

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตการศึกษา	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ปาล์มน้ำมัน	4
2.2 สารแคโรทีนอยด์	6
2.3 ผลกระทบที่บีตาแคโรทีน	8
2.3.1 บีตาแคโรทีนที่อยู่ในรูปน้ำมัน	8
2.3.2 บีตาแคโรทีนที่อยู่ในรูปอิมัลชัน	8
2.3.3 บีตาแคโรทีนที่อยู่ในรูปผง	8
2.4 ประโยชน์ของแคโรทีนอยด์	9
2.4.1 สีส้มอาหาร	9
2.4.2 สารต้านการออกซิเดชัน	10
2.4.3 สารโปรวิตามินเอ	10
2.5 การเสื่อมสลายของแคโรทีนอยด์จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน	13
2.6 กระบวนการทำแห้ง	15
2.6.1 การทำแห้งด้วยระบบสุญญากาศ	16
2.6.2 การทำแห้งด้วยระบบไมโครเวฟ	18

ลิขสิทธิ์ © โดย Chiang Mai University  
 All rights reserved

2.6.3	Moisture sorption isotherms	21
2.6.4	วอเตอร์แอกติวิตี	23
2.6.5	การวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3	วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	27
3.1	วัตถุดิบ	27
3.2	อุปกรณ์/เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	27
3.3	สารเคมี	28
3.4	วิธีการศึกษา	30
3.4.1	การเตรียมตัวอย่างแคโรทีนอยด์	30
3.4.2	การทำแห้งแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบในรูปละลายในน้ำมัน	31
3.4.3	การทำแห้งแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบในรูปอิมัลชัน	31
3.4.4	ศึกษาแคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมันและรูปอิมัลชันระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	32
3.4.5	ศึกษาผลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อแคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมันและรูปอิมัลชันระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	33
3.4.6	การวิเคราะห์ข้อมูล	33
บทที่ 4	ผลการทดลองและวิจารณ์	34
4.1	การศึกษาการทำแห้งแคโรทีนอยด์รูปละลายในน้ำมัน	34
4.2	การศึกษาการทำแห้งแคโรทีนอยด์รูปอิมัลชันหรือแคโรทีนอยด์อิมัลชัน	36
4.2.1	ผลของอัตราส่วนอิมัลชันต่อค่าสีของแป้งที่ดูดซับแคโรทีนอยด์อิมัลชัน	36
4.2.2	การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ	41
4.2.3	การทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ	44
4.3	การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์แคโรทีนอยด์แห้งระหว่างการเก็บรักษา	46
4.3.1	แคโรทีนอยด์รูปละลายในน้ำมันที่ทำแห้งโดยใช้แป้งข้าวเหนียวเป็นตัวดูดซับระหว่างการเก็บรักษา	46

4.3.2	แคโรทีนอยด์รูปอิมัลชันที่ทำแห้งโดยใช้แป้งถั่วเขียวเป็นตัวดูดซับ ระหว่างการเก็บรักษา	49
4.4	การศึกษาผลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แคโรทีนอยด์แห้ง	51
4.4.1	ผลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแคโรทีนอยด์ รูปละลายในน้ำมัน	51
4.4.2	ผลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแคโรทีนอยด์ รูปอิมัลชัน	56
บทที่ 5	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	61
5.1	สรุปผลการทดลอง	61
5.2	ข้อเสนอแนะ	62
	เอกสารอ้างอิง	63
	ภาคผนวก	69
	ภาคผนวก ก การเตรียมแคโรทีนอยด์สกัดจากน้ำมันปาล์มดิบ	70
	ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณภาพกายภาพ ทางเคมีและจุลชีววิทยา	73
	ภาคผนวก ค ภาพวัตถุดิบ เครื่องมือที่ใช้และผลิตภัณฑ์	80
	ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	97

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 การเปรียบเทียบแอกติวิตีของวิตามินเอในสารกลุ่มแคโรทีนอยด์	11
2.2 ความสามารถในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ระดับวอเตอร์แอกติวิตีต่าง ๆ	16
2.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Sorption isotherms	22
4.1 การคัดเลือกแป้งที่ใช้ในการดูดซับแคโรทีนอยด์ชนิดละลายในน้ำมัน	35
4.2 ร้อยละของบีตาแคโรทีนที่ได้กลับคืนมา เมื่อใช้แป้งชนิดต่าง ๆ เป็นตัวดูดซับที่อัตราส่วนของแคโรทีนอยด์รูปละลายในน้ำมันต่อแป้งอัตราส่วนต่าง ๆ	35
4.3 ค่า $a_w$ และลักษณะปรากฏของแคโรทีนอยด์ชนิดละลายในน้ำมันที่ทำให้แห้งโดยใช้แป้งดูดซับชนิดต่าง ๆ	36
4.4 การคัดเลือกแป้งที่ใช้ในการดูดซับแคโรทีนอยด์อิมัลชัน	37
4.5 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของแป้งที่ใช้ในการดูดซับแคโรทีนอยด์	38
4.6 ค่า $a_w$ ของแป้งที่ดูดซับแคโรทีนอยด์ที่ใช้อัตราส่วนแคโรทีนอยด์อิมัลชันต่าง ๆ	40
4.7 ร้อยละประสิทธิภาพในการกักเก็บแคโรทีนอยด์ในการดูดซับแคโรทีนอยด์อิมัลชันด้วยแป้งชนิดต่าง ๆ	41
4.8 ปริมาณบีตาแคโรทีนในแป้งดูดซับชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการผลิตแคโรทีนอยด์อิมัลชันแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ	42
4.9 ค่า $a_w$ ของแคโรทีนอยด์อิมัลชันแห้งที่ทำแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ	43
4.10 ร้อยละของบีตาแคโรทีนที่ได้กลับคืนมาของแคโรทีนอยด์อิมัลชันที่ทำแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ	43
4.11 ปริมาณบีตาแคโรทีนในแป้งดูดซับชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการผลิตแคโรทีนอยด์อิมัลชันแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ	44
4.12 ค่า $a_w$ ของแคโรทีนอยด์อิมัลชันที่ทำแห้งโดยใช้เครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ	45
4.13 ร้อยละของผลผลิตบีตาแคโรทีนที่ได้กลับคืนมาของแคโรทีนอยด์อิมัลชันที่ทำแห้งโดยใช้เครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ	45
4.14 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของแคโรทีนอยด์แห้งในรูปละลายตัวในน้ำมันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	48
4.15 ปริมาณยีสต์และราของแคโรทีนอยด์แห้งในรูปละลายตัวในน้ำมันตลอด	

	ระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	48
4.16	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของแคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	50
4.17	ปริมาณยีสต์และราของแคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	51
4.18	การลดลงของบีตาแคโรทีนในแคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	52
4.19	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของแคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมันระหว่างการเก็บรักษา ในสภาวะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ เป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	55
4.20	ปริมาณยีสต์และราของแคโรทีนอยด์แห้งในรูปละลายตัวในน้ำมันระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน	55
4.21	การลดลงของบีตาแคโรทีนในแคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 3 เดือน ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	57
4.22	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของแคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชันระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ เป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	60
4.23	ปริมาณยีสต์และราของแคโรทีนอยด์แห้งในรูปอิมัลชันระหว่างการเก็บรักษา ในสภาวะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ เป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	60
ง.1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ beta-carotene recovery ในการผลิตแคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน	94
ง.2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของบีตาแคโรทีน และค่า $a_w$ ในการผลิตแคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน โดยใช้เครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ	94
ง.3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของบีตาแคโรทีน และค่า $a_w$ ในการผลิตแคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน โดยใช้เครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ	95
ง.4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของบีตาแคโรทีน ในการผลิตแคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน เก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	95
ง.5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของบีตาแคโรทีน ในการผลิตแคโรทีนอยด์	

แห่งรูปอิมัลชัน เก็บรักษาที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 6 เดือน	96
ง.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของบิตาแคโรทีนในการผลิตแคโรทีนอยด์ แห่งรูปละลายในน้ำมัน ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	96
ง.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของบิตาแคโรทีนในการผลิตแคโรทีนอยด์ แห่งรูปอิมัลชัน ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	97

## สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 การเคลื่อนที่ของประจุบวกและประจุลบของสารภายในสนามแม่เหล็ก	19
2.2 Moisture Sorption isotherm	21
2.3 ค่า $a_w$ กับการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เอนไซม์และจุลินทรีย์ภายในอาหาร	24
4.1 ผลของอัตราส่วนอิมัลชันต่อค่า $L$ ของแป้งที่ดูดซับแคโรทีนอยด์อิมัลชัน	38
4.2 ผลของอัตราส่วนอิมัลชันต่อค่า $a^*$ ของแป้งที่ดูดซับแคโรทีนอยด์อิมัลชัน	38
4.3 ผลของอัตราส่วนอิมัลชันต่อค่า $b^*$ ของแป้งที่ดูดซับแคโรทีนอยด์อิมัลชัน	39
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปริมาณสารระเหย กับอัตราส่วนอิมัลชัน	40
4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณบีตาแคโรทีนของแคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 6 เดือนที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	46
4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณบีตาแคโรทีนของแคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	49
4.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณบีตาแคโรทีนของแคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 3 เดือนในสภาวะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	52
4.8 Moisture sorption isotherm ของแคโรทีนอยด์แห้งรูปละลายในน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	53
4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณบีตาแคโรทีนของแคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 3 เดือนในสภาวะควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	57
4.10 Moisture sorption isotherm ของแคโรทีนอยด์แห้งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	58
ข.1 กราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเบต้าแคโรทีนกับค่า การดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร	76
ค. 1 แป้งที่ใช้ในการดูดซับแคโรทีนอยด์	81
ค. 2 น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการดีกัมแล้ว (จากซ้ายไปขวา)	81
ค. 3 แคโรทีนอยด์ที่สกัดจากน้ำมันปาล์มดิบ	81

ค. 4	แคโรทีนอยด์ที่สกัดจากน้ำมันปาล์มดิบและเตรียมในรูปอิมัลชันร้อยละ 35, 40 และ 45 โดยปริมาตร (จากซ้ายไปขวา)	82
ค.5	เครื่องสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ	82
ค.6	เครื่องระเหยตัวทำละลายเฮกเซน	82
ค.7	เครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ	83
ค.8	เครื่องอบแห้งไมโครเวฟระบบสุญญากาศ	83
ค.9	Sorption bottle	83
ค.10	แคโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)	84
ค.11	แคโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)	84
ค.12	แคโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)	84
ค.13	แคโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ ที่กำลัง 720 วัตต์เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)	85
ค.14	แคโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ ที่กำลัง 960 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)	85
ค.15	แคโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ ที่กำลัง 1200 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)	85
ค.16	แคโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)	86
ค.17	แคโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)	86
ค.18	แคโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา)	86
ค.19	แคโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ ที่กำลัง 720 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)	87
ค.20	แคโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ ที่กำลัง 960 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา)	87



- ค.21 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ ที่กำลัง 1200 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา) 87
- ค.22 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา) 88
- ค.23 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา) 88
- ค.24 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที (จากซ้ายไปขวา) 88
- ค.25 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ ที่กำลัง 720 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา) 89
- ค.26 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ ที่กำลัง 960 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา) 89
- ค.27 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชันที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟระบบสุญญากาศ ที่กำลัง 1200 วัตต์ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที (จากซ้ายไปขวา) 89
- ค.28 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปละลายในน้ำมันที่ใช้แป้งข้าวเหนียวคูดซับ ที่ระดับอิมัลชัน 30, 35 และ 45% โดยปริมาตร (จากซ้ายไปขวา) 90
- ค.29 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปละลายในน้ำมันที่ใช้แป้งข้าวเจ้าคูดซับ ที่ระดับอิมัลชัน 30, 35 และ 45 % โดยปริมาตร (จากซ้ายไปขวา) 90
- ค.30 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปละลายในน้ำมันที่ใช้มันสำปะหลังคูดซับ ที่ระดับอิมัลชันร้อยละ 30, 35 และ 45% โดยปริมาตร (จากซ้ายไปขวา) 90
- ค.31 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 20% ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน 91
- ค.32 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 30% ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน 91
- ค.33 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 40% ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน 91
- ค.34 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 50% ก่อนเก็บรักษา (ซ้าย) และหลังเก็บรักษา (ขวา) เป็นเวลา 3 เดือน 92
- ค.35 แคลโรทีนอยด์แห่งรูปอิมัลชัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์

