

ภาคผนวก ก
สูตรการคำนวณ

สูตรคำนวณ ก1 การทดสอบหาค่าความแข็งแรงของวัสดุ

เพื่อพิจารณาความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุ สามารถหาค่าความแข็งแรงของวัสดุได้โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ มาหาค่าความแข็งแรง โดยคำนวณจากสูตรดังต่อไปนี้

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

โดยที่ σ คือ ความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุ (N/m^2)

P คือ น้ำหนักที่กระทำต่อวัสดุ (N)

A คือ พื้นที่หน้าตัด (m^2)

สูตรคำนวณ ก2 การทดสอบหาค่าการดูดซับน้ำของวัสดุ

เพื่อพิจารณาความสามารถในการดูดซับน้ำของวัสดุ สามารถหาค่าการดูดซับน้ำของวัสดุได้ โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ มาหาค่าการดูดซับน้ำ โดยคำนวณจากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละของการดูดซับน้ำ } W = \frac{w_s - w_d}{w_d} \times 100$$

โดยที่ W คือ ร้อยละของการดูดซับน้ำ

w_s คือ น้ำหนักของวัสดุที่อิมน้ำ

w_d คือ น้ำหนักของวัสดุที่แห้ง

สูตรคำนวณ ก3 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน

เพื่อพิจารณาปริมาณธาตุไนโตรเจน ที่มีอยู่ในกระถางเพาะชำชีวภาพ สามารถหาปริมาณธาตุไนโตรเจนได้โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ มาหาค่า โดยคำนวณจากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{Total N (\%)} = \frac{(\text{ml std. H}_2\text{SO}_4 \text{ Sample} - \text{ml std. H}_2\text{SO}_4 \text{ Blank}) \times N \text{ std. H}_2\text{SO}_4 \times 0.014 \times \text{Final volume (ml)} \times 100}{\text{aliq. (ml)} \times \text{wt. of soil (g)}}$$

สูตรคำนวณ ก4 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส

เพื่อพิจารณาปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ที่มีอยู่ในกระถางเพาะชำชีวภาพ สามารถหาปริมาณธาตุไนโตรเจนได้โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ มาหาค่า โดยคำนวณจากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{Extr. P (ppm.)} = \frac{\text{ppm. from curve} \times \text{Final volume (ml.)} \times \text{Extractant (ml.)}}{\text{aliq. (ml.)} \times \text{wt. of soil (g.)}}$$

สูตรคำนวณ ก5 การวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียม

เพื่อพิจารณาปริมาณธาตุโพแทสเซียม ที่มีอยู่ในกระถางเพาะชำชีวภาพ สามารถหาปริมาณธาตุโพแทสเซียมได้โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ มาหาค่า โดยคำนวณจากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{Exch. K (ppm.)} = \frac{\text{ppm. from curve} \times \{\text{Final volume (ml)}\}^* \times \text{Extractant (ml.)}}{\{\text{aliq. (ml.)}\}^* \times \text{wt. of soil (g)}}$$

ภาคผนวก ข
ตารางผลการทดลอง

ตาราง ผข1 แสดงค่าความแข็งแรงของวัสดุที่ผสมระหว่างขุยมะพร้าวกับกาบแปงเปียก

อัตราส่วนของวัสดุ	ก้อนที่	น้ำหนักที่กระทำ ต่อวัสดุ (P) หน่วย Kg	พื้นที่หน้าตัด (A) หน่วย cm^2	ค่าความแข็งแรงของวัสดุ (Kg/cm^2)
ส่วนผสม ขุยมะพร้าว : กาบแปง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 2	1	5.90	13.68	4.23
	2	5.50	13.68	3.94
	3	5.80	13.68	4.15
	4	5.70	13.68	4.08
	5	5.80	13.68	4.15
	เฉลี่ย	5.74	13.68	4.11
ส่วนผสม ขุยมะพร้าว : กาบแปง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 3	1	7.90	13.68	5.66
	2	7.75	13.68	5.55
	3	8.40	13.68	6.02
	4	9.45	13.68	6.77
	5	8.60	13.68	6.16
	เฉลี่ย	8.53	13.68	6.11
ส่วนผสม ขุยมะพร้าว : กาบแปง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 4	1	21.60	13.68	15.47
	2	22.10	13.68	15.83
	3	19.75	13.68	14.15
	4	20.25	13.68	14.51
	5	21.30	13.68	15.26
	เฉลี่ย	21.00	13.68	15.04

ตารางที่ ผข2 แสดงค่าความแข็งแรงของวัสดุที่ผสมระหว่างฟางข้าวกับกาวแป้งเปียก

อัตราส่วนของวัสดุ	ก้อนที่	น้ำหนักที่กระทำ ต่อวัสดุ (P) หน่วย Kg	พื้นที่หน้าตัด (A) หน่วย cm^2	ค่าความแข็งแรงของวัสดุ (Kg/cm^2)
ส่วนผสม ฟางข้าว : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 2	1	1.40	13.68	1.00
	2	1.15	13.68	0.82
	3	1.50	13.68	1.07
	4	1.80	13.68	1.29
	5	1.30	13.68	0.93
	เฉลี่ย	1.43	13.68	1.02
	ส่วนผสม ฟางข้าว : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 3	1	2.60	13.68
2		2.00	13.68	1.43
3		2.55	13.68	1.83
4		2.10	13.68	1.50
5		2.90	13.68	2.08
เฉลี่ย		2.43	13.68	1.74
ส่วนผสม ฟางข้าว : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 4		1	5.20	13.68
	2	4.75	13.68	3.40
	3	4.60	13.68	3.30
	4	5.50	13.68	3.94
	5	4.80	13.68	3.44
	เฉลี่ย	4.97	13.68	3.56

ตาราง ผข3 แสดงค่าความแข็งแรงของวัสดุที่ผสมระหว่างผักตบชวากับกาวแป้งเปียก

อัตราส่วนของวัสดุ	ก้อนที่	น้ำหนักที่กระทำ ต่อวัสดุ (P) หน่วย Kg	พื้นที่หน้าตัด (A) หน่วย cm^2	ค่าความแข็งแรงของวัสดุ (Kg/cm^2)
ส่วนผสม ผักตบชวา : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 2	1	7.90	13.68	5.66
	2	7.15	13.68	5.12
	3	7.25	13.68	5.19
	4	8.95	13.68	6.41
	5	8.95	13.68	6.41
	เฉลี่ย	8.04	13.68	5.76
ส่วนผสม ผักตบชวา : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 3	1	13.25	13.68	9.49
	2	12.90	13.68	9.24
	3	14.10	13.68	10.10
	4	13.30	13.68	9.53
	5	13.75	13.68	9.85
	เฉลี่ย	13.46	13.68	9.64
ส่วนผสม ผักตบชวา : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 4	1	24.05	13.68	17.23
	2	22.15	13.68	15.87
	3	25.50	13.68	18.27
	4	21.75	13.68	15.58
	5	20.95	13.68	15.01
	เฉลี่ย	22.88	13.68	16.39

ตาราง ผข4 แสดงค่าการดูดซับน้ำของวัสดุที่ผสมระหว่างขุยมะพร้าวกับกาวแป้งเปียก

อัตราส่วนของวัสดุ	ก้อนที่	น้ำหนักของวัสดุ(ขุยมะพร้าว)		การดูดซับน้ำ (%)
		น้ำหนักของวัสดุที่แห้ง (w_d) หน่วยกรัม	น้ำหนักของวัสดุที่อมน้ำ (w_s) หน่วยกรัม	
ส่วนผสม ขุยมะพร้าว : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 2	1	22.8	89.5	74.53
	2	23.8	100	76.2
	3	23.2	100.8	76.98
	4	23.5	94.6	75.16
	5	23.5	93.8	74.95
	เฉลี่ย	23.36	95.74	75.60
ส่วนผสม ขุยมะพร้าว : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 3	1	26.4	73.5	64.08
	2	26.2	69.6	62.36
	3	25.8	84	69.29
	4	26.6	80.7	67.04
	5	27.2	83.3	67.35
	เฉลี่ย	26.44	78.22	66.20
ส่วนผสม ขุยมะพร้าว : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 4	1	29	40.4	28.22
	2	28.8	40.8	29.41
	3	29.3	40.1	26.93
	4	28.9	42.2	31.52
	5	29.9	40.5	26.17
	เฉลี่ย	29.18	40.8	28.48

ตาราง ผข5 แสดงค่าการดูดซับน้ำของวัสดุที่ผสมระหว่างฟางข้าวกับกาวแป้งเปียก

อัตราส่วนของวัสดุ	ก้อนที่	น้ำหนักของวัสดุ(ฟางข้าว)		การดูดซับน้ำ (%)
		น้ำหนักของวัสดุที่แห้ง (w_d) หน่วยกรัม	น้ำหนักของวัสดุที่อมน้ำ (w_s) หน่วยกรัม	
ส่วนผสม ฟางข้าว : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 2	1	22.8	70.3	67.57
	2	22.7	66.8	66.01
	3	23	65.3	64.78
	4	23.1	70.7	67.33
	5	23.4	70.3	66.71
	เฉลี่ย	23	68.68	66.51
ส่วนผสม ฟางข้าว : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 3	1	26.4	73.6	64.13
	2	26.2	74	64.59
	3	25.9	67.4	61.57
	4	25.6	61.8	58.58
	5	26.8	75.9	64.69
	เฉลี่ย	26.18	70.54	62.89
ส่วนผสม ฟางข้าว : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 4	1	27.7	71.7	61.04
	2	28.6	57.8	50.52
	3	28.5	63.9	55.40
	4	28	69.7	59.83
	5	27.7	65.7	58.10
	เฉลี่ย	28.1	65.76	57.28

ตาราง ผข6 แสดงค่าการดูดซับน้ำของวัสดุที่ผสมระหว่างผักตบชวากับกาวแป้งเปียก

อัตราส่วนของวัสดุ	ก้อนที่	น้ำหนักของวัสดุ(ผักตบชวา)		การดูดซับน้ำ (%)
		น้ำหนักของวัสดุที่แห้ง (w_d) หน่วยกรัม	น้ำหนักของวัสดุที่อมน้ำ (w_s) หน่วยกรัม	
ส่วนผสม ผักตบชวา : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 2	1	25	88.5	71.75
	2	24.9	90.7	72.55
	3	24.7	86.7	71.51
	4	25.5	88.3	71.12
	5	25.1	98.2	74.44
	เฉลี่ย	25.04	90.48	72.33
ส่วนผสม ผักตบชวา : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 3	1	27.1	84.6	67.97
	2	27.6	81	65.93
	3	26.7	77.4	65.50
	4	27.4	82.1	66.63
	5	26.8	76.8	65.10
	เฉลี่ย	27.12	80.38	66.26
ส่วนผสม ผักตบชวา : กาวแป้ง เปียก อัตราส่วนโดยน้ำหนัก 1 : 4	1	29.8	92.3	67.71
	2	29.8	83.3	64.23
	3	29.9	88	66.02
	4	29.8	87.2	65.83
	5	29.2	83.1	64.86
	เฉลี่ย	29.7	86.78	65.78

ตาราง ผข7 แสดงค่าการวิเคราะห์ปริมาณสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต

ความเข้มข้นของ สารละลายมาตรฐาน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
0	0.01	0.01	0.01	0.01
2	0.13	0.13	0.13	0.13
4	0.25	0.25	0.25	0.25
6	0.36	0.36	0.36	0.36
8	0.48	0.48	0.48	0.48
10	0.60	0.60	0.60	0.60

ตาราง ผข8 ตารางแสดงค่าการวิเคราะห์ปริมาณสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม

ความเข้มข้นของ สารละลายมาตรฐาน	ค่าการดูดกลืนแสง			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
0	0	0	0	0
2	0.25	0.25	0.25	0.25
4	0.46	0.45	0.45	0.46
6	0.68	0.68	0.68	0.68
8	0.89	0.89	0.89	0.89
10	1.12	1.12	1.12	1.12

ตาราง ผข9 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในกระถางเพาะชำชีวภาพที่ผสมระหว่างขุยมะพร้าวกับกาวแปงเปียก, ฟางข้าวกับกาวแปงเปียก และผักตบชวากับกาวแปงเปียก ในอัตราส่วน 1:2 1:3 และ 1:4 โดยน้ำหนักตามลำดับ

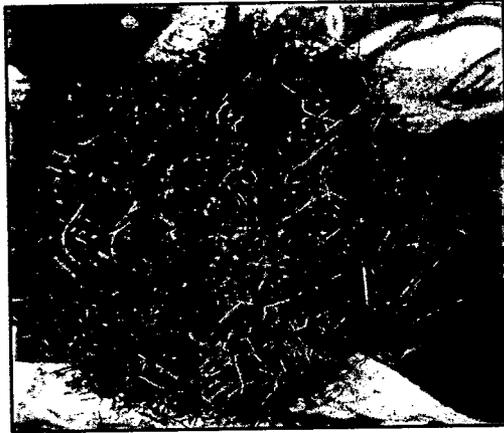
ชื่อตัวอย่าง	ml std.H ₂ SO ₄ sample (A)	ml std.H ₂ SO ₄ Blank (B)	A-B	Total N (%)
ขุยมะพร้าว 1:2	0.85	0.52	0.33	0.05
ขุยมะพร้าว 1:3	0.8	0.52	0.28	0.04
ขุยมะพร้าว 1:4	2.1	0.52	1.58	0.22
ฟางข้าว 1:2	1.5	0.52	0.98	0.14
ฟางข้าว 1:3	1.45	0.52	0.93	0.13
ฟางข้าว 1:4	2	0.52	1.48	0.21
ผักตบชวา 1:2	2.02	0.52	1.5	0.21
ผักตบชวา 1:3	1.6	0.52	1.08	0.15
ผักตบชวา 1:4	1.5	0.52	0.98	0.14

ตาราง ผข11 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมในกระถางเพาะชำชีวภาพที่ผสมระหว่าง ขุยมะพร้าวกับกาวแปงเปียก, ฟางข้าวกับกาวแปงเปียก และผักตบชวากับกาวแปงเปียก ในอัตราส่วน 1:2 1:3 และ 1:4 โดยน้ำหนักตามลำดับ

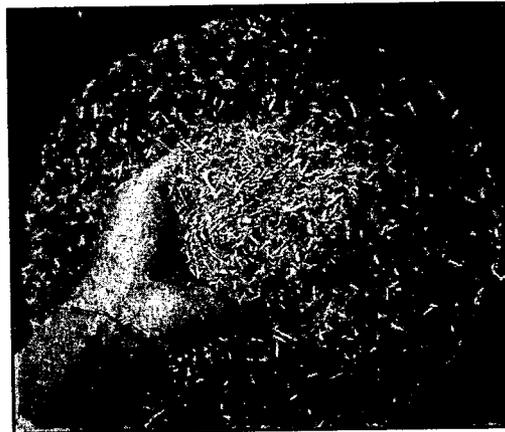
ชื่อตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง				K from curve	ปริมาณ K (mg/kg)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย		
ขุยมะพร้าว 1:2	0.11	0.12	0.12	0.12	0.00	0.56
ขุยมะพร้าว 1:3	0.12	0.11	0.12	0.12	0.00	0.49
ขุยมะพร้าว 1:4	0.11	0.11	0.11	0.11	0.00	0.15
ฟางข้าว 1:2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.03	4.24
ฟางข้าว 1:3	0.16	0.16	0.16	0.16	0.04	5.62
ฟางข้าว 1:4	0.17	0.17	0.17	0.17	0.05	6.46
ผักตบชวา 1:2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.04	5.07
ผักตบชวา 1:3	0.16	0.16	0.16	0.16	0.05	6.13
ผักตบชวา 1:4	0.16	0.16	0.16	0.16	0.05	6.39

ภาคผนวก ค
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการผลิตกระดาษ

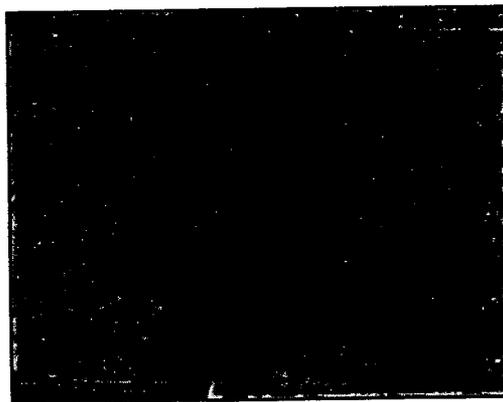
วัสดุอุปกรณ์



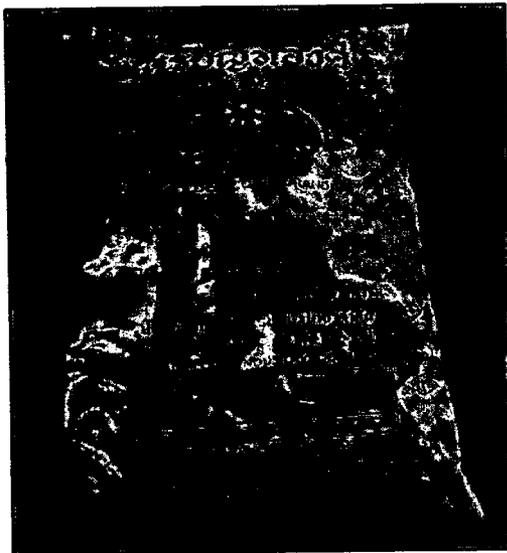
ภาพประกอบ ผค1 ขุยมะพร้าว



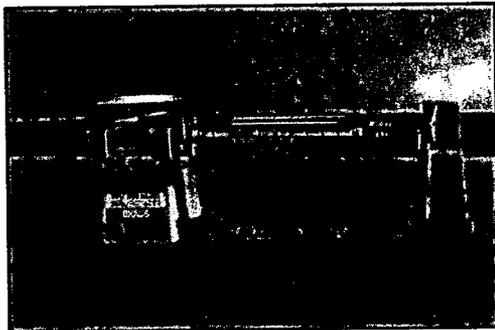
ภาพประกอบ ผค2 ฟางข้าว



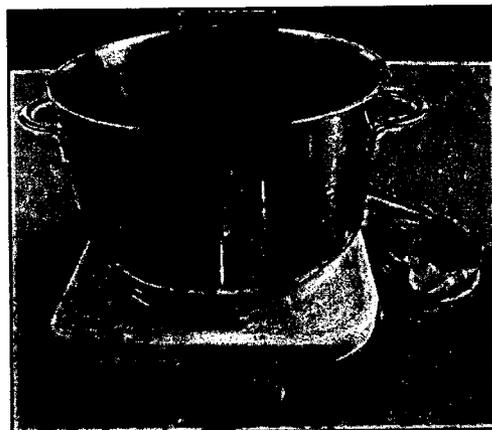
ภาพประกอบ ผค3 ผักตบชวา



ภาพประกอบ ผศ4 แป้งมันสำปะหลัง



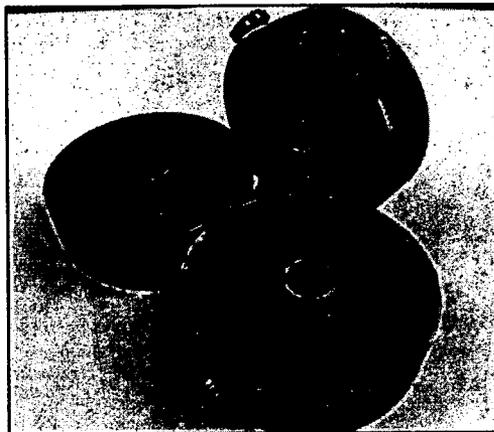
ภาพประกอบ ผศ5 เครื่องชั่ง (Balance)



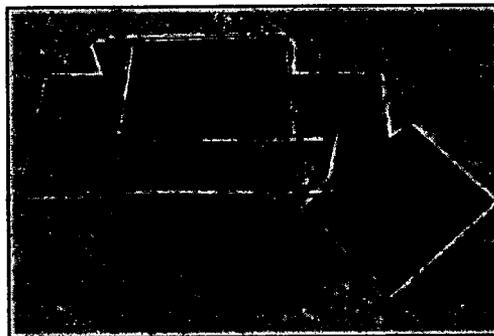
ภาพประกอบ ผศ6 เตาให้ความร้อน (Hotplate)



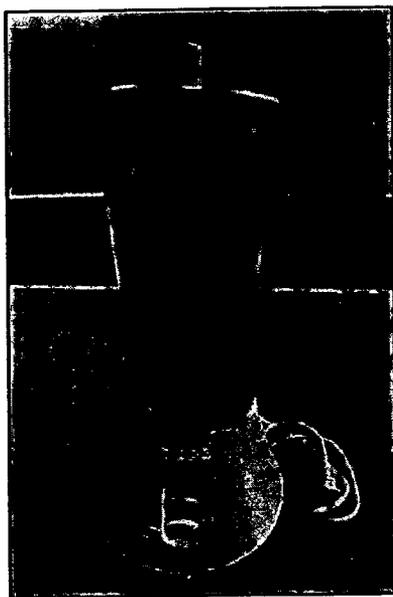
ภาพประกอบ ผค7 กะละมัง



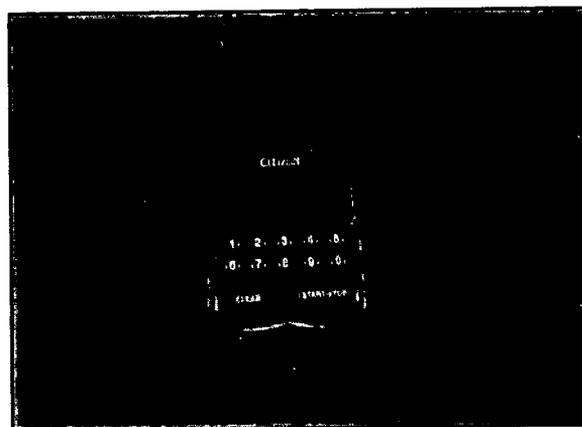
ภาพประกอบ ผค8 ฐานรับน้ำหนักกล่องโทรทรรศน์



ภาพประกอบ ผค9 บล็อกแบบของการทำวัสดุตัวอย่าง



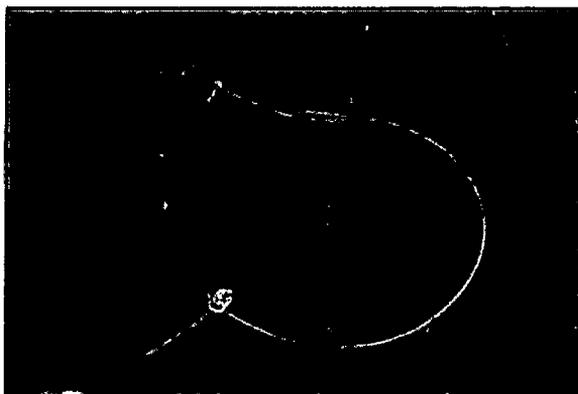
ภาพประกอบ ผค10 เครื่องปั่น



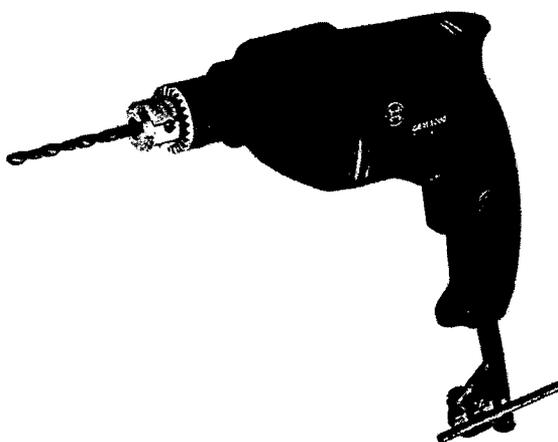
ภาพประกอบ ผค11 นาฬิกาจับเวลา



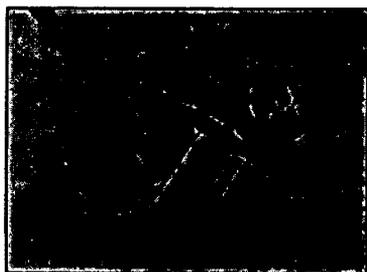
ภาพประกอบ ผค12 เวอร์เนียคาลิปเปอร์



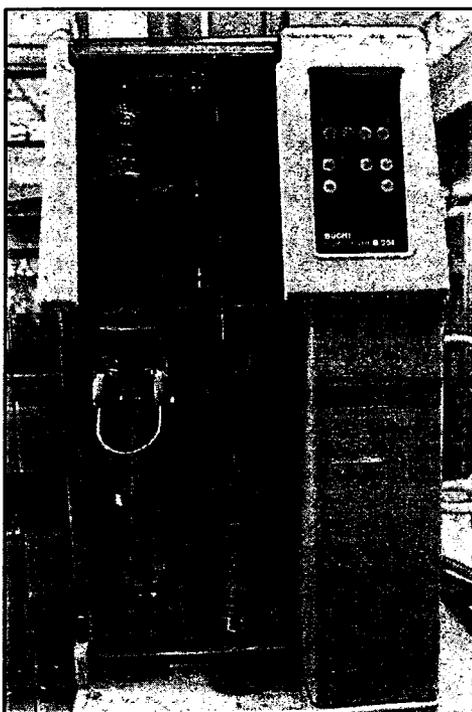
ภาพประกอบ ผค13 ชุดทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ



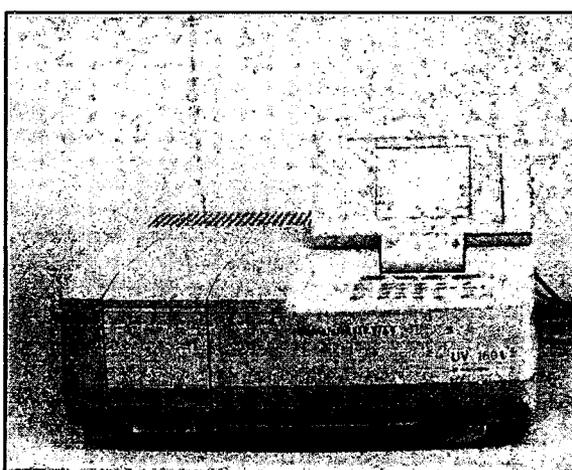
ภาพประกอบ ผค14 ส่วน



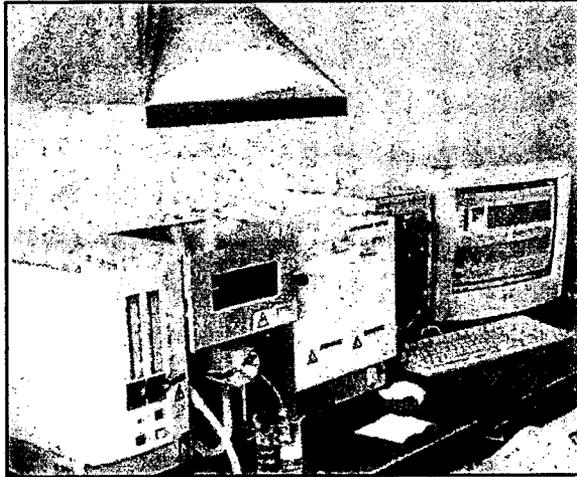
ภาพประกอบ ผค15 ต้มน้ำหนัก (Load)



ภาพประกอบ ผค16 เครื่องกลั่นด้วยไอน้ำ เครื่องกลั่นหาไนโตรเจนและโปรตีน
ยี่ห้อ BUCHI Distillation B-324



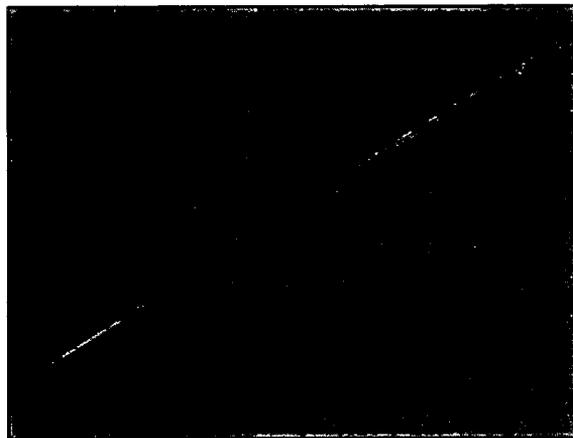
ภาพประกอบ ผค17 เครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS spectrophotometer)
Spectronicรุ่น GenesysTH 5 USA



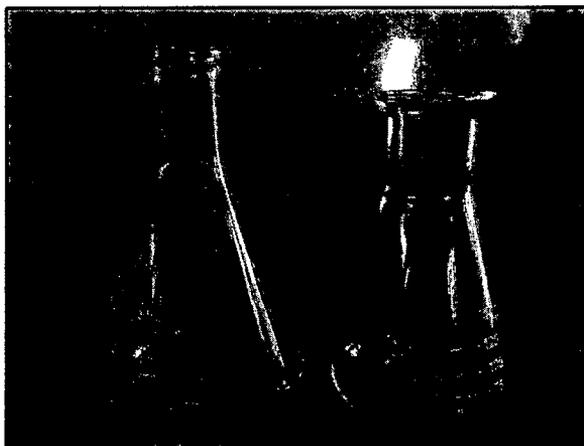
ภาพประกอบ ผค18 เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
(Atomic absorption spectrophotometer) Shimadzu รุ่น AA 6200



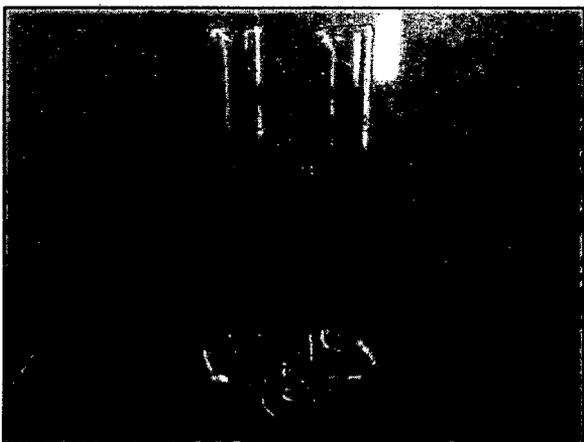
ภาพประกอบ ผค19 บีคเกอร์



ภาพประกอบ ผค20 บีเปต



ภาพประกอบ ผค21 ขวดรูปخمพู่ (Erlenmeyer flask)

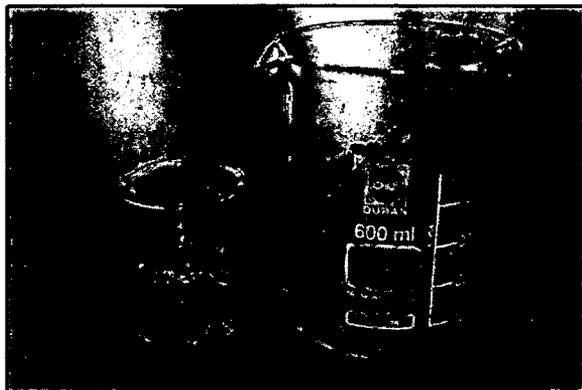


ภาพประกอบ ผค22 กระบอกตวง (Cylinder)

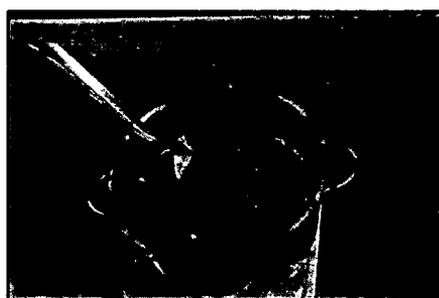


ภาพประกอบ ผค23 ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)

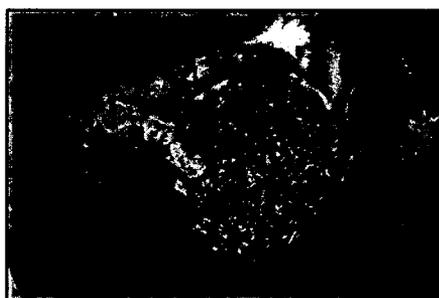
วิธีการผลิตตัวอย่างกระถางจากวัสดุท้องถิ่น
(นำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและชีวภาพ)



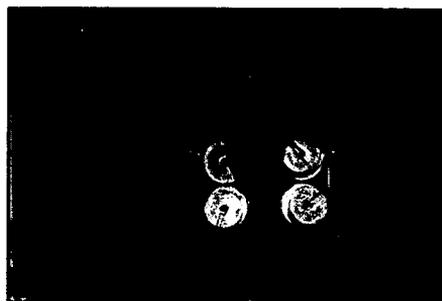
ภาพประกอบ ผค24 เตรียมวัสดุท้องถิ่น



ภาพประกอบ ผค25 นำแป้งมันสำปะหลังมาผสมกับน้ำคนให้เข้ากัน จากนั้นก็นำไปต้มจนใสจะได้กาวแป้งเปียก ทิ้งไว้ให้เย็น



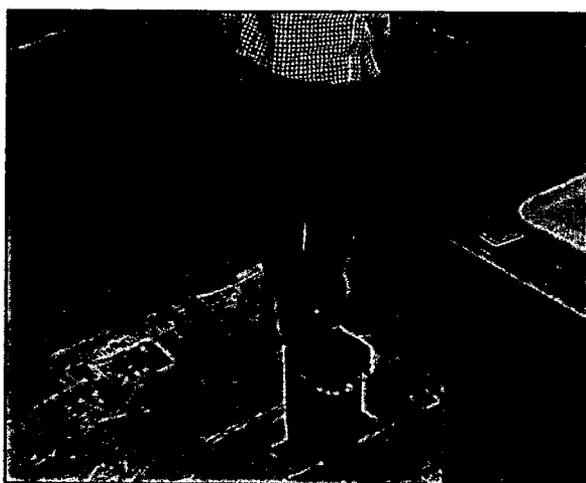
ภาพประกอบ ผค26 นำขุยมะพร้าว ฟางข้าวและผักตบชวา : กาวแป้งเปียกนำมาผสมกัน แล้วคลุกเค้าให้เข้ากัน



ภาพประกอบ ผค27 นำมาขึ้นบล็อกตัวแบบที่จัดเตรียมไว้ โดยใส่เข้าไปในบล็อกตัวแบบจนเต็ม
เกลี่ยให้เท่ากันแล้วปิดฝาให้สนิท



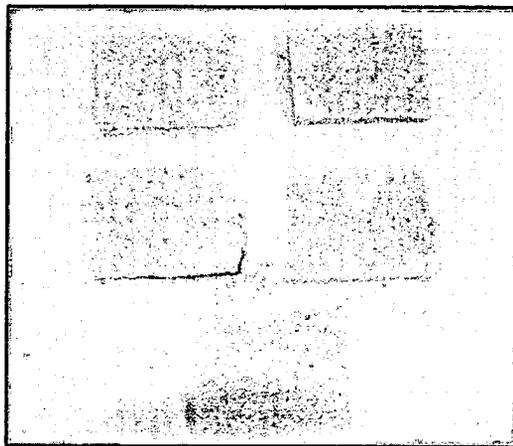
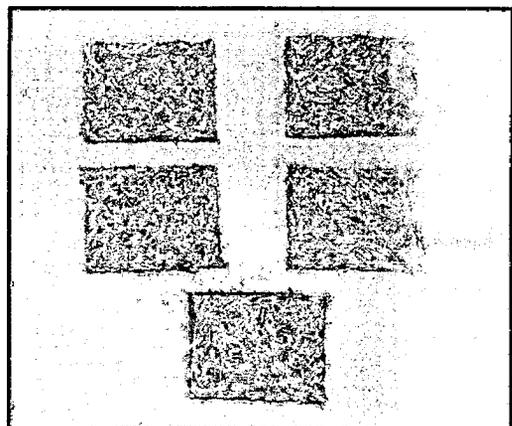
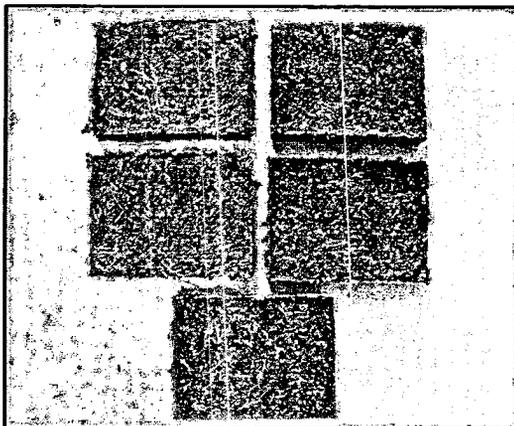
ภาพประกอบ ผค28 หลังจากนั้นใช้ฐานรับน้ำหนักของกล่องโทรทรรศน์มาวางทับฝา
ของบล็อกตัวแบบ



ภาพประกอบ ผค29 จากนั้นก็ใช้แรงคนโดยการขึ้นเหยียบฐานรับน้ำหนักตัวแบบ
ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที



ภาพประกอบ ผค30 เปิดฝาตัวแบบออกเสร็จแล้วก็ค่อยแกะตัวแบบออก
จะได้ตัวอย่างตามที่ต้องการจากนั้นนำไปบ่มและฝังในที่ร่มทิ้งประมาณ 14 วัน



ภาพประกอบ ผค31 ตัวอย่างตามที่น่าไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและชีวภาพ

วิธีการผลิตกระถางเพาะชำชีวภาพจากวัสดุท้องถิ่น



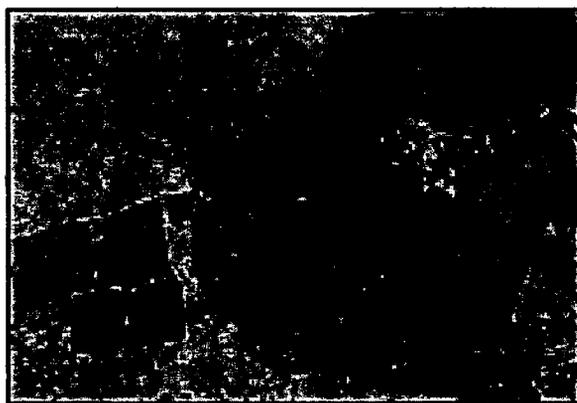
ภาพประกอบ ผค32 นำถุงพลาสติกมาใส่ในกระถางที่เราเตรียมไว้



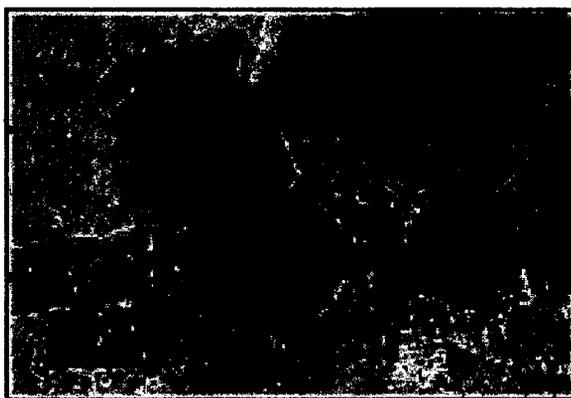
ภาพประกอบ ผค33 นำขุยมะพร้าวที่ผสมเสร็จแล้วใส่ลงไปในกระถางให้เต็ม
อย่าให้ล้นกระถางใส่ให้พอดี



ภาพประกอบ ผค34 หลังจากนั้นนำกระถางอีกใบซึ่งมีขนาดเล็กกว่าใบที่ใช้ขึ้นรูปเพื่อใช้อัดพื้น
กระถางให้แน่นและใช้มือกดขอบกระถางให้แน่น



ภาพประกอบ ผค35 ปรับแต่งขอบให้สวยงาม

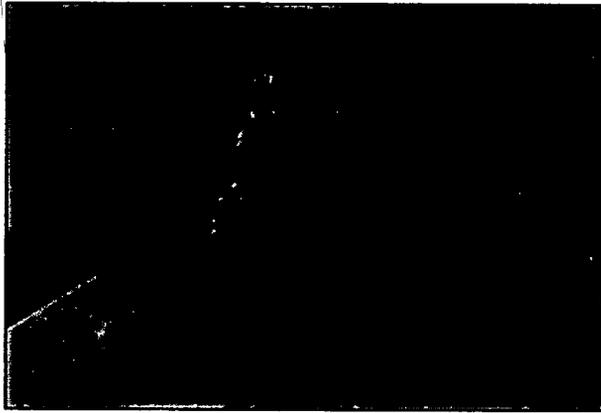


ภาพประกอบ ผค36 จากนั้นก็ดึงกระดาษใบเล็กออกก่อนแล้วค่อยดึงถุงพลาสติกขึ้นมาและแกะถุงพลาสติกออกจากกระดาษนำกระดาษที่ได้ไปบ่มและฝังในที่ร่มทิ้งประมาณ 14 วัน



ภาพประกอบ ผค37 กระดาษเพาะชำชีวภาพจากวัสดุท้องถิ่น

วิธีการทดสอบการดูดซับน้ำของตัวอย่าง



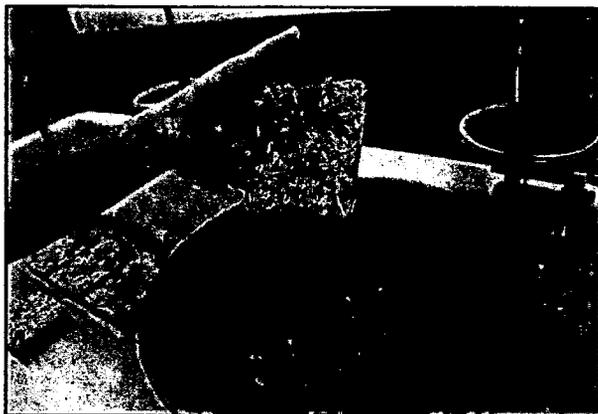
ภาพประกอบ ผค38 นำไม้บรรทัดมาวัดขนาดความกว้าง
ความยาวและความหนาของตัวอย่าง



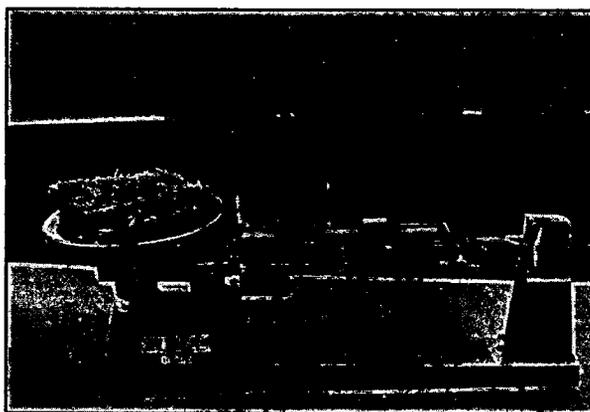
ภาพประกอบ ผค39 การหาน้ำหนักของวัสดุที่แห้ง (W_d)
โดยการนำเอาตัวอย่างไปชั่งในเครื่องชั่ง



ภาพประกอบ ผค40 นำตัวอย่างไปแช่ใน
กะละมังที่มีน้ำปริมาตร 2,000 mL เป็นเวลา 2 นาที



ภาพประกอบ ผค41 หลังจากนั้นเราก็นำตัวอย่างที่แช่น้ำขึ้นมา
และปล่อยให้มีส่วนเกินที่ผิวของวัสดุออก

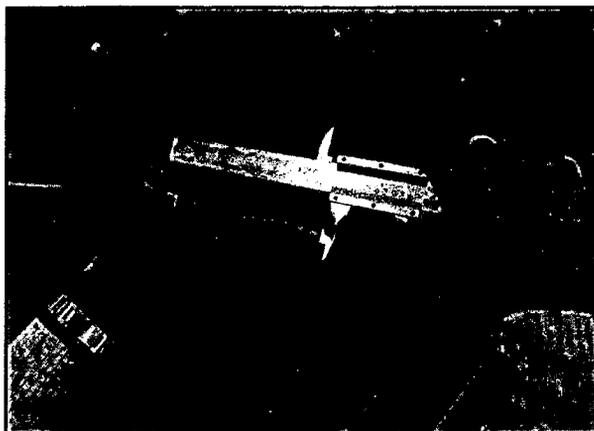


ภาพประกอบ ผค42 นำตัวอย่างไปชั่งน้ำหนัก

วิธีการทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ



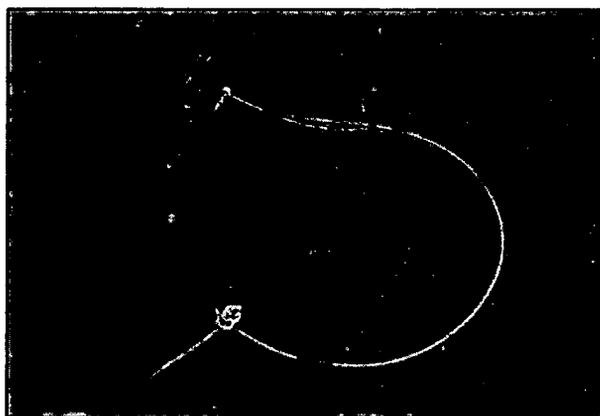
ภาพประกอบ ผค43 เตรียมชิ้นงาน



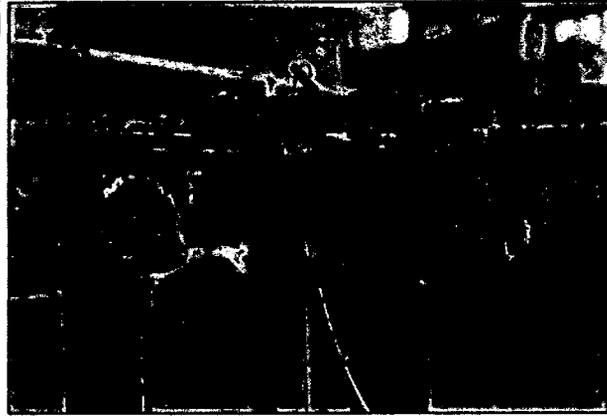
ภาพประกอบ ผค44 วัดขนาด ความกว้าง ความยาวและ
ความหนาของตัวอย่างแต่ละประเภท



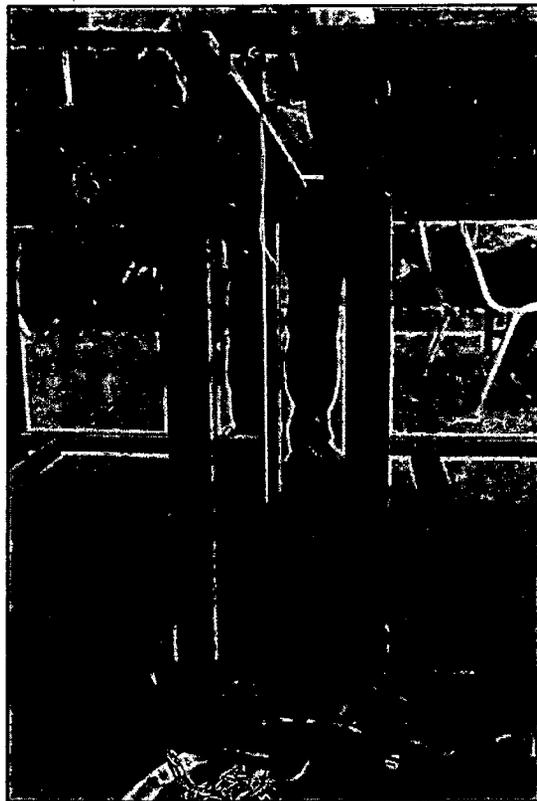
ภาพประกอบ ผค45 ทำเครื่องหมายกากบาทบนตัวอย่าง
แล้วนำส่วนมาเจาะเป็นรูตรงกลางของกากบาท



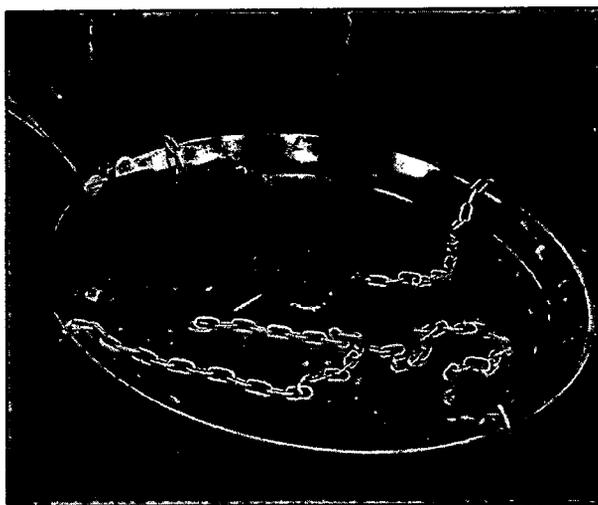
ภาพประกอบ ผค46 นำมาประกอบเข้ากับชุดทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ



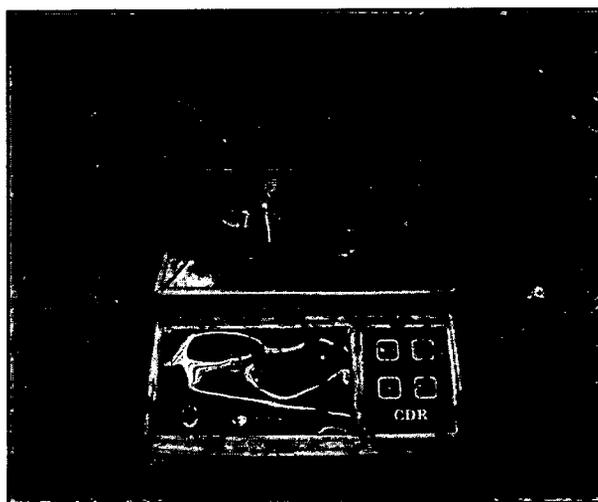
ภาพประกอบ ผค47 นำตัวอย่างมาทำการทดสอบความแข็งแรง โดยใช้ชุดทดสอบที่สร้างขึ้น
จากนั้นก็นำไปวางไว้บนโต๊ะที่เตรียมไว้ ให้อยู่ระหว่างกลาง



ภาพประกอบ ผค48 จากนั้นก็นำตุ้มน้ำหนักมาใส่ที่ละอัน ซึ่งเว้นระยะห่างประมาณ 2 นาที
เพื่อดูความเปลี่ยนแปลง



ภาพประกอบ ผค49 นำตุ้มน้ำหนักใส่จนตัวอย่างถึงจุดแตกหัก



ภาพประกอบ ผค50 นำตุ้มน้ำหนักไปชั่งน้ำหนัก บันทึกผล
เพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความแข็งแรง

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ธาตุ N P K

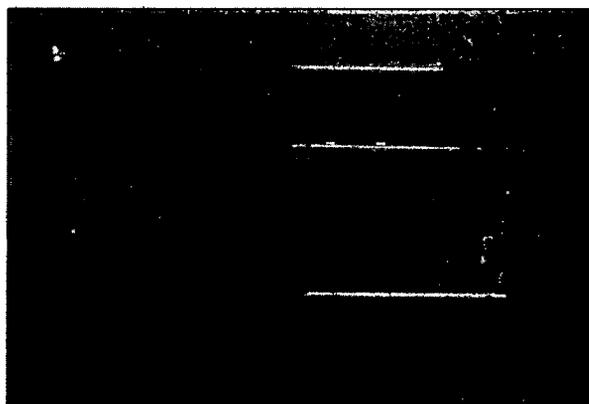
การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาค่า N P K



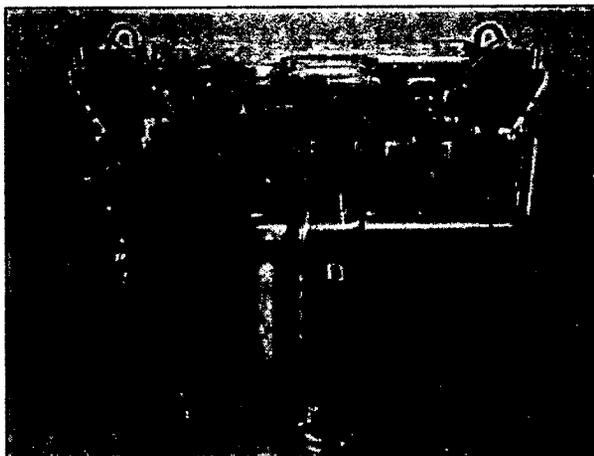
ภาพประกอบ ผง1 เตรียมตัวอย่าง



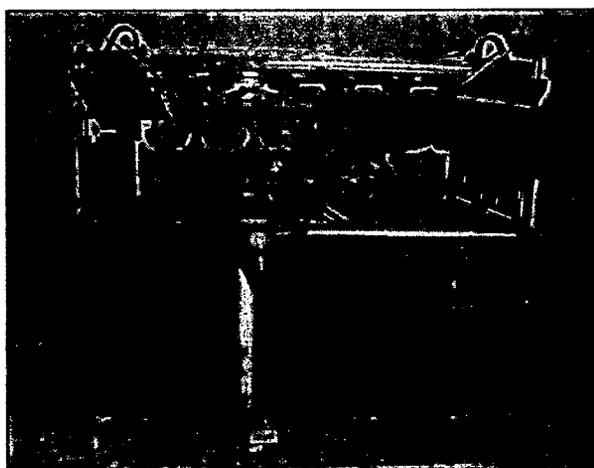
ภาพประกอบ ผง2 นำตัวอย่างใส่ในKjeldahl digestion flaskเติม catalyst mixture ประมาณ 1 g. และเติม conc. H_2SO_4 10 mL. ผสมให้เข้ากัน



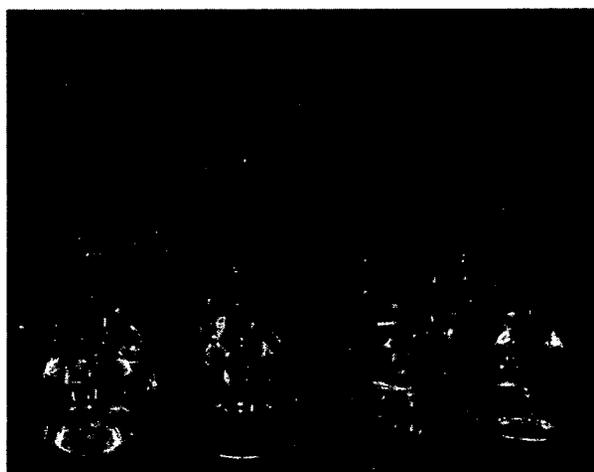
ภาพประกอบ ผง3 นำตัวอย่างและ blank ไปย่อยในเตาย่อย



ภาพประกอบ ผง4 ปิดเครื่องทิ้งไว้จนกระทั่งเย็นจึงนำออกจากเตาย่อย

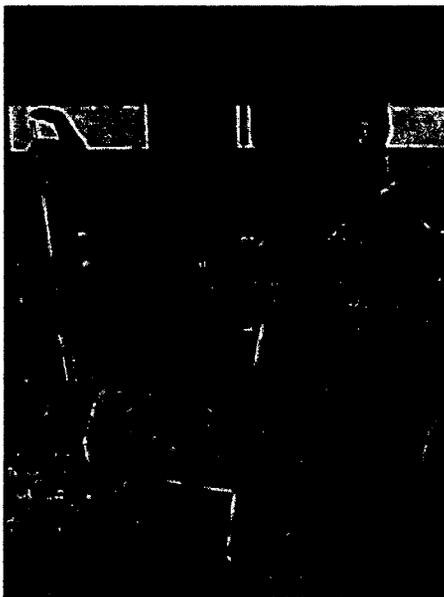


ภาพประกอบ ผง5 ปรับปริมาตรโดยเทสารละลายตัวอย่างผ่านกรวยกรองลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 mL.

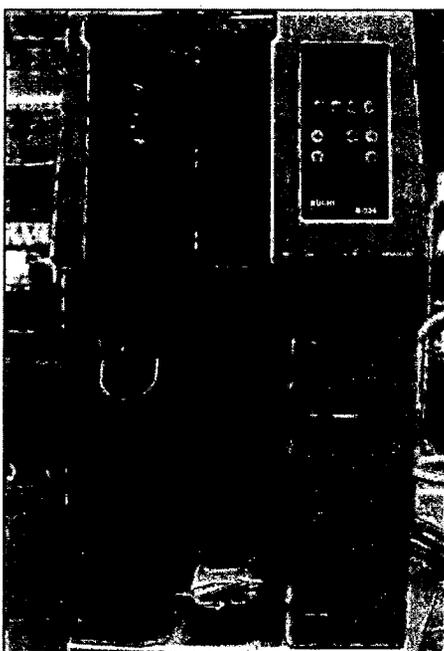


ภาพประกอบ ผง6 สารละลายตัวอย่างเพื่อใช้วิเคราะห์หาค่า N P K

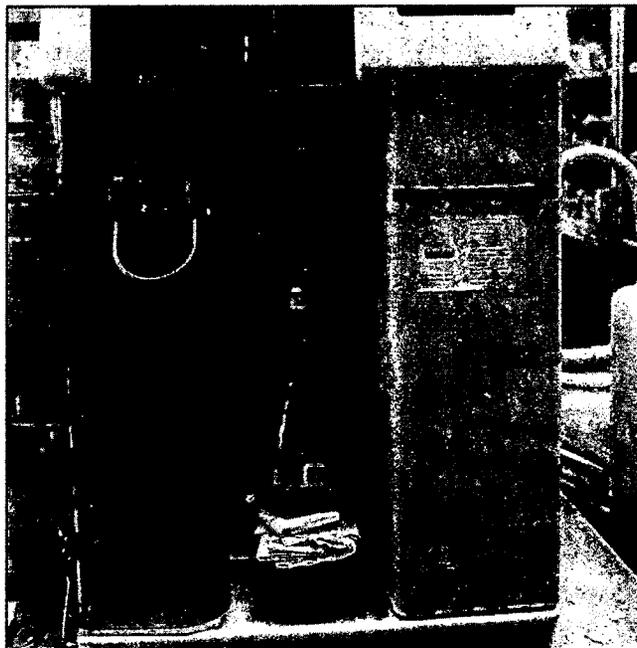
การวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)



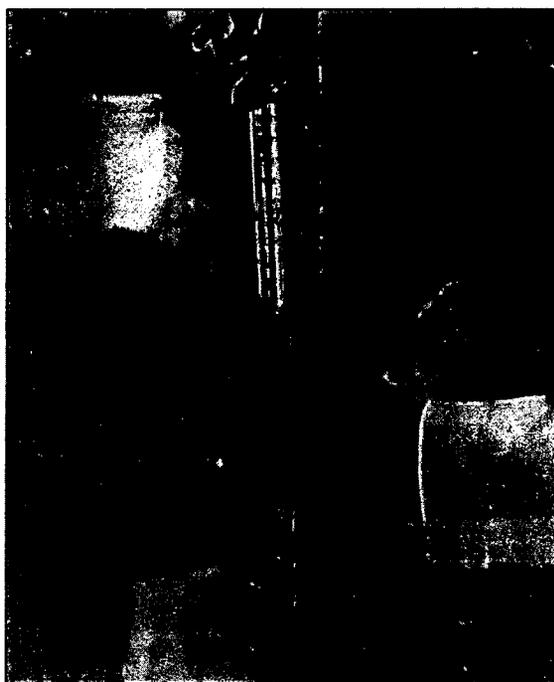
ภาพประกอบ ผง7 ปิเปตสารละลายที่ได้จากการปรับปริมาตร
สวม distillation flask เข้ากับเครื่องกลั่นเพื่อ



ภาพประกอบ ผง8 นำขวดรูปชมพู่ขนาด 125 mL.มี 2% H_3BO_3 -indicator บรรจุอยู่ 10 mL.มา
รองรับได้ condenser ของเครื่องกลั่น.



ภาพประกอบ ผง9 กลั่นจนได้ปริมาตรของสารละลายในขวดรูปชมพู่ที่รองรับได้
Condenserเพิ่มขึ้นถึงระดับ 75 mL. นำสารละลายที่กลั่นได้
ไปไทเทรตกับ std. 0.005 N H_2SO_4 ที่จุดยุติ

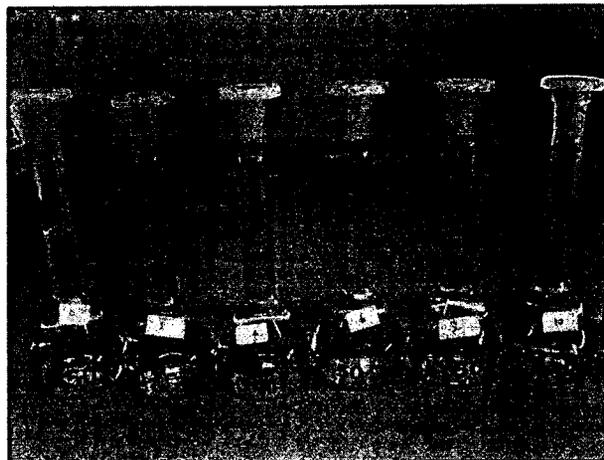


ภาพประกอบ ผง10 สารละลายจะมีสีม่วง-แดง จดปริมาตรของ std. 0.02N H_2SO_4 ที่ใช้ titrate เพื่อ
คำนวณหา Total N ในตัวอย่าง

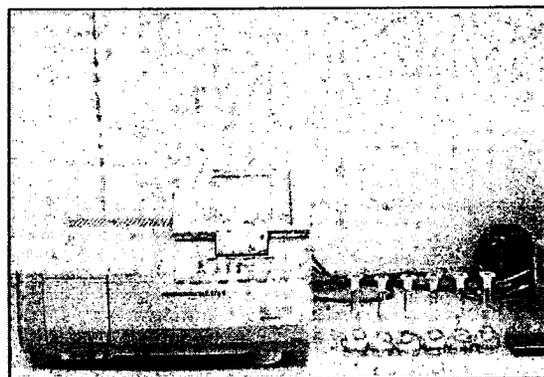
การวิเคราะห์หา Extractable P



ภาพประกอบ ผง11 นำสารละลายตัวอย่างใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL.
ปิเปตน้ำยาสกัด Bray II 50 mL.ใส่ตัวอย่างแล้วเขย่า 60 วินาที



ภาพประกอบ ผง12 เตรียม working standard 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 ppm.P



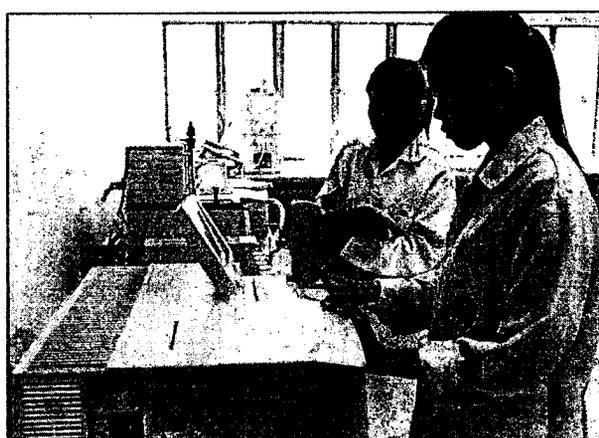
ภาพประกอบ ผง13 เครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์เพื่อวิเคราะห์หา Extractable P



ภาพประกอบ ผง14 ทำการทดสอบเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์



ภาพประกอบ ผง15 ทำการทดสอบเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์



ภาพประกอบ ผง16 อ่านค่าด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 820 nm.

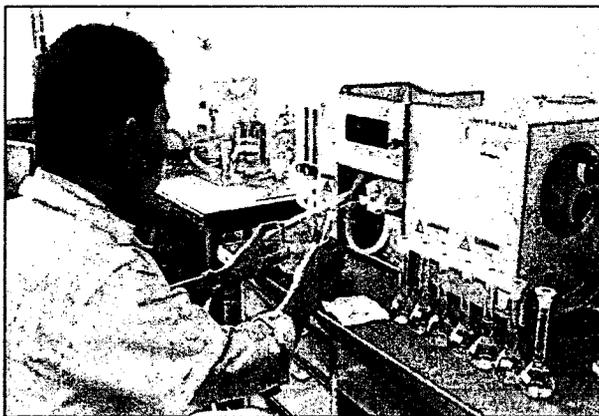
การวิเคราะห์หา Exchangeable K



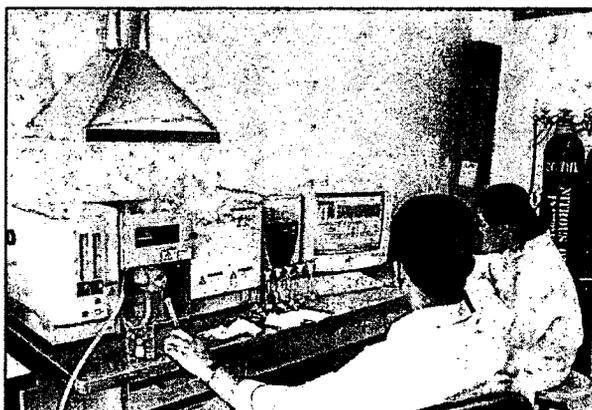
ภาพประกอบ ผง17 นำสารละลายตัวอย่างใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL.
ปิเปตน้ำยาสกัด 1 N 1 N NH_4OAc pH 7 ปริมาตร 50 mL.ใส่ตัวอย่าง



ภาพประกอบ ผง18 เตรียม working standard 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 ppm. K



ภาพประกอบ ผง19 ทำการทดสอบเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์



ภาพประกอบ ผง20 นำสารละลายตัวอย่างไปตรวจวัดความเข้มข้นของโพแทสเซียม (K) ด้วย flame photometer หรือ atomic absorption spectrophotometer โดยที่wave length ตามที่วิธีการวิเคราะห์แต่ละธาตุกำหนด

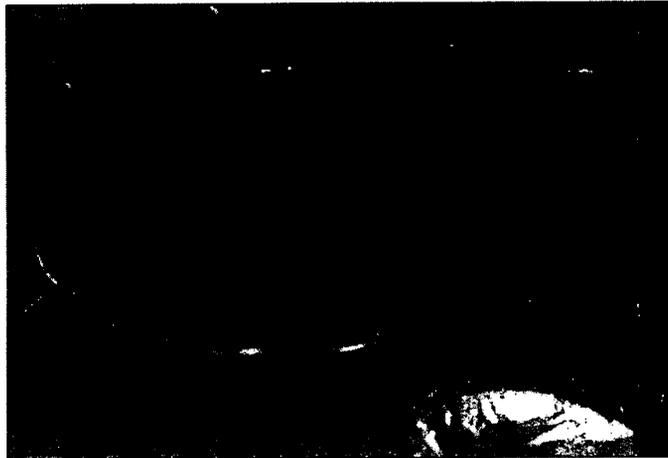
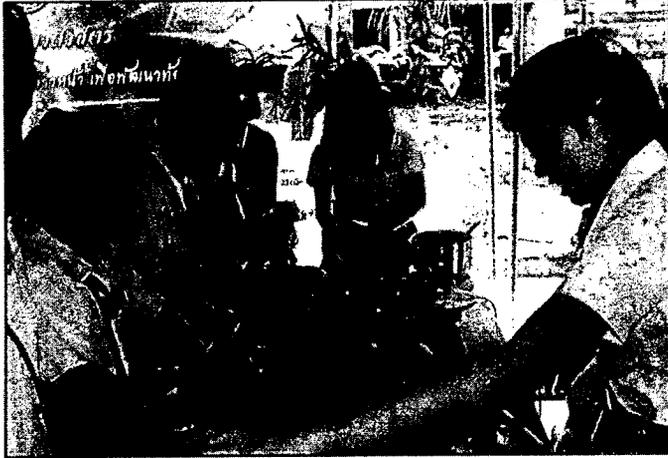
ภาคผนวก จ

ให้ความรู้เกี่ยวกับกระถางเพาะชำชีวภาพแก่ชุมชน

ให้ความรู้เกี่ยวกับกระถางเพาะชำชีวภาพแก่ชุมชน
ในงานสัปดาห์วันวิทยาศาสตร์
ระหว่างวันที่ 18-23 สิงหาคม 2557 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร















ตัวอย่างแบบสอบถามการวิจัย

เรื่อง การสำรวจความพึงพอใจต่อกิจกรรมการให้ความรู้เกี่ยวกับกระถางเพาะชำชีวภาพของ
ผู้เข้าร่วม ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ระหว่างวันที่ 18-23 สิงหาคม 2557

คำชี้แจงกรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ใน _____ หรือเติมข้อความในช่องว่างที่ตรงกับความเป็นจริง
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

_____ ชาย _____ หญิง

2. อายุ

_____ ต่ำกว่า 20 ปี _____ 20-29 ปี _____ 30-39 ปี
_____ 40-49 ปี _____ 50-59 ปี _____ 60 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา

_____ ประถมศึกษา _____ มัธยมศึกษา
_____ ปวช./ปวส./อนุปริญญา _____ ปริญญาตรี
_____ ปริญญาโทหรือสูงกว่า _____ อื่นๆ (ระบุ).....

4. อาชีพ

_____ นักเรียน นิสิต/นักศึกษา _____ ช่างราชการ/รัฐวิสาหกิจ
_____ พนักงานบริษัทเอกชน _____ ธุรกิจส่วนตัว _____ รับจ้างทั่วไป
_____ ทำนา _____ อื่นๆ โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 2 ระดับความพึงพอใจต่อกิจกรรมการให้ความรู้เกี่ยวกับกระถางเพาะชำชีวภาพ

รายการ	คะแนนความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านสถานที่					
1.1 สถานที่สำหรับการให้บริการมีความเหมาะสม					
1.2 บรรยากาศ และสภาพแวดล้อม เหมาะสม					
1.3 วัสดุ/อุปกรณ์เหมาะสมและมีความพร้อม					
2. ด้านเจ้าหน้าที่/วิทยากร/การให้บริการ					
2.1 ความเหมาะสมในการแต่งกาย/บุคลิก/ท่าทาง การให้บริการ					
2.2 ความเหมาะสมในการแต่งกาย/บุคลิก/ท่าทาง การให้บริการ					
2.3 บริการด้วยความกระตือรือร้น รวดเร็ว ฉับไว					
2.4 ความรู้ความสามารถในการบริการเช่น การตอบคำถาม					

ชี้แจงข้อสงสัย แนะนำ					
2.5 บริการด้วยความเสมอภาค เป็นธรรม ไม่เลือกปฏิบัติ					

ส่วนที่ 2 ระดับความพึงพอใจต่อกิจกรรมการให้ความรู้เกี่ยวกับกระถางเพาะชำชีวภาพ(ต่อ)

รายการ	คะแนนความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
3. ด้านความรู้					
3.1 กิจกรรมน่าสนใจมีประโยชน์ ได้ความรู้					
3.2 กิจกรรมเหมาะสมผู้รับบริการ					
3.3 กิจกรรมเหมาะสมกับระยะเวลา					
4. ด้านคุณภาพ					
4.1 ได้เข้าร่วมกิจกรรมหรือได้บริการอย่างประทับใจ					
4.2 ได้เข้าร่วมกิจกรรมหรือได้รับบริการตรงตามความต้องการ					
4.3 ได้เข้าร่วมกิจกรรมหรือได้รับบริการที่เป็นประโยชน์					
4.4 สามารถนำความรู้จากการเข้าร่วมกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หมายเหตุ คะแนนระดับความพึงพอใจ

5 คะแนน	หมายถึง	มากที่สุด
4 คะแนน	หมายถึง	มาก
3 คะแนน	หมายถึง	ปานกลาง
2 คะแนน	หมายถึง	น้อย
1 คะแนน	หมายถึง	น้อยที่สุด

ผลการสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมการให้ความรู้เกี่ยวกับกระถางเพาะชำชีวภาพ
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ระหว่างวันที่ 18-23 สิงหาคม 2557

คะแนนระดับความพึงพอใจ

5 คะแนน	หมายถึง	มากที่สุด
4 คะแนน	หมายถึง	มาก
3 คะแนน	หมายถึง	ปานกลาง
2 คะแนน	หมายถึง	น้อย
1 คะแนน	หมายถึง	น้อยที่สุด

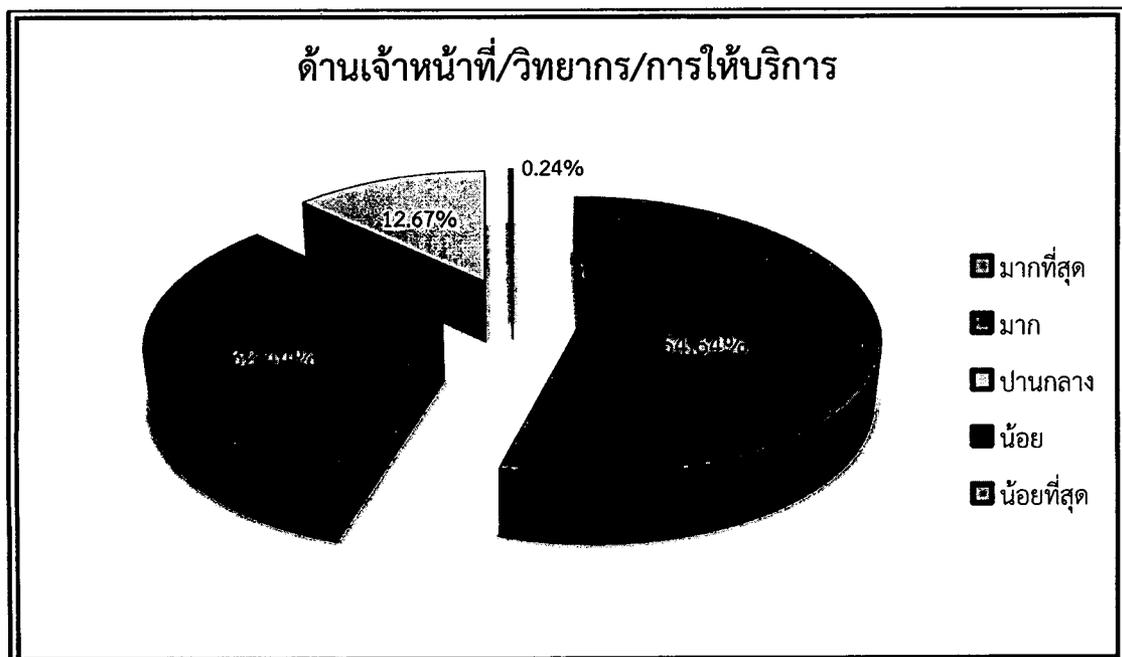
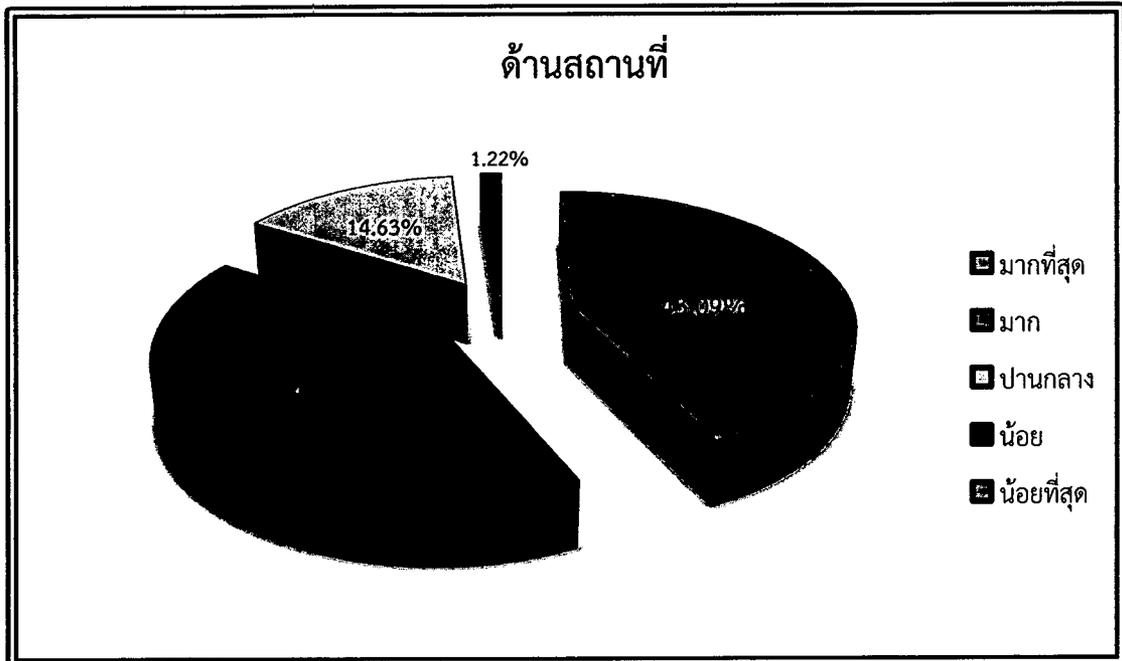
ระดับความความพึงพอใจต่อกิจกรรมการให้ความรู้เกี่ยวกับกระถางเพาะชำชีวภาพ

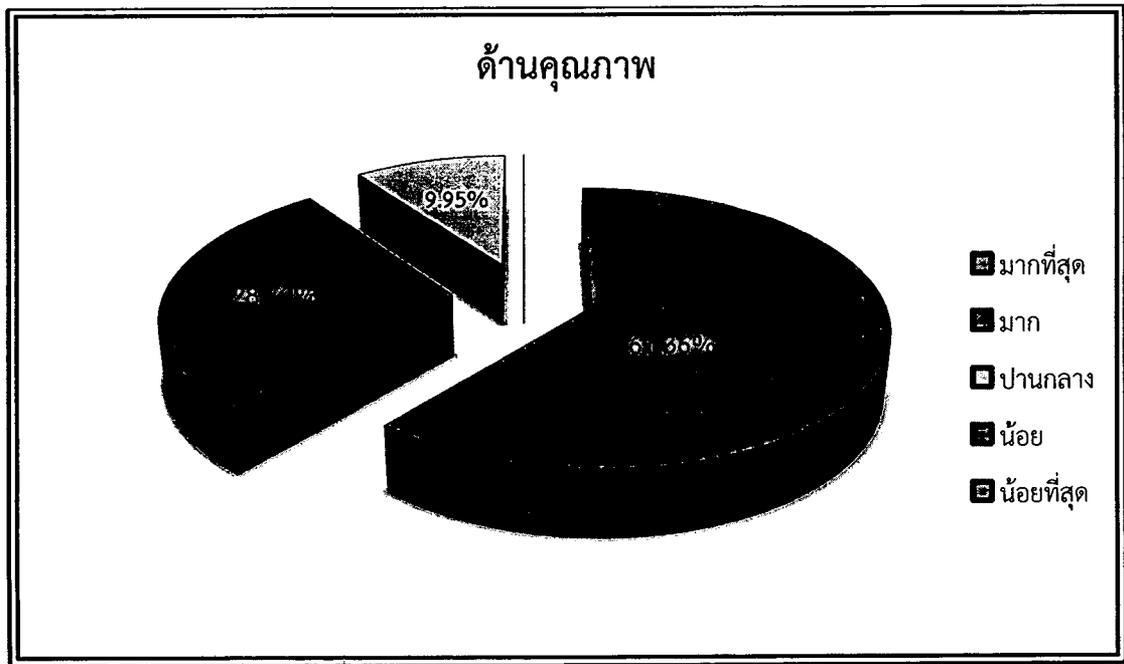
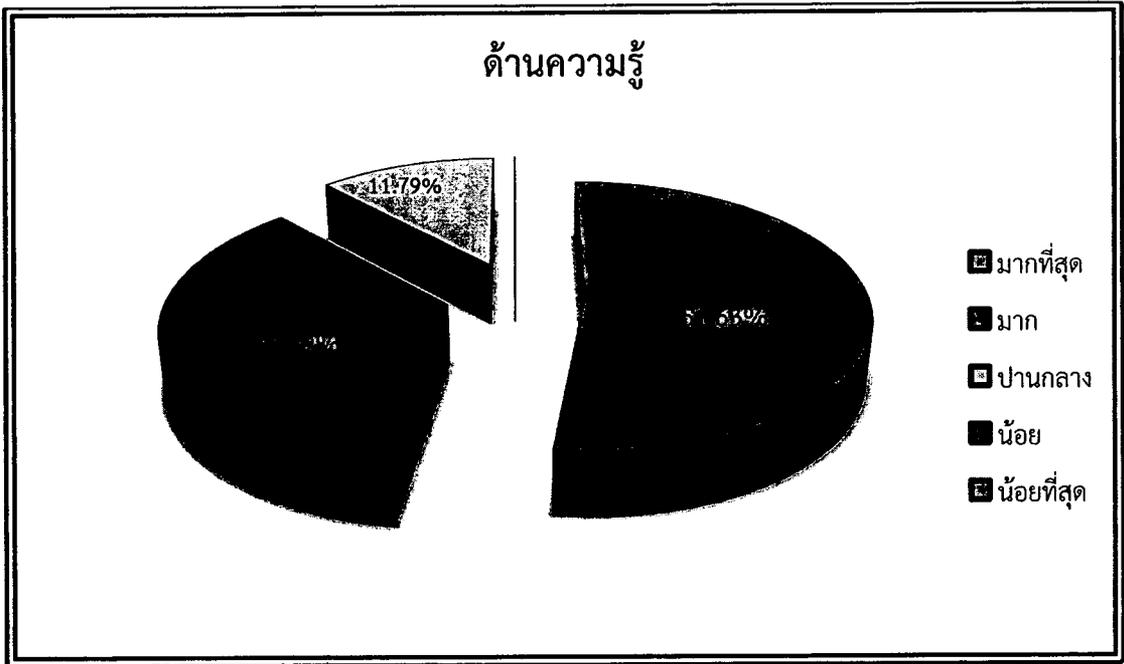
รายการ	คะแนนความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านสถานที่					
1.1 สถานที่สำหรับการให้บริการมีความเหมาะสม	43.90%	41.46%	13.41%	1.22%	0.00%
1.2 บรรยากาศ และสภาพแวดล้อม เหมาะสม	46.34%	42.68%	9.76%	1.22%	0.00%
1.3 วัสดุ/อุปกรณ์เหมาะสมและมีความพร้อม	39.02%	39.02%	20.73%	1.22%	0.00%
ค่าเฉลี่ย	43.09%	41.05%	14.63%	1.22%	0.00%
2. ด้านเจ้าหน้าที่/วิทยากร/การให้บริการ					
2.1 ความเหมาะสมในการแต่งกาย/บุคลิก/ท่าทาง การให้บริการ	60.98%	28.05%	10.91%	0.00%	0.00%
2.2 ความเหมาะสมในการแต่งกาย/บุคลิก/ท่าทาง การให้บริการ	53.66%	34.15%	12.20%	0.00%	0.00%
2.3 บริการด้วยความกระตือรือร้น รวดเร็ว ฉับไว	53.66%	31.71%	14.63%	0.00%	0.00%
2.4 ความรู้ความสามารถในการบริการเช่น การตอบคำถาม ชี้แจงข้อสงสัย แนะนำ	52.44%	35.37%	10.98%	1.22%	0.00%

ระดับความพึงพอใจต่อกิจกรรมการให้ความรู้เกี่ยวกับกระถางเพาะชำชีวภาพ(ต่อ)

รายการ	คะแนนความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
2.5 บริการด้วยความเสมอภาค เป็นธรรม ไม่เลือกปฏิบัติ	52.44%	32.93%	14.63%	0.00%	0.00%
ค่าเฉลี่ย	54.64%	32.44%	12.67%	0.24%	0.00%
3. ด้านความรู้					
3.1กิจกรรมน่าสนใจมีประโยชน์ ได้ความรู้	50.00%	41.46%	8.54%	0.00%	0.00%
3.2กิจกรรมเหมาะสมผู้รับบริการ	50.00	36.59	13.41	0.00%	0.00%
3.3กิจกรรมเหมาะสมกับระยะเวลา	54.88	31.71	13.41	0.00%	0.00%
ค่าเฉลี่ย	51.63%	35.59%	11.79%	0.00%	0.00%
4. ด้านคุณภาพ					
4.1 ได้เข้าร่วมกิจกรรมหรือได้บริการอย่างประทับใจ	62.12	26.81	11.07	0.00%	0.00%
4.2 ได้เข้าร่วมกิจกรรมหรือได้รับบริการตรงตามความต้องการ	59.02	38.41	2.57	0.00%	0.00%
4.3 ได้เข้าร่วมกิจกรรมหรือได้รับบริการที่เป็นประโยชน์	60.41	28.12	11.47	0.00%	0.00%
4.4 สามารถนำความรู้จากการเข้าร่วมกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	63.88	21.44	14.68	0.00%	0.00%
ค่าเฉลี่ย	61.36%	28.70%	9.95%	0.00%	0.00%

แผนภูมิแสดงการสำรวจความพึงพอใจต่อกิจกรรมการให้ความรู้
เกี่ยวกับกระถางเพาะชำชีวภาพของผู้เข้าร่วม





ประวัติส่วนตัว

1. ชื่อ นามสกุล และตำแหน่งปัจจุบัน

ชื่อภาษาไทย: นาย กิตติชัย โสพันนา

ชื่อภาษาอังกฤษ: Mr. Kittichai Sopunnna

ตำแหน่ง: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สกลนคร

2. วัน เดือน ปีเกิดและสถานที่เกิด

25 มกราคม 2508 จังหวัดนครสวรรค์

January 25, 1965 Nakhonsawan Province

3. ที่อยู่ และสถานที่ติดต่อ

ที่บ้าน : 458/3 ถนนเทพโยธี ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000

โทร : 045-245201 มือถือ 086-9110920

ที่ทำงาน : สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000

โทร : 042-970029 แฟกซ์ : 042-970029

E-mail : ksopunna@yahoo.com

4. คุณวุฒิ

Ph.D. (Materials Science)

5. สถานภาพ

สมรส มีบุตร 2 คน ชาย 1 คน หญิง 1 คน

6. การศึกษา

ลำดับ	คุณวุฒิ	ปี พ.ศ. ที่จบ	ชื่อสถานศึกษา	ประเทศ
1	วท.บ.(ฟิสิกส์)	2530	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพิษณุโลก	ไทย
2	วท.ม.(การสอน)	2540	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย

	ฟิสิกส์)			
3	วท.ด.(วัสดุศาสตร์)	2549	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย

7. สาขาที่ทำวิจัย

Surface modification and nanoscience, Surface coating, High temperature treatment, Adsorption Materials, Energy

8. ผลงานที่เผยแพร่

-Books

1. กิตติชัย โสพันนา. เฉลยแบบฝึกหัดหนังสือพื้นฐานของแสง ส่วนที่ 1 ของเจนกินส์และไวท์. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตภาคเหนือ (พิษณุโลก). 2529.

2. กิตติชัย โสพันนา. การเคลือบแข็งผิวของโลหะผสมไทเทเนียมบางชนิด. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2540.

3. Sopunna K, Improvement of surface properties of MJ12 and MJ47 alloys by high temperature nitridation process. Chiang Mai University. 2005.

4. กิตติชัย โสพันนา. ทฤษฎีกลศาสตร์แบบฉบับเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. 2555.

5. กิตติชัย โสพันนา. แม่เหล็กไฟฟ้า 1. มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. 2555.

International Publications :

1. Sopunna K, Thongtem T, McNallan M, Thongtem S, Formation of titanium nitride on γ -TiAl alloys by the direct metal-gas reaction. *Journal of Materials Science*. 2006; 4654-4662: 41.

2. Sopunna K, Thongtem T, McNallan M, Thongtem S, Surface modification of the γ -TiAl alloys by the nitridation. *Surface Science*. 2004; 810-815: 566-568.

International Proceeding Papers:

1. Sopunna K, Thongtem T, McNallan M, Thongtem S, Characterizaion of the γ -TiAl alloys with 1000 °C nitridation. The International Conference on Smart

Materials (SmartMat-'04), Chiang Mai University. 1-3rd December 2004, Chiang Mai Thailand, p.87.

2. Sopunna K, , Thongtem S, Thongtem T, McNallan M, Surface nitridation of gamma titanium-aluminium alloys at high temperature. International conference on materials for advanced technologies(ICMAT2003), Materials Research Society. 7-12nd December 2003, Singapore, p.654.

3. Sopunna K, , Thongtem S, Thongtem T, McNallan M, Surface modification of the γ -TiAl alloys by the nitridation. 22nd European Conference on Surface Science(ECOSS22), European Physical Society. 7-12nd September 2003, Parha Czech Republic, p.113.

National Proceeding Papers

1. Sopunna K, , Thongtem T, McNallan M, Thongtem S, Improvement wear resistance of γ -TiAl alloys. National Conference in Science and Technology 2006 (NCST2006), Sakon Nakhon Rajabhat University. 14-15th December 2006, Sakon Nakhon Thailand.

2. Sopunna K, , Thongtem T, McNallan M, Thongtem S, Tribological properties of gamma-TiAl with 800-1000 °C nitridation. The 32nd Congress on Science and Technology of Thailand, The Science Society of Thailand. 10-12nd October 2006, Bangkok Thailand, p.225.

3. Sopunna K, , Thongtem T, McNallan M, Thongtem S, Characterization of some TiAl alloys with 800 °C nitridation. The 30th Congress on Science and Technology of Thailand, The Science Society of Thailand. 19-21st October 2004, Bangkok Thailand, pp.182-183.

4. Sopunna K, Thongtem S, Thongtem T, McNallan M, Improvement properties of gamma-TiAl alloys by the nitridation process. The 29th Congress on Science and Technology of Thailand, The Science Society of Thailand. 20-22nd October 2003, Khon Kean Thailand, pp.211-212.

5. Sopunna K, Thongtem S, Thongtem T, McNallan M, The improvement of hardness of the γ -TiAl alloys by the nitridation. The 28th Congress on Science

and Technology of Thailand, The Science Society of Thailand. 24-26th October 2002, Bangkok Thailand, p627.

National Conference Participation :

1. 28th Congress on Science and Technology of Thailand (STT2002), Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, October 24-26, 2002.
2. 29th Congress on Science and Technology of Thailand (STT2003), Golden Jubilee Convention Hall, Khon Kaen University, Khon Kaen, October 20-22, 2003.
3. 30th Congress on Science and Technology of Thailand (STT2004), Impact Exhibition and Convention Center, Muang Thong Thani, Bangkok, October 19-21, 2004.
4. 32nd Congress on Science and Technology of Thailand (STT2006), Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, October 10-12, 2006.
5. National Conference in Science and Technology 2006 (NCST2006), Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon, December 14-15, 2006.
6. National Conference in Science and Technology 2006 (NCST2006), Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon, September 14-15, 2009.

International Conference Participation :

1. 22nd European Conference on Surface Science (ECOSS 22), National House Smichov, Praha, Czech Republic, September 7-12, 2003.
2. International Conference on Materials for Advanced Technologies (ICMAT 2003),

Suntec Singapore International Convention and Exhibition Center,
Singapore,
December 7-12, 2003.

3. The International Conference on Smart Materials, Smart/Intelligent
Materials and

Nanotechnology (SmartMat-'04), Imperial Mae Ping, Chiang Mai, Thailand,
December 1-3, 2004.

4. The 10th International Symposium on Eco-Materials Processing and
Design(ISEPD2009), Grand New World Hotel, Xi'an, P.R., China,
January 13-15, 2009.

5. The 10th International Symposium on Eco-Materials Processing and
Design(ISEPD2011), The Empress Hotel Chiang Mai, Chiang Mai, Thailand,
January 8-11, 2011.

9. รางวัลที่เคยได้รับ

- Elsevier Travel Student Award, IVC-16/ICSS-12/NANO-8/AIV-17, Venice, Italy,
June 28-July 2, 2004.

- รางวัล Poster ดีมาในงาน The 10th International Symposium on Eco-Materials
Processing and
Design(ISEPD2009), China, January 13-15, 2009.