

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	๗
สารบัญภาพ	๘
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตการศึกษา	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 แคโรทีนอยด์	5
2.2 การจำแนกกลุ่มแคโรทีนอยด์	8
2.2.1 กลุ่มไฮโดรคาร์บอนแคโรทีน (hydrocarbon carotenes)	8
2.2.2 กลุ่มออกซีจันเตนแซนโทฟิลล์ (oxygenated xanthophylls)	9
2.3 สมบัติของแคโรทีนอยด์	9
2.3.1 สมบัติทางกายภาพ	9
2.3.2 สมบัติทางเคมี	10
2.4 การสกัดแคโรทีนอยด์	10
2.5 การนำแคโรทีนอยด์ไปใช้ประโยชน์	12
2.5.1 ใช้เป็นสารสี (colorants)	12
2.5.2 ใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามินเอและเป็นยา เพื่อลดอัตราการเกิดโรค	13
2.6 น้ำมันปาล์ม	14
2.7 ประโยชน์ของน้ำมันปาล์ม	18
2.7.1 ผลิตภัณฑ์อาหาร (Food Products)	18

2.7.2 ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่อาหาร (Non-Food Products)	19
2.7.3 ผลิตภัณฑ์ Nutritional, Nutraceutical และ Pharmaceutical	19
2.8 วิธีการสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ	20
2.8.1 Transesterification	20
2.8.2 Alkali saponification	20
2.8.3 Enzymatic hydrolysis	21
2.8.4 Supercritical carbon dioxide extraction	22
2.8.5 การใช้สารดูดซับ	22
2.9 การลดสารเคมีและของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตสีผสมอาหาร จากแคโรทีนอยด์ที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มดิบ	23
2.9.1 การลดปริมาณสารเคมีในกระบวนการผลิตสีผสมอาหาร จากแคโรทีนอยด์ที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มดิบ	23
2.9.2 ของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิตสีผสมอาหารจากแคโรทีนอยด์ ที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มดิบ	23
2.9.2.1 กลีเซอริน	24
2.9.2.1.1 วิธีการผลิตกลีเซอริน	29
2.9.2.1.2 การใช้กลีเซอรินในอุตสาหกรรม	33
2.9.2.2 สบู่	38
2.9.2.2.1 ปฏิกิริยาการเกิดสบู่	41
2.9.2.2.2 ประเภทของสบู่	42
2.9.2.2.3 ชนิดของสบู่	42
2.9.2.2.4 วัตถุดิบที่ใช้ผลิตสบู่	43
2.9.2.2.5 ลักษณะทางกายภาพของสบู่	46
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	48
3.1 วัตถุดิบ	48
3.2 อุปกรณ์/เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	48
3.3 สารเคมีและวิธีการเตรียมสารเคมี	49
3.3.1 สารเคมีที่ใช้ในการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	49
3.3.2 สารเคมีที่ใช้ในการสกัดน้ำมันปาล์มดิบโดยใช้เครื่องต้นแบบ	49

3.3.3	สารเคมีที่ใช้ในการสะปอนิฟิเคชันน้ำมันปาล์ม	49
3.3.4	สารเคมีที่ใช้ในการสร้างกราฟมาตรฐานบิตาแคโรทีน	49
3.3.5	สารเคมีที่ใช้ในการหาแคโรทีนอยด์	49
3.3.6	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าไอโอดีน	49
3.3.7	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าสะปอนิฟิเคชัน	50
3.3.8	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าสารที่สะปอนิฟิเคชันไม่ได้	50
3.3.9	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด	51
3.3.10	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์	51
3.3.11	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำ	52
3.3.12	สารเคมีที่ใช้ในการแยกสบู่และกลีเซอริน	52
3.3.13	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสบู่	52
3.3.14	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณบิตาแคโรทีน	53
3.3.15	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไฮดรอกไซด์อิสระ	53
3.3.16	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไขมันทั้งหมด	53
3.3.17	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ	54
3.3.18	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณกลีเซอรอล	54
3.3.19	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสบู่	55
3.4	วิธีการศึกษา	55
3.4.1	การเตรียมตัวอย่างแคโรทีนอยด์	55
3.4.1.1	การดีกัมน้ำมันปาล์มดิบ	55
3.4.1.2	การสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ	55
3.4.1.3	การระเหยตัวทำละลายออกจากสารผสมระหว่างน้ำมันปาล์มดิบกับเฮกเซน	56
3.4.1.4	การเตรียมตัวอย่างแคโรทีนอยด์เข้มข้น	56
3.4.2	การศึกษาปริมาณค่าที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน	56
3.4.3	การศึกษาการลดสารเคมีที่ใช้ในการผลิตแคโรทีนอยด์	58
3.4.3.1	ศึกษาการใช้น้ำเพื่อทดแทนเอทานอลบางส่วนเพื่อเป็นตัวทำละลายต่างในการทำปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน	58

3.4.4	ศึกษาปริมาณ คุณภาพและมูลค่าของไขมัน สบู่และกลีเซอริน จากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิต	58
3.4.5	เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตที่ได้จากการสกัดแคโรทีนอยด์ จากน้ำมันปาล์มดิบก่อนและหลังการลดสารเคมี	68
บทที่ 4	ผลการทดลองและวิจารณ์	69
4.1	ปริมาณค่าที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน	69
4.1.1	กราฟมาตรฐานบิตาแคโรทีน	69
4.2	ผลการศึกษาการใช้น้ำเพื่อทดแทนเอทานอลบางส่วนเพื่อเป็นตัวทำละลาย ต่างในการทำปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน	73
4.3	ผลการใช้น้ำเพื่อทดแทนเอทานอลเพื่อเป็นตัวทำละลายต่างใน การทำปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชันร่วมกับการลดปริมาณค่าที่ใช้ในการทำ ปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน	75
4.4	ผลการศึกษาปริมาณและคุณภาพจากของเหลือทิ้งในกระบวนการผลิต แคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ	77
4.4.1	ไขมัน	78
4.4.2	กลีเซอริน	82
4.4.3	สบู่	84
4.5	มูลค่าของแคโรทีนอยด์และของเหลือทิ้งที่ได้จากการสกัดแคโรทีนอยด์ จากน้ำมันปาล์มดิบ	86
บทที่ 5	ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	91
5.1	สรุปผลการทดลอง	91
5.2	ข้อเสนอแนะ	92
	เอกสารอ้างอิง	93
	ภาคผนวก	102
	ภาคผนวก ก ภาพการสะปอนิฟิเคชัน การแยกของเหลือทิ้ง และกระบวนการผลิตแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ	103
	ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	109

ภาคผนวก ค การคำนวณ	113
ภาคผนวก ง ตารางผลการทดลอง	132
ประวัติผู้เขียน	142



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหารบางชนิด ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	6
2.2 ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของแคโรทีนอยด์บางชนิด	10
2.3 กิจกรรม (activity) ของวิตามินเอของสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์	13
2.4 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีที่เหมาะสมของน้ำมันปาล์ม	15
2.5 สมบัติและชนิดของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันปาล์ม	17
2.6 องค์ประกอบของแคโรทีนอยด์ในน้ำมันปาล์มดิบ	18
2.7 สมบัติทางกายภาพและเคมีของกลีเซอรินดิบ	25
2.8 สมบัติทางกายภาพและเคมีของกลีเซอรินบริสุทธิ์	26
2.9 ลักษณะของสบู่ซักล้าง	39
2.10 ลักษณะของสบู่ถูตัว	40
4.1 ค่าการดูดกลืนแสงของบีตาแคโรทีนมาตรฐานที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร	69
4.2 ปริมาณแคโรทีนอยด์และ relative recovery ที่ได้จากวิธีการใช้เอทานอล 60% ผสมน้ำ 40% ร่วมกับการใช้ด่าง 90% ในการทำปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน	77
4.3 สมบัติทางกายภาพและเคมีของไขมันที่กรองได้จากกระบวนการสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ	79
4.4 สมบัติทางกายภาพและเคมีของกลีเซอรินดิบจากกระบวนการสะปอนิฟิเคชัน	83
4.5 สมบัติทางกายภาพและเคมีของสบู่ที่ได้จากการสะปอนิฟิเคชัน	84
4.6 มูลค่าของแคโรทีนอยด์และของเหลือทิ้งที่ได้จากการสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบจากการสะปอนิฟิเคชันโดยใช้วิธีเดิม (เอทานอล 100% ร่วมกับการใช้ด่าง 100%)	87
4.7 มูลค่าของแคโรทีนอยด์และของเหลือทิ้งที่ได้จากการสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบจากการสะปอนิฟิเคชันโดยใช้เอทานอล 100% ร่วมกับการใช้ด่าง 25%	88

- 4.8 มูลค่าของแคโรทีนอยด์และของเหลือทิ้งที่ได้จากการสกัดแคโรทีนอยด์
จากน้ำมันปาล์มดิบจากการสะปอนิฟิเคชันโดยใช้วิธีเอทานอล 60%
ผสมน้ำ 40% ร่วมกับการใช้ต่างปริมาณ 90% 89
- 4.9 สรุปมูลค่าของแคโรทีนอยด์และของเหลือทิ้งที่ได้จากการสกัดแคโรทีนอยด์
จากน้ำมันปาล์มดิบจากการสะปอนิฟิเคชันโดยใช้วิธีเดิม (เอทานอล 100%
ร่วมกับการใช้ต่าง 100%), วิธีเอทานอล 100% ร่วมกับการใช้ต่าง 25% และ
วิธีเอทานอล 60% ผสมน้ำ 40% ร่วมกับการใช้ต่าง 90% 90
- ข 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ %แคโรทีนอยด์ ที่ได้จากการสะปอนิฟิเคชัน
โดยการใช้ต่างวิธีเดิม (ต่าง 100%), ต่าง 30%, ต่าง 25%, ต่าง 20%
และต่าง 15% 110
- ข 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ %relative recovery ที่ได้จากการสะปอนิฟิเคชัน
โดยการใช้ต่างวิธีเดิม (ต่าง 100%), ต่าง 30%, ต่าง 25%, ต่าง 20%
และต่าง 15% 110
- ข 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ %แคโรทีนอยด์ ที่ได้จากการสะปอนิฟิเคชัน
โดยการใช้วิธีเดิม (เอทานอล 100%), เอทานอล 80% + น้ำ 20%,
เอทานอล 70% + น้ำ 30% และเอทานอล 60% + น้ำ 40%
ในการเป็นตัวทำละลายต่าง 110
- ข 4 ผลการเปรียบเทียบ %แคโรทีนอยด์ ที่ได้จากการสะปอนิฟิเคชัน
โดยการใช้วิธีเดิม (เอทานอล 100%), เอทานอล 80% + น้ำ 20%,
เอทานอล 70% + น้ำ 30% และเอทานอล 60% + น้ำ 40%
ในการเป็นตัวทำละลายต่าง 111
- ข 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ %relative recovery ที่ได้จากการสะปอนิฟิเคชัน
โดยการใช้วิธีเดิม (เอทานอล 100%), เอทานอล 80% + น้ำ 20%,
เอทานอล 70% + น้ำ 30% และเอทานอล 60% + น้ำ 40%
ในการเป็นตัวทำละลายต่าง 111
- ข 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ %แคโรทีนอยด์ ที่ได้จากการสะปอนิฟิเคชัน
โดยการใช้เอทานอล 60% + น้ำ 40% + ต่าง 100%
และการใช้เอทานอล 60% + น้ำ 40% + ต่าง 90% 111

ข 7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ %relative recovery ที่ได้จากการ สะปอนิฟิเคชัน โดยการใช้เอทานอล 60% + น้ำ 40% + ค่า 100% และการใช้เอทานอล 60% + น้ำ 40% + ค่า 90%	112
ง 1	เปรียบเทียบปริมาณและผลผลิตแคโรทีนอยด์ที่ได้จากการลดปริมาณค่า ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน	133
ง 2	เปรียบเทียบค่า relative recovery ที่ได้จากการลดปริมาณค่าที่ใช้ ในการทำปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน	134
ง 3	เปรียบเทียบปริมาณและผลผลิตแคโรทีนอยด์ที่ได้จากการใช้เอทานอล และเอทานอลผสมน้ำเพื่อเป็นตัวทำละลายต่าง	136
ง 4	เปรียบเทียบค่า relative recovery ที่ได้จากการใช้เอทานอล และเอทานอล ผสมน้ำเพื่อเป็นตัวทำละลายต่างในปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน	137
ง 5	ปริมาณและผลผลิตแคโรทีนอยด์ที่ได้จากการใช้เอทานอล 60% ผสมน้ำ 40% ร่วมกับการใช้ต่างปริมาณ 90% ในการทำปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน	139
ง 6	%relative recovery ที่ได้จากการใช้เอทานอล 60% ผสมน้ำ 40% ร่วมกับการใช้ต่างปริมาณ 90% ในการทำปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน	140
ง 7	ปริมาณไขมันที่ได้ในขั้นตอนการกรองจากกระบวนการผลิตแคโรทีนอยด์ จากน้ำมันปาล์มดิบ	141
ง 8	ปริมาณกลีเซอรินที่ได้จากปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน	141
ง 9	ปริมาณสบู่ที่ได้จากการสะปอนิฟิเคชัน	141

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1	7
2.2	7
2.3	7
2.4	8
2.5	9
2.6	14
2.7	16
2.8	22
2.9	24
2.10	29
2.11	30
2.12	30
2.13	31
2.14	32
2.15	41
2.16	41
2.17	42
4.1	70
4.2	71
4.3	71
4.4	74

4.5	ค่า relative recovery ของแคโรทีนอยด์หลังจากการสะปอนิฟิเคชัน โดยการทดแทนเอทานอลด้วยน้ำที่อัตราส่วนต่าง ๆ	74
ก 1	น้ำมันปาล์มดิบ	104
ก 2	การตีกัมน้ำมันปาล์มดิบ	104
ก 3	การทำปฏิกิริยาสะปอนิฟิเคชัน	105
ก 4	การระเหยตัวทำละลายออกจากสารผสมระหว่างน้ำมันปาล์มดิบกับเฮกเซน	105
ก 5	แคโรทีนอยด์ที่สกัดได้	106
ก 6	ไขมันที่ได้จากขั้นตอนการกรอง	106
ก 7	การแยกสารละลายสบู่และกลีเซอริน	106
ก 8	สบู่ที่ได้จากกระบวนการสะปอนิฟิเคชัน	106
ก 9	การระเหยน้ำออกจากกลีเซอริน	107
ก 10	เครื่องระเหยตัวทำละลายต้นแบบ	107
ก 11	เครื่องสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ	108