ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

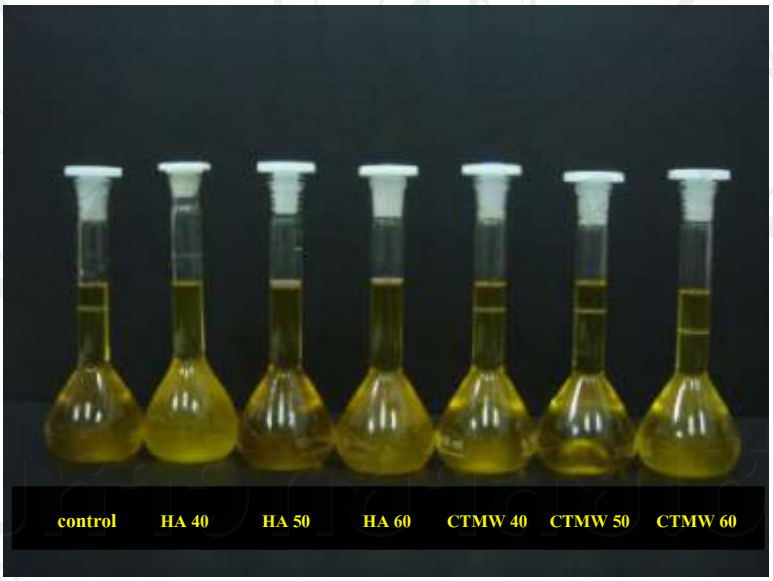
ภาคผนวก ก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

ภาพต้น เมล็ด น้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนและอุปกรณ์การทดลอง

ภาพที่ ก.1 ต้นและเมล็ดงาขี้ม้อน



ภาพที่ ก.2 น้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนที่ผ่านการลดความชื้นด้วยเทคนิคและอุณหภูมิระดับต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ ก.3 เครื่องอบไมโครเวฟที่ควบคุมอุณหภูมิได้

ภาพที่ ก.4 เครื่องอบลมร้อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ ก.5 เครื่องระเหยแยกสารแบบหมุนและควบคุมความดัน

ภาพที่ ก.6 เครื่องหมุนเหวี่ยง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ ก.7 เครื่องวัดสี

ภาพที่ ก.8 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ ก.9 ตู้แช่เย็นสำหรับใช้เก็บเมล็ดงาขี้ม้อน

ภาพที่ ก.10 การเก็บวัตถุดิบในตู้แช่เย็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างตารางข้อมูลการทดลอง

ตาราง ข.1 ตารางข้อมูลการทำกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้น (% wb) กับระยะเวลาในการลดความชื้น (นาที)

วันที่ทดลอง 11/4/54 **วิธีการลดความชื้น** HA **อุณหภูมิในการให้ความร้อน** 40°C

น้ำหนักเริ่มต้น 200 กรัม **น้ำหนักสุดท้าย** 169.65 กรัม **(คำนวณ)**

ตารางผลการทดลอง

Time (min)	Weight (g)	Temperature (°C)		% RH	Time (min)	Weight (g)	Temperature (°C)		% RH
		IN	OUT				IN	OUT	
0	200.00	39	24.5	50.4	160	181.82	43	26.0	45.7
10	198.33	39	24.5	50.3	170	180.97	41	26.0	45.6
20	197.09	41	24.4	50.7	180	180.22	38	26.1	45.1
30	195.73	42	24.5	51.6	195	178.54	39	26.2	44.5
40	194.37	40	24.6	50.2	210	177.86	42	27.0	43.1
50	192.94	41	24.7	51.4	225	176.82	40	26.2	48.6
60	191.69	40	24.8	50.1	240	175.80	43	26.4	44.3
70	190.57	40	25.0	49.6	255	174.75	42	26.3	44.5
80	189.36	40	25.0	48.7	270	173.80	42	26.5	44.5
90	188.37	40	25.3	48.6	285	172.95	41	26.7	44.4
100	187.34	43	25.4	47.0	300	171.97	38	26.8	44.3
110	186.25	42	25.5	46.4	330	170.53	40	26.5	44.3
120	185.36	40	25.8	46.3	360	169.13	42	26.8	44.0
130	184.48	40	25.8	46.4	390	167.88	41	27.2	42.3
140	183.60	38	25.9	49.8	420	165.96	40	27.3	40.7
150	182.77	41	26.1	49.1					

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.2 ตารางข้อมูลความชื้น (สุดท้าย) เมล็ดงาขี้ม้อนหลังลดความชื้น

วันที่ทดลอง 15/7/54 **วิธีการลดความชื้น** CTMW **อุณหภูมิในการให้ความร้อน** 40°C

ตารางผลการทดลอง

น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	**ครั้งที่ 1**		**ครั้งที่ 2**		**ครั้งที่ 3**	
ซ้ำที่	กระป๋อง (กรัม)	เมล็ดงา (กรัม)	กระป๋อง (กรัม)	เมล็ดงา (กรัม)	กระป๋อง (กรัม)	เมล็ดงา (กรัม)
1	19.474	5.000	24.020	4.999	24.019	4.999
2	19.057	5.000	23.803	5.000	23.803	5.001
3	20.140	5.000	24.007	4.999	24.005	5.001
น้ำหนักเฉลี่ยรวม (กรัม)		5.000		4.999		5.000
น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	**ครั้งที่ 1**		**ครั้งที่ 2**		**ครั้งที่ 3**	
ซ้ำที่	กระป๋อง + เมล็ดงา (กรัม)	เมล็ดงา หลังอบ (กรัม)	กระป๋อง + เมล็ดงา (กรัม)	เมล็ดงา หลังอบ (กรัม)	กระป๋อง + เมล็ดงา (กรัม)	เมล็ดงา หลังอบ (กรัม)
1	24.237	4.763	28.718	4.698	28.637	4.618
2	23.753	4.696	28.503	4.700	28.482	4.679
3	24.672	4.532	28.616	4.609	28.716	4.711
น้ำหนักเฉลี่ยรวม (กรัม)		4.664		4.669		4.669
ความชื้นหลังอบ (%)		6.727 ±2.38		6.608 ±1.03		6.620 ±0.93

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.3 ตารางข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดงาขี้ม้อน

วันที่ทดลอง 8/8/54 **วิธีการลดความชื้น** HA **อุณหภูมิในการลดความชื้น** 50°C

ตารางผลการทดลอง

การทดลองที่	ซ้ำที่	L*	a*	b*	ΔE	c*	h*
1	1	27.65	4.18	10.63	1.25	11.49	68.09
	2	27.67	4.18	10.64	1.24	11.48	68.07
	3	27.65	4.19	10.63	1.25	11.49	68.08
2	1	27.66	4.19	10.63	1.24	11.48	68.07
	2	27.65	4.18	10.64	1.25	11.47	68.06
	3	27.67	4.20	10.65	1.24	11.48	68.07
3	1	27.66	4.19	10.65	1.25	11.48	68.05
	2	27.66	4.19	11.64	1.93	11.50	68.09
	3	26.66	4.21	10.64	2.18	11.50	68.09
เฉลี่ย		27.55 ±0.33	4.19 ±0.01	10.75 ±0.33	1.43 ±0.36	11.49 ±0.01	68.07 ±0.01

ตาราง ข.4 ตารางข้อมูลปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของเมล็ดงาขี้ม้อน

วันที่ทดลอง 7/9/54 **วิธีการลดความชื้น** CTMW **อุณหภูมิในการลดความชื้น** 50°C

ซ้ำที่	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
water activity (a_w)	0.431	0.417	0.432	0.458	0.466	0.441 ±0.02

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.5 ตารางข้อมูลปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

วิธีการลดความชื้น HA **อุณหภูมิในการลดความชื้น** 60°C

ตารางผลการทดลอง

วันที่ทดลอง	ครั้งที่	ปริมาณน้ำมัน (ml)
3/9/54	1	34.0
3/9/54	2	33.0
5/9/54	3	34.0
5/9/54	4	33.0
9/9/54	5	33.0
12/9/54	6	33.0
12/9/54	7	34.0
13/9/54	8	34.5
19/9/54	9	35.0
20/9/54	10	33.0
25/9/54	11	34.0
29/9/54	12	33.5
1/10/54	13	33.0
1/10/54	14	34.0
4/10/54	15	32.5
เฉลี่ย		33.6±0.71

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.6 ตารางข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสีน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

วันที่ทดลอง 10/10/54 **วิธีการลดความชื้น** CTMW **อุณหภูมิในการลดความชื้น** 60°C

ตารางผลการทดลอง

การทดลองที่	ซ้ำที่	L*	a*	b*	ΔE	c*	h*
1	1	78.11	16.87	123.54	2.35	125.21	84.05
	2	78.06	16.86	127.28	4.49	125.38	84.03
	3	78.15	16.8	123.47	2.27	125.14	84.08
2	1	78.06	16.82	127.39	4.57	126.03	84.07
	2	78.16	16.79	123.5	2.25	125.17	83.99
	3	78.07	16.86	122.68	2.49	124.77	83.98
3	1	78.04	16.85	124.14	2.47	126.13	83.99
	2	78.13	16.88	125.35	3.00	124.82	83.96
	3	78.08	16.78	127.03	4.24	125.66	84.05
เฉลี่ย		78.10 ±0.04	16.83 ±0.38	124.93 ±1.87	3.13 ±1.01	125.37 ±0.49	84.02 ±0.43

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.7 ตารางข้อมูลความถ่วงจำเพาะของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

วันที่ทดลอง 18/10/54 **วิธีการลดความชื้น** HA **อุณหภูมิในการลดความชื้น** 40°C

สมการคำนวณ

$$\text{ความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ } 30^{\circ}\text{C} = \frac{\text{A-B}}{\text{C-B}}$$

โดยที่ A = น้ำหนักของขวดและน้ำมันที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (กรัม)

B = น้ำหนักของขวดเปล่า (กรัม)

C = น้ำหนักของขวดและน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (กรัม)

ตารางผลการทดลอง

ซ้ำที่	**น้ำหนักขวด + น้ำ (กรัม)**
1	55.98
2	55.99
3	55.98
เฉลี่ย	55.98

ซ้ำที่	**น้ำหนักขวด + น้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน (กรัม)**	**ความถ่วงจำเพาะ**
1	53.85	0.913
2	53.85	0.913
3	53.86	0.914
4	53.87	0.914
5	53.86	0.914
6	53.86	0.914
เฉลี่ย		0.914±0.00051

หมายเหตุ: น้ำหนักของขวดวัดความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 31.35 กรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.8 ตารางข้อมูลความหนืดของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

วันที่ทดลอง 14/10/54 **วิธีการลดความชื้น** CTMW **อุณหภูมิในการลดความชื้น** 40^{o}C

ตารางผลการทดลอง

การทดลองที่	**ซ้ำที่**	**ความหนืด (cP)**	**อุณหภูมิของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน (^{o}C)**	**ค่าความเค้นเฉือน (N/m^{2})**
1	1	52	25.2	12
	2	53	25.5	12
	3	53	25.1	13
2	1	53	25.2	12
	2	53	25.3	12
	3	53	25.0	11
3	1	52	25.4	13
	2	53	25.3	13
	3	53	25.3	12
เฉลี่ย		53±0.44	25.3±0.15	12±0.67

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.9 ตารางข้อมูลค่าของกรดของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

วันที่ทดลอง 16/10/54 **วิธีการลดความชื้น** HA **อุณหภูมิในการลดความชื้น** 50°C

สมการคำนวณ

$$\text{ค่าของกรด (mgNaOH/g)} = \frac{56.1aN}{P}$$

โดยที่ a = ปริมาตรของสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (N)

P = น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่าง (กรัม)

ตารางผลการทดลอง

การทดลองที่	**ซ้ำที่**	**a**	**N**	**P**	**ค่ากรดของ (mgNaOH/g)**
1	1	2.30	1.00	5.01	2.58
	2	2.40	1.00	5.02	2.68
	3	2.40	1.00	5.00	2.69
2	1	2.40	1.00	5.01	2.69
	2	2.30	1.00	5.00	2.58
	3	2.20	1.00	5.00	2.47
3	1	2.40	1.00	5.01	2.69
	2	2.30	1.00	5.01	2.58
	3	2.50	1.00	5.02	2.79
เฉลี่ย		2.36	1.00	5.01	2.64±0.09

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.10 ตารางข้อมูลค่าซาปอนนิฟิเคชันของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

วันที่ทดลอง 21/10/54 **วิธีการลดความชื้น** CTMW **อุณหภูมิในการลดความชื้น** 50°C

สมการคำนวณ

$$\text{ค่าซาปอนนิฟิเคชัน} = \frac{56.1(B-S)N}{W}$$

โดยที่

B = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกที่ไตเตรตกับ blank (มิลลิลิตร)

S = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกที่ไตเตรตกับน้ำมันตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก (N)

W = น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

ตารางผลการทดลอง

Blank/ซ้ำที่	ค่า B (ml)
1	25.30
2	25.20
3	25.20
เฉลี่ย	25.23

การทดลองที่	ซ้ำที่	S	N	W	ค่าซาปอนนิฟิเคชัน (mgKOH/g)
1	1	13.00	0.50	2.01	170.72
	2	13.00	0.50	2.02	169.87
	3	12.70	0.50	2.00	175.78
2	1	12.50	0.50	2.00	178.59
	2	12.80	0.50	2.01	173.51
	3	13.00	0.50	2.01	170.72
3	1	12.20	0.50	2.00	182.79
	2	12.80	0.50	2.02	172.65
	3	13.00	0.50	2.01	170.72
เฉลี่ย		12.78	0.50	2.01	173.93±4.37

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.11 ตารางข้อมูลค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

วันที่ทดลอง 25/10/54 **วิธีการลดความชื้น** HA **อุณหภูมิในการลดความชื้น** 60°C

สมการคำนวณ

$$\text{ค่าเปอร์ออกไซด์ (meq.}O_2\text{/kg)} = 1000\,\frac{aN}{P}$$

โดยที่ a = ปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต (N)

P = น้ำหนักของน้ำมัน (กรัม)

ตารางผลการทดลอง

การทดลองที่	**ซ้ำที่**	**a**	**N**	**P**	**ค่าเปอร์ออกไซด์ (meq.O_2/kg)**
1	1	0.60	0.01	2.01	2.99
	2	0.60	0.01	1.99	3.02
	3	0.60	0.01	1.98	3.03
2	1	0.70	0.01	2.00	3.50
	2	0.50	0.01	2.01	2.49
	3	0.60	0.01	1.99	3.02
3	1	0.70	0.01	2.02	3.47
	2	0.60	0.01	2.00	3.00
	3	0.70	0.01	2.01	3.48
เฉลี่ย		0.62	0.01	2.00	3.11±0.33

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.12 ตารางข้อมูลค่าไอโอดีนของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

วันที่ทดลอง 29/10/54 **วิธีการลดความชื้น** CTMW **อุณหภูมิในการลดความชื้น** 60°C

สมการคำนวณ

$$\text{ค่าไอโอดีน} = \frac{(B-S) \times 0.10 \times 12.69}{X\ g}$$

โดยที่

X = น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

B = ปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.1 M กับขวดเปรียบเทียบ (มิลลิลิตร)

S = ปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.1 M กับขวดทดลอง (มิลลิลิตร)

ตารางผลการทดลอง

การทดลอง	ซ้ำที่	X	B	S	ค่าไอโอดีน
1	1	0.83	41.50	29.50	184.10
	2	0.84	41.70	29.60	181.29
	3	0.88	41.60	29.40	175.93
2	1	0.86	-	29.50	178.55
	2	0.84	-	29.40	184.31
	3	0.87	-	29.30	179.41
3	1	0.83	-	29.50	184.10
	2	0.86	-	29.50	178.55
	3	0.88	-	29.60	173.05
เฉลี่ย		0.85	41.60	29.48	180.12±3.93

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.13 ตารางข้อมูลปริมาณเบตา-แคโรทีนในน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

วันที่ทดลอง 1/11/54 **วิธีการลดความชื้น** HA **อุณหภูมิในการลดความชื้น** 40°C

สมการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเบตา-แคโรทีน (ppm)} = \frac{(V \times 383 \times E)}{(100 \times W)}$$

โดยที่

V = ปริมาตรของน้ำมันที่วิเคราะห์ (มิลลิลิตร)

383 = ค่า diffusion coefficient ของเบตา-แคโรทีน

E = ค่าความแตกต่างของค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 445 นาโนเมตร (A_{445}) ระหว่างน้ำมันตัวอย่างกับเฮกเซน

W = น้ำหนักของน้ำมันที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

ผล

A_{445} เฉลี่ยของเฮกเซนเท่ากับ 0.082

ตารางผลการทดลอง

การทดลองที่	**ซ้ำที่**	**V**	**E**	**W**	**A_{445}**	**ปริมาณเบตา-แคโรทีน (ppm)**
1	1	2.00	0.065	1.8156	0.147	0.275
	2	2.00	0.063	1.8141	0.145	0.266
	3	2.00	0.062	1.8145	0.143	0.260
2	1	2.00	0.064	1.8137	0.146	0.271
	2	2.00	0.069	1.8152	0.150	0.289
	3	2.00	0.067	1.8139	0.149	0.283
3	1	2.00	0.066	1.8148	0.147	0.277
	2	2.00	0.069	1.8138	0.151	0.292
	3	2.00	0.064	1.8163	0.145	0.268
เฉลี่ย		2.00	0.066	1.8147	0.147	0.276±0.01

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.15 ตารางข้อมูลสารที่ระเหยได้ในน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

วันที่ทดลอง 7/11/54 **วิธีการลดความชื้น** CTMW **อุณหภูมิการลดความชื้น** 40°C

สมการคำนวณ

$$\text{ปริมาณสารที่ระเหยได้ (\%)} = \frac{100w}{W}$$

โดยที่ w = น้ำหนักของตัวอย่างที่หายไป (กรัม)

W = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

ตารางผลการทดลอง

การทดลองที่	**ซ้ำที่**	**น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)**	**น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้, W (กรัม)**	**น้ำหนักของตัวอย่างที่หายไป, w (กรัม)**	**ส่วนต่างน้ำหนักที่หายไป (กรัม)**	**ปริมาณสารที่ระเหยได้ (%)**
1	1	19.6972	5.0039	4.8613	0.1426	2.85
	2	19.0520	5.0188	4.8834	0.1354	2.70
	3	19.6744	5.0031	4.8530	0.1501	2.99
2	1	19.8879	5.0037	4.8731	0.1306	2.60
	2	19.9825	5.0068	4.8745	0.1323	2.64
	3	19.2716	5.0053	4.8666	0.1387	2.76
3	1	19.7192	5.0164	4.8699	0.1465	2.92
	2	19.4732	5.0084	4.8726	0.1358	2.71
	3	19.6861	5.0028	4.8549	0.1479	2.95
เฉลี่ย						2.79±0.14

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ภาคผนวก ค.1 ผลวิเคราะห์ทางสถิติด้านเวลาในการลดความชื้นของเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: เวลา

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	302462.667(a)	5	60492.533	8506.763	.000
Intercept	732050.000	1	732050.000	102944.531	.000
Type	302462.667	5	60492.533	8506.762	.000
Error	85.333	12	7.111		
Total	1034598.000	18			
Corrected Total	302548.000	17			

a R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6	1
Duncan (a,b)	6.00	3	29.33					
	5.00	3		63.33				
	4.00	3			212.33			
	3.00	3				230.00		
	2.00	3					253.33	
	1.00	3						421.67
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000, b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.2 ผลวิเคราะห์ทางสถิติด้านความชื้น (สุดท้าย) เมล็ดงาขี้ม้อนหลังลดความชื้น

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ความชื้น

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3267.625(a)	6	544.604	3932.430	.000
Intercept	8544.646	1	8544.646	61698.438	.000
Type	3267.625	6	544.604	3932.430	.000
Error	13.572	98	.138		
Total	11825.843	105			
Corrected Total	3281.197	104			

a R Squared = .996 (Adjusted R Squared = .996)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset	
		1	2	1
Duncan (a,b)	5.00	15	6.6793	
	3.00	15	6.7320	
	4.00	15	6.7433	
	2.00	15	6.7460	
	7.00	15	6.7713	
	6.00	15	6.7893	
	1.00	15		22.6853
	Sig.		.489	1.000

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.3 ผลวิเคราะห์ทางสถิติด้านปริมาณน้ำอิสระในเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ปริมาณน้ำอิสระ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6.553(a)	6	1.092	1639.410	.000
Intercept	57.600	1	57.600	86462.175	.000
Type	6.553	6	1.092	1639.410	.000
Error	.135	203	.001		
Total	64.288	210			
Corrected Total	6.688	209			

a R Squared = .980 (Adjusted R Squared = .979)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset	
		1	2	1
Duncan (a,b)	5.00	30	0.4454	
	7.00	30	0.4474	
	3.00	30	0.4513	
	4.00	30	0.4523	
	6.00	30	0.4538	
	2.00	30	0.4594	
	1.00	30		0.9563
	Sig.		.066	1.000

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.4 ผลวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) ของเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ค่าความสว่าง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	105.450(a)	6	17.575	4477.022	.000
Intercept	244467.901	1	244467.901	62275396.923	.000
Type	105.450	6	17.575	4477.022	.000
Error	1.209	308	.004		
Total	245303.019	315			
Corrected Total	106.659	314			

a R Squared = .989 (Adjusted R Squared = .988)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7	1
Duncan (a,b,)	2.00	50	27.11						
	4.00	45		27.22					
	3.00	40			27.63				
	5.00	45				27.98			
	7.00	45					28.22		
	6.00	45						28.44	
	1.00	45							28.75
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 44.84

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.5 ผลวิเคราะห์ค่าสีแดง (a*) ของเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ค่าสีแดง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.089(a)	6	.182	27.371	.000
Intercept	5526.056	1	5526.056	833277.787	.000
Type	1.089	6	.182	27.371	.000
Error	2.043	308	.007		
Total	5550.747	315			
Corrected Total	3.132	314			

a R Squared = .348 (Adjusted R Squared = .335)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset			
		1	2	3	4	1
Duncan (a,b,c)	1.00	45	4.0871			
	5.00	45		4.1533		
	6.00	45		4.1711	4.1711	
	3.00	40			4.2028	
	2.00	50				4.2462
	4.00	45				4.2551
	7.00	45				4.2558
	Sig.		1.000	.302	.067	.604

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 44.84

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.6 ผลวิเคราะห์ค่าสีเหลือง (b*) ของเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ค่าสีเหลือง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	15.934(a)	6	2.656	205.438	.000
Intercept	34562.470	1	34562.470	2673731.498	.000
Type	15.934	6	2.656	205.438	.000
Error	3.981	308	.013		
Total	34699.543	315			
Corrected Total	19.915	314			

a R Squared = .800 (Adjusted R Squared = .796)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6	1
Duncan (a,b,c)	1.00	45	10.0516					
	6.00	45		10.3351				
	4.00	45			10.4091			
	2.00	50				10.6034		
	5.00	45				10.6440	10.6440	
	3.00	40					10.6633	
	7.00	45						10.7482
	Sig.		1.000	1.000	1.000	.092	.423	1.000

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 44.84

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

c Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.7 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างของสีเมล็ดงาขี้ม้อนที่ผ่านการลดความชื้นเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ΔE)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ΔE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	53.408(a)	5	10.682	853.290	.000
Intercept	358.730	1	358.730	28656.754	.000
Type	53.408	5	10.682	853.290	.000
Error	3.305	264	.013		
Total	422.139	270			
Corrected Total	56.713	269			

a R Squared = .942 (Adjusted R Squared = .941)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6	1
Duncan (a,b,c)	5.00	45	.4389					
	6.00	45		.8964				
	4.00	45			.9829			
	2.00	40				1.2922		
	3.00	45					1.5789	
	1.00	50						1.7410
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 44.813

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used.

Type I error levels are not guaranteed.

c Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.8 ผลวิเคราะห์ทางสถิติด้านปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ปริมาณน้ำมัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	229.648(a)	6	38.275	26.684	.000
Intercept	110419.286	1	110419.286	76981.907	.000
Type	229.648	6	38.275	26.684	.000
Error	140.567	98	1.434		
Total	110789.500	105			
Corrected Total	370.214	104			

a R Squared = .620 (Adjusted R Squared = .597)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset				
		1	2	3	4	5	1
Duncan (a,b)	1.00	15	30.0667				
	2.00	15		31.0667			
	3.00	15		31.6333	31.6333		
	5.00	15			32.5000		
	4.00	15				33.5667	
	6.00	15				33.6000	
	7.00	15					34.5667
	Sig.		1.000	.198	.050	.939	1.000

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.9 ผลวิเคราะห์ทางสถิติค่าความหนืดของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ความหนืด

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	427.695(a)	6	71.283	118.268	.000
Intercept	318175.238	1	318175.238	527897.968	.000
Type	427.695	6	71.283	118.268	.000
Error	59.067	98	.603		
Total	318662.000	105			
Corrected Total	486.762	104			

a R Squared = .879 (Adjusted R Squared = .871)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6	1
Duncan (a,b)	1.00	15	51.7333					
	5.00	15		52.8667				
	3.00	15			54.4667			
	6.00	15				55.6000		
	2.00	15				55.8000		
	7.00	15					57.1333	
	4.00	15						57.7333
	Sig.		1.000	1.000	1.000	.482	1.000	1.000

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.10 ผลวิเคราะห์ทางสถิติค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ความถ่วงจำเพาะ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.001(a)	6	.000	4.521	.001
Intercept	52.007	1	52.007	1452956.80	.000
Type	.001	6	.000	4.521	.001
Error	.002	56	3.58E-005		
Total	52.010	63			
Corrected Total	.003	62			

a R Squared = .326 (Adjusted R Squared = .254)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset		
		1	2	3	1
Duncan (a,b)	1.00	9	.90111		
	7.00	9	.90433	.90433	
	5.00	9		.90922	.90922
	6.00	9		.91000	.91000
	3.00	9			.91100
	4.00	9			.91200
	2.00	9			.91233
	Sig.		.258	.062	.335

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์ทางสถิติค่าสีน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

ภาคผนวก ค.11 ผลวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) ของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ค่าความสว่าง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	301.134(a)	6	50.189	5557.240	.000
Intercept	624283.332	1	624283.332	69124472.5	.000
Type	301.134	6	50.189	5557.240	.000
Error	.885	98	.009		
Total	624585.351	105			
Corrected Total	302.019	104			

a R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .997)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7	1
Duncan(a,b)	2.00	15	74.543						
	4.00	15		75.382					
	3.00	15			76.086				
	6.00	15				77.487			
	7.00	15					78.099		
	5.00	15						78.533	
	1.00	15							79.621
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.12 ผลวิเคราะห์ค่าสีแดง (a*) ของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ค่าสีแดง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	58.918(a)	6	9.820	888.174	.000
Intercept	29359.652	1	29359.652	2655527.04	.000
Type	58.918	6	9.820	888.174	.000
Error	1.083	98	.011		
Total	29419.653	105			
Corrected Total	60.002	104			

a R Squared = .982 (Adjusted R Squared = .981)

Homogeneous Subsets

	Type	N	Subset				
		1	2	3	4	5	1
Duncan (a,b)	1.00	15	15.0733				
	6.00	15		16.3593			
	7.00	15			16.8287		
	5.00	15			16.8800		
	2.00	15				17.1700	
	4.00	15					17.3540
	3.00	15					17.3867

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.13 ผลวิเคราะห์ค่าสีเหลือง (b*) ของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ค่าสีเหลือง

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	26.849(a)	6	4.475	6.739	.000
Intercept	1626316.335	1	1626316.335	2449155.16	.000
Type	26.849	6	4.475	6.739	.000
Error	65.075	98	.664		
Total	1626408.259	105			
Corrected Total	91.924	104			

a R Squared = .292 (Adjusted R Squared = .249)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset		
		1	2	3	1
Duncan (a,b)	1.00	15	123.4700		
	3.00	15		124.2160	
	5.00	15		124.2167	
	7.00	15		124.6193	124.6193
	2.00	15		124.6980	124.6980
	4.00	15		124.7873	124.7873
	6.00	15			125.1687
	Sig.		1.000	.090	.095

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค. 14 ผลวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนที่ผ่านการให้ความร้อนเมล็ดเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ΔE)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ΔE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	122.730(a)	5	24.546	154.695	.000
Intercept	1376.476	1	1376.476	8674.951	.000
Type	122.730	5	24.546	154.695	.000
Error	13.328	84	.159		
Total	1512.534	90			
Corrected Total	136.058	89			

a R Squared = .902 (Adjusted R Squared = .896)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6	1
Duncan(a,b)	4.00	15	2.452					
	6.00	15		2.865				
	5.00	15			3.177			
	2.00	15				4.300		
	3.00	15					5.007	
	1.00	15						5.663
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.15 ผลวิเคราะห์ทางสถิติค่าของกรดของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ค่าของกรด

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.944(a)	6	.157	15.394	.000
Intercept	656.900	1	656.900	64262.257	.000
Type	.944	6	.157	15.394	.000
Error	1.002	98	.010		
Total	658.846	105			
Corrected Total	1.946	104			

a R Squared = .485 (Adjusted R Squared = .454)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset				
		1	2	3	4	5	1
Duncan (a,b)	1.00	15	2.3447				
	2.00	15	2.4033	2.4033			
	5.00	15		2.4640	2.4640		
	4.00	15			2.5213	2.5213	
	6.00	15				2.5513	2.5513
	7.00	15					2.6100
	3.00	15					2.6140
	Sig.		.115	.104	.124	.418	.112

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.16 ผลวิเคราะห์ทางสถิติค่าซาปอนนิฟิเคชันของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ค่าซาปอนนิฟิเคชัน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8281.531(a)	6	1380.255	157.855	.000
Intercept	3454382.100	1	3454382.100	395064.866	.000
Type	8281.531	6	1380.255	157.855	.000
Error	856.896	98	8.744		
Total	3463520.527	105			
Corrected Total	9138.427	104			

a R Squared = .906 (Adjusted R Squared = .900)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset			
		1	2	3	4	1
Duncan (a,b)	1.00	15	171.8847			
	4.00	15	173.5120			
	6.00	15	173.7293			
	2.00	15		180.1547		
	5.00	15		181.6560		
	7.00	15			193.1820	
	3.00	15				195.5447
	Sig.		.110	.168	1.000	1.000

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.17 ผลวิเคราะห์ทางสถิติค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ค่าเปอร์ออกไซด์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	14.803(a)	6	2.467	22.393	.000
Intercept	1145.379	1	1145.379	10395.725	.000
Type	14.803	6	2.467	22.393	.000
Error	10.797	98	.110		
Total	1170.980	105			
Corrected Total	25.600	104			

a R Squared = .578 (Adjusted R Squared = .552)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset			
		1	2	3	4	1
Duncan (a,b)	1.00	15	2.6200			
	4.00	15		3.0613		
	2.00	15		3.2054		
	5.00	15		3.2417	3.2417	
	6.00	15			3.4667	
	7.00	15				3.7080
	3.00	15				3.8114
	Sig.		1.000	.153	.073	.396

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.18 ผลวิเคราะห์ทางสถิติค่าไอโอดีนของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ค่าไอโอดีน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	888.776(a)	6	148.129	19.004	.000
Intercept	4497058.682	1	4497058.682	576927.353	.000
Type	888.776	6	148.129	19.004	.000
Error	763.895	98	7.795		
Total	4498711.353	105			
Corrected Total	1652.671	104			

a R Squared = .538 (Adjusted R Squared = .509)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset		
		1	2	3	1
Duncan(a,b)	2.00	15	202.6100		
	4.00	15	204.4537		
	6.00	15		206.6827	
	5.00	15		206.8907	
	7.00	15		207.4280	
	3.00	15		207.9033	
	1.00	15			212.6927
	Sig.		.073	.283	1.000

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.19 ผลวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณเบตา-แคโรทีนในน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effect

Dependent Variable: ปริมาณเบตา-แคโรทีน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.025(a)	6	.004	1.591	.167
Intercept	5.477	1	5.477	2093.480	.000
Type	.025	6	.004	1.591	.167
Error	.146	56	.003		
Total	5.648	63			
Corrected Total	.171	62			

a R Squared = .146 (Adjusted R Squared = .054)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset	
		1	2	1
Duncan (a,b)	1.00	9	0.263	
	2.00	9	0.276	0.276
	3.00	9	0.283	0.283
	4.00	9	0.301	0.301
	7.00	9	0.304	0.304
	6.00	9	0.312	0.312
	5.00	9		.0324
	Sig.		0.081	0.086

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค.20 ผลวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณสารที่ระเหยได้ในน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ปริมาณสารที่ระเหยได้

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	48.601(a)	6	8.100	166.766	.000
Intercept	1798.830	1	1798.830	37034.426	.000
Type	48.601	6	8.100	166.766	.000
Error	4.760	98	.049		
Total	1852.191	105			
Corrected Total	53.361	104			

a R Squared = .911 (Adjusted R Squared = .905)

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6	1
Duncn (a,b)	1.00	15	2.7613					
	5.00	15		3.7047				
	4.00	15			4.1040			
	3.00	15			4.1873			
	6.00	15				4.5427		
	7.00	15					4.7547	
	2.00	15						4.9187
	Sig.		1.000	1.000	.303	1.000	1.000	1.000

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.00

b Alpha = 0.05

หมายเหตุ: ในหัวข้อ (type) เลข 1.00 คือกลุ่มที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน, เลข 2.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 40, เลข 3.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 50, เลข 4.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค HA 60, เลข 5.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 40, เลข 6.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 50 และเลข 7.00 คือการให้ความร้อนด้วยเทคนิค CTMW 60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

การคำนวณค่าวิเคราะห์ต่างๆ ในวิทยานิพนธ์

ง.1 ตัวอย่างการคำนวณน้ำหนักสุดท้ายในการลดความชื้นของเมล็ดงาขี้ม้อน

กำหนด

น้ำหนักเมล็ดงาเริ่มต้น 200 กรัม

ความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 23 (% wb)

ต้องการหาน้ำหนักสุดท้าย (กรัม) ที่ความชื้นร้อยละ 7 (% wb)

โดยที่

m = ปริมาณความชื้น (% wb)

W_m = น้ำหนักของน้ำ (กรัม)

W_d = น้ำหนักของวัสดุแห้ง (กรัม)

วิธีการคำนวณ

ความชื้น % (wb) เริ่มต้นเมล็ดงาเท่ากับ $$m_1 = \frac{W_m}{W_m + W_d} \times 100 \quad (1)$$

ความชื้น % (wb) สุดท้ายเมล็ดงาเท่ากับ $$m_2 = \frac{W_m}{W_m + W_d} \times 100 \quad (2)$$

นำสมการที่ (1)/(2) เท่ากับ $$\frac{m_1}{m_2} = \frac{(W_m - W_{d1})}{(W_m - W_{d2})} \quad (3)$$

เท่ากับ $$\frac{m_1}{m_2} = \frac{(W_m - W_{d1})}{(W_m - W_{d2})} = \frac{(100 - \text{ความชื้นเริ่มต้น})W_{d1}}{(100 - \text{ความชื้นเริ่มต้น})W_{d2}}$$

แทนค่า $\frac{(100 - 23) \times 200}{(100 - 7)W_{d2}}$ ได้ W_{d2} เท่ากับ 165.59 กรัม

ดังนั้นจะต้องอบแห้งลดความชื้นเมล็ดงาขี้ม้อนที่มีน้ำหนักเริ่มต้น 200 กรัม (23% wb) ลงเหลือน้ำหนักประมาณ 165.59 กรัม จะได้ความชื้นเมล็ดงาขี้ม้อนที่มีความชื้นร้อยละ 7 (% wb)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง.2 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณความชื้น (สุดท้าย) เมล็ดงาขี้ม้อน

กำหนด

น้ำหนักเมล็ดงาเฉลี่ยเริ่มต้น	5.00 กรัม
น้ำหนักกระป๋องเฉลี่ย	19.56 กรัม
น้ำหนักกระป๋องรวมกับเมล็ดงาหลังอบแห้งเฉลี่ย	24.22 กรัม

สมการคำนวณ

$$\text{ความชื้น (\% wb)} = \left(\frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \right) \times 100$$

วิธีคำนวณ

น้ำหนักเมล็ดหลังอบเท่ากับ 24.22 – 19.56 = 4.66 กรัม

แทนค่าในสมการ

$$\text{ความชื้น (\% wb)} = \left(\frac{5.00 - 4.66}{5.00} \right) \times 100$$

ดังนั้นเมล็ดงาขี้ม้อนมีความชื้นสุดท้ายหลังเมล็ดงาผ่านการลดความชื้นร้อยละ 6.8 (% wb)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง.3 ตัวอย่างการคำนวณค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (total color difference, ΔE) ของเมล็ดงาขี้ม้อน

กำหนด

ค่า L*, a* และ b* เฉลี่ยของเมล็ดงาขี้ม้อนที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน คือ 28.75, 4.08 และ 10.52

ค่า L*, a* และ b* เฉลี่ยของเมล็ดงาขี้ม้อนหลังการลดความชื้นด้วยวิธี HA 50 คือ 27.55, 4.19 และ 10.75

สมการคำนวณ

$$\Delta E = [(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)]^{1/2}$$

แทนค่าในสมการ

$$\Delta E = [(28.75 - 27.55)^2 + (4.08 - 4.19)^2 + (10.52 - 10.75)]^{1/2}$$

ดังนั้นค่า ΔE ของเมล็ดงาขี้ม้อนที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยวิธี HA 50 เท่ากับ 1.43

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง.4 ตัวอย่างการคำนวณค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

กำหนด

น้ำหนักขวด + น้ำ	55.98 กรัม
น้ำหนักขวด + น้ำหนักน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน	53.80 กรัม
น้ำหนักขวดวัดความถ่วงจำเพาะ	31.35 กรัม

สมการคำนวณ

$$\text{ความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ } 30^{\circ}C = \frac{A-B}{C-B}$$

โดยที่

A = น้ำหนักของขวดน้ำมันที่อุณหภูมิ $30^{\circ}C$ (กรัม)

B = น้ำหนักของขวดเปล่า (กรัม)

C = น้ำหนักของขวดกับน้ำที่อุณหภูมิ $30^{\circ}C$ (กรัม)

แทนค่าในสมการ

$$\text{ความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ } 30^{\circ}C = \frac{53.80 - 31.35}{55.98 - 31.35}$$

ดังนั้นค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนเท่ากับ 0.91

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง.5 ตัวอย่างการคำนวณค่าของกรดของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

กำหนด

ปริมาตรเฉลี่ยของสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 2.36 มิลลิลิตร

ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.00 N

น้ำหนักเฉลี่ยของน้ำมันตัวอย่าง 5.01 กรัม

สมการคำนวณ

$$\text{ค่าของกรด (mgNaOH/g)} = \frac{56.1aN}{P}$$

โดยที่

a = ปริมาตรของสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (N)

P = น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่าง (กรัม)

แทนค่าในสมการ

$$\text{ค่าของกรด (mgNaOH/g)} = \frac{56.1\times2.36\times1.00}{5.01}$$

ดังนั้นค่าของกรดในน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนเท่ากับ 2.64 mgNaOH/g

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง.6 ตัวอย่างการคำนวณค่าซาปอนนิฟิเคชันของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

กำหนด

ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกที่ไตเตรตกับ blank เฉลี่ยเท่ากับ 25.23 มิลลิลิตร

ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกที่ไตเตรตกับน้ำมันตัวอย่างเฉลี่ยเท่ากับ 12.78 มิลลิลิตร

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเท่ากับ 0.5 N

น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่างที่ใช้ 2.01 กรัม

สมการคำนวณ

$$\text{ค่าซาปอนนิฟิเคชัน} = \frac{56.1(B-S)N}{W}$$

โดยที่

B = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกที่ไตเตรตกับ blank (มิลลิลิตร)

S = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกที่ไตเตรตกับน้ำมันตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก (N)

W = น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

แทนค่าในสมการ

$$\text{ค่าซาปอนนิฟิเคชัน (mgKOH/g)} = \frac{56.1(25.23-12.78)\times 0.5}{2.01}$$

ดังนั้นค่าซาปอนนิฟิเคชันในน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนเท่ากับ 173.74 mgKOH/g

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง.7 ตัวอย่างการคำนวณค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

กำหนด

ปริมาตรเฉลี่ยของโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรต	0.62 มิลลิลิตร
ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต	0.01 N
น้ำหนักเฉลี่ยของน้ำมัน	2.00 กรัม

สมการคำนวณ

$$\text{ค่าเปอร์ออกไซด์ (meq.}O_2\text{/kg)} = 1000\ \frac{aN}{P}$$

โดยที่

a = ปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต (N)

P = น้ำหนักของน้ำมัน (กรัม)

แทนค่าในสมการ

$$\text{ค่าเปอร์ออกไซด์ (meq.}O_2\text{/kg)} = 1000\ \frac{(0.62 \times 0.01)}{(2.00)}$$

ดังนั้นค่าเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนเท่ากับ 3.10 meq.O_2/kg

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง.8 ตัวอย่างการคำนวณค่าไอโอดีนของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

กำหนด

น้ำหนักเฉลี่ยของน้ำมันตัวอย่างที่ใช้ 0.85 กรัม

ปริมาตรเฉลี่ยของโซเดียมไทโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.10 M ที่ไตเตรตกับ blank เท่ากับ 41.60 มิลลิลิตร

ปริมาตรเฉลี่ยของโซเดียมไทโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.10 M ที่ไตเตรตกับน้ำมันตัวอย่าง เท่ากับ 29.48 มิลลิลิตร

สมการคำนวณ

$$\text{ค่าไอโอดีน} = \frac{(B-S) \times 0.10 \times 12.69}{X \text{ g}}$$

โดยที่

X = น้ำหนักของน้ำมันตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

B = ปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.10 M ที่ไตเตรตกับ blank (มิลลิลิตร)

S = ปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.10 M ที่ไตเตรตกับน้ำมันตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

แทนค่าในสมการ

$$\text{ค่าไอโอดีน} = \frac{(41.60 - 29.48) \times 0.10 \times 12.69}{0.85}$$

ดังนั้นน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนมีค่าไอโอดีนเท่ากับ 180.12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง.9 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณเบตา-แคโรทีนในน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

กำหนด

ปริมาตรของน้ำมันที่วิเคราะห์	2.00 มิลลิลิตร
ค่าความแตกต่างเฉลี่ยของค่าดูดกลืนแสงระหว่างน้ำมันตัวอย่างกับเฮกเซน	0.066
น้ำหนักเฉลี่ยของน้ำมัน	1.81 กรัม

สมการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเบตา-แคโรทีน (ppm)} = \frac{(V \times 383 \times E)}{(100 \times W)}$$

โดยที่

V = ปริมาตรของน้ำมันที่วิเคราะห์ (มิลลิลิตร)

383 = ค่า diffusion coefficient ของเบตา-แคโรทีน

E = ค่าความแตกต่างของค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 445 นาโนเมตร (A_{445}) ระหว่างน้ำมันตัวอย่างกับเฮกเซน

W = น้ำหนักของน้ำมันที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

แทนค่าในสมการ

$$\text{ปริมาณเบตา-แคโรทีน (ppm)} = \frac{(2.00 \times 383 \times 0.066)}{(100 \times 1.81)}$$

ดังนั้นปริมาณเบตา-แคโรทีนในน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนเท่ากับ 0.276 ppm

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง.10 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารระเหยทั้งหมดในน้ำมันงาขี้ม้อน

กำหนด

น้ำหนักเฉลี่ยของน้ำมันตัวอย่างที่หายไป 0.14 กรัม

น้ำหนักเฉลี่ยของน้ำมันตัวอย่างที่ใช้ 5.00 กรัม

สมการคำนวณ

$$\text{ปริมาณสารที่ระเหยได้ (\%)} = \frac{100w}{W}$$

โดยที่ w = น้ำหนักน้ำมันของตัวอย่างที่หายไป (กรัม)

W = น้ำหนักน้ำมันของตัวอย่างที่ใช้ (กรัม)

แทนค่าในสมการ

$$\text{ปริมาณสารที่ระเหยได้ (\%)} = \frac{100 \times 0.14}{5.00}$$

ดังนั้นปริมาณสารระเหยทั้งหมดในน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนมีปริมาณร้อยละ 2.80

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

การทดลองย่อยในวิทยานิพนธ์

การทดลองที่ 1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบสารสกัดระหว่างเฮกเซนและเอทานอลต่อปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

อุปกรณ์

1. เครื่องมือวิเคราะห์
    (1) เครื่องปั่น
    (2) เครื่องหมุนเหวี่ยง
    (3) เครื่องระเหยแยกสารแบบหมุนและควบคุมความดัน
    (4) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2. อุปกรณ์วิเคราะห์
    (1) กระบอกวัดปริมาตร ขนาด 50 มิลลิลิตร
    (2) บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร
    (3) กรวยแยกสาร ขนาด 500 มิลลิลิตร
    (4) ขวดใส (bottle) ขนาด 50 มิลลิลิตร
    (5) กระดาษกรอง (Whatman No. 1)
3. วัตถุดิบ ได้แก่ เมล็ดงาขี้ม้อนที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่อลดความชื้นให้เหลือประมาณร้อยละ 7 (% wb)
4. สารเคมี
    (1) เฮกเซน
    (2) โซเดียมซัลเฟต
    (3) เอทานอล

วิธีการทดลองหาปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนที่สกัดได้

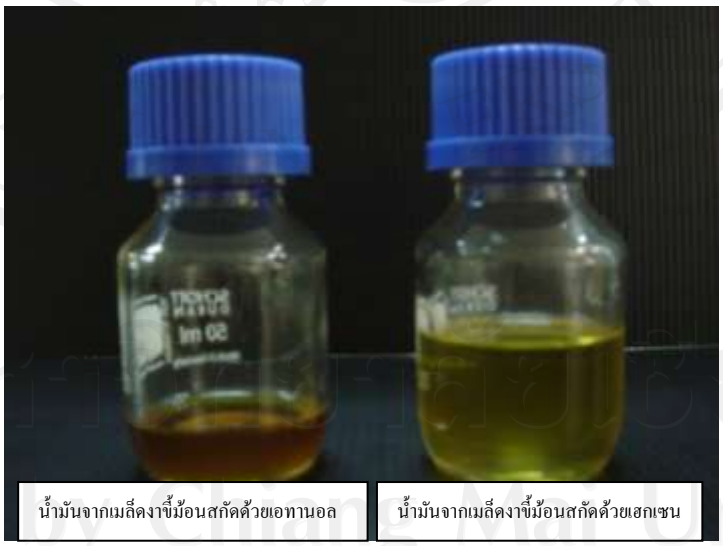
การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันสามารถวัดโดยนำเมล็ดงาขี้ม้อนที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่อลดความชื้นลงประมาณร้อยละ 7 (% wb) จากน้ำหนักเริ่มต้นคือ 200 กรัม (23% wb)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งผ่านการบดละเอียดละเอียดแล้วนำไปใส่ในกรวยแยกสารและเติมเอทานอลปริมาณ 500 มิลลิลิตร ลงไปในกรวยแยกสาร เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เปิดวาล์วแยกส่วนกากออกจากสารละลาย (เก็บส่วนกากเมล็ดงาขี้ม้อนไว้) จากนั้นนำสารละลายที่ได้เข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อแยกกากที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ออกและนำสารละลายผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 แล้วเก็บสารละลายไว้ในขวดสีชาและเก็บในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ส่วนกากที่เหลือให้นำไปสกัดซ้ำแล้วเอาสารละลายที่ได้มารวมกับสารละลายที่เก็บในขวดสีชาในตอนแรก จากนั้นแยกสารละลายเฮกเซนด้วยเครื่องระเหยแยกสารแบบหมุนและควบคุมความดัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน 189 มิลลิบาร์ เติมผงโซเดียมซัลเฟตลงในน้ำมันที่ได้จากการระเหยแยกเฮกเซนออกแล้ว จากนั้นคนและเติมผงโซเดียม-ซัลเฟตลงไปอย่างต่อเนื่อง จนกว่าผงของโซเดียมซัลเฟตจะแยกจับกันและลอยตัวอยู่ทั่วไปในน้ำมัน จึงนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 เป็นการแยกโซเดียมซัลเฟตออกจากน้ำมัน วัดปริมาตรน้ำมันที่ได้โดยใช้กระบอกตวงวัดปริมาตร บันทึกปริมาตร และคำนวณปริมาณในรูปร้อย-ละของน้ำมันงาขี้ม้อน ทดลองซ้ำอีกแต่ใช้เฮกเซนแทนสารสกัดข้างต้น บันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

ผลการศึกษาเปรียบเทียบการสารสกัดระหว่างการใช้เอทานอลเปรียบเทียบกับการใช้เฮกเซนในการสกัดได้ผลการทดลองดังภาพและตาราง จ.1



ภาพ จ.1 ปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนที่สกัดด้วยเอทานอลเปรียบเทียบกับน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนที่สกัดด้วยเฮกเซน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ จ.1 ผลของสารสกัดต่อปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนที่สกัดได้

สารสกัด	ซ้ำที่	ปริมาณที่ได้ (ml)	เฉลี่ย (ml)
เอทานอล	1	17.30	17.10±0.27
	2	16.80	
	3	17.20	
เฮกเซน	1	30.60	31.13±0.84
	2	32.10	
	3	30.70	

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองพบว่า การใช้เฮกเซนในการสกัดปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนสามารถสกัดน้ำมันได้มากกว่าการใช้เอทานอลในการสกัด ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันในเมล็ดงาขี้ม้อนเป็นน้ำมันชนิดไม่มีขั้วมากกว่าชนิดมีขั้ว ดังนั้นการใช้สารสกัดเฮกเซนซึ่งเป็นสารสกัดแบบไม่มีขั้วจึงสามารถสกัดน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนที่เป็นน้ำมันชนิดไม่มีขั้วได้มากกว่าการใช้เอทานอลที่เป็นสารชนิดมีขั้วและใช้สกัดสารชนิดมีขั้ว (นิธิยา, 2548 และดาวัลย์, 2548)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2 การศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนโดยวิธีการลดความดัน (ต่อน้ำหนักน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนที่ได้)

อุปกรณ์

1. เครื่องมือวิเคราะห์
    (1) เครื่องปั่น
    (2) เครื่องหมุนเหวี่ยง
    (3) เครื่องระเหยแยกสารแบบหมุนและควบคุมความดัน
    (4) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2. อุปกรณ์วิเคราะห์
    (1) กระบอกวัดปริมาตร ขนาด 50 มิลลิลิตร
    (2) บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร
    (3) กรวยแยกสาร ขนาด 500 มิลลิลิตร
    (4) ขวดใส ขนาด 50 มิลลิลิตร
    (5) ด้วยกระดาษกรอง (Whatman No. 1)
3. วัตถุดิบ ได้แก่ เมล็ดงาขี้ม้อนที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่อลดความชื้นเหลือประมาณร้อยละ 7 (% wb)
4. สารเคมี
    (1) เฮกเซน
    (2) โซเดียมซัลเฟต

วิธีการทดลองหาน้ำหนักน้ำมันงาขี้ม้อนที่สกัดได้

นำสารละลายที่เตรียมได้จากการทดลองที่ 1 มาแยกเฮกเซนด้วยเครื่องระเหยแยกสารแบบหมุนและควบคุมความดัน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน 190, 160, 140, 120 และ 100 มิลลิบาร์ โดยเติมโซเดียมซัลเฟตลงในน้ำมันที่ได้จากการระเหยแยกเฮกเซนออกแล้ว จากนั้นคนและเติมโซเดียมซัลเฟตลงไปเป็นระยะๆ จนกว่าผงของโซเดียมซัลเฟตจะแยกเกาะกันและลอยกระจายทั่วปริมาตรของน้ำมันแล้วกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 เพื่อแยกผงโซเดียม-ซัลเฟตออกจากน้ำมัน ชั่งน้ำหนักน้ำมันที่ได้โดยใช้หลอดวัดปริมาตร บันทึกน้ำหนักของน้ำมันที่สกัดได้แล้วคำนวณเป็นร้อยละของน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดลอง

ผลการศึกษาการสกัดน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อนโดยใช้ความดัน ซึ่งผลการศึกษาดังตารางที่ จ.2

ตารางที่ จ.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันที่ใช้ในการสกัดต่อปริมาณน้ำมันจากเมล็ดงาขี้ม้อน

ความดัน (มิลลิบาร์)	ซ้ำที่	น้ำหนักเมล็ดงา (กรัม)	ปริมาตรเฮกเซน (มิลลิลิตร)	น้ำหนักกาก (กรัม)	น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)
190	1	170.61	473	154.21	31.64
	2	169.58	471	154.05	30.04
	3	169.27	472	155.66	30.23
	เฉลี่ย				**30.64±0.87**
160	1	168.82	475	154.14	24.67
	2	168.43	473	153.86	25.13
	3	169.54	477	154.27	25.28
	เฉลี่ย				**25.03±0.32**
140	1	167.85	484	152.34	22.52
	2	167.62	485	152.05	22.78
	3	168.91	487	152.47	22.62
	เฉลี่ย				**22.64±0.13**
120	1	169.47	482	150.81	21.94
	2	168.94	487	150.96	21.71
	3	170.06	481	150.24	21.95
	เฉลี่ย				**21.87±0.14**
100	1	166.64	488	147.97	20.16
	2	167.94	489	148.16	21.52
	3	167.36	490	147.43	21.34
	เฉลี่ย				**21.01±0.74**

สรุปผลการทดลอง

ตารางที่ จ.2 สรุปได้ว่า ความดันระหว่างการสกัดสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการแยกเฮกเซนออกจากน้ำมันงาขี้ม้อนได้ โดยพบว่า การลดความดันลงมาที่ 100 มิลลิบาร์ ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการแยกเฮกเซนมีมากที่สุดและความดันระดับ 190 มิลลิบาร์ มีประสิทธิภาพในการแยกเฮกเซนน้อยที่สุด เนื่องจากการลดความดันทำให้เฮกเซนมีจุดเดือดต่ำลง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลลดลง ดังนั้นพลังงานที่ใช้ในการสลายพันธะจึงลดลง ส่งผลให้เฮกเซนระเหยกลายเป็นไอได้ดีกว่าการเพิ่มความดันดังสมการ PV = nRT (พงษ์ศักดิ์, 2555)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายปกรณ์ สุวรรณโสภณ

วัน เดือน ปี เกิด 29 ธันวาคม 2527

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม จังหวัดเชียงราย พ.ศ. 2544

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง พ.ศ. 2548

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารจัดการทั่วไป มหาวิทยาลัยรามคำแหง พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved