



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก
การเตรียมสารพีโรโมนสังเคราะห์

ทำการสังเคราะห์สารเคมี 3 ชนิดที่เป็นองค์ประกอบของฟีโรโมน คือ Z-11-hexadecenal, Z-11-hexadecenyl acetate และ Z-11-hexadecen-1-ol ด้วยวิธีของ จิราพรและอภิวัฒน์ (2553) มีกระบวนการในการสังเคราะห์ดังนี้

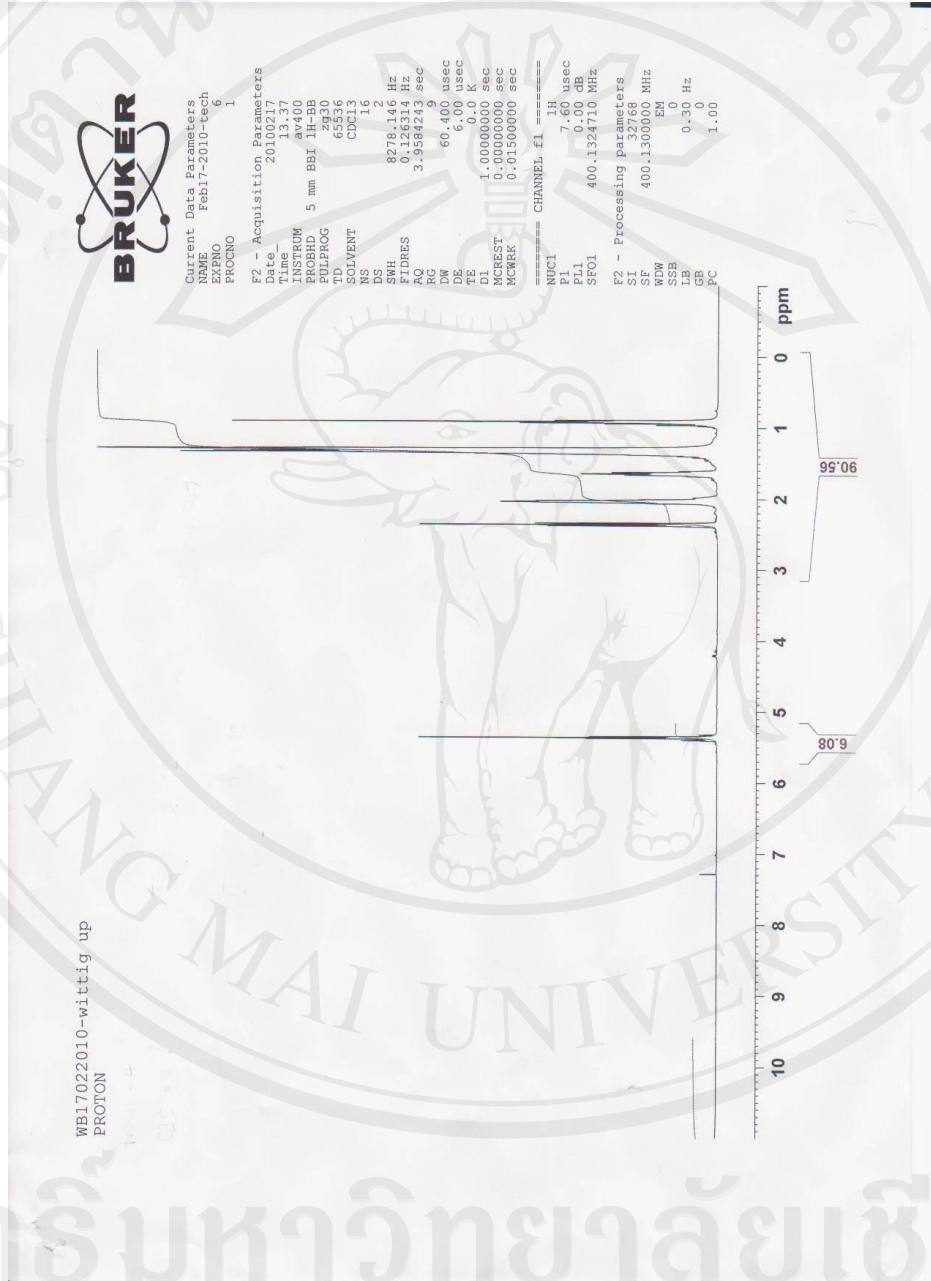
1. นำสารตั้งต้นคือ 11-bromoundecanoic acid มาละลายด้วยโทลูอีน ในขวดก้นกลมขนาด 100 มิลลิลิตร เติม Triphenylphosphine ลงไปในสารละลาย จากนั้นทำการรีฟลักซ์ ที่อุณหภูมิ 140 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำสารละลายผสมที่ได้ทำการแยกโทลูอีนออก จะได้ 1-Undecanoic phosphonium bromide เป็นของแข็งสีเหลืองอ่อน คิดเป็นผลผลิตร้อยละ 98

2. นำ 1-Undecanoic phosphonium bromide ที่ได้มาละลายในเตตระไฮโดรฟูราน ในขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร ภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน จากนั้นเติมเบส และสาร valeraldehyde ลงไปในสารละลายแล้วทำการคนต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเติมน้ำเพื่อทำการระเหยเอาตัวทำละลายออก ทำการแยกสารโดยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีโดยใช้ ethylacetate : hexane เป็นตัวชะ จะได้ Z-11-Hexadecenoic acid คิดเป็นร้อยละผลผลิต 41 ซึ่งสามารถยืนยันโครงสร้างด้วยนิวเคลียร์แมกนีติกเรโซแนนซ์ (NMR) แสดงผลดังต่อไปนี้ ¹H-NMR (CDCl₃) 0.950 (m, 3H), 1.303 (m, 16H), 1.652 (m, 2H), 2.034 (m, 4H), 2.371 (m, 2H), 5.367 (m, 2H, J=4.547) ซึ่งจากค่า J coupling ที่ได้ สามารถยืนยันได้ว่า สารประกอบอัลคีนที่ได้อยู่ใน cis-isomer (ทางทฤษฎีค่า J coupling ของ cis-isomer = 4-12 ส่วน J coupling ของ trans-isomer = 14-19) (ภาพผนวก 1)

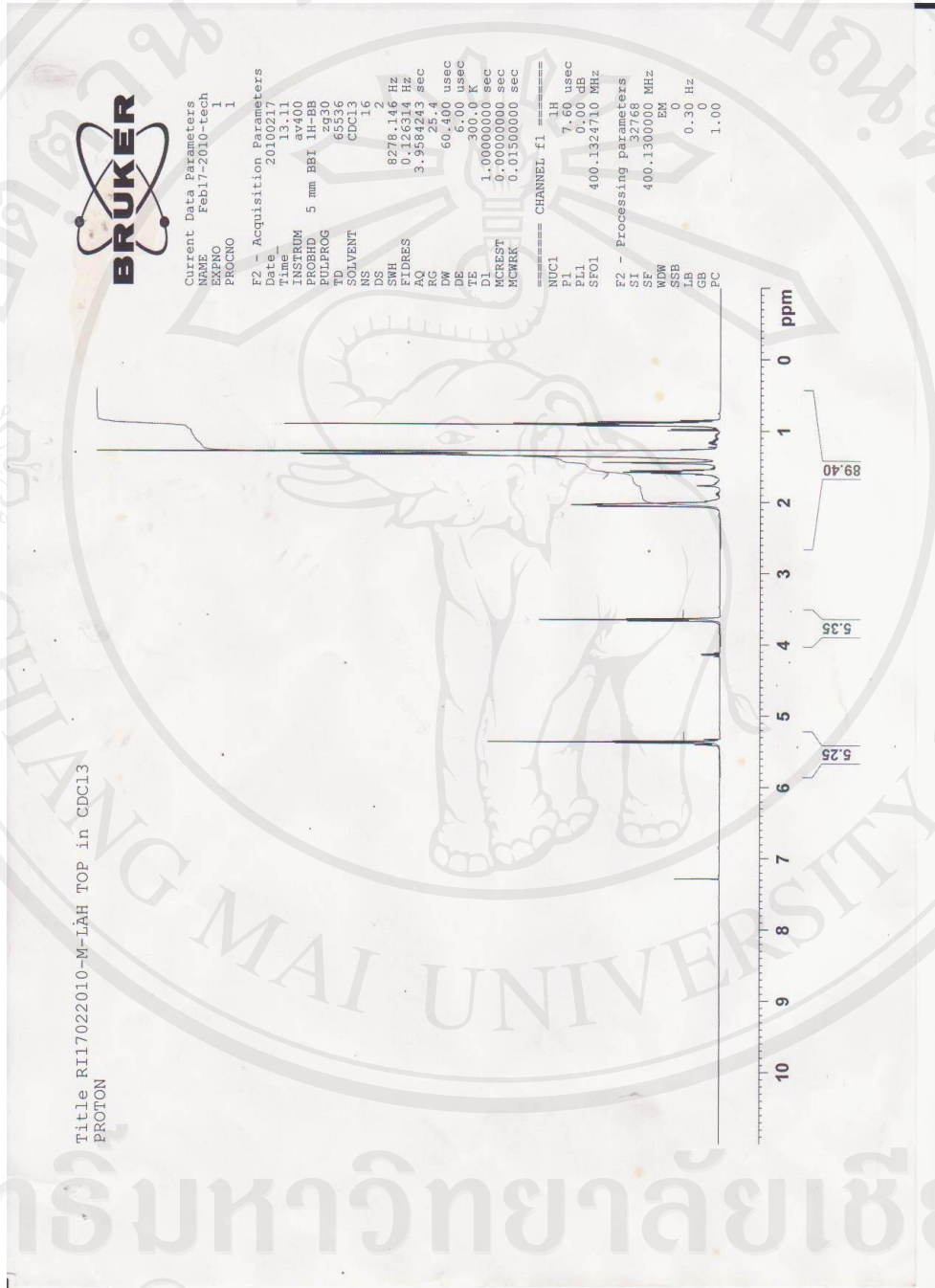
3. สังเคราะห์ Z-11-hexadecen-1-ol โดยการนำ Z-11-hexadecenoic มาละลายในตัวทำละลายเตตระไฮโดรฟูรานในขวดก้นกลมขนาด จากนั้นเติม lithium aluminium hydride ลงในสารละลาย ปล่อยให้ปฏิกิริยาดำเนินไปที่อุณหภูมิห้องเมื่อปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์แล้ว นำไปแช่ในอ่างน้ำแข็ง เติมน้ำ แล้วสกัดด้วย ตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต 3 ครั้ง จากนั้นทำให้สารที่สกัดได้ มาทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงแบบสุญญากาศ เสร็จแล้วจึงนำสารที่ได้ไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีซึ่งใช้สารละลายผสม 10 % ethylacetate : hexane เป็นตัวชะ ได้ผลิตภัณฑ์คือ Z-11-hexadecen-1-ol เป็นของเหลวใส ซึ่งสามารถยืนยันโครงสร้างด้วยนิวเคลียร์แมกนีติกเรโซแนนซ์ (NMR) แสดงผลดังต่อไปนี้ ¹H-NMR (CDCl₃) 0.914 (m, 3H), 1.295 (m, 14H), 1.449 (m, 2H), 1.574 (m, 2H), 2.038 (m, 4H), 3.652(t, 2H), 5.356 (m, 2H) (ภาพผนวก 2)

4. สังเคราะห์ *Z*-11-hexadecenyl acetate โดยการนำ *Z*-11-hexadecen-1-ol ใส่ในขวดก้นกลมขนาด เต็ม acetic anhydride มากเกินพอลงในขวดก้นกลม จากนั้นรีฟลักซ์จนปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์ เติมน้ำลงในปฏิกิริยาจากนั้นสกัดด้วยเอทิลอะซิเตต 3 ครั้ง จากนั้นนำสารที่สกัดได้ มาทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงแบบสุญญากาศ และนำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีซึ่งใช้สารละลายผสม 1 % ethylacetate : hexane เป็นตัวชะ ได้ผลิตภัณฑ์คือ *Z*-11-hexadecenyl acetate เป็นของเหลวใสซึ่งสามารถยืนยันโครงสร้างด้วยนิวเคลียร์แมกนีติกเรโซแนนซ์ (NMR) แสดงผลดังต่อไปนี้ ¹H-NMR (CDCl₃) 0.832 (m,3H), 1.250 (m,18H), 1.543 (m,2H), 1.950 (m,4H), 1.974 (m,3H), 3.988 (m,2H), 5.283 (m,2H) (ภาพผนวก 3)

5. สังเคราะห์ *Z*-11-hexadecenal โดยการนำ *Z*-11-hexadecen-1-ol 0.07 กรัม (0.29 มิลลิโมล) ละลายในตัวทำละลาย dichloromethane จากนั้นเติม pyridiniumchlorochromate ลงในสารละลาย ปล่อยให้ปฏิกิริยาดำเนินไปที่อุณหภูมิห้องเมื่อปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์แล้ว กรองของแข็งออก จากนั้นทำให้สารละลายที่กรองได้ มาทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงแบบสุญญากาศ เสร็จแล้วจึงนำสารที่ได้ไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีซึ่งใช้สารละลายผสม 2 %ethylacetate : hexane เป็นตัวชะ ได้ผลิตภัณฑ์คือ *Z*-11-Hexadecenal เป็นของเหลวใสซึ่งสามารถยืนยันโครงสร้างด้วยนิวเคลียร์แมกนีติกเรโซแนนซ์ (NMR) แสดงผลดังต่อไปนี้ ¹H-NMR(CDCl₃) 0.825 (m,3H), 1.235 (m,16H), 1.557 (m,2H), 1.947 (m,4H), 2.348 (m,2H), 5.278 (m,2H), 9.693 (t,1H) (ภาพผนวก 4)

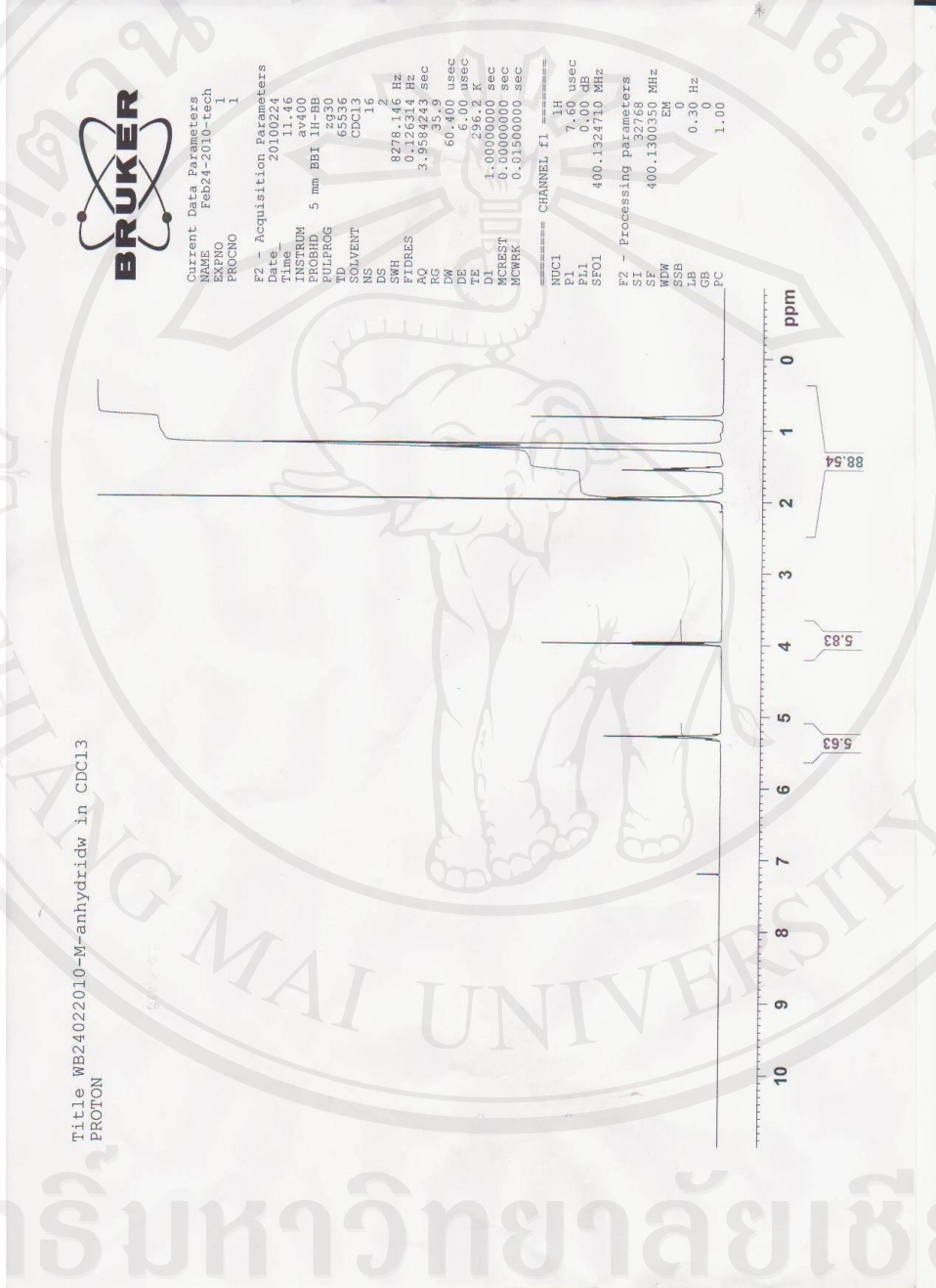


ภาพหน้าปก 1 NMR-spectrum ของ Z-11-Hexadecenoic acid



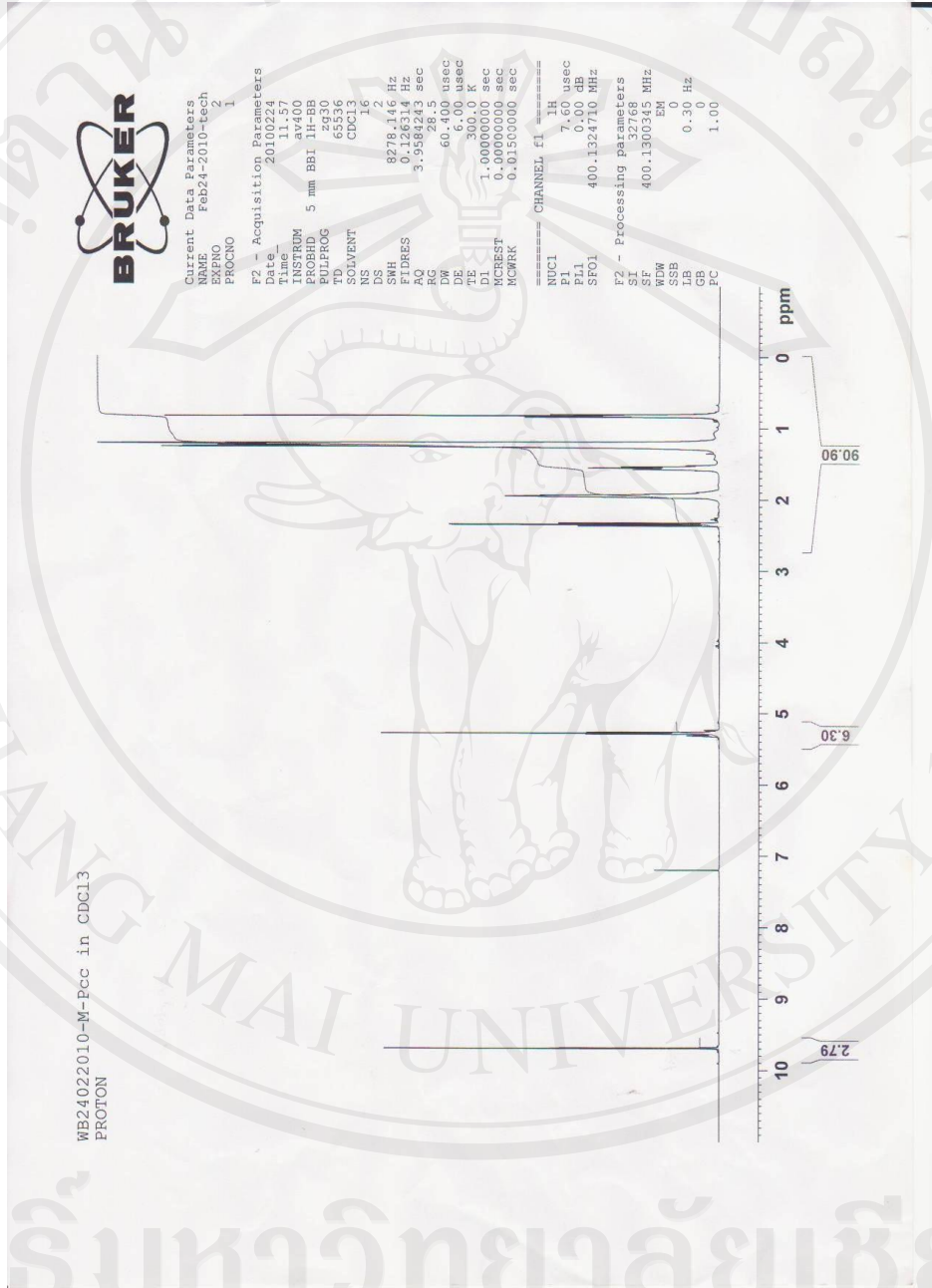
Title: RI17022010-M-LAH TOP in CDCl3
PROTON

ภาพผนวก 2 NMR-spectrum ของ Z-11-Hexadecen-1-ol



Title WE24022010-M-anhydridw in CDCl3
PROTON

ภาพผนวก 3 NMR-spectrum ของ Z-11-HexadecenyI



ภาพผนวก 4 NMR-spectrum ของ Z-11-Hexadecenal

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางผนวก 1 ประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ
2 ส่วนผสม (binary blend) ในสภาพห้องปฏิบัติการในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	10	778.848	77.8848	37.8	0.0000
Error	22	45.333	2.0606		
Total	32	824.182			

Grand mean 2.5455 CV 56.39

At least one group variance is near zero, variance-equality tests cannot be computed.

Component of variance for between groups 25.2747 Effective cell sized 3.0

ตารางผนวก 2 ประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ
2 ส่วนผสม (binary blend) ในสภาพห้องปฏิบัติการในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	10	978.73	97.8727	45.5	0.0000
Error	22	47.33	2.1515		
Total	32	1026.06			

Grand mean 3.5758 CV 41.02

At least one group variance is near zero, variance-equality tests cannot be computed.

Component of variance for between groups 31.9071 Effective cell sized 3.0

ตารางผนวก 3 ประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 2 ส่วนผสม (binary blend) ในสภาพห้องปฏิบัติการในระยะเวลา 72 ชั่วโมง

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	10	2759.21	275.921	88.4	0.0000
Error	22	68.67	3.121		
Total	32	2827.88			
Grand mean	5.3939	CV	32.75		
		Chi-Sq	DF	P	
Bartlett's Test of Equal Variances		15.9	10	0.1021	
Cochran's Q	0.6177				
Largest Var / Smallest Var	63.000				
Component of variance for between groups	90.9333	Effective cell sized	3.0		

ตารางผนวก 4 ประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 2 ส่วนผสม (binary blend) ในสภาพแปลงปลูก

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	10	1.88843	0.18884	15.7	0.0000
Error	11	0.13222	0.01202		
Total	21	2.02065			
Grand mean	1.2397	CV	8.84		
		Chi-Sq	DF	P	
Bartlett's Test of Equal Variances		2.28	10	0.9937	
Cochran's Q	0.1861				
Largest Var / Smallest Var	40.729				
Component of variance for between groups	0.08841	Effective cell sized	2.0		

ตารางผนวก 5 ประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม (tertiary blend) ในสภาพห้องปฏิบัติการในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	10	6700.62	670.062	39.0	0.0000
Error	31	533.00	17.194		
Total	41	733.62			

Grand mean 8.9048 CV 46.57

At least one group variance is near zero, variance-equality tests cannot be computed.

Component of variance for between groups 171.378 Effective cell sized 3.8

ตารางผนวก 6 ประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม (tertiary blend) ในสภาพห้องปฏิบัติการในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	10	8973.52	897.352	50.0	0.0000
Error	32	574.67	17.958		
Total	42	9548.19			

Grand mean 10.744 CV 39.44

Chi-Sq DF P
Bartlett's Test of Equal Variances 48.6 10 0.0000

Cochran's Q 0.6962

Largest Var / Smallest Var 534.67

Component of variance for between groups 225.083 Effective cell sized 3.9

ตารางผนวก 7 ประสิทธิภาพในการดึงดูคฝี่เสื่อหนอนโยฝักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม (tertiary blend) ในสภาพห้องปฏิบัติการในระยะเวลา 72 ชั่วโมง

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	10	9888.5	988.855	65.7	0.0000
Error	32	481.9	15.060		
Total	42	10370.5			

Grand mean 10.744 CV 39.44

Chi-Sq DF P
Bartlett's Test of Equal Variances 36.3 10 0.0001

Cochran's Q 0.5823

Largest Var / Smallest Var 376.00

Component of variance for between groups 249.245 Effective cell sized 3.9

ตารางผนวก 8 ประสิทธิภาพในการดึงดูคฝี่เสื่อหนอนโยฝักเพศผู้ของสารฟีโรโมนสังเคราะห์แบบ 3 ส่วนผสม (tertiary blend) ในสภาพแปลงปลูก

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	10	214105	21410.5	24.4	0.0000
Error	22	19295	877.1		
Total	32	233400			

Grand mean 43.000 CV 68.87

Chi-Sq DF P
Bartlett's Test of Equal Variances 48.8 10 0.0000

Cochran's Q 0.9507

Largest Var / Smallest Var 1019.1

Component of variance for between groups 6844.47 Effective cell sized 3.0

ตารางผนวก 9 ประสิทธิภาพในการดึงดูคผีเสื้อหนอนใยฝักของสารฟีโรโมนสังเคราะห์อัตราส่วน 50:50:1 ปริมาณต่างๆในสภาพห้องปฏิบัติการในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	6	2059.24	343.206	27.9	0.0000
Error	14	172.00	12.286		
Total	20	2231.24			

Grand mean 7.1905 CV 48.75

At least one group variance is near zero, variance-equality tests cannot be computed.

Component of variance for between groups 110.307 Effective cell sized 3.0

ตารางผนวก 10 ประสิทธิภาพในการดึงดูคผีเสื้อหนอนใยฝักของสารฟีโรโมนสังเคราะห์อัตราส่วน 50:50:1 ปริมาณต่างๆในสภาพห้องปฏิบัติการในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	6	4152.57	692.095	32.9	0.0000
Error	14	294.67	21.048		
Total	20	4447.24			

Grand mean 11.524 CV 39.81

Bartlett's Test of Equal Variances Chi-Sq 11.1 DF 6 P 0.0842

Cochran's Q 0.4095

Largest Var / Smallest Var 45.250

Component of variance for between groups 223.683 Effective cell sized 3.9

ตารางผนวก 11 ประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักของสารฟีโรโมนสังเคราะห์อัตราส่วน 50:50:1 ปริมาณต่างๆในสภาพห้องปฏิบัติการในระยะเวลา 72 ชั่วโมง

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	6	5665.90	944.317	54.5	0.0000
Error	14	242.67	17.333		
Total	20	5908.57			

Grand mean 14.857 CV 28.02

Chi-Sq DF P
Bartlett's Test of Equal Variances 4.95 6 0.5498

Cochran's Q 0.4148

Largest Var / Smallest Var 11.615

Component of variance for between groups 308.995 Effective cell sized 3.0

ตารางผนวก 12 ประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักของสารฟีโรโมนสังเคราะห์อัตราส่วน 50:50:1 ปริมาณต่างๆในสภาพแปลงปลูก

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	6	141291	23548.4	64.5	0.0000
Error	14	5110	365.0		
Total	20	146401			

Grand mean 48.143 CV 39.68

Chi-Sq DF P
Bartlett's Test of Equal Variances 17.2 6 0.0086

Cochran's Q 0.8267

Largest Var / Smallest Var 204.42

Component of variance for between groups 7727.81 Effective cell sized 3.0

ตารางผนวก 13 ประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักของสารฟีโรโมนสังเคราะห์อัตราส่วน 50:50:1 ปริมาณ 100 มิลลิกรัมที่ผสมสารช่วยชะลอการระเหยในสภาพห้องปฏิบัติการในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	6	2211.43	368.571	39.4	0.0000
Error	7	65.50	9.357		
Total	13	2276.93			

Grand mean 13.071 CV 23.40

Chi-Sq DF P
Bartlett's Test of Equal Variances 4.64 6 0.5908

Cochran's Q 0.4885

Largest Var / Smallest Var 64.000

Component of variance for between groups 179.607 Effective cell sized 2.0

ตารางผนวก 14 ประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักของสารฟีโรโมนสังเคราะห์อัตราส่วน 50:50:1 ปริมาณ 100 มิลลิกรัมที่ผสมสารช่วยชะลอการระเหยในสภาพห้องปฏิบัติการในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	6	2994.43	499.071	59.0	0.0000
Error	7	59.00	8.429		
Total	13	3053.43			

Grand mean 16.571 CV 17.52

At least one group variance is near zero, variance-equality tests cannot be computed.

Component of variance for between groups 245.321 Effective cell sized 2.0

ตารางผนวก 15 ประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักของสารฟีโรโมนสังเคราะห์อัตราส่วน 50:50:1 ปริมาณ 100 มิลลิกรัมที่ผสมสารช่วยชะลอการระเหยในสภาพห้องปฏิบัติการในระยะเวลา 72 ชั่วโมง

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	6	3063.86	510.643	34.0	0.0001
Error	7	105.00	15.000		
Total	13	3168.86			

Grand mean 18.286 CV 21.18

Chi-Sq DF P
Bartlett's Test of Equal Variances 3.28 6 0.7730

Cochran's Q 0.3048

Largest Var / Smallest Var 64.000

Component of variance for between groups 247.821 Effective cell sized 2.0

ตารางผนวก 16 ประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักของสารฟีโรโมนสังเคราะห์อัตราส่วน 50:50:1 ปริมาณ 100 มิลลิกรัมที่ผสมสารช่วยชะลอการระเหยในสภาพแปลงปลูก

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	6	6.32636	1.05439	33.7	0.0001
Error	7	0.21922	0.03132		
Total	13	6.54558			

Grand mean 0.4641 CV 38.13

At least one group variance is near zero, variance-equality tests cannot be computed.

Component of variance for between groups 0.51154 Effective cell sized 2.0

ตารางผนวก 17 ประสิทธิภาพในการดึงดูดผีเสื้อหนอนใยผักของสารฟีโรโมนสังเคราะห์อัตราส่วน 50:50:1 ที่ใช้ร่วมกับกับดักรูปแบบต่าง ๆ ในสภาพแปลงเพาะปลูก

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	59248.3	19749.4	74.3	0.0000
Error	8	2126.7	265.8		
Total	11	61374.9			

Grand mean 74.917 CV 21.76

	Chi-Sq	DF	P
Bartlett's Test of Equal Variances	10.5	3	0.0148

Cochran's Q 0.7865

Largest Var / Smallest Var 156.81

Component of variance for between groups 6494.53 Effective cell sized 3.0

ตารางผนวก 18 ประสิทธิภาพของการใช้สารฟีโรโมนสังเคราะห์ร่วมกับการใช้กับดักแบบ wing trap

Completely Randomized AOV for data

Source	df	SS	MS	F	P
Treatment	3	10391.3	3463.78	2.20	0.1658
Error	8	12599.3	1574.92		
Total	11	22990.7			

Grand mean 65.333 CV 60.74

	Chi-Sq	DF	P
Bartlett's Test of Equal Variances	9.10	3	0.0279

Cochran's Q 0.5674

Largest Var / Smallest Var 510.62

Component of variance for between groups 629.620 Effective cell sized 3.0

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นายอนุสรณ์ พงษ์มี

วัน เดือน ปีเกิด

24 เมษายน 2528

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย เชียงใหม่

ปีการศึกษา 2545

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชาสัตววิทยา

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved