รายงานวิจัย

การสกัดและวิเคราะห์วิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยเทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี

Extraction and analysis vitamin E in organic rice bran oil with UV-VIS Spectroscopy

พันธุ์ทิพย์ ถือเงิน

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ประจำปีงบประมาณ 2555

การสกัดและวิเคราะห์วิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยเทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี

Extraction and analysis vitamin E in organic rice bran oil with UV-VIS Spectroscopy

พันธุ์ทิพย์ ถือเงิน

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ประจำปีงบประมาณ 2555

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยผ่านคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ประจำปีงบประมาณ 2555 ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยพันธกิจสัมพันธ์เพื่อตอบสนองความต้องการของชุมชนและการบริการวิชาการร่วมกับการบูรณาการการเรียนการสอนในด้านเคมีและการเกษตร

ผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยจัดการงานวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ที่เอื้อเฟื้อให้การสนับสนุนทุนวิจัย ขอขอบคุณชาวนา เจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนตำบลหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ศึกษาวิจัย และความช่วยเหลือต่างๆ ในการทำวิจัย รวมทั้งนายอนันต์ กิตติชนะกุล และนางสาวปวีณา สนอมจิตร นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีที่ช่วยทำการวิจัยส่งผลให้การศึกษาวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

พันธุ์ทิพย์ ถือเงิน

กันยายน 2560

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ศึกษาการสกัดและวิเคราะห์วิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนัก = 1.3120 ด้วยเทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปีที่สภาวะการสกัดต่าง ๆ พบว่า รำข้าวอินทรีย์สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนจะให้น้ำหนักน้ำมันและเปอร์เซ็นต์ Fat / oil ได้สูงที่สุด = 1.9171 กรัม และ 9.5855 % ตามลำดับ จากการศึกษาผลของการอบตัวอย่างรำข้าว ชนิดของตัวทำละลาย วิธีการสกัดด้วยการให้ความร้อนจาก Hotplate และ Soxhlet extractor และอัตราส่วนรำข้าวต่อตัวทำละลาย (10 ต่อ 50 และ 20 ต่อ 100 กรัม/มิลลิลิตร) พบว่าทั้ง 4 ปัจจัยมีผลต่อปริมาณวิตามินอีโดยพบว่า สภาวะที่มีปริมาณวิตามินอีมากที่สุด (1.106 มิลลิกรัม/กรัม) คือ สภาวะการสกัดที่ใช้รำข้าวอินทรีย์อบ ตัวทำละลายเอทานอล วิธีการสกัดด้วย Soxhlet extractor และอัตราส่วนของรำข้าวต่อตัวทำละลายเอทานอล 20 ต่อ 100 กรัม/มิลลิลิตร

คำสำคัญ : น้ำมันรำข้าวอินทรีย์ ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี วิตามินอี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

Abstract

This research studied the extraction and analysis vitamin E in organic rice bran oil that had percent water content = 1.3120 with UV-Visible spectroscopy at the extracted methods. The results showed that organic rice bran extracted by using hexane solvents provided the highest amount of weight of oil and percent Fat / oil = 1.9171 g และ 9.5855 % respectively. The studied of effects of the baked of rice bran, type of solvents, extracted with heat on hotplate and Soxhlet extractor and bran-solvents ratio (10: 50 and 20:100 g/mL), it was found that all four factors affected on vitamin E and the highest amount of vitamin E (1.106 mg/g) was baked of organic rice bran, ethanol solvent, extracted with Soxhlet extractor and bran-solvents ratio of 20:100 g/mL.

Key word : organic rice bran oil, UV-Visible spectroscopy, vitamin E

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		ก
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญภาพ		ช
บทที่ 1	**บทนำ**	8
	1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย	8
	1.2 โจทย์วิจัย	9
	1.3 คำถามการวิจัย	9
	1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	10
	1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	10
	1.6 ขอบเขตของโครงการวิจัย	10
	1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะ	10
	1.8 สมมุติฐาน/กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	10
บทที่ 2	**การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	11
	2.1 องค์ประกอบทางเคมีของข้าว	11
	2.2 ข้อมูลที่เกี่ยวกับพันธุ์ข้าว	19
	2.3 วิตามินอี	19
	2.4 หลักการของการสกัด	21
	2.5 การเลือกตัวทำละลาย	22
	2.6 หลักการใช้เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer	23
	2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3	**วิธีดำเนินงานวิจัย**	27
	3.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์	27
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์	27
	3.3 รำข้าวและพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการวิจัย	27
	3.4 อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย	27
	3.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	28

สารบัญ

		หน้า
	3.6 การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี	30
	3.7 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง	31
บทที่ 4	**ผลการวิจัย**	32
	4.1 ผลการศึกษาหาความชื้นของรำข้าวอินทรีย์ น้ำหนักน้ำมันรำข้าวอินทรีย์และเปอร์เซ็นต์ Fat / oil	32
	4.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี	36
บทที่ 5	**สรุปและอภิปรายผลการทดลอง**	39
	5.1 ผลการศึกษาหาความชื้นของรำข้าวอินทรีย์ น้ำหนักน้ำมันรำข้าวอินทรีย์และเปอร์เซ็นต์ Fat / oil	39
	5.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี	39
	5.3 อภิปรายผลการทดลอง	40
	5.4 ข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม		42
ภาคผนวก		44
	ภาคผนวก ก ตัวอย่างรำข้าวอินทรีย์ 105 จาก องค์การบริหารส่วนตำบลหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์	45
	ภาคผนวก ข การคำนวณหาปริมาณสารสกัดวิตามินอี	48
	ภาคผนวก ค การคำนวณสารละลายมาตรฐาน	49
	ภาคผนวก ง การเตรียมสารละลายตัวอย่าง	50

สารบัญตาราง

	เนื้อหา	หน้า
ตารางที่ 2.1	ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเปลือกและส่วนที่ได้จากการขัดสีที่ 14% ความชื้น	12
ตารางที่ 2.2	ปริมาณวิตามินและเกลือแร่ของข้าวเปลือก และส่วนที่ได้จากขัดสีที่ 14% ความชื้น	12
ตารางที่ 2.3	การสะสมของวิตามินในรำ และข้าวสาร	14
ตารางที่ 2.4	สมบัติทางเคมีของรำข้าวเจ้า	15
ตารางที่ 2.5	คุณภาพทางจุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัสของข้าวเจ้า	16
ตารางที่ 2.6	องค์ประกอบทางเคมีของรำหยาบและรำละเอียดจากข้าว	17
ตารางที่ 2.7	ตำแหน่งโครงสร้างของโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล	21
ตารางที่ 2.8	สรุปคุณสมบัติของตัวทำละลายบางชนิดที่ใช้ในการสกัดสารจากพืชธรรมชาติ	23
ตารางที่ 3.1	การเตรียมสารละลายมาตรฐานแอลฟา-โทโคฟีรอลด้วยตัวทำละลายเอทานอลหรือเฮกเซน	30
ตารางที่ 4.1	เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักรำข้าวอินทรีย์	32
ตารางที่ 4.2	น้ำหนักน้ำมัน และ % Fat / oil ในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์จากการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและเฮกเซน โดยวิธีการสกัดแบบธรรมดาด้วยการให้ความร้อนจาก Hotplate และ Soxhlet extractor	33
ตารางที่ 4.3	ความเข้มข้น และปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ที่ได้จากการสกัดที่สภาวะต่าง ๆ	37

สารบัญภาพ

	เนื้อหา	หน้า
ภาพที่ 2.1	โครงสร้างของข้าว	18
ภาพที่ 2.2	โครงสร้างแอลฟา-โทโคฟีรอล	20
ภาพที่ 2.3	โครงสร้างโทโคไทรอีนอล	20
ภาพที่ 2.4	การดูดกลืนแสงตามกฎของแลมเบิร์ต (lambert's law)	24
ภาพที่ 3.1	รำข้าวและเมล็ดข้าวอินทรีย์ก่อนสกัด	28
ภาพที่ 3.2	ตัวอย่างรำข้าวที่สกัด	29
ภาพที่ 3.3	ตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและเอทานอล	29
ภาพที่ 3.4	การสกัดน้ำมันรำข้าวด้วย Soxhlet extractor	30
ภาพที่ 4.1	% Fat / oil ในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์หลังจากการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและเฮกเซน ณ สภาวะต่าง ๆ โดยวิธีการสกัดแบบธรรมดาด้วยการให้ความร้อนจาก Hotplate	34
ภาพที่ 4.2	% Fat / oil ในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์หลังจากการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและเฮกเซน ณ สภาวะต่าง ๆ โดยวิธีการสกัดด้วย Soxhlet extractor	35
ภาพที่ 4.3	กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแอลฟา-โทโคฟีรอลด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล	38
ภาพที่ 4.4	กราฟมาตรฐานของสารละลายมาฐานแอลฟา-โทโคฟีรอลด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน	38
ภาพที่ ก.1	ตัวอย่างรำข้าวอินทรีย์ 105	45
ภาพที่ ก.2	ตัวอย่างรำข้าวที่สกัดด้วยสารละลายเฮกเซนและเอทานอลด้วยวิธีการสกัดแบบธรรมดาโดยใช้ Hotplate	45
ภาพที่ ก.3	ตัวอย่างรำข้าวที่สกัดด้วยสารละลายเฮกเซนและเอทานอลด้วยวิธีการสกัดโดยใช้ Soxhlet extractor	46
ภาพที่ ก.4	ตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่นำไประเหยตัวทำละลายออก	46
ภาพที่ ก.5	ตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่สกัดได้	47
ภาพที่ ก.6	ตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่เก็บไว้ในขวดสีชาหุ้มด้วยกระดาษฟอยด์เพื่อไม่ให้สัมผัสแสง	47

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชาชนกว่าครึ่งหนึ่งประเทศเป็นชาวนาและมีข้าวเป็นอาหารหลักประจำชาติ คนไทยผูกพันกับข้าวทั้งในด้านสังคม ประเพณี และวัฒนธรรม สำหรับการปลูกข้าวในประเทศไทยนั้นจากหลักฐานโบราณคดีได้ชี้ชัดถึงร่องรอยการปลูกข้าวที่พบเปลือกข้าวจำนวนมากในเศษเครื่องปั้นดินเผาในหลุมศพที่ตำบลโนนนกทา อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแกน มีอายุอย่างน้อย 5,000 ปี ซึ่งถือเป็นหลักฐานที่เก่าแก่ที่สุดที่พบ ซึ่งนักมนุษยวิทยาบางท่านเรียกสังคมไทยว่าสังคมวัฒนธรรมข้าว และด้วยประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนที่ราบลุ่ม มีน้ำเพียงพอ ทำให้อดีตประเทศไทยมีสายพันธุ์ข้าวที่ดีเกือบ 500 ชนิด ก่อนที่จะค่อยๆ ลดลงเหลือไม่กี่สายพันธุ์ในปัจจุบัน ดังนั้นข้าวจึงเป็นอาหารหลักของคนไทยจนมีคำว่ากล่าวว่า “ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว” สายพันธุ์ข้าวมิได้มีความผูกพันเฉพาะกับชาวไทยพื้นราบเท่านั้นแต่หากมีการแผ่กระจายไปทุกกลุ่มชาติพันธุ์ที่อาศัยอยู่ในดินแดนประเทศไทยไม่ว่าจะเป็นทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรมและพิธีกรรม

การผลิตข้าวอินทรีย์ เป็นระบบการผลิตที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม สมดุลธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ มีการจัดการระบบนิเวศที่คล้ายคลึงกับธรรมชาติ หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และฮอร์โมนต่างๆ เน้นการใช้อินทรียวัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยชีวภาพ ในการปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้ต้นข้าวมีความแข็งแรง สามารถต้านทานโรคและแมลงได้ด้วยตนเอง ผลผลิตที่ได้จึงปลอดภัยจากอันตรายของสารพิษตกค้าง ทำให้ปลอดภัยทั้งผู้ผลิต ผู้บริโภค และไม่ทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม การผลิตข้าวอินทรีย์จึงเป็นทางเลือกที่จะผลิตสินค้าอินทรีย์ที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคยุคใหม่ที่เปลี่ยนไป และเป็นการสร้างโอกาสให้กับผู้ประกอบการขนาดเล็กและขนาดย่อม และส่งเสริมการผลิต การบริโภคภายในประเทศ ลดการใช้พลังงานในการขนส่งวัตถุดิบจากแดนไกลให้เป็นรากฐานเศรษฐกิจชุมชนที่เข้มแข็งตามหลักการของการพัฒนาอย่างยั่งยืนการพัฒนาข้าวอินทรีย์ให้ยั่งยืนจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการสร้างมูลค่าเพิ่มของข้าวอินทรีย์ โดยใช้ประโยชน์จากทุกส่วนหรือมากที่สุด เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนและนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิต ซึ่งในการทำเกษตรอินทรีย์เกษตรกรมีการเผาทำลายและใช้ประโยชน์จากการผลิตไม่คุ้มค่าเต็มที่ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและการสิ้นเปลืองทรัพยากรรวมถึงต้นทุนในการผลิต ยังเป็นการสูญเสียโอกาสในการนำมาสร้างมูลค่าเพิ่ม จึงหาแนวทางการใช้ประโยชน์และการเพิ่มมูลค่าจากผลิตผลเหลือใช้ให้มากขึ้น

รำข้าว เป็นผลิตภัณฑ์จากข้าวที่ได้มากจากกระบวนการกระเทาะเปลือกนอกของข้าวออก เพื่อให้ได้ข้าวสารสำหรับบริโภค เรียกว่า กระบวนการสีข้าว โดยรำข้าวมีปริมาณร้อยละ 8-10 ของน้ำหนักข้าวเปลือกทั้งหมด รำข้าวเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ (Natural antioxidant) ที่สำคัญ ได้แก่ โทโคเฟอรอล (Tocopherols) โทโคไตรอีนอล (Tocotrienols) และออริซานอล (Oryzanols) โดยมีงานวิจัยที่ยืนยันว่าสารอาหารในรำข้าวมีประสิทธิภาพในการลดระดับคอเลสเตอรอล (Cholesterol) ในเลือดได้

โดยเฉพาะไขมันชนิดเลว (Low Density Lipoprotein) ลดความเสี่ยงของโรคหัวใจ นอกจากนี้พบว่าในรำข้าวมีสารอาหารธรรมชาติที่สามารถลดการเกิดนิ่วในร่างกายมนุษย์ได้ นอกจากนี้โทโคเฟอรอล และโทโคไตรอีนอล ซึ่งเป็นสารอาหารในน้ำมันรำข้าว สามารถยับยั้งการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในตับ มีฤทธิ์เป็นสารต้านมะเร็ง มีประสิทธิภาพในการเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย และลดการเสื่อมสภาพของเซลล์ (Chu *et. al.*, 2003) นอกจากนี้มีงานวิจัยที่พบว่า โทโคเฟอรอล และโทโคไตรอีนอล เป็นสารต่อต้านการจับตัวแข็งของเลือด มีประสิทธิภาพในการฟื้นฟูสภาพของผิวหนัง และสามารถป้องกันการเกิดโรคอัลไซเมอร์ในผู้สูงอายุได้

น้ำมันรำข้าว เป็นน้ำมันที่สกัดจากรำข้าวที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ ทำให้น้ำมันรำข้าวประกอบด้วย แกมมา-โอไรซานอล (Gamma-oryzanol), โทโคฟีรอล (Tocopherol), กรดไขมันจำเป็น เช่น Omega-3 และ Omega-6, โปรตีน, วิตามินเอ, วิตามินบีรวม และแร่ธาตุอื่น ๆ โดยเฉพาะวิตามีนอี ซึ่งในน้ำมันรำข้าวจะมีปริมาณวิตามินอีประมาณ 9-160 mg/100g จึงทำให้มีการนำน้ำมันรำข้าวไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตวิตามินอี (Cicero *et. al.*, 2001; Worasith *et. al.*, 2013;) วิธีการสกัดน้ำมันรำข้าวมีหลายวิธี เช่น การบีบเย็นหรือสกัดเย็น การสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นต้น แต่วิธีที่ได้รับความนิยมคือ การสกัดด้วยตัวทำละลาย เช่น เฮกเซน เป็นต้น เนื่องจากสามารถสกัดได้ปริมาณน้ำมันสูง และขั้นตอนไม่ยุ่งยาก แต่สารละลายเฮกเซนเป็นตัวทำละลายที่มีพิษที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ผลิตและผู้บริโภคได้หากตกค้างในผลิตภัณฑ์ จึงมีหลายงานวิจัยที่ศึกษาตัวทำละลายชนิดอื่นมาใช้ในการสกัดวิตามินอี และแกมมา-โอไรซานอล เช่น เอธานอล เอทิลอะซิเตด ไอโซโพรพานอล เป็นต้น (Sookwong *et. al.*, 2016) แต่อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการสกัดจำเป็นต้องอาศัยสภาวะที่เหมาะสม เพื่อให้การสกัดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยทั่วไปการสกัดน้ำมันรำข้าวจากเมล็ดข้าวจะใช้เมล็ดข้าวที่ผลิตจากเกษตรกรที่มีการใช้สารเคมีในขั้นตอนการปลูกข้าว ทำให้น้ำมันที่ได้อาจมีสารเคมีตกค้างอยู่ แต่ในปัจจุบันเกษตรกรไทยเริ่มมีการใช้ปุ๋ยหรือสารสกัดจากธรรมชาติแทนสารเคมี เพื่อการฆ่าแมลง และศัตรูพืชทำให้ได้เมล็ดข้าวที่ปราศจากสารเคมีตกค้าง ที่เรียกว่า เมล็ดข้าวอินทรีย์ ซึ่งตำบลหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ จัดว่าเป็นตำบลต้นแบบในการปลูกข้าวอินทรีย์ของจังหวัดอุตรดิตถ์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาวิตามินอีในน้ำมันจากรำข้าวอินทรีย์ของเมล็ดข้าวอินทรีย์ที่เพาะปลูกในตำบลหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายที่สภาวะต่าง ๆ และวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีด้วยเทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี เพื่อเพิ่มมูลค่าของข้าวอินทรีย์ในชุมชน และทดแทนการนำเข้าวัตถุดิบในการผลิตด้านต่างๆ เช่น การผลิตอาหาร สบู่ แชมพู เป็นต้น

1.2 โจทย์วิจัย

การสกัดและหาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี

1.3 คำถามการวิจัย

1.3.1 วิธีการสกัดน้ำมันจากรำข้าวอินทรีย์ทำอย่างไร

1.3.2 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันจากรำข้าวอินทรีย์ทำอย่างไร

1.3.4 ผลการสกัดและหาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันจากรำข้าวอินทรีย์เป็นอย่างไร

1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.4.1 เพื่อหาวิธีการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์จากเมล็ดข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง 105

1.4.2 เพื่อหาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์โดยวิธีทางเทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.5.1 สามารถสกัดน้ำมันจากรำข้าวอินทรีย์จากเมล็ดข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง 105 ด้วยตัวทำละลายได้

1.5.2 สามารถหาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ได้

1.5.3 เป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าของข้าวอินทรีย์

1.6 ขอบเขตของโครงการวิจัย

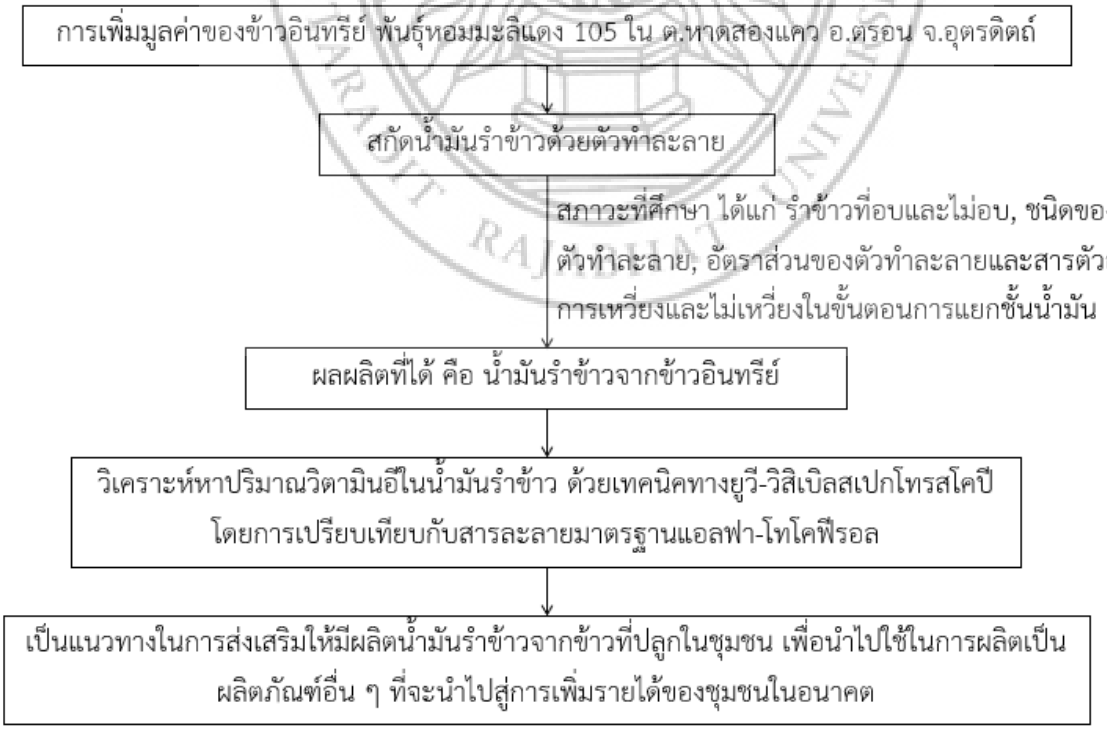
รำข้าวของเมล็ดข้าวอินทรีย์พันธุ์หอมมะลิแดง 105 ในตำบลหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์

1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

สารสำคัญ (Ingredient) หมายถึง สารวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ที่สกัดได้

น้ำมันรำข้าวอินทรีย์ (Rice bran oil) หมายถึง น้ำมันที่ได้จากการสกัดรำข้าวของเมล็ดข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง 105 ในตำบลหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักเท่ากับ 1.3120 โดยวิธีการสกัดด้วยสารละลายเฮกเซนและเอธานอล

1.8 สมมุติฐาน/กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



บทที่ 2
การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 องค์ประกอบทางเคมีของข้าว

องค์ประกอบทางเคมีของข้าวมีผลมาจากพันธุ์ สภาวะการปลูก การเก็บเกี่ยว และกระบวนการแปรรูปจากข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องและข้าวสาร การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยทั่วไปใช้วิธีการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (proximate analysis) เพื่อให้ทราบองค์ประกอบทางเคมี หรือสารอาหารหลักที่มีในข้าว คือ โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรตเป็นหลักนอกจากนี้เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่ให้คุณค่าทางอาหาร และโภชนาการ ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ และปริมาณกรดอะมิโนที่มีในโปรตีนของข้าว (Juliano, 1993)

2.1.1 ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าว

เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเปลือก และส่วนที่ได้จากการกะเทาะเปลือก ขัดขาว และขัดมัน พบว่าแต่ละส่วนมีองค์ประกอบทางเคมี (หน่วยกรัม (g)) คือ โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า คาร์โบไฮเดรต ที่ร่างกายย่อยได้ เส้นใยอาหาร (ด้วยวิธีใช้สารซักฟอกที่เป็นกลาง) และพลังงาน (ทั้งหน่วยกิโลจูล (kJ) และหน่วยกิโลแคลอรี (kcal)) แตกต่างกัน (ตารางที่ 2.1)

จากตารางที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่า ข้าวเปลือกจะมีโปรตีนประมาณ 5.8-7.7 g, ไขมัน 1.5-2.3 g, เส้นใยหยาบ 7.2-10.4 g, เถ้า 2.9-5.2 g, คาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายย่อยได้ 64-73 g, เส้นใยอาหาร 16.4-19.2 g และให้พลังงานประมาณ 1,580 กิโลจูล หรือ 378 กิโลแคลอรี เมื่อกะเทาะเปลือกของข้าวเปลือกได้เป็นข้าวกล้อง ทำให้มีสารอาหารซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีเพิ่มขึ้น ในปริมาณโปรตีน (7.1-8.3 g), ไขมัน (1.6-2.8 g), คาร์โบไฮเดรต (73-87 g) และพลังงาน (1,520-1,610 กิโลจูล หรือ 363-385 กิโลแคลอรี) แต่ทำให้ปริมาณเส้นใยหยาบ (0.6-1.0 g), เถ้า (1.0-1.5 g) และ เส้นใยอาหาร (2.9-3.9 g) ลดลง เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้มีมากในแกลบ (เปลือกแข็งหุ้มเมล็ด) นั้นเอง ส่วนข้าวสารซึ่งได้จากการขัดขาวมีปริมาณสารอาหาร คือ โปรตีน (6.3-7.1 g), ไขมัน (0.3-0.5 g), เส้นใยหยาบ (0.2-0.5 g), เถ้า (0.3-0.8 g), เส้นใยอาหาร (0.7-2.3 g) รวมทั้งพลังงาน (1,460-1,560 กิโลจูล หรือ 349-373 กิโลแคลอรี) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้อง เพราะส่วนของเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด นิวเซลลัส ชั้นแอลิวโรน รวมทั้งคัพภะหลุดออกไป ทำให้เมล็ดข้าวสารมีสีขาวขึ้นและมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต (77-89 g) เพิ่มขึ้น สำหรับผลพลอยได้จากจากขัดสีข้าวเปลือกที่สำคัญ คือ รำข้าว ซึ่งประกอบด้วย รำจากการขัดมัน และคัพภะ ปนกันอยู่ทำให้มีสารอาหารซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายอยู่สูง คือ โปรตีน (11.3-14.9 g), ไขมัน (15.0-19.7 g), เส้นใยหยาบ (7.0-11.4 g), เถ้า (6.6-9.9 g), เส้นใยอาหาร (24-29 g) แต่มีคาร์โบไฮเดรต (34-62 g) และพลังงาน (670-1,990 กิโลจูล) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสาร ผลพลอยได้อีกอย่าง คือ แกลบ (เปลือกแข็งหุ้มเมล็ด) ประกอบด้วย โปรตีน (2.0-2.8 g), ไขมัน (0.3-0.8 g) และคาร์โบไฮเดรตน้อยที่สุด (22-24 g) ในขณะที่มีเส้นใยหยาบ (34.5-45.9 g), เถ้า (13.2-21.0 g, เส้นใยอาหาร (66-74 g) มากที่สุด และมีพลังงานประมาณ 1,110-1,390 kJ หรือ 265-332 kcal

ตารางที่ 2.1 ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของข้าวเปลือกและส่วนที่ได้จากการขัดสีที่ 14% ความชื้น

ส่วนของข้าวเปลือก	โปรตีน (g)	ไขมัน (g)	เส้นใย (g)	เถ้า (g)	คาร์โบไฮเดรต (g)	เส้นใยอาหาร (g)	พลังงาน (kJ)	พลังงาน (kcal)
ข้าวเปลือก	5.8-7.7	1.5-2.3	7.2-10.4	2.9-5.2	64-73	16.4-19.2	1,580	378
ข้าวกล้อง	7.1-8.3	1.6-2.8	0.6-1.0	1.0-1.5	73-87	2.9-3.9	1,520-1,610	363-385
ข้าวสาร	6.3-7.1	0.3-0.5	0.2-0.5	0.3-0.8	77-89	0.7-2.3	1,460-1,560	349-373
รำข้าว	11.3-14.9	15.0-19.7	7.0-11.4	6.6-9.9	34-62	24-29	670-1,990	399-476
แกลบ	2.0-2.8	0.3-0.8	34.5-45.9	13.2-21.0	22-34	66-74	1,110-1,390	265-332

ที่มา : Juliano (1993)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณวิตามินและเกลือแร่ของข้าวเปลือก และส่วนที่ได้จากขัดสีที่ 14% ความชื้น

ส่วนของข้าว	ไทอะมิน (mg)	ไรโบเฟลวิน (mg)	ไนอะซิน (mg)	แอลฟา - โทโคฟีรอล (mg)	แคลเซียม (mg)	ฟอสฟอรัส (g)	ไฟทินฟอสเฟค (g)	เหล็ก (mg)	สังกะสี (mg)
ข้าวเปลือก	0.26-0.33	0.06-0.11	2.9-5.6	0.90-2.00	10-80	0.17-0.39	0.18-0.21	1.4-6.0	1.7-3.1
ข้าวกล้อง	0.29-0.61	0.04-0.14	3.5-5.3	0.90-2.50	10-50	0.17-0.43	0.13-0.27	0.2-5.2	0.6-2.8
ข้าวสาร	0.02-0.11	0.02-0.06	1.3-2.4	0.075-0.30	10-30	0.08-0.15	0.02-0.07	0.2-2.8	0.6-2.3
รำข้าว	1.20-2.40	0.18-0.43	26.7-49.9	2.60-13.3	30-120	1.1-2.5	0.9-2.2	8.6-43.0	4.3-25.8
แกลบ	0.09-0.21	0.05-0.07	1.6-4.2	0	60-130	0.03-0.07	0	3.9-9.5	0.9-4.0

ที่มา : Juliano (1993)

2.1.2 ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุของข้าว

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณวิตามิน ได้แก่ ไทอะมิน (วิตามินบี 1), ไรโบเฟลวิน (วิตามินบี 2), ไนอะซิน (กรดนิโคทินิก), และเอลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) และแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสในไฟทิน เหล็ก และสังกะสี (ตารางที่ 2.2) ของข้าวเปลือก และส่วนที่ได้จากการแปรรูปข้าว (14% ความชื้น) ผลปรากฏว่า ข้าวเปลือกมีวิตามินในกลุ่มบี คือ ไนอะซิน (2.9-5.6 mg) มากที่สุดรองลงมาคือ แอลฟา-โทโคฟีรอล (0.90-2.00 mg) มีไทอะมิน (0.26-0.33 mg) น้อยและ ไรโบเฟลวิน (0.06-0.11 mg) น้อยที่สุดในกลุ่มวิตามินที่วิเคราะห์ได้ ข้าว วิตามิน วิตามินดี และวิตามินซีเมื่อกะเทาะเปลือกข้าวออก ได้ข้าวกล้องซึ่งมีไนอะซิน (3.5-5.3 mg) มากที่สุด และมากกว่าข้าวเปลือก รองลงมาคือแอลฟา-โทโคฟีรอล (0.90-2.50 mg) และ ไทอะมิน (0.29-0.61 mg) และไรโบเฟลวิน (0.04-0.14 mg) ตามลำดับ โดยมีปริมาณมากกว่าข้าวเปลือก เมื่อขัดขาวและขัดมันกล้องได้เป็นข้าวสารมีวิตามินทุกตัวลดลงโดยเฉพาะแอลฟา-โทโคฟีรอล (0.075-0.30 mg) รองลงมาคือไนอะซิน (1.3-2.4 mg) ไทอะมิน (0.02-0.11 mg), ไรโบเฟลวิน (0.02-0.06 mg) ตามลำดับ เมื่อเทียบกับข้าวกล้อง แสดงว่าวิตามินมีอยู่ในส่วนเยื่อหุ้มผล เยื้อหุ้มเมล็ด ชั้นแอลิวโรน และคัพภะซึ่งเป็นแหล่งของวิตามินอีและไนอะซิน ดังนั้นรำข้าวที่ได้จากการขัดขาว และขัดมัน จึงมีไนอะซินถึง 26.7-49.9 mg และวิตามินอีถึง 2.60-13.3 mg มีไทอะมิน (1.20-2.40 mg) และไรโบเฟลวิน (0.18-0.43 mg) มากกว่าข้าวสาร ส่วนแกลบจะมีวิตามินน้อย และไม่พบวิตามินอีเลย

สำหรับแร่ธาตุในข้าวเปลือกจะมีแคลเซียม 10-80 mg, ฟอสฟอรัส 0.17-0.39 g, ฟอสฟอรัสในไฟทิน 0.18-0.21 g, เหล็ก 1.4-6.0 mg และสังกะสี 1.7-3.1 mg ในข้าวกล้องมีแคลเซียม (10-50 mg), เหล็ก (0.2-5.2 mg) และสังกะสี (0.6-2.8 mg) ลดลงแต่ปริมาณฟอสฟอรัส และฟอสฟอรัสในไฟทินใกล้เคียงกับข้าวเปลือก สำหรับในข้าวสารมี แร่ธาตุทุกตัวลดลง แสดงว่า แร่ธาตุจะมีอยู่ในส่วนเปลือก เยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด ชั้นแอลิวโรน และคัพภะทำให้รำข้าวมีปริมาณแคลเซียม (30-120 mg) มาก และมีฟอสฟอรัส (1.1-2.5 g), ฟอสฟอรัสในไฟทิน (0.9-2.2 g), เหล็ก (3.9-9.5 mg) และสังกะสี (0.9-4.0 mg) น้อยกว่าในรำ แต่มากกว่าในข้าวสาร ข้าวกล้อง และข้าวเปลือก ดังนั้นจากตารางที่ 2.2 แสดงให้เห็นว่า รำจะเป็นแหล่งของวิตามิน และแร่ธาตุที่ดีที่สุดรองลงมาคือ ข้าวกล้อง และข้าวสาร ตามลำดับ จึงควรนำรำมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหารมนุษย์แทนการนำไปเป็นอาหารสัตว์ และควรบริโภคข้าวกล้อง ซึ่งให้คุณค่าทางอาหารมากกว่าข้าวสาร

การสะสมของวิตามินในโครงสร้างของเมล็ดข้าวมีผลต่อการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินในข้าวเปลือก และส่วนที่ได้จากการขัดสีข้าว (ตารางที่ 2.3) จะเห็นว่า แอลฟา-โทโคฟีรอล (วิตามินอี) สะสมมากที่สุด (95%) ในรำส่วนที่เป็นคัพภะอยู่ในส่วนข้าวสาร (เนื้อของเมล็ด) น้อยกว่า 5% ในกลุ่มวิตามินพบว่าไทอะมิน (วิตามินบี 1) มีมากในรำ (78%) โดยเฉพาะรำที่ได้จากการขัดขาว (65%) ซึ่งประกอบด้วยเยื่อหุ้มผล เยื้อมหุ้มเมล็ด ชั้นแอลิวโรน และคัพภะ ในรำขัดมัน (เรียกว่า รำข้าว) มีไทอะมินเพียง 13% จะเป็นส่วนรำขัดขาวที่เหลืออยู่ชั้นซับ แอลิวโรน และเนื้อของเมล็ดบางส่วน ซึ่งสอดคล้องกับค่าที่วิเคราะห์ได้ในตารางที่ 2.3 ทำนองเดียวกับไนอะซินที่สะสมอยู่ในส่วนรำขัดขาว (54%) มากกว่าในรำขัดมัน (13%) แต่ต่างจากไรโบเฟลวิน (วิตามินบี 2) ซึ่งสะสมอยู่ในข้าวสาร (54%) มากกว่าในรำขัดขาว (39%) และ รำขัดมัน (8%) ตามลำดับ

ตารางที่ 2.3 การสะสมของวิตามินในรำ และข้าวสาร

ส่วนของข้าว	%การสะสมของวิตามิน (ต่อ 100% ของวิตามินทั้งหมด)			
	ไทอะมิน	ไรโบเฟลวิน	ไนอะซิน	แอลฟา-โทโคฟีรอล
รำ	78	47	67	95
รำขัดขาว (bran)	65	39	54	-
รำขัดมัน (polish)	13	8	13	-
คัพภะ	-	-	-	95
ข้าวสาร	22	53	33	5

ที่มา : Juliano (1993)

น้ำมันรำข้าว เป็นผลผลิตจากรำข้าวดิบซึ่งหมายถึง ส่วนผสมของรำละเอียด และคัพภะและจากกรรมวิธีการทำน้ำมันรำข้าว ก็จะได้รำที่สกัดน้ำมันออกแล้วซึ่งนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อื่นได้ต่อไป

รำที่ผ่านการสกัดไขมันแล้วสามารถนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตโคจิ (Koji) ซึ่งเป็นหัวเชื้อในการทำเต้าเจี๊ยว (มิโซ) แบบญี่ปุ่น และซอสถั่วเหลือง แบบญี่ปุ่นได้เป็นอย่างดี

สายสนม และคณะ (2533) ทดลองนำไขที่แยกทิ้งจากกระบวนการกำจัดไข นำมาทำให้บริสุทธิ์ด้วยตัวทำละลายเฮกเซนร่วมกับไอโซโพรพานอล ได้ไขบริสุทธิ์ 18% ต่อจากนั้นสายสนม และคณะ (2534) นำไขรำข้าวที่ทำให้บริสุทธิ์แล้วนี้พัฒนาเป็นอิมัลซันไขรำข้าว แลไขผสมระหว่างไขรำข้าวกับไขคาร์นอบา เพื่อเคลือบผัก และผลไม้ ผลปรากฏว่าสามารถใช้เคลือบผลมะนาวให้สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 1 เดือน และไม่แตกต่างจากไขคาร์นอบาล้วนที่มีขายทางการค้า

น้ำมันรำดิบประกอบไปด้วย ลิพิดที่ผ่านการสะพอนิฟิเคชัน (saponifiable lipids) และลิพิดที่ไม่ผ่านการสะพอนิฟิเคชัน (unsaponifiable lipids) 4.2% นอกจากนี้ยังมีออริซานอล (Oryzanol) ซึ่งเป็นสารประกอบเอสเทอร์ของกรดเฟอริวลิก มีในน้ำมันรำข้าวดิบประมาณ 1.5% โดยกระบวนการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ด้วยเบส และการฟอกสี มีผลให้ระดับออริซานอลลดลง ดังนั้นถ้าลดกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ลงให้มากที่สุดได้ จะช่วยให้น้ำมันมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าน้ำมันบริสุทธิ์

ออริซานอล รวมทั้งโทโคไตรอีนอล และโทโคฟีรอล ซึ่งมีคุณสมบัติ เป็นสารยับยั้งการเกิดออกซิไดส์ มีผลต่อการลดระดับคอเลสเทอรอลในเลือด

น้ำมันที่เหมาะสมในการทอดอาหารประเภทชุบแป้งทอด คือ น้ำมันรำข้าว เนื่องจากมีคุณสมบัติเหมาะสม ได้แก่ความคงตัวดี สามารถใช้ซ้ำได้ 6 – 7 รอบ มีจุดควันที่ 213 °C ซึ่งสูงกว่าน้ำมันถั่วลิสง นอกจากนั้นยังใช้เป็นส่วนผสมของน้ำมันสลัดได้อย่างดี เพราะไม่มีกลิ่นรส เมื่อใช้ร่วมกับน้ำส้มจากข้าว จะช่วยให้กลิ่นรสของส่วนผสมดีขึ้น (Kruzer, 2000)

ส่วนการสกัดโปรตีนออกจากรำข้าวสกัดไขมันนี้ได้โดยการบดรำข้าวสกัดไขมันให้ละเอียด ใช้สารละลายเบสในการสกัดโปรตีน แล้วเหวี่ยงแยกตะกอนโปรตีน ทำให้แห้งได้เป็นโปรตีนสกัดเข้าข้น ส่วนของแข็งที่เหลืออยู่นำไปเป็นอาหารสัตว์ได้ สำหรับโปรตีนสกัดเข้มข้นใช้เป็นส่วนผสมอาหาร เพื่อเสริมโปรตีน

เช่น เครื่องดื่ม ขนมหวาน และเครื่องดื่มคล้ายน้ำมัน เป็นต้น จะเห็นขั้นตอนในกระบวนการการแปรรูปน้ำมันว่า จะทำให้ได้สารอื่นที่มีประโยชน์ด้วย ถ้าเพิ่มขั้นตอนการทำให้ได้สารนั้นบริสุทธิ์ขึ้น เช่น จากน้ำมันรำข้าวดิบในขั้นการกำจัดไขได้ไข จากขั้นการจำกัดกัมได้เลซิทิน จากขั้นการกำจัดกรดได้สบู่ จากขั้นการกำจัดกลิ่นได้โทโคฟีรอล และจากขั้นการทำให้น้ำมันใสจะได้สเทียริน เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำมันรำข้าวให้ดีขึ้นด้วยกระบวนการไฮโดรจีเนชัน และปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอิฟิเคชัน รวมทั้งกระบวนการอื่น ๆ ซึ่งทำให้ได้เป็นสารประกอบที่มีประโยชน์อีกหลายชนิดจากน้ำมันรำข้าวดิบ และรำข้าวปราศจากไขมัน

ตารางที่ 2.4 สมบัติทางเคมีของรำข้าวเจ้า

สมบัติทางเคมี	รำนึ่ง (g)	กากรำ (g)
องค์ประกอบทางเคมี/100 g		
- ความชื้น	8.23±0.18**	9.29±0.24
- โปรตีน	11.66±0.27***	16.87±0.42
- ไขมัน	23.63±0.82***	0.44±0.08
- เถ้า	8.96±0.40**	12.33±0.41
- เส้นใยอาหาร (dietary fiber)	27.96±1.19***	36.74±2.61
- คาร์โบไฮเดรต	19.45±1.96^{ns}	23.7±3.64
ไฟเทต (mg/g)	81.09±9.33***	105.63±14.79
อะฟลาทอกซิน บี 1	ไม่พบ	ไม่พบ
ค่าวอเตอร์ แอกทิวิตี (Aw)	0.507±0.006***	0.478±0.003
ค่าความเป็นกรด – เบส (pH)	6.08±0.06**	5.80±0.06
สตาร์ช (ร้อยละ)	26.82±2.68^{ns}	29.35±3.71

a หมายถึง ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่คำนวณจากเส้นใยทั้งหมด

** หมายถึง มีความแตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $(p < 0.01)$

*** หมายถึง มีความแตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $(p < 0.001)$

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $(p > 0.05)$

ที่มา : ดวงใจ และ บุญทวี (2544)

ตารางที่ 2.5 คุณภาพทางจุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัสของข้าวเจ้า

คุณภาพของรำข้าวเจ้า	รำนึ่ง	กากรำนึ่ง
คุณภาพทางจุลชีววิทยา		
- TPC (cfu / g)	$5.0\times10^5\pm5.3\times10^5$	$2.0\times10^5\pm1.7\times10^5$
- ยีสต์ (cfu / g)	0	$4.2\times10^2\pm6.8\times10^2$
- รา (cfu / g)	$6.4\times10^3\pm8.3\times10^3$	$3.2\times10^2\pm3.0\times10^2$
คุณภาพทางประสาทสัมผัส		
- กลิ่น	กลิ่นเหม็นปานกลางถึงมาก	กลิ่นหอมปกติ
- สี	สีคล้ำปานกลางถึงมาก	สีอ่อน

ที่มา : ดวงใจ และ บุญทวี (2544)

โดยเอนไซม์ลิเพสจะทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสต่อน้ำมันในรำข้าวทำให้เกิด กลีเซอรอล และกรดไขมันอิสระ เอนไซม์เพอรอซิเดส ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสต่อน้ำมันในรำข้าวทำให้เกิด กลีเซอรอล และกรด ไขมันอิสระ เอนไซม์เพอรอซิเดส ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของไขมัน และโทโคฟีรอล ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ก็มีผลในการส่งเสริมการทำงานของเอนไซม์ลิเพสนอกจากนี้ยังมีสารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โปรติเอส ซึ่งมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโต และทำให้อาหารไม่ได้รับการย่อยในร่างกายเท่าที่ควร ดังนั้น เพื่อปรับปรุงคุณภาพของรำข้าวให้สามารถนำมาใช้เป็นอาหารมนุษย์ เก็บรักษาได้นานเป็นวัตถุดิบสำหรับการแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์อาหารอื่นได้ก็ต้องแยกสิ่งที่ทำให้รำเสื่อมเสีย โดยจัดระบบการแปรรูป เช่น การทำข้าวนึ่งจะได้รำที่มีความคงตัวดีนำรำข้าวมาผ่านความร้อนเพื่อทำลายการทำงานของเอนไซม์โดยวิธีการอบลมร้อนหรือการผ่านเข้าเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ จะทำให้รำมีคุณภาพดีขึ้นนำไปสกัดน้ำมันได้ปริมาณมากขึ้นกว่าการสกัดจากรำดิบ

รำละเอียดที่ปรับปรุงคุณภาพดีแล้วสามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมอาหารเด็กอ่อน รำข้าวที่ผ่านการอบให้คงตัวแล้วแบบธรรมดา และแบบรำสกัดไขมันแล้ว สามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด อรอนงค์ และคณะ (2544) ทดลองผลิตอาหารว่างเพื่อสุขภาพแบบกรอบพอง โดยใช้เครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ มีส่วนผสมดังนี้ คือ ข้าวโพดเกล็ด 70% โปรตีนถั่วเหลืองสกัด (Soy protein isolate) 10.5%, แป้งถั่วเหลือง ไขมันเต็ม 4% รำข้าวผ่านการทำให้คงตัวแล้ว 10% และปรุงรสด้วยกลิ่นรสบาร์บีคิว เสริมวิตามินและไอโอดีน ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในเกณฑ์ดี มีคุณค่าทางอาหารดีกว่าอาหารว่างทั่วไปโดยมีโปรตีน เส้นใยอาหาร วิตามิน และเกลือแร่ เพิ่มขึ้น

ดวงใจ และบุญทวี (2544) ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพเคมี และจุลชีววิทยาของรำข้าวเจ้าพร้อมทั้งประเมินคุณภาพในการนำไปใช้เป็นอาหาร โดยศึกษาในรำข้าวเจ้านึ่ง และกากรำข้าวเจ้า (กากรำ) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันของรำนึ่ง รำนึ่งมีสีเหลืองออกแดง ขณะที่กากรำมีสีเหลืองอ่อน รำทั้งสองชนิดมีสิ่งแปลกปลอมน้อย โดยมีอนุภาคของรำนึ่งส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่กว่า 50 เมช ขณะที่อนุภาคของกากรำส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 50 เมช รำนึ่ง และกากรำมีความหนืดต่ำ และรำข้าวทั้งสองชนิดไม่เกิดเจล ส่วนประกอบทาง

เคมีของรำนึ่งมีน้อยกว่ากากรำ ยกเว้นไขมัน รำทั้งสองชนิดมีปริมาณแป้งน้อย ปริมาณไฟเทตสูง และไม่พบอะฟลาทอกซินบี 1 พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดค่อนข้างสูงในรำข้าวทั้งสองชนิด แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (<106 โคโลนี / g) และมีปริมาณราเกินเกณฑ์ของอาหารประเภทแป้ง (>102 โคโลนี / g) ไม่พบยีสต์ในรำนึ่ง แต่พบมากในกากรำ และจากผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า กากรำมีกลิ่นหอมของรำปกติและมีสีอ่อน ขณะที่รำนึ่งมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวและมีสีคล้ำ จึงสามารถประเมินผลได้ว่ากากรำมีข้อดีทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสมากกว่ารำนึ่งในการพิจารณานำไปใช้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารโดยตรง แต่สามารถนำไปใช้โดยอ้อม เช่นนำไปใช้สกัดเอาสารที่มีประโยชน์ และถ้าต้องการนำมาใช้โดยตรงควรนำไปผ่านกระบวนการบางอย่าง เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ และปรับปรุงเรื่องสุขลักษณะของโรงงานสกัดน้ำมันในการผลิตและเก็บรักษาให้เหมาะสม

ตารางที่ 2.6 องค์ประกอบทางเคมีของรำหยาบและรำละเอียดจากข้าว

องค์ประกอบทางเคมี (คิดที่ความชื้น 14%)	รำหยาบ	รำละเอียด
โปรตีน (%Nx6.25)	12.0-15.6	11.8-13.0
ไขมัน (%)	15.0-19.7	10.1-12.4
เส้นใยหยาบ (%)	7.0-11.4	2.3-3.2
คาร์โบไฮเดรต (%)	34.1-52.3	51.1-55.0
เถ้า (%)	6.6-9.9	5.2-7.3
แคลเซียม (mg / g)	0.3-1.2	0.5-0.7
แมกนีเซียม (mg / g)	5-13	6-7
ฟอสฟอรัส (mg / g)	11-25	10-22
ไฟทิน ฟอสฟอรัส (mg / g)	9-22	12-17
ซิลิกา (mg / g)	6-11	2-3
สังกะสี (ไมโครg / g)	43-258	17-60
วิตามิน		
ไทอะมิน (บี 1) (µg / g)	12-24	3-19
ไรโบเฟลวิน (บี 2) (µg / g)	1.8-4.3	1.7-2.4
ไนอะซิน (µg / g)	267-499	224-389

ที่มา : Luh *et. al.* (1991)

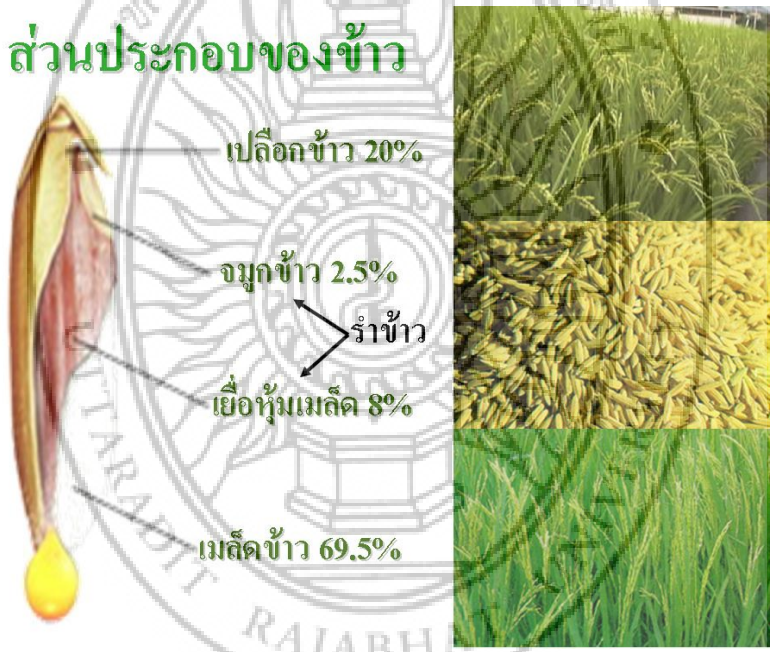
โดยรำหยาบจะมีโปรตีน, ไขมัน, เส้นใยหยาบ, เถ้า, แร่ธาตุบางชนิด และวิตามินบางชนิดมากกว่ารำละเอียด ยกเว้นคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นจึงมีการนำรำข้าวไปสกัดน้ำมัน สกัดโปรตีน และสารอาหารอื่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้นได้จากเดิมที่ใช้เป็นอาหารสัตว์เท่านั้น (Luh *et. al.*, 1991)

รำข้าวนอกจากจะประกอบด้วยสารอาหาร เช่น โปรตีน, ไขมัน, เส้นใยหยาบ, แร่ธาตุที่จำเป็นและวิตามินหลายชนิดแล้ว ยังประกอบด้วยเอนไซม์, จุลินทรีย์, แมลง และสิ่งเจือปนที่ไม่พึงประสงค์อีกมากมายหลายชนิด ยิ่งถ้ากระบวนการแปรรูปไม่มีการควบคุมที่เหมาะสมในขั้นตอนสุดท้ายที่ได้รำออกมาแต่ละขั้นตอนและการนำมารวมกับส่วนอื่น ๆ ก็ยิ่งจะทำให้รำมีสิ่งเจือปนมาก แต่อย่างไรก็ตามรำข้าวก็ยังมีคุณค่าทางอาหารมากสำหรับการใช้เป็นอาหารสัตว์ (Luh *et. al.*, 1991)

ในรำข้าวมีน้ำมัน (ไขมัน) อยู่ประมาณ 20% ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันที่มีประโยชน์ต่อร่างกายประเภทกรดไขมันไม่อิ่มตัว และกรดไขมันที่จำเป็นในประมาณมาก เช่น กรดโอลิอิก 42.5%, ลิโนเลอิก 39.1% และปาล์มมิติก 15% ส่วนกรดไขมันที่มีน้อยเช่น กรดสเทียริก 1.9%, ลิโนเลนิก 1.1%, ไมรีสติก 0.2% และบีเฮนิก 0.2%

เอนไซม์ จุลินทรีย์ และแมลง เป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมเสียของรำโดยเฉพาะเอนไซม์ลิเพส (lipase) และออกซิเดส (oxidase) จะทำให้เกิดการเสื่อมเสียของส่วนองค์ประกอบที่เป็นไขมันในรำข้าว

2.1.3 รำและผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของข้าว

รำ หมายถึง ส่วนเยื่อหุ้มผล, เยื้อมหุ้มเมล็ด, นิวเซลลัส, ชั้นแอลิวโรน และชั้นแอลิวโรนและมักจะรวมส่วนของคัพภะเข้าไว้ด้วย เนื่องจากในกระบวนการขัดสีข้าวกล้องให้เป็นข้าวสาร ส่วนใหญ่ต้องการข้าวสารที่ขาวจึงขัดผิวข้าวกล้องจนถึงชั้นซับแอลิวโรน ทำให้คัพภะหลุดจากเนื้อเมล็ด รวมอยู่ด้วย ดังนั้นปริมาณชนิดของโครงสร้าง และองค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวที่ได้จากกระบวนการสีข้าว นับจากการกะเทาะเปลือกหุ้มแข็ง (แกลบ) ออกไปแล้ว จะขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว และสภาวะแวดล้อมที่ปลูกจนถึงกรรมวิธีในการขัดผิวเมล็ดข้าวกล้อง การขัดขาว และการขัดมันเพื่อให้ข้าวสารขาว และมันวาว ทำให้องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว ขึ้นอยู่กับส่วนของรำที่ได้จากกระบวนการสีข้าว ซึ่งโดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ รำหยาบ (bran) ซึ่งได้จากการ

ขัดผิวเมล็ดข้าวกล้อง และรำละเอียด (polish) ได้จากการขัดขาวและขัดมัน จึงทำให้มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันบ้าง

2.2 ข้อมูลที่เกี่ยวกับพันธุ์ข้าว

ข้าวหอมมะลิแดง 105 เป็นข้าวที่พัฒนามาจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 แต่มีชั้นรำเป็นสีแดง ชั้นรำที่มีสีแดงหรือสีดำจะมีสารที่เรียกว่า แอนโทไซยานิน (anthocyanin) อยู่ สารชนิดนี้ในประเทศจีนและพม่าถือว่ามีฤทธิ์ทางยาเช่น สร้างความแข็งแรงของเลือด มีผลในการต้านอนุมูลอิสระและก็เช่น เดียวกันที่ข้าวหอมมะลิแดงจะมีคุณค่าทางโภชนาการสูงต่อเมื่อกะเทาะเปลือกออกเพียงชั้นเดียวเป็นการสีให้เป็นข้าวกล้อง ถ้าขัดสีไปหลายครั้งก็กลายเป็นข้าวขาวธรรมดาจำไว้ว่าที่ดีมีประโยชน์ก็ตรงที่มีสีแดงหรือสีดำถ้ากลายเป็นสีเรื่อย ๆ เสียแล้ว ประโยชน์ก็น้อยลง ยิ่งสีจนกลายเป็นสีขาว ก็คือข้าวขาวธรรมดา (สิทรา พรรณสมบูรณ์)

เป็นข้าวเจ้าชนิดไวต่อช่วงแสง ต้นสูงเฉลี่ย 140 เซนติเมตร กอตั้ง ต้นข้าวอ่อนล้มง่าย รวงข้าวค่อนข้างยาวแน่น คอรวงยาว ระแง้ถี่ ก้านรวงอ่อน เป็นข้าวเจ้าที่มีคุณภาพเมล็ดดีมาก เมล็ดข้าวสารใส แข็งแรง ทนต่อสภาพดินเปรี้ยวและดินเค็ม มีความทนแล้ง ได้ดีพอสมควร ปลูกในพื้นที่ดอน สภาพข้าวไร่ได้ ปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ในพื้นที่นาน้ำฝนที่มีระดับน้ำไม่เกิน 80 เซนติเมตร ในฤดูนาปี แต่คุณภาพข้าวสุกจะนุ่มและมีกลิ่นหอมมากที่สุดเมื่อปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.3 วิตามินอี

วิตามินอี (Vitamin E) หรือ โทโคฟีรอล, โทโคไทรอีนอล เป็นวิตามินที่ละลายในน้ำ ซึ่งจะถูกเก็บสะสมไว้ที่ตับ เนื้อเยื่อไขมัน หัวใจ เลือด กล้ามเนื้อ มดลูก อัณฑะ ต่อมหมวกไต ต่อมใต้สมอง มีหน่วยวัดเป็น IU โดย 1 IU = 1 mg. โดยวิตามินอีแบ่งออกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือโทโคฟีรอลและโทโคไทรอีนอล โดยทั้ง 2 กลุ่มจะแบ่งเป็น 4 รูปแบบ คือ แอลฟา บีตา แกมมา เดลตา ซึ่งในบรรดาสารทั้ง 8 ตัว แอลฟาโทโคฟีรอล จัดได้ว่ามีฤทธิ์ทางชีวภาพ แต่แกมมาโทโคฟีรอลมีประสิทธิภาพมากกว่าในการเพิ่มระดับเอนไซม์ซูปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส Superoxide Dismutase (SOD) ซึ่งมีความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระ และป้องกันโรคที่เดี่ยวข้องกับการอักเสบเรื้อรัง ซึ่งรวมไปถึงมะเร็ง โรคหัวใจ โรคชรา อัลไซเมอร์

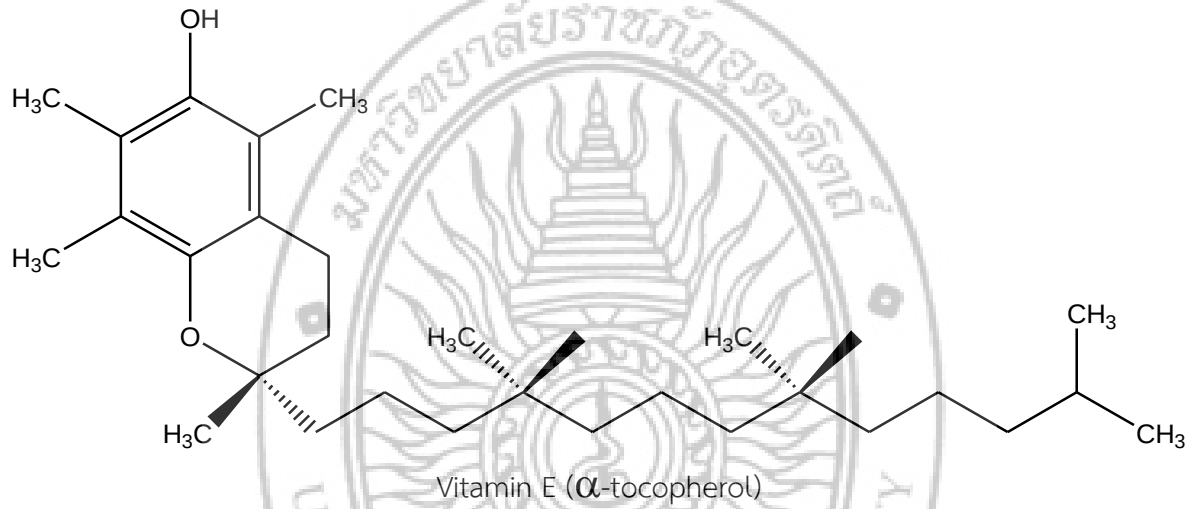
วิตามินอี เป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระชั้นเยี่ยม ป้องกันการเกิดออกซิเดชันของสารในกลุ่มไขมัน ทำงานเหมือนกับวิตามินเอ วิตามินซี ซีลีเนียม กรดแอมิโนซัลเฟอร์ นอกจากนี้วิตามินอียังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ วิตามินเอ ได้ดียิ่งขึ้น และยังทำหน้าที่สำคัญคล้ายเป็นยาขยายหลอดลมและเป็นยาต้านการแข็งตัวของเลือด โดยวิตามินอีจะต่างกับวิตามินที่ละลายในไขมันตัวอื่นคือร่างกายจะเก็บสะสมไว้เพียงชั่วระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น คล้ายๆกับวิตามินบีและวิตามินซี

แหล่งที่พบวิตามินอีตามธรรมชาติ ได้แก่ ไข่ จมูกข้าวสาลี ขนมปังโฮลวีต ซีเรียลชนิดโฮลเกรน แป้งทำขนมปังแบบเสริมวิตามิน ถั่วเหลือง น้ำมันพืช น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันข้าวโพดถั่ว เมล็ดทานตะวัน เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ (วอลนัท พีแคน ถั่วลิสง จะมีแกมมาโทโคฟีรอลมากเป็นพิเศษ) กะหล่ำปลี กะหล่ำดาว ผักใบเขียว ผักขม อะโวคาโด(เฉพาะเนื้อ) ปวยเล้ง เป็นต้น

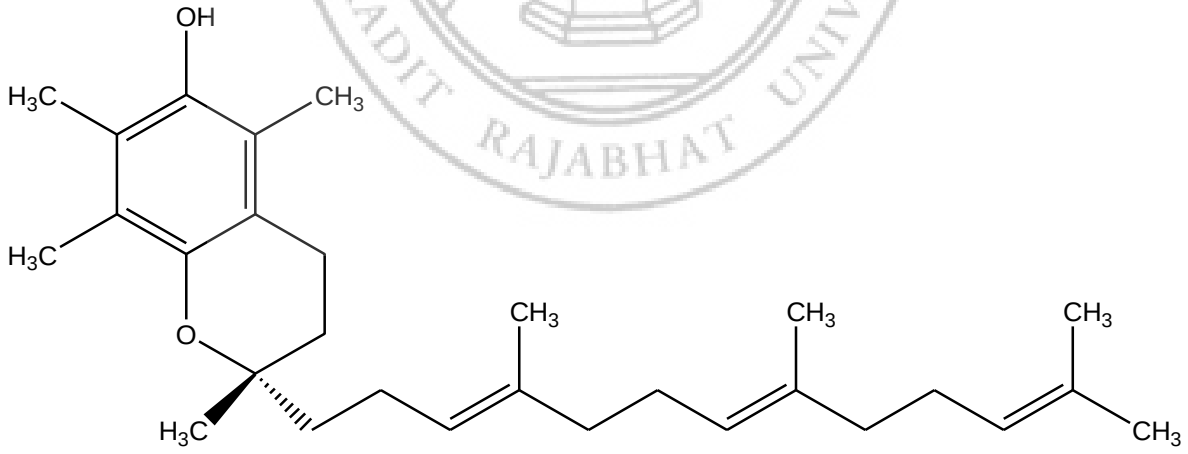
โรคจากการขาดวิตามินอี คือ เม็ดเลือดแดงถูกทำลาย กล้ามเนื้อฝ่อ และโรคโลหิตจาง โรคเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์ และศัตรูของวิตามินอี ได้แก่ ความร้อน ออกซิเจน อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง กระบวนการแปรรูปอาหาร ธาตุเหล็ก คลอรีน และน้ำมันแร่ธรรมชาติ เป็นต้น

2.3.1 โครงสร้างของวิตามินอี

วิตามินอีเป็นคำทั่วไปที่ใช้สำหรับกลุ่มของสารเคมี tocopherol tocotrienol ดังนั้นวิตามินอีจึงเป็นวิตามินที่ละลายในไขมัน วิตามินอีเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญซึ่งช่วยป้องกันไขมัน peroxidation (ซึ่งอาจนำไปสู่ความอ่อนแอของเยื่อหุ้มเซลล์) tocopherol และ tocotrienol โครงสร้างทั้งสองมีลักษณะที่คล้ายกันยกเว้นโครงสร้าง tocotrienol มีพันธะคู่ในโครงสร้างโดยการแทนที่ที่วงแหวนตำแหน่ง 5 6 7 และ 8



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างแอลฟา-โทโคฟีรอล



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างโทโคไทรอีนอล

ตารางที่ 2.7 ตำแหน่งโครงสร้างของโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล

ตำแหน่งของกลุ่มเมธิลวงแหวน	โครงสร้างโทโคฟีรอล	โครงสร้างโทโคไตรอีนอล
5,7,8	อัลฟา –โทโคฟีรอล	อัลฟา - โทโคไตรอีนอล
5,8	เบต้า –โทโคฟีรอล	เบต้า - โทโคไตรอีนอล
7,8	แกมมา – โทโคฟีนอล	แกมมา - โทโคไตรอีนอล
8	เดลต้า –โทโคฟีรอล	เดลต้า - โทโคไตรอีนอล

2.3.2 ประโยชน์ของวิตามินอี

1. ประโยชน์ของวิตามินอีช่วยทำให้แลดูอ่อนกว่าวัย โดยชะลอกระบวนการเสื่อมสภาพของเซลล์
2. ช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของคอเลสเตอรอลชนิดไม่ดี
3. ช่วยนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายเพื่อเพิ่มสมรรถภาพความทนทาน
4. ช่วยปกป้องปอดจากมลพิษทางอากาศ โดยทำงานร่วมกับวิตามินเอ
5. ช่วยป้องกันโรคมะเร็งได้หลายชนิด
6. เพิ่มประสิทธิภาพในการต่อสู้กับโรคให้เม็ดเลือดขาวชนิดทีเซลล์
7. ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งเต้านม

2.3.3 แหล่งที่มาของวิตามินอีจากอาหาร

ข้าวสาลีเป็นแหล่งที่ดีของวิตามินอี โดยจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่มา โดยเฉพาะน้ำมันจมูกข้าวสาลีเป็นแหล่งที่มีวิตามินอีธรรมชาติจำนวนมาก โดยมักนำมาใช้ในการประกอบอาหาร ซึ่งความร้อนจากการประกอบอาหารนี้สามารถทำลายวิตามินอีได้ นอกจากนี้วิตามินอีสามารถพบได้ในถั่วและเมล็ดพืชอีกด้วย และนิยมนำมาทำเป็นน้ำมันต่าง ๆ แต่ถ้าหากรับประมานวิตามินอีมากเกินไปอาจทำให้เลือดแข็งตัวและผอมลง ดังนั้นจึงควรบริโภคประมาณ 1000 mg/วัน

2.4 หลักการของการสกัด

การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction) เป็นวิธีการแยกสารที่เป็นของเหลวปนกับของเหลว หรือของแข็งปนของแข็ง โดยอาศัยสมบัติการละลายของสาร และเป็นการแยกสารที่ต้องการออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืชหรือของผสม หลักการสำคัญของการสกัดด้วยตัวทำละลาย คือการเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารที่สารต้องการออกมาให้มากที่สุด เพราะสารแต่ละชนิดจะละลายในตัวทำละลายต่างกัน และละลายได้ปริมาณต่างกัน

การสกัดสารในธรรมชาติมีหลักการทั่วไป คือ

1. เลือกแหล่งตัวอย่างที่มีสารที่เราสนใจและจัดกระทำตัวอย่างให้เหมาะสมกับการสกัด
2. ต้องทราบก่อนว่าสารที่สนใจนั้นละลายในตัวทำละลายใด โดยทั่วไปแล้วเพื่อความเรามักใช้ตัวทำละลายที่เป็นของเหลว ที่นิยมอาจเป็น น้ำ หรือแอลกอฮอล์ แต่ต้องให้แน่ใจก่อนว่าสารที่เราต้องการการสกัดนั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากับตัวทำลาย ที่เลือกนั้นเพราะว่าถ้าเป็นอย่างนั้นเราจะแยกสารที่เราสนใจได้ยาก

3. ต้องละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี ไม่ละลายสารอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการ หรือละลายได้น้อยมาก
4. ควรแยกออกจากสารละลายได้ง่ายและทำให้บริสุทธิ์ได้ง่ายเพื่อที่จะได้นำมาใช้ใหม่ได้อีก
5. การแยกสารที่สนใจออกจากตัวทำละลาย ต้องใช้วิธีที่เหมาะสม ส่วนมากแล้วใช้วิธีการระเหย หรือไม่ก็โครมาโทกราฟฟี ซึ่งมีหลายเทคนิคขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสารที่เราต้องการเป็นอย่างไร
6. ควรมีราคาถูกและหาได้ง่ายไม่มีพิษ มีจุดเดือดต่ำ

2.5 การเลือกตัวทำละลาย

การเลือกใช้ตัวทำละลายในการเตรียมสารสกัดขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายองค์ประกอบสำคัญที่ต้องการ และองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการและขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ต้องการเตรียมขึ้นอีก สารละลายอาจเป็นตัวทำละลายเดี่ยวหรือเป็นของผสมของตัวทำละลายต่าง ๆก็ได้ โดยทั่วไปสารนละลายควรมีสารต่าง ๆ ดังนี้

1. ต้องละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี
2. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด
3. ถ้าต้องการแยกสี ตัวทำละลายจะต้องไม่มีสี ถ้าต้องการแยกกลิ่น ตัวทำละลายต้องไม่มีกลิ่น
4. ไม่มีพิษ มีจุดเดือดต่ำ และแยกตัวออกจากสารที่ต้องการสกัดได้ง่าย
5. ไม่ละลายปนเป็นเนื้อเดียวกับสารที่นำมาสกัด
6. มีราคาถูก

ตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการสกัด ได้แก่ น้ำ เบนซิน อีเทอร์ โทลูอีน และเฮกเซน สำหรับการสกัดน้ำมันพืชนิยมใช้เฮกเซน ในการสกัดน้ำมันพืชนั้น เมื่อใช้เฮกเซนสกัดน้ำมันออกจากพืชแล้วต้องนำสารละลายที่ได้ไปกลั่นเพื่อแยก เฮกเซนออกไปจากสารที่สกัดได้ ต่อจากนั้นจึงกำจัดสีและกลิ่นจนได้น้ำมันพืชบริสุทธิ์

ตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการสกัด ได้แก่ น้ำ เบนซิน อีเทอร์ โทลูอีน และเฮกเซน สำหรับการสกัดน้ำมันพืชนิยมใช้เฮกเซน ในการสกัดน้ำมันพืชนั้น เมื่อใช้เฮกเซนสกัดน้ำมันออกจากพืชแล้วต้องนำสารละลายที่ได้ไปกลั่นเพื่อแยก เฮกเซนออกไปจากสารที่สกัดได้ ต่อจากนั้นจึงกำจัดสีและกลิ่นจนได้น้ำมันพืชบริสุทธิ์

การสกัดด้วยตัวทำละลาย อาจสกัดด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า ซอกซ์เลต เครื่องมือดังกล่าวนี้ใช้ตัวทำละลายปริมาณน้อย เพราะใช้วิธีการให้ตัวทำละลายหมุนเวียนผ่านสารที่ต้องการสกัดหลาย ๆ ครั้งต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งสกัดสารออกมาได้เพียงพอ

ตารางที่ 2.8 สรุปคุณสมบัติของตัวทำละลายบางชนิดที่ใช้ในการสกัดสารจากพืชธรรมชาติ

ตัวทำละลาย	คุณสมบัติ
Ether	เป็นตัวทำละลายที่ละลายสารที่ได้จำกัดชนิด ไม่ละลายสารพื้นๆชนิดอื่นที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อสมุนไพร แต่เกิด Oxidize ได้ง่าย
Hexane	เหมาะสำหรับสารที่ไม่มีขั้ว ราคาถูก
Ester	ตัวทำละลายในการสกัดสมุนไพร ทำให้ตัวยาสำคัญเข้มข้น
Water	เป็นตัวทำละลายที่สำคัญ ไม่ไวไฟ ไม่เป็นพิษ หาง่าย ราคาถูก
Acetone	เป็นตัวทำละลายที่กำจัดไขมันได้ดี แต่สามารถละลายสารพื้นฐานในพืชได้บ้าง ข้อเสีย คือ มีกลิ่นฉุน กำจัดออกได้ยาก
Ethanol	เป็นตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดองค์ประกอบสำคัญที่มีขั้ว ราคาถูก

2.6 หลักการใช้เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer

UV-VIS Spectrophotometer เป็นเครื่องมือที่วัดการดูดกลืนแสงของแสงช่วงความยาวคลื่น 190-800 nm UV-VIS Spectrophotometer ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในห้องปฏิบัติการเพื่อหาปริมาณสารอินทรีย์ในตัวอย่าง เช่น ไนไตรท์ แอมโมเนีย ฯลฯ โดยวัดการดูดกลืนแสงของสารประกอบที่มีสีเทียบกับสารละลายมาตรฐาน

2.6.1 ธรรมชาติของแสง

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) แสงมีความเร็วในสุญญากาศเท่ากับผลคูณของความยาวคลื่น (nm) และความถี่ (frequency) แต่ความเร็วในการเดินทางจะเปลี่ยนไปเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางอื่น ๆ โดยมีความเร็วในการเดินทางเท่ากับ 2.9970×10^{-16} cm/s/n (n = ดรรชนีหักเหของตัวกลาง, refractive index) แสงต่างชนิดกันจะมีความยาวคลื่นต่างกันและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วแตกต่างกันความเข้มของแสงนิยมวัดในหน่วยกำลังเทียน (candle power) หรือลูเมน (lumen) ปริมาณแสงแปรผันโดยตรงกับความเข้ม (intensity) ของแสง ดังนั้นการวัดความเข้มของแสงจึงเป็นการวัดปริมาณแสงทางอ้อมความยาวคลื่นแสงนิยมแทนด้วยอักษรกรีกคือ (แลมบ์ดา, lambda) แสงแต่ละช่วงความยาวคลื่นถูกกำหนดให้มีชื่อเรียกต่างกันตามข้อกำหนดของ the Joint Committee on Nomenclature in Applied Spectroscopy ดังนี้

แสงที่มองเห็น (visible light) เป็นแสงสีขาวที่เกิดจากการรวมกันของแสงสีต่าง ๆ มีสีหลักอยู่ 7 สี คือ สีม่วง สีคราม สีน้ำเงิน สีเขียว สีเหลือง สีแสด และสีแดง มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 400-700 nm เมื่อแสงสีขาวตกกระทบวัตถุแล้วทำให้มองเห็นวัตถุเป็นสีใดแสดงว่าวัตถุดูดกลืนแสงสีอื่นหมดแต่สะท้อนแสงสีที่ตามองเห็นออกมา แต่ถ้าวัตถุนั้นๆ ดูดกลืนแสงทุกสีไว้ได้หมดจะมองเห็นวัตถุเป็นสีดำ

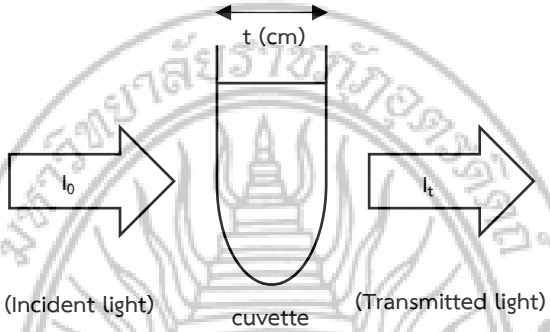
แสงอุลตราไวโอเลต (ultraviolet light) มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 210-380 nm เป็นแสงที่มีคุณสมบัติในการทำให้อิเล็กตรอนของอะตอมเกิดการส่งผ่าน (electronic transmission) เมื่อร่างกายถูกแสงนี้เป็นเวลานานอาจเกิดอันตราย ตัวอย่างเช่น ผิวหนังไหม้เกรียม เยื่อบุลูกตาถูกทำลาย และอาจทำให้เกิดเป็นมะเร็งของผิวหนังได้ เนื่องจากแสงอุลตราไวโอเลตทำให้ไธมินเบส (thymine base) ในนิวเคลียสของเซลล์รวมตัวกัน

แสงอินฟราเรด (infrared light) เป็นแสงที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า สามารถทำให้โมเลกุลของวัตถุต่าง ๆ เกิดการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงจนเกิดความร้อนขึ้นมาก เนื่องจากวัตถุส่วนใหญ่ดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นในช่วง 3,000-100,000 nm ได้ดี ดังนั้นจึงนิยมใช้รังสีอินฟราเรดในการทำให้วัตถุต่าง ๆ แห้ง เพราะมีประสิทธิภาพในการทำให้แห้งสูงกว่าการใช้ความร้อนแบบธรรมดา

2.6.2 กฎแห่งการดูดกลืนแสง

1. กฎของแลมเบิร์ต (ค.ศ.1760) กล่าวว่า แสงที่ถูกดูดกลืนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาของตัวกลางที่แสงผ่าน

$$I_t = I_o \times 10^{-kt} \quad \text{----------(1)}$$



ภาพที่ 2.4 การดูดกลืนแสงตามกฎของแลมเบิร์ต (lambert's law)

2. กฎของเบียร์ (Beer's law) กฎของเบียร์ (ค.ศ.1852) กล่าวว่า แสงที่ถูกดูดกลืนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสารในของเหลว ซึ่งเมื่อคำนวณเช่นเดียวกับกฎของแลมเบิร์ต จะได้สมการ

$$I_t = I_o \times 10^{-kc} \quad \text{----------(2)}$$

เมื่อรวมกฎทั้งสองเข้าด้วยกัน(Beer-Lambert's law) โดยการบวกสมการที่ (1) และสมการที่ (2) จะได้สมการใหม่ดังนี้

$$I_t = I_o \times 10^{-\varepsilon ct} \quad \text{----------(3)}$$

แต่แสงส่องผ่าน (transmittance, T) มีค่าเท่ากับ I_t/I_o และแสงที่ถูกดูดกลืน (absorbance, A หรือ optical density, OD) มีค่าเท่ากับ log (I_o/I_t) ดังนั้น

$$A = \varepsilon ct \quad \text{----------(4)}$$

หรือ

$$A = -\log T \quad \text{----------(5)}$$

ε = molar absorptivity สารแต่ละชนิดมีค่า ε คงที่ในแต่ละช่วงคลื่น มีหน่วยเป็น $mole^{-1}cm^{-1}$

c = ความเข้มข้นของสารในหน่วย mole/L

t = ความหนาของสารละลายในหน่วย cm

2.6.3 ชนิดของเครื่องวัดการดูดกลืนแสง

1. ชนิดลำแสงเดี่ยว (single beam type) ใช้ลำแสงลำเดียวกันสำหรับวัดสารอ้างอิง (reference หรือ blank) และสารตัวอย่าง (sample) การวัดความเข้มแสงกระทำโดยปรับ 0 %T แล้วปรับ 0A หรือ 100 %T ด้วยสารอ้างอิง หลังจากนั้นวัดค่าของสารตัวอย่างในหน่วย A หรือ %T ชนิดลำแสงเดี่ยวมีข้อดีตรงที่มีองค์ประกอบน้อย และมีแสงผ่านไปยังสารตัวอย่างมากกว่าแบบอื่น ๆ แต่มีข้อเสียตรงที่มีเสถียรภาพในการอ่านค่าต่ำและค่าเปลี่ยนแปลงได้ง่าย นอกจากนี้ยังไม่สามารถกวาด (scan) ดูการดูดกลืนของแสงต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องได้

2. ชนิดลำแสงคู่ (double beam type) วัดความเข้มของแสงโดยการสะท้อนแสงที่ผ่านออกมาจากตัวแยกแสงให้ผ่านสารอ้างอิงและสารตัวอย่างสลับกัน ทำให้ความเข้มแสงที่ผ่านตัวอย่างลดลงครึ่งหนึ่ง วงจรจะขยายสัญญาณที่ได้จากการเปรียบเทียบสัญลักษณ์ที่ได้รับจากสารตัวอย่างกับสารอ้างอิงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงมีเสถียรภาพในการวัดความเข้มของแสงดีมาก แต่เครื่องวัดชนิดนี้มีองค์ประกอบซับซ้อน เนื่องจากใช้ตัวไวแสงอันเดียวจึงต้องมีวงจรเลือกวัดสัญญาณ และใช้หลอดไฟฟ้ากำเนิดแสงมีกำลังส่องสว่างสูง จึงทำให้มีราคาแพงกว่าเครื่องมือชนิดลำแสงเดี่ยว

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุนันทา วงศ์ปิยชน และวัชรี สุขวิวัฒน์ (2552) ได้ศึกษารำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมันออกแล้ว ยังคงมีคุณค่าทางโภชนาการอยู่สูงโดยเฉพาะโปรตีนมีปริมาณ 15.86% ใยอาหาร 33.57% และเถ้า 10.97% แต่ปริมาณไขมันมีเพียง 1.04% ดังนั้น จึงนำรำข้าวที่สกัดน้ำมันออกแล้วมาใช้เป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวพองอัดแท่งโดยใช้เครื่องอัดแรงดันสูง (Extruder) พบว่า ข้าวเจ้าทุกประเภททั้งข้าวในกลุ่มอมิโลสต่ำ ปานกลาง และสูง สามารถทำข้าวพองได้ สูตรที่ใช้ คือ แป้งข้าวกล้อง 100 g $CaCO_3$ 1 g น้ำตาล 5 g เกล็ดข้าวโพด 24 g และรำข้าวสกัดน้ำมัน 5 g โดยที่วัตถุดิบทุกตัวต้องบดให้ละเอียด นำเข้าเครื่องอัดแรงดันสูงเพื่อทำข้าวพอง จากนั้นเคลือบข้าวพองตามสูตรดังนี้ น้ำตาลบดละเอียด 20 g นมผง 22 g เกลือ 1.75 g กลูโคสไซรับ 7.5 g และน้ำร้อน 15 mL ต่อข้าวพอง 100 g ได้ข้าวพองปรุงรส แล้วนำข้าวพองปรุงรสมาผสมกับรำข้าวอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (drum dry) ด้วยอัตราส่วน แป้งข้าวกล้องของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 หรือปทุมธานี 1 จำนวน 150 g รำข้าวสกัดน้ำมันออกแล้ว 150 g และน้ำ 750 มิลลิลิตร ได้รำข้าวอบแห้งที่มีลักษณะเป็นแผ่นหรือ flake และผสมธัญพืชต่าง ๆ คือ ข้าวโพดอบแห้ง 10 g ถั่วเขียวทอด 40 g ข้าวตอก 10 g งาขาวและงาดำ 20 g และ flake ของรำข้าว 10 g ต่อข้าวพองปรุงรส 100 g โดยมีสารให้กลิ่นรสและช่วยในการยึดเกาะ คือ เดกซ์ตริน 20 g นมผง 60 g และน้ำร้อน 50 mL ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวพองอัดแท่งผสมรำข้าว

ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ (2550) ได้ศึกษาการสกัดวิตามินอีจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำขาว ด้วยสัดส่วนของดิสทิลเลตต่ออะซิโตไนไตร์เท่ากับ 1:4 โดยวิธี winterization ที่อุณหภูมิ 0 และ -20°C ตามลำดับ ทำบริสุทธิ์ด้วยการทำซาพอนิฟิเคชันแบบเย็น (cold saponification) วิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีด้วยเทคนิค Reversed-phase HPLC พบว่า ความเข้มข้นของวิตามินอี เท่ากับ 6,788.186+55.039 mg/kg สารสกัดวิตามินอีที่สกัดได้จากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวเข้มข้น 0.1 mg/kg มีค่า DPPH scavenging effect สูง

ที่สุดเท่ากับ 98.178.0.004% และมากกว่าแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ BHT TBHQ และ BHA ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และสามารถยับยั้งการเถิดเปอร์ออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิกได้มากกว่า 90% ภายในเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อทดสอบโดยวิธี reducing power และวิธี ferricthiocyanate นอกจากนี้ยังมีสมบัติต้านการเถิดออกซิเดชันและความสามารถในการจับอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์มากกว่าแอลฟา-โทโคเฟอรอลสังเคราะห์ BHT TBHQ และ BHA ตามลำดับ

ปรีดาวรรณ ขอช่วยกลาง และวรนุช ศรีเจษฎารักข์ (2556) ได้ศึกษารำข้าวถูกนำมาสกัดเป็นน้ำมันรำข้าวโดยนิยมใช้เฮกเซนแต่เฮกเซนเป็นสารที่มีความเป็นพิษสูง ระเหยง่ายและไวไฟ จึงสนใจศึกษาชนิดของตัวทำละลายชนิดอื่นคือ ไอโซโพรพานอล เอทานอล เปรียบเทียบกับ การใช้เฮกเซนที่สภาวะการสกัดเดียวกัน พบว่า รำข้าวที่ผ่านการคงสภาพด้วยวิธีการนึ่งและสกัดด้วยไอโซโพรพานอล จะให้ปริมาณน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลได้สูงที่สุด จากการศึกษาผลของอัตราส่วนรำข้าวต่อไอโซ- โพรพานอล (1 ต่อ 30, 1 ต่อ 45 และ 1 ต่อ 60 g/mL) อุณหภูมิ (50, 60 และ 70°C) และเวลา (1, 10 และ 20 ชั่วโมง) ในการสกัดต่อคุณภาพน้ำมัน พบว่าทั้ง 3 ปัจจัยมีผลต่อค่าปริมาณน้ำมัน วิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอล โดยพบว่า สภาวะที่มีสารดังกล่าวมากที่สุดคือ สภาวะการสกัดที่ใช้รำข้าวต่อไอโซโพรพานอล 1 ต่อ 30 g/mL ที่อุณหภูมิ 70°C และเวลา 20 ชั่วโมง

นัยนา บุญทวียุวัฒน์ และเรวดี จงสุวัฒน์ (2545) พบว่าโทโคไตรอีนอล และออริซานอล ในรำข้าวมีผลในการลดระดับคอเรสเตอรอล เพราะโทโคไตรอีนอลเป็นสารที่ขัดขวางการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย ส่วนออริซานอลเป็นสารที่ลดการดูดซึมคอเลสเตอรอลในอาหาร ในการตรวจอุจจาระของกลุ่มคนที่ได้รับออริซานอล พบว่า มีคอเรสเตอรอล ปะปนอยู่มากกว่ากลุ่มคนที่ไม่ได้รับออริซานอล นอกจากนี้ในรำข้าวมีสารประกอบกลุ่มไฟโตสเตียรอล ที่สามารถลดการดูดซึมของคอเลสเตอรอลได้

Cunha และคณะ (2006) พบว่า แกมมา-โทโคเฟอรอล เป็นสารที่สามารถป้องกันมะเร็งได้ และยังเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความผิดปกติของสมองที่เกิดขึ้นจากการอุดตันของเส้นเลือดในสมองส่วนกลาง ส่วนโทโคไตรอีนอลสามารถยับยั้ง การสังเคราะห์คอเลสเตอรอล ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และลดปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดโรคหัวใจ และยับยั้ง การเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง

จากการศึกษาวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสกัดและวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าการใช้วิตามินอีเป็นสารที่มีประโยชน์มากมาย โดยเป็นสารที่จะไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของร่างกาย ช่วยลดอาการผิดปกติในสตรีที่กำลังจะหมดประจำเดือนและลดการดูดซึมของคอเลสเตอรอลจากอาหาร อีกทั้งยังเป็นสารกันหืนธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิตามินอี ส่วนวิตามินอีสามารถทำให้เลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ดีขึ้นลดการเผาผลาญของร่างกาย ที่สำคัญมีคุณสมบัติเป็นกันหืนตามธรรมชาติและมีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมทางยา และอุตสาหกรรมทางเครื่องสำอาง เป็นต้น ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้จึงทำการศึกษาวิธีการสกัดและวิเคราะห์หาปริมารสารวิตามินอีจากน้ำมันรำข้าวด้วยเทคนิคทางยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

สารเคมี	สูตรโมเลกุล	น้ำหนักโมเลกุล (กรัม/โมล)	Assay (%)	บริษัทผู้ผลิต/จำหน่าย
Hexane	C_6H_{14}	86.18	99.0	Lab-Scan Asia
Ethanol	C_2H_5OH	46.07	99.7	Merck

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

เครื่องมือ	รุ่น	บริษัทผู้ผลิต/จำหน่าย
เครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี (UV-VIS Spectrophotometer)	T90+PG	Instruments
เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Analytical balance)	AB204-S	Mettler Toledo
เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)	AC Hz	K.K.I.C.L
เครื่องกานสารแบบให้ความร้อน (Hotplate Stirrer)	C-MAG HS 7	IKA
ตู้อบ (Oven)	D 06062	Memmert

3.3 รำข้าวและพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการวิจัย

รำข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง 105 ในตำบลหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์

3.4 อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย

1. กระบอกตวง
2. กระดาษฟอยล์
3. ขวดรูปชมพู่
4. ขวดวัดปริมาตร
5. ขวดสีชา
6. ขวดน้ำกลั่น
7. ช้อนตักสาร

8. บีกเกอร์
9. ปิเปต
10. แท่งแก้ว

3.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.5.1 การเตรียมตัวอย่างรำข้าวอินทรีย์

1. นำตัวอย่างรำข้าวอินทรีย์จาก อบต.หาดสองแคว อ.ตรอน จ.อุตรดิตถ์ มาคัดแยกสิ่งปนเปื้อนก่อนนำไปสกัดน้ำมันรำข้าว (ภาพที่ 3.1)

ภาพที่ 3.1 รำข้าวและเมล็ดข้าวอินทรีย์ก่อนสกัด

3.5.2 หาความชื้นของรำข้าวอินทรีย์

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบที่อุณหภูมิ 100˚C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบไปใส่ในโถดูดความชื้น จนกระทั่งภาชนะมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง

2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างรำข้าวอินทรีย์ 100 g ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 100˚C เป็นเวลา 30 นาที

3. นำออกจากตู้อบไปใส่ในโถดูดความชื้น จนกระทั่งมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ ทำ 3 ซ้ำ

4. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\%\ \text{ความชื้นโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น } (g) - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ } (g)}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น } (g)} \times 100 \qquad (1)$$

3.5.3 การสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์โดยใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย

วิธีที่ 1 การสกัดแบบธรรมดาด้วยการให้ความร้อนจาก Hotplate

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างรำข้าวที่อบและไม่อบตัวอย่างละ 10 และ 20 g ใส่ในขวดรูปชมพู่ เติมตัวทำละลายเฮกเซนและเอทานอลด้วยอัตราส่วน 50:10 และ 100 mL:20 g ของตัวอย่างรำข้าว นำไปเขย่าเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40˚C ด้วย Hotplate (ภาพที่ 3.2)

ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างรำข้าวที่สกัด

2. แบ่งตัวอย่างเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำไปเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงที่ 2000 g เป็นเวลา 10 นาที และส่วนที่ 2 ไม่เหวี่ยง หลังจากนั้นนำไประเหยตัวทำละลายออกให้ได้น้ำมัน (ภาพที่ 3.3) (Pourali *et al.*, 2009)

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและเอทานอล

3. คำนวณหา % Fat/oil โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\% \text{ Fat/oil} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมัน } (\text{g})}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง } (\text{g})} \times 100 \qquad (2)$$

วิธีที่ 2 การสกัดด้วย Soxhlet extractor

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างรำข้าวที่อบและไม่อบตัวอย่างละ 10 g และ 20 g ใส่ในขวดกลั่น เติมตัวทำละลายเฮกเซนและเอทานอลด้วยอัตราส่วน 50 mL:10 g และ 100 mL:20 g ของตัวอย่างรำข้าว นำไปสกัดด้วย Soxhlet extractor เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 40˚C (ภาพที่ 3.4)

ภาพที่ 3.4 การสกัดน้ำมันรำข้าวด้วย Soxhlet extractor

2. แบ่งตัวอย่างเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำไปเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงที่ 2000 g เป็นเวลา 10 นาที และส่วนที่ 2 ไม่เหวี่ยง หลังจากนั้นนำไประเหยตัวทำละลายออกให้ได้น้ำมัน (ภาพที่ 3.3)

3. คำนวณหา % Fat/oil โดยใช้สมการ (2)

3.6 การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานแอลฟา-โทโคฟีรอล เข้มข้น 1,000 ppm ชั่งแอลฟา-โทโคฟีรอล 0.1 g ละลายด้วยตัวทำละลายเอทานอลหรือเฮกเซนในขวดวัดปริมาตร 100.00 mL

2. เตรียมสารละลายมาตรฐานแอลฟา-โทโคฟีรอล โดยการเจือจางจาก Stock solution 1,000 ppm ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ปรับปริมาตรด้วยตัวทำละลายเอทานอลหรือเฮกเซนในขวดวัดปริมาตร 50.00 mL (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานแอลฟา-โทโคฟีรอลด้วยตัวทำละลายเอทานอลหรือเฮกเซน

ขวดที่	ความเข้มข้น (ppm)	ปริมาตรเอทานอล / เฮกเซนที่ใช้ (mL)
1	100	5.00
2	90	45.00
3	80	44.44
4	70	43.75
5	60	42.86
6	50	41.67
7	40	40.00
8	30	37.50
9	20	33.33

ขวดที่	ความเข้มข้น (ppm)	ปริมาตรเอทานอล / เฮกเซนที่ใช้ (mL)
10	10	25.00

3.7 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่ได้ น้ำหนัก 0.0040 g มาละลายด้วยสารละลาย n-hexane ด้วยปริมาตร 5 mL

2. ชั่งตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่ได้ของแต่ละตัวอย่างๆ ละ 3 ซ้ำ

3. เทสารละลายตัวอย่างใส่ในขวดสีชาหุ้มด้วยกระดาษฟอยล์ แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปีที่ความยาวคลื่น 294 นาโนเมตรต่อไป

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาหาความชื้นของรำข้าวอินทรีย์ น้ำหนักน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ และเปอร์เซ็นต์ Fat / oil

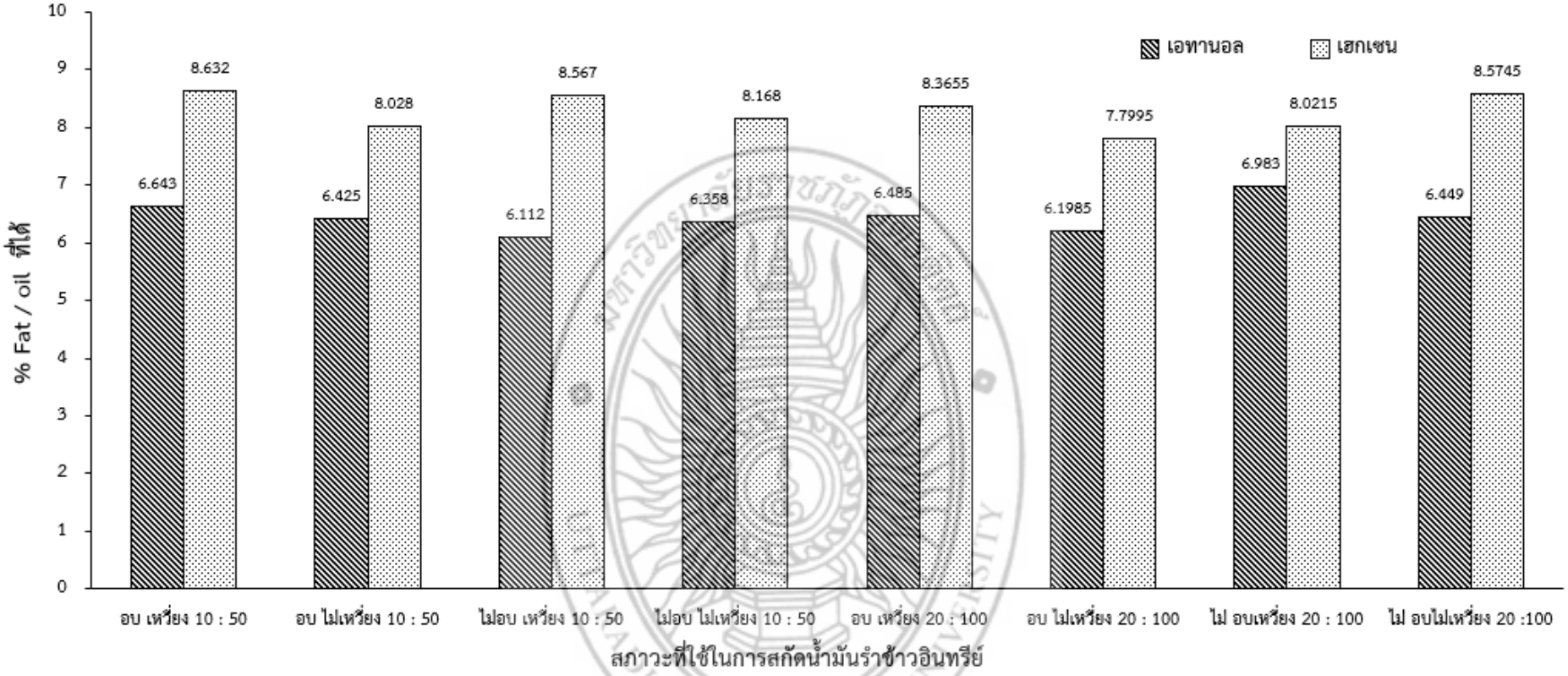
จากผลการศึกษาหาความชื้นของรำข้าวก่อนนำไปสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ พบว่า (1) ปริมาณค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวอย่างเท่ากับ 98.6880 g เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักเท่ากับ 1.3120 ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักไม่ควรเกิน 13 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1) (2) น้ำหนักน้ำมันรำข้าวอินทรีย์และเปอร์เซ็นต์ Fat / oil ที่ได้จากการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเฮกเซนโดยวิธีการสกัดแบบธรรมดาด้วยการให้ความร้อนจาก Hotplate ในรำข้าวอินทรีย์ที่สภาวะต่าง ๆ สามารถสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ออกมาได้มากกว่าการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเอทานอล ส่วนน้ำหนักน้ำมันรำข้าวอินทรีย์และเปอร์เซ็นต์ Fat / oil ที่ได้จากการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเฮกเซนโดยวิธีการสกัดด้วย Soxhlet extractor ในรำข้าวอินทรีย์ที่สภาวะต่าง ๆ สามารถสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ออกมาได้มากกว่าการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเอทานอล ยกเว้น ที่อัตราส่วนของรำข้าวอินทรีย์ที่ผ่านการอบต่อตัวทำละลาย เท่ากับ 20:100 กรัม/มิลลิลิตร (g/mL) (ตารางที่ 4.2) (3) การสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเฮกเซนโดยวิธีการสกัดแบบธรรมดาด้วยการให้ความร้อนจาก Hotplate ในรำข้าวอินทรีย์ที่ผ่านการอบแล้วนำไปเหวี่ยง ณ อัตราส่วนของรำข้าวอินทรีย์ต่อตัวทำละลายเฮกเซน เท่ากับ 10:50 g/mL จะมีเปอร์เซ็นต์ Fat / oil ที่ได้มากที่สุด เท่ากับ 8.6320 % ส่วนการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเฮกเซนโดยวิธีการสกัดด้วย Soxhlet extractor ในรำข้าวอินทรีย์ที่ไม่ผ่านการอบแล้วนำไปเหวี่ยง ณ อัตราส่วนของรำข้าวอินทรีย์ต่อตัวทำละลายเฮกเซน เท่ากับ 20:100 g/mL จะมีเปอร์เซ็นต์ Fat / oil ที่ได้มากที่สุด เท่ากับ 9.5855 % (ภาพที่ 4.1 และ4.2)

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักรำข้าวอินทรีย์

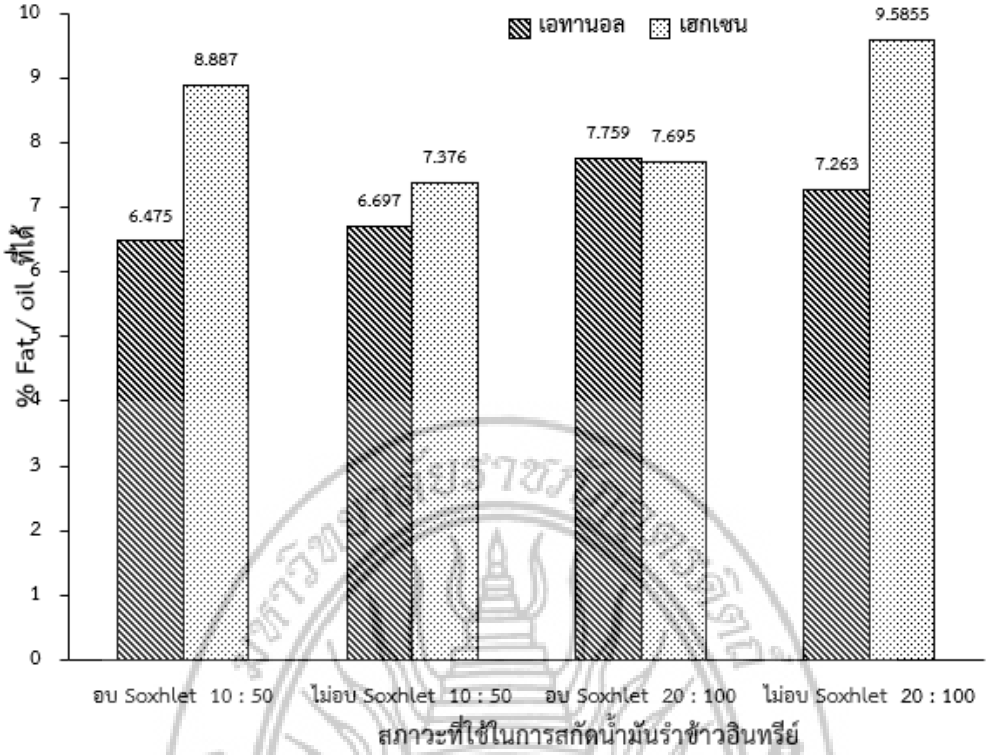
รำข้าวครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่างรำข้าวหลังอบ (g)	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวอย่าง (g)	% ความชื้นโดยน้ำหนักที่ทดลอง	% ความชื้นโดยน้ำหนักที่อ้างอิง
1	99.2716			
2	98.6515	98.6880	1.3120	13
3	98.1410			

ตารางที่ 4.2 น้ำหนักน้ำมัน และ % Fat / oil ในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์จากการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและเฮกเซน โดยวิธีการสกัดแบบธรรมดาด้วยการให้ความร้อนจาก Hotplate และ Soxhlet extractor

สภาวะที่ใช้ในการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์	เอทานอล		เฮกเซน	
	น้ำหนักน้ำมัน (g)	% Fat / oil ที่ได้	น้ำหนักน้ำมัน (g)	% Fat / oil ที่ได้
<u>วิธีที่ 1</u> การสกัดแบบธรรมดาด้วยการให้ความร้อนจาก Hotplate				
อบ เหวี่ยง 10 : 50	0.6643	6.6430	0.8632	8.6320
อบ ไม่เหวี่ยง 10 : 50	0.6426	6.4250	0.8028	8.0280
ไม่อบ เหวี่ยง 10 : 50	0.6112	6.1120	0.8567	8.5670
ไม่อบ ไม่เหวี่ยง 10 : 50	0.6358	6.3580	0.8168	8.1680
อบ เหวี่ยง 20 : 100	1.2970	6.4850	1.6731	8.3655
อบ ไม่เหวี่ยง 20 : 100	1.2397	6.1985	1.5599	7.7995
ไม่อบ เหวี่ยง 20 : 100	1.3966	6.9830	1.6043	8.0215
ไม่อบ ไม่เหวี่ยง 20 :100	1.2898	6.4490	1.7149	8.5745
<u>วิธีที่ 2</u> การสกัดด้วย Soxhlet extractor				
อบ เหวี่ยง 10 : 50	0.6475	6.4750	0.8887	8.8870
ไม่อบ เหวี่ยง 10 : 50	0.6697	6.6970	0.7376	7.3760
อบ เหวี่ยง 20 : 100	1.5517	7.7590	1.5390	7.6950
ไม่อบ เหวี่ยง 20 : 100	1.4526	7.2630	1.9171	9.5855



ภาพที่ 4.1 % Fat / oil ในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์หลังจากการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและเฮกเซน ณ สภาวะต่าง ๆ โดยวิธีการสกัดแบบธรรมดาด้วยการให้ความร้อนจาก Hotplate



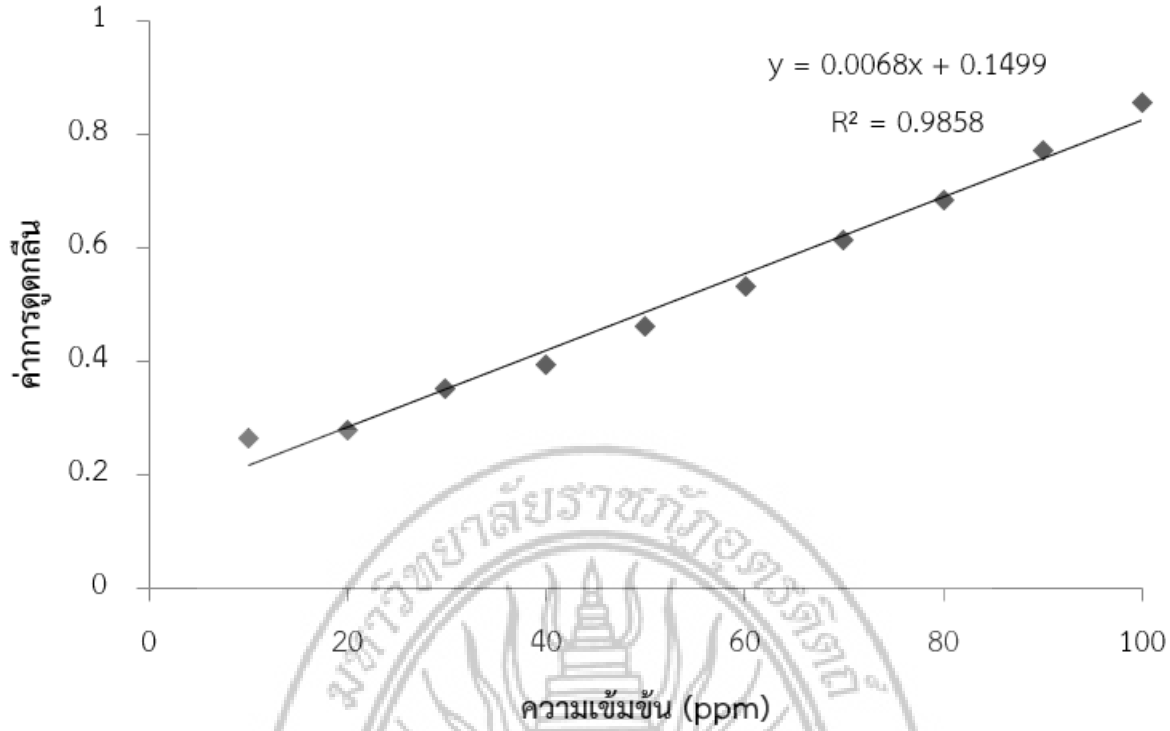
ภาพที่ 4.2 % Fat / oil ในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์หลังจากการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและเฮกเซน ณ สภาวะต่าง ๆ โดยวิธีการสกัดด้วย Soxhlet extractor

4.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี

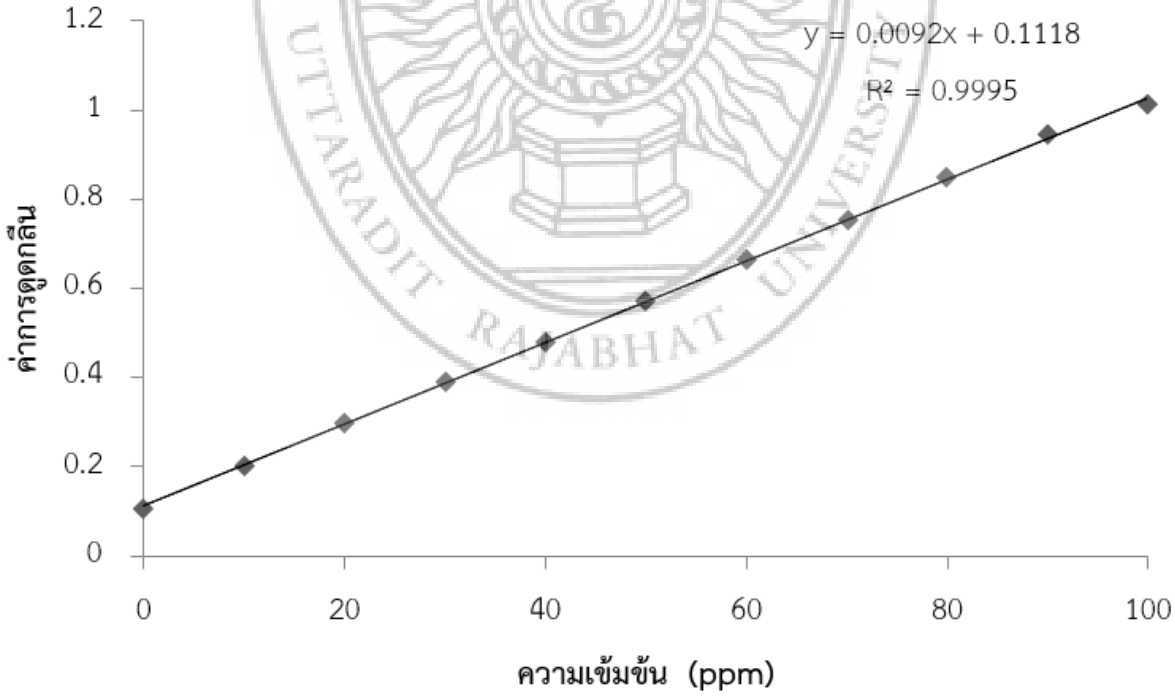
จากการทดลองจะเห็นได้ว่า (1) การสร้างเป็นกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแอลฟา-โทโคฟีรอลด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลโดยรายงานด้วยระดับความเข้มข้นที่ใช้คือ 10-100 ppm จะมีค่าความชันที่ 0.006 ค่าตัดที่ 0.149 ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.9858 (R^2 = 0.9858) โดยมีสมการเส้นตรง คือ Y = 0.0068x + 0.1490 (ภาพที่ 4.3) และกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแอลฟา-โทโคฟีรอลด้วยด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนโดยรายงานด้วยระดับความเข้มข้นที่ใช้คือ 10-100 ppm จะมีค่าความชันที่ 0.009 ค่าตัดที่ 0.111 ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.9995 (R^2 = 0.9995) โดยมีสมการเส้นตรง คือ Y = 0.0092x + 0.1118 (ภาพที่ 4.4) (2) เมื่อคำนวณหาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ที่สภาวะต่าง ๆ พบว่า ปริมาณวิตามินอีที่ได้จากการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีมากกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน (3) การสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเอทานอลโดยวิธีการสกัดด้วย Soxhlet extractor ที่อัตราส่วนของรำข้าวอินทรีย์ต่อตัวทำละลายเอทานอล เท่ากับ 20:100 มีปริมาณวิตามินอีมากที่สุด เท่ากับ 1.106 mg/g (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ความเข้มข้น และปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ที่ได้จากการสกัดที่สภาวะต่าง ๆ

ประเภทรำข้าว	อัตราส่วน (รำข้าว : เอทานอล)				อัตราส่วน (รำข้าว : เฮกเซน)			
	10 : 50		20 : 100		10 : 50		20 : 100	
	ความเข้มข้น (ppm)	ปริมาณวิตามินอี (mg/g)	ความเข้มข้น (ppm)	ปริมาณวิตามินอี (mg/g)	ความเข้มข้น (ppm)	ปริมาณวิตามินอี (mg/g)	ความเข้มข้น (ppm)	ปริมาณวิตามินอี (mg/g)
วิธีที่ 1 การสกัดแบบธรรมดาโดยการให้ความร้อนด้วย Hotplate								
อบ เหวี่ยง	137.465	1.084	130.543	1.037	64.658	0.706	71.241	0.767
อบ ไม่เหวี่ยง	104.197	0.858	118.668	0.956	60.111	0.664	65.749	0.716
ไม่อบ เหวี่ยง	104.294	0.859	97.034	0.809	46.472	0.539	50.436	0.575
ไม่อบ ไม่เหวี่ยง	84.871	0.727	104.871	0.863	53.673	0.605	52.618	0.595
วิธีที่ 2 การสกัดด้วย Soxhlet extractor								
อบ เหวี่ยง	121.937	0.979	140.638	1.106	48.072	0.554	71.859	0.772
ไม่อบ เหวี่ยง	119.293	0.961	120.831	0.971	46.290	0.537	53.637	0.605



ภาพที่ 4.3 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแอลฟา-โทโคฟีรอลด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล



ภาพที่ 4.4 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาฐานแอลฟา-โทโคฟีรอลด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

5.1 ผลการศึกษาหาความชื้นของรำข้าวอินทรีย์ น้ำหนักน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ และเปอร์เซ็นต์ Fat / oil

จากผลการศึกษาหาความชื้นของรำข้าวก่อนนำไปสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ พบว่า (1) ปริมาณค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวอย่างเท่ากับ 98.6880 g เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักเท่ากับ 1.3120 ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักไม่ควรเกิน 13 เปอร์เซ็นต์ (2) น้ำหนักน้ำมันรำข้าวอินทรีย์และเปอร์เซ็นต์ Fat / oil ที่ได้จากการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเฮกเซนโดยวิธีการสกัดแบบธรรมดาด้วยการให้ความร้อนจาก Hotplate ในรำข้าวอินทรีย์ที่สภาวะต่าง ๆ สามารถสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ออกมาได้มากกว่าการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเอทานอล ส่วนน้ำหนักน้ำมันรำข้าวอินทรีย์และเปอร์เซ็นต์ Fat / oil ที่ได้จากการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเฮกเซนโดยวิธีการสกัดด้วย Soxhlet extractor ในรำข้าวอินทรีย์ที่สภาวะต่าง ๆ สามารถสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ออกมาได้มากกว่าการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเอทานอล ยกเว้น ที่อัตราส่วนของตัวทำละลายและตัวอย่างรำข้าวที่ผ่านการอบ เท่ากับ 20:100 (3) การสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเฮกเซนโดยวิธีการสกัดแบบธรรมดาด้วยการให้ความร้อนจาก Hotplate ในรำข้าวอินทรีย์ที่ผ่านการอบแล้วนำไปเหวี่ยง ณ อัตราส่วนของรำข้าวอินทรีย์ต่อตัวทำละลายเฮกเซน เท่ากับ 10:50 จะมีเปอร์เซ็นต์ Fat / oil ที่ได้มากที่สุด เท่ากับ 8.6320 % ส่วนการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเฮกเซนโดยวิธีการสกัดด้วย Soxhlet extractor ในรำข้าวอินทรีย์ที่ไม่ผ่านการอบแล้วนำไปเหวี่ยง ณ อัตราส่วนของรำข้าวอินทรีย์ต่อตัวทำละลายเฮกเซน เท่ากับ 20:100 จะมีเปอร์เซ็นต์ Fat / oil ที่ได้มากที่สุด เท่ากับ 9.5855 %

5.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปี

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า (1) การสร้างเป็นกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแอลฟา-โทโคฟีรอลด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลโดยรายงานด้วยระดับความเข้มข้นที่ใช้คือ 10-100 ppm จะมีค่าความชันที่ 0.006 ค่าตัดที่ 0.149 ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.9858 (R^2 = 0.9858) โดยมีสมการเส้นตรง คือ Y = 0.0068x + 0.1490 และกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแอลฟา-โทโคฟีรอลด้วยด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนโดยรายงานด้วยระดับความเข้มข้นที่ใช้คือ 10-100 ppm จะมีค่าความชันที่ 0.009 ค่าตัดที่ 0.111 ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.9995 (R^2 = 0.9995) โดยมีสมการเส้นตรง คือ Y = 0.0092x + 0.1118 (2) เมื่อคำนวณหาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ที่สภาวะต่าง ๆ พบว่า ปริมาณวิตามินอีที่ได้จากการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีมากกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน (3) การสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเอทานอลโดยวิธีการสกัดด้วย Soxhlet extractor ที่อัตราส่วนของรำข้าวอินทรีย์ต่อตัวทำละลายเอทานอล เท่ากับ 20:100 มีปริมาณวิตามินอีมากที่สุด เท่ากับ 1.106 mg/g

5.3 อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการศึกษาการสกัดน้ำมันในรำข้าวอินทรีย์ด้วยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ ตัวทำละลายเอทานอลและเฮกเซน ที่สภาวะต่าง ๆ เช่น การอบ/ไม่อบตัวอย่างรำข้าวอินทรีย์ การเหวี่ยงแยกน้ำมันหลังการสกัด อัตราส่วนของรำข้าวอินทรีย์ต่อตัวทำละลาย ชนิดของตัวทำละลาย การสกัดแบบธรรมดาด้วยการให้ความร้อนจาก Hotplate และ Soxhlet extractor พบว่า (1) รำข้าวอินทรีย์ส่วนใหญ่ที่ผ่านการอบก่อนที่จะนำมาสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์จะให้น้ำหนักน้ำมัน และเปอร์เซ็นต์ Fat / oil มากกว่ารำข้าวอินทรีย์ที่ไม่ผ่านการอบ เนื่องจากการอบจะทำให้รำข้าวอินทรีย์มีความคงตัว (stabilization) มากขึ้น และสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลเพสที่จะทำให้เกิดการไฮโดรไลซิสของไตรเอซิลกลีเซอรอลเกิดเป็นกรดไขมันอิสระขึ้นได้ (2) ขั้นตอนในการเหวี่ยงแยกตัวทำละลายเอทานอลและเฮกเซนออกจากน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักน้ำมันที่ได้ และเปอร์เซ็นต์ Fat / oil มากนัก (3) ส่วนใหญ่การสกัดที่อัตราส่วนของรำข้าวอินทรีย์ต่อตัวทำละลาย เท่ากับ 20:100 จะมากกว่าการสกัดที่อัตราส่วนของรำข้าวอินทรีย์ต่อตัวทำละลาย 10:50 เล็กน้อย เนื่องจากที่ทั้งสองอัตราส่วนนี้มีอัตราส่วนเท่ากัน เท่ากับ 1:5 (4) การสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนจะให้น้ำหนักน้ำมัน และเปอร์เซ็นต์ Fat / oil มากกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล เนื่องจากน้ำมันรำข้าวเป็นสารที่ไม่มีขั้ว ซึ่งจะละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว นั่นก็คือ ตัวทำละลายเฮกเซน (5) ส่วนใหญ่การสกัดด้วย Soxhlet extractor จะให้น้ำหนักน้ำมัน และเปอร์เซ็นต์ Fat / oil มากกว่าการสกัดแบบธรรมดาด้วยการให้ความร้อนจาก Hotplate

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโคปีความยาวคลื่น 294 นาโนเมตร โดยเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานแอลฟา-โทโคฟีรอล พบว่า ปริมาณวิตามินอีในน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ที่ได้จากการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายเอทานอลจะมีมากกว่าการสกัดน้ำมันรำข้าวอินทรีย์ด้วยด้วยตัวทำละลายเฮกเซน โดยมีปริมาณวิตามินอีมากที่สุด เท่ากับ 1.106 mg/g เนื่องจากตัวทำละลายเอทานอลเป็นตัวทำละลายในกลุ่มแอลกอฮอล์ซึ่งมีความมีขั้วมากกว่าตัวทำละลายเฮกเซน ทำให้มีผลต่อการสกัดแอลฟา-โทโคฟีรอลจากรำข้าว และเมื่อสกัดร่วมกับการใช้อุณหภูมิจึงทำให้สามารถสกัดสารแอลฟา-โทโคฟีรอลได้ดีกว่าการใช้ตัวทำละลายเฮกเซนภายใต้สภาวะการสกัดเดียวกัน ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายต่อการสกัดวิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลจากรำข้าวพันธุ์ กข 6 (ปรีดาวรรณ ขอช่วยกลาง, 2556) พบว่า การสกัดน้ำมันรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพด้วยวิธีการนึ่งและสกัดด้วยไอโซโพรพานอล จะให้ปริมาณน้ำมัน วิตามินอี และแกมมา-โอไรซานอล สูงที่สุด รองลงมาคือการสกัดด้วยเอทานอล และเฮกเซนตามลำดับ และการใช้รำข้าวที่ผ่านการอบแล้วจึงนำมาทำการสกัดน้ำมันรำข้าวจะมีปริมาณวิตามินอีมากกว่ารำข้าวที่ไม่ผ่านการอบก่อน เพราะความร้อนจากการอบจะทำให้รำข้าวมีความคงตัวมากขึ้น และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลเพสด้วย ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง แกมมา-โอไรซานอลและโทโคฟีรอลในรำข้าวพันธุ์ดีและพันธุ์พื้นเมืองบางพันธุ์ (ละม้ายมาศ ยังสุข, 2551) พบว่า รำข้าวอินทรีย์ที่ผ่านการอบแล้วจะมีปริมาณ

วิตามินอีสูง และปัจจัยที่ทำให้รำข้าวอินทรีย์มีปริมาณวิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลที่แตกต่างกัน ได้แก่ อุณหภูมิ แสงแดด เป็นต้น

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยนี้พบว่า ชนิดรำข้าวอินทรีย์มีเพียง 1 พันธุ์นั้น เนื่องจากการเพาะปลูกข้าวอินทรีย์ในตำบลหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ มีเพียงบางพันธุ์ และช่วงที่เข้าไปเก็บรวบรวมตัวอย่างข้าวมีเพียงข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง 105 เท่านั้นที่ไม่หมดไปจากสถานที่เก็บข้าวของชุมชน จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดรำข้าวอินทรีย์ รวมทั้งชนิดของตัวทำละลาย อัตราส่วนรำข้าวต่อตัวทำละลาย อุณหภูมิ เวลา และปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการสกัด เพื่อให้สามารถสกัดน้ำมันออกมาจากรำข้าวอินทรีย์ได้มากที่สุด โดยได้น้ำมันที่ไม่สลายตัวและมีสิ่งเจือปนตกค้างน้อยที่สุด เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยแต่ละปัจจัยจะมีผลร่วมกันต่อปริมาณน้ำมันและสารต้านอนุมูลอิสระที่สกัดได้

บรรณานุกรม

ดวงใจ มาลัย และ บุญทวี กุยกานนท์ เบทส์. (2544). การประเมินคุณภาพของรำข้าวเจ้าเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. (ออนไลน์) จากเว็บไซต์ http://service.ifrpd.ku.ac.th/koha_ku/opac-detail.php?bib=3540 หน้า 29-40

ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ. (2550) สมบัติของวิตามินซีที่สกัดจากดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าว โดยใช้เฮกเซนที่อุณหภูมิต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ไม่มีเลขหน้า

นัยนา บุญทวียุวัฒน์ และเรวดี จงสุวัฒน์ (2545). น้ำมันรำข้าว : ทางเลือกเพื่อสุขภาพของคนไทย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, หน้า 1-58

ปรีดาวรรณ ขอช่วยกลาง และวรนุช ศรีเจษฎารักข์ (2556). การเปรียบเทียบวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายต่อการสกัดวิตามินอีและแกมมา-โอไรซานอลจากรำข้าวพันธุ์ กข 6. *วารสารวิจัย มข. (บศ.)*, 13 (2), 10-17.

ละม้ายมาศ ยังสุข (2551). แกมม่าออไรซานอลและโทโคเฟอรอลในรำข้าวพันธุ์ดีและพันธุ์พื้นเมืองบางพันธุ์. (ออนไลน์) กรมการข้าว สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร. จากเว็บไซต์ http://anchan.lib.ku.ac.th/thai-ciard/handle/009/35552

สุนันทา วงศ์ปิยชน และ วัชรี สุขวิวัฒน์ (2552). ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจากรำข้าวสกัดน้ำมัน: ผลิตภัณฑ์ข้าวพองอัดแท่งผสมรำข้าว. ในการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2552 กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. หน้า 142-154

อรอนงศ์ นัยวิกุล (2544). ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 312-316

Chu, B. S., Baharin, B. S. & Quek, S. Y. (2002). Factors affecting pre-concentration of tocopherols and tocotrienols from palm fatty acid distillate by lipase-catalysed hydrolysis. *Food Chem*, 79, 55-59.

Cicero, A. F. G. & Gaddi, A. (2001). Rice bran oil and gamma-oryzanol in the treatment of hyperlipoproteinaemias and other conditions. *Phytother Res*, 15, 277-289.

Cunha, A. B., Frey, B. N., Andreazza, A. C., Goi, J. D., Rosa, A. R., Gonçalves, C. A., Santin, A., Kapczinski, F. (2006). *Neuroscience Letters*, 398, 215-219.

Juliano, B. O. (1993). Rice in Hutrition. FAO Food and Nutrition Series, No. 26. The International Rice Research Institute (IRRI), Laguna, and Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

Kreuzer, H. (2000). Dividends from Rice. Food Product Design, Weeks Publishing Company, USA Rice Foundation. Texas.

Luh. (1991). Production and Utilization of Rice. (Online) From http://cerealchemistry.aaccnet.org/doi/abs/10.1094/1891127349.001

Pourali, O., Asghari, F. S. and Yoshida, H. (2009). Simultaneous rice bran oil stabilization and extraction using sub-critical water medium. *J Food Eng*, 95, 510-516.

Sookwong, P., Boontakham, P., Boontakham, P., Seekhaw, P., Wangtueai, S. & Mahatheeranont, S. (2016). Simultaneous quantification of Vitamin E, γ-oryzanols and xanthophylls from rice bran essences extracted by supercritical CO_2. *Food Chem*, 211, 140-147.

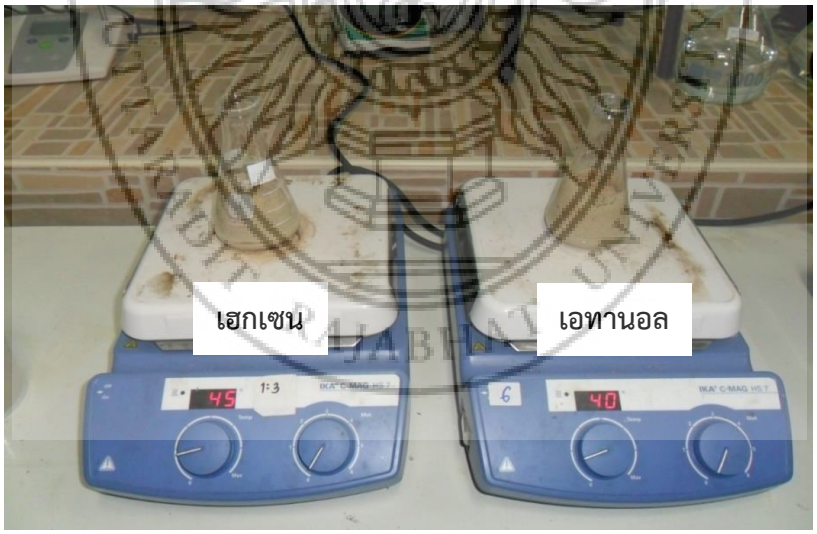
Worasith, N. & Goodman, B. A. (2013). Vitamin E oxidation and tocopheroxyl radical stabilization in bleached rice bran oil. *Food Biosci*, 4, 46-49.

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

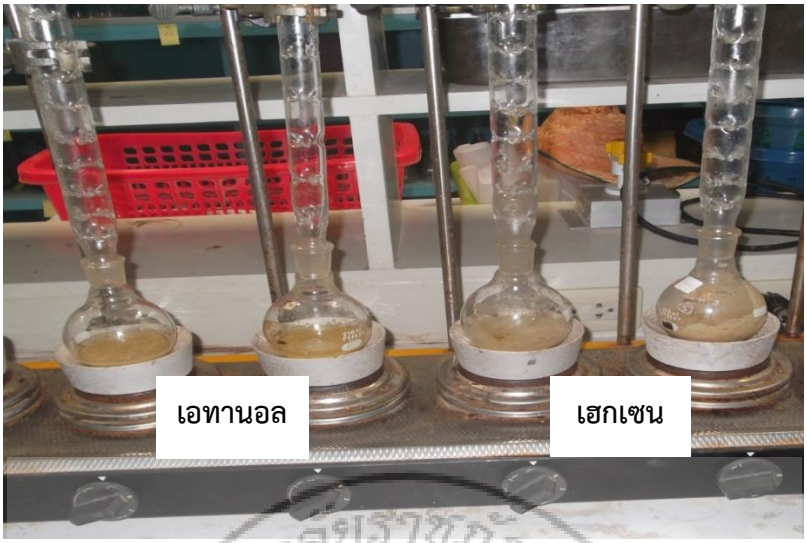
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างรำข้าวอินทรีย์ 105 จากองค์การบริหารส่วนตำบลหาดสองแคว อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์

ภาพที่ ก.1 ตัวอย่างรำข้าวอินทรีย์ 105



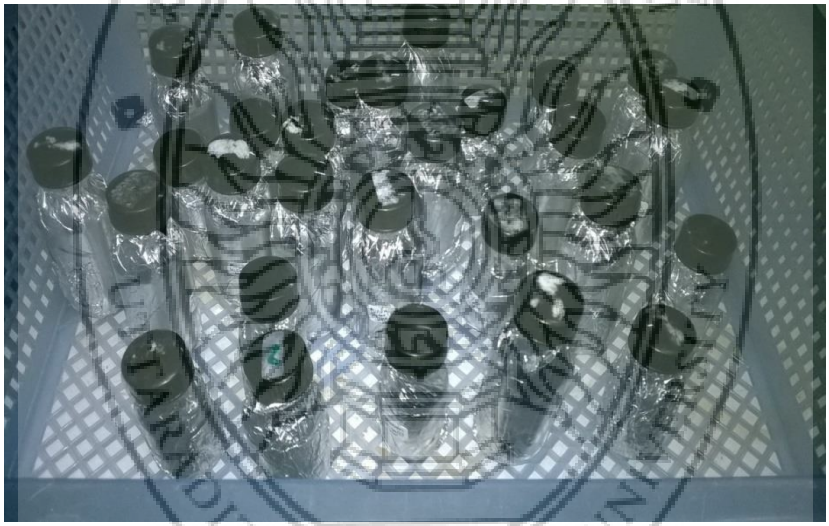
ภาพที่ ก.2 ตัวอย่างรำข้าวที่สกัดด้วยสารละลายเฮกเซนและเอทานอลด้วยวิธีการสกัดแบบธรรมดาโดยใช้ Hotplate



ภาพที่ ก.3 ตัวอย่างรำข้าวที่สกัดด้วยสารละลายเฮกเซนและเอทานอลด้วยวิธีการสกัดโดยใช้ Soxhlet extractor

ภาพที่ ก.4 ตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่นำไประเหยตัวทำละลายออก

ภาพที่ ก.5 ตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่สกัดได้



ภาพที่ ก.6 ตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่เก็บไว้ในขวดสีชาหุ้มด้วยกระดาษฟอยด์เพื่อไม่ให้สัมผัสแสง

ภาคผนวก ข
การคำนวณหาปริมาณสารสกัดวิตามินอี

การคำนวณหาปริมาณสารสกัดวิตามินอีในหน่วย ppm เป็นกรัม สามารถหาได้จากสูตร

$$\% \text{ ppm} = \frac{W}{V} \times 1{,}000{,}000$$

กำหนดให้

w	คือ	มวลของตัวทำละลาย
V	คือ	ปริมาณของตัวทำละลาย
1,000,000	คือ	ส่วนในล้านส่วน (ตัวถูกละลาย 1 ส่วนในสารละลายล้านส่วน)

ภาคผนวก ค
การคำนวณสารละลายมาตรฐาน

การคำนวณสารละลายมาตรฐาน Standard solution เพื่อทำ Calibration curve ที่ความเข้มข้น 10 20 30 40 50 60 70 80 90 และ 100 ppm สามารถหาได้จากสูตร

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

กำหนดให้

C_1 คือ ความเข้มข้นของสารละลายก่อนทำให้เจือจาง

C_2 คือ ความเข้มข้นของสารละลายหลังทำให้เจือจาง

V_1 คือ ปริมาตรของสารละลายก่อนทำให้เจือจาง

V_2 คือ ปริมาตรของสารละลายหลังทำให้เจือจาง

เตรียมสารละลายมาตรฐาน Standard solution เพื่อทำ Calibration curve

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานวิตามินอีเข้มข้น Stock solution 1000.00 mg/L ชั่งวิตามินอี (แอลฟา-โทโคฟีรอล) น้ำหนัก 0.1000 g ละลายด้วยสารละลายเฮกเซนในขวดวัดปริมาตร 50.00 mL

2. เตรียมสารละลายมาตรฐานโดยการเจือจางจาก Stock solution 1000.00 mg/L ของวิตามินอีทำให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเป็น 10 20 30 40 50 60 70 80 90 และ 100 ppm ปรับปริมาตรด้วยสารละลายเฮกเซนในขวดวัดปริมาตร 50.00 mL

ภาคผนวก ง
การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

1. ตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่ได้น้ำหนัก 0.0040 g มาละลายด้วยสารละลาย n-hexane ด้วยปริมาตร 5 mL
2. ชั่งตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่ได้ของแต่ละตัวอย่างๆ ละ 3 ซ้ำ
3. เทสารละลายตัวอย่างใสในขวดสีชาหุ้มด้วยกระดาษฟอยล์ แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อนำไปวิเคราะห์