

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 เพื่อศึกษาทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน สารประกอบฟลาโวนอยด์ และสารประกอบฟีนอลิก

4.1.1 ปริมาณสารสกัด

จากนำข้าวโพดดิบ (นำเฉพาะส่วนที่เป็นเมล็ด) กลัวย่น้ำว่าดิบ (นำเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อ) ถั่วลันเตา (นำเฉพาะส่วนที่เป็นเมล็ด) ผักคะน้า (นำเฉพาะส่วนที่เป็นใบและก้าน) และผักโขม (นำเฉพาะส่วนที่เป็นใบและก้าน) มาจาก อ. เดิมบางนางบวช จ. สุพรรณบุรี มาสกัดพบว่า ลักษณะทางกายภาพ ทั้งก่อนและหลังของสารสกัด เพอร์เซ็นต์ผลผลิตของสารสกัด ข้าวโพด กลัวย ถั่วลันเตา ผักคะน้า และ ผักโขม ซึ่งละลายใน น้ำ เอลิธอะซิเตรต และเอทานอล ทั้ง 5 ตัวอย่าง ดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพ และเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลาย

ตัวอย่าง	ตัวทำละลาย	เปอร์เซ็นต์ผลผลิต (%กรัมต่อน้ำหนัก)	ลักษณะทางกายภาพ
ข้าวโพด	เอทานอล	3.3	ผงแห้ง
ข้าวโพด	เอลิธอะซิเตรต	2	ชั้น เหนียว
ข้าวโพด	น้ำ	1.3	เหลว
กลัวย	เอทานอล	4.6	ผงแห้ง
กลัวย	เอลิธอะซิเตรต	1.9	ชั้น เหนียว
กลัวย	น้ำ	4	เหลว
ถั่วลันเตา	เอทานอล	3	ชั้น เหนียว
ถั่วลันเตา	เอลิธอะซิเตรต	1.3	ชั้น เหนียว
ถั่วลันเตา	น้ำ	3	เหลว
ผักคะน้า	เอทานอล	4	ชั้น เหนียว
ผักคะน้า	เอลิธอะซิเตรต	1.2	ชั้น เหนียว
ผักคะน้า	น้ำ	5	เหลว
ผักโขม	เอทานอล	2	ผงแห้ง
ผักโขม	เอลิธอะซิเตรต	1.5	ชั้น เหนียว
ผักโขม	น้ำ	3	เหลว

4.1.2 ผลฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน (Antioxidant activity)

การวัดฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Radical scavengers) ของสารสกัดโดยดูจากการทำปฏิกิริยากับสารสีม่วง DPPH สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเหลือง โดยเทียบกับสารมาตรฐานแกลลิก ปกติแล้ว DPPH ในการวัดสถานะออกซิเดชันทั้งหมดของตัวอย่างทางชีวภาพต่างๆ

เนื่องจากความสามารถในการทำซ้ำได้ดีและควบคุมคุณภาพได้ง่าย (Brand-Williams et al.1995; Matsushita et al.,2011) นอกจากนั้น DPPH เป็น Stable radical ที่เป็นอนุมูลอิสระที่มีเสถียรภาพจากการ Delocalization อิเล็กตรอนของอะตอมไนโมเลกุลทั้งหมด (Szabo et al., 2007) ค่า IC₅₀ ของสารสกัดจะตรงกันข้ามกับค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดนั้น ๆ ซึ่งเป็นค่าที่บอกว่าต้องการปริมาณความเข้มข้นเท่าใดจึงจะทำให้ความเข้มข้นลดลงเหลือ 50% ถ้ายังมีปริมาณ IC₅₀ น้อย ยังมีค่าการต้านอนุมูลอิสระมาก (Samruan et al., 2012; Pumtes et al., 2016) ความสามารถในการลดสารเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพราะความสามารถในการที่อะตอมไฮโดรเจนและขัดขวางปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ(Priya et al., 2012) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากผักโขมรากให้ค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดเท่ากับ 1.12, 0.89 และ 0.72 mg/ml เมื่อเมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP assay ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP assay

ตัวอย่าง		ค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ค่าเฉลี่ย)		
		IC ₅₀ of DPPH (mg/ml)	TEAC value (mg/ml)	FRAP value (mg/ml)
ข้าวโพด	เอทานอล	1.67	1.23	2.21
ข้าวโพด	แอซิลอะซิเตรต	2.21	1.06	1.98
ข้าวโพด	น้ำ	2.01	1.13	1.82
กล้วย	เอทานอล	1.56	1.67	2.95
กล้วย	แอซิลอะซิเตรต	1.11	2.02	3.05
กล้วย	น้ำ	0.77	1.56	3.49
ถั่วลันเตา	เอทานอล	2.12	1.45	1.87
ถั่วลันเตา	แอซิลอะซิเตรต	2.32	1.94	1.45
ถั่วลันเตา	น้ำ	2.44	1.15	1.49
ผักคะน้า	เอทานอล	2.21	2.43	2.01
ผักคะน้า	แอซิลอะซิเตรต	1.76	1.34	2.12
ผักโขม	เอทานอล	2.13	1.19	1.12
ผักโขม	แอซิลอะซิเตรต	1.32	1.23	0.91
ผักโขม	น้ำ	1.12	0.89	0.72
Trolox		0.003	0.005	0.012

4.1.3 สารประกอบฟีนอลิก (Phenolics content, TPC)

สารประกอบฟีนอลิก คือความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (Free radicals) และเป็นสารที่จับกับประจุบวกได้ (Chelate metals) (Sriket, 2014; Aludatt et al., 2013) และนอกจากนั้น

ยังเป็นตัวทำละลายที่เป็นออกซิโดซีในปฏิกิริยาถูกโซ้ได้ (Chen *et al.*, 2016) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดคำนวณได้จากกรดแกลลิกมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่าสารประกอบฟีนอลิก ได้ผลตาม ตารางที่ 4.3 โดยที่สารประกอบฟีนอลิกของพืชแต่ละชนิด มักเป็นส่วนผสมของฟีนอลิกที่แตกต่างกัน ซึ่งมีความสามารถในการละลายได้ในตัวทำละลายได้ต่างกัน (Settharaksa *et al.*, 2012 ; Kim *et al.*, 2006)

4.1.4 สารประกอบฟลาโวนอยด์ (Total flavonoids content)

ผลสารประกอบฟลาโวนอยด์ดังแสดงในตารางที่ 4.2 แสดงค่าสารประกอบฟลาโวนอยด์จากสารสกัดหยาบทั้ง 5 ชนิด

ตารางที่ 4.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารประกอบฟลาโวนอยด์

ตัวอย่าง	ตัวทำละลาย	Total phenolics (mg GAE/g dry extract)	Total flavonoid (mg QE/g dry extract)
ข้าวโพด	เอทานอล	4.482	5.15
ข้าวโพด	เอธิลอะซิเตรต	4.617	4.56
ข้าวโพด	น้ำ	4.417	5.65
กล้วย	เอทานอล	3.46	5.26
กล้วย	เอธิลอะซิเตรต	2.67	6.13
กล้วย	น้ำ	5.30	4.98
ถั่วลิ้นเตา	เอทานอล	3.44	2.25
ถั่วลิ้นเตา	เอธิลอะซิเตรต	3.41	2.45
ถั่วลิ้นเตา	น้ำ	2.28	2.67
ผักคะน้า	เอทานอล	5.55	6.22
ผักคะน้า	เอธิลอะซิเตรต	4.65	6.12
ผักคะน้า	น้ำ	3.88	4.98
ผักโขม	เอทานอล	8.117	7.49
ผักโขม	เอธิลอะซิเตรต	7.550	6.89
ผักโขม	น้ำ	5.650	4.23

4.2 ผลทดสอบฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง (cytotoxicity assay)

สารสกัดพืชทั้ง 5 ชนิดทดสอบฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง (cytotoxicity assay) ของสารสกัด ด้วยวิธี MTT assay (REMA /GFP)

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบความเป็นพิษ ของสารสกัดทั้ง 5 ชนิด ต่อเซลล์มะเร็งเต้านม (MCF-17) มะเร็งปอด (NCI-H187) และเซลล์ไตของลิง (Vero cell)

sample	% Cytotoxicity, IC ₅₀ (µg/ml)		
	MCF-17	NCI-H187	Vero cell
ข้าวโพด	-1.88	-7.2	7.74
กล้วย	0.768	15.57	-3.46
ถั่วลิ้นเตา	-1.09	-6.56	97.23
ผักคะน้า	-2.79	12.81	9.70
ผักโขม	-1.36	26.37	92.07
Tamoxifen	66.45	ND	ND
Ellipticine	ND	96.58	56.74
Doxorubicilin	57.25	76.53	ND

หมายเหตุ % Cytotoxicity < 50 In active

% Cytotoxicity > 50 Active

จากผลการทดสอบความเป็นพิษกับเซลล์มะเร็งเต้านม (MCF-17) และเซลล์มะเร็งปอด (NCI-H187) พบว่าสารสกัดทั้ง 5 ชนิดไม่สามารถยับยั้งต่อเซลล์มะเร็งทั้ง 2 ชนิดนี้ได้ เมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน Tamoxifen Ellipticine และ Doxorubicilin แต่พบว่าถั่วลิ้นเตาและผักโขมจะเป็นพิษต่อเซลล์ไตของลิง (Vero cell) โดยมีค่าเท่ากับ 97.23 µg/ml และ 92.07 µg/ml ตามลำดับ

4.3 ผลการวิเคราะห์สารอาหาร (Nutritive Value) ในอาหารแปรรูปทั้ง 5 ชนิด ก่อนและหลังการผสมสารสกัด

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมันและเส้นใย ก่อนและหลังการผสมสารสกัดในการแปรรูปอาหารทั้ง 5 ชนิด (น้ำสมุนไพร คูกี้ ข้าวเกรียบ ซีเรียลบราและคูกี้คอนเฟลก)

ตัวอย่าง		สารอาหาร (ร้อยละ)		
		โปรตีน	ไขมัน	เส้นใย
น้ำสมุนไพร	ก่อนใส่สารสกัด	1.87	-	1.67
	ข้าวโพด	1.91	-	2.18
	กล้วย	2.32	-	3.67
	ถั่วลันเตา	1.90	-	2.27
	ผักคะน้า	2.12	-	3.67
	ผักโขม	2.23	-	3.76
	คูกี้	ก่อนใส่สารสกัด	10.02	18.02
ข้าวโพด		11.34	21.11	3.78
กล้วย		12.97	22.87	3.87
ถั่วลันเตา		12.03	19.23	3.12
ผักคะน้า		13.12	22.22	3.67
ผักโขม		13.89	25.28	3.76
ข้าวเกรียบ		ก่อนใส่สารสกัด	10.03	18.21
	ข้าวโพด	12.12	22.12	3.98
	กล้วย	13.11	21.11	3.78
	ถั่วลันเตา	12.23	20.23	2.78
	ผักคะน้า	14.11	23.45	2.90
	ซีเรียลบรา	ก่อนใส่สารสกัด	14.12	25.34
ผักโขม		13.12	18.81	1.89
ข้าวโพด		15.56	21.11	3.07
กล้วย		12.34	20.12	3.56
ถั่วลันเตา		15.34	23.23	2.56
ผักคะน้า		15.22	22.33	2.89
ผักโขม		15.02	24.23	3.98

คุกกี้คอนเฟลก	ก่อนใส่สารสกัด	10.32	19.05	1.93
	ข้าวโพด	13.41	20.01	3.18
	กล้วย	11.4	23.67	3.47
	ถั่วลันเตา	12.33	19.73	3.29
	ผักคะน้า	12.13	21.82	3.27
	ผักโขม	13.89	24.80	3.72

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณโปรตีน ไขมันและเส้นใยจะมีค่าสูงขึ้นกว่าไม่ใส่สารสกัด ทั้ง 5 ชนิดเมื่อนำมาแปรรูปอาหารชนิดต่าง ๆ (น้ำสมุนไพร คุกกี้ ข้าวเกรียบ ซีเรียลบราและคุกกี้คอนเฟลก) โดยที่จะพบปริมาณไขมันมากที่สุด อาจเกิดจากส่วนผสมในอาหารที่ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่และการแปรรูปอาหารที่ผสมสารสกัดเป็นคุกกี้ ข้าวเกรียบ ซีเรียลบราและคุกกี้คอนเฟลกให้ค่าโปรตีน ไขมัน และเส้นใยไม่แตกต่างกันเว้นการทำน้ำสมุนไพรจะให้ปริมาณโปรตีนและเส้นใยต่ำสุด