ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
250713

รายงานฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณและกลไกการป้องกันการก่อมะเร็งของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลที่สกัดจากข้าวไทย

Comparative study of content and chemopreventive mechanism of gamma-oryzanol rich extract from Thai rice

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร.บุษบัน ศิริธัญญาลักษณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยวัฒน์ ไชยสุต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำไพ พฤติวรพงศ์กุล

ภาควิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี ๒๕๕๔

b00255082

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
250713

รายงานฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณและกลไกการป้องกันการก่อมะเร็งของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลที่สกัดจากข้าวไทย

Comparative study of content and chemopreventive mechanism of gamma-oryzanol rich extract from Thai rice

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร.บุษบัน ศิริธัญญาลักษณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยวัฒน์ ไชยสุต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำไพ พฤติวรพงศ์กุล

ภาควิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี ๒๕๕๔

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้อนุมัติทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2554 แก่คณะผู้วิจัยและขอขอบคุณคณะกรรมการผู้ตรวจสอบทางวิชาการของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เกี่ยวกับการดำเนินการวิจัยนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อสังคมและประเทศชาติต่อไป

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรมตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องเครื่องมือกลางและคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ได้ให้คณะผู้วิจัยที่สังกัดอยู่ใช้สถานที่และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยโครงการวิจัยนี้

คณะผู้วิจัย

คณะผู้วิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร. ภญ.บุษบัน ศิริธัญญาลักษณ์	หัวหน้าโครงการวิจัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภก.ไชยวัฒน์ ไชยสุต	ผู้ร่วมวิจัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภญ.อำไพ พฤติวรพงศ์กุล	ผู้ร่วมวิจัย

บทคัดย่อ

250713

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณแกมม่า-โอไรซานอลและกลไกการป้องกันการก่อมะเร็งของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวสายพันธุ์ไทย ซึ่งประเมินด้วยฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ฤทธิ์ต้านการอักเสบ การกระตุ้นเอนไซม์กำจัดสารพิษและสารก่อมะเร็งและการกระตุ้นเอนไซม์ต่อต้านออกซิเดชัน ตัวอย่างข้าวขาว 5 สายพันธุ์ ข้าวแดง 3 สายพันธุ์และข้าวก่ำ 5 สายพันธุ์ถูกคัดเลือกในเขตพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย น้ำมันข้าวถูกเตรียมจากการสกัดแบบต่อเนื่องด้วยตัวทำละลายผสมระหว่างเฮกเซนและเอธิลอะซิเตต จากนั้นนำน้ำมันข้าวที่ได้มาทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบคอลัมน์จะได้สารสกัดแกมม่า-โอไรซานอล วิเคราะห์ปริมาณแกมม่า-โอไรซานอลด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง พบว่าสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวไทยมีปริมาณแกมม่า-โอไรซานอลอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 0.77 - 14.05 โดยน้ำหนัก คัดเลือกสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลที่มีปริมาณแกมม่า-โอไรซานอลมากกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนักในแต่ละกลุ่มข้าว ซึ่งได้แก่ ข้าวซิวแม่จัน ข้าวแดงสุโขทัย 1 ข้าวก่ำบิ้ง ข้าวดำสุโขทัย 1 และข้าวก่ำต่อมาปรับมาตรฐานโดยให้มีปริมาณส่วนประกอบหลักของแกมม่า-โอไรซานอลเป็นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรของสารสกัดก่อนนำมาศึกษากลไกการป้องกันการก่อมะเร็ง สารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวไทยทั้งหมดแสดงฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในระดับปานกลางเมื่อประเมินด้วยวิธีการขจัดอนุมูลอิสระซุปเปอร์ออกไซด์และไนตริกออกไซด์ ในขณะที่แสดงฤทธิ์ยับยั้งการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชันที่ดีมาก สารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำบิ้งและข้าวก่ำต่อแสดงฤทธิ์ยับยั้งการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชันสูงสุด ความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชันได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) เท่ากับ 32.32 $\pm$ 0.78 และ 33.67 $\pm$ 0.66 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นอกจากนั้นสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำบิ้ง ข้าวดำสุโขทัย 1 ข้าวก่ำต่อและข้าวแดงสุโขทัย 1 ที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรยังสามารถยับยั้งการทำลายดีเอ็นเอจากปฏิกิริยาเฟนตันเมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานเควอซิทินและอีพิแกลโล คาเทชิน แกลเลท (EGCG) ที่สามารถยับยั้งการทำลายดีเอ็นเอจากปฏิกิริยาเฟนตันที่ความเข้มข้นน้อยกว่า 5

250713

ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลทั้งหมดยังแสดงฤทธิ์ต้านการอักเสบที่ดีผ่านการยับยั้งการสร้างเอนไซม์ไซโคลออกซิจิเนส-2 (COX-2) และทูเมอร์ เนโครซิส แฟคเตอร์-อัลฟ่า (TNF-α) ในเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่และไส้ตรง (HT-29) ที่ถูกกระตุ้นด้วยไลโปพอลีแซคคาร์ไรด์และอินเทอร์เฟอรอน-แกมม่าโดยที่ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ที่ใช้ทดสอบ สารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำบิ้งแสดงฤทธิ์ยับยั้งการสร้างเอนไซม์ไซโคลออกซิจิเนส-2 และทูเมอร์ เนโครซิส แฟคเตอร์-อัลฟ่าสูงสุด ตามมาด้วยสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำต่อ ข้าวดำสุโขทัย-1 ข้าวแดงสุโขทัย ข้าวชิวแม่จันและแกมม่า-โอไรซานอลเปรียบเทียบตามลำดับ นอกจากนี้สารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำบิ้ง ข้าวดำสุโขทัย-1 ข้าวก่ำต่อและข้าวแดงสุโขทัย 1 สามารถกระตุ้นเอนไซม์ซัลโฟทรานสเฟอเรสและเอนไซม์ฮีมออกซิจีเนส-1 ได้อีกด้วย ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า สารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวไทยแสดงความสามารถในการป้องกันการก่อมะเร็งผ่านกลไกการขจัดอนุมูลอิสระ การกระตุ้นเอนไซม์กำจัดสารพิษและสารก่อมะเร็ง การกระตุ้นเอนไซม์ต่อต้านออกซิเดชันและกลไกต้านการอักเสบ จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวไทยมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพเพื่อป้องกันการก่อมะเร็งได้

Abstract

250713

This study aimed to investigate the γ-oryzanol content and cancer chemopreventive mechanisms of γ-oryzanol extract from Thai rice assessed by antioxidant and anti-inflammatory activities, induction effect on phase II detoxifying enzyme and induction of antioxidant enzyme. Five white rice, three red rice and five purple rice samples were collected in Northern Thailand. The crude rice oil was prepared by Soxhlet's extraction in hexane-ethyl acetate mixture and further purified by column chromatography to obtain the γ-oryzanol extracts. The content of γ-oryzanol was analyzed by reversed-phase high performance liquid chromatography (HPLC). The extracts contained γ-oryzanol in the range of 0.77 – 14.05% w/w. Subsequently, the extract from 5 cultivars of Thai rice bran namely *Sew Mae Jan, Dang Sukhothai 1, GAM BOUNG, DHAM SUKHOTHAI 1,* and *GAM THOR,* which contained γ-oryzanol more than 5%w/w of γ-oryzanol were selected for chemopreventive mechanism determination; each extract was first standardized by adding the equivalent amount of each extract to give 10% w/v γ-oryzanol. All of the extracts exhibited moderate antioxidant activity assessed by superoxide anion and nitric oxide scavenging activity. Additionally, *GAM BOUNG* and *GAM THOR* exhibited a strong inhibition effect on linoleic acid peroxidation (IC_{50} = 32.32 ± 0.78 and 33.67 ± 0.66 μg/mL). Furthermore, *GAM BOUNG, DHAM SUKHOTHAI 1, GAM THOR* and *Dang Sukhothai 1* (10 μg/mL) exhibited the protective effect on oxidative DNA damage induced by Fenton reaction as compared with positive control quercetin and epigallocatechin gallate (lower than 5 μg/mL). Moreover, all of the extracts showed a potent anti-inflammatory activity through inhibitory effect on cyclooxygenase-2 (COX-2) and tumor necrosis factor-α (TNF-α) production in combined LPS-IFN-γ-activated HT-29 colorectal

adenocarcinoma cells. *GAM BOUNG* exhibited the highest inhibitory effect on COX-2 and TNF-α production, without exerting cytotoxicity, followed by *GAM THOR, DHAM SUKHOTHAI 1, Dang Sukhothai 1, Sew Mae Jan* and control γ-oryzanol, respectively. Furthermore, *GAM BOUNG, GAM THOR, DHAM SUKHOTHAI 1, Dang Sukhothai 1*showed the induction effect on sulfotransferase and hemeoxygenase-1 activities. These results indicate that γ-oryzanol extract from Thai rice exert a chemopreventive potential through the antioxidant activity, induction effects on Phase II detoxifying and antioxidant enzymes and anti-inflammatory activity. By these findings, it can be suggested here the potential use of γ-oryzanol extract from Thai purple rice bran as chemopreventive supplements or in nutraceuticals.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ช
สารบัญรูป	ญ
สารบัญตาราง	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
1.3 ทฤษฎี สมมติฐานและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย	5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	6
2.1 กระบวนการก่อมะเร็ง (Carcinogenetic process)	6
2.2 ยีน (Gene) ที่เกี่ยวข้องกับการก่อมะเร็ง	7
2.2.1 Oncogenes	7
2.2.2 Tumor suppessor genes	8
2.3 อนุมูลอิสระ (Free radicals) และการก่อโรค	9
2.4 อนุมูลอิสระและการอักเสบ	11
2.5 เอนไซม์กำจัดสารพิษและสารก่อมะเร็ง (Phase II detoxifying enzymes)	13
2.6 การป้องกันการก่อมะเร็ง (Cancer chemoprevention)	17
2.7 ข้าว	20
2.8 คุณค่าทางโภชนาการของข้าว	25
2.9 แกมม่า-โอไรซานอล (Gamma-oryzanol)	28

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	35
3.1 สารเคมีและสารมาตรฐาน	35
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	37
3.3 การคัดเลือกตัวอย่างข้าว	39
3.4 การสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ที่ได้คัดเลือกศูนย์วิจัยข้าวในเขตพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย	42
3.5 การวิเคราะห์ปริมาณแกมม่า-โอไรซานอล ปริมาณฟีนอลิคโดยรวม ปริมาณแอนโธไซยานินโดยรวม ปริมาณโทโคไตรอีนอลและโทโคเฟอรอล	43
3.6 การศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน	45
3.6.1 การประเมินฤทธิ์ขจัดอนุมูลอิสระซุปเปอร์ออกไซด์	45
3.6.2 การประเมินฤทธิ์ขจัดอนุมูลอิสระไนตริกออกไซด์	45
3.6.3 การประเมินฤทธิ์ยับยั้งการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน	46
3.6.4 การศึกษาความสามารถในการป้องกันการทำลายดีเอ็นเอโดยอนุมูลอิสระ	47
3.7 การศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบ	48
3.7.1 การยับยั้งการสร้างเอนไซม์ไซโคลออกซิจีเนส-2	48
3.7.2 การยับยั้งการส้รางทูเมอร์ เนโครซิส แฟคเตอร์-แอลฟ่า (TNF-α)	50
3.8 การศึกษาการกระตุ้นเอนไซม์ซัลโฟทรานสเฟอเรส (SULT)	51
3.9 การศึกษาการกระตุ้นเอนไซม์ฮีมออกซิจีเนส-1 (HO-1)	52
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง	54
4.1 การวิเคราะห์ปริมาณแกมม่า-โอไรซานอล	54
4.2 การศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน	67
4.2.1 ฤทธิ์การขจัดอนุมูลอิสระซุปเปอร์ออกไซด์	67
4.2.2 ฤทธิ์ขจัดอนุมูลอิสระไนตริกออกไซด์	68
4.2.3 ฤทธิ์ยับยั้งการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน	70
4.3 ความสามารถในการป้องกันการทำลายดีเอ็นเอจากอนุมูลอิสระ	71
4.4 ฤทธิ์ต้านการอักเสบ	74
4.4.1 การยับยั้งการสร้างเอนไซม์ไซโคลออกซิจีเนส-2	75

	หน้า
4.4.2 การยับยั้งการสร้างทูเมอร์ เนโครซิส แฟคเตอร์-แอลฟา	79
4.5 การกระตุ้นเอนไซม์ซัลโฟทรานสเฟอเรส (SULT)	84
4.6 การกระตุ้นเอนไซม์ฮีมออกซิจีเนส-1 (HO-1)	87
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	93
เอกสารอ้างอิง	95

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	ภาวะเครียดออกซิเดชันกับการก่อมะเร็ง	12
2	สารองค์ประกอบของแกมม่า-โอไรซานอล	30
3	ตัวอย่างเมล็ดข้าวที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	40
4	HPLC โครมาโทแกรมของสารมาตรฐานแกมม่า-โอไรซานอล ความเข้มข้น 5 ppm	55
5	HPLC โครมาโทแกรมของสารมาตรฐานแกมม่า-โอไรซานอล ความเข้มข้น 10 ppm	55
6	HPLC โครมาโทแกรมของสารมาตรฐานแกมม่า-โอไรซานอล ความเข้มข้น 25 ppm	56
7	HPLC โครมาโทแกรมของสารมาตรฐานแกมม่า-โอไรซานอล ความเข้มข้น 50 ppm	56
8	กราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานแกมม่า-โอไรซานอล	57
9	HPLC โครมาโทแกรมของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำบิ้งที่ได้จากวัฏภาคเคลื่อนที่ผสมระหว่างเฮกเซนและเอธิล อะซีเตต ในอัตราส่วน 7:3	57
10	HPLC โครมาโทแกรมของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำบิ้งที่ได้จากวัฏภาคเคลื่อนที่ผสมระหว่างเฮกเซนและเอธิล อะซีเตต ในอัตราส่วน 1:1	58
11	HPLC โครมาโทแกรมของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำบิ้งที่ได้จากวัฏภาคเคลื่อนที่ผสมระหว่างเฮกเซนและเอธิล อะซีเตต ในอัตราส่วน 9:1	58
12	HPLC โครมาโทแกรมของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำบิ้ง	59
13	HPLC โครมาโทแกรมของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำต่อ	59
14	HPLC โครมาโทแกรมของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวดำสุโขทัย 1	60
15	HPLC โครมาโทแกรมของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวแดงสุโขทัย 1	60
16	HPLC โครมาโทแกรมของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวกล่ำ	61
17	HPLC โครมาโทแกรมของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวซิมแม่จัน	61
18	HPLC โครมาโทแกรมของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลที่ได้จากข้าวชัยนาท 1	62
19	HPLC โครมาโทแกรมของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลที่ได้จากข้าวสันป่าตอง 1	62
20	HPLC โครมาโทแกรมของสารมาตรฐานโทโคไตรอีนอลและโทโคเฟอรอล	65

รูปที่		หน้า
21	สัดส่วนของ Cycloartenyl ferulate, 24-Methylcycloartanyl ferulate, และ Campesteryl ferulate	66
22	ขั้นตอนการศึกษาฤทธิ์ขจัดอนุมูลอิสระซุปเปอร์ออกไซด์	67
23	อิเล็กโทรโฟรีซิสของ Plasmid pUC18 DNA	73
24	การยับยั้งการสร้างเอนไซม์ COX-2 ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวซิวแม่จัน	76
25	การยับยั้งการสร้างเอนไซม์ COX-2 ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวแดงสุโขทัย 1	76
26	การยับยั้งการสร้างเอนไซม์ COX-2 ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำปิ้ง	77
27	การยับยั้งการสร้างเอนไซม์ COX-2 ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำต่อ	77
28	การยับยั้งการสร้างเอนไซม์ COX-2 ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวดำสุโขทัย 1	78
29	การยับยั้งการสร้างเอนไซม์ COX-2 ของสารมาตรฐานแกมม่า-โอไรซานอล	78
30	การยับยั้งการสร้างเอนไซม์ COX-2 ของสารมาตรฐานเคอร์คูมิน	79
31	การยับยั้งการสร้างเอนไซม์ COX-2 ของสารมาตรฐานแอสไพริน	79
32	การยับยั้งการสร้าง TNF-α ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวซิวแม่จัน	80
33	การยับยั้งการสร้าง TNF-α ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวแดงสุโขทัย 1	80
34	การยับยั้งการสร้าง TNF-α ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำปิ้ง	81
35	การยับยั้งการสร้าง TNF-α ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอล	81
36	การยับยั้งการสร้าง TNF-α ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอลจากข้าวก่ำต่อ	82
37	การยับยั้งการสร้าง TNF-α ของสารมาตรฐานแกมม่า-โอไรซานอล	82
38	การยับยั้งการสร้าง TNF-α ของสารมาตรฐานเคอร์คูมิน	83
39	การยับยั้งการสร้าง TNF-α ของสารมาตรฐานแอสไพริน	83
40	ระดับเอนไซม์ซัลโฟทรานสเฟอเรส ณ เวลา 0 ชั่วโมง	86
41	ระดับเอนไซม์ซัลโฟทรานสเฟอเรส ณ เวลา 12 ชั่วโมง	86

รูปที่		หน้า
42	ระดับเอนไซม์ซัลโฟทรานสเฟอเรส ณ เวลา 24 ชั่วโมง	87
43	ระดับเอนไซม์ซัลโฟทรานสเฟอเรส ณ เวลา 48 ชั่วโมง	87
44	ความเข้มข้นของบิสิรูบิน ณ เวลา 0 ชั่วโมง	89
45	ความเข้มข้นของบิสิรูบิน ณ เวลา 12 ชั่วโมง	89
46	ความเข้มข้นของบิสิรูบิน ณ เวลา 24 ชั่วโมง	90
47	ความเข้มข้นของบิสิรูบิน ณ เวลา 48 ชั่วโมง	90

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สารเคมีและสารมาตรฐาน	35
2	เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์	37
3	รายชื่อสายพันธุ์ข้าวที่ใช้	39
4	ร้อยละของแกมม่า-โอไรซานอลในสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอล	64
5	ค่าความเข้มข้นที่สามารถขจัดอนุมูลอิสระซุปเปอร์ออกไซด์ได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอล	68
6	ค่าความเข้มข้นที่สามารถขจัดอนุมูลอิสระซไนตริกออกไซด์ได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอล	69
7	ค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชันได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอล	71
8	อัตราส่วนระหว่าง Supercoiled form และ Relaxed form ของ pUC18 DNA เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอล	74
9	ค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการสร้างไซโคลออกซิจีเนส-2 และทูเมอร์ เนโครซิส แฟคเตอร์-แอลฟ่าได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) ของสารสกัดแกมม่า-โอไรซานอล	84