **Crit Rev Food Sci Nutr.** 32: 67-103.
- Steinberg, D. (1991). Antioxidants and atherosclerosis: a current assessment. **Circulation** 84:1420-1425.
- Steinmetz, K.A. and Pottor, J.D. (1996). Vegetable, fruit and cancer prevention : a review. **J Am Diet Assoc.** 96: 1027-39.
- Thaipoong, K., Boonprakob, U., Zevallos, L.S. and Byrne, D. (2005). Hydrophilic and lipophilic antioxidant activities of guava fruits. **outeast Asian J Trop Med Public Health.** 36: 254-257.
- Wannamethee, S.G., Lowe, G.D., Rumley, A., Bruckdorfer, K.P. and Whin, P.H. (2006). Associations of vitamin C status, fruit and vegetable intakes and markers of inflammation and hemostasis. **Am. J. Clin. Nutr.** 83: 567-74.
- <http://www.md.chula.ac.th/biochem/CHD/lesson/main07.html>