บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ชนิดของดักแด้ไหมอีรี่และตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดน้ำมันดิบจากดักแด้ไหมอีรี่

การทดลองสกัดน้ำมันดิบจากดักแด้ไหมอีรี่ โดยการเปรียบเทียบที่ชนิดของดักแด้ และตัวทำละลาย เพื่อเลือกดักแด้และตัวทำละลายที่ให้ปริมาณน้ำมันดิบสูงที่สุดเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดน้ำมัน ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณน้ำมันดิบที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิดคือเฮกเซน และปิโตรเลียมอีเทอร์ จากดักแด้ 2 ชนิดคือ ดักแด้ที่เลี้ยงด้วยมันสำปะหลัง และดักแด้ที่เลี้ยงด้วยละหุ่ง

ปัจจัยที่ทดลอง	ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ (ร้อยละต่อน้ำหนักแห้ง)
ปัจจัยเดี่ยว (ชนิดตัวทำละลาย)	
เฮกเซน	27.77±2.69[a]
ปิโตรเลียมอีเทอร์	18.98±2.05[b]
ปัจจัยเดี่ยว (ชนิดดักแด้)	
มันสำปะหลัง	24.67±5.87[a]
ละหุ่ง	22.08±4.38[b]
ปัจจัยร่วม (ตัวทำละลาย x ดักแด้)	ns
เฮกเซน x มันสำปะหลัง	29.83±0.52
เฮกเซน x ละหุ่ง	25.71±2.25
ปิโตรเลียมอีเทอร์ x มันสำปะหลัง	19.51±2.47
ปิโตรเลียมอีเทอร์ x ละหุ่ง	18.46±1.89

หมายเหตุ - ค่าที่แสดงในตาราง หมายถึง ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ
- a, b ตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับที่แตกต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมันร้อยละ 95

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากผลทดลอง พบว่า ปริมาณน้ำมันดิบที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการสกัดโดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายสามารถสกัดน้ำมันออกมาได้มากกว่าการใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อาจเนื่องมาจากในกระบวนการสกัดน้ำมันมีการใช้อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้ปิโตรเลียมอีเทอร์มีความหนาแน่นลดลงจึงทำให้ประสิทธิภาพในการสกัดลดลงไปได้ และพบว่า ชนิดของดักแด้มีผลต่อปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ โดยดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังสามารถสกัดน้ำมันดิบออกมาได้มากกว่าดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบละหุ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ผลของการใช้ร่วมกันระหว่างชนิดตัวทำละลายและชนิดดักแด้นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นสามารถพิจารณาเลือกเฮกเซนเป็นตัวทำละลาย และสกัดน้ำมันจากดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังโดยจะได้ปริมาณน้ำมันดักแด้ไหมอีรี่ดิบที่สูงสุด โดยได้ปริมาณน้ำมันร้อยละ 29.83±0.52 เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป และเมื่อเทียบปริมาณโปรตีนและไขมันของใบมัน-สำปะหลังพบว่า มีโปรตีนอยู่ร้อยละ 23.10 ไขมันอยู่ร้อยละ 7.24 (อุทัย, 2547) และใบละหุ่งมีโปรตีนร้อยละ 25.22 และไขมันร้อยละ 6.83 (Manoharan, 1982) ซึ่งจะเห็นว่าใบมันสำปะหลังมีปริมาณไขมันอยู่มากกว่าและประกอบกับดักแด้ไหมอีรี่ที่เลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังจะมีอายุการเลี้ยงที่นานกว่าดักแด้ไหมอีรี่ที่เลี้ยงด้วยใบดักแด้ไหมอีรี่ที่เลี้ยงด้วยใบละหุ่งเป็นเวลา 5 วัน ดังนั้นอาจทำให้ในดักแด้ไหมอีรี่ที่เลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังมีปริมาณไขมันสูงกว่าดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบละหุ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยอมรรัตน์และคณะ (2545) ที่รายงานว่า ดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบละหุ่งจะมีโปรตีนอยู่ร้อยละ 54.54 ไขมันร้อยละ 26.10 และดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบมันสำปะหลังมีโปรตีน 55.34 ไขมันร้อยละ 33.82

4.2 ระดับปัจจัยที่เหมาะสมของในการสกัดน้ำมันดิบจากดักแด้ไหมอีรี่

การทดลองแปรระดับของปัจจัยที่ใช้ในการสกัดน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ 3 ชนิด คือ ปริมาณของตัวทำละลาย อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการสกัด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

เมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์สมการถดถอยเพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (ปริมาณตัวทำละลาย อุณหภูมิ และเวลา) กับตัวแปรตาม (ปริมาณน้ำมัน) โดยใช้สมการ Quadratic พบว่า แบบจำลองมีระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) และค่า $R^2 > 0.8901$ (ตารางที่ 4.3) สามารถใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามได้ จึงนำไปสร้างกราฟ response surface และ contour plot เพื่อคัดเลือกระดับปัจจัยที่มีความเหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.2 ผลของปริมาณตัวทำละลาย อุณหภูมิ และเวลาต่อปริมาณน้ำมันดิบไหมอีรี่

สิ่งทดลอง	ตัวแปรอิสระ			ตัวแปรตาม
	ปริมาณตัวทำละลาย	อุณหภูมิ	เวลา	ปริมาณน้ำมัน (ร้อยละ)
1	100	40	10	19.82
2	100	40	20	15.52
3	100	60	10	19.45
4	100	60	20	22.32
5	200	40	10	22.72
6	200	40	20	17.27
7	200	60	10	20.35
8	200	60	20	23.38
9	66	50	15	16.70
10	234	50	15	22.44
11	150	33.2	15	20.26
12	150	67	15	30.13
13	150	50	7	22.71
14	150	50	23.5	25.35
15	150	50	15	28.67
16	150	50	15	30.12
17	150	50	15	29.01

ตารางที่ 4.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

ตัวแปรตาม	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	R^2
% crude fat	$29.42 + 1.19X_1 + 1.96X_2 + 0.043X_3 - 3.97X_1^2 - 1.98X_2^2 - 2.39X_3^2 - 0.34X_1X_2 - 0.12\ X_1X_3 + 1.96X_2X_3$	0.8901

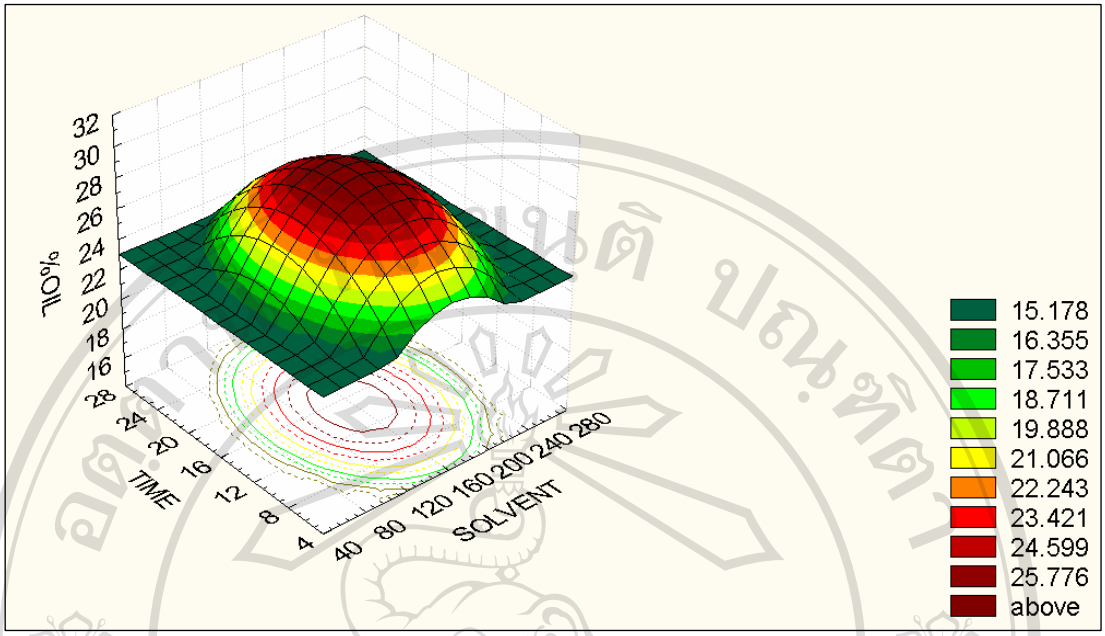
หมายเหตุ X_1 = ปริมาณตัวทำละลาย

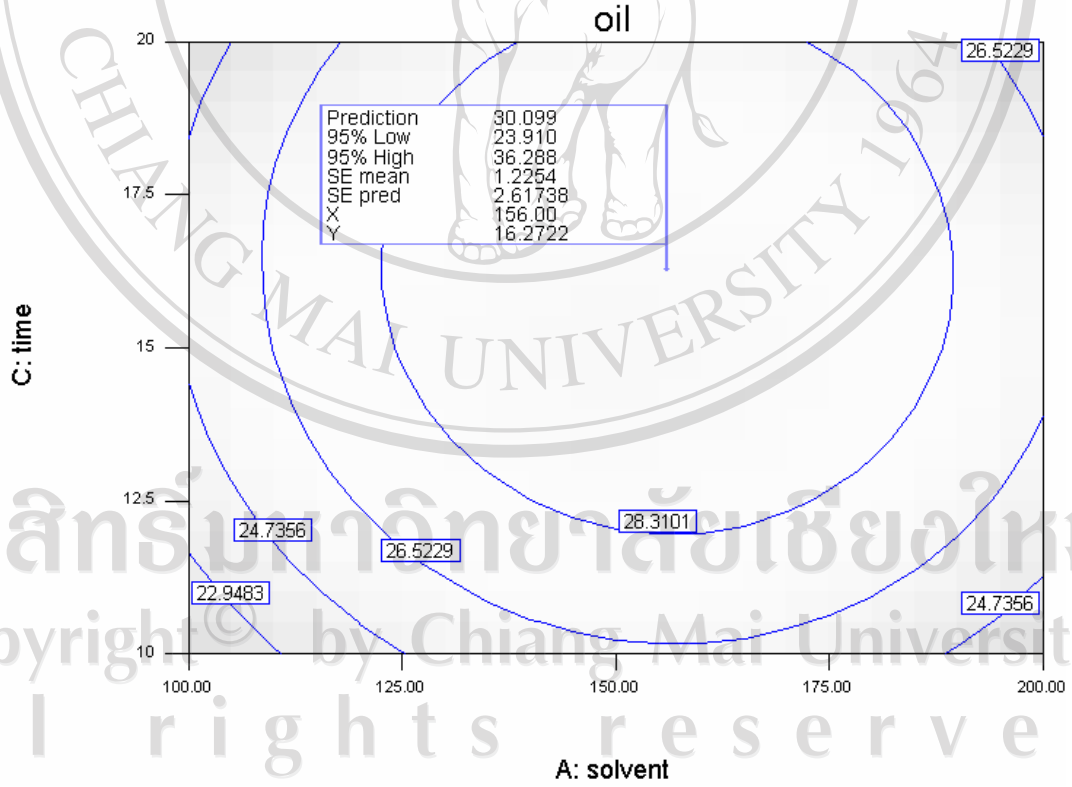
X_2 = อุณหภูมิ

X_3 = เวลา

* หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

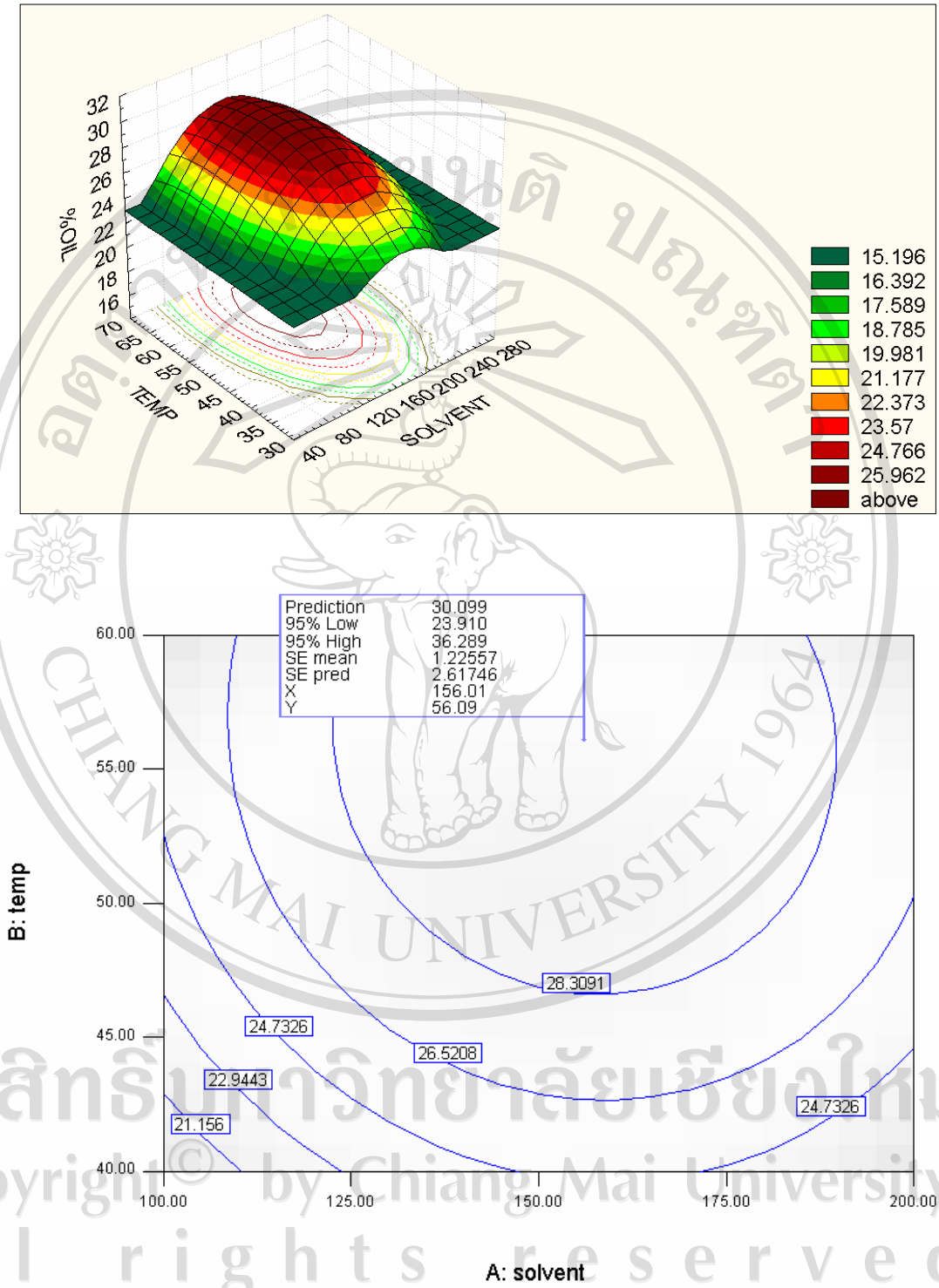
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved





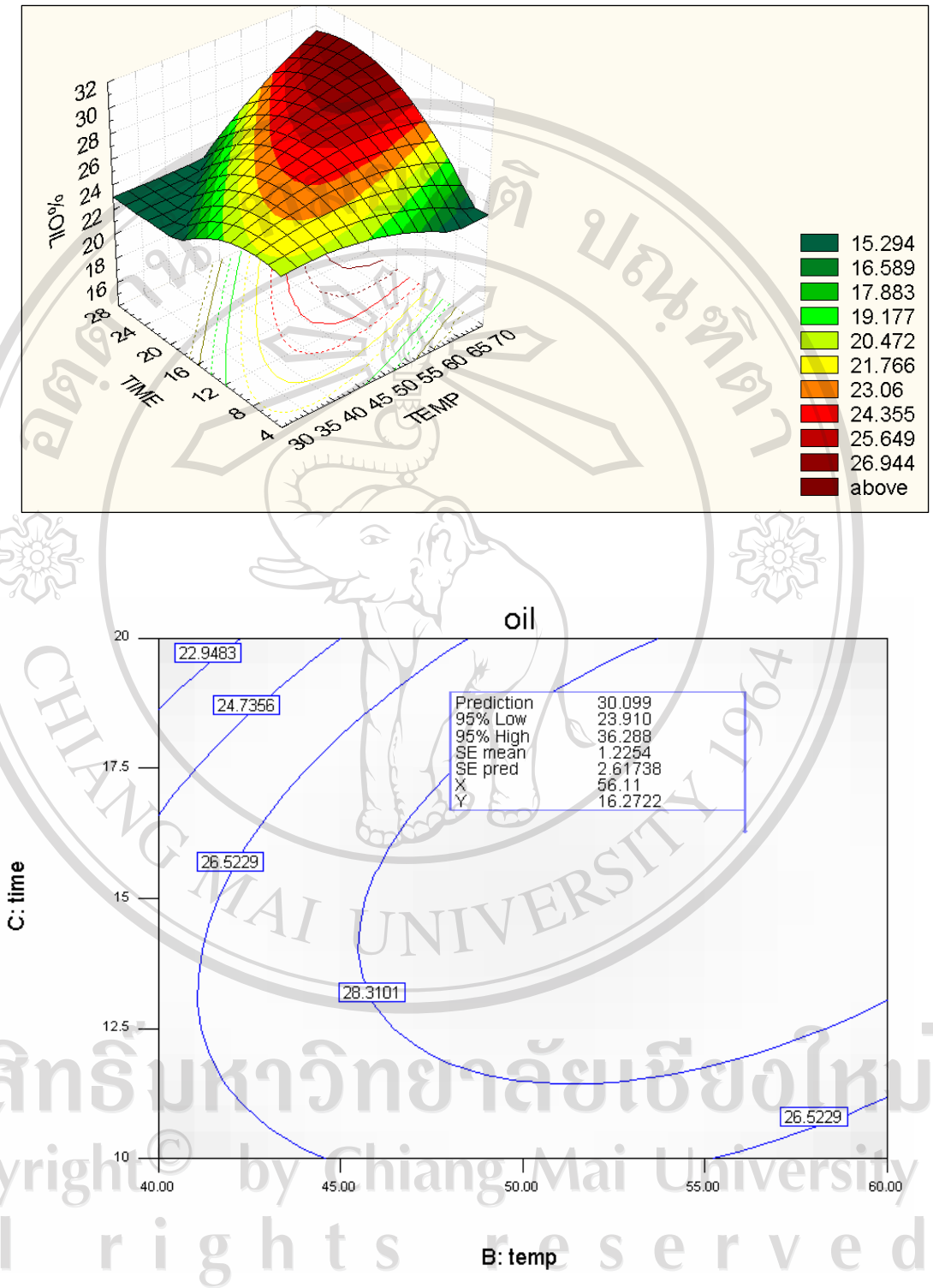
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4.1 กราฟพื้นผิวตอบสนอง (response surface) และ contour plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการสกัด และปริมาณตัวทำละลาย



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4.2 กราฟพื้นผิวตอบสนอง (response surface) และ contour plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และปริมาณตัวทำละลาย



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4.3 กราฟพื้นผิวตอบสนอง (response surface) และ contour plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการสกัด และอุณหภูมิ

ผลจากการทดลองสกัดน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่เพื่อหาสภาวะของปัจจัยที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันดิบจากไหมอีรี่ โดยการพิจารณาจากรูปที่ 4.1-4.3 และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่าปริมาณตัวทำละลาย อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อปริมาณร้อยละของน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ดิบที่ได้ โดยระดับของปัจจัยที่เหมาะสมได้แก่ ปริมาณสารละลาย(X_1) ที่ 156.01 มิลลิลิตร อุณหภูมิ(X_2) ที่ 56.11 องศาเซลเซียส เวลา(X_3) ที่ 16.27 นาที ทำให้สามารถสกัดน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ได้ร้อยละ 30.09 เมื่อพิจารณาจากปริมาณตัวทำละลายพบว่าถ้าใช้ตัวทำละลายในปริมาณที่ต่ำจะทำให้ได้น้ำมันสกัดจากดักแด้ไหมอีรี่ในปริมาณที่ต่ำ ถ้าใช้ในประมาณที่สูงมากไปทำให้ปริมาณน้ำมันที่ได้ลดลงเช่นกัน ส่วนอุณหภูมิและเวลาที่ใช้สกัดน้ำมันไหมอีรี่พบว่าถ้ายิ่งมีการเพิ่มอุณหภูมิและเวลาให้สูงขึ้นจะทำให้ได้ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้มีปริมาณเพิ่มขึ้นได้ เมื่อลองทำการสกัดน้ำมันโดยใช้ระดับปัจจัยดังกล่าวแล้วได้ปริมาณน้ำมันออกมาร้อยละ 29.45

4.3 สมบัติของน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่บริสุทธิ์ที่สกัดได้

การทดลองวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ที่สกัดได้และผ่านกรรมวิธีการทำให้บริสุทธิ์ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5

จากผลการทดลอง พบว่า ค่ากรด (Acid value) ของน้ำมันซึ่งแสดงจำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการทำให้กรดไขมันอิสระที่มีอยู่ในไขมันมันหรือน้ำมันจำนวน 1 กรัมเป็นกลางพอดี ในน้ำมันดิบที่สกัดจากกดักแด้ไหมอีรี่มีค่ากรดเท่ากับ 16.00 ± 0.00 ซึ่งมาค่าสูงเกินค่ามาตรฐานน้ำมันดิบเพื่อการบริโภคกับค่าประกาศกระทรวงสาธารณสุข และมาตรฐาน CODEX กำหนดไว้น้ำมันดับที่ใช้เพื่อการบริโภคโดยตรงควรมีค่ากรดไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน 1 กรัม จึงทำต้องมีการทำให้น้ำมันที่สกัดได้จากดักแด้ไหมอีรี่มีความบริสุทธิ์โดยการทำให้เป็นกลางด้วยด่างเพื่อกำจัดกรดไขมันอิสระที่มีอยู่ และทำการฟอกสีด้วยถ่านฟอกสี เพื่อกำจัดรงควัตถุ สารแขวนลอย สบู่ และโลหะหนักที่ยังคงเหลืออยู่ในน้ำมันออก และเมื่อนำน้ำมันสกัดจากดักแด้ไหมอีรี่ทำให้บริสุทธิ์แล้วมาวิเคราะห์ทางเคมีแล้วพบวา มีค่ากรดอยู่ที่ 0.5485 ± 0.01 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน 1 กรัม เป็นไปตามเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ ส่วนในไหมหม่อนพบว่า น้ำมันดิบมีค่ากรดอยู่ค่อนข้างสูงเหมือนกันคือ อยู่ในระดับ 0.51-0.56 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน 1 กรัม (อรทัย, 2542) ในน้ำมันดิบที่มีปริมาณกรดไขมันอิสระอยู่สูงอาจเนื่องมาจากการเก็บรักษาดักแด้ในรูปแช่เยือกแข็งมาเป็นเวลานานซึ่งกว่าที่จะนำมาสกัดน้ำมันและทำให้บริสุทธิ์ใช้เวลานานทำให้ไขมันเกิดการแตกตัวในระหว่างการเก็บรักษาได้ และในวิธีการสกัดน้ำมันด้วยวิธีของ Folch method มีการใช้ความร้อนเข้ามาในการสกัดซึ่งอาจทำให้ไขมันสามารถที่จะแตกตัวออกเป็นกรดไขมันอิสระได้ง่ายจึงทำให้น้ำมันดิบมีปริมาณของกรดไขมันอิสระที่สูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางเคมีของน้ำมันดักแด้ไหมอีรี่ที่สกัดได้

ค่าดัชนี	ค่ามาตรฐาน	น้ำมันจากไหมอีรี่
ค่า Acid Value ในน้ำมันดิบ(mg.KOH/oil 1 g)	$\leq$ 4.0	16.00 ± 0.00
ค่า Acid Value (mg.KOH/oil 1 g)	$\leq$ 0.6	0.55 ± 0.01
ค่า Iodine number (g Iodine/oil 100 g)	ค่าเฉพาะ	28.39 ± 2.13
ค่า peroxide Value (Milliequivalent/oil 1 kg)	$\leq$ 10	4.55 ± 0.12
ค่า saponification Number (mg.KOH/oil 1 g)	ค่าเฉพาะ	190.54 ± 4.46
ค่า Unsaponifiable matters (% by weight)	ค่าเฉพาะ	3.22 ± 0.15
น้ำและสารระเหยได้ที่ 105°ซ (% by weight)	$\leq$ 0.2	0.14 ± 0.01
สิ่งปนเปื้อนที่ไม่ละลายในน้ำมัน Insoluble impurities (% by weight)	$\leq$ 0.05	0.08 ± 0.01
pH	ค่าเฉพาะ	7.42 ± 0.00

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตาราง หมายถึง ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

จากการทดลอง พบว่า น้ำมันดักแด้ไหมอีรี่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์มีค่าไอโอดีนเฉลี่ยเท่ากับ 28.39 ± 2.13 กรัมไอโอดีนต่อน้ำมัน 100 กรัม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันจากดักแด้ไหมหม่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.08 ± 1.47 กรัมไอโอดีนต่อน้ำมัน 100 กรัม (อรทัย, 2542) ค่าไอโอดีนสามารถแสดงให้เห็นถึงจำนวนพันธะคู่ที่มีในน้ำมัน แสดงว่า น้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่มีจำนวนพันธะคู่น้อยกว่าน้ำมันจากไหมหม่อน และเมื่อเทียบกับข้อมูลการสกัดน้ำมันตับปลาจากปลาฉลาม (Sumaya et al. 1995) พบว่า มีค่าไอโอดีนอยู่ในช่วง 116-132 กรัมไอโอดีนต่อน้ำมัน 100 กรัม ซึ่งขึ้นกับวิธีการสกัดโดยวิธีการสกัดที่ใช้ความร้อนสูงจะทำให้มีค่าไอโอดีนลดลงได้ และค่าไอโอดีนของน้ำมันเนยจากนมแกะ (Sheep butter oils) มีค่าไอโอดีนเท่ากับ 26.4-26.7 (Oya et al. 2007) ทำให้พบว่า น้ำมันดักแด้ไหมอีรี่มีปริมาณของพันธะคู่ใกล้เคียงกับน้ำมันเนยจากนมแกะ เมื่อพิจารณาค่าเปอร์ออกไซด์พบว่า น้ำมันดักแด้ไหมอีรี่ที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์มีค่า 4.55 ± 0.12 ซึ่งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานสูงสุดที่กำหนดไว้ว่าต้องไม่เกิน 10 มิลลิสมมูลย์ต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม เนื่องจากปฏิกิริยาการหืนยังไม่เข้าสู่ขั้น propagation และถ้าเก็บในสภาวะที่เหมาะสมอาจทำให้สามารถเก็บรักษาที่นานขึ้นได้ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลกับน้ำมันไหมหม่อนซึ่งมีค่า 5.74 – 7.98 จะพบว่า น้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่มีค่าเปอร์ออกไซด์ที่ต่ำกว่าน่าจะมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า หรืออาจเกิด autoxidation ได้ยากกว่า ส่วนค่าสปอนนิฟายของน้ำมันดักแด้ไหมอีรี่ที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์จะมีค่า 190.54 ± 4.46 mg.KOH/oil 1 g เมื่อเปรียบเทียบกับเนยจากนกแกะมีค่า 230-232

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(Oya et al. 2007) และน้ำมันจากดักแด้ไหมหม่อนมีค่า 201-218 (อรทัย, 2542) ค่าสปอนนิฟาย (saponification Number) หมายถึง จำนวนมิลลิกรัมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไฮโดร-ไลซ์ไขมันหรือน้ำมันอย่างสมบูรณ์จำนวน 1 กรัม ได้เป็นสบู่และกลีเซอรอล ผลจากการทดลองพบว่า น้ำมันดิบจากไหมอีรี่มีค่าสปอนนิฟายต่ำกว่าน้ำมันเนยแกะและน้ำมันจากไหมหม่อนจึงมีกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ส่วนหนึ่งที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่สูงกว่าน้ำมันเนยแกะและน้ำมันจากไหมหม่อน

สารสปอนนิฟายไม่ได้ในน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ที่สกัดได้จากการทดลองมีค่าสูงถึงร้อยละ 3.2248 ± 0.154 เมื่อเทียบกับน้ำมันดักแด้ไหมหม่อนมีค่าร้อยละ 0.8478-0.9021 ซึ่งต่ำกว่าน้ำมันดักแด้ไหมอีรี่อยู่มาก สารสปอนนิฟายไม่ได้ (Unsaponifiable matters) เป็นกลุ่มของสารที่เหลือจากการทำ Saponification ได้แก่กลุ่มสารประกอบจำพวกไฮโดรคาร์บอน คีโตน แอลกอฮอล์ที่มีน้ำมันโมเลกุลสูง คอลเรสเตอรอล ผลจากการทดลองแสดงว่า น้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ที่สกัดได้และผ่านการทำให้บริสุทธิ์มีสารกลุ่มสปอนนิฟายไม่ได้อยู่สูง ซึ่งอาจรวมไปถึงคอลเรสเตอรอลด้วย เมื่อพิจารณาค่าน้ำและสารระเหยได้ที่ 105°ซ พบว่า ประมาณน้ำที่หลงเหลือในผลิตภัณฑ์น้ำมันนี้จะมีผลต่อความคงตัวของน้ำมันได้ ถ้ามีการหลงเหลืออยู่มากอาจทำให้เกิดการหืน (hydrolytic rancidity) ดังนั้นจึงมีการกำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์น้ำมันไม่ให้เกิดร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักน้ำมัน พบว่าน้ำมันดักแด้ไหมอีรี่น้ำและสารระเหยได้ที่ 105°ซ ร้อยละ 0.14 ± 0.01 และในน้ำมันดักแด้ไหมหม่อนมีค่าน้อยกว่าเพียงร้อยละ 0.007 - 0.0128 มีความเป็นไปได้ว่าน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่จะเกิดการหืน(hydrolytic rancidity) ได้เร็วกว่าซึ่งในการวัดปริมาณในน้ำมันควรจะใช้วิธี Karl Fischer titration จะทำให้ได้ปริมาณน้ำคงเหลือในน้ำมันได้แม่นยำมากกว่าการอบที่อุณหภูมิ 105°ซ ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ ส่วนสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ละลายในน้ำมัน (Insoluble impurtties) โดยมีการกำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์น้ำมันไม่ให้เกิดร้อยละ 0.05 พบว่า ในน้ำมันดักแด้ไหมอีรี่สิ่งปนเปื้อนที่ไม่ละลายในน้ำมันร้อยละ 0.08 ± 0.01 ซึ่งพบว่ามีปริมาณเกินกว่าค่ามาตรฐาน และในน้ำมันดักแด้ไหมหม่อนมีอยู่ร้อยละ 0.0106 - 0.237 ซึ่งสารปนเปื้อนที่ไม่ละลายในน้ำมันนี้อาจจะทำให้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการหืนในน้ำมันได้เช่นเดียวกัน

ส่วนสมบัติทางกายภาพของน้ำมันสกัดจากไหมอีรี่มีดังนี้ การหักเหของแสงที่ 25 องศาเซลเซียส ในน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ที่ผ่านกระบวนการแล้วมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.4729 เปรียบเทียบกับค่าการหักเหแสงของน้ำมันจากไหมหม่อนพันธุ์จุล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.5 แสดงให้เห็นว่า น้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่นี้จะมีความยาวของสายคาร์บอนที่สั้นกว่า หรืออาจจะมีจำนวนพันธะคู่ในน้ำมันที่สูงกว่า และเมื่อเปรียบเทียบค่าหักเหของแสงกับน้ำมันหมู เท่ากับ 1.459-1.461 (Pike, 1994) กับน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่น่าจะมีคุณภาพที่ดีกว่า โดยพบอีกว่าน้ำมันดักแด้ไหมอีรี่มีค่าการหักแหของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แสงใกล้เคียงกับน้ำมันงา (1.470-1.474)(Pike, 1994) คาดว่าน่าจะมีความยาวของคาร์บอน และมีปริมาณของพันธะคู่ที่ใกล้เคียงกัน เพราะว่าค่าหักเหของแสงเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความยาวของสายคาร์บอนและจำนวนในพันธะคู่ได้ แต่ทั้งนี้ต้องทำการเปรียบเทียบกับค่าอื่นๆ เพิ่มเติมด้วย

ตารางที่ 4.5 สมบัติทางกายภาพน้ำมันดักแด้ไหมอีรี่ที่สกัดได้

ค่าดัชนี	ค่าที่วัดได้
การหักเหของแสง	1.4729 ± 0.0000
ความหนาแน่น	0.88 ± 0.02
สี	
L	51.73 ± 0.38
a*	10.09 ± 0.19
b*	61.81 ± 0.62
Hue	80.73 ±3.26
Chroma	62.63 ±0.64

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตาราง หมายถึง ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

เมื่อพิจารณาค่าความหนาหนาแน่นที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่า น้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่มีความหนาแน่นเท่ากับ 0.8799±0.02 น้ำมันจากดักแด้ไหมหม่อนจุล 1 เท่ากับ 0.8970 ± 0.0001 จุล 5 เท่ากับ 0.8863 ±0.0030 (อรทัย, 2542)แสดงว่า น้ำมันจากไหมหม่อน มีจำนวนคาร์บอนที่สูงกว่าน้ำมันจากไหมอีรี่ และเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันอื่นๆ พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันเนย (0.865-0.870) และน้ำมันหมู(0.858-0.864) (Pike, 1994) ส่วนค่าสีซึ่งเป็นค่าคุณลักษณะที่ต้องการค่าหนึ่งแต่ไม่มีกำหนดระดับค่าสีมาตรฐานไว้ เนื่องจากต้องเป็นลักษณะเฉพาะของน้ำมันแต่ละชนิด ระบบที่นิยมวัดว่าคือระบบฮันเตอร์ ซึ่งสามารถแย่งสีออกได้สามค่าสีคือ ค่าสี L เป็นค่าความสว่างมีค่าเท่ากับ 51.73 ± 0.38 ค่าสี a* เป็นค่าสีแดงมีค่าเท่ากับ 10.09 ± 0.19 และค่าสี b* เป็นค่าสีเหลืองมีค่าเท่ากับ 61.81 ± 0.62 ค่าเฉดสี (hue) เท่ากับ80.73 ±3.26 และค่าความบริสุทธิ์ของสี(chroma) เท่ากับ 62.63 ±0.64 ซึ่งพบว่า ค่าสีของน้ำมันดักแด้ไหมอีรี่ที่สกัดได้มีค่าสีที่แสดงออกในระดับสีแดงและสีเหลืองที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับน้ำมันจากไหมหม่อนซึ่งมีค่า L เท่ากับ 75.12, ค่าสี a เท่ากับ -6.25 และค่าสี b เท่ากับ 46.68 (อรทัย, 2542)

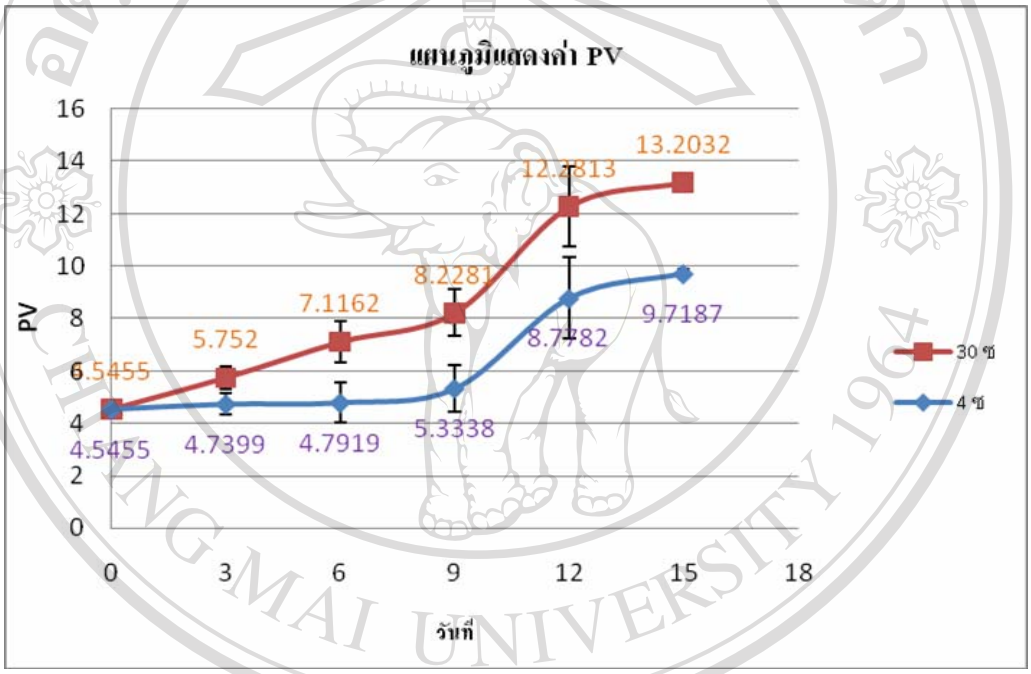
ซึ่งสมบัติของน้ำมันสกัดจากดักแด้ไหมอีรี่และผ่านการทำให้บริสุทธิ์พบว่าเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 205 พ.ศ. 2543 เรื่องน้ำมันและไขมัน ทุกค่ายกเว้นค่าสาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปนเปื้อนที่ไม่ละลายในน้ำมันโดยเกินมาร้อยละ 0.03 ควรจะมีการปรับปรุงกรรมวิธีการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ เพื่อทำการลดปริมาณสารปนเปื้อนที่ไม่ละลายในไขมันให้น้อยลง

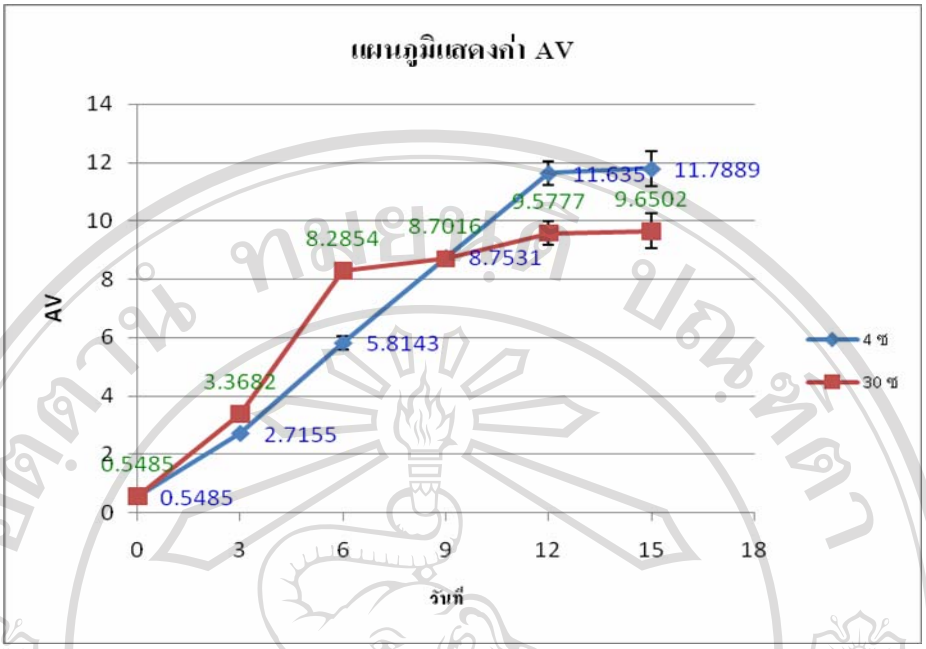
4.4 ความคงตัวของน้ำมันไหมอีรี่ที่สกัดได้และผ่านการทำให้บริสุทธิ์

การทดลองจะเก็บรักษาน้ำมันไหมอีรี่ที่สกัดได้และผ่านการทำให้บริสุทธิ์ที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) และในห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ (4±1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วัน ผลที่ได้แสดงในรูปที่ 4.4 และ 4.5



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์เก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ และอุณหภูมิห้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงค่ากรดของน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ที่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์เก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ และอุณหภูมิห้อง

เมื่อพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์ออกไซด์และค่ากรดไขมันอิสระแล้วพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงดังแสดงในกราฟที่ 4.5 และ 4.6 จากนั้นทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าเปอร์ออกไซด์และค่ากรดไขมันมันอิสระที่วัดได้ตั้งแต่เริ่มเก็บจนถึงวันที่ 15 ที่มีค่าเปอร์ออกไซด์เกินมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ การหาสมการของความสัมพันธ์โดยวิธี Enter regression จะทำให้ได้ความสัมพันธ์เป็นสมการเส้นตรงออกมาดังนี้

ค่าเปอร์ออกไซด์ที่อุณหภูมิ 4°ซ = 3.35 + 0.367 * วัน, R^2 = 0.758 ….(4.1)
ค่าเปอร์ออกไซด์ที่อุณหภูมิห้อง = 3.95 + 0.609 * วัน, R^2 = 0.910 ….(4.2)
ค่ากรดที่อุณหภูมิ 4°ซ = 0.757 + 0.814 * วัน, R^2 = 0.949 ….(4.3)
ค่ากรดที่อุณหภูมิห้อง = 2.078 + 0.615 * วัน R^2 = 0.817 ….(4.4)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าเปอร์ออกไซด์เป็นการวัดระดับการเกิดออโตออกซิเดชั่น (autoxidation) ที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวกับออกซิเจนในอากาศ จากสมการที่ 4.1 และ 4.2 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรวันที่เก็บรักษาของสมการถดถอยที่ได้ พบว่า หากเก็บรักษาน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ไว้ที่อุณหภูมิห้องมีโอกาสเสื่อมเสียได้มากกว่าเก็บไว้ในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิอาจ

เนื่องมาจากในสภาวะที่อากาศเย็นจะมีปริมาณออกซิเจนอยู่ต่ำกว่า จึงทำให้มีโอกาสการเกิดออกซิ-เดชั่นได้น้อยกว่า โดยค่าเปอร์ออกไซด์จะเพิ่มขึ้นได้เมื่อมีการเก็บรักษาที่นานขึ้นและมีอุณหภูมิการเก็บที่สูง (Hole et al, 1996 and Boran et al, 2006) โดยพบว่าถ้าเก็บน้ำมันสกัดจากดักแด้ไหมอีรี่ที่ทำให้บริสุทธิ์ที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 9 วัน และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 พบว่ามีค่าเปอร์ออกไซด์ไม่เกินมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง น้ำมันและไขมัน

แต่ว่าพบว่าค่ากรดจะมีค่าเกินมาตรฐานเมื่อเก็บไว้ที่ 3 วัน อาจจะเนื่องจากในน้ำมันมีปริมาณความชื้นที่สูงและประกอบกับมีปริมาณสิ่งปนเปื้อนที่ไม่ละลายในน้ำมันอยู่สูงจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในน้ำมันมีการแตกตัวของกรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้น โดยพบว่าที่อุณหภูมิสูง (30±2 องศาเซลเซียส)ในช่วงวันที่ 0 – 6 จะมีปริมาณกรดสูงกว่าในสภาวะอุณหภูมิต่ำ แต่ว่าในช่วงวันที่ 9 -15 อุณหภูมิสูงจะมีปริมาณกรดจะมีปริมาณต่ำกว่าและเริ่มคงที่ในวันที่ 12 ซึ่งซึ่งผลการทดลองจะแตกต่างจาก อรทัย (2542) ที่รายงานว่า ค่ากรดในน้ำมันจากดักแด้ไหมหม่อนไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาที่ 35 องศาเซลเซียส อาจจะเนื่องมาจากที่อุณหภูมิสูงจะเป็นตัวเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เร็วในช่วงแรกพอในช่วงหลังตัวเร่งปฏิกิริยาหมดลงจึงทำให้มีปริมาณกรดเริ่มคงที่ได้ ซึ่งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสนั้นจะค่อยๆ เกิดปฏิกิริยาและเริ่มคงที่ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ประกอบกับในการบวนการสกัดน้ำมันในครั้งนี้ได้มีการใช้ความร้อนมาช่วยในการสกัด การทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ การฟอกสี ซึ่งมักใช้อุณหภูมิในระดับที่สูงซึ่งอาจจะทำให้กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย และอาจจะเนื่องมาจากดักแด้ที่นำมาสกัดน้ำมันนี้มีการแช่เยือกแข็งก่อนส่งมาทำการสกัดน้ำมันเป็นระยะเวลาหลายเดือนซึ่งอาจจะทำให้น้ำมันเกิดการเสื่อมคุณภาพลงในระหว่างการเก็บโดยวิธีการแช่เยือกแข็ง จึงอาจทำให้อายุของน้ำมันจากดักแด้ไหมอีรี่ที่สกัดได้และผ่านการทำให้บริสุทธิ์มีระยะเวลาสั้นลง

ซึ่งในการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ควรจะมีการลดปริมาณกรดในช่วงเริ่มต้นให้ต่ำมากๆ และมีการลดปริมาณความชื้น ปริมาณสารปนเปื้อนที่ไม่ละลายในน้ำมันให้น้อยลงไปด้วย และควรมีการเติมสารกันหืนลงไปเพื่อช่วยให้น้ำมันสกัดจากไหมอีรี่มีความคงตัวมากขึ้นด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved