

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี

1. การวิเคราะห์ค่าไอโอดีน

1.1 วัสดุอุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ 500 มล.
2. บีเปตกระเปาะ 25 มล.
3. บิวเรต 25 มล.
4. ลูกแก้วกันกระแทก
5. จุกยาง

1.2 สารเคมี

1. สารละลายวิจส์ (Wij's solution)
2. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดค์ (KI) เข้มข้นร้อยละ 10
3. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) เข้มข้น 0.1 นอร์มัล
4. คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4)
5. น้ำแป้ง (soluble starch) เข้มข้นร้อยละ 1

1.3 วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน (ดูจากตาราง) ใส่ขวดรูปชมพู่ที่สะอาด และแห้ง

ตาราง ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าไอโอดีน

ค่าไอโอดีนที่คาดคะเน	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)
< 5	3.00
5-20	1.00
21-50	0.40
51-100	0.20
101-150	0.13
151-200	0.10

2. เติมคาร์บอนเตตระคลอไรด์ 15 มล.
3. เติมสารละลายยิวีส 25 มล. ด้วยปิเปต และให้ปลายปิเปตจรดข้างขวด ด้วยจำนวนครั้งที่แน่นอน และเท่ากันทุกครั้งที่ทำ การทดลอง
4. เขย่าขวดแล้วตั้งในที่มืด 1-2 ชั่วโมง
5. เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮโอไดด์ 20 มล. และน้ำต้มใหม่ซึ่งเย็นแล้ว 150 มล.
6. ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล เขย่าอย่างสม่ำเสมอขณะไตเตรต จนได้สารละลายสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแข็ง 2-3 หยด จะกลายเป็นสีน้ำเงิน แล้วไตเตรตต่อไปจนสีน้ำเงินหมดไป ก่อนปฏิบัติการจะสิ้นสุดถึงจุดยุติให้ปิดขวดด้วยจุกยาง เขย่าอย่างแรง เพื่อให้ไอโอดีนที่เหลืออยู่ในชั้นของคาร์บอนเตตระคลอไรด์ถูกดึงออกมาให้หมด
7. เตรียม และไตเตรตแบบล่งค์ (blank) เช่นเดียวกับตัวอย่าง
8. คำนวณค่าไอโอดีนจากสูตร

$$\text{ค่าไอโอดีน} = \frac{(b-a) \times N \times 12.69}{W}$$

b = ปริมาตร โซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรตกับแบบล่งค์

a = ปริมาตร โซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรตกับตัวอย่าง

N = ความเข้มข้น โซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มัล)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

2. การวิเคราะห์ค่าสปอนิฟิเคชัน

2.1 วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดกลั่นแบบรีฟลักซ์ ประกอบด้วย ขวดกลั่นขนาด 250 มล. ต่อกับ เครื่องควบแน่น ตั้งบนเตา

2. ลูกแก้วกันกระแทก

2.2 สารเคมี

1. กรดเกลือ (HCl) เข้มข้น 0.5 นอร์มัล

2. ฟีนอล์ฟทาลีน ร้อยละ 1

3. 0.5 นอร์มัล โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ซึ่งเตรียมไว้อย่างน้อย 5 วัน ก่อนใช้ และสารละลายที่ได้ควรจะมีสีหรือสีเหลืองฟาง

2.3 วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1.2 กรัม ใส่ในขวดกลั่นที่แห้ง

2. เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 25 มล. ด้วยปิเปต ใส่ลูกแก้วกันกระแทก

3. จัดเครื่องกลั่น พร้อมเปิดน้ำหล่อชุดควบแน่น และเปิดสวิทซ์ไฟ รีฟลักซ์สารละลายให้เดือดเบาๆ นาน 60 นาที

4. นำขวดใส่สารละลายออกจากชุดกลั่น

5. เติมฟีนอล์ฟทาลีน 5 หยด แล้วไตเตรตด้วยกรดเกลือเข้มข้น 0.5 นอร์มัล

6. เตรียม และไตเตรตแบลงค์ เช่นเดียวกับตัวอย่าง

7. คำนวณค่าสปอนิฟิเคชันจากสูตร

$$\text{ค่าสปอนิฟิเคชัน} = \frac{(b-a) \times N \times 56.1}{W}$$

b = ปริมาตรกรดเกลือที่ใช้ไตเตรตกับแบลงค์ (มล.)

a = ปริมาตรกรดเกลือที่ใช้ไตเตรตกับตัวอย่าง (มล.)

N = ความเข้มข้นของกรดเกลือ (นอร์มัล)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3. การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์

3.1 วัสดุอุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ 250 มล.
2. บิวเรตต์ 10 มล.
3. ปิเปต 5 มล.

3.2 สารเคมี

1. สารละลายผสมกรดแอสติคกับคลอโรฟอร์ม อัตราส่วน 3:2
2. สารละลายอิมคิวโพแทสเซียมไอโอไดด์
3. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเข้มข้น 0.01 นอร์มัล
4. น้ำแป้ง เข้มข้นร้อยละ 1

3.3 วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน (ดูจากตาราง) ใส่ขวดรูปชมพู่ที่สะอาด และแห้ง

ตาราง ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์

ค่าเปอร์ออกไซด์ที่คาดคะเน (มิลลิกรัมสมมูล)	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)
0-12	5.0-2.0
12-20	2.0-1.2
21-30	1.2-0.8
30-50	0.8-0.5
50-90	0.5-0.3

ที่มา : Paquot (1979)

2. เติมสารละลายแอสติค-คลอโรฟอร์ม 25 มล. เขย่าให้ตัวอย่างละลาย
3. เติมสารละลายอิมคิวโพแทสเซียมไอโอไดด์ 1 มล. ปิดจุกพร้อมเขย่านาน 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืด
4. เติมน้ำกลั่น 75 มล.

5. ไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต พร้อมเขย่าอย่างแรงจนได้สารละลายสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแข็ง 0.5 มล. แล้วไตเตรตต่อไปจนสีน้ำเงินหมดไป
หมายเหตุ ถ้าการไตเตรตใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเข้มข้น 0.01 นอร์มัล ในปริมาณน้อยกว่า 0.5 มล. ให้เปลี่ยนความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต เป็น 0.002 นอร์มัล

6. เตรียม และไตเตรตแบลงค์เช่นเดียวกับตัวอย่าง

7. คำนวณค่าเปอร์ออกไซด์จากสูตร

$$\text{ค่าเปอร์ออกไซด์} = \frac{(a-b) \times N \times 1000}{W}$$

b = ปริมาตรโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรตกับแบลงค์ (มล.)

a = ปริมาตรโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรตกับตัวอย่าง (มล.)

N = ความเข้มข้นของโซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มัล)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

4. การวิเคราะห์ค่ากรด

4.1 วัสดุอุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ 250 มล.
2. กระจกตวง 50 มล.
3. บิวเรตต์ 25 มล.

4.2 สารเคมี

1. เอทิลแอลกอฮอล์ 95%
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์) เข้มข้น 0.1 หรือ 0.05 หรือ 0.01 นอร์มัล

3. ฟีนอล์ฟทาลีน เข้มข้นร้อยละ 1

4.3 วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1-10 กรัม ในขวดรูปชมพู่
2. เตรียมสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ให้เป็นกลาง โดยการเติม

ฟีนอล์ฟทาลีน 5 หยด และปรับให้เป็นกลางด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล หยดค่างทีละหยด พร้อมเขย่าหรือกวน จนได้สารละลายแอลกอฮอล์ที่มีสีชมพูถาวร

3. เติมเอทิลแอลกอฮอล์ที่เป็นกลาง 50 มล. ลงในตัวอย่าง เขย่าอย่างแรงให้ตัวอย่างละลายในแอลกอฮอล์ถ้าละลายไม่ดีให้อุ่นที่อุณหภูมิ 60-65°C

4. ไตเตรตสารละลายตัวอย่างด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล ขณะไตเตรตต้องเขย่าอย่างแรง จนกระทั่งได้สารละลายสีชมพูคงที่ประมาณ 1 นาที

5. คำนวณค่ากรดจากสูตร

$$\text{ค่ากรด(มิลลิกรัม)} = \frac{\text{ปริมาตรค่างที่ใช้ (มล.)} \times \text{ความเข้มข้นค่าง (นอร์มัล)} \times 56.1}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ความคงตัวต่อแสงของสารสกัดแคโรทีนอยด์
 ตารางผนวกที่ 1 องค์ประกอบของน้ำมันปาล์มภายหลังจากการทำสบอนนิฟิเคชัน
 ที่สภาวะต่างๆ

Composition of crude palm oil after saponification reaction
 at various condition

Et.KOH (%)	Reflux time (h)	Crude palm oil : Et.KOH	Triglyceride	Diglyceride	Monoglyceride
10	1, 2, 3	1:1	nd	nd	nd
	1, 2, 3	1:2	nd	nd	nd
	1, 2, 3	1:3	nd	nd	nd
15	1, 2, 3	1:1	nd	nd	nd
	1, 2, 3	1:2	nd	nd	nd
	1, 2, 3	1:3	nd	nd	nd
20	1, 2, 3	1:1	nd	nd	nd
	1, 2, 3	1:2	nd	nd	nd
	1, 2, 3	1:3	nd	nd	nd
25	1, 2, 3	1:1	nd	nd	nd
	1, 2, 3	1:2	nd	nd	nd
	1, 2, 3	1:3	nd	nd	nd

ตารางผนวกที่ 2 ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคโรทีนอยด์ภายใต้ความเข้มแสงต่างระดับ

Absorbance of carotenoids extract at different light intensity.

sample	time (h)	absorbance*			
		dark	3000 lux	5000 lux	8000 lux
dry process	0	0.552 ± 0.001 ^a	0.552 ± 0.001 ^a	0.552 ± 0.001 ^a	0.552 ± 0.001 ^a
oil	3	0.55 ± 0.001 ^{a,A}	0.534 ± 0.001 ^{b,B}	0.491 ± 0.001 ^{b,C}	0.446 ± 0.001 ^{b,D}
	6	0.547 ± 0.001 ^{a,A}	0.447 ± 0.001 ^{c,B}	0.402 ± 0.002 ^{c,C}	0.373 ± 0.001 ^{c,D}
	9	0.552 ± 0.001 ^{a,A}	0.342 ± 0.001 ^{d,B}	0.318 ± 0.001 ^{d,C}	0.257 ± 0.002 ^{d,D}
	12	0.548 ± 0.001 ^{a,A}	0.233 ± 0.001 ^{e,B}	0.217 ± 0.001 ^{e,C}	0.212 ± 0.001 ^{ef,C}
	24	0.55 ± 0.001 ^{a,A}	0.216 ± 0.010 ^{f,B}	0.215 ± 0.001 ^{ef,B}	0.214 ± 0.002 ^{e,B}
	36	0.554 ± 0.004 ^{a,A}	0.212 ± 0.00 ^{g,B}	0.213 ± 0.002 ^{efg,B}	0.203 ± 0.00 ^{fg,B}
	48	0.556 ± 0.001 ^{a,A}	0.21 ± 0.00 ^{g,B}	0.205 ± 0.002 ^{fg,BC}	0.196 ± 0.00 ^{g,C}
	72	0.549 ± 0.002 ^{a,A}	0.205 ± 0.001 ^{g,B}	0.202 ± 0.002 ^{g,BC}	0.194 ± 0.00 ^{g,C}
	wet process	0	0.853 ± 0.001 ^a	0.853 ± 0.001 ^a	0.853 ± 0.001 ^a
oil	3	0.85 ± 0.001 ^{a,A}	0.8 ± 0.001 ^{b,B}	0.777 ± 0.001 ^{b,C}	0.725 ± 0.001 ^{b,D}
	6	0.848 ± 0.001 ^{a,A}	0.754 ± 0.001 ^{c,B}	0.641 ± 0.001 ^{c,C}	0.621 ± 0.001 ^{c,D}
	9	0.851 ± 0.001 ^{a,A}	0.602 ± 0.001 ^{d,B}	0.592 ± 0.001 ^{d,C}	0.563 ± 0.001 ^{d,D}
	12	0.847 ± 0.00 ^{a,A}	0.551 ± 0.010 ^{e,B}	0.538 ± 0.001 ^{e,C}	0.505 ± 0.00 ^{e,D}
	24	0.854 ± 0.00 ^{a,A}	0.525 ± 0.004 ^{f,B}	0.506 ± 0.00 ^{f,C}	0.466 ± 0.00 ^{f,D}
	36	0.857 ± 0.004 ^{a,A}	0.514 ± 0.002 ^{g,B}	0.475 ± 0.003 ^{g,C}	0.424 ± 0.012 ^{g,D}
	48	0.845 ± 0.015 ^{a,A}	0.5 ± 0.00 ^{h,B}	0.452 ± 0.00 ^{h,C}	0.381 ± 0.004 ^{h,D}
	72	0.85 ± 0.001 ^{a,A}	0.497 ± 0.00 ^{i,B}	0.437 ± 0.002 ^{i,C}	0.341 ± 0.002 ^{i,D}

* All values are the means ± standard deviation of 3 determinations.

The different superscripts (a, b, c, d, e, f, g, h, i) in the same column and different superscripts (A, B, C, D) in the same row denote the significant differences ($p < 0.05$).

ตารางผนวกที่ 3 ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคโรทีนอยด์ที่อุณหภูมิต่างๆกัน

Absorbance of carotenoids extract at different temperature.

sample	time (h)	absorbance at various temperature (°C)							
		30	40	50	60	70	80	90	100
dry process	0	0.552±0.00 ^a	0.552±0.00 ^a	0.552±0.00 ^a	0.552±0.00 ^a	0.552±0.00 ^a	0.552±0.00 ^a	0.552±0.00 ^a	0.552±0.00 ^a
oil	0.5	0.542±0.00 ^{b,A}	0.531±0.00 ^{b,B}	0.528±0.001 ^{b,B}	0.401±0.00 ^{b,C}	0.312±0.004 ^{b,D}	0.295±0.00 ^{b,E}	0.278±0.002 ^{b,F}	0.195±0.00 ^{b,G}
	1	0.521±0.00 ^{c,A}	0.525±0.002 ^{c,A}	0.523±0.001 ^{c,A}	0.39±0.001 ^{c,B}	0.314±0.00 ^{b,C}	0.279±0.001 ^{c,D}	0.227±0.002 ^{c,E}	0.185±0.001 ^{c,F}
	2	0.509±0.00 ^{d,A}	0.487±0.001 ^{d,B}	0.487±0.002 ^{d,B}	0.368±0.003 ^{d,C}	0.304±0.001 ^{c,D}	0.274±0.001 ^{d,E}	0.216±0.00 ^{d,F}	0.181±0.00 ^{ed,C}
	3	0.494±0.001 ^{e,A}	0.484±0.00 ^{d,B}	0.476±0.002 ^{e,C}	0.344±0.002 ^{e,D}	0.299±0.002 ^{d,E}	0.261±0.002 ^{e,F}	0.211±0.00 ^{e,G}	0.179±0.00 ^{d,H}
	4	0.485±0.00 ^{f,A}	0.476±0.00 ^{e,B}	0.452±0.00 ^{f,C}	0.339±0.002 ^{f,D}	0.292±0.00 ^{e,E}	0.258±0.004 ^{e,F}	0.209±0.004 ^{e,G}	0.165±0.00 ^{e,H}
wet process	0	0.853±0.00 ^a	0.853±0.00 ^a	0.853±0.00 ^a	0.853±0.00 ^a	0.853±0.00 ^a	0.853±0.00 ^a	0.853±0.00 ^a	0.853±0.00 ^a
oil	0.5	0.842±0.00 ^{b,A}	0.827±0.002 ^{b,B}	0.821±0.002 ^{b,C}	0.682±0.00 ^{b,D}	0.558±0.00 ^{b,E}	0.507±0.001 ^{b,F}	0.492±0.001 ^{b,G}	0.455±0.00 ^{b,H}
	1	0.833±0.00 ^{c,A}	0.818±0.002 ^{e,B}	0.809±0.001 ^{c,C}	0.655±0.00 ^{e,D}	0.541±0.003 ^{e,B}	0.476±0.002 ^{c,F}	0.463±0.003 ^{c,G}	0.443±0.00 ^{e,H}
	2	0.829±0.001 ^{c,A}	0.795±0.001 ^{d,B}	0.772±0.001 ^{d,C}	0.619±0.00 ^{d,D}	0.502±0.002 ^{d,E}	0.448±0.002 ^{d,F}	0.436±0.00 ^{d,G}	0.401±0.005 ^{d,H}
	3	0.812±0.00 ^{d,A}	0.777±0.002 ^{e,B}	0.757±0.002 ^{e,C}	0.582±0.002 ^{e,D}	0.483±0.004 ^{e,E}	0.447±0.001 ^{e,F}	0.40±0.002 ^{e,G}	0.364±0.001 ^{e,H}
	4	0.801±0.00 ^{e,A}	0.75±0.001 ^{f,B}	0.7±0.00 ^{f,C}	0.551±0.001 ^{f,D}	0.45±0.002 ^{f,E}	0.387±0.001 ^{e,F}	0.344±0.00 ^{f,G}	0.333±0.002 ^{f,H}

* All values are the means ± standard deviation of 3 determinations, The different superscripts (a, b, c, d, e, f) in the same column and different superscripts (A, B, C, D, E, F, G, H) in the same row denote the significant differences (p<0.05).

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบบีบอัดเมื่อแยกด้วยไดเอทิลอีเทอร์ที่อัตราส่วนต่างๆกันที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร
Analysis of variance for absorption (OD_{450}) of carotenoids extracted from dry process crude palmoil at various ratio of diethyl ether.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	4	7.160E-02	1.790E-02	8950.200*
Ratio	4	7.160E-02	1.790E-02	8950.200*
Error	5	1.00E-05	2.00E-06	
Total	10	2.471		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบใช้น้ำเมื่อแยกด้วยไดเอทิลอีเทอร์ที่อัตราส่วนต่างๆกันที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร
Analysis of variance for absorption (OD_{450}) of carotenoids extracted from wet process crude palmoil at various ratio of diethyl ether.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	4	0.172	4.289E-02	26803.375*
Ratio	4	0.172	4.289E-02	26803.375*
Error	5	8.00E-06	1.600E-06	
Total	10	7.024		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตที่ได้ (%) ของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบบีบอัดที่แยกด้วยไดเอทิลอีเทอร์ที่อัตราส่วนต่างๆกัน

Analysis of variance for yields (%) of carotenoids extracted from dry process crude palm oil at various ratio of diethyl ether.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	4	980.201	245.050	204208619.500*
Ratio	4	980.201	245.050	204208619.500*
Error	5	6.00E-06	1.200E-06	
Total	10	7.024		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผลผลิตที่ได้ (%) ของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบใช้ไอน้ำที่แยกด้วยไดเอทิลอีเทอร์ที่อัตราส่วนต่างๆกัน

Analysis of variance for yields (%) of carotenoids extracted from wet process crude palm oil at various ratio of diethyl ether.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	4	1377.789	344.447	861117921.498*
Ratio	4	1377.789	344.447	861117921.498*
Error	5	2.00E-06	4.000E-07	
Total	10	7.024		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบบีบอัดภายใต้ความเข้มแสงต่างระดับ

Analysis of variance for absorbance of carotenoids extract from dry process crude palm oil at different light intensity.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	35	1.317	5.726E-02	3095.055*
Light (L)	3	0.730	0.243	13145.578*
Time (T)	8	0.441	8.811E-02	4762.567*
L×T	24	0.147	9.789E-03	529.113*
Error	36	4.44E-04	1.850E-05	
Total	72	6.802		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบใช้ไอน้ำภายใต้ความเข้มแสงต่างระดับ

Analysis of variance for absorbance of carotenoids extract from wet process crude palm oil at different light intensity.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	35	1.222	5.312E-02	45527.689*
Light (L)	3	0.666	0.222	190323.524*
Time (T)	8	0.416	8.320E-02	71310.629*
L×T	24	0.140	9.303E-03	7974.210*
Error	36	2.800E-05	1.167E-06	
Total	72	21.413		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีของสารสกัด
แคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบบีบอัดภายใต้ความเข้ม
แสงต่างระดับ ในรูปค่า L a และ b
Analysis of variance for color of carotenoids extract from dry
process crude palm oil at different light intensity in L, a and b
value.

L value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	35	780.717	33.944	313331.074*
Light (L)	3	425.315	141.772	1308661.000*
Time (T)	8	268.742	53.748	496138.969*
L×T	24	86.660	5.777	53329.123*
Error	36	2.600E-03	1.083E-04	
Total	72	93654.167		

* = Significant at 1% level

a value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	35	1163.530	50.588	433613.503*
Light (L)	3	640.608	213.536	1830307.905*
Time (T)	8	391.203	78.241	670633.143*
L×T	24	131.719	8.781	75268.076*
Error	36	2.800E-03	1.167E-04	
Total	72	55900.650		

* = Significant at 1% level

b value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	23	314.356	13.668	102507.293*
Light (L)	3	171.708	57.236	429269.417*
Time (T)	5	107.600	21.520	161400.300*
L×T	15	35.048	2.337	17523.867*
Error	24	3.200E-03	1.333E-04	
Total	72	41080.054		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีของสารสกัด
แคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบใช้ออน้ำภายใต้ความเข้ม
แสงต่างระดับ ในรูปค่า L a และ b

Analysis of variance for color of carotenoids extract from wet
process crude palm oil at different light intensity in L, a and b
value.

L value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	35	1811.888	78.778	859393.692*
Light (L)	3	1003.728	334.576	3649918.182*
Time (T)	8	606.728	121.346	1323769.673*
L×T	24	201.433	13.429	146496.800*
Error	36	2.200E-03	9.167E-05	
Total	72	79031.663		

* = Significant at 1% level

a value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	35	1220.284	53.056	489746.137*
Light (L)	3	647.845	215.948	1993369.513*
Time (T)	8	419.471	83.894	774407.400*
L×T	24	152.968	10.198	94134.374*
Error	36	2.600E-03	1.083E-04	
Total	72	73253.443		

* = Significant at 1% level

b value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	35	808.137	35.136	383306.051*
Light (L)	3	440.958	146.986	1603484.455*
Time (T)	8	278.203	55.641	606987.655*
L×T	24	88.976	5.932	64709.836*
Error	36	2.200E-03	9.167E-05	
Total	72	35261.151		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีโดยรวมในรูป ΔE ของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบบีบอัดภายใต้ความเข้มแสงต่างระดับ
Analysis of variance for carotenoids color in ΔE value of from dry process crude palm oil at different light intensity.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	35	2267.318	98.579	78863231.510*
Light (L)	3	1241.028	413.676	330940755.622*
Time (T)	8	774.343	154.869	123894866.627*
L×T	24	251.947	16.796	13437181.649*
Error	36	3.000E-05	1.25E-06	
Total	72	6080.549		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีโดยรวมในรูป ΔE ของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบใช้ไอน้ำภายใต้ความเข้มแสงต่างระดับ
Analysis of variance for carotenoids color in ΔE value of from wet process crude palm oil at different light intensity.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	35	3880.140	168.702	144601481.739*
Light (L)	3	2132.190	710.730	609197033.333*
Time (T)	8	1317.262	263.452	225816407.143*
L×T	24	430.688	28.713	24610729.619*
Error	36	2.800E-05	1.167E-06	
Total	72	10436.827		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบบิ๊บอัดที่อุณหภูมิต่างๆกัน
Analysis of variance for absorbance of carotenoids extract from dry process crude palm oil at different temperature.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	47	1.817	3.865E-02	7667.106*
Temp. (T)	7	1.078	0.154	30545.557*
Time (T)	5	0.492	9.841E-02	19518.739*
T×T	35	0.247	7.050E-03	1398.325*
Error	48	2.420E-04	5.042E-06	
Total	96	17.124		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบใช้น้ำที่อุณหภูมิต่างๆกัน
Analysis of variance for absorbance of carotenoids extract from wet process crude palm oil at different temperature.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	47	2.796	5.950E-02	9985.694*
Temp. (T)	7	1.664	0.238	39894.709*
Time (T)	5	0.755	0.151	25337.606*
T×T	35	0.378	1.079E-02	1810.761*
Error	48	2.860E-04	5.958E-06	
Total	96	45.362		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีของสารสกัด
แคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบบีบอัดภายใต้อุณหภูมิต่าง
ระดับในรูปของค่า L a และ b
Analysis of variance for color of carotenoids extract from dry
process crude palm oil at different temperature in L, a and b
value.

L value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	47	3264.975	69.468	129997.761*
Temp. (T)	7	1867.587	266.798	499271.258*
Time (T)	5	1012.520	202.504	378954.800*
T×T	35	384.869	10.996	20577.771*
Error	48	2.565E-02	5.344E-04	
Total	96	205552.728		

* = Significant at 1% level

a value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	47	2582.232	54.941	425350.542*
Temp. (T)	7	722.135	103.162	798674.267*
Time (T)	5	1689.192	337.838	2615523.097*
T×T	35	170.906	4.883	37804.004*
Error	48	6.200E-03	1.292E-04	
Total	96	93275.077		

* = Significant at 1% level

b value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	47	1333.380	28.370	206325.723*
Temp. (T)	7	652.687	93.241	678116.277*
Time (T)	5	530.104	106.021	771060.994*
T×T	35	150.589	4.303	31291.145*
Error	48	6.600E-03	1.375E-04	
Total	96	93681.169		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีของสารสกัด
แคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบใช้ไอน้ำภายใต้อุณหภูมิต่าง
ระดับในรูปของค่า L a และ b

Analysis of variance for color of carotenoids extract from wet
process crude palm oil at different temperature in L, a and b
value.

L value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	47	3609.499	76.798	145129.803*
Temp. (T)	7	1621.397	231.628	437722.349*
Time (T)	5	1652.127	330.425	624426.079*
T×T	35	335.975	9.599	18140.397*
Error	48	2.54E-02	5.292E-04	
Total	96	167600.352		

* = Significant at 1% level

a value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	47	2825.089	60.108	515213.884*
Temp. (T)	7	1183.511	169.073	1449197.097*
Time (T)	5	1320.154	264.031	2263121.636*
T×T	35	321.424	9.184	78716.134*
Error	48	5.600E-03	1.167E-04	
Total	96	133384.721		

* = Significant at 1% level

b value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	47	1321.591	28.119	224951.591*
Temp. (T)	7	440.260	62.894	503154.667*
Time (T)	5	766.391	153.278	1226224.960*
T×T	35	114.940	3.284	26271.924*
Error	48	6.000E-03	1.250E-04	
Total	96	74888.394		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 18

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีโดยรวมในรูป ΔE ของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบบิบบอัดภายใต้ อุณหภูมิต่างระดับ

Analysis of variance for carotenoids color in ΔE value from dry process crude palm oil at different temperature.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	47	6669.656	141.908	25228014.560*
Temp. (T)	7	2773.961	396.280	7044981.283*
Time (T)	5	3320.322	664.064	118055881.772*
T×T	35	575.373	16.439	2922530.928*
Error	48	2.700E-04	5.625E-06	
Total	96	23129.967		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 19

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีโดยรวมในรูป ΔE ของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบใช้ไอน้ำภายใต้ อุณหภูมิต่างระดับ

Analysis of variance for carotenoids color in ΔE value from wet process crude palm oil at different temperature.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	47	7635.287	162.453	111396283.520*
Temp. (T)	7	3201.111	457.302	313578209.890*
Time (T)	5	3748.616	749.723	514095933.148*
T×T	35	685.560	19.587	13431376.871*
Error	48	7.000E-05	1.458E-06	
Total	96	26128.055		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 20

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมัน
ปาล์มบริสุทธิ์เมื่อเติมสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ
แบบบิบอ็คภายใต้ความเข้มแสงต่างระดับ

Analysis of variance for peroxide of refined palm when added
crotenoids extract from dry process oil in different light
intensity.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	59	1380.604	23.400	18973033.669*
Light (L)	2	121.400	60.700	49216118.459*
Conc. (C)	4	307.008	76.752	62231391.622*
Time (T)	3	565.527	188.509	152845182.595*
L×C	8	87.924	10.991	8911248.865*
L×T	6	49.902	8.317	6743529.486*
C×T	12	182.399	15.200	12324227.640*
L×C×T	24	66.444	2.769	2244738.991*
Error	60	7.400E-05	1.233E-06	
Total	120	4441.915		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 21

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมัน
ปาล์มบริสุทธิ์เมื่อเติมสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ
แบบใช้ไอน้ำภายใต้ความเข้มแสงต่างระดับ

Analysis of variance for peroxide of refined palm when added
crotenoids extract from wet process oil in different light
intensity.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	59	1492.164	25.291	21677920.145*
Light (L)	2	133.440	66.720	57188718.600*
Conc. (C)	4	364.463	91.116	78099199.314*
Time (T)	3	595.462	198.487	170131883.533*
LXC	8	94.063	11.758	10078172.493*
LXT	6	52.240	8.707	7462830.105*
CXT	12	190.632	15.886	13616550.152*
LXCXT	24	61.864	2.578	2209435.045*
Error	60	7.000E-05	1.167E-06	
Total	120	4662.947		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 22

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมัน
ปาล์มบริสุทธิ์เมื่อเติมสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ
แบบบิ๊บอัดภายใต้อุณหภูมิต่างระดับ

Analysis of variance for peroxide of refined palm when added
crotenoids extract from dry process oil in different temperature.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	239	1656.678	6.932	369.637*
Temp. (T)	7	680.936	97.277	5187.320*
Conc. (C)	5	670.894	134.179	7155.154*
Time (T)	4	66.715	16.679	889.405*
T×C	35	183.990	5.257	280.325*
T×T	28	15.299	0.546	29.137*
C×T	20	4.737	0.237	12.631*
T×C×T	140	34.106	0.244	12.991*
Error	240	4.501	1.875E-02	
Total	480	16521.955		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 23

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมัน
ปาล์มบริสุทธิ์เมื่อเติมสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบ
แบบใช้ไอน้ำภายใต้อุณหภูมิต่างระดับ

Analysis of variance for peroxide of refined palm when added
crotenoids extract from wet process oil in different
temperature.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	239	1521.143	6.365	3256945.206*
Temp. (T)	7	617.401	88.200	45134379.611*
Conc. (C)	5	586.029	117.206	59977345.980*
Time (T)	4	92.864	23.216	11880305.361*
T×C	35	157.307	4.494	2299947.868*
T×T	28	23.529	0.840	430010.242*
C×T	20	10.501	0.525	268688.425*
T×C×T	140	33.512	0.239	122493.321*
Error	240	1.690E-04	1.954E-06	
Total	480	15304.341		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 24

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยาวคลื่นที่ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบบีบอัดตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆเป็นเวลา 12 สัปดาห์

Analysis of variance for absorption maxima of carotenoids extract from dry process oil in different condition during storage for 12 weeks.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	62	2868.942	46.273	68.983*
Temp. (T)	2	351.361	175.680	261.899*
Condition (C)	2	407.932	203.966	304.067*
Time (T)	6	245.937	40.990	61.106*
T×C	4	608.629	152.157	226.831*
T×T	12	329.990	27.499	40.995*
C×T	12	354.006	29.500	43.978*
T×C×T	24	571.090	23.795	35.473*
Error	63	42.260	0.671	
Total	126	24893577.900		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 25

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยาวคลื่นที่ให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบใช้ไอน้ำตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆเป็นเวลา 12 สัปดาห์

Analysis of variance for absorption maxima of carotenoids extract from wet process oil in different condition during storage for 12 weeks.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	62	1985.828	32.029	47.585*
Temp. (T)	2	267.121	133.561	198.427*
Condition (C)	2	316.954	158.477	235.445*
Time (T)	6	184.508	30.751	45.686*
T×C	4	423.191	105.798	157.181*
T×T	12	222.356	18.530	27.529*
C×T	12	242.242	20.187	29.991*
T×C×T	24	329.456	13.727	20.394*
Error	63	42.405	0.673	
Total	126	24871631.970		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 26

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบบีบอัดตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ

Analysis of variance for absorbance of carotenoids extract from dry process oil in different condition during storage.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	62	6.599E-04	1.064E-05	11.175*
Temp. (T)	2	7.035E-05	3.517E-05	36.933*
Condition (C)	2	2.258E-04	1.129E-04	118.533*
Time (T)	6	1.528E-04	2.546E-05	26.733*
T×C	4	4.546E-05	1.137E-05	11.933*
T×T	12	4.343E-05	3.619E-06	3.800*
C×T	12	6.667E-05	5.556E-06	5.833*
T×C×T	24	5.543E-05	2.310E-06	2.425*
Error	63	6.000E-05	9.524E-07	
Total	126	40.228		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 27

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบใช้ไอน้ำตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ

Analysis of variance for absorbance of carotenoids extract from wet process oil in different condition during storage.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	62	6.665E-04	1.075E-05	10.262*
Temp. (T)	2	8.406E-05	4.203E-05	40.121*
Condition (C)	2	1.604E-04	8.022E-05	76.576*
Time (T)	6	2.390E-04	3.983E-05	38.020*
T×C	4	3.517E-05	8.794E-06	8.394*
T×T	12	4.749E-05	3.958E-06	3.778*
C×T	12	4.844E-05	4.037E-06	3.854*
T×C×T	24	5.194E-05	2.164E-06	2.066**
Error	63	6.600E-05	1.048E-06	
Total	126	92.476		

* = Significant at 1% level

** = Significant at 5% level

ตารางผนวกที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีของสารสกัด
แคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบบีบอัดตามระยะเวลาการ
เก็บรักษา 12 สัปดาห์

Analysis of variance for color of carotenoids extract from dry
process oil in different condition during storage for 12 weeks.

L value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	62	201.253	3.246	4313.923*
Temp. (T)	2	32.838	16.419	21820.931*
Condition (C)	2	8.567	4.283	5692.567*
Time (T)	6	128.677	21.446	28501.771*
T×C	4	1.312	0.328	435.950*
T×T	12	19.322	1.610	2139.889*
C×T	12	7.663	0.639	848.621*
T×C×T	24	2.874	0.120	159.154*
Error	63	4.740E-02	7.525E-04	
Total	126	205065.851		

* = Significant at 1% level

a value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	62	125.750	2.028	21296.295*
Temp. (T)	2	15.305	7.653	80351.433*
Condition (C)	2	14.708	7.354	77216.533*
Time (T)	6	68.923	11.487	120615.044*
T×C	4	6.966	1.742	18286.433*
T×T	12	7.281	0.607	6370.728*
C×T	12	8.342	0.695	7299.094*
T×C×T	24	4.225	0.176	1848.353*
Error	63	6.000E-03	9.524E-05	
Total	126	192552.549		

* = Significant at 1% level

b value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	62	145.317	2.344	5468.910*
Temp. (T)	2	5.092	2.546	5940.467*
Condition (C)	2	14.039	7.020	16379.289*
Time (T)	6	103.434	17.239	40224.311*
T×C	4	5.033	1.258	2936.189*
T×T	12	3.112	0.259	605.196*
C×T	12	8.867	0.739	1724.167*
T×C×T	24	5.739	0.239	557.913*
Error	63	2.700E-02	4.286E-04	
Total	126	92716.779		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีของสารสกัด
แคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบใช้ไอน้ำตามระยะเวลาการเก็บ
รักษา 12 สัปดาห์
Analysis of variance for color of carotenoids extract from wet
process oil in different condition during storage for 12 weeks.

L value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	62	136.240	2.197	20975.394*
Temp. (T)	2	20.868	10.434	99596.273*
Condition (C)	2	3.051	1.526	14562.909*
Time (T)	6	90.934	15.156	144667.051*
T×C	4	0.684	0.171	1632.455*
T×T	12	17.011	1.418	13531.202*
C×T	12	1.496	0.125	1189.975*
T×C×T	24	2.197	9.152E-02	873.629*
Error	63	6.600E-03	1.048E-04	
Total	126	139808.439		

* = Significant at 1% level

a value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	62	127.343	2.054	16174.588*
Temp. (T)	2	23.940	11.970	94264.075*
Condition (C)	2	9.054	4.527	35649.775*
Time (T)	6	78.676	13.113	103261.942*
T×C	4	0.677	0.169	1333.675*
T×T	12	9.605	0.800	6303.592*
C×T	12	4.353	0.363	2856.467*
T×C×T	24	1.037	4.323E-02	340.404*
Error	63	8.000E-03	1.270E-04	
Total	126	243845.160		

* = Significant at 1% level

b value

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	62	165.252	2.665	22094.334*
Temp. (T)	2	25.415	12.708	105339.500*
Condition (C)	2	11.142	5.571	46179.658*
Time (T)	6	106.324	17.721	146894.430*
T×C	4	1.439	0.360	2981.158*
T×T	12	13.744	1.145	9494.088*
C×T	12	5.638	0.470	3894.377*
T×C×T	24	1.551	6.463E-02	535.732*
Error	63	7.600E-03	1.206E-04	
Total	126	65335.371		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 30

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีโดยรวมในรูป ΔE ของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบบีบอัดตามระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์

Analysis of variance for carotenoids color in ΔE value from dry process oil in different condition during storage for 12 weeks.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	62	451.536	7.283	5997627.732*
Temp. (T)	2	47.915	23.957	19729698.490*
Condition (C)	2	33.341	16.671	13728719.118*
Time (T)	6	305.020	50.837	41865537.880*
T×C	4	8.193	2.048	1686869.725*
T×T	12	25.508	2.126	1750557.808*
C×T	12	22.564	1.880	1548516.880*
T×C×T	24	8.994	0.375	308603.406*
Error	63	7.650E-05	1.214E-06	
Total	126	1129.287		

* = Significant at 1% level

ตารางผนวกที่ 31

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสีโดยรวมในรูป ΔE ของสารสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบแบบใช้ไอน้ำตามระยะเวลาการเก็บรักษา 12 สัปดาห์

Analysis of variance for carotenoids color in ΔE value from wet process oil in different condition during storage for 12 weeks.

SV	Df	SS	MS	F
Treatment	62	410.253	6.617	5789858.603*
Temp. (T)	2	65.363	32.681	28596255.361*
Condition (C)	2	22.995	11.498	10060517.444*
Time (T)	6	268.413	44.736	39143577.981*
T×C	4	3.022	0.756	661064.694*
T×T	12	36.072	3.006	2630281.106*
C×T	12	11.021	0.918	803643.426*
T×C×T	24	3.366	0.140	122702.780*
Error	63	7.200E-05	1.143E-06	
Total	126	956.220		

* = Significant at 1% level