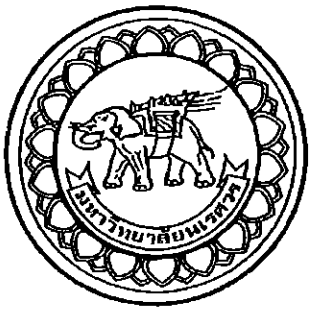


การออกแบบและสร้างตู้อบดอกอัญชันโดยใช้หลักการของ GMP
กรณีศึกษา : กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตดอกอัญชัน บ้านซ่าน อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย

DESIGN AND BUILD THE BUTTERFLY PEA DRYER BY USING GMP PROCESS CASE STUDY : THE BUTTERFLY PEA MANUFACTURER COMMUNITY ENTERPRISES GROUP OF BANSAN, SRISUMRONG, SUKHOTHAI PROVINCE

นางสาวชฎาภา จันแสง รหัส 51360769

นายพงษ์พันธ์ กาญจนอุดม รหัส 51360844

นายพินิจพงษ์ ทองสมชื่อ รหัส 51360875

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2554

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 10 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน ๑๖๑๒๙๖๘๔
เลขเรียกหนังสือ ฝร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๑๑๖๙ ๒๕๕๔

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การออกแบบและสร้างตู้อบดอกอัญชันโดยใช้หลักการของ GMP กรณีศึกษา : กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตดอกอัญชัน บ้านซ่าน อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย

ผู้ดำเนินโครงงาน

นางสาวชฎาภา	จันแสง	รหัส 51360769
นายพงษ์พันธ์	กาญจนอุดม	รหัส 51360844
นายพินิจพงษ์	ทองสมซื่อ	รหัส 51360875

ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น

อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม)

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2554

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น)

.....ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน
(อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล)

.....กรรมการ
(อาจารย์ธนา บุญฤทธิ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การออกแบบและสร้างตู้อบดอกอัญชันโดยใช้หลักการของ GMP กรณีศึกษา : กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตดอกอัญชัน บ้านซ่าน อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวชฎาภา จันแสง รหัส 51360769 นายพงษ์พันธ์ กาญจนอุดม รหัส 51360844 นายพินิจพงษ์ ทองสมชื่อ รหัส 51360875
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น อาจารย์วิสา เจ่าสกุล (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม)
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2554

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการศึกษา และวิเคราะห์ปัญหาการตากดอกอัญชันอบแห้งของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตดอกอัญชันบ้านซ่าน อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย เพื่อหาแนวทางในการลดเวลาในตากดอกอัญชันจากแบบเดิม ความชื้นของดอกอัญชันอบแห้งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดพร้อมทั้งป้องกันสิ่งเจือปนต่างๆ ในเวลาการตากดอกอัญชัน และการออกแบบสร้างตู้อบแห้งดอกอัญชันต้องเป็นไปตามหลักการของ GMP

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าเครื่องอบดอกอัญชันสามารถลดเวลาในการตากดอกอัญชันได้ร้อยละ 35.71 ในกรณีที่ไม่จุดเตาไฟ และลดเวลาในการตากได้ร้อยละ 42.87 ในกรณีของการจุดเตาไฟ และสามารถป้องกันดอกอัญชันจากสิ่งเจือปนในเวลาตากได้

ตู้อบดอกอัญชันสามารถลดความชื้นของดอกอัญชันให้อยู่ระหว่างร้อยละ 7 10 ได้ในทุกๆ ตัวอย่าง เช่น ไม่ใช้เตาไฟเฉลี่ย (โดยใช้ตู้อบ) เท่ากับ 8.66 ใช้เตาไฟ (โดยใช้ตู้อบ) เท่ากับ 8.63 และการตากแบบเดิมเฉลี่ย เท่ากับ 8.94

ตู้อบดอกอัญชันได้ถูกออกแบบ ให้เป็นไปตามหลักการ GMP ในหัวข้อต่างๆ เช่น สถานที่ตั้งตู้อบดอกอัญชัน อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต

โดยตู้อบดอกอัญชันได้ถูกออกแบบให้มีขนาดความกว้าง 2 เมตร ยาว 4 เมตร และสูง 1.5 เมตร ซึ่งสามารถอบดอกอัญชันสดได้วันละ 10 กิโลกรัม

หากต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพ และน่าเชื่อถือควรมีการผลิตตามหลัก GAP

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้หากปราศจากการช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล ครูช่างภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ให้คำปรึกษาตลอดจนให้ความช่วยเหลือในทุกด้าน และภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่มอบทุนในการทำโครงงาน วิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตดอกอัญชันอบแห้งบ้านซ่าน จ.สุโขทัยที่ให้ความร่วมมือด้านต่างๆ และทุกท่านได้ทำให้นิสิตพัฒนากระบวนการทางความคิดรวมถึงการใช้ชีวิตประจำวันด้วย ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจในการทำงานเสมอมา และให้คำปรึกษาในทุกๆ เรื่อง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุน คำปรึกษา และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา และขอยกความดีความชอบในโครงงานนี้เพื่อเป็นเกียรติให้แก่บิดามารดา และขอขอบคุณทุกท่านที่มิได้กล่าวนาม ที่มีส่วนช่วยเหลือ สนับสนุน ให้คำปรึกษามา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นางสาวชฎาภา จันแสง
นายพงษ์พันธ์ กาญจนอุดม
นายพินิจพงษ์ ทองสมชื่อ
มีนาคม 2555

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ก

บทคัดย่อภาษาไทย ข

กิตติกรรมประกาศ ค

สารบัญ ง

สารบัญตาราง ช

สารบัญรูป ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output) 1

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome) 1

1.5 ขอบเขตในการดำเนินโครงงาน 2

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน 2

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน 2

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น 3

2.1 พลังงานแสงอาทิตย์ 3

2.1.1 รังสีจากดวงอาทิตย์ 3

2.1.2 พลังงานแสงอาทิตย์กับการประยุกต์ใช้ 3

2.1.3 แสงอาทิตย์และวัสดุรับแสง 3

2.2 การสำรวจงานวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 4

2.3 ทฤษฎีการอบแห้ง 6

2.3.1 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการอบแห้ง 6

2.3.2 สมดุลพลังงานสำหรับการอบแห้ง 7

2.3.3 ทฤษฎีการถ่ายเทมวล 7

2.4 การอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์และเตาไฟ 7

2.4.1 เครื่องอบแห้ง 8

2.4.2 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง 9

2.4.3 สมรรถนะของเตาไฟ 9

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5 เทคนิคการอบแห้งพืช ผัก ผลไม้แบบต่างๆ 9
2.5.1 การอบแห้งประเภทถาดอยู่กับที่ (Fixed Tray Dryer) 9
2.5.2 การอบแห้งประเภทชั้นอบแห้งเคลื่อนที่ (Moving Bed Dryer) 11
2.5.3 การอบแห้งประเภทวัสดุแขวนลอยในอากาศ 11
2.5.4 การอบแห้งแบบแช่แข็ง (Freeze Drying) 12
2.5.5 การอบแห้งแบบไมโครเวฟ 12
2.5.6 การลดความชื้นโดยออสโมซีส 13
2.5.7 การอบแห้งแบบอื่นๆ 13
2.6 คุณภาพอาหารกับการอบแห้ง 13
2.7 ค่าความชื้นที่เชื้อจุลินทรีย์ต้องการใช้ในการเจริญเติบโต 15
2.8 หลักการ GMP ต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้ง 17
2.8.1 สถานที่ตั้งและอาคารผลิต 18
2.8.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต 18
2.8.3 การควบคุมกระบวนการผลิต 19
2.8.4 การสุขาภิบาล 20
2.8.5 การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด 20
2.8.6 บุคลากรและสุขลักษณะ 20
2.9 จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุน 21
2.9.1 จุดคุ้มทุน (Break Even Point) 21
2.9.2 ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period) 22
2.10 การคิดค่าไฟฟ้า 22

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ 24
3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับดอกอัญชัน และ กระบวนการผลิต 24
3.1.1 ศึกษาลักษณะทั่วไปของดอกอัญชัน 25
3.1.2 ศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ดอกอัญชัน 25
3.1.3 ศึกษาและเก็บข้อมูลขั้นตอนการผลิตดอกอัญชันอบแห้ง 25
3.1.4 ศึกษาและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ ในการผลิตดอกอัญชันอบแห้ง 25
3.2 วิเคราะห์ข้อมูลและปัญหาในการผลิตดอกอัญชันอบแห้ง 25
3.2.1 จำแนกปัญหาออกเป็นส่วนๆ ตามกระบวนการผลิต 25
3.2.2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีที่ใช้ในการแก้ปัญหา 26

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3 ออกแบบเครื่องอบดอกอัญชัน 26
3.3.1 ศึกษารูปแบบของตู้อบแบบต่างๆ ที่มีอยู่ภายในปัจจุบัน 26
3.3.2 ออกแบบตู้อบให้ตรงตามความต้องการ 26
3.4 ทำการสร้างเครื่องอบแห้งดอก 27
3.4.1 เตรียมพื้นที่ที่จะใช้ในการสร้าง 27
3.4.2 เตรียมวัสดุและอุปกรณ์ 27
3.4.3 เริ่มสร้างตู้อบ 27
3.5 จัดทำคู่มือการใช้ตู้อบให้ถูกหลัก GMP 27
3.5.1 รวบรวมข้อมูลขั้นตอนการผลิตแบบเก่า 27
3.5.2 ออกแบบกระบวนการใหม่ 27
3.5.3 จัดทำรูปเล่มของคู่มือ 27
3.6 ทดลองการใช้เครื่องอบและนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับการอบแบบเก่า 28
3.6.1 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 28
3.6.2 การทำการทดลอง 28
3.6.3 วิธีการวัดผลการทดลอง 28
3.7 จัดอบรมชาวบ้านบ้านซ่าน เรื่อง GAP, GMP และการสร้างตู้อบแห้งดอกอัญชัน 28
3.7.1 กำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาของการอบรม 28
3.7.2 นัดหมายกำหนดการอบรม 29
3.7.3 ติดต่อวิทยากร และเตรียมเนื้อหาการอบรม 29
3.7.4 เตรียมงาน และจัดการอบรม 29
3.7.5 แจกแบบประเมินเพื่อประเมินการอบรม 29
3.8 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง 29
3.9 จัดทำรูปเล่มรายงานและนำเสนอผลงาน 29

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ 30
4.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับดอกอัญชัน และกระบวนการผลิต 30
4.1.1 สายพันธุ์ของดอกอัญชัน 30
4.1.2 ขั้นตอนการผลิตดอกอัญชันอบแห้งแบบเดิม 30
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของการผลิตดอกอัญชันอบแห้ง 32
4.3 ผลจากการออกแบบตู้อบดอกอัญชัน 33
4.3.1 ความต้องการด้านต่างๆ 33

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.3.2 ลักษณะจำเพาะ 33
4.3.3 ศึกษารายละเอียด 33
4.4 ผลจากการสร้างตู้อบดอกอัญชัน 36
4.5 ผลจากการอบรมชาวบ้าน 39
4.6 ผลการทดลองใช้ตู้อบดอกอัญชัน 39
4.6.1 การทดลอง 39
4.6.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง 48
4.6.3 เปรียบเทียบเวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชัน 49
4.6.4 เปรียบเทียบปริมาณสิ่งเจือปนในดอกอัญชันอบแห้ง 50
4.6.5 การทดสอบความชื้นของดอกอัญชันอบแห้ง 50
4.7 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ 52
4.7.1 จุดคุ้มทุนกรณีที่ไม่จุดเตาไฟ 53
4.7.2 จุดคุ้มทุนกรณีที่จุดเตาไฟ 54
4.8 สรุปผลการวิเคราะห์ 55

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 57
5.1 สรุปผลการทลลอง และการวิเคราะห์ 57
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินโครงการ 57
5.3 ข้อเสนอแนะ 58

เอกสารอ้างอิง 59
ภาคผนวก ก แบบตู้อบแห้งดอกอัญชัน 61
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้ตู้อบ และการผลิตดอกอัญชันอบแห้งให้ถูกหลัก GMP 81
ภาคผนวก ค แบบบันทึกผลการทดลอง 102
ภาคผนวก ง แบบประเมินโครงการอบรม GMP และGAP 115
ภาคผนวก จ คู่มือระบบการจัดการคุณภาพ GAP อัญชัน 119
ภาคผนวก ฉ คู่มือการสร้างตู้อบแห้งดอกอัญชัน 161
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 174

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนดำเนินการ 2
ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติต่างๆ ของเชื้อเพลิง 9
ตารางที่ 2.2 แสดงค่า Water Activity (a_w) ของอาหารประเภทต่างๆ 15
ตารางที่ 2.3 แสดงค่า Water Activity (a_w) ขั้นต่ำที่ไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโต 16
ตารางที่ 2.4 แสดงระดับ ความชื้นที่ปลอดภัยสูงสุดสำหรับอาหารอบแห้งบางชนิด 16
ตารางที่ 2.5 อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับใช้ภายในที่อยู่อาศัย 23
ตารางที่ 4.1 เวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชันภายในตู้ (ไม่จุดเตาไฟ) และนอกตู้ 49
ตารางที่ 4.2 เวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชันภายในตู้ (จุดเตาไฟ) และนอกตู้ 50
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลการตรวจหาสิ่งเจือปน และเชื้อราในดอกอัญชันอบแห้ง 50
ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลการตรวจความชื้นดอกอัญชันอบแห้ง 51
ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงรายการค่าใช้จ่ายอุปกรณ์การสร้างตู้อบดอกอัญชัน 52

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงการปฏิบัติงาน 24
รูปที่ 4.1 ดอกอัญชันพันธุ์ 5 กลีบ 30
รูปที่ 4.2 การเก็บดอกอัญชัน 31
รูปที่ 4.3 การตากดอกอัญชันแบบเดิม 31
รูปที่ 4.4 การเก็บรักษาระหว่างการตาก 32
รูปที่ 4.5 การเก็บรักษาดอกอัญชันที่ตากเสร็จแล้ว 32
รูปที่ 4.6 โครงสร้างของตู้อบ 34
รูปที่ 4.7 ส่วนช่วยในการเพิ่มอุณหภูมิ 35
รูปที่ 4.8 แผงรองตากขึงด้วยลี่ 36
รูปที่ 4.9 การเตรียมพื้นที่ 36
รูปที่ 4.10 การเตรียมไม้เพื่อสร้างตู้ 37
รูปที่ 4.11 โครงสร้างของตู้ 37
รูปที่ 4.12 การประกอบแผ่นสังกะสีเพื่อสะท้อนแสง 37
รูปที่ 4.13 การคลุมพลาสติก 38
รูปที่ 4.14 การประกอบถาดวางดอกอัญชัน 38
รูปที่ 4.15 การประกอบพัดลมเข้ากับตัวตู้ 38
รูปที่ 4.16 การเตรียมตู้อบดอกอัญชัน 40
รูปที่ 4.17 ดอกอัญชันสด 20 กิโลกรัม 40
รูปที่ 4.18 การแบ่งดอกอัญชันออกเป็นส่วนละ 10 กิโลกรัม 41
รูปที่ 4.19 การตากดอกอัญชันในตู้อบและนอกตู้อบ 41
รูปที่ 4.20 เครื่องวัดอุณหภูมิ 41
รูปที่ 4.21 การวัดน้ำหนักของดอกอัญชันทุก 1 ชั่วโมง 42
รูปที่ 4.22 กราฟอุณหภูมิการทดลองครั้งที่ 1 42
รูปที่ 4.23 กราฟแสดงร้อยละของน้ำหนักดอกอัญชันที่หายไปของการทดลองครั้งที่ 1 43
รูปที่ 4.24 กราฟอุณหภูมิการทดลองครั้งที่ 2 43
รูปที่ 4.25 กราฟแสดงร้อยละของน้ำหนักดอกอัญชันที่หายไปของการทดลองครั้งที่ 2 44
รูปที่ 4.26 กราฟอุณหภูมิการทดลองครั้งที่ 3 44
รูปที่ 4.27 กราฟแสดงร้อยละของน้ำหนักดอกอัญชันที่หายไปของการทดลองครั้งที่ 3 45
รูปที่ 4.28 กราฟอุณหภูมิการทดลองครั้งที่ 4 45

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.29 กราฟแสดงร้อยละของน้ำหนักดอกอัญชันที่หายไปของการทดลองครั้งที่ 4 46
รูปที่ 4.30 กราฟอุณหภูมิการทดลองครั้งที่ 5 46
รูปที่ 4.31 กราฟแสดงร้อยละของน้ำหนักดอกอัญชันที่หายไปของการทดลองครั้งที่ 5 47
รูปที่ 4.32 กราฟอุณหภูมิการทดลองครั้งที่ 6 47
รูปที่ 4.33 กราฟแสดงร้อยละของน้ำหนักดอกอัญชันที่หายไปของการทดลองครั้งที่ 6 48
รูปที่ 4.34 เครื่องวัดความชื้น 51
รูปที่ 4.35 การวัดความชื้น 51
รูปที่ 4.36 กราฟแสดงจุดคุ้มทุน (ไม่ใช้เตาไฟ) 54
รูปที่ 4.37 กราฟแสดงจุดคุ้มทุน (จุดเตาไฟ) 55

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากปัจจุบันนี้ผู้บริโภคต่างก็ใส่ใจในเรื่องพืชสมุนไพรเพื่อสุขภาพกันมากขึ้น ทั้งการบริโภคในลักษณะเป็นของสด และของแปรรูปที่สะดวกในการบริโภคต่างๆ มากมาย เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่นับวันจะยิ่งเพิ่มมากขึ้น กลุ่มของเราจึงมีความสนใจสินค้าที่มีอยู่ตามชุมชนต่างๆ จึงพบว่ามีผลิตภัณฑ์หนึ่งที่น่าสนใจ คือ ดอกอัญชันอบแห้ง ซึ่งมีการซื้อขายกันพอสมควร และมีการผลิตกันอย่างแพร่หลายในจังหวัดสุโขทัย โดยดอกอัญชัน ถือเป็นพืชสมุนไพรที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นเครื่องดื่มดับกระหาย มีสารแอนโธไซยานิน มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เสริมภูมิต้านทาน ช่วยเพิ่มความสามารถในการมองเห็น

ในการรับซื้อผลิตภัณฑ์นั้นทางหัวหน้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน ผู้ผลิตดอกอัญชันอบแห้ง บ้านช่านจังหวัดสุโขทัยจะรับซื้อดอกอัญชันตากแห้งมาจากชาวบ้าน (สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ผู้ผลิตดอกอัญชันอบแห้ง) แล้วนำส่งผู้รับซื้อรายใหญ่เพื่อนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปต่างๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์นั้นๆ ซึ่งถ้าวัตถุดิบที่ได้มาจากชาวบ้านนั้นมีคุณภาพตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับ และความไว้วางจากผู้บริโภคอีกด้วย ในปัจจุบันชาวบ้านใช้วิธีการตากแห้ง แบบระบบเปิด ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกภายนอก และบางครั้งความชื้นไม่ได้ตามต้องการ ทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับความเสียหาย และขายได้ในราคาที่ต่ำ

ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดที่จัดทำโครงงานออกแบบ และสร้างตู้อบแห้งดอกอัญชันโดยใช้หลัก GMP (Good Manufacturing Practice) สำหรับสมาชิกกลุ่ม (ลูกข่าย) และคู่มือกระบวนการผลิตให้ถูกหลัก GMP (Good Manufacturing Practice) เพื่อที่จะปรับปรุงการผลิตดอกอัญชันอบแห้งให้มีความสะอาดและถูกสุขลักษณะ GMP (Good Manufacturing Practice)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษา ออกแบบ และสร้างตู้อบดอกอัญชันให้ลดเวลาในการตากลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

1.3.1 ตู้อบแห้งดอกอัญชัน

1.3.2 คู่มือมาตรฐานกระบวนการผลิตให้ถูกตามหลัก GMP (Good Manufacturing Practice)

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

1.4.1 ลดเวลาในการตากดอกอัญชันลงจากเดิมไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30

1.4.2 ปริมาณสิ่งเจือปนในดอกอัญชันอบแห้งลดน้อยลง

1.5 ขอบเขตของโครงงาน

1.5.1 ออกแบบและสร้างตู้อบแห้งสำหรับดอกอัญชันพันธุ์ 5 กลีบ

1.5.2 จัดอบรมชาวบ้านเรื่องการผลิตให้ถูกหลัก GAP และ GMP

1.6 สถานที่ในการดำเนินโครงงาน

1.6.1 อาคารภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

1.6.2 ต.บ้านซ่าน อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย

1.6.3 อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

กรกฎาคม พ.ศ. 2554 มกราคม พ.ศ. 2555

1.8 ขั้นตอนและแผนดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและแผนดำเนินการ (ก.ค. 2554 ม.ค. 2555)

การดำเนินงาน	ช่วงเวลา						
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
1.8.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับดอกอัญชัน และกระบวนการผลิต	←	→					
1.8.2 วิเคราะห์ข้อมูล และปัญหาในการผลิตดอกอัญชันอบแห้ง		←	→				
1.8.3 ออกแบบเครื่องอบดอกอัญชัน			←	→			
1.8.4 ทำการสร้างเครื่องอบแห้งดอกอัญชัน			←	→			
1.8.5 จัดทำคู่มือการใช้ตู้อบ และการผลิตดอกอัญชันอบแห้งให้ถูกหลัก GMP				←	→		
1.8.6 ทดลองการใช้เครื่องอบและนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับการอบแบบเก่า				←	→		
1.8.7 จัดอบรมให้กับชาวบ้านซ่าน เรื่อง GAP GMP และการสร้างตู้อบแห้งดอกอัญชัน						←	→
1.8.8 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง						←	→
1.8.9 จัดทำรูปเล่มและนำเสนอผลงาน							← →

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 พลังงานแสงอาทิตย์

ในบรรดาแหล่งกำเนิดพลังงานทั้งหลาย ดวงอาทิตย์จัดได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญยิ่ง ซึ่งนอกจากจะก่อให้เกิดเชื้อเพลิงแล้วนั้น ยังมีอิทธิพลให้เกิดพลังงานหมุนเวียน และต่อเนื่องอื่นๆ อีกมากมาย เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำจากธรรมชาติ เป็นต้น

2.1.1 รังสีจากดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ คือ ดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกของเรามากที่สุด มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นก๊าซไฮโดรเจน ที่ใจกลางของดวงอาทิตย์อุณหภูมิ และแรงดันสูงมากจนทำให้ก๊าซไฮโดรเจนหลอมรวมกันเป็นก๊าซฮีเลียม และแผ่พลังงานออกมาอย่างมหาศาลเป็นความร้อน และแสงสว่าง เรียกปฏิกิริยานี้ว่า "ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวส์ชัน" เมื่อเกิดปฏิกิริยานี้แล้วจะมี พลังงานความร้อนเกิดขึ้นอย่างมากมาย ซึ่งพลังงานที่ปล่อยออกมานั้น คือ พลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือเรียกว่า "รังสีจากดวงอาทิตย์"

ความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่มาถึงโลกมีค่า 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร เมื่อแสงแดดส่องผ่านเข้ามายังชั้นบรรยากาศในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสจะเกิดการสะท้อนโดนฝุ่นละออง โมเลกุลอากาศแห้ง และไอน้ำคิดเป็น 19 - 29 เปอร์เซ็นต์ จึงเหลือค่าความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์ 961 - 1,191 วัตต์ต่อตารางเมตร ในหนึ่งปีได้รับแสง 4,283 ชั่วโมง คิดเป็นพลังงานตกลงบนโลกเท่ากับ 4,212 - 5,220 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี แต่เนื่องจากหลายบริเวณถูกบดบังด้วย เมฆ เงา แสงถูกดูด หรือกระจายออก จึงทำให้ค่าพลังงานตกลงบนโลกเหลือเท่ากับ 2,000 - 2,550 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี สำหรับประเทศไทยนั้นได้รับแสงอาทิตย์ที่มีค่าพลังงาน 1,620 - 1,860 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี

2.1.2 พลังงานแสงอาทิตย์กับการประยุกต์ใช้

พลังงานแสงอาทิตย์ที่เหลือจากการสะท้อนจะถูกดูดโดยอนุภาค และการกระจายเนื่องจากบรรยากาศแล้ว สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยทางอ้อม ได้แก่ แสงอาทิตย์ทำให้เกิดการระเหยของน้ำ ทำให้เกิดลม คลื่น กระแสน้ำในมหาสมุทร ใช้ผลิตพลังงานในปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงของพืช เป็นต้น โดยทางตรง ได้แก่ การทำนาเกลือ การตากแห้งพืชผลทางการเกษตร เป็นต้น

2.1.3 แสงอาทิตย์และวัสดุรับแสง

เมื่อวัสดุได้รับแสงจะเกิดปรากฏการณ์ที่วัสดุนั้นตอบสนองต่อแสงมีอยู่ 4 ประการ คือ การดูดกลืนรังสี การคายรังสี การสะท้อนรังสี และการยอมให้รังสีผ่านวัสดุที่ใช้เกี่ยวกับการรับ

พลังงานแสงอาทิตย์ เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ตอบสนองต่อแสงมี 2 ชนิด คือ วัสดุใส และวัสดุสะท้อนรังสี

2.1.3.1 วัสดุใส

วัสดุใสทุกชนิดยอมให้แสงผ่านได้ ในการใช้รับแสงอาทิตย์ควรเลือกที่มีคุณสมบัติให้แสงอาทิตย์ (คลื่นสั้น) ผ่านได้มากที่สุดเพื่อให้วัสดุสะท้อนแสงสะท้อนรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้สะดวกมากขึ้น และวัสดุใสควรเก็บกักความร้อนให้ได้มากที่สุด วัสดุใสที่มีคุณสมบัติดังกล่าว ได้แก่ กระจกใส และพลาสติกบางชนิด

2.1.3.2 วัสดุสะท้อนแสง

เมื่อมีรังสีจากดวงอาทิตย์มาตกกระทบผิววัสดุจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ การสะท้อน ของแสงหรือรังสีความร้อน เพื่อที่จะให้รังสีความร้อนสะท้อนให้มากที่สุดควรเลือกวัสดุที่เป็นมันวาว วัสดุที่มีคุณสมบัติดังกล่าว ได้แก่ สังกะสี กระจกเงา วัสดุสีเงิน เป็นต้น

2.2 การสำรวจงานวิจัย และพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

มนุษย์รู้จักการใช้ประโยชน์จากดวงอาทิตย์สำหรับการตากแห้งเพื่อถนอมอาหาร การตากแห้งเสื้อผ้า และเครื่องใช้อื่นๆมาเป็นเวลาช้านานแล้วโดย

เริงจิต โพธิเจริญ (2506) ทำการทดลองอบแห้งกล้วยโดยใช้ลมร้อน โดยแช่กล้วยก่อนอบในน้ำปูนใส หรือน้ำเกลือพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 54 องศาเซลเซียส และกล้วยที่แช่น้ำปูนใสหรือน้ำเกลือให้ผลไม้แตกต่างกันเมื่อทำการวิเคราะห์หาส่วนประกอบของกล้วยอบแห้ง ปรากฏว่าน้ำจะลดลงไปประมาณร้อยละ 43 จากกล้วยสุก ส่วนน้ำตาลเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.36 ไขมันลดลงร้อยละ 0.10 กากอาหารเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.28 วิตามินซีในกล้วยสุกหายไปเมื่อกล้วยอบแห้ง

Thongprasert et al. (1977) สร้างเครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบบังคับสำหรับอบเมล็ดข้าว ผลการทดลองพบว่าสามารถลดความชื้นจากร้อยละ 23 เหลือร้อยละ 14 ภายใน 1 วัน

Exell (1979) สร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบธรรมชาติ โดยใช้ชี้เถ้าแกลบเป็นตัวดูดความร้อนจากดวงอาทิตย์ ผลการทดลองอบข้าวเปลือก หนา 15 เซนติเมตรพบว่าสามารถลดความชื้นจากร้อยละ 22 เหลือร้อยละ 14 ภายในเวลา 2 - 3 วัน อุณหภูมิเฉลี่ยภายในเครื่องอบแห้งประมาณ 45 องศาเซลเซียส

ประเทศออสเตรเลีย พ.ศ. 2515 ทำลานตากองุ่นโดยทำเป็นตะแกรงซ้อนกันประมาณ 11 ชั้น วางไว้ในที่โล่งอาศัยความร้อนที่กระแสลมผัดผ่านทำให้องุ่นแห้งใช้เวลา 2 - 4 วัน การทำเป็นตะแกรงทำให้ลดเนื้อที่ลงได้

ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์ และคณะ (2520) สร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีพื้นที่รับแสง 0.23 ตารางเมตร ด้านบนปิดด้วยกระจกใสหนา 3 มิลลิเมตร เอียงทำมุม 18 องศากับแนวระดับ ผลการทดลองอบผ้าชุบน้ำ พบว่ามีอัตราการอบแห้งประมาณ 4.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม (2522) ได้ทดลองสร้างเครื่องอบแห้งแบบกล่องสี่เหลี่ยมภายในทาสีดำ ด้านบนปิดด้วยกระจกโปร่งใส เจาะเป็นรูเล็กๆ เพื่อระบายอากาศและไอน้ำ ที่ระเหยออกจากวัสดุที่ด้านบน และด้านข้าง วัสดุอบแห้งในขั้นแรกใช้กล้วยน้ำว้าโดยบรรจุครั้งละ 200 ผล โดยอุณหภูมิในเครื่องอบอยู่ระหว่าง 58 75 องศาเซลเซียส กล้วยที่อบจะแห้งภายในเวลา 4 5 วัน และมีคุณค่าที่อาหารดีกว่ากล้วยที่ตากกลางแจ้ง

วารุณี วาตะบุตร์ (2524) สร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบธรรมชาติมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า ด้านบนปิดด้วยกระจกใส ทำมุมเอียง 14, 18, 23 และ30 องศา กับแนวระดับ แต่ละตู้สามารถปรับช่องระบายอากาศขึ้นออกเป็นร้อยละ 8, 11 และ15 ของพื้นที่รับแสง ผลการทดลองอบผ้าที่ชื้นม้วนเป็นทรงกระบอกพบว่ากล่องอบแห้งที่มีมุมเอียง 14 องศากับแนวระดับ และมีช่องระบายอากาศขึ้นร้อยละ 11 ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดมีอัตราการอบแห้งประมาณ 3.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน อุณหภูมิในกล่องอบแห้งสูงสุดประมาณ 57 องศาเซลเซียส

สุวัฒน์ ไทยนะ (2524) ออกแบบสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีแผงรับแสงอาทิตย์ซึ่งมีพื้นที่รับแสง 1.92 ตารางเมตร อยู่ด้านหน้า การไหลของอากาศเป็นแบบธรรมชาติ ภายในเครื่องอบแห้งมีชั้นวางวัสดุอบแห้ง 5 ชั้น จากการทดลองอบผ้าชุบน้ำพบว่ามีอัตราการแห้งประมาณวันละ 5 กิโลกรัมต่อวัน

กลุ่มวิทยาลัยครูตะวันตก (2523) ได้ทดลองอบกล้วยน้ำว้าในเครื่องอบแห้งแบบมีตัวรับรังสีแผ่นราบ ปิดด้วยพลาสติกใสทั้งหมด จากการทดลองพบว่าเวลาที่ใช้ในการอบกล้วยประมาณ 4 วัน และกล้วยที่แช่สารละลายเกลือ หรือโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ร้อยละ 0.05 ใช้เวลา 30 นาที ก่อนตากกล้วยที่ได้จะมีผิวดีกว่ากล้วยที่ตากกลางแจ้งแต่รสชาติไม่แตกต่างกันมาก

Soponronnarit and Tainsuwan (1984) สร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบบังคับโดยดัดแปลงโครงหลังคาเหล็กอาบสังกะสีลูกฟูกให้เป็นตัวดูดรังสี ไม่มีกระจกใสปิดด้านบน พื้นที่ของตัวรับรังสี 18.9 ตารางเมตร จากการทดลองพบว่า ตัวรับรังสีให้ประสิทธิภาพสูงสุดร้อยละ 29 ของอัตราการไหลอากาศ 0.01 กิโลกรัมต่อวินาทีต่อตารางเมตร ถ้าตัวรับรังสีทาสีดำจะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าตัวรับรังสีที่ไม่ได้ทาสีดำ และจากการทดสอบอบข้าวเปลือก 900 กิโลกรัม พบว่าสามารถลดความชื้นจากร้อยละ 22 ของมาตรฐานแห้ง เหลือร้อยละ 16 ในเวลา 1 วัน

ตัวอย่างผลงานที่มีการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เหล่านี้อาจเป็นเพียงแค่ส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และนอกจากจะใช้พลังงานของแสงอาทิตย์แล้ว ยังมีการนำเอาพลังงานอย่างอื่นมาเป็นพลังงานเสริมอีกด้วย เพื่อให้สามารถใช้ได้ในทุกฤดูกาล เช่น ความร้อนจากการใช้แก๊ส ความร้อนจากเตาไฟ ความร้อนจากฮิตเตอร์ เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยของคณะผู้ดำเนินงานวิจัยได้ดำเนินการวิจัย และพัฒนาเครื่องอบแห้งโดยใช้ความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็นหลัก และมีเตาไฟเป็นพลังงานเสริมมีขนาดเหมาะสำหรับการอบแห้งในระดับอุตสาหกรรมจำพวกวิสาหกิจชุมชน หรือเครื่องสาธิตในการอบรมสัมมนาการอบแห้ง

2.3 ทฤษฎีการอบแห้ง

การอบแห้ง คือ กระบวนการลดความชื้น ส่วนใหญ่ใช้การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุที่ชื้นเพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย ซึ่งความร้อนที่ได้รับนั้นเป็นความร้อนแฝงของการระเหย ผลิตผลทางการเกษตรส่วนใหญ่นั้นจะมีความชื้นค่อนข้างสูง ขณะเก็บเกี่ยวทำให้การเก็บรักษาไม่ได้นาน ดังนั้นการอบแห้งจะช่วยให้สามารถรักษาคุณภาพ ลดความสูญเสีย และยืดเวลาเก็บรักษาผลิตผลได้ยาวนานมากขึ้น เทคโนโลยีการอบแห้งเป็นสิ่งที่ไม่สลับซับซ้อน แต่การวางแผนการดำเนินการอบแห้งภายใต้สภาวะอากาศ และเงื่อนไขที่กำหนดเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องศึกษาเพื่อให้ได้วิธีการดำเนินการที่เหมาะสมที่สุด เมื่อการอบแห้งผลิตภัณฑ์ (ผลิตผลจากสิ่งมีชีวิต) ซึ่งมีโครงสร้างภายในมีลักษณะเป็นรูพรุนจะได้อัตราการอบแห้งแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ

ในช่วงที่ 1 ช่วงอัตราของการอบแห้งคงที่ ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์นั้นมีค่าสูงกว่าปริมาณความชื้นวิกฤตที่ผิวของผลิตภัณฑ์จะมีน้ำเกาะอยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อความร้อนผ่านกระแสของอากาศไปบนตัวผลิตภัณฑ์ ความร้อนสัมผัสจากอากาศจะถ่ายเทไปยังผลิตภัณฑ์ และน้ำจะระเหยจากผลิตภัณฑ์ไปยังอากาศ การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นเฉพาะที่ผิวของวัสดุเท่านั้น

และช่วงที่ 2 ช่วงอัตราของการอบแห้งลดลง ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์นั้นจะมีค่าต่ำกว่าปริมาณค่าความชื้นวิกฤตของน้ำที่เคลื่อนที่จากภายในตัวผลิตภัณฑ์มาที่ผิวในลักษณะของของเหลวหรือไอน้ำ และน้ำที่ผิวจะระเหยไปยังอากาศทำให้อัตราการอบแห้งลดลง และถูกควบคุมโดยความต้านทานต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลน้ำในผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดเกรเดียนท์ความชื้น และเกรเดียนท์อุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศ

2.3.1 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการอบแห้ง

2.3.1.1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

การอบแห้งซึ่งมีโครงสร้างภายในเป็นรูพรุน ส่วนใหญ่จะมีเฉพาะการอบแห้งแบบลดลง ดังนั้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของอากาศอบแห้ง จะทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิว และเนื้อวัสดุมีมากขึ้น เป็นผลให้สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้น และลดความชื้นของอากาศอบแห้ง จะทำให้ความแตกต่างระหว่างอัตราส่วนความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นมีคาเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นหากมีการเพิ่มอุณหภูมิ และลดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอบแห้งแล้ว จะมีผลทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้น

2.3.1.2 ความเร็วลม

อิทธิพลของความเร็วลมต่อการอบแห้งสำหรับช่วงการอบแห้งคงที่เมื่อเพิ่มความเร็วลม หรืออัตราการไหลของอากาศ จะมีผลทำให้ความหนาของฟิล์มอากาศนิ่งลดลง มีผลให้ความต้านทานการถ่ายเทความร้อน และมวลลดลง ส่วนในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง มีผลให้ความต้านทานของการถ่ายเทความร้อน และมวลลดลงเช่นเดียวกัน ดังนั้นการเพิ่มความเร็วลมจึงมีผลต่อการอบแห้ง

2.3.1.3 ความชื้นของวัสดุอบแห้งมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในวัสดุ

ความชื้นของวัสดุอบแห้งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของของเหลวซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างของความเข้มของความชื้นวัสดุ ซึ่งวัสดุใดที่มีความชื้นสูงจะมีค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นสูงด้วย ปริมาณความชื้นของวัสดุอบแห้ง สามารถแบ่งออก ได้ 2 แบบ คือ

ก. ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet basis) คือ อัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในวัสดุต่อน้ำหนักวัสดุชื้น ซึ่งเมื่อคูณด้วย 100 จะมีค่าเป็นร้อยละ

ข. ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry basis) คือ อัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในวัสดุต่อน้ำหนักวัสดุแห้ง ซึ่งเมื่อคูณด้วย 100 จะมีค่าเป็นร้อยละ การแสดงความชื้นแบบนี้ส่วนใหญ่ใช้ทางด้านงานวิจัย เพราะสามารถคำนวณค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการอบแห้งได้ง่ายขึ้น เนื่องจากน้ำหนักแห้งของวัสดุคงที่

2.3.1.4 ขนาดของวัสดุอบแห้ง

วัสดุอบแห้งที่มีขนาดเล็กจะมีความต้านทานภายในน้อยกว่า จะเป็นผลทำให้อัตราการอบแห้งสูงกว่า

2.3.2 สมดุลพลังงานสำหรับการอบแห้ง (Energy Balance)

ในกระบวนการอบแห้ง ความร้อนแฝงที่ใช้ในการระเหยน้ำจากผลิตภัณฑ์เท่ากับความร้อนสัมผัสของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเมื่อไหลผ่านผลิตภัณฑ์นั้น (วัฒนพงษ์, 2536)

2.3.3 ทฤษฎีการถ่ายเทมวล (Mass transfer theory)

กรณีการนำเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์มาใช้อบวัตถุดิบต่างๆ นั้นวัตถุดิบจะได้รับความร้อน 2 ทาง คือ ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงที่ผ่านกระจกใส และจากการพาความร้อนของอากาศที่เกิดขึ้นเนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งตกกระทบพื้นผิวของสังกะสี แล้วเกิดการสะท้อนกลับของรังสี อากาศร้อนจะไหลผ่านวัตถุดิบ และนำเอาความชื้นจากวัตถุดิบที่ลอยตัวออกทางช่องระบายอากาศ ดังนั้นถ้าทำให้อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งสูงขึ้น และอัตราการไหลของอากาศผ่านเครื่องอบแห้งมีค่าสูงขึ้น ย่อมทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้นด้วย

2.4 การอบแห้งด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์และเตาไฟ

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีมานานแล้ว และในปัจจุบันก็ยังเป็นที่นิยมกันอยู่กล่าว คือ ผลิตผลทางการเกษตรส่วนใหญ่ถูกทำให้แห้งโดยการตากแดด เวลาที่ใช้สำหรับการตากแห้งขึ้นอยู่กับชนิด ความชื้นของผลผลิต ความหนาของชั้นตากแห้ง และสภาวะอากาศแม้ว่าการตากแดดจะได้ผลดี แต่ในบางครั้งเกษตรก็ยังประสบปัญหาผลิตผลเปียกชื้น และไม่สามารถทำให้แห้งทันเวลา ในช่วงฤดูฝนปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการใช้เครื่องอบแห้ง และส่วนที่เป็นตัวรับแสงอาทิตย์จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานความร้อน เพื่อนำมาใช้ทำให้อากาศร้อนก่อนที่จะไหลเข้าไปในตู้อบแห้ง

2.4.1 เครื่องอบแห้ง

ไม่ว่าจะเป็นการอบแห้งสิ่งใดๆ ก็ตาม จะต้องอาศัยหลักการการไหลเวียนของอากาศเพื่อนำความร้อนที่ได้จากแหล่งพลังงานความร้อนไปช่วยในการระเหยของน้ำในสิ่งที่เราต้องการจะอบ ซึ่งการไหลของอากาศสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ การไหลของอากาศแบบเป็นธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของระดับที่จุดออกของเครื่องอบแห้ง และความแตกต่างของความหนาแน่นของอากาศภายนอก และเทียบกับอากาศภายในเครื่องอบแห้ง ซึ่งแบบนี้เหมาะกับงานขนาดเล็กในไร่นา หรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก การไหลของอากาศอีกแบบหนึ่ง คือ การไหลของอากาศ แบบบังคับ ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้พัดลมเป็นตัวในการสร้างความดัน ให้เท่ากับความแตกต่างของความดันรวมระหว่างที่ทางเข้า และที่ทางออกของเครื่องอบซึ่งแบบนี้เหมาะกับงานทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ ต้องลงทุนมาก สร้างยากขึ้นเมื่อมองตามลักษณะการรับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ของผลิตผลที่นำมาอบแห้งประกอบกับลักษณะการออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ Basal และ Gang ได้รวบรวมเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดต่างๆ ที่มีการสร้างขึ้นมา และเสนอว่าควรแบ่งเป็นประเภท ดังนี้

2.4.1.1 แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง (Direct Mode Solar Dryer)

เครื่องอบแห้งประเภทนี้จะใช้วัสดุใสทำเป็นหลังคา รังสีดวงอาทิตย์จะทะลุผ่านหลังคาไปยังวัสดุโดยตรง การระเหยน้ำออกจากตัววัสดุเกิดขึ้นเพราะความร้อน

2.4.1.2 แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์ทางอ้อม (Indirect Mode Solar Dryer)

เครื่องอบแห้งประเภทนี้ประกอบด้วย ตัวทำอากาศร้อนด้วยรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Air Heater) พัดลม (Fan) หรือโบลว์เออร์ (Blower) และห้องอบแห้ง (Drying Chamber) รังสีดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนโดยตัวทำอากาศร้อนแล้ว จึงส่งไปยังวัตถุดิบโดยมีอากาศเป็นตัวกลาง

2.4.1.3 แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสม (Mixed Mode Solar Dryer)

เครื่องอบแห้งประเภทนี้เกิดจากการพัฒนาเอา 2 แบบมารวมกัน วัตถุดิบจะได้รับความร้อนสองส่วน คือ ได้รับความร้อนจากการถูกแสงอาทิตย์โดยตรง และได้รับอากาศร้อนจากตัวทำอากาศร้อน สำหรับเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ และมีพลังงานเสริมนั้น จะมีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วนคือส่วนที่เป็นตัวรับรังสีดวงอาทิตย์เพื่อทำอากาศร้อนส่วนที่เป็นพลังงานเสริม และส่วนที่เป็นตัวเครื่องอบแห้งสำหรับใส่วัตถุดิบที่ต้องการอบแห้ง

2.4.2 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งโดยทั่วไป สามารถหาได้เมื่อทราบปริมาณน้ำที่ระเหยจากวัสดุอบแห้งทั้งหมด และทราบค่าความร้อน (Enthalpy) ของอากาศอบแห้งซึ่งที่มีค่าลดลง

2.4.3 สมรรถนะของเตาไฟ

ในกรณีที่ไม่สามารถใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้ ก็สามารถจะใช้พลังงานเสริมจากการใช้เตาไฟทดแทนได้ หรือจะใช้ทั้งพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ และเตาไฟควบคู่กันไปก็ได้ สำหรับสมรรถนะของเตาไฟบอกได้ด้วยประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผาเชื้อเพลิง ตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์

2.4.3.1 ข้อมูลทางด้านเชื้อเพลิง

เตาถ่าน เป็นเตาที่คนไทยนิยมใช้กันมากในปัจจุบันเพราะราคาถูกหาซื้อได้ง่าย จากการทดสอบพบว่า เตาชนิดนี้สามารถดึงพลังงานมาใช้ได้ประมาณร้อยละ 30 ของพลังงานทั้งหมดที่มีอยู่ในถ่าน ซึ่งถ้าคำนวณถึงวิธีการเผาถ่านโดยทั่วไปแล้ว พลังงานในไม้จะสูญเสียไปในขณะที่เผาถ่านร้อยละ 75 ฉะนั้นการหุงต้มด้วยเตาถ่านจะได้พลังงานเพียงร้อยละ 8 12 ของพลังงานในไม้ฟืน (น้อย พลายภู่, 2524)

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติต่างๆ ของเชื้อเพลิง

คุณสมบัติ	เชื้อเพลิง			
	ขี้เลื่อย	ชานอ้อย	แกลบ	ถ่านไม้
ความชื้น (ร้อยละ)	7.45	10.59	9.36	9.88
ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	6.19	6.93	19.24	11.41
ค่าความร้อน (จูล)	4,633	4,220	3,218	8,383

ที่มา : (กัญจนา บุณยเกียรติ และเพียรพรรค ทัศดร, 2521)

2.5 เทคนิคการอบแห้งพืช ผัก ผลไม้แบบต่างๆ

วิธีการอบแห้งพืช ผัก ผลไม้ ที่นิยมใช้กันมาก คือ การใช้ลมร้อนโดยที่ตัวเครื่องอบอาจมีลักษณะเป็นแบบตู้ หรืออุโมงค์ หรือใช้สายพานอบแห้ง จนความชื้นของวัตถุดิบลดลงถึงระดับหนึ่ง นอกจากนี้แล้วยังมีการใช้วิธีอบแห้งแบบอื่นๆ เช่น การอบแห้งแบบแช่แข็ง การอบแห้งแบบไมโครเวฟ และการลดความชื้นแบบออสโมซีส

2.5.1 การอบแห้งประเภทถาดอยู่กับที่ (Fixed Tray Dryer)

เครื่องอบแห้งประเภทนี้เหมาะสำหรับวัตถุดิบที่อยู่ในรูปของของแข็งที่ไม่สามารถอบแห้งแบบกองรวมกันเป็นปริมาณมาก (Bulk Drying) เครื่องอบแห้งประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

เครื่องอบแห้งแบบตู้ (Cabinet Dryer) และเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ (Tunnel Dryer) วัตถุดิบที่ต้องการอบแห้งวางเรียงอยู่บนถาด ซึ่งวางโดยมีช่องว่างของอากาศระหว่างถาด

2.5.1.1 การอบแห้งแบบตู้

เป็นการอบแห้งวัตถุดิบแบบลมร้อนภายในตู้ซึ่งมีถาดบรรจุวัตถุดิบซ้อนกันอยู่โดยลมร้อนจะไหลผ่านทำให้วัตถุดิบแห้ง การไหลของอากาศร้อนขนานกับถาดบรรจุวัตถุดิบ วิธีแบบนี้เป็นแบบพื้นฐานที่นิยมใช้กันทั่วไปสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก อุณหภูมิร้อนที่ใช้กันทั่วไปสำหรับการอบแห้งผลไม้ประมาณ 60 70 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้จะทำให้วัตถุดิบที่อบแห้งมีสีเข้มซึ่งไม่สวย เวลาที่ใช้อบแห้งอาจหลายชั่วโมง Forrest (1968) กล่าวว่าความเร็วลมที่ใช้ในเครื่องอบแห้งแบบตู้อาจมีค่าระหว่าง 2.5 5 เมตรต่อวินาที ปัญหาการอบแห้งแบบนี้อยู่ที่การกระจายของลมร้อนซึ่งมักจะไม่ทั่วถึง ทำให้วัตถุดิบที่อบแห้ง มีจุดที่แห้งไม่เท่ากัน อาจแก้ปัญหานี้โดยการบังคับทิศทางลม ปัญหาอีกข้อหนึ่ง คือ วัตถุดิบที่อยู่บริเวณทางเข้าลมร้อนจะแห้งเร็วกว่าที่อยู่บริเวณทางออก ซึ่งอาจแก้โดยการกลับทิศทางการไหลของลมร้อน การคำนวณเวลาการอบแห้งของการอบแห้งแบบนี้ อาจแยกได้เป็น 2 กรณี

ก. ถ้าปริมาณลมมีมากเมื่อเทียบกับปริมาณวัตถุดิบที่อบแห้ง สภาวะของอากาศก่อนเข้าตู้อบ และหลังออกจากตู้อบแห้งจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ในการคำนวณอาจสมมุติได้ว่าอุณหภูมิของอากาศมีค่าคงที่ กรณีนี้อัตราการอบแห้งทั้งหมดในตู้อบแห้งก็เหมือนกับวัตถุดิบ 1 ชั้น การอบแห้งแบบตู้ส่วนใหญ่อัตราการไหลค่อนข้างสูงอยู่แล้ว ดังนั้นการสมมุติก้อเพียงพอที่สามารถยอมรับได้

ข. ถ้าปริมาณลมมีน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณวัตถุดิบที่อบแห้ง สภาวะอากาศก่อนเข้าตู้อบแห้ง และหลังออกจากตู้อบแห้งจะแตกต่างกันมาก กรณีนี้การคำนวณจะยุ่งยากมากขึ้นโดยเฉพาะในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง

2.5.1.2 การอบแห้งแบบอุโมงค์

เป็นวิธีการอบแห้งที่คล้ายกับการอบแห้งแบบตู้ แต่ตัวตู้มีความยาวมาก ทำให้ดูเหมือนอุโมงค์ ดังนั้นจึงเรียกกันว่าอุโมงค์แบบแห้ง ภายในอุโมงค์จะมีรถเข็นหลายคันบรรจุถาดซึ่งมีวัตถุดิบที่จะอบวางอยู่ ทุกๆช่วงเวลาหนึ่งจะมีการเอารถเข็นที่วัตถุดิบแห้งแล้วออกจากอุโมงค์ และพร้อมกันนั้นจะมีการนำรถเข็นที่บรรจุวัตถุดิบใหม่เข้ามาแทน ทิศทางการเคลื่อนที่ของลมร้อน และรถเข็นอาจจะเป็นแบบไหลตามกันหรือไหลสวนทางกันในการอบแบบไหลสวนทางกัน รถเข็น และลมร้อนมีทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้นวัตถุดิบบนรถเข็นใกล้ทางออกจะสัมผัสกับอากาศที่ร้อนที่สุด ส่วนรถเข็นตรงทางเข้าจะสัมผัสกับอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ทำให้การใช้ความร้อนสัมผัสในอากาศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากวัตถุดิบแห้งแล้วจะสัมผัสกับอากาศที่มีอุณหภูมิสูง ดังนั้นอาจทำให้คุณภาพของอาหารลดลงได้ในการอบแห้งแบบไหลตาม รถเข็น และลมร้อนจะมีทิศทางเดียวกัน วัตถุดิบที่แห้งแล้วจะสัมผัสกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่าวัตถุดิบที่ยังสดอยู่ซึ่งสัมผัสกับอุณหภูมิที่สูงกว่า ดังนั้น

จึงไม่ค่อยมีปัญหาด้านคุณภาพของวัตถุดิบหลังอบแห้ง แต่การสิ้นเปลืองพลังงานความร้อนสูงกว่าเครื่องอบแบบไหลสวนทาง ปัญหาสำคัญของการอบแห้งแบบอุโมงค์ คือ การกระจายของลมร้อนในอุโมงค์มักไม่ทั่วถึง ทำให้วัตถุดิบที่อบแห้งมีบางจุดแห้งเกินไปหรือชื้นเกินไป ดังนั้นอาจมีตัวช่วยบังคับทิศทางลม เพื่อให้การกระจายของลมร้อนเป็นไปอย่างทั่วถึงตลอดพื้นที่ตัดขวางของอุโมงค์ การออกแบบตัวช่วยบังคับทิศทางลมที่เหมาะสมจะช่วยในเรื่องของการกระจายของลมได้ดีกว่า

2.5.2 การอบแห้งประเภทชั้นอบแห้งเคลื่อนที่ (Moving Bed Dryer)

ชนิดการอบแห้งประเภทนี้ได้แก่ การอบแห้งโดยใช้สายพาน ชั้นวางวัตถุดิบที่จะอบแห้งอยู่บนสายพานซึ่งเคลื่อนที่และมีรูให้อากาศผ่านได้ อากาศที่ใช้อบแห้งมีทิศทางไปด้านบนหรือด้านล่างทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ ในบางครั้งอาจมีการกลับทิศทางของลมร้อนเป็นช่วงเวลา เพื่อให้การอบแห้งเป็นไปอย่างทั่วถึง สภาวะของอากาศอาจเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางของสายพาน เช่น ที่ตอนต้นของสายพานใช้ลมร้อนซึ่งมีอุณหภูมิสูง ส่วนตอนปลายของสายพานก็ใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า

การอบแห้งแบบสายพานมีข้อเสียที่ว่าไม่สามารถอบแห้งวัตถุดิบให้มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 ของมาตรฐานเปียกได้ โดยประหยัดเมื่อวัตถุดิบมีความชื้นเหลือประมาณร้อยละ 27 ของมาตรฐานเปียกหรือต่ำกว่า ก็จะถูกถ่ายไปยังเครื่องอบแห้งตัวที่ 2 เช่น เครื่องอบแห้งแบบถัง หรือถังเก็บเพื่อลดความชื้นต่อไป

การอบแห้งแบบนี้สามารถใช้กับวัตถุดิบในรูปของเหลว ซึ่งได้มีการทำให้คงตัวในรูปของโฟมโดยการอัดอากาศหรือก๊าซอื่น และใส่สารเพิ่มเติมบางอย่าง โดยป้อนเข้าสายพานซึ่งมีรูแล้วผ่านลมร้อนไปตามรูผลิตผลที่ได้จากการอบแห้งโดยวิธีนี้จะมีโครงสร้างที่โปร่งพรุน สามารถนำกลับไปผสมน้ำเพื่อให้กลับคืนรูปร่างเดิมได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับพวกผลไม้แห้ง เป็นต้น

2.5.3 การอบแห้งประเภทวัสดุแขวนลอยในอากาศ

ในการอบแห้งประเภทนี้ วัสดุแขวนลอยอยู่ในอากาศตลอดเวลาของการอบแห้ง เช่น เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย เครื่องอบแห้งแบบพาหะลม เครื่องอบแห้งฟลูอิไดซ์เบด (Fluidzed Bed Dryer) และเครื่องอบแห้งแบบโรตารี (Rotary Dryer)

2.5.3.1 การอบแห้งแบบพ่นฝอย

การอบแห้งแบบพ่นฝอยเหมาะสำหรับวัตถุดิบซึ่งอยู่ในรูปของของเหลว เมื่ออบแห้งแล้วจะอยู่ในรูปของของแข็งเม็ดเล็กๆ เช่น นมผง ไข่ผง กาแฟ เป็นต้น เนื่องจากช่วงเวลาในการอบแห้งในเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยสั้นมาก อาจประมาณ 3 - 10 วินาที ดังนั้นจึงเหมาะกับพวกที่คุณภาพสามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เมื่อใช้อุณหภูมิอบแห้งสูง เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ แบบไหลสวนทาง และแบบไหลตาม

ข้อดีของเครื่องอบแห้งแบบไหลสวนทาง คือ การใช้ความร้อนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ข้อเสีย คือ คุณภาพของวัตถุดิบหลังอบแห้งอาจไม่ดีนัก เนื่องจากส่วนที่แห้งแล้วจะ

สัมผัสกับอากาศซึ่งร้อนจัด สำหรับเครื่องอบแห้งแบบไหลตาม มีข้อดีตรงที่ว่าคุณภาพหลังอบแห้งสูง แต่การใช้ประโยชน์ของลมร้อนอาจไม่มากนัก ความเร็วลมในเครื่องอบแห้งแบบไหลตามจะมีค่าประมาณ 2.1 3 เมตรต่อวินาที

2.5.3.2 การอบแห้งแบบพาหะลม

ถ้าวัตถุดิบที่ต้องการอบแห้งมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ หรือเป็นผง เครื่องอบแห้งแบบพาหะลมอาจเหมาะสมกว่า การอบแห้งแบบพ่นฝอย อากาศแวดล้อมถูกพัดลมดูดผ่านเครื่องกรองอากาศ แล้วถูกเป่าเข้าตัวอุ่นอากาศ ในขณะที่วัตถุดิบถูกป้อนเข้าท่อลมกระแสอากาศร้อนจะพาวัตถุดิบไหลไปตามท่อพร้อมๆกันนั้นจะเกิดการถ่ายเทความร้อน และความชื้นระหว่างอากาศ และวัตถุดิบ เมื่อวัตถุดิบแห้งดีแล้วก้อจะถูกแยกออกจากอากาศ เนื่องจากสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีค่าสูงมาก ทำให้ระยะเวลาในการอบแห้งสั้น ซึ่งอาจใช้เวลาเพียงไม่กี่วินาที คุณภาพหลังอบแห้งจึงดีด้วย

2.5.3.3 การอบแห้งแบบโรตารี

การอบแห้งแบบโรตารีเหมาะกับการอบแห้งวัตถุดิบแบบเป็นชิ้น หรือพวกเมล็ดพืชที่มีความชื้นสูง ตัวเครื่องอบทำด้วยถังทรงกระบอกหมุนวางเอียงกับแนวราบเล็กน้อย วัตถุดิบไหลเข้าทางปลายด้านสูง และไหลออกทางด้านต่ำของถัง ภายในตัวถังจะมีแผ่นครีบทำหน้าที่ตักวัตถุดิบจากด้านล่างถังขึ้นสู่ด้านบนถัง แล้วไหลตกลงมาโดยแรงโน้มถ่วงโลกพร้อมๆ กับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วย ในขณะเดียวกันจะไหลเข้าภายในถังเพื่อทำหน้าที่ลดความชื้นจากวัตถุดิบ เนื่องจากวัตถุดิบแขวนลอยอยู่ในอากาศ ขณะที่ไหลตกลงมา ทำให้การถ่ายเทความร้อน และความชื้นเป็นไปอย่างรวดเร็ว

2.5.4 การอบแห้งแบบแช่แข็ง (Freeze Drying)

เป็นการอบแห้งผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่แข็งมาแล้ว ภายในสภาวะสุญญากาศทำให้น้ำแข็งระเหิดกลายเป็นไอ ซึ่งเป็นผลทำให้หลังอบแห้งมีโครงสร้างที่ดี คือ มีโครงสร้างเป็นรูพรุน ซึ่งเป็นผลทำให้สามารถทำให้กลับคืนรูปร่างเดิมได้ดี และรวดเร็ว มีกลิ่นดี เนื่องจากหลังการอบแห้งมีความชื้นต่ำ ดังนั้นจึงต้องบรรจุหีบห่อภายในห้องที่มีความชื้นต่ำ เพื่อป้องกันการดูดกลืนความชื้นกลับ และอาจต้องใส่สารกับความชื้นภายในถุงบรรจุภัณฑ์อบแห้งด้วย ถึงแม้ว่าการอบแห้งแบบแช่แข็งจะได้คุณภาพที่ดีเลิศตามการลงทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการก็ค่อนข้างสูงมากด้วย ดังนั้นการอบแห้งแบบนี้จึงไม่เป็นที่นิยมใช้กัน แต่ก็ใช้ในงานที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงจริงๆ

2.5.5 การอบแห้งแบบไมโครเวฟ

เป็นการอบแห้งโดยใช้ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เหมาะสม ซึ่งสามารถทะลุทะลวงเข้าไปในวัตถุดิบที่ต้องการทำให้แห้งได้ โดยคลื่นไมโครเวฟจะถูกดูดกลืนโดยน้ำที่มีอยู่ในวัตถุดิบ ดังนั้นการ

ระเหยของน้ำจึงเป็นไปอย่างรวดเร็ว การอบแห้งแบบนี้ยังไม่เป็นที่นิยมมากนักเพราะต้องลงทุน และเสียค่าใช้จ่ายสูง

2.5.6 การลดความชื้นโดยออสโมซีส

เป็นการลดความชื้นโดยกระบวนการออสโมซีส ซึ่งทำได้โดยการนำวัตถุดิบใส่ลงในน้ำเชื่อม เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำตาลในวัตถุดิบจะแตกต่างกัน ดังนั้นจึงเกิดการแพร่ของน้ำจากวัตถุดิบสู่น้ำเชื่อม เราอาจลดความชื้นได้ครึ่งหนึ่งของความชื้นเริ่มต้น จากนั้นจึงนำไปอบแห้งตามปกติ

2.5.7 การอบแห้งแบบอื่นๆ

นอกจากการอบแห้งโดยวิธีต่างๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีเทคนิคการอบแห้งแบบอื่นๆ เช่น การอบแห้งภายใต้สุญญากาศ (Vacuum Drying) การอบแห้งแบบพัฟ (Puff Drying) เป็นต้น เทคนิคการอบแห้งแบบต่างๆ ตามที่กล่าวมานี้ใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง และมักให้คุณภาพของการอบแห้งสูงเช่นกัน

2.6 คุณภาพอาหารกับการอบแห้ง

การอบแห้งมีผลกระทบต่อสุขภาพ ทั้งนี้เนื่องจากอาหารมีการสูญเสียน้ำ และได้รับความร้อน อาหารแข็งอาจมีโครงสร้างแบบเซลล์ซึ่งมีน้ำอยู่ระหว่างเซลล์ และภายในเซลล์ เซลล์เหล่านี้จะยืดหรือหดตัวภายใต้การกระทำของแรง ถ้าเซลล์เหล่านี้ถูกแรงกระทำจนเกินขีดจำกัดความยืดหยุ่น ชิ้นอาหารก็ไม่สามารถกลับสู่รูปร่างเดิมได้ การเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้อย่างชัดเจนระหว่างการอบแห้ง คือ การหดตัวของชิ้นอาหาร ซึ่งการหดตัวนี้มักจะเป็นแบบไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากชิ้นอาหารมีความแปรเปลี่ยนของสภาพยืดหยุ่น หรือการสูญเสียในชิ้นอาหารเองไม่สม่ำเสมอ อาหารต่างชนิดมักจะมีรูปแบบการหดตัวที่แตกต่างกัน อัตราการอบแห้งมีผลต่อการหดตัว และส่งผลให้ความหนาแน่นของอาหารหลังการอบแห้งแตกต่างกันด้วย เช่น การอบแห้งอย่างช้าๆ โซนการอบแห้งจะเคลื่อนย้ายอย่างช้าๆ จากบริเวณผิวของอาหารไปสู่ใจกลางความหนาแน่นของเนื้ออาหารหลังการอบแห้งค่อนข้างสูง แต่ถ้าอบแห้งอย่างรวดเร็วด้วยอุณหภูมิค่อนข้างสูง ผิวภายนอกของอาหารจะแข็งอย่างรวดเร็ว เมื่อโซนการอบแห้งเคลื่อนย้ายเข้าสู่บริเวณใจกลางของชิ้นอาหาร การหดตัวของผิวอาหารภายในก็จะทำให้เกิดการแตกแยกของผิวที่แข็ง เกิดเป็นรอยปริเล็กๆ น้อยๆ เต็มไปหมด ในกรณีหลังนี้ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งจะต่ำกว่าการให้อุณหภูมิแบบช้าๆ

การอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิค่อนข้างสูงอาจทำให้ผิวของชั้นอาหารแข็งตัวอย่างรวดเร็ว และขัดขวางการแผ่ของน้ำภายในชิ้นอาหารมาสู่ผิว เป็นผลให้อัตราการอบแห้งลดลงอย่างรวดเร็ว การแก้ปัญหานี้ทำได้ง่ายๆ โดยการลดอุณหภูมิของการอบแห้ง และควบคุมไม่ให้อัตราการอบแห้งสูงเกินไป

เทคนิคการอบแห้งบางอย่างอาจช่วยให้ผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งมีความพรุนมากขึ้น ซึ่งอาจช่วยให้การถ่ายเทมวลดีขึ้น เป็นผลให้อัตราการอบแห้งสูงขึ้น แต่ในบางครั้งพบว่าการถ่ายเทมวลไม่ได้ดีขึ้น

เนื่องจากโครงสร้างที่พรุนส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนไม่ดี ความพรุนในชิ้นอาหารทำให้เกิดได้โดยการสร้างความดันไอในชิ้นอาหารให้สูงเมื่อเทียบกับความดันรอบชิ้นอาหาร

การเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมี และทางกายภาพ มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งมาก คุณภาพทางเคมีบางอย่างได้แก่ สี กลิ่น เนื้อผลิตภัณฑ์ ความหนืด อัตราการคืนรูป คุณค่าทางอาหาร และเสถียรภาพในการเก็บรักษา เป็นต้น

ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล มักเกิดขึ้นระหว่างการอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหาร ส่วนใหญ่แล้วจะไม่เป็นที่ต้องการ เพราะอาจทำให้รสชาติไม่ดี ลักษณะภายนอกไม่น่าดู การเกิดสีน้ำตาลภายในอาหารมี 2 อย่าง คือ เกิดจากปฏิกิริยาที่มีเอ็นไซม์เกี่ยวข้อง และปฏิกิริยามีไม่เอ็นไซม์เกี่ยวข้อง กรณีแรกเกิดจากการที่เอ็นไซม์ที่ยังคงแอกติฟอยู่เมื่อถูกกับอากาศจะเป็นสีน้ำตาล เอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลในผัก และผลไม้เป็นกลุ่มของเอ็นไซม์ ซึ่งอาจเรียกรวมว่าฟีนอลเลส (Phenolase) การใช้ความร้อนหรือสารเคมีบางอย่างอาจช่วยให้เอ็นไซม์ไม่แอกติฟอีกต่อไป ซึ่งช่วยลดการเปลี่ยนสีได้ ส่วนปฏิกิริยาที่ไม่มีเอ็นไซม์เกี่ยวข้องแต่มีน้ำตาลเกี่ยวข้องนั้นอาจแบ่งได้เป็นปฏิกิริยาคาราเนไลเซชั่น (Caramelization) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับความร้อนสูงมากเกินไป และไม่มีสารประกอบไนโตรเจนอยู่ ส่วนปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดเมื่อมีสารประกอบไนโตรเจนอยู่ ซึ่งเกิดเมื่อได้รับความร้อนสูงเช่นเดียวกัน มีคนพบว่าปฏิกิริยาเมลลาร์ดเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงที่ผลิตภัณฑ์อาหารมีความชื้นลดลงในช่วง 20 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความชื้นลดต่ำกว่านี้ปฏิกิริยาจะลดลง ดังนั้นสามารถลดปฏิกิริยาเมลลาร์ดลงได้ ถ้าสามารถลดระยะเวลาของการอบแห้งในช่วงความชื้นดังกล่าวให้เหลือน้อยที่สุด

การอบแห้งมีผลต่อการดูด และการคืนน้ำกลับเข้าในชิ้นอาหาร ทั้งนี้เป็นเพราะชิ้นอาหารมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น การหดตัวมีการเสียรูปของเซลล์ และหลอดรูเล็ก หรือมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือเคมีฟิสิกส์ในระดับคอลลอยย์ ผลของการเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้ชิ้นอาหารอาจไม่สามารถดูดกลืนน้ำกลับไปได้เท่าเมื่อก่อนการอบแห้ง และยังทำให้เกิดการสูญเสียสารระเหยที่มีกลิ่นของชิ้นอาหาร

สำหรับการอบแห้งผลไม้โดยใช้แบบตู้เป็นการอบแห้งผลิตภัณฑ์ด้วยลมร้อนภายในตู้ซึ่งมีถาดบรรจุผลิตภัณฑ์อยู่ อุณหภูมิลมร้อนที่ใช้กันทั่วไปประมาณ 60 70 องศาเซลเซียส ถ้าสูงกว่านี้จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเข้มซึ่งไม่สวย ผิวอาจย่นมาก เป็นต้น ซึ่งเวลาที่ใช้อบแห้งอาจจะหลายสิบชั่วโมง

Soponronnarit et al. (1992 a), Soponronnarit et al. (1992 b), และ Soponronnarit et al. (1993) ศึกษาการอบแห้งกล้วยน้ำว้า มะละกอแช่อิ่ม และสับปะรดแช่อิ่มในตู้อบแห้งตามลำดับ โดยทำการทดลอง และพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับใช้ในการศึกษาหาเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมที่สุด แบบจำลองนี้คล้ายกับของ ศิวะ อัจฉริยวิริยะ และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์ (2532) ผลการศึกษาสามารถสรุปว่า หากต้องการผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งที่มีคุณภาพสูง คือ มีสีสวย ไม่คล้ำ ผิวไม่เหี่ยวย่น และไม่แข็งภายนอก ควรใช้อุณหภูมิของอากาศอบแห้งประมาณ 65 องศาเซลเซียส ซึ่งจะสิ้นเปลืองพลังงานค่อนข้างต่ำโดยที่อัตราการผลิตยังสูงอยู่

2.7 ค่าความชื้นที่เชื้อจุลินทรีย์ต้องการใช้ในการเจริญเติบโต a_w (Water Activity)

ค่า Water Activity คือ ปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ โดยที่จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการน้ำหรือความชื้นแตกต่างกัน เช่น แบคทีเรียมีค่า Water Activity หรือค่า a_w ประมาณ 0.91 หากทำให้น้ำอิสระในอาหารน้อยกว่านี้แบคทีเรียชนิดนั้นก็อยู่ไม่ได้ (ค่า a_w ของน้ำบริสุทธิ์ มีค่าเท่ากับ 1)

เนื่องจากค่า Water Activity เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ เราสามารถใช้ค่า Water Activity ในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็น หรือไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสีย ตลอดจนใช้ในการควบคุม และป้องกันการเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ เพราะเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ค่า Water Activity ที่จำกัดโดยเราจะทำให้อาหารมีค่า Water Activity ต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ ตัวอย่าง เช่น แบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ค่า Water Activity ต่ำกว่า 0.9 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่า Water Activity ต่ำกว่า 0.7

จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารบูดเสียมีอยู่ทั่วทุกหนแห่งในดิน อากาศ น้ำที่เราบริโภค ที่มือของเรา การกำจัดจุลินทรีย์ และหยุดยั้งการขยายพันธุ์ของมันระหว่างกระบวนการผลิต และการวางตลาด เป็นสิ่งที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ แต่พวกเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรียที่พบอยู่ทั่วไปมักสามารถควบคุมอย่างได้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยการใส่ใจกับความสัมพันธ์กับน้ำของมัน จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารบูดเสียที่พบอยู่ทั่วไปมีค่าควบคุม a_w ของมันต่างๆ กันไป เช่น แบคทีเรียซาลโมเนลลามีค่าอยู่ที่ 0.91 (ในนม และเนื้อสด) ยีสต์ปกติ 0.88 (หัวน้ำผลไม้) เชื้อราปกติ 0.80 (ในแยม เยลลี) ฮาโลไฟติคแบคทีเรีย 0.75 (น้ำผึ้ง) เชื้อราซีโรฟิลิค 0.65 (ในแป้ง) และยีสต์ออสโมฟิลิค 0.60 (ในผลไม้แห้ง) (Kuntz, 1992)

ตารางที่ 2.2 แสดงค่า Water Activity (a_w) ของอาหารประเภทต่างๆ

water activity	อาหาร
> 0.95	อาหารสด เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ นม ไข่
0.95-9	เนยแข็ง (Cheese)
0.95-9	Margarine
0.75-0.65	Nuts
0.65-0.60	น้ำผึ้ง
0.5	พาสต้า (Pasta)
0.3	คุ้กกี้ (Cookie)
< 0.2	นมผง , cracker

ตารางที่ 2.3 แสดงค่า Water Activity (a_w) ขั้นต่ำที่ไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโต

จุลินทรีย์	a_w	จุลินทรีย์	a_w
กลุ่ม		**กลุ่ม**	
แบคทีเรียที่ทำให้อาหารเสีย	0.90	Halophilic bacteria	0.75
ยีสต์ที่ทำให้อาหารเสีย	0.88	Xerophilic molds	0.61
ราที่ทำให้อาหารเสีย	0.80	Osmophilic yeast	0.61
จุลินทรีย์แต่ละชนิด		**จุลินทรีย์แต่ละชนิด**	
Clostridium botulinum, Type E	0.97	Candida scottii	0.92
Pseudomonas spp.	0.97	Trichosporon pullulans	0.91
Acinetobacter spp.	0.96	Candida zeylanoides	0.90
Escherichia coli	0.96	Staphylococcus aureus	0.86
Enterobacter aerogenes	0.95	Alternaria citri	0.84
Bacillus subtilis	0.95	Penicillium patulum	0.81
Clostridium botulinum, types	0.94	Aspergillus glaucus	0.70
Candida utilis	0.94	Aspergillus conicus	0.70
Vibrio parahaemolyticus	0.94	Aspergillus echinulatus	0.64
Botrytis cinerea	0.93	Zygosaccharomyces	0.62
Rhizopus stolonifer	0.93	Xeromyces bisporus	0.61
Mucor spinosus	0.93		

ที่มา : วารสารจารพา ปีที่ 9 ฉบับที่ 68 เดือนกันยายน - ตุลาคม 2545

ตารางที่ 2.4 แสดงระดับ ความชื้นที่ปลอดภัยสูงสุดสำหรับอาหารอบแห้งบางชนิด

ชนิดอาหารอบแห้ง	ร้อยละ
ผลไม้แห้ง	18
ดอกเก๊กฮวยแห้ง	14
เก๊กฮวยผงสำเร็จรูป	1.5
ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป	12
ข้าวเกรียบสำเร็จรูป	3

ตารางที่ 2.4(ต่อ) แสดงระดับ ความชื้นที่ปลอดภัยสูงสุดสำหรับอาหารอบแห้งบางชนิด

ชนิดอาหารอบแห้ง	ร้อยละ
พริกแห้ง	13
พริกป่น	11
ชาใบ (ชาจีน)	7
ขิงแห้ง	12
ขิงผงสำเร็จรูป	2.5
กล้วยอบ	21
กาแฟ	14
กาแฟสำเร็จรูป	4.5
กาแฟคั่ว	5
เนื้อมะพร้าวอบแห้ง	3
นมผง	5
เมล็ด พริกไทย ชั้น 1	12
เมล็ด พริกไทย ชั้น 2	14
พริกไทยป่น	12
เนื้อมะพร้าวแห้ง ชั้น 1	5
เนื้อมะพร้าวแห้ง ชั้น 2	6
เนื้อมะพร้าวแห้ง ชั้น 3	7
ลูกกวาด	3
ปลาหยองปรุงรส	12
ปลาหยองไม่ปรุงรส	10
ปลาหมึกแห้งปรุงรส	28

ที่มา : (สมบัติ, 2535)

2.8 หลักการ GMP ต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้ง

GMP (Good Manufacturing Practice) หรือในภาษาไทยจะใช้คำว่า หลักเกณฑ์ที่ดีในการผลิตอาหาร เป็นแนวคิดที่ใช้หลักประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหาร ด้วยเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา

2.8.1 สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

2.8.1.1 สถานที่ตั้งอาคาร และที่ใกล้เคียง ต้องไม่อยู่ในที่เกิดการปนเปื้อนได้ง่ายโดย

ก. สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบต้องสะอาด ไม่ปล่อยให้มีการสะสมสิ่งที่ไม่ใช้แล้ว หรือสิ่งปฏิกูลอันอาจเป็นแหล่งเพาะพันธ์เชื้อโรคสัตว์ และแมลง

ข. อยู่ห่างจากบริเวณที่มีฝุ่นมากเกินปกติ

ค. ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ

ง. บริเวณที่ตั้งตัวอาคารไม่มีน้ำขังและสกปรก และมีท่อระบายน้ำเพื่อให้ไหลลงสู่ทางระบายน้ำสาธารณะ ในกรณีที่สถานที่ตั้งตัวอาคารซึ่งให้ผลิตอาหารอยู่ติดกับสถานที่ไม่เหมาะสม หรือไม่เป็นไปตามข้อ ก - ง ต้องมีกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพในการป้องกัน และกำจัดแมลงและสัตว์นำโรค ตลอดจนฝุ่นผง และสาเหตุของการปนเปื้อนอื่นๆ ด้วย

2.8.1.2 อาคารผลิตมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบ และก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายต่อการทำนุบำรุงสภาพรักษาความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงานโดย

ก. พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารสถานที่ผลิต ต้องก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ข. ต้องแยกบริเวณผลิตอาหารออกเป็นสัดส่วน ไม่ปะปนกับที่อยู่อาศัย

ค. ต้องมีมาตรการป้องกันสัตว์ และแมลงไม่ให้เข้าไปในบริเวณอาคารผลิต

ง. จัดให้มีพื้นที่พอเพียงที่จะติดตั้งเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตให้เป็นไปตามสายงาน การผลิตอาหารแต่ละประเภท และแบ่งแยกพื้นที่ผลิตเป็นสัดส่วนเพื่อป้องกันการปนเปื้อนอันอาจเกิดขึ้นกับอาหารที่ผลิตขึ้น

จ. ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต

ฉ. จัดให้มีแสงสว่าง และการระบายอากาศที่เหมาะสมเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานภายในอาคารผลิต

2.8.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต

2.8.2.1 ภาชนะ หรืออุปกรณ์ในการผลิตที่สัมผัสกับอาหาร ต้องทำจากวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหารอันอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

2.8.2.2 โต๊ะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตในส่วนที่สัมผัสกับอาหาร ต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่เกิดสนิม ทำความสะอาดง่ายและไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาที่อาจจะเป็นอันตรายแก่สุขภาพของผู้บริโภค โดยมีความสูงเหมาะสม โดยต้องอยู่สูงจากพื้นไม่ต่ำกว่า 60 เซนติเมตร และมีเพียงพอในการปฏิบัติงาน

2.8.2.3 การออกแบบติดตั้งเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้เหมาะสม และคำนึงถึงการปนเปื้อนที่อาจจะเกิดขึ้น รวมทั้งสามารถทำความสะอาดตัวเครื่องมือ เครื่องจักร และบริเวณที่ตั้งได้ง่ายและทั่วถึง

2.8.2.4 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิตต้องเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน

2.8.3 การควบคุมกระบวนการผลิต

2.8.3.1 การดำเนินการทุกขั้นตอนจะต้องมีการควบคุมตามหลักสุขาภิบาลที่ดีตั้งแต่การตรวจรับวัตถุดิบ และส่วนผสมในการผลิตอาหาร การขนย้าย การจัดเตรียม การผลิต การบรรจุ และการเก็บรักษาอาหาร

ก. วัตถุดิบ และส่วยผสมในการผลิตอาหาร ต้องมีการคัดเลือกให้อยู่ในสภาพที่สะอาด มีคุณภาพดีเหมาะสำหรับใช้ในการผลิตอาหาร และบริโภค ต้องล้างหรือทำความสะอาดตามความจำเป็นเพื่อขจัดสิ่งสกปรก หรือสิ่งปนเปื้อนที่อาจติดหรือปนมากับวัสดุนั้นๆ และต้องเก็บรักษาวัตถุดิบภายใต้ภาวะที่ป้องกันการปนเปื้อนได้โดยมีการเสื่อมสลายน้อยที่สุด และมีการหมุนเวียนสต๊อกของวัตถุดิบและส่วนผสมอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ

ข. ภาชนะบรรจุอาหารที่ใช้ในการขนถ่ายวัตถุดิบ และส่วนผสมในการผลิตอาหาร ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการนี้ ต้องอยู่ในสภาพที่เหมาะสม และไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนกับอาหารในระหว่างการผลิต

ค. น้ำแข็ง และไอน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่สัมผัสกับอาหาร ต้องมีคุณภาพมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขเรื่อง น้ำแข็ง และน้ำบริโภค และการนำไปใช้ให้ถูกสุขลักษณะ

ง. น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร ต้องเป็นน้ำสะอาดบริโภคได้ มีคุณภาพมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขเรื่อง น้ำบริโภค และการนำไปใช้ให้ถูกสุขลักษณะ

จ. การผลิต เก็บรักษา ขนย้าย และขนส่งผลิตภัณฑ์อาหาร ต้องป้องกันการปนเปื้อน และป้องกันการเสื่อมสลายของอาหาร และภาชนะบรรจุด้วยการดำเนินการควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมด ให้อยู่ภายใต้ภาวะที่เหมาะสม

2.8.3.2 จัดทำบันทึก และรายงานอย่างน้อยดังต่อไปนี้

ก. ผลการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์

ข. ชนิด และปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์ และวันเดือนปีที่ผลิต โดยให้เก็บบันทึก และรายงานไว้อย่างน้อย 2 ปี

2.8.4 การสุขาภิบาล

2.8.4.1 น้ำที่ใช้ภายในโรงงานต้องเป็นน้ำสะอาด และจัดให้มีการตรวจคุณภาพน้ำตามความจำเป็น

2.8.4.2 จัดให้มีห้องส้วม และอ่างล้างมือหน้าห้องส้วมให้พอเพียงสำหรับผู้ปฏิบัติงาน และถูกต้องตามสุขลักษณะมีอุปกรณ์ในการล้างมืออย่างครบถ้วน และต้องแยกออกจากบริเวณที่ผลิต หรือไม่เปิดสู่บริเวณที่ผลิตโดยตรง

2.8.4.3 จัดให้มีที่ล้างมือบริเวณที่ผลิต และมีอุปกรณ์ในการล้างมืออย่างครบถ้วน

2.8.4.4 จัดให้มีวิธีการป้องกันกำจัดสัตว์ และแมลงในสถานที่ผลิตตามความเหมาะสม

2.8.4.5 จัดให้มีภาชนะรองรับสำหรับขยะมูลฝอยที่มีฝาปิด และมีระบบกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกวิธีอย่างเหมาะสม

2.8.4.6 จัดให้มีทางระบายน้ำทิ้ง และสิ่งโสโครกอย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสม และไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับสู่กระบวนการผลิตอาหาร

2.8.5 การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด

2.8.5.1 ตัวอาคารสถานที่ผลิตต้องสะอาด และรักษาให้อยู่ในสภาพสะอาดถูกสุขลักษณะอยู่สม่ำเสมอ

2.8.5.2 ต้องทำความสะอาด และดูแลรักษาเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิตให้อยู่ในสภาพสะอาดทั้งก่อน และหลังการผลิต สำหรับชิ้นส่วนของเครื่องมือ เครื่องจักรต่างๆ ที่อาจเป็นแหล่งสะสมจุลินทรีย์ หรือก่อให้เกิดการปนเปื้อนอาหารสามารถทำความสะอาดด้วยวิธีที่เหมาะสม และเพียงพอ

2.8.5.3 พื้นผิวของเครื่องมือ และอุปกรณ์การผลิตที่สัมผัสกับอาหาร ต้องทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ

2.8.5.4 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิต ต้องมีการตรวจสอบ และบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างสม่ำเสมอ

2.8.5.5 การใช้สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาด ตลอดจนเคมีวัตถุที่ใช้เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ปลอดภัย และการเก็บรักษาวัตถุดังกล่าวต้องแยกเป็นสัดส่วน และปลอดภัย

2.8.6 บุคลากรและสุขลักษณะ

2.8.6.1 ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณที่ผลิตต้องไม่เป็นโรคติดต่อ หรือโรคน่ารังเกียจตามที่กำหนดตามกฎกระทรวง หรือมีบาดแผลอันก่อให้เกิดการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์

2.8.6.2 เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานทุกคนในขณะที่ดำเนินการผลิต และมีการสัมผัสโดยตรงกับอาหาร หรือส่วนผสมของอาหาร หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของพื้นที่ผิวที่อาจมีการสัมผัสกับอาหารต้องปฏิบัติดังนี้

ก. สวมเสื้อผ้าที่สะอาด และเหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน กรณีที่ใช้เสื้อคลุมก็ต้องสะอาด

ข. ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนเริ่มปฏิบัติงาน และหลังการปนเปื้อน

ค. ใช้ถุงมือที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ และสะอาดถูกสุขลักษณะ ทำด้วยวัสดุที่ไม่มีสารละลายหลุดออกมาปนเปื้อนอาหาร และของเหลวซึมผ่านไม่ได้ สำหรับจับต้องหรือสัมผัสกับอาหาร กรณีไม่สวมถุงมือ ต้องมีมาตรการให้คนล้างมือ เล็บ แขนให้สะอาด

ง. ไม่สวมใส่เครื่องประดับต่างๆ ขณะปฏิบัติงาน และดูแลสุขอนามัยของมือและเล็บให้สะอาดอยู่เสมอ

จ. สวมหมวก หรือผ้าคุมผม หรือตาข่าย

2.8.6.3 มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับสุขลักษณะทั่วไป และความรู้ทั่วไปในการผลิตอาหารตามความเหมาะสม

2.8.6.4 ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง ปฏิบัติตามข้อ 2.8.6.1 2.8.6.2 เมื่ออยู่ในบริเวณการผลิต

2.9 จุดคุ้มทุน และระยะเวลาคืนทุน

2.9.1 จุดคุ้มทุน (Break Even Point)

จุดคุ้มทุน (Break Even Point) หมายถึง ระดับของยอดขายของกิจการที่เท่ากับค่าใช้จ่ายทั้งหมดของกิจการ ซึ่งก็คือจุดที่กิจการไม่มีผลกำไรหรือขาดทุน โดยจุดคุ้มทุนจะสามารถหาได้ก็ต่อเมื่อผู้ประกอบการสามารถแยกได้ว่าค่าใช้จ่ายของธุรกิจนั้นมีอะไรเป็นต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปรบ้างจากการคำนวณดังนี้

$$\text{จุดคุ้มทุน (หน่วยขายที่คุ้มทุน)} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่}}{\text{ราคาขายต่อหน่วย} - \text{ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย}} \qquad (2.1)$$

$$\text{จุดคุ้มทุน (ยอดขายที่คุ้มทุน)} = \text{หน่วยขายที่คุ้มทุน} \times \text{ราคาขายต่อหน่วย} \qquad (2.2)$$

จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนเป็นการวางแผนการทำกำไรจากการดำเนินงานของธุรกิจโดยมองที่ราคาขาย ต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร โดยหากต้องการให้มีจุดคุ้มทุนที่ต่ำลงเพื่อเพิ่มความสามารถในการทำกำไรก็สามารถทำได้โดย เพิ่มราคาขาย หรือลดต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ลง ซึ่งการใช้การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนจะใช้ในการวางแผนระยะสั้นๆ เช่น ต่อเดือนหรือต่อปี เป็นต้น

2.9.2 ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period)

ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period) หมายถึง ระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดเข้าเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุน โดยไม่คำนึงถึงเรื่องมูลค่าของเงินตามระยะเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนจึงมองที่กระแสเงินสดรับ ไม่ใช่ตัวกำไรหรือขาดทุนของกิจการ โดย ณ จุดได้ที่ผลสะสมของกระแสเงินสดรับเท่ากับเงินลงทุนในครั้งแรกก็จะได้ระยะ เวลาคืนทุน ยกตัวอย่าง ลงทุนในโครงการหนึ่ง ใช้เงินลงทุน 1,200,000 บาท จะให้กระแสเงินสดในแต่ละปีจำนวน 400,000 บาท เป็นเวลา 6 ปี ระยะเวลาคืนทุนก็คือ 3 ปี

การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนจึงเป็นการวิเคราะห์โครงการลงทุนที่มีระยะค่อนข้าง นาน และพิจารณาความเสี่ยงจากการลงทุน เพื่อใช้ในการเลือกโครงการลงทุน โดยดูจากระยะเวลาคืนทุนที่เร็วที่สุด เพราะจะทำให้ผู้ประกอบการมีความเสี่ยงจากการลงทุนน้อยที่สุดด้วย แต่อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์การลงทุนโดยใช้ระยะเวลาการลงทุนเพียงอย่างเดียว ไม่เหมาะสมนักต้องใช้เครื่องมืออื่นๆ ประกอบด้วย เช่น มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return) เป็นต้น

2.10 การคิดค่าไฟฟ้า

ก่อนที่เราจะทราบอัตราค่าไฟฟ้านั้น เราควรจะทราบว่า เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ ใช้ไฟฟ้าหรือกินไฟเท่าไหร่เสียก่อน โดยสังเกตคู่มือการใช้งานหรือแถบป้ายที่ติดอยู่กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เขียนว่า กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) ถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้ามีจำนวนวัตต์มาก ก็กินไฟมากตามไปด้วย ดังนั้นท่านสามารถคำนวณดูจากเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในบ้านท่านว่ามีเครื่องใช้ไฟฟ้ากี่ชนิดแต่ละชนิดกินไฟกี่วัตต์ และเปิดใช้งานประมาณเดือนละกี่ชั่วโมง หลังจากนั้นท่านก็นำมาคิดคำนวณ ท่านจะทราบว่าในแต่ละเดือนท่านใช้ไฟฟ้าไปประมาณกี่หน่วยเพื่อเป็นแนวทางในการประหยัดค่าไฟฟ้าได้

สำหรับการใช้ไฟฟ้า 1 หน่วยหรือ 1 ยูนิต คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าขนาด 1,000 วัตต์ที่ใช้งานใน 1 ชั่วโมง หรือใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{จำนวนหน่วยหรือยูนิต} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า (วัตต์)} \times \text{จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า} \times \text{เวลาที่ใช้งาน (ชั่วโมง)}}{1000} \quad (2.3)$$

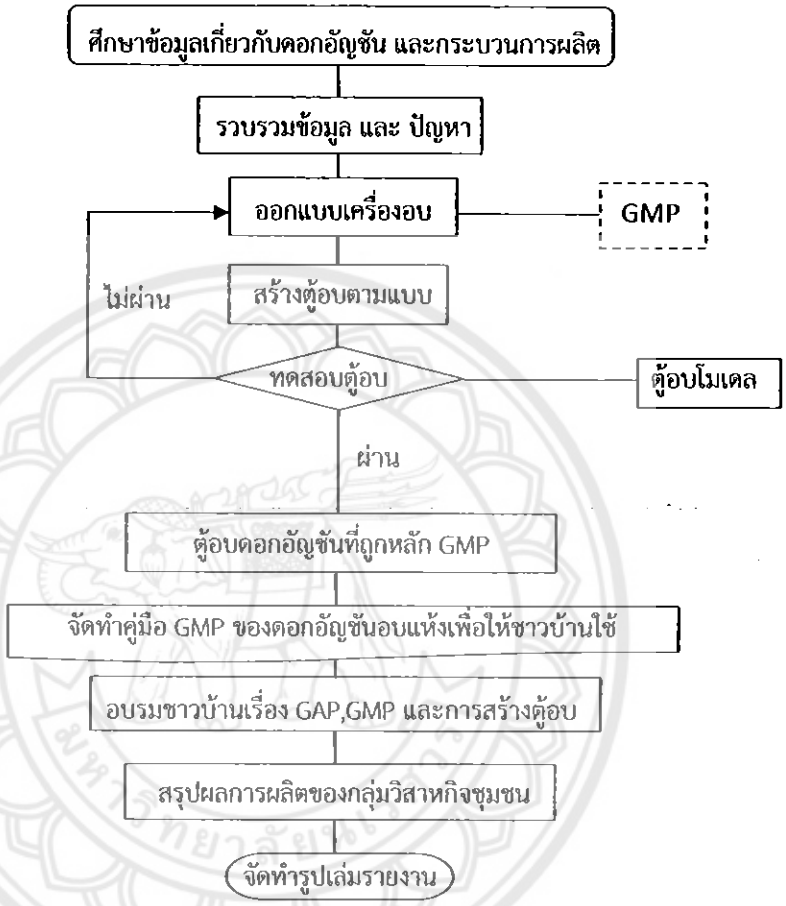
ตารางที่ 2.5 อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับใช้ภายในที่อยู่อาศัย

		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
ใช้พลังงานไฟฟ้า ไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน			8.19
5 หน่วยแรก	(หน่วยที่ 0 - 5)	0	
10 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 6 - 15)	1.3576	
10 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 16 - 25)	1.5445	
10 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 26 - 35)	1.7968	
65 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 36 - 100)	2.1800	
50 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 101 - 150)	2.2734	
250 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 151 - 400)	2.7781	
เกิน 400 หน่วยขึ้นไป	(หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	2.9780	

ที่มา : http://www.eppo.go.th/power/pw-Rate-PEA.html

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงานของคณะผู้จัดทำมีลำดับขั้นตอนและวิธีการดำเนินโครงงานดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงลำดับการปฏิบัติงาน

3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับดอกอัญชัน และกระบวนการผลิต

3.1.1 ศึกษาลักษณะทั่วไปของดอกอัญชัน

ดอกอัญชันที่ใช้จะเป็นดอกอัญชันพันธ์ 5 กลีบ มีการเพาะปลูกขยายพันธ์ด้วยการเพาะเมล็ด มีระยะเวลาในการปลูกก่อนเก็บดอก 45 วัน และสามารถเก็บดอกได้จนต้นอัญชันมีอายุ 2 ปี จึงตัดทิ้ง และเริ่มปลูกใหม่ จะเก็บดอกมาใช้เฉพาะตอนดอกบานเท่านั้น โดยดอกอัญชันสามารถนำมารับประทานได้ทั้งดอกสด และดอกแห้ง

3.1.2 ศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ดอกอัญชัน

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากดอกอัญชันที่เราสนใจในที่นี้ก็คือดอกอัญชันอบแห้ง โดยนำดอกสดของดอกอัญชันมาตากแดด ให้มีลักษณะดังต่อไปนี้

3.1.2.1 ดอกอัญชันแห้งมีความชื้นเหลืออยู่ประมาณร้อยละ 7 10

3.1.2.2 ดอกอัญชันแห้งต้องไม่มีสิ่งสกปรกปะปนมา

3.1.2.3 สีของดอกอัญชันแห้งต้องไม่ซีด

3.1.2.4 ดอกอัญชันแห้งต้องไม่มีสารปนเปื้อน (สารเคมี)

3.1.2.5 ดอกอัญชันแห้งนั้นต้องไม่ขึ้นรา

3.1.3 ศึกษาและเก็บข้อมูลขั้นตอนการผลิตดอกอัญชันอบแห้ง

3.1.3.1 เก็บข้อมูลการเก็บดอกอัญชันสดมาจากต้น

เก็บข้อมูลของการเก็บดอกอัญชันสดจากต้น ในส่วนของภาชนะที่ใช้ในการบรรจุขณะเก็บ ลักษณะการเก็บดอกอัญชัน ช่วงเวลาที่ในการเก็บดอกอัญชัน การแต่งกายหรือการสวมอุปกรณ์ป้องกันระหว่างเก็บดอกอัญชัน และปัญหาในการเก็บดอกอัญชันสด

3.1.3.2 เก็บข้อมูลลักษณะการตาก และสถานที่ใช้ในการตากดอกอัญชันของชาวบ้าน

เก็บข้อมูลการตากดอกอัญชัน ในส่วนของบริเวณที่ใช้ตาก ภาชนะ หรือวัสดุที่ใช้รองตาก ช่วงเวลาที่ตาก ระยะเวลาที่ใช้ในการตาก และปัญหาของการตาก

3.1.3.3 เก็บข้อมูลลักษณะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และการรับซื้อของวิสาหกิจชุมชน

เก็บข้อมูลลักษณะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เพื่อรอส่งลูกค้า ในส่วนของสถานที่ที่ใช้ในการเก็บรักษา วิธีการเก็บรักษา ระยะเวลาในการเก็บรักษา และปัญหาจากการเก็บรักษา

3.1.4 ศึกษาและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ ในการผลิตดอกอัญชันอบแห้ง

ศึกษาปัญหาที่เก็บมารวบรวมไว้เป็นข้อมูลว่าปัญหาใดที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการมากที่สุด และสมควรแก้ก่อน และวิเคราะห์ต่อว่าควรใช้หลักการใดเพื่อช่วยแก้ไขปัญหานั้นๆ

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลและปัญหาในการผลิตดอกอัญชันอบแห้ง

3.2.1 จำแนกปัญหาออกเป็นส่วนๆ ตามกระบวนการผลิต

3.2.2.1 ปัญหาที่เกิดจากการปฏิบัติงาน เช่น การปนเปื้อนสิ่งสกปรกจากการเก็บดอกอัญชัน การตากดอกอัญชันในบริเวณที่ไม่เหมาะสม

3.2.2.2 ปัญหาที่เกิดจากสภาพแวดล้อม เช่น ตากดอกอัญชันไม่ได้เนื่องจากฝนตก

3.2.2.3 ปัญหาที่เกิดจากปัจจัยอื่นๆ เกิดการปนเปื้อนสารพิษที่ปลิวมาจากนาข้าว

เลขหมู่ ปร. ธ116ก 2554

3.2.2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีที่ใช้ในการแก้ปัญหา

3.2.2.1 ศึกษาข้อมูลของหลัก GMP และ GAP เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีความเป็นมาตรฐานมากขึ้น

3.2.2.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับตู้อบต่างๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบตู้อบให้ตรงตามความต้องการ โดยคำนึงถึงข้อจำกัดต่างๆ ของผู้ใช้ตู้อบ

3.3 ออกแบบเครื่องอบดอกอัญชัน

3.3.1 ศึกษารูปแบบของตู้อบแบบต่างๆ ที่มีอยู่ภายในปัจจุบัน

ศึกษารูปแบบต่างๆ ของตู้อบ และเลือกแบบที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด โดยเลือกตู้อบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เนื่องจากใช้พลังงานน้อย และชาวบ้านสามารถสร้าง และบำรุงรักษาเองได้ จึงเหมาะสมกับชาวบ้านที่เป็นลูกข่ายของวิสาหกิจชุมชนที่สุด

3.3.1.1 ตู้อบแบบใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์

3.3.1.2 ตู้อบแบบลมร้อนโดยใช้พลังงานไฟฟ้า

3.3.1.3 ตู้อบแบบลมร้อนโดยใช้แก๊ส

3.3.2 ออกแบบตู้อบให้ตรงตามความต้องการ

3.3.2.1 ออกแบบโครงสร้างของตู้อบ

โครงสร้างตู้อบจะออกแบบให้มีความซับซ้อนที่น้อย และสามารถหาวัสดุที่ใช้ในการสร้างได้ทั่วไป เพื่อง่ายต่อการสร้างตู้อบของชาวบ้าน (สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน)

3.3.2.2 ออกแบบระบบรับพลังงานแสงอาทิตย์

ส่วนรับพลังงานแสงอาทิตย์จะออกแบบให้มีลักษณะเป็นตู้ที่โปร่งใสทางด้านบนและด้านข้าง เพื่อสร้างสภาวะในตู้ให้เป็นเรือนกระจก

3.3.2.3 ออกแบบส่วนที่เพิ่มอุณหภูมิ

ออกแบบส่วนเพิ่มอุณหภูมิเพื่อช่วยในการใช้งานภายในวันที่ไม่มีแดด จะออกแบบโดยใช้แหล่งความร้อนมาจากเตาไฟ

3.3.2.4 ออกแบบส่วนที่ใช้วางผลิตภัณฑ์

ส่วนที่วางดอกอัญชันนี้เป็นส่วนที่สัมผัสกับอาหารโดยตรง และมีผลกระทบต่อตัวผลิตภัณฑ์อย่างมาก ดังนั้นจึงต้องออกแบบให้มีผลกระทบต่อตัวผลิตภัณฑ์น้อยที่สุดและถูกหลัก GMP (Good Manufacturing Practice) ด้วย

3.3.2.5 ออกแบบระบบระบายอากาศ

ระบบระบายอากาศนั้นต้องออกแบบให้มีการระบายอากาศออกอย่างสะดวก เพื่อดูดเอาอากาศที่มีความชื้นออกจากตู้ ซึ่งจะทำให้ดอกอัญชันนั้นแห้งเร็วขึ้น

3.4 ทำการสร้างเครื่องอบแห้งดอกอัญชัน

3.4.1 เตรียมพื้นที่ที่จะใช้ในการสร้าง

ทำการเตรียมพื้นที่โดยการปรับพื้นที่ให้มีสภาพที่เหมาะสมตามหลัก GMP

3.4.2 เตรียมวัสดุและอุปกรณ์

เตรียมวัสดุต่างๆ ที่ใช้สร้างตู้อบ รวมไปถึงอุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ที่ต้องใช้ในการสร้างตู้อบ

3.4.3 เริ่มสร้างตู้อบ

3.4.3.1 เริ่มจากการเตรียมวัสดุที่ใช้ในการสร้างตู้อบ โดยการเตรียมไม้ด้วยการทาน้ำยาป้องกันปลวก และสีพลาสติกป้องกันเชื้อราที่ไม้ทุกชิ้นที่จะนำมาทำเป็นตู้อบ

3.4.3.2 ขุดหลุมเพื่อตั้งเสาของตู้อบ

3.4.3.3 เริ่มสร้างโครงของตู้อบดอกอัญชันโดยยึดติดกับเสา และมีการทาสีพลาสติกทับบริเวณหัวตะปูหรือจุดต่างๆเพิ่ม เพื่อป้องกันสนิม

3.4.3.4 ติดแผ่นสังกะสีกับโครงตู้ โดยแต่ละแผ่นชิดติดกันไม่ให้สังกะสีมีรอยรั่ว

3.4.3.5 ติดแผ่นพลาสติกใสกับโครงตู้ โดยใช้กาวซิลิโคนติดบริเวณจุดต่อของพลาสติกกับส่วนอื่นๆ เพื่อป้องกันน้ำรั่วซึมเข้าในตู้

3.4.3.6 ทำส่วนตะแกรงที่ใช้วางดอกอัญชัน โดยใช้ตาข่ายไนลอนเป็นตัวขึง

3.5 จัดทำคู่มือการใช้ตู้อบให้ถูกหลัก GMP

มีการจัดทำคู่มือการใช้ตู้อบ และการผลิตดอกอัญชันอบแห้งให้ถูกหลัก GMP เพื่อให้ชาวบ้านใช้ในการผลิต โดยหากเกิดข้อสงสัยก็สามารถเปิดคู่มือนี้อ่านได้ รวมไปถึงการบำรุงรักษาตู้อบให้มีสภาพดีและถูกหลัก GMP อยู่เสมอ

3.5.1 รวบรวมข้อมูลขั้นตอนการผลิตแบบเก่า

ตรวจดูว่ามีขั้นตอนไหนที่มีข้อผิดพลาด หรือผิดหลัก GMP และเก็บรวบรวมไว้

3.5.2 ออกแบบกระบวนการใหม่

ต้องมีการปรับปรุง พร้อมกับออกแบบกระบวนการนั้นๆ ใหม่โดยยึดหลัก GMP

3.5.3 จัดทำรูปเล่มของคู่มือ

จัดทำรูปเล่ม และส่งต่อให้ชาวบ้านใช้

3.6 ทดลองการใช้ตู้อบและนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับการอบแบบเก่า

วิธีการเปรียบเทียบอุณหภูมิในตู้อบขณะอบแห้งดอกอัญชันในแบบปัจจุบันมีขั้นตอนดังนี้

3.6.1 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.6.1.1 ดอกอัญชันสด

3.6.1.2 เครื่องวัดอุณหภูมิ และความชื้น

3.6.1.3 ตู้อบดอกอัญชัน

3.6.1.4 สังกะสีแผ่นหยัก

3.6.1.5 ตราชั่ง

3.6.1.6 ถุงพลาสติก

3.6.2 การทำการทดลอง

3.6.2.1 เตรียมตู้อบ และแผ่นสังกะสีภายนอกตู้ในช่วงเช้าของวัน

3.6.2.2 เตรียมดอกอัญชันสดจำนวน 20 กิโลกรัม

3.6.2.3 ชั่งน้ำหนักของดอกอัญชันแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนละ 10 กิโลกรัม

3.6.2.4 นำดอกอัญชันส่วนแรกตากในตู้อบ และส่วนที่สองตากบนแผ่นสังกะสีด้านนอก

3.6.2.5 ตั้งเครื่องเก็บอุณหภูมิของทั้งในตู้และบนแผ่นสังกะสี

3.6.2.6 จดบันทึกข้อมูลพฤติกรรมของดอกอัญชันทุกชั่วโมง พร้อมถ่ายรูปลักษณะของดอกทุกชั่วโมง

3.6.2.7 ใช้เวลาในการตากเต็มวันจนหมดแดด แล้วจึงนำดอกอัญชันทั้งสองส่วนมาชั่งน้ำหนักเพื่อบันทึกผล และเปรียบเทียบ

3.6.3 วิธีการวัดผลการทดลอง

3.6.3.1 นำค่าเวลาที่ใช้ในการตากแบบเดิมและแบบใหม่มาเปรียบเทียบว่าเวลาลดลงไปเท่าใด (ใช้วันเวลาและสถานที่เดียวกันในการวัดผล)

3.6.3.2 วัดปริมาณสิ่งเจือปนในแบบเดิมและแบบใหม่ว่าลดลงเท่าใด (ใช้วันเวลาและสถานที่เดียวกันในการวัดผล)

3.7 จัดอบรมชาวบ้านบ้านซ่าน เรื่อง GAP, GMP และการสร้างตู้อบแห้งดอกอัญชัน

จัดอบรมชาวบ้านในเรื่องการผลิตที่ถูกหลัก GAP และ GMP เพื่อให้ชาวบ้านเข้าใจเกี่ยวกับหลักการปฏิบัติที่ถูกต้อง และเข้าใจถึงเหตุผลที่ต้องผลิตแบบ GAP และ GMP และอบรมชาวบ้านเรื่องการสร้างตู้อบแห้งดอกอัญชันให้ถูกหลัก GMP และช่วยลดระยะเวลาในการตากให้น้อยลง

3.7.1 กำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาของการอบรม

3.7.1.1 การผลิตทางอุตสาหกรรม

3.7.1.2 หลักการ GMP (Good Manufacturing Practice)

3.7.1.3 หลักการ GAP (Good Agricultural Practice)

3.7.1.4 การสร้างเครื่องอบให้ถูกหลัก GMP

3.7.2 นัดหมายกำหนดการอบรม

ร่างกำหนดการของการอบรม และติดต่อชาวบ้านเพื่อนัดหมายการอบรมเรื่องการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ถูกหลัก GAP และ GMP

3.7.3 ติดต่อวิทยากร และเตรียมเนื้อหาการอบรม

3.7.3.1 ติดต่อวิทยากรผู้เชี่ยวชาญทางด้าน GAP (Good Agricultural Practice) จากคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3.7.3.2 เตรียมจัดทำเอกสารที่ใช้ประกอบการอบรมเรื่อง GAP (Good Agricultural Practice) และ GMP (Good Manufacturing Practice) และเรื่องการสร้างตู้อบแห้งดอกอัญชัน

3.7.4 เตรียมงาน และจัดการอบรม

ติดต่อขอใช้ห้องประชุมโรงเรียนบ้านซ่าน

3.7.5 แจกแบบประเมินเพื่อประเมินการอบรม

แจกแบบประเมินเพื่อวัดว่าชาวบ้านได้รับความรู้ และความสนใจในการผลิตแบบ GAP, GMP และการสร้างตู้อบแห้งดอกอัญชัน

3.8 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

วิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลและเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

3.9 จัดทำรูปเล่มรายงานและนำเสนอผลงาน

จัดทำรูปเล่มรวบรวมข้อมูลทฤษฎี วิธีการทำงาน และผลการทดลองพร้อมสรุปผลอย่างละเอียด พร้อมนำเสนอผลงาน

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิเคราะห์

4.1ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับดอกอัญชัน และกระบวนการผลิต

อัญชัน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า ClitoriatermateaL. จัดเป็นไม้เลื้อยขนาดเล็ก ใบเป็นรูปไข่ ผิวใบด้านล่างมีขนปกคลุม ดอกมีสีม่วงเข้ม จำนวนของกลีบดอกอัญชันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ อัญชันเป็นพืชที่ขึ้นอยู่ในเขตร้อน เพราะฉะนั้นจึงสามารถปลูกในประเทศไทยได้ และนิยมปลูกกันเพื่อเป็นสมุนไพรไว้รับประทาน จึงได้มีการนำดอกอัญชันมาแปลรูปจากอัญชันสดมาเป็นอัญชันอบแห้งในปัจจุบัน

4.1.1 สายพันธุ์ของดอกอัญชัน

ดอกอัญชันมีอยู่ 2 สายพันธุ์ที่ปลูกกันมากๆ ในประเทศไทย คือ ดอกอัญชันพันธุ์ 5 กลีบ และดอกอัญชันพันธุ์ 2 กลีบแต่ที่เลือก คือ ดอกอัญชันพันธุ์ 5 กลีบ เพราะดอกอัญชันพันธุ์ 5 กลีบนั้นเวลานำมาแปรรูปจะได้ปริมาณน้ำหนักที่มากกว่าดอกอัญชันพันธุ์ 2 กลีบ

รูปที่ 4.1 ดอกอัญชันพันธุ์ 5 กลีบ

4.1.2 ขั้นตอนการผลิตดอกอัญชันอบแห้งแบบเดิม

4.1.2.1 การเก็บดอกอัญชัน

ส่วนใหญ่จะเก็บดอกอัญชันในช่วงเช้า และชาวบ้านจะนำดอกอัญชันที่เก็บมาได้ไปตากทันที เพราะถ้าตากดอกอัญชันในช่วงบ่ายแล้วเก็บในตอนเย็น ดอกอัญชันจะยังคงมีความชื้นสูงอยู่ เมื่อนำไปเก็บเพื่อรอตากในวันถัดไป ดอกอัญชันจะเกิดเชื้อรา ซึ่งทำให้ต้องทิ้งดอกอัญชันนั้นไป

รูปที่ 4.2 การเก็บดอกอัญชัน

4.1.2.2 การตากดอกอัญชัน

เป็นการตากดอกอัญชันโดยใช้ลี่มารองสังกะสีก่อนตากเพื่อไม่ให้ดอกอัญชันติดกับสังกะสี

รูปที่ 4.3การตากดอกอัญชันแบบเดิม

4.1.2.3การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ดอกอัญชันอบแห้ง

ก. การเก็บรักษาระหว่างตาก

รวบรวมดอกอัญชันใส่ในถุงแล้วมัดปากถุงให้แน่น เพื่อไม่ให้อากาศภายนอกเข้าไป เพราะอาจทำให้เกิดการขึ้นราของดอกอัญชัน แล้วจึงนำดอกอัญชันมาตากในวันถัดไป

รูปที่ 4.4 การเก็บรักษาระหว่างการตาก

ข. การเก็บรักษาเมื่อตากเสร็จแล้ว

รวบรวมดอกอัญชันใส่ในถุงแล้วมัดปากถุงให้แน่น เพื่อไม่ให้อากาศภายนอกเข้าไป เพราะอาจทำให้เกิดการขึ้นราของดอกอัญชัน จากนั้นรวบรวมให้ได้ปริมาณมากๆ แล้วจึงนำดอกอัญชันไปขายให้ผู้รับซื้อดอกอัญชันตากแห้ง

รูปที่ 4.5 การเก็บรักษาดอกอัญชันที่ตากเสร็จแล้ว

4.2ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของการผลิตดอกอัญชันอบแห้ง

จากการเก็บข้อมูลการผลิตดอกอัญชันอบแห้งแบบเดิมของชาวบ้าน ได้พบปัญหาต่างๆในกระบวนการผลิต เช่น มีการพบสิ่งเจือปนและสิ่งสกปรกต่างๆ เช่น ขี้นก ขนนก และฝุ่นละอองต่างๆ ซึ่งมาจากการตากดอกอัญชันแบบระบบเปิด นอกจากนี้ยังพบว่าการตากดอกอัญชันแบบเดิมในวันที่ไม่

มีแสงแดดมาก จะทำให้ดอกอัญชันมีความชื้นสูง เมื่อนำไปเก็บเพื่อรอการตากครั้งต่อไปจะทำให้เกิดเชื้อราขึ้น เช่น ราดำ ราขาว เป็นผลทำให้ต้องทิ้งดอกอัญชันนั้นๆไป

จากปัญหาข้างต้นก็ทำให้สรุปได้ว่าต้องมีการสร้างตู้อบดอกอัญชันเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ทั้งปัญหาด้านการมีสิ่งเจือปนมา และด้านเวลาในการตากให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.3ผลจากการออกแบบตู้อบดอกอัญชัน

จากการวิเคราะห์ปัญหาการผิตดอกอัญชันอบแห้งข้างต้นทำให้ได้ความต้องการด้านต่างๆดังนี้

4.3.1ความต้องการด้านต่างๆ

4.3.1.1ตู้อบดอกอัญชันจะต้องปกป้องดอกอัญชันจากสิ่งเจือปนต่างๆในขณะที่ตากดอกอัญชัน

4.3.1.2ตู้อบดอกอัญชันจะต้องลดระยะเวลาในการตากลงจากเดิมเพื่อไม่ให้เกิดเชื้อรา

4.3.1.3ตู้อบดอกอัญชันจะต้องมีพื้นที่ในการตากเพียงพอสำหรับการผลิตของชาวบ้านแต่ละราย

4.3.1.4ตู้อบดอกอัญชันจะต้องไม่ใช้พลังงานเยอะเนื่องจากจะทำให้เกิดรายจ่ายที่มากขึ้น

4.3.1.5งบประมาณในการสร้างตู้อบดอกอัญชันจะต้องไม่สูง

4.4.1.6วัสดุที่ใช้ในการสร้างตู้อบดอกอัญชันจะต้องสามารถหาได้ง่ายภายในชุมชน เพื่อที่ลูกข่ายจะได้สามารถสร้างตู้ไว้ใช้เองได้

4.3.2ลักษณะจำเพาะ

จากการวิเคราะห์ลักษณะของผลิตภัณฑ์ และความต้องการทำให้สามารถกำหนดลักษณะจำเพาะได้ดังนี้

4.3.2.1ส่วนโครงสร้างตู้ มีลักษณะคล้ายบ้าน ทำจากไม้ไผ่ และไม้ยูคาลิปตัส ไม้ทุกชิ้นจะต้องทาสีป้องกันเชื้อราก่อนนำมาสร้างเพื่อไม่ให้ตู้อบเกิดเชื้อราซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เสียหาย

4.3.2.2ส่วนที่ใช้ในการปกป้องดอกอัญชันจากสิ่งเจือปน แมลงต่างๆตามข้อกำหนดด้านสุขาภิบาลของ GMPโดยใช้เป็นวัสดุโปร่งใสเช่นพลาสติก กระจกใส เพื่อให้แสงแดดสามารถผ่านมาหาดอกอัญชันได้ และทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจกภายในตู้อบ ซึ่งจะทำให้ได้อุณหภูมิที่สูงขึ้น

4.3.2.3ส่วนช่วยในการเพิ่มอุณหภูมิ ประกอบด้วยแผ่นสังกะสีสีเงิน และเตาไฟ

4.3.2.4ส่วนระบบระบายอากาศ มีพัดลมดูดอากาศดูดอากาศร้อนออกจากตู้อบ 1ตัว เพื่อให้มีการระบายอากาศที่ดี ตามหลักการด้านสถานที่ตั้งเพื่อให้มีการระบายอากาศที่ดีของ GMP

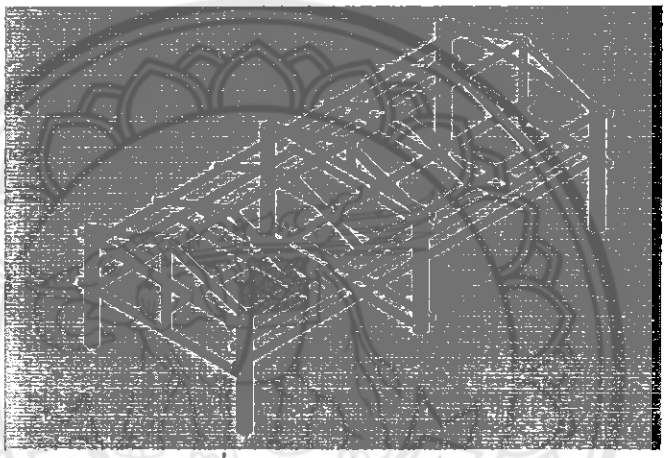
4.3.3ศึกษารายละเอียด

จากการวิเคราะห์ความต้องการด้านต่างๆ และลักษณะจำเพาะทำให้ได้รายละเอียดของเครื่องอบดอกอัญชันได้ดังนี้

4.3.3.1ส่วนโครงสร้างตู้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 2เมตร ยาว 4เมตร สูง 1.1เมตร ประกอบด้วยเสาไม้ยูคาลิปตัส6ต้น และส่วนอื่นเป็นไม้ไผ่

ก.วัสดุประกอบด้วยไม้ยูคาลิปตัส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10เซนติเมตร ยาว 1.5 เมตร 6ต้น ไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5เซนติเมตร ยาว 4เมตร 8ลำ ยาว 2เมตร 7ลำ ยาว 50 เซนติเมตร 2ลำและไม้ระแนงขนาด กว้าง 5เซนติเมตร หนา 1.5เซนติเมตร ยาว 2เมตร 8ชิ้น

ข.เหตุผล เนื่องจากต้องการพื้นที่ในการตากดอกอัญชันภายในตู้ให้พอสำหรับการตากดอกอัญชัน 10กิโลกรัม ดังนั้นจึงต้องออกแบบตู้ให้มีพื้นที่เพียงพอ จากการสำรวจพื้นที่ 1ตารางเมตร จะสามารถตากดอกอัญชันได้ 1.5 กิโลกรัม เพราะฉะนั้นจึงต้องสร้างตู้ให้มีขนาดพื้นที่ให้เพียงพอที่จะบรรจุถาดวางดอกอัญชันที่มีขนาดพื้นที่10/1.5=6.67ตารางเมตรได้



รูปที่ 4.6โครงสร้างของตู้อบ

4.3.3.2ส่วนที่ใช้ในการปกป้องดอกอัญชันจากสิ่งเจือปน และแมลงต่างๆตามหลักของ GMP โดยออกแบบให้มีลักษณะใสเพื่อเปิดให้แสงแดดส่องผ่านเข้าภายในตู้ได้ด้วย

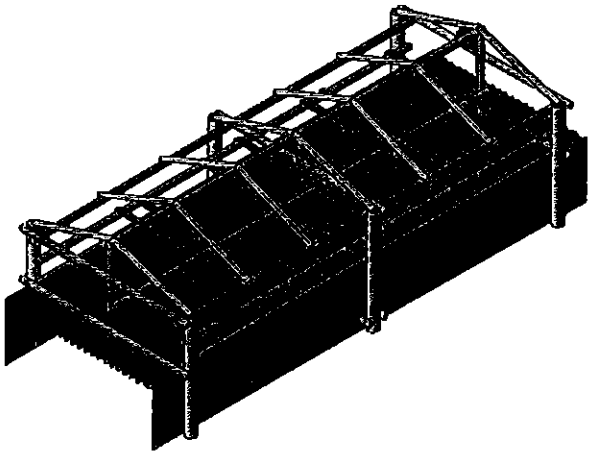
ก.วัสดุทำมาจากแผ่นพลาสติกใส (PE)หน้ากว้าง 1.5เมตร ยาว 12เมตร

ข.เหตุผลเลือกใช้พลาสติกใสชนิด PEเพราะง่ายต่อการประกอบเข้ากับตู้ และยังไม่แตกหักง่าย อีกทั้งยังมีราคาถูกที่สุดในวัสดุจำพวกวัสดุใส

4.3.3.3ส่วนช่วยในการเพิ่มอุณหภูมิออกแบบให้เป็นแผ่นสังกะสีเพื่อสะท้อนแสงแดดที่ลอดผ่านดอกอัญชันลงไปสะท้อนกลับขึ้นมาหาดอกอัญชันอีกครั้ง และยังทำหน้าที่เพื่อแผ่ความร้อนจากเตาไฟด้านล่างเข้ามาในตู้ โดยแผ่นสังกะสีจะวางตัวเฉียงจากกลางตู้ขึ้นสู่ปลายตู้

ก. วัสดุจะประกอบด้วยสังกะสีแบบลอนขนาด70x240 เซนติเมตร จำนวน 6แผ่น สังกะสีแผ่นเรียบหนา 1 มิลลิเมตร กว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 4.6 เมตร จำนวน 2 แผ่น

ข. เหตุผลใช้สังกะสีลอนเพื่อกระจายแสงที่สะท้อนขึ้นให้ทั่ว และเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการแผ่ความร้อนจากเตาไฟให้ตู้อบ



รูปที่ 4.7 แสดงการจัดวางสังกะสีเพื่อช่วยในการเพิ่มอุณหภูมิ

4.3.3.4ส่วนระบบระบายอากาศ มีพัดลมดูดอากาศดูดอากาศร้อนออกจากตู้อบเพื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศผ่านผลิตภัณฑ์ และเป็นการดูดอากาศชื้นไปทิ้งนอกตู้ด้วยและเป็นการระบายอากาศที่ดีตามหลักการของ GMP

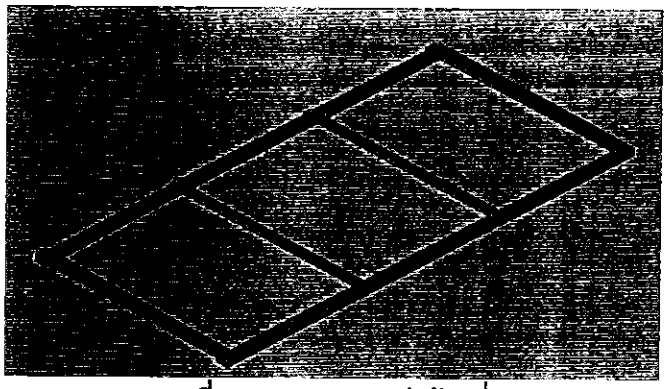
ก. วัสดุประกอบด้วยพัดลมดูดอากาศกระแสสลับขนาด 6 นิ้ว และไม้ระแนงเพื่อทำกรอบของพัดลม

ข. เหตุผลตู้อบดอกอัญชันต้องมีระบบระบายอากาศเพื่อให้อัตราการไหลของอากาศผ่านผลิตภัณฑ์มีมากขึ้นเพื่อเพิ่มอัตราการแห้งตัวของดอกอัญชัน และต้องมีกรอบไม้เพื่อให้สามารถถอดเอาพัดลมออกจากตู้อบได้

4.3.3.5แผงรองตาก เป็นกรอบไม้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 95เซนติเมตร ยาว 195 เซนติเมตร แล้วขึงด้วยลี่ให้ตึงโดยเลือกวัสดุนี้เพราะเป็นส่วยที่สัมผัสกับอาหาร จึงต้องเป็นวัสดุที่ไม่ขึ้นสนิมและไม้เกิดเชื้อรา ตามหลักการด้านอุปกรที่ใช้ในการผลิตของ GMPโดยวัสดุที่สัมผัสกับอาหารต้องไม่เป็นวัสดุที่ก่อให้เกิดสนิม และเชื้อรา

ก. โครงกรอบไม้ทำจากไม้ระแนงขนาดกว้าง 5 เซนติเมตร หนา 1.5 เซนติเมตร และขึงด้วยลี่

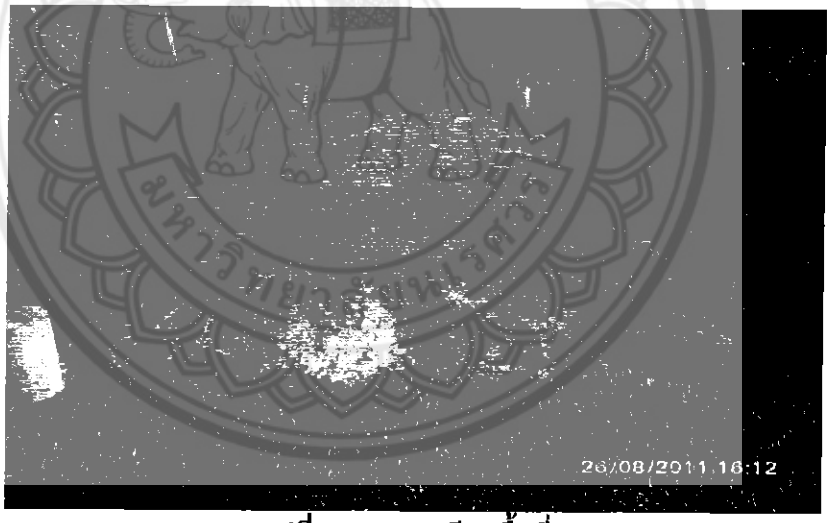
ข. ออกแบบส่วนที่วางดอกอัญชันให้สามารถนำออกมานอกตู้ได้เพื่อเวลาวางดอกอัญชันจะได้นำออกมาทำงานภายในอาคารได้ แล้วจึงยกตะแกรงไปใส่ไว้ในตู้ในตอนที่ตาก และขึงด้วยลี่เพื่อไม่ให้ดอกอัญชันติดกับอุปกรณ์รองตาก



รูปที่ 4.8แผงรองตากขึงด้วยลี่

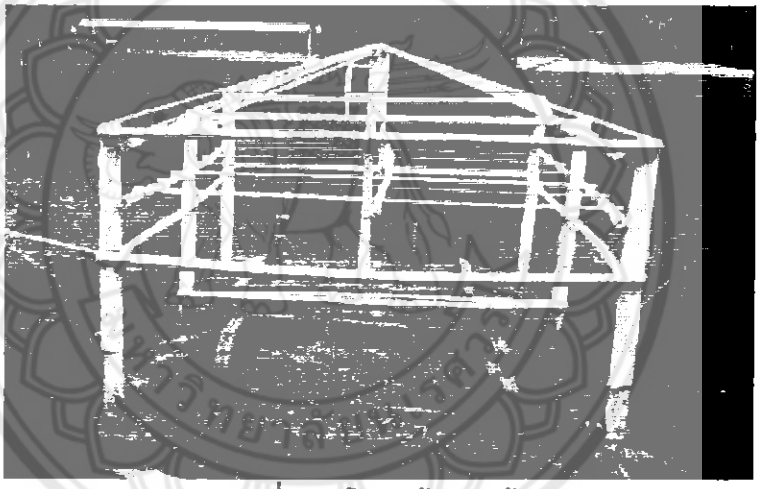
4.4 ผลจากการสร้างตู้อบดอกอัญชัน

จากการสร้างตู้อบดอกอัญชันผลที่ได้คือตู้อบดอกอัญชันที่มีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 1.5 เมตร (วัดจากพื้นดินถึงหลังคา) ซึ่งจะทำให้ บรรจุแผงรองตากได้ 4 แผง ทำให้ได้พื้นที่ในการตากเท่ากับ 7.41ตารางเมตรซึ่งเพียงพอกับพื้นที่ที่ต้องการ6.67ตารางเมตร สามารถอบดอกอัญชันสดได้ครั้งละประมาณ10กิโลกรัม ซึ่งจะทำให้ได้ดอกอัญชันอบแห้งออกมา 1กิโลกรัม โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้



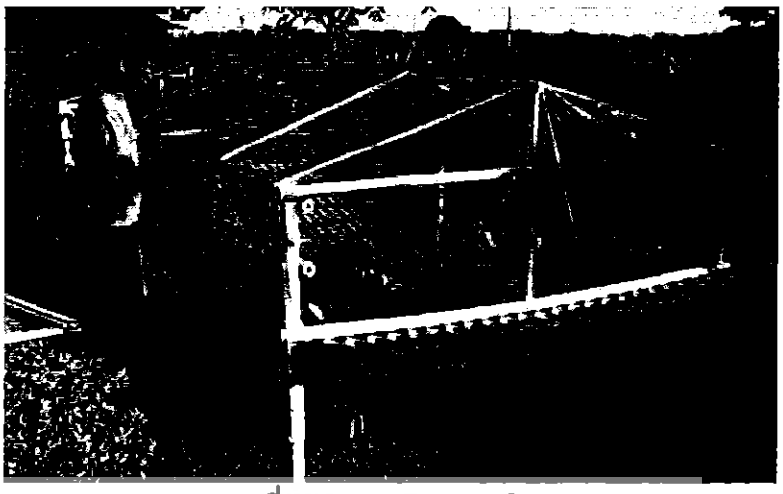
รูปที่ 4.9 การเตรียมพื้นที่

รูปที่ 4.10การเตรียมไม้เพื่อสร้างตู้

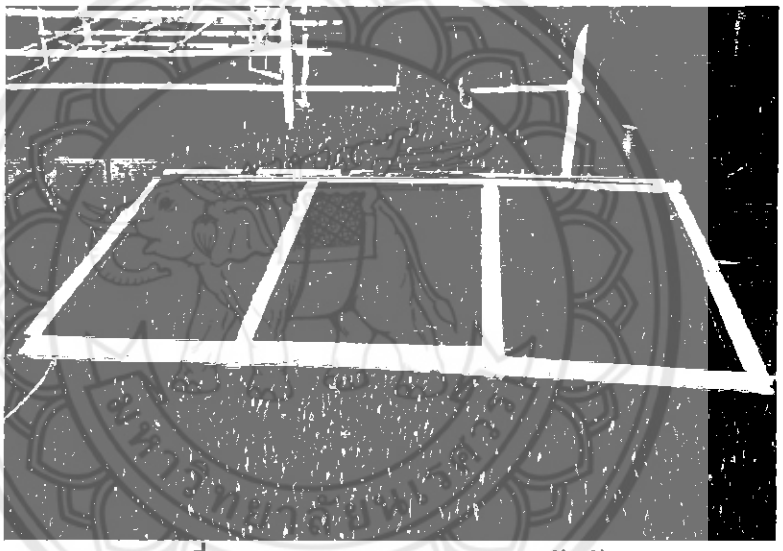


รูปที่ 4.11โครงสร้างของตู้

รูปที่ 4.12การประกอบแผ่นสังกะสีเพื่อสะท้อนแสง



รูปที่ 4.13การคลุมพลาสติก



รูปที่ 4.14การประกอบถาดวางดอกอัญชัน

รูปที่ 4.15การประกอบพัดลมเข้ากับตัวตู้

4.4.1พิจารณาตู้อบดอกอัญชันตามหลักการของ GMP

4.4.1.1 ตู้อบดอกอัญชันตั้งอยู่ในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และไม่ตั้งอยู่ใกล้กับสถานที่เลี้ยงสัตว์ต่างๆ และไม่เป็นบริเวณที่ชื้นแฉะโดยมีการเตรียมพื้นที่ก่อนสร้างโดยการเททรายหรือหินในกรณีที่เป็นพื้นที่ต่ำเพื่อป้องกันน้ำขัง

4.4.1.2 วัสดุที่ใช้วางอาหารทำมาจากวัสดุที่ไม่เกิดสนิม และเชื้อราโดยทำมาจาก ผ้ามุ้งไนลอน และไม้ระแนงซึ่งถูกทาสีป้องกันเชื้อราไว้แล้ว และแผงรองตากดังกล่าวมีการออกแบบให้วางอยู่สูงจากพื้นมากกว่า 60 เซนติเมตร ตามหลักการ GMP หัวข้อเครื่องมือเครื่องจักรในการผลิต

4.4.1.3 ตู้อบดอกอัญชันมีพลาสติกคลุมทั้งตู้ เพื่อป้องกันสิ่งสกปรก และแมลงต่างๆ ตามหลักการ GMP ด้านสุขาภิบาลว่าต้องมีการป้องกันผลิตภัณฑ์จากแมลง และสิ่งสกปรก

4.5ผลจากการอบรมชาวบ้าน

จากการอบรมชาวบ้านเกี่ยวกับเรื่อง GAP และ GMP และวิธีการสร้างตู้อบดอกอัญชัน พบว่าจากเดิมชาวบ้านไม่มีความรู้เกี่ยวกับเรื่อง GMPและ GAPหลังจากผ่านการอบรมชาวบ้านได้รับความรู้เกี่ยวกับ GAPและGMPและเข้าใจในความสำคัญของGAPและ GMPมากขึ้นจากแบบสอบถามชาวบ้านได้ประเมินว่ามีความรู้เฉลี่ยระดับ 8 จากทั้งหมด 10 ระดับ โดยชาวบ้านมีความรู้เฉลี่ยก่อนเข้าอบรมเท่ากับ 1.092 และความรู้หลังเข้ารับการอบรมเท่ากับ 9.092 และพบว่ามีผู้สนใจที่จะสร้างตู้อบดอกอัญชันเป็นจำนวนมาก คิดเป็นร้อยละ 80 จากชาวบ้านที่เข้าฟังการอบรมทั้งหมด 65 ราย

4.6 ผลการทดลองใช้ตู้อบดอกอัญชัน

การทดลองเป็นการทดลองเปรียบเทียบค่าระหว่างวิธีการทดลองแบบเดิมของชาวบ้าน กับการอบดอกอัญชันโดยใช้ตู้อบ เพื่อเปรียบเทียบเวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชันโดยมีการบันทึกข้อมูลต่างๆเช่น อุณหภูมิ ณ เวลาต่างๆ น้ำหนักที่ลดลงของดอกอัญชันในเวลาต่างๆ

4.6.1 การทดลอง

ตัวแปรต้นของการทดลองคือวิธีการตากแห้งดอกอัญชัน มีอยู่สองแบบคือ ใช้ตู้อบดอกอัญชัน และใช้วิธีการตากแบบเดิม ส่วนตัวแปรตามของการทดลอง คือเวลาในการตากแห้งดอกอัญชันโดยวัดจากการตรวจน้ำหนักของดอกอัญชันระหว่างการตากทุกๆชั่วโมง โดยจะหยุดตากดอกอัญชันเมื่อดอกอัญชันมีน้ำหนักลดลงเหลือ 1ใน 10 ของน้ำหนักเริ่มต้น

บริเวณที่ใช้ตากจะอยู่ในบริเวณเดียวกันทั้งสองแบบเพื่อให้ได้ปริมาณแดดที่เท่าๆกันและมีสภาพแวดล้อมที่เหมือนกันด้วย ในช่วงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2554- มกราคมพ.ศ. 2555

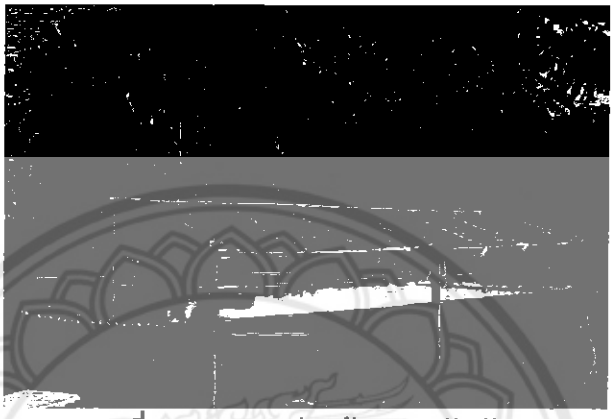
การจุดเตาไฟ เนื่องจากการทดลองอยู่ในช่วงฤดูหนาว ดังนั้น การจุดเตาไฟจะช่วยเพิ่มอุณหภูมิในการตากเพื่อให้ดอกอัญชันแห้งตัวไว้กว่าเดิม เชื้อเพลิงที่ใช้ คือ ถ่านไม้

สมมติฐานที่ 1 เครื่องอบดอกอัญชันมีประสิทธิภาพเมื่อเครื่องอบดอกอัญชันสามารถอบดอกอัญชันให้แห้งได้โดยประหยัดเวลาลงจากเดิมไม่ต่ำกว่าร้อยละ30

สมมติฐานที่ 2 เครื่องอบดอกอัญชันไม่มีประสิทธิภาพ เมื่อเครื่องอบดอกอัญชันไม่สามารถอบดอกอัญชันให้แห้งโดยลดเวลาลงจากเดิมไม่น้อยกว่าร้อยละ30

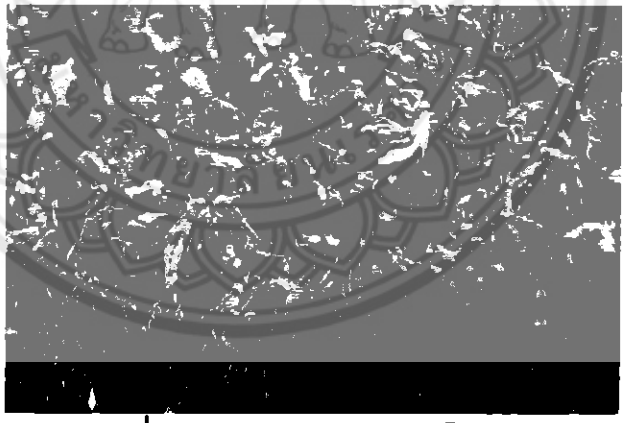
4.6.1.1 วิธีการทดลอง

ก) เตรียมตู้อบ และแผ่นสังกะสีภายนอกตู้ในช่วงเช้าของวัน(ก่อน 8.00 น.)



รูปที่ 4.16 การเตรียมตู้อบดอกอัญชัน

ข) เตรียมดอกอัญชันสดจำนวน 20 กิโลกรัม

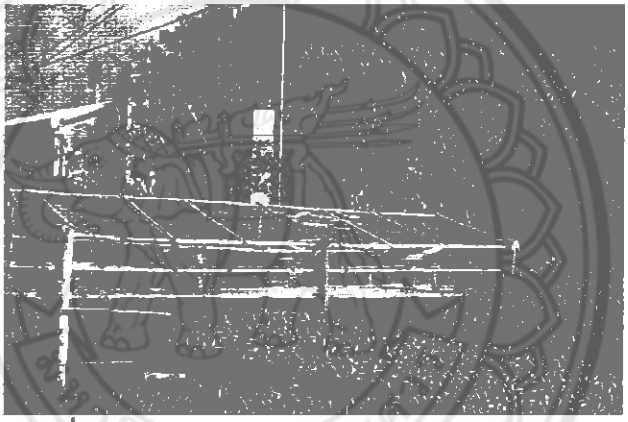


รูปที่ 4.17 ดอกอัญชันสด 20 กิโลกรัม

ค) ชั่งน้ำหนักของดอกอัญชันแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนละ 10 กิโลกรัม

รูปที่ 4.18 การแบ่งดอกอัญชันออกเป็นส่วนละ 10 กิโลกรัม

ง) นำดอกอัญชันส่วนแรกตากในตู้อบ และส่วนที่สองตากบนแผ่น**สังกะสีด้านนอกตู้อบ**



รูปที่ 4.19 การตากดอกอัญชันในตู้อบและนอกตู้อบ

จ) ตั้งเครื่องเก็บอุณหภูมิของทั้งในตู้และบนแผ่นสังกะสีนอกตู้อบ

รูปที่ 4.20 เครื่องวัดอุณหภูมิ

ฉ) จดบันทึกข้อมูลพฤติกรรมของดอกอัญชัน ชั่งน้ำหนัก พร้อมถ่ายรูปลักษณะของดอกทุกชั่วโมง

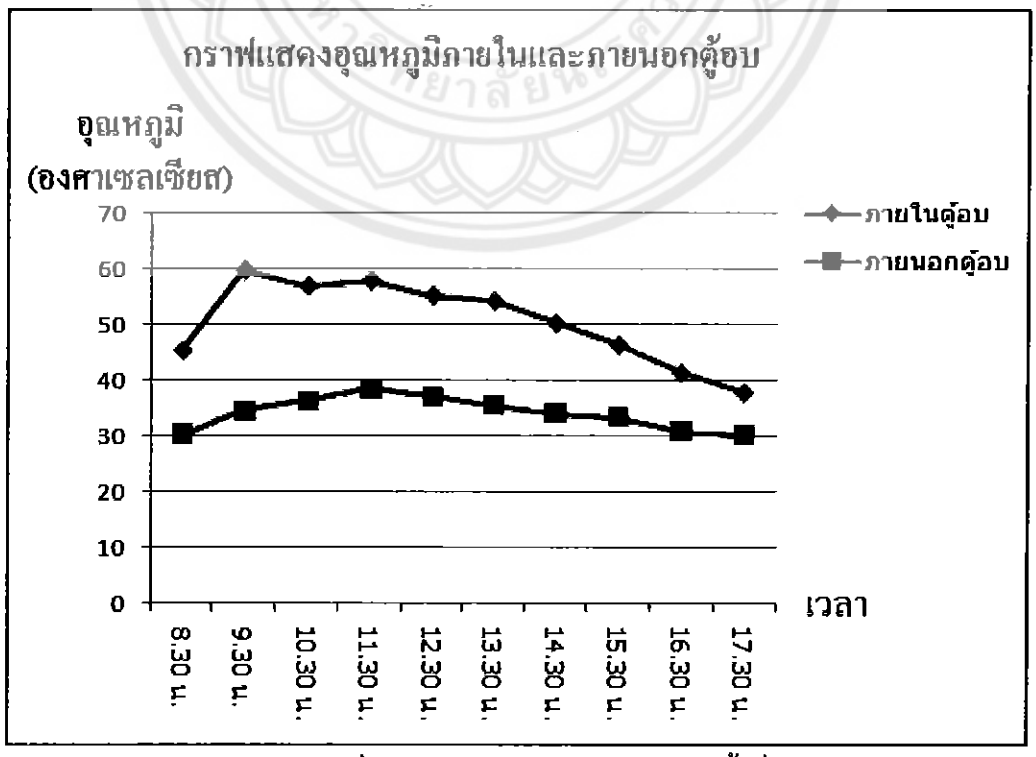
รูปที่ 4.21 การวัดน้ำหนักของดอกอัญชันทุก 1 ชั่วโมง

ช) ใช้เวลาในการตากเต็มวันจนหมดแดด(17.30 น.) แล้วจึงนำดอกอัญชันทั้งสองส่วนมาชั่งน้ำหนักเพื่อบันทึกผลและเปรียบเทียบ

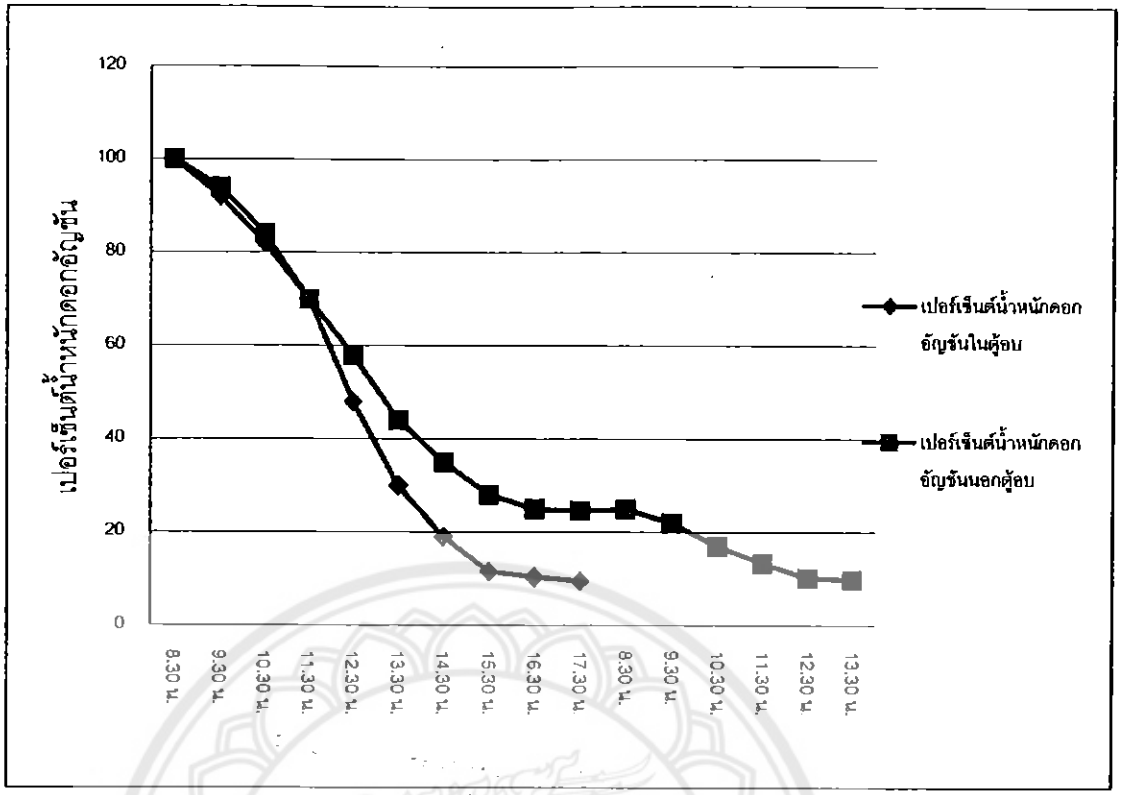
4.6.1.2วิธีการวัดผลการทดลอง

ก) นำค่าเวลาที่ใช้ในการตากแบบเดิมและแบบใหม่มาเปรียบเทียบว่าเวลาลดลงไปเท่าใด(ใช้วันเวลาและสถานที่เดียวกันในการวัดผล)

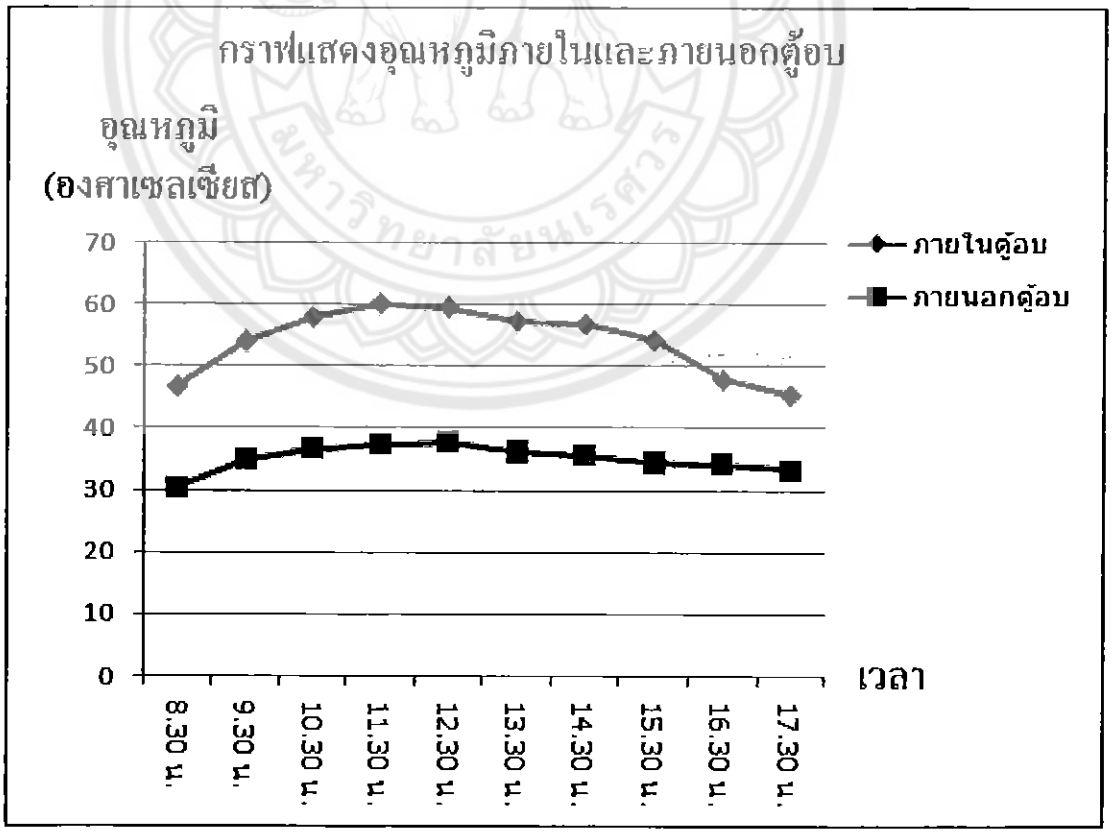
ข) วัดปริมาณสิ่งเจือปนในแบบเดิมและแบบใหม่ว่าลดลงเท่าใด (ใช้วันเวลาและสถานที่เดียวกันในการวัดผล)



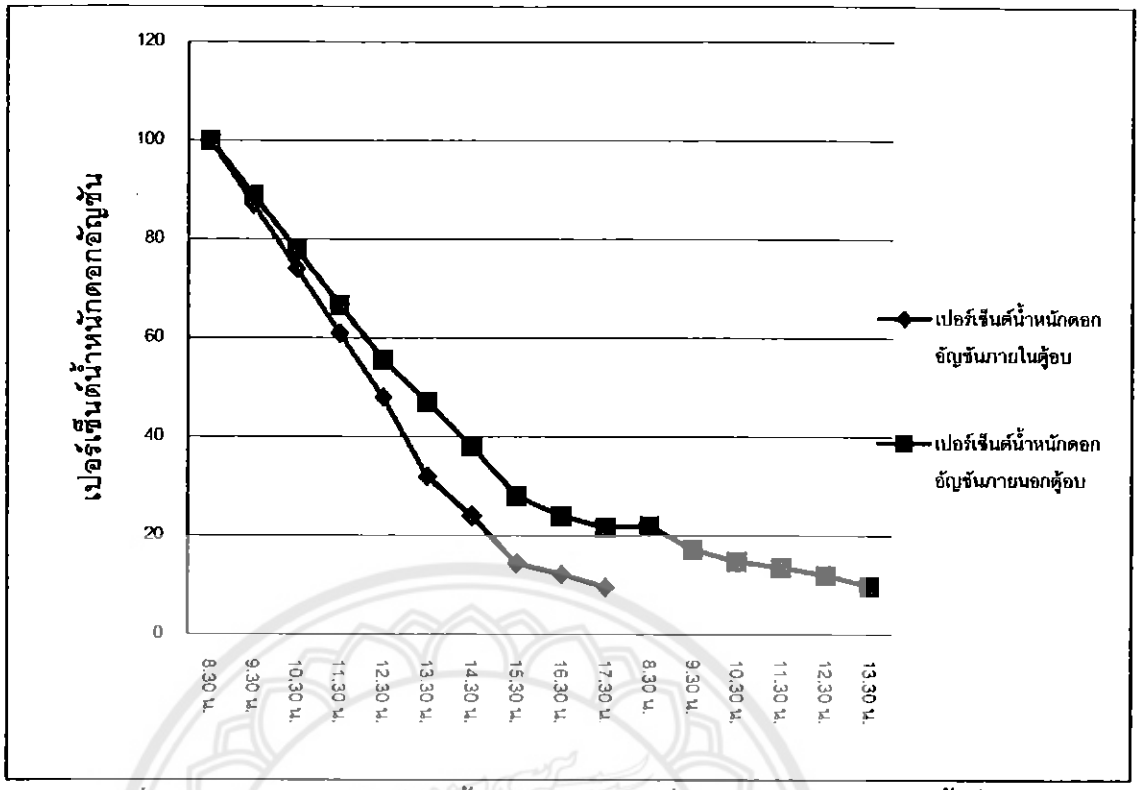
รูปที่ 4.22กราฟอุณหภูมิการทดลองครั้งที่ 1



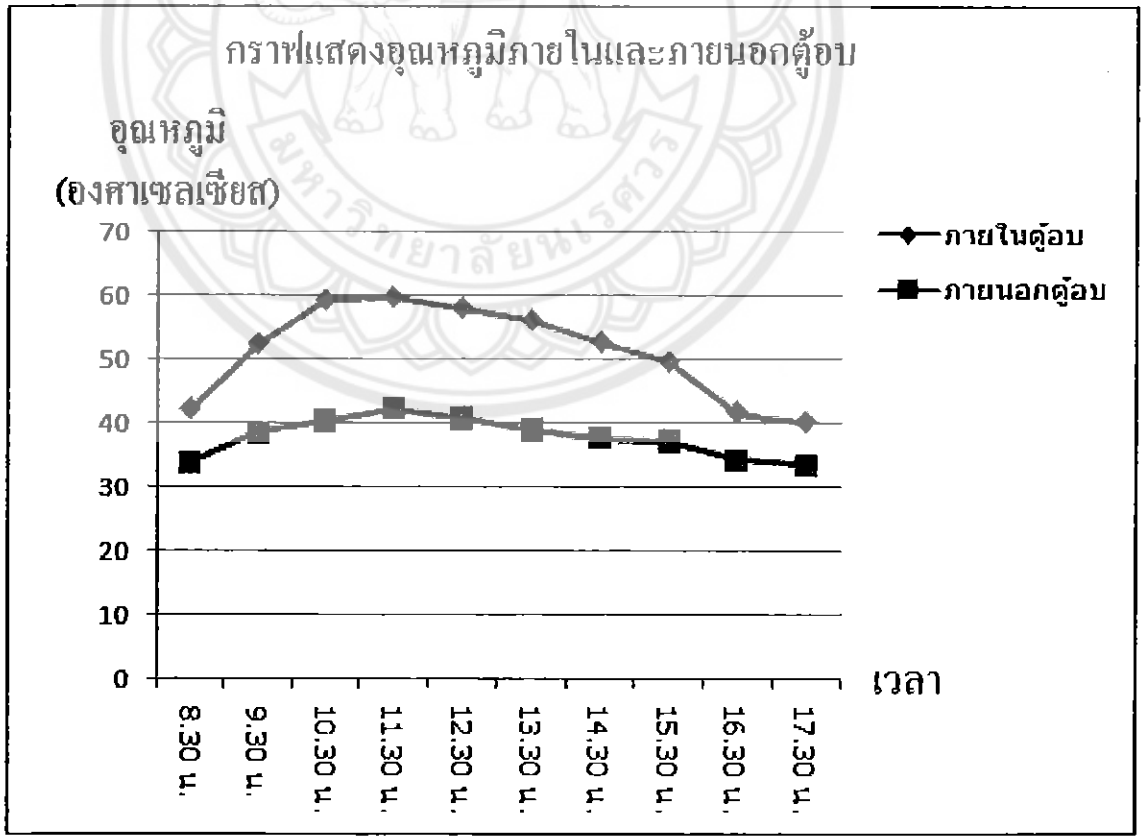
รูปที่ 4.23กราฟแสดงร้อยละของน้ำหนักดอกอัญชันที่หายไปของการทดลองครั้งที่ 1



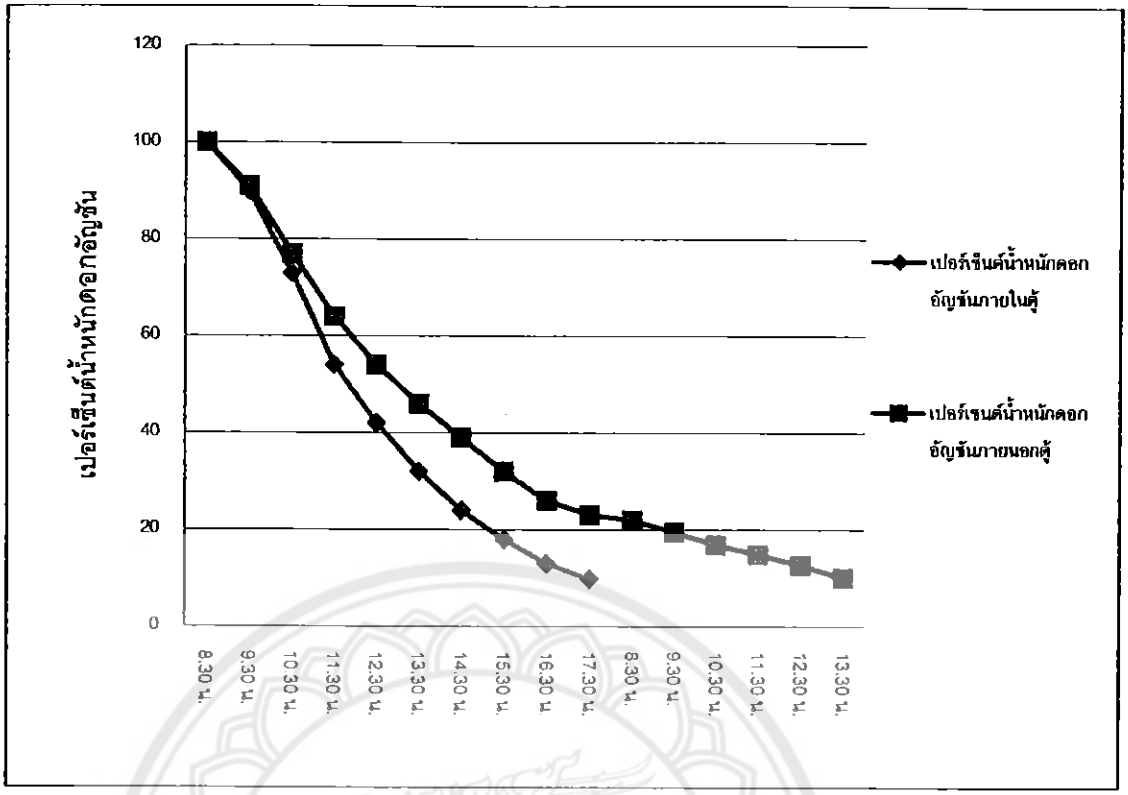
รูปที่ 4.24กราฟอุณหภูมิการทดลองครั้งที่2



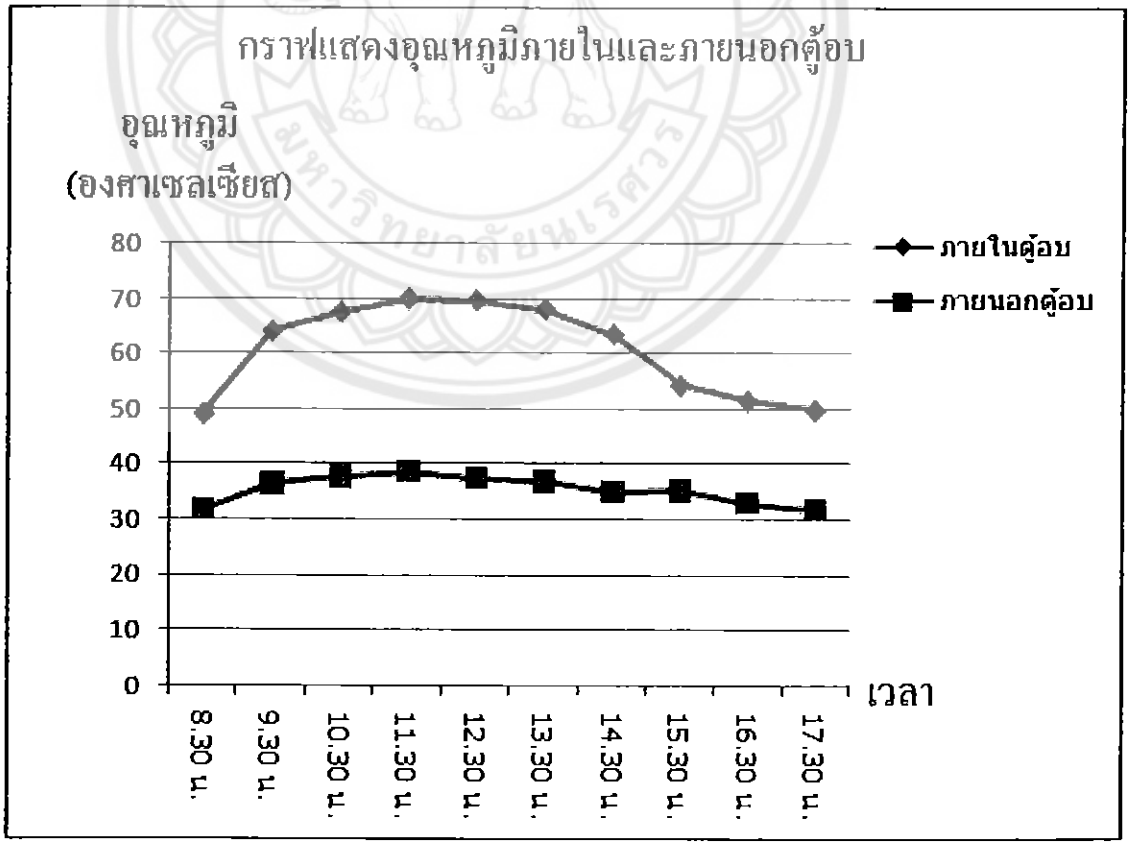
รูปที่ 4.25กราฟแสดงร้อยละของน้ำหนักดอกอัญชันที่หายไปของการทดลองครั้งที่ 2



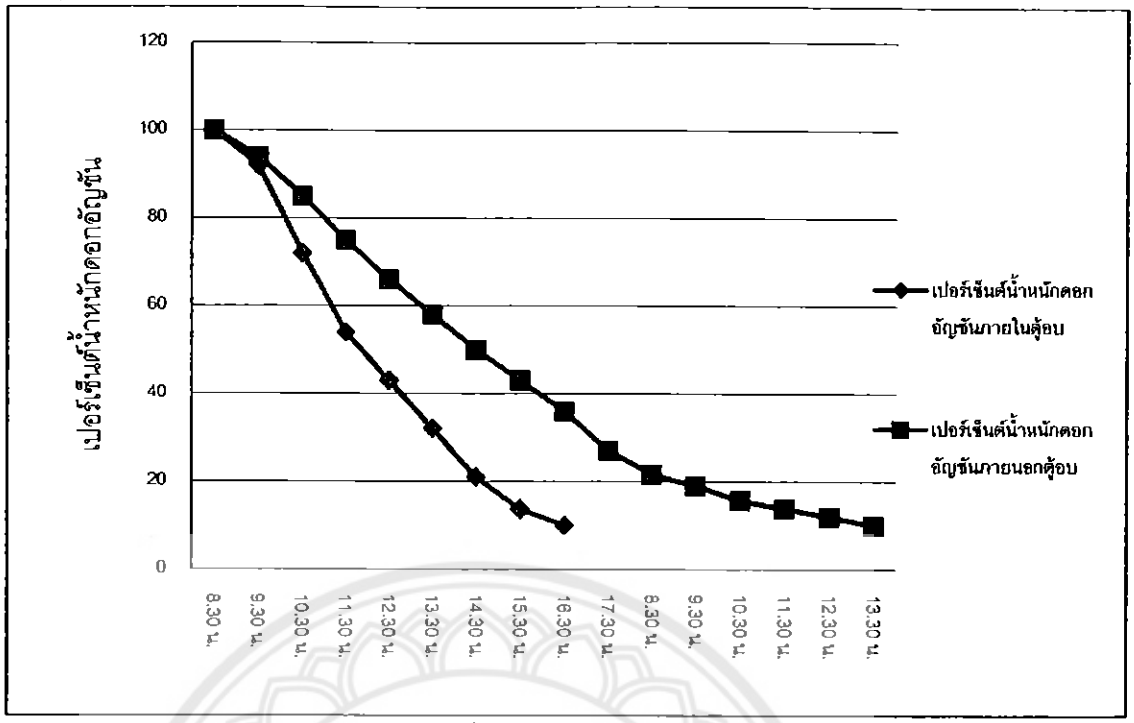
รูปที่ 4.26กราฟอุณหภูมิการทดลองครั้งที่ 3



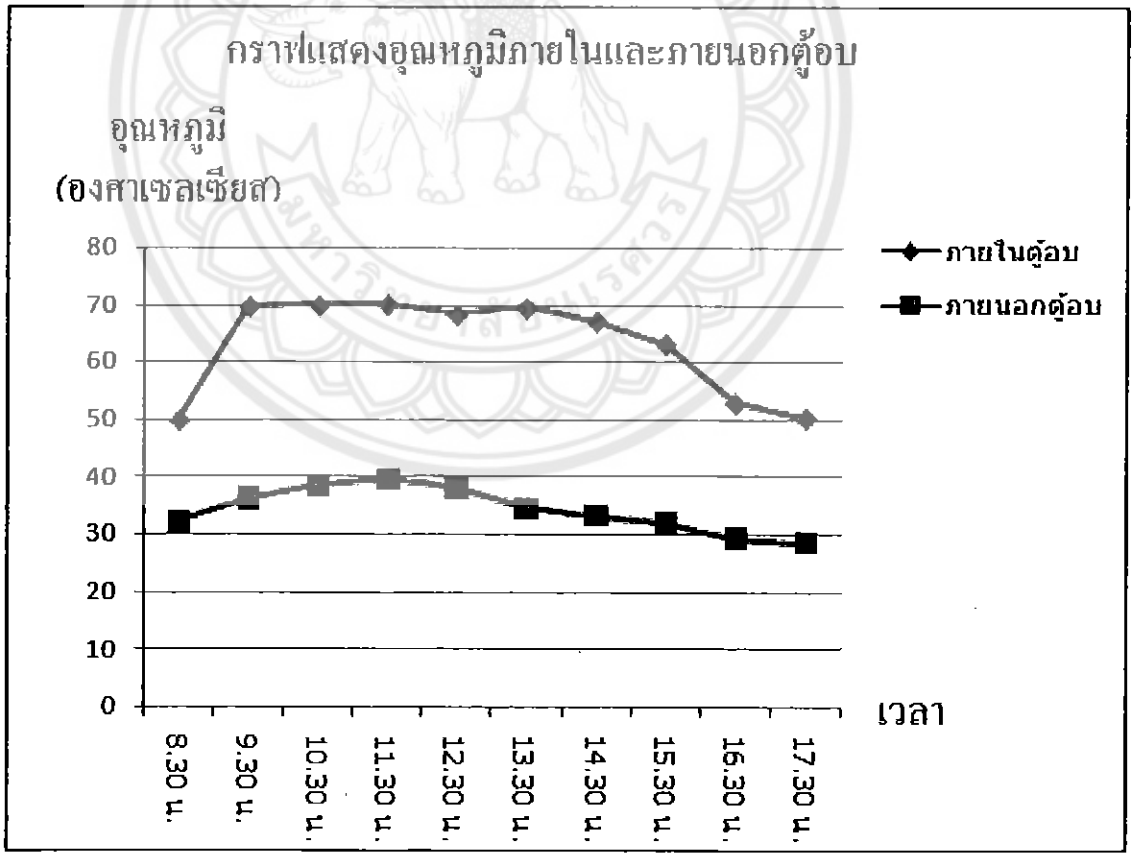
รูปที่ 4.27กราฟแสดงร้อยละของน้ำหนักดอกอัญชันที่หายไปของการทดลองครั้งที่ 3



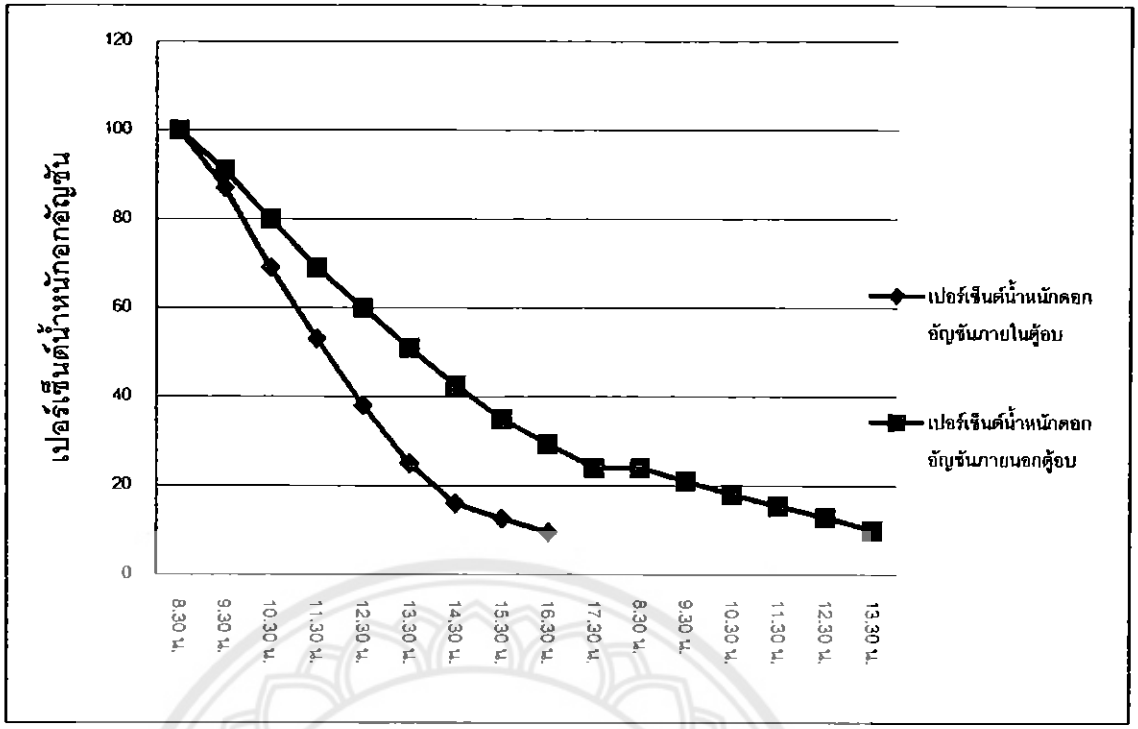
รูปที่ 4.28กราฟอุณหภูมิการทดลองครั้งที่ 4



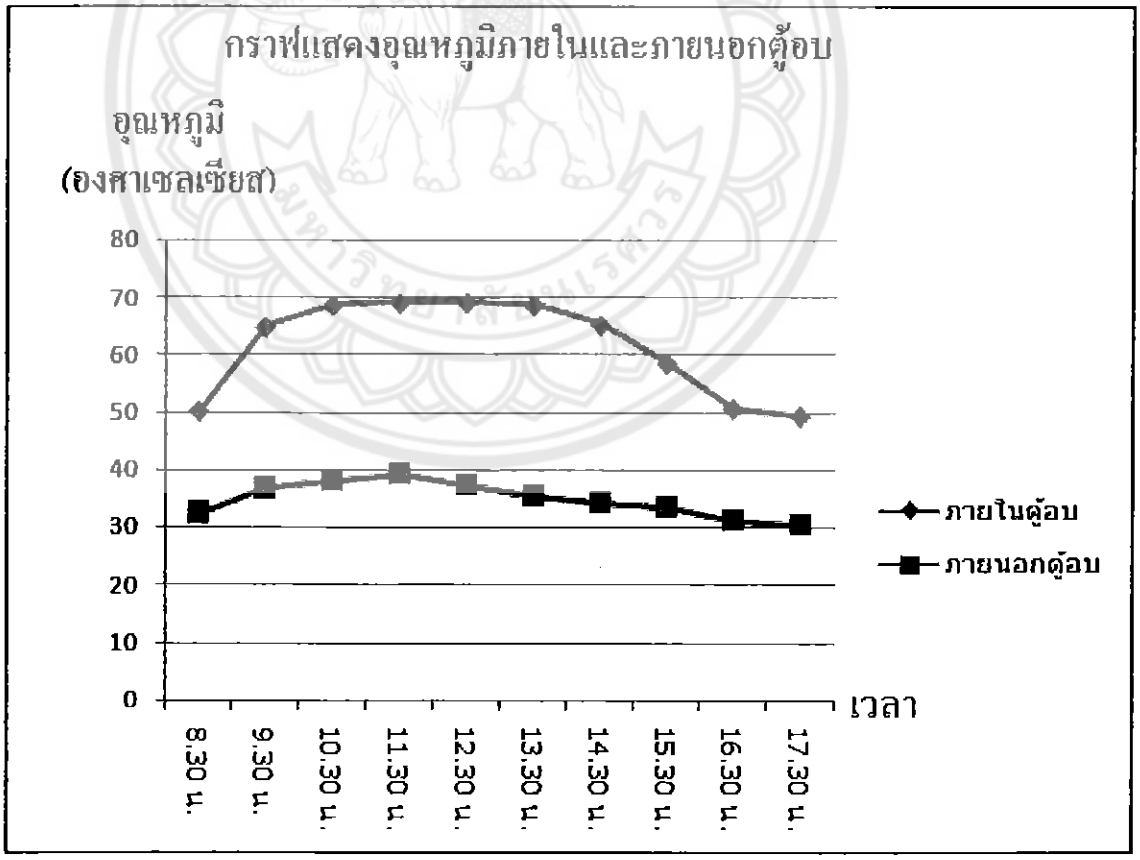
รูปที่ 4.29กราฟแสดงร้อยละของน้ำหนักดอกอัญชันที่หายไปของการทดลองครั้งที่ 4



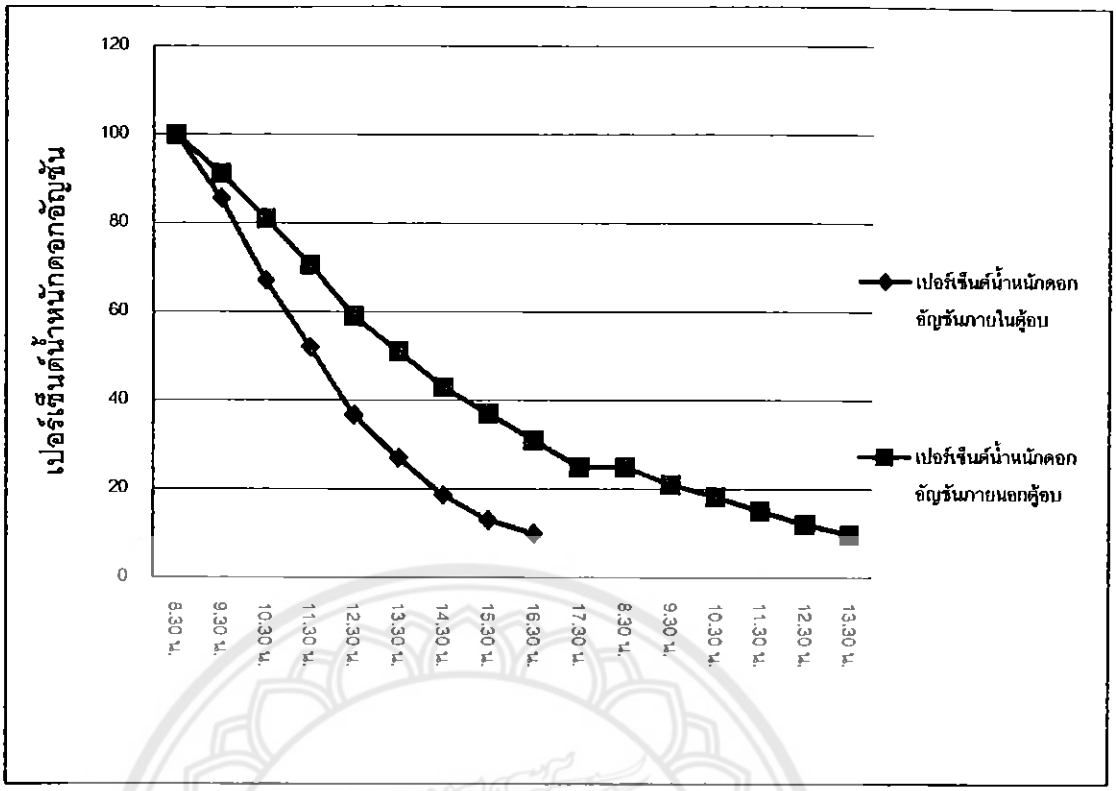
รูปที่ 4.30กราฟอุณหภูมิการทดลองครั้งที่ 5



รูปที่ 4.31กราฟแสดงร้อยละของน้ำหนักดอกอัญชันที่หายไปของการทดลองครั้งที่ 5



รูปที่ 4.32กราฟอุณหภูมิการทดลองครั้งที่ 6



รูปที่ 4.33กราฟแสดงร้อยละของน้ำหนักดอกอัญชันที่หายไปของการทดลองครั้งที่ 6

4.6.2วิเคราะห์ผลการทดลอง

เป็นการนำเอาผลการทดลองต่างๆซึ่งเป็นตัวแปลตามมาวิเคราะห์ว่าได้ผลการทดลองที่บรรลุจุดประสงค์ของโครงการหรือไม่

4.6.2.1 วิเคราะห์ผลจากกราฟอุณหภูมิและกราฟน้ำหนักของดอกอัญชัน

การกราฟอุณหภูมิของการทดลองทั้ง 6 ครั้ง ซึ่งแบ่งออกเป็นการทดลองที่จุดเตาไฟกับการทดลองที่ไม่จุดเตาไฟอย่างละ 3 ครั้ง ซึ่งครั้งที่ 1,2 และ 3 เป็นการทดลองแบบไม่จุดเตาไฟส่วนที่เหลือเป็นการทดลองแบบจุดเตาไฟ ซึ่งจะแยกการวิเคราะห์ออกดังนี้

ก) กราฟอุณหภูมิของการทดลองครั้งที่ 1-3 (รูปที่ 4.22, 4.24, 4.26) อุณหภูมิภายในตู้อบจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกตู้เฉลี่ยประมาณ 15-18 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้เท่ากับ 52องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกตู้เท่ากับ 36 องสาเซลเซียส แสดงว่าในกรณีที่ไม่ได้จุดเตาไฟตู้อบสามารถเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้อบให้สูงกว่าภายนอกตู้ได้ 15-18 องศาเซลเซียส ซึ่งจะส่งผลดีต่อการอบแห้งดอกอัญชันทำให้ใช้เวลาในการอบน้อยลง

ข) กราฟอุณหภูมิของการทดลองครั้งที่ 4-6(รูปที่ 4.28, 4.30, 4.32) อุณหภูมิภายในตู้อบจะสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกตู้เฉลี่ยประมาณ 27-30 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้เท่ากับ 63องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกตู้เท่ากับ 35 องสาเซลเซียส แสดงว่าในกรณีที่จุดเตาไฟตู้อบสามารถเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้อบให้สูงกว่าภายนอกตู้ได้ 27-30 องศาเซลเซียส ซึ่งจะส่งผล

ดีต่อการอบแห้งดอกอัญชันทำให้ใช้เวลาในการอบน้อยลงและยังสามารถเพิ่มอุณหภูมิจากการไม่ได้จุดเตาไฟขึ้นอีก 10 องศาเซลเซียส

ค) กราฟน้ำหนักของดอกอัญชันในเวลาต่างๆของการทดลองที่ 1-6 (รูปที่ 4.23, 4.25, 4.27, 4.29, 4.31, 4.33) น้ำหนักของดอกอัญชันจะลดลงเร็วในช่วงแรกของการอบ และจะลดลงเร็วที่สุดช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงหรือที่เวลามีแดดจัด แต่น้ำหนักจะลดลงอย่างช้าๆเมื่อดอกอัญชันเริ่มมีความชื้นเหลือน้อยลง ดังนั้นในช่วงท้ายๆของการอบจึงมีอัตราการลดลงของน้ำหนักที่น้อยลง ส่วนในการตากดอกอัญชันภายนอกตู้อบดอกอัญชันจะมีน้ำหนักลดลงแต่อัตราการลดลงของน้ำหนักดอกอัญชันนั้นน้อยกว่าของการอบในตู้อบ ทำให้ต้องตากดอกอัญชันในวันถัดมา เมื่อเปรียบเทียบอัตราการลดลงของน้ำหนักดอกอัญชันของการทดลองตากในตู้โดยใช้เตาไฟกับไม่ใช้เตาไฟ จะสังเกตเห็นว่าเมื่อใช้เตาไฟอุณหภูมิในตู้อบจะมากขึ้น ทำให้อัตราการลดลงของน้ำหนักเป็นไปได้ดีกว่าการไม่จุดเตาไฟ

4.6.3 เปรียบเทียบเวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชัน

จากการทดลองใช้ตู้อบดอกอัญชันเพื่อเปรียบเทียบเวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชันกับการตากดอกอัญชันแบบเก่า ว่าเวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชันภายในตู้มีเวลาแห้งตัวเฉลี่ยลดลงกว่าการตากดอกอัญชันแบบเดิมมากกว่าร้อยละ30 หรือไม่

4.6.3.1การทดลองใช้ตู้อบโดยใช้ดอกอัญชันในการทดลอง ตัวอย่างละ 10 กิโลกรัม พบว่าเวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชันภายในตู้อบ และการตากแบบเดิมได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1เวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชันภายในตู้ (ไม่จุดเตาไฟ) และนอกตู้

การทดลองครั้งที่	เวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชัน	
	การตากโดยใช้ตู้อบ(ชั่วโมง)	การตากแบบเดิม(ชั่วโมง)
1	9	14
2	9	14
3	9	14
เฉลี่ย	9	14

จากตารางที่ 4.1เวลาเฉลี่ยในการตากดอกอัญชันภายในตู้อบเท่ากับ 9ชั่วโมง ซึ่งประหยัดเวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชันจากการตากแบบเดิมได้ 5 ชั่วโมง จากเดิม 14ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ35.71

4.6.3.2การทดลองใช้ตู้อบกรณีการจุดเตาไฟเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ โดยใช้ดอกอัญชันในการทดลองตัวอย่างละ 10 กิโลกรัม พบว่า เวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชันภายในตู้อบ และการตากแบบเดิมได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2เวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชันภายในตู้ (จุดเตาไฟ) และนอกตู้

การทดลองครั้งที่	เวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชัน	
	การตากโดยใช้ตู้อบ (ชั่วโมง)	การตากแบบเดิม(ชั่วโมง)
1	8	14
2	8	14
3	8	14
เฉลี่ย	8	14

จากตารางที่ 4.2เวลาเฉลี่ยในการตากดอกอัญชันภายในตู้เท่ากับ 8ชั่วโมง ซึ่งประหยัดเวลาในการแห้งตัวของดอกอัญชันจากการตากแบบเดิมได้ 6 ชั่วโมง จากเดิม 14 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ42.87

4.6.4เปรียบเทียบปริมาณสิ่งเจือปนในดอกอัญชันอบแห้ง

จากการทดลองใช้ตู้อบดอกอัญชันจะได้ดอกอัญชันอบแห้งซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ซึ่งมีการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ในด้านของปริมาณสิ่งเจือปนซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้รับซื้อไม่รับซื้อดอกอัญชันอบแห้ง จึงได้มีการตรวจสอบสิ่งเจือปนของดอกอัญชันแบบร้อยเปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.3ตารางแสดงผลการตรวจหาสิ่งเจือปน และเชื้อราในดอกอัญชันอบแห้ง

การทดลองครั้งที่	สิ่งเจือปน		เชื้อรา	
	การตากโดยใช้ตู้อบ	การตากแบบเดิม	การตากโดยใช้ตู้อบ	การตากแบบเดิม
1 (ไม่จุดเตาไฟ)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2 (ไม่จุดเตาไฟ)	ไม่พบ	พบขี้นก	ไม่พบ	ไม่พบ
3 (ไม่จุดเตาไฟ)	ไม่พบ	พบขี้นก	ไม่พบ	ไม่พบ
4(จุดเตาไฟ)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
5(จุดเตาไฟ)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
6(จุดเตาไฟ)	ไม่พบ	พบเศษหญ้า	ไม่พบ	ไม่พบ

จากตารางที่ 4.3 สามารถสรุปได้ว่าตู้อบดอกอัญชันสามารถป้องกันดอกอัญชันจากสิ่งปนเปื้อนในการตากดอกอัญชันได้ เนื่องจากไม่พบสิ่งเจือปนในดอกอัญชันที่มาจากตู้อบ แต่พบสิ่งเจือปนในดอกอัญชันที่มาจากการตากแบบเดิม

4.6.5การทดสอบความชื้นของดอกอัญชันอบแห้ง

การทดสอบความชื้นของดอกอัญชันในแต่ละตัวอย่าง สามารถทำได้โดยการใช้เครื่องวัดความชื้น โดยจะแบ่งการตรวจสอบออกเป็นตัวอย่างต่างๆตามการทดลอง และตัวอย่างแต่ละตัวอย่างมาจากการเก็บดอกอัญชันครั้งเดียวกัน โดยจะแยกออกเป็นตัวอย่างที่ใช้ตู้อบกับไม่ใช้ตู้อบของแต่ละการทดลอง

จะแบ่งได้เป็น 12 ตัวอย่าง โดยผลการตรวจต้องมีความชื้นเหลืออยู่ในดอกอัญชันอยู่ระหว่างร้อยละ 7-10 โดยมีผลการตรวจความชื้นดังนี้

รูปที่ 4.34เครื่องวัดความชื้น

รูปที่ 4.35การวัดความชื้น

ตารางที่ 4.4ตารางแสดงผลการตรวจความชื้นดอกอัญชันอบแห้ง

ตัวอย่าง	ความชื้น (ร้อยละ)	
	การตากโดยใช้ตู้อบ	การตากแบบเดิม
ไม่ใช้เตาไฟครั้งที่ 1	8.60	8.85
ไม่ใช้เตาไฟครั้งที่ 2	9.04	9.15

ตารางที่ 4.4(ต่อ) ตารางแสดงผลการตรวจความชื้นดอกอัญชันอบแห้ง

ตัวอย่าง	ความชื้น (ร้อยละ)	
	การตากโดยใช้ตู้อบ	การตากแบบเดิม
ไม่ใช้เตาไฟครั้งที่ 3	8.34	8.78
ใช้เตาไฟครั้งที่ 1	7.58	8.65
ใช้เตาไฟครั้งที่ 2	8.55	8.64
ใช้เตาไฟครั้งที่ 3	9.75	9.56

จากตารางที่ 4.4 ซึ่งแสดงค่าความชื้นเฉลี่ยของดอกอัญชันในแต่ละตัวอย่าง คือ ไม่ใช้เตาไฟเฉลี่ย(ใช้ตู้อบ)เท่ากับร้อยละ 8.66 ใช้เตาไฟ (ใช้ตู้อบ) เท่ากับร้อยละ 8.63 และการตากแบบเดิมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 8.94 แสดงให้เห็นว่าดอกอัญชันมีความชื้นผ่านคุณลักษณะที่ต้องการของดอกอัญชันอบแห้ง คือมีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 7 - 10 เป็นไปตามข้อกำหนดที่ 3.1.2.1

4.7การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องอบดอกอัญชันประกอบด้วยรายการต่างๆดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5ตารางแสดงรายการค่าใช้จ่ายอุปกรณ์การสร้างตู้อบดอกอัญชัน

ลำดับ	รายการ	ราคา (บาท)
1	สังกะสีลอนใหญ่6 แผ่น	490
2	สังกะสีแผ่นเรียบ 2 แผ่น	300
3	น้ำยาทากันปลวก	50
4	สีกันน้ำ	190
5	พัดลมดูดอากาศขนาด 6 นิ้ว	300
6	สายไฟVAF ขนาด 2 x 6 ตารางมิลิเมตร	240
7	แผ่นพลาสติกใส หนา 1 มิลลิเมตรขนาด 1.5x20 ตารางเมตร	280
8	สกรู	100
9	ซิลิโคลน	50
10	ลวด	20
11	ปลั๊กและเต้าเสียบ	30
12	ไม้ไผ่ตง 10 ลำ	200
13	ไม้ระแนง	200
14	ผ้ามุ้งในล่อน 1 ม้วน	85
15	ค่าแรง 2 คน 2 วัน	1,200

ตารางที่ 4.5(ต่อ) ตารางแสดงรายการค่าใช้จ่ายอุปกรณ์การสร้างตู้อบดอกอัญชัน

ลำดับ	รายการ	ราคา (บาท)
	รวม	3,735

หมายเหตุเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างเป็นของช่างถัวเฉลี่ยกับค่าแรง และถัวเฉลี่ยทุกรายการ

เนื่องจากเครื่องอบดอกอัญชันมีการใช้ไฟฟ้าจากพัดลมดูดอากาศ ซึ่งมีกำลังการใช้ไฟฟ้า 25 วัตต์ ซึ่งหนึ่งวันเปิดใช้งาน 9 ชั่วโมง จะได้ดอกอัญชันอบแห้ง 1 กิโลกรัม และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.978บาท (จากตารางที่ 2.5)

4.7.1 จุดคุ้มทุนกรณีที่ไม่จุดเตาไฟ

วิธีคำนวณจากสมการที่ (2.3)

$$\text{จำนวนหน่วยหรือยูนิต} = \frac{25(\text{วัตต์}) \times 1(\text{เครื่อง}) \times 9\ (\text{ชั่วโมงต่อวัน})}{1000}$$

=0.225หน่วยต่อวัน x 30วันต่อเดือน

=6.75 หน่วยต่อเดือน

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.978 บาท(จากตารางที่ 2.5) เนื่องจากการคิดค่าไฟฟ้าเป็นอัตราก้าวหน้าจึงใช้อัตราค่าไฟฟ้าสูงสุดในการคำนวณ

ค่าไฟฟ้าต่อเดือน =6.75 x2.978

ค่าไฟฟ้าต่อเดือน=20.1015 บาทต่อเดือน

จากกำลังการผลิตของตู้อบผลิตได้เดือนละ 30 กิโลกรัม

จะได้ค่าไฟฟ้าต่อกิโลกรัม =20.1015(บาท) / 30 (กิโลกรัม)

จะได้ค่าไฟฟ้าต่อกิโลกรัม =0.67005บาทต่อกิโลกรัม

ดังนั้นตู้อบดอกอัญชันจะมีค่าใช้จ่ายจากไฟฟ้าต่อกิโลกรัมเท่ากับ 0.67005บาทต่อกิโลกรัมดอกแห้ง

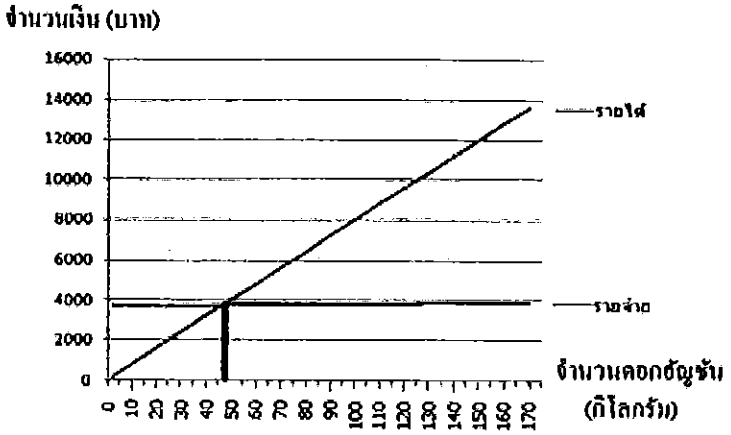
วิธีการคำนวณจากสมการที่ (2.1)

$$\text{จุดคุ้มทุน}(\text{หน่วยขายที่คุ้มทุน}) = \frac{\text{ต้นทุนคงที่}}{\text{ราคาต่อหน่วย} - \text{ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย}}$$

จากราคาขายดอกอัญชันอบแห้งราคากิโลกรัมละ 80 บาท

$$\text{จุดคุ้มทุน}(\text{กิโลกรัม}) = \frac{3,735}{80 - 0.67005}$$

จุดคุ้มทุน = 47.082 กิโลกรัม



จุดคุ้มทุน = 47.082 กิโลกรัม

รูปที่ 4.36กราฟแสดงจุดคุ้มทุน(ไม่ใช้เตาไฟ)

จากรูปที่ 4.36 จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 47.082กิโลกรัม และตู้อบดอกอัญชันสามารถผลิตดอกอัญชันอบแห้งได้วันละ 1 กิโลกรัม เพราะฉะนั้นเวลาคืนทุนอยู่ที่ 47.082วัน หรือประมาณ 47วัน

4.7.2จุดคุ้มทุนกรณีที่จุดเตาไฟ

วิธีคำนวณจากสมการที่ (2.3)

$$\text{จำนวนหน่วยหรือยูนิต} = \frac{25(\text{วัตต์}) \times 1(\text{เครื่อง}) \times 8\ (\text{ชั่วโมงต่อวัน})}{1000}$$

= 0.2หน่วยต่อวัน x 30วันต่อเดือน

= 6 หน่วยต่อเดือน

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 2.978 บาท (จากตารางที่ 2.5)เนื่องจากการคิดค่าไฟฟ้าเป็นอัตราก้าวหน้าจึงใช้อัตราค่าไฟฟ้าสูงสุดในการคำนวณ

ค่าไฟฟ้าต่อเดือน =6 x 2.978

ค่าไฟฟ้าต่อเดือน=17.868 บาทต่อเดือน

จากกำลังการผลิตของตู้อบผลิตได้เดือนละ 30 กิโลกรัม

จะได้ค่าไฟฟ้าต่อกิโลกรัม = 17.868(บาท) / 30 (กิโลกรัม)

จะได้ค่าไฟฟ้าต่อกิโลกรัม = 0.5956บาทต่อกิโลกรัม

ดังนั้นตู้อบดอกอัญชันจะมีค่าใช้จ่ายจากไฟฟ้าต่อกิโลกรัมเท่ากับ 0.5956 บาทต่อกิโลกรัมดอกแห้ง

ค่าใช้จ่ายจากการจุดเตาไฟ โดยจากการตากดอกอัญชันโดยจุดเตาไฟด้วยใช้เวลาในการตาก 8 ชั่วโมง ใช้ถ่านเฉลี่ยแล้ว 1.5 กิโลกรัม โดยราคาถ่านกิโลกรัมละ 20 บาท เพราะฉะนั้นในหนึ่งวันจะเสียค่าถ่าน 30 บาท โดยจะผลิตดอกอัญชันอบแห้งได้ 1 กิโลกรัม ดังนั้นค่าใช้จ่ายจากถ่านต่อกิโลกรัมเท่ากับ 30 บาทต่อกิโลกรัม

วิธีการคำนวณจากสมการที่ (2.1)

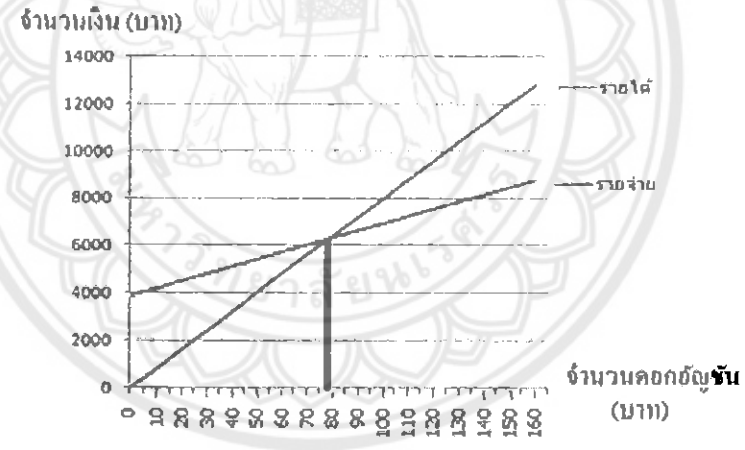
$$\text{จุดคุ้มทุน(หน่วยขายที่คุ้มทุน)} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่}}{\text{ราคาต่อหน่วย} - \text{ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย}}$$

จากราคาขายดอกอัญชันอบแห้งราคากิโลกรัมละ 80 บาท

และค่าเตาไฟ 2 ลูก ลูกละ80 บาท เท่ากับ 160 บาท

$$\text{จุดคุ้มทุน(กิโลกรัม)} = \frac{3{,}735 + 160}{80 - (0.5956 + 30)}$$

จุดคุ้มทุน =78.839 กิโลกรัม



จุดคุ้มทุน = 78.839 กิโลกรัม

รูปที่ 4.37 กราฟแสดงจุดคุ้มทุน (จุดเตาไฟ)

จากรูปที่ 4.37 จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 78.839กิโลกรัม และตู้อบดอกอัญชันสามารถผลิตดอกอัญชันอบแห้งได้วันละ 1 กิโลกรัม เพราะฉะนั้นเวลาคืนทุนอยู่ที่ 78.839วัน หรือประมาณ 79วัน

4.8 สรุปผลการวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์การทดลองข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า

4.8.1 ตู้อบแห้งดอกอัญชันสามารถลดเวลาในการตากดอกอัญชันได้ร้อยละ35.71 ในกรณีที่ไม่จุดเตาไฟ และลดเวลาในการตากได้ร้อยละ42.87 ในกรณีของการจุดเตาไฟ

4.8.2 โดยความชื้นของดอกอัญชันมีความชื้น และลักษณะต่างๆ ของดอกอัญชันอบแห้งตามข้อกำหนดที่ 3.1.2 ทุกตัวอย่าง แต่พบสิ่งเจือปนในตัวอย่างที่ตากแบบเดิม ในการทดลองครั้งที่ 2, 3 และ 6 ส่วนการตากภายในตู้อบไม่พบสิ่งเจือปนใดๆ แสดงว่าตู้อบดอกอัญชันสามารถป้องกันดอกอัญชันจากสิ่งเจือปนในเวลาตากได้

4.8.3 จุดคุ้มทุนของตู้อบดอกอัญชันในกรณีที่ไม่จุดเตาไฟอยู่ที่ 47 วัน ส่วนจุดคุ้มทุนในกรณีที่จุดเตาไฟนั้นอยู่ที่ 79 วัน

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง และการวิเคราะห์

จากการทดลองข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า

5.1.1 ตู้อบดอกอัญชันสามารถลดเวลาในการตากดอกอัญชันได้ร้อยละ 35.71 ในกรณีที่ไม่จุดเตาไฟ และลดเวลาในการตากได้ร้อยละ 42.87 ในกรณีของการจุดเตาไฟ

5.1.2 ตู้อบดอกอัญชันสามารถป้องกันดอกอัญชันจากสิ่งเจือปนจากภายนอกในเวลาตากได้

5.1.3 ตู้อบดอกอัญชันสามารถลดความชื้นของดอกอัญชันให้อยู่ระหว่างร้อยละ 7 - 10 ได้ในทุกๆ ตัวอย่าง เช่น ไม่ใช้เตาไฟเฉลี่ย (โดยใช้ตู้อบ) เท่ากับร้อยละ 8.66 ใช้เตาไฟ (โดยใช้ตู้อบ) เท่ากับร้อยละ 8.63 และการตากแบบเดิมเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 8.94

5.1.4 จุดคุ้มทุนของการสร้างตู้อบดอกอัญชันกรณีไม่ใช้เตาไฟเท่ากับ 47.082 กิโลกรัม ซึ่งใช้เวลาประมาณ 47 วันในกรณีของการใช้ตู้อบเต็มกำลัง และในกรณีที่ใช้เตาไฟจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 78.839 กิโลกรัม หรือประมาณ 79 วัน

5.1.5 ตู้อบดอกอัญชันได้ถูกออกแบบ ให้เป็นไปตามหลักการ GMP ในหัวข้อต่างๆ

5.1.5.1 สถานที่มีการปรับสภาพให้อยู่ไกลจากสิ่งสกปรก และไม่มีน้ำท่วมขัง

5.1.5.2 วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่สัมผัสกับตัวผลิตภัณฑ์โดยตรงถูกทาสีเพื่อป้องกันเชื้อรา และเป็นวัสดุที่ทำจากไนลอน

5.1.5.3 ตู้อบดอกอัญชันได้ถูกคลุมด้วยพลาสติกใสเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกเจือปนจากภายนอก

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินโครงการ

5.2.1 ระหว่างการทดลองมีการชั่งน้ำหนักซึ่งต้องเปิดตู้อบ จะทำให้อุณหภูมิภายในตู้ลดลง

<u>แนวทางแก้ไข</u> พยายามรีบนำดอกอัญชันออกมาแล้วนำมารวมกันที่นอกตู้ คือลดเวลาในการเปิดตู้ให้น้อยลง

5.2.2 ในการทดลองการจุดเตาไฟมีควันจากการก่อไฟเข้าไปในตู้อบดอกอัญชัน

<u>แนวทางแก้ไข</u> ตอนการจุดเตาไฟควรนำไปจุดนอกตู้อบดอกอัญชัน แล้วนำมาวางไว้ใต้ตู้อบดอกอัญชันอีกที และนำซิลิโคลนมาทาบริเวณรอยรั่วของตู้อบดอกอัญชัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การสร้างตู้อบดอกอัญชันนั้นสามารถใช้อุปกรณ์ที่สามารถหาได้ในชุมชน เพราะฉะนั้น ชาวบ้านอาจเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างได้บ้าง เช่น ชิ้นส่วนที่ทำจากไม้ ชาวบ้านอาจประยุคใช้วัสดุอื่นๆ แทนได้ แต่ควรรักษาหลักการทำงานของตู้อบไว้

5.3.2 การสร้างตู้อบดอกอัญชันของชาวบ้านควรเลือกใช้วัสดุที่ไม่เกิดสนิม เพราะตู้อบดอกอัญชันนั้นจะต้องตากแดด และฝนจึงทำให้ชิ้นส่วนนั้นๆ เสื่อมสภาพได้

5.3.3 การสร้างตู้อบดอกอัญชันสามารถขยายขนาดของตู้อบได้ แต่ต้องรักษากระบวนการทำงานแบบเดิมไว้ คือ ภายในตู้ต้องเกิดสภาวะเรือนกระจก และไม่ควรทำแผงตากหลายชั้นเนื่องจากชั้นล่างจะไม่ได้รับแสงอาทิตย์

5.5.4 หากชาวบ้านต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ และความน่าเชื่อถือ ควรมีการผลิตตามหลัก GAP ด้วย ดังนั้นจึงได้จัดทำคู่มือ GAP เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา ประกอบไว้ในภาคผนวก จ

เอกสารอ้างอิง

กัญจนา บุณยเกียรติ. (2544). **เชื้อเพลิงและการเผาไหม้.** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มวิทยาลัยครูตะวันตก กรมการฝึกหัดครู. (2523). **การศึกษากล้วยตากโดยใช้ตู้อบแห้งแสงอาทิตย์แบบมีแผงรับรังสีแยก.** กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์. (2522). **การตากแห้งโดยใช้ตู้อบแสงแดด, ข่าวกรมวิทยาศาสตร์: กระทรวงอุตสากรรม**

ประสิทธิ ตงยิ่งศิริ. (2542). **การวางแผนและการวิเคราะห์โครงการ.** กรุงเทพฯ: **ซีเอ็ดยูเคชัน**

ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์. (2520). **ตู้อบแห้งด้วยแสงอาทิตย์แบบมีแผงรับรังสีแยก.งานวิจัยสถาบันกองแผนงานสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า, กรุงเทพฯ**

ฟิสิกส์ราชมงคล. การคิดเงินค่าพลังงานไฟฟ้า. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2555 จาก http://rmutphysics.com/charud/scibook/electric3/pan14.htm.

รศ.ดร.รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต และ ดร.ไพศาล วุฒิจำนง. (2545). **การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร.** เอกสารประกอบการสัมมนา-อบรมวิชาการด้านอุตสาห**กรรมอาหาร**

เริงจิต โพธิ์เจริญ. (2506). **การทำกล้วยตากโดยใช้ลมร้อน.** มหาวิทยาลัยเกษตร**ศาสตร์-วิทยานิพนธ์.** กส.บ.(กสิกรรมและสัตวบาล)

วารุณี วาตะบุตร. (2524). **การทดสอบสมรรถนะของกล้วยอบแห้งแสงอาทิตย์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีพลังงาน. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล. (2535). **ประสิทธิภาพทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องอบข้าวพลังแสงอาทิตย์ และเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือกแบบใช้เชื้อเพลิง.** วารสารสงขลานครินทร์

สุวัฒน์ ไทยนะ. (2524). **สมรรถนะของกล่องอบแห้งแสงอาทิตย์.** งานวิจัยสถาบันกองแผนงานสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า, กรุงเทพฯ

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Exell. (1979). drying in hot - air dryer. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 กันยายน 2554 จาก, http:// thapra .lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/.../Fulltext.pdf

Food and Drug Administration. 1984. Dept of Health. Education and Welfare Public Health Sevice.สืบค้นเมื่อวันที่ 6 กันยายน 2554, จาก http://fda.gov/ora/inspect_ref/itg/itg 39.html

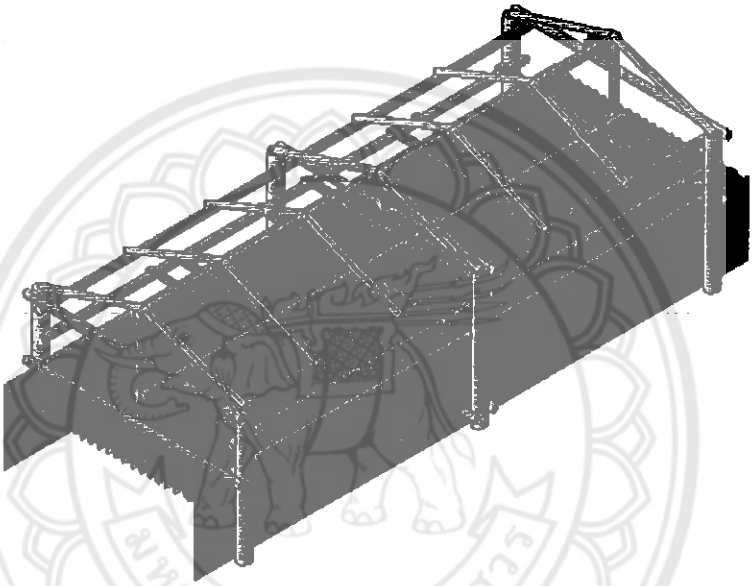
Ray Marsili. 1993. Water Activity, Food Product Design. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 กันยายน 2554, จากhttp://thailandindustry.com/guru/view.php?id=13208&section=9&rcoun

Soponronnarit and Tainsuwan (1984). เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 กันยายน 2554 จาก, http://www.kmutt.ac.th/rippc/entech11.htm

Thongprasert et al. (1977). แผนพลังงานทดแทน 15 ปี. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 กันยายน 2554 จาก, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน: กระทรวงพลังงาน

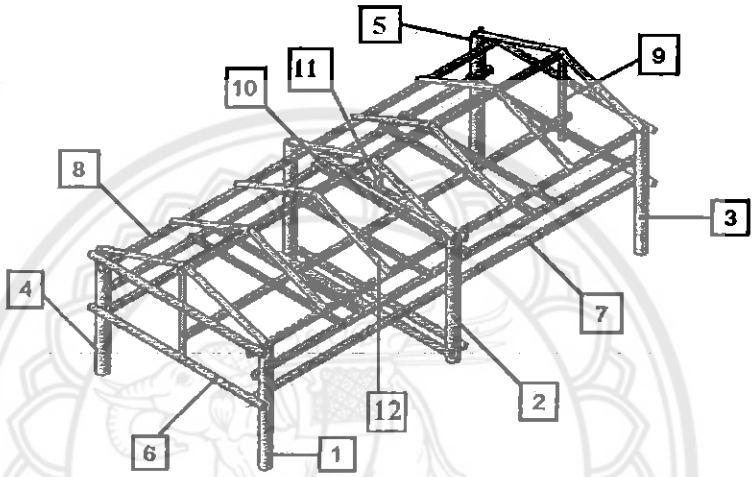
Water Activity, 2000, Food Science Australia Fact Sheet. February, สืบค้นเมื่อวันที่ 6 กันยายน 2554, จาก http:// dfst.csiro.au/water_fs.html

ภาคผนวก ก
แบบตู้อบแห้งดอกอัญชัน



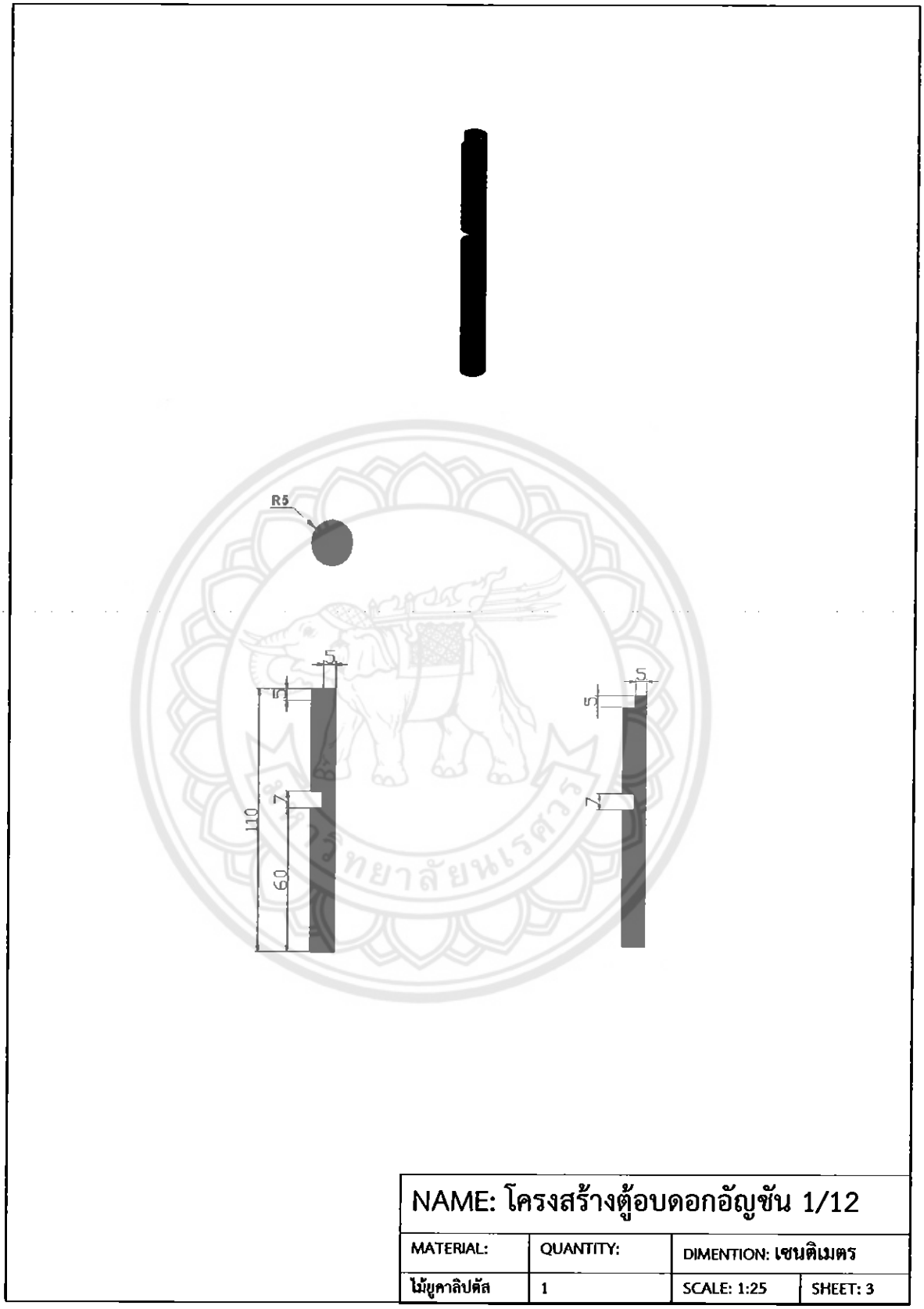
NAME: ตู้อบแห้งดอกอัญชัน			
MATERIAL:	QUANTITY:	DIMENTION: เซนติเมตร	
	1	SCALE:	SHEET: 1

รูปที่ ก.1 ตู้อบดอกอัญชัน

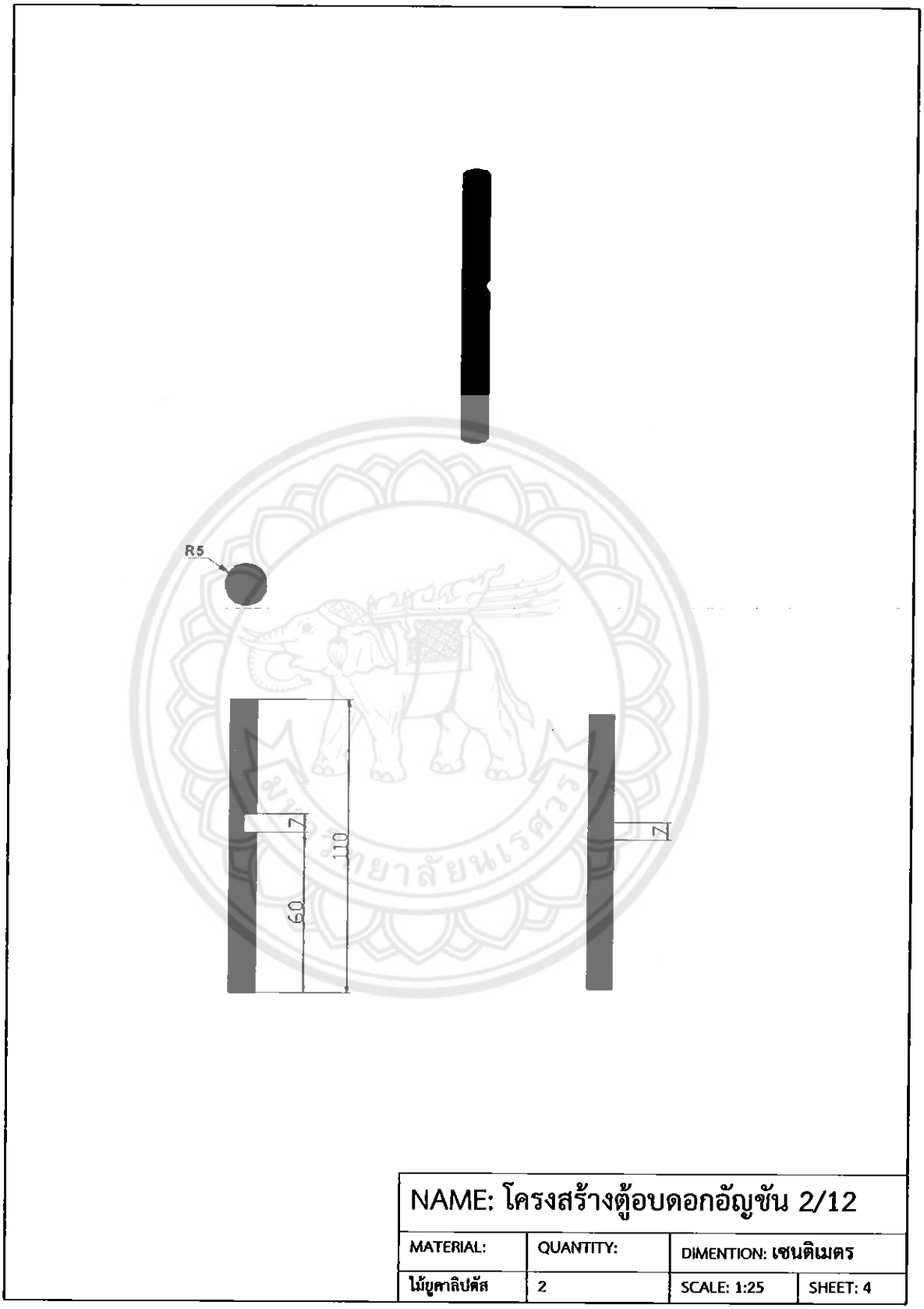


NAME: โครงสร้างตู้อบดอกอัญชัน			
MATERIAL:	QUANTITY:	DIMENTION: เซนติเมตร	
	1	SCALE:	SHEET: 2

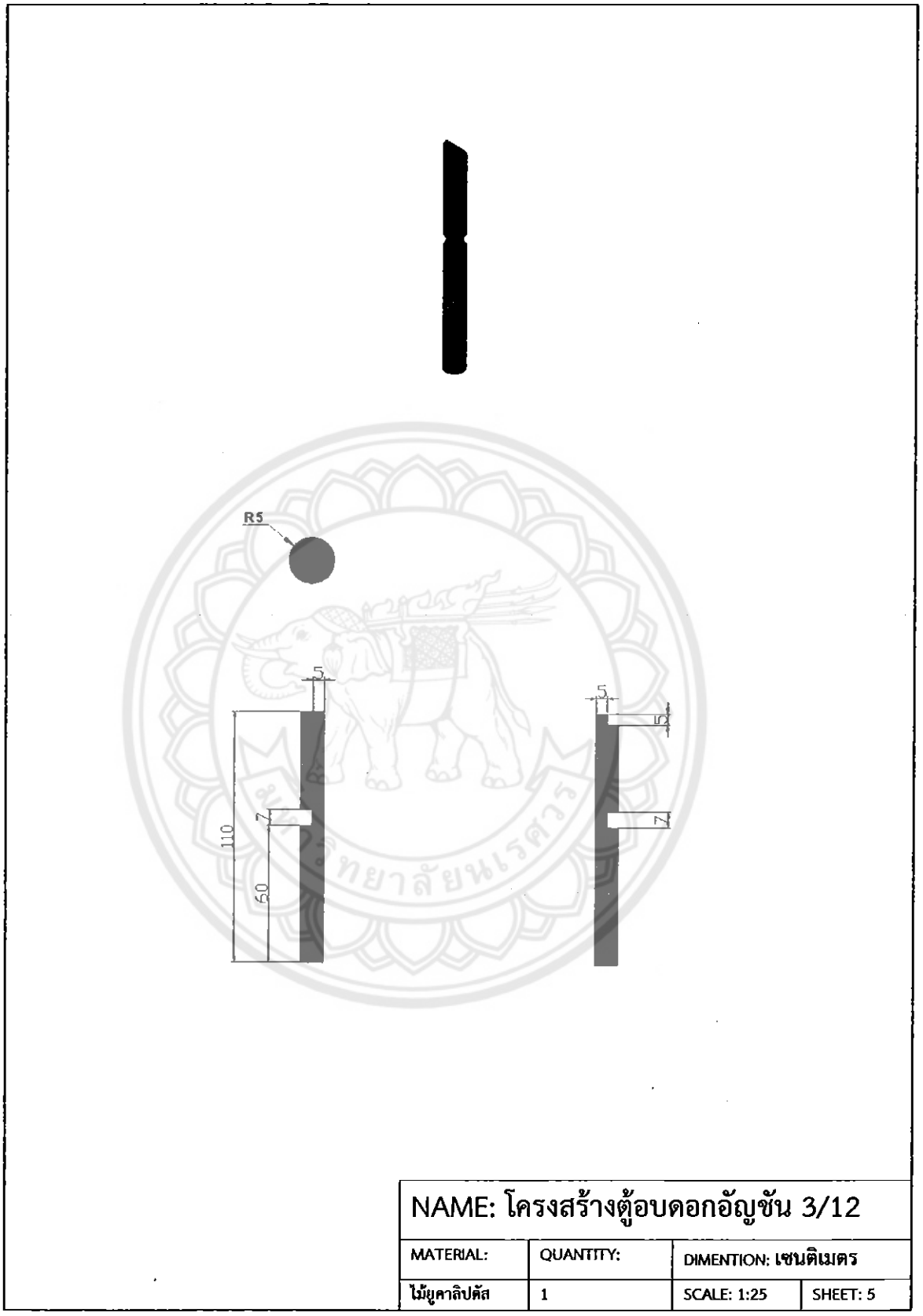
รูปที่ ก.2 โครงสร้างตู้อบดอกอัญชัน



รูปที่ ก.3 เสาหน้าด้านขวา

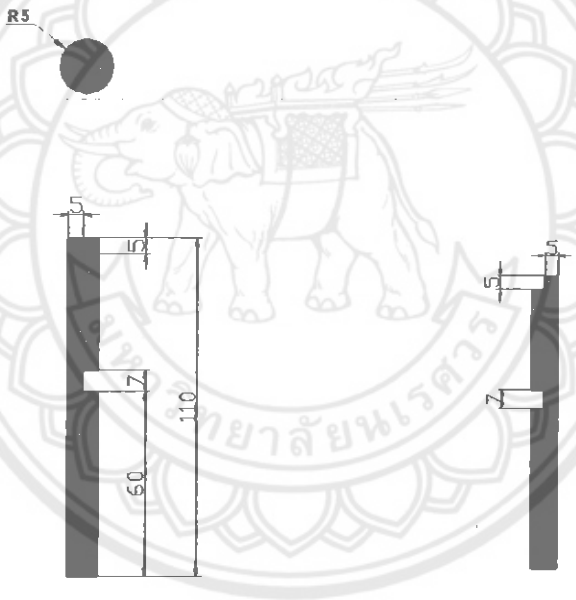


รูปที่ ก.4 เสากลาง



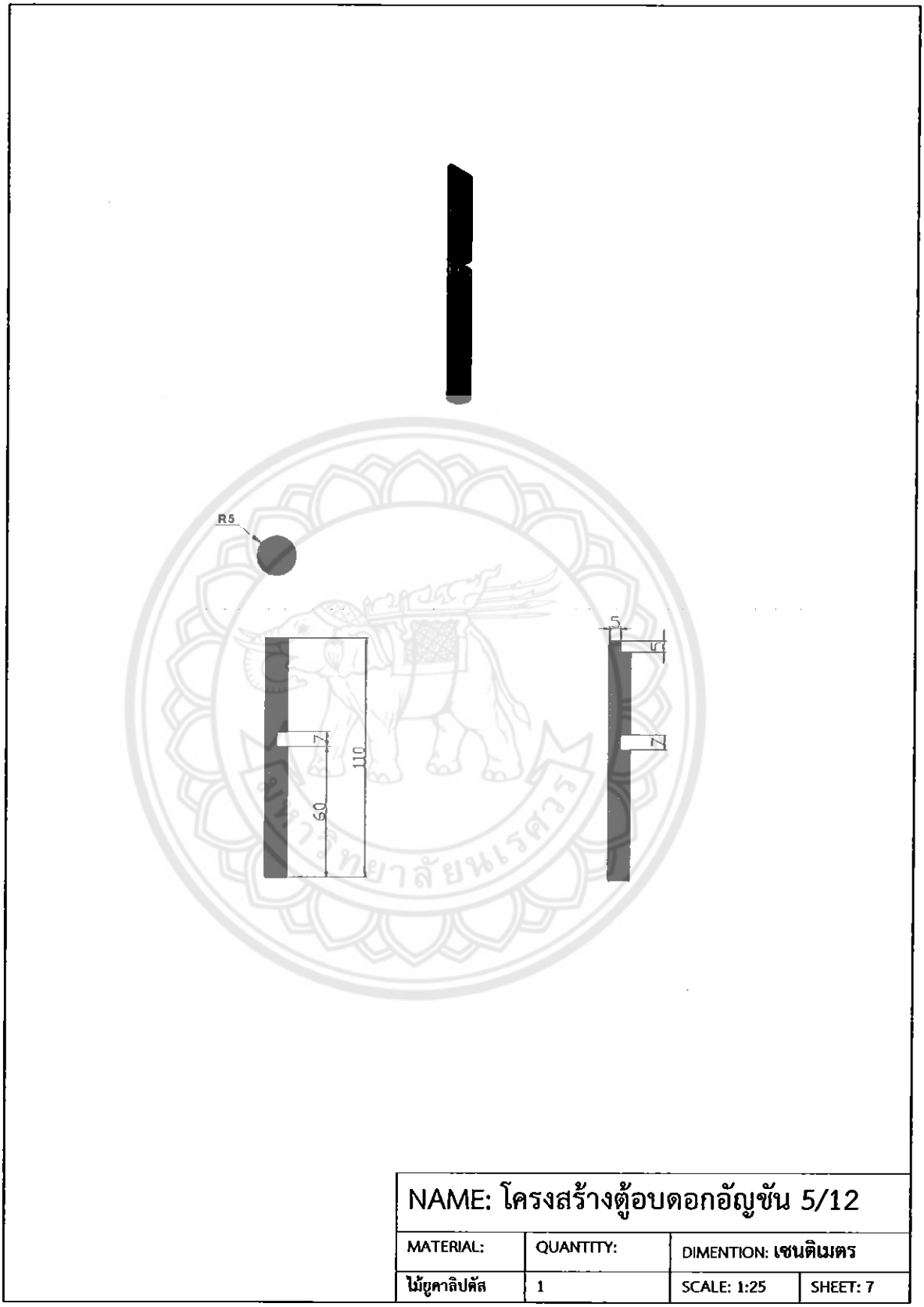
NAME: โครงสร้างตู้อบดอกอัญชัน 3/12			
MATERIAL:	QUANTITY:	DIMENTION: เซนติเมตร	
ไม้ยูคาลิปตัส	1	SCALE: 1:25	SHEET: 5

รูปที่ ก.5 เสาหลังด้านขวา

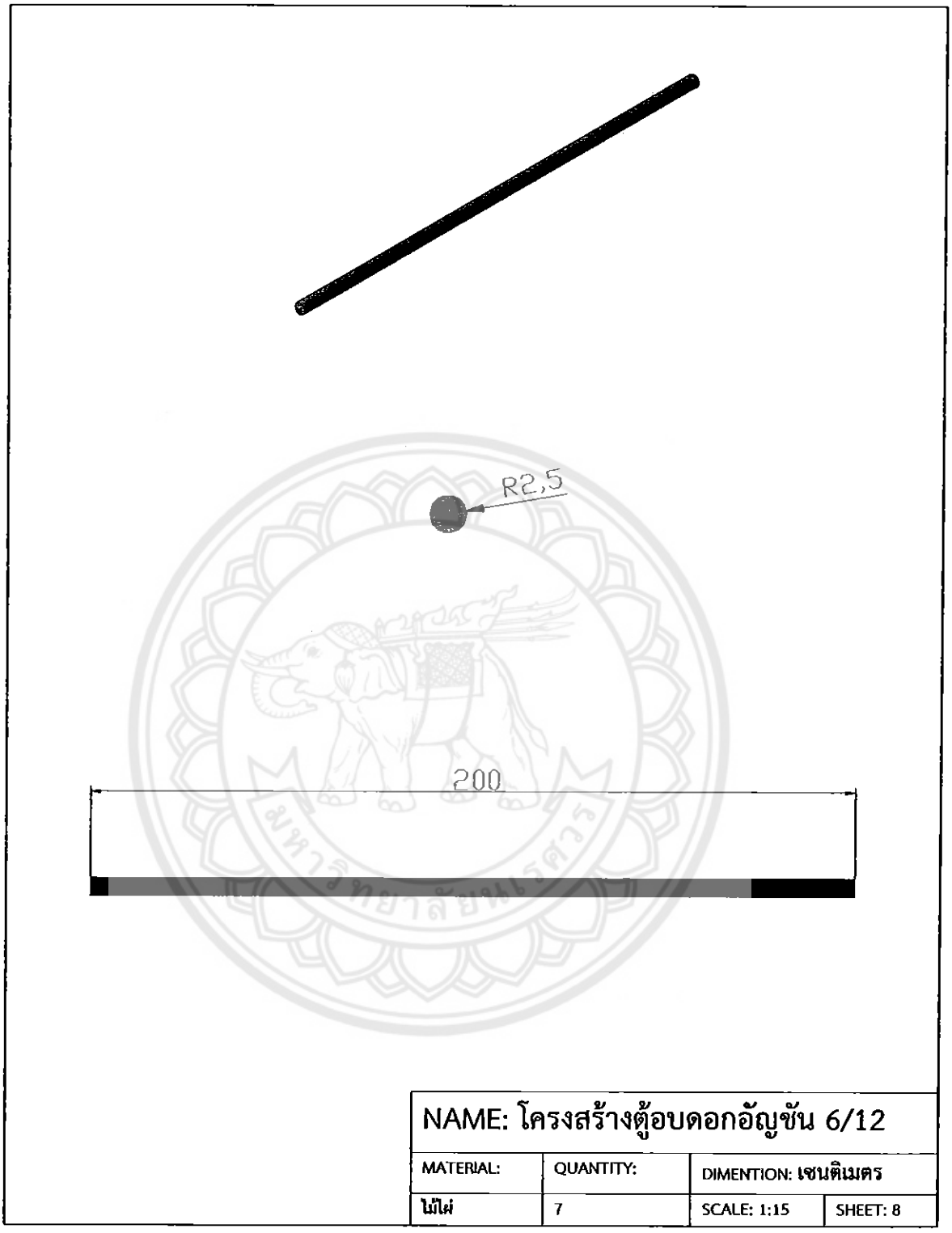


NAME: โครงสร้างตู้อบดอกอัญชัน 4/12			
MATERIAL:	QUANTITY:	DIMENTION: เซนติเมตร	
ไม้ยูคาลิปตัส	1	SCALE: 1:25	SHEET: 6

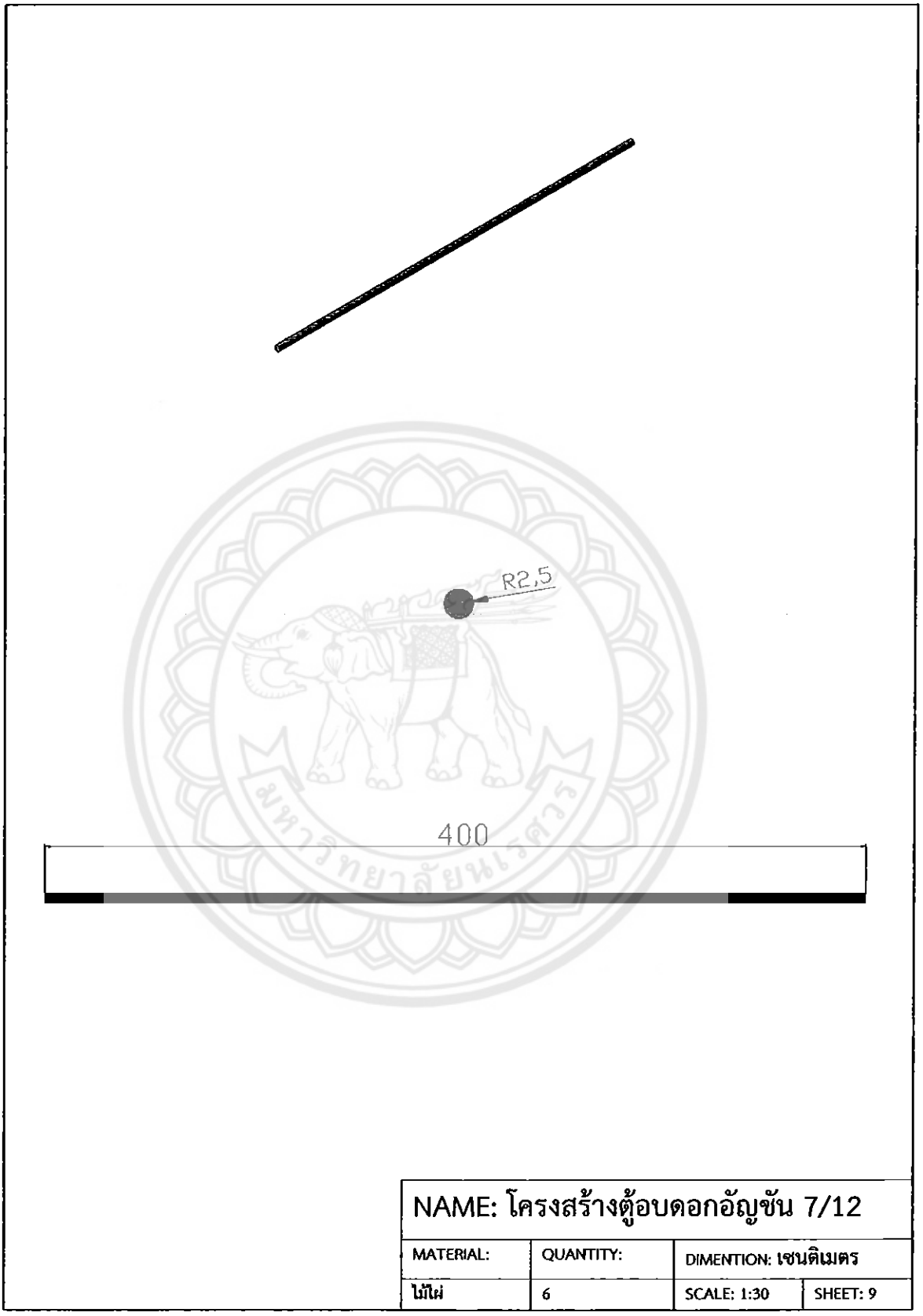
รูปที่ ก.6 เสาหน้าด้านซ้าย



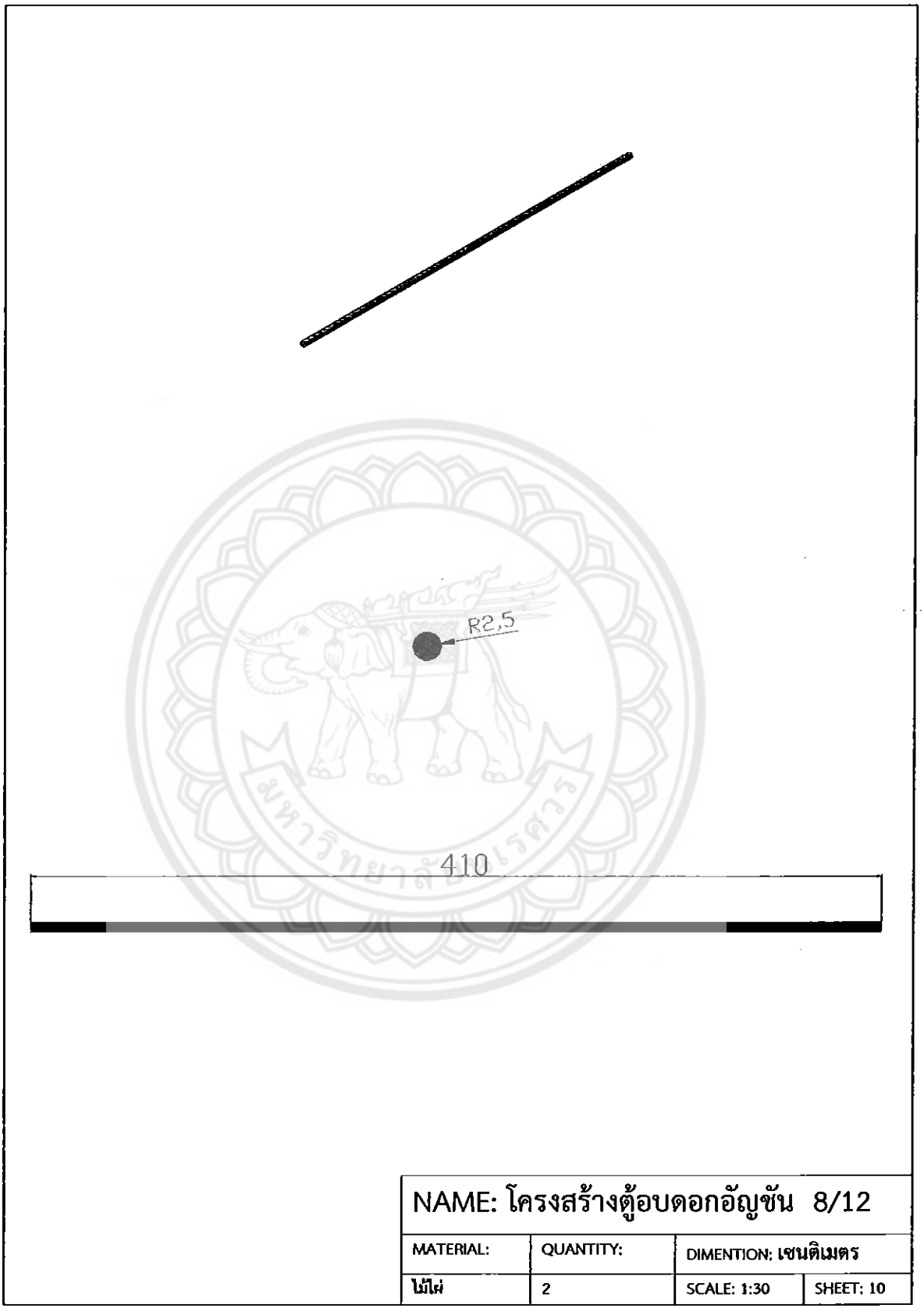
รูปที่ ก.7 เสาหลังด้านซ้าย



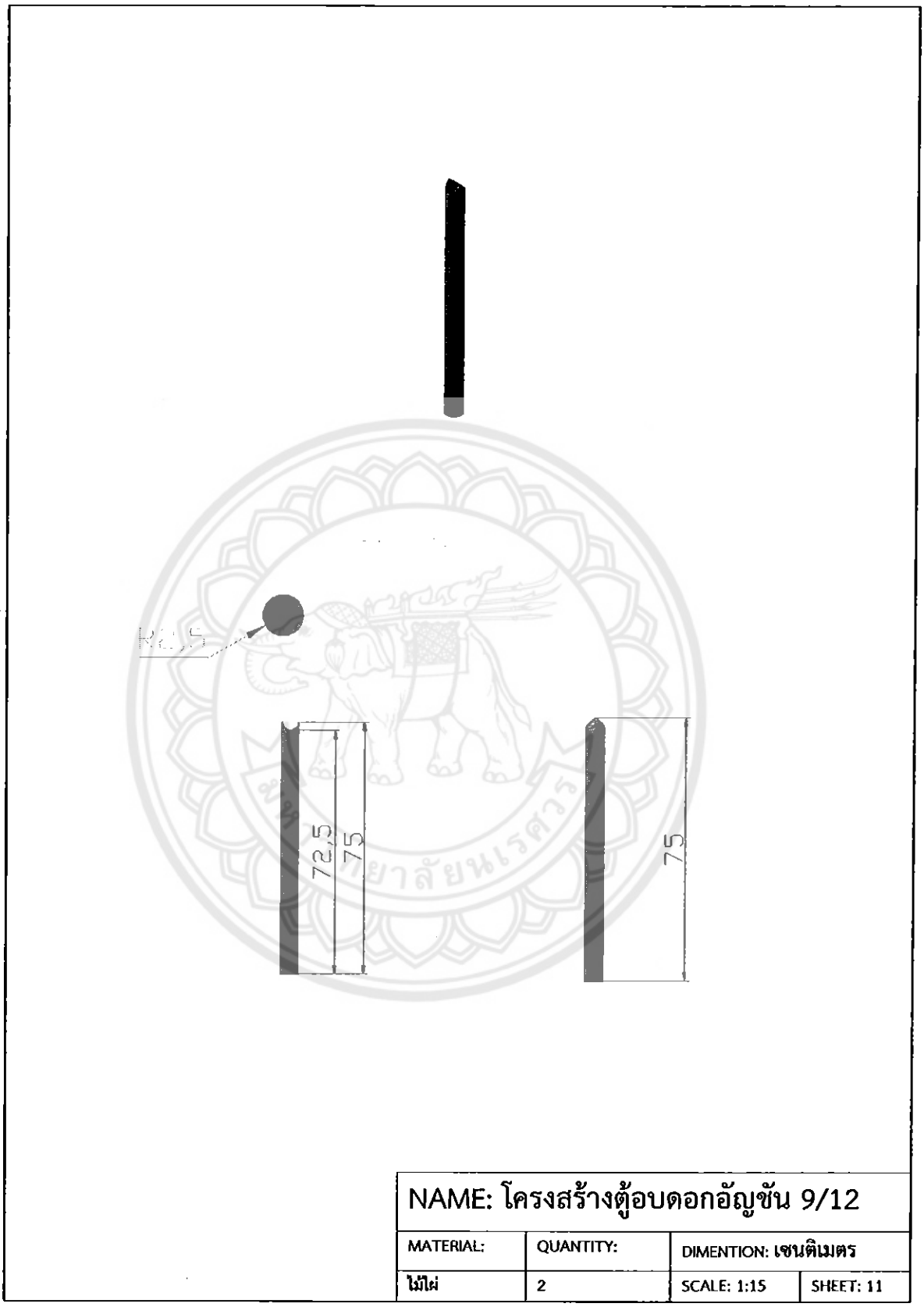
รูปที่ ก.8 คานไม้ไผ่ยาว 2 เมตร



รูปที่ ก.9 คานไม้ไผ่ยาว 4 เมตร

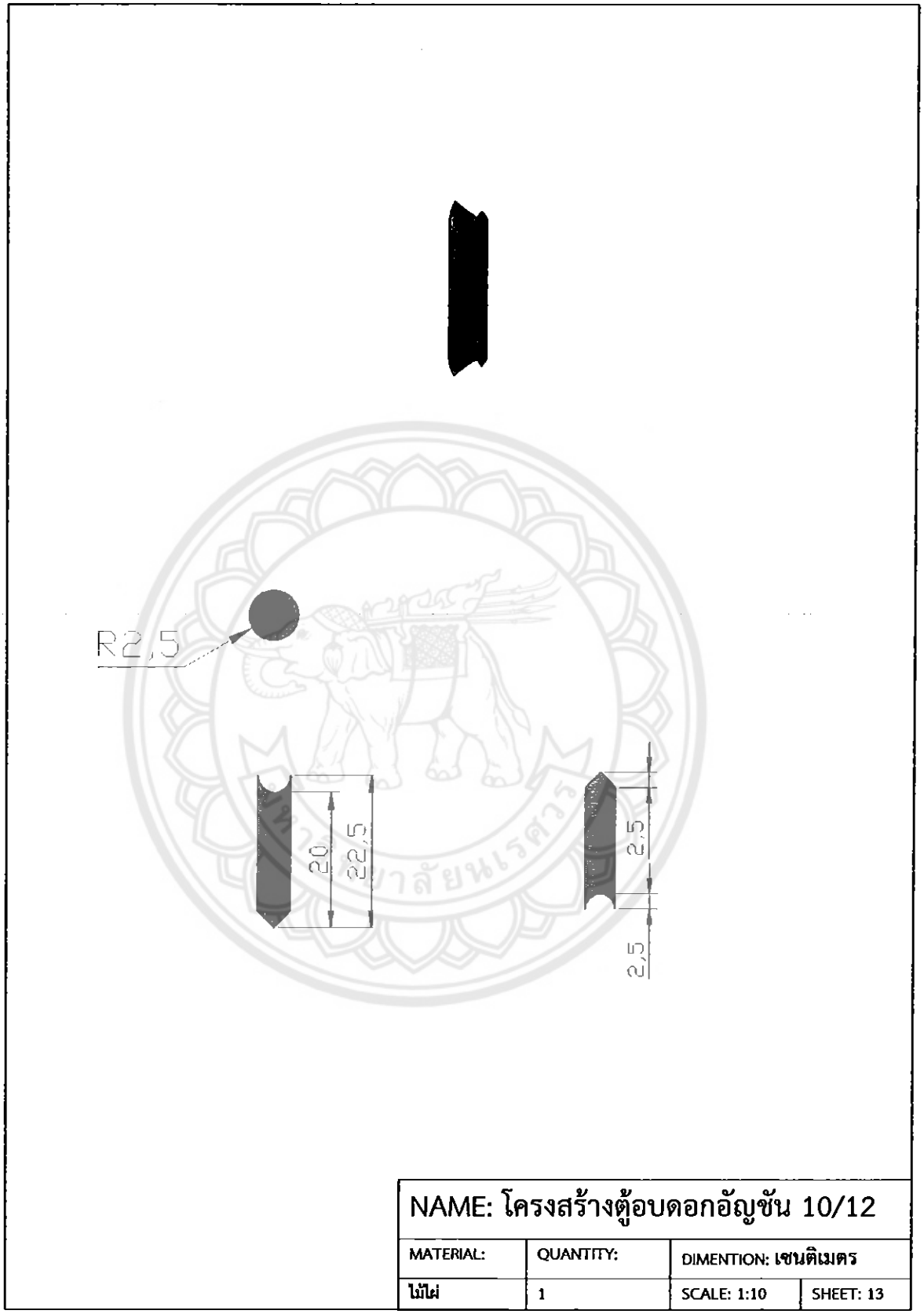


รูปที่ ก.10 คานไม้ไผ่ยาว 4.1 เมตร

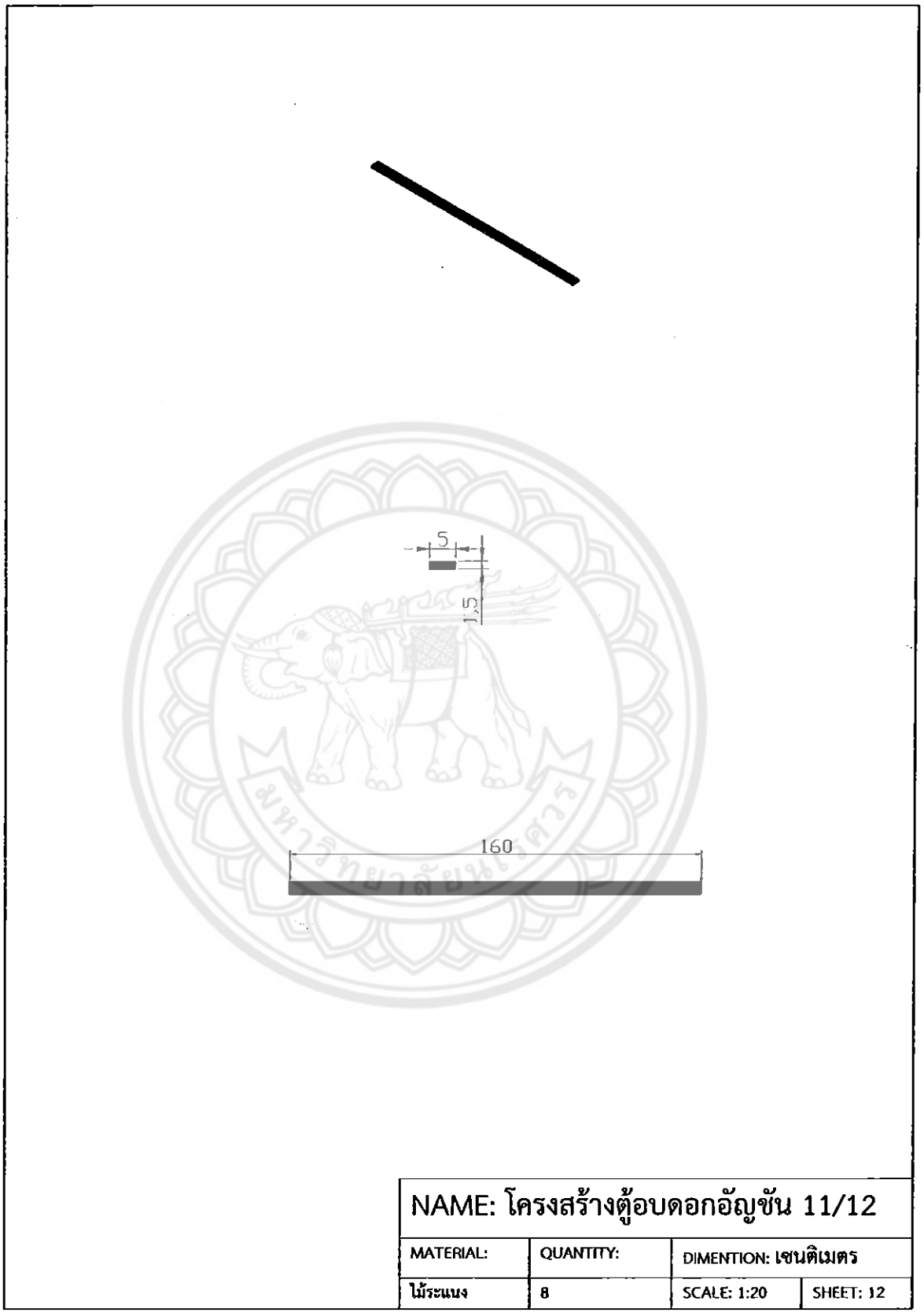


NAME: โครงสร้างตู้อบดอกอัญชัน 9/12			
MATERIAL:	QUANTITY:	DIMENTION: เซนติเมตร	
ไม้ไผ่	2	SCALE: 1:15	SHEET: 11

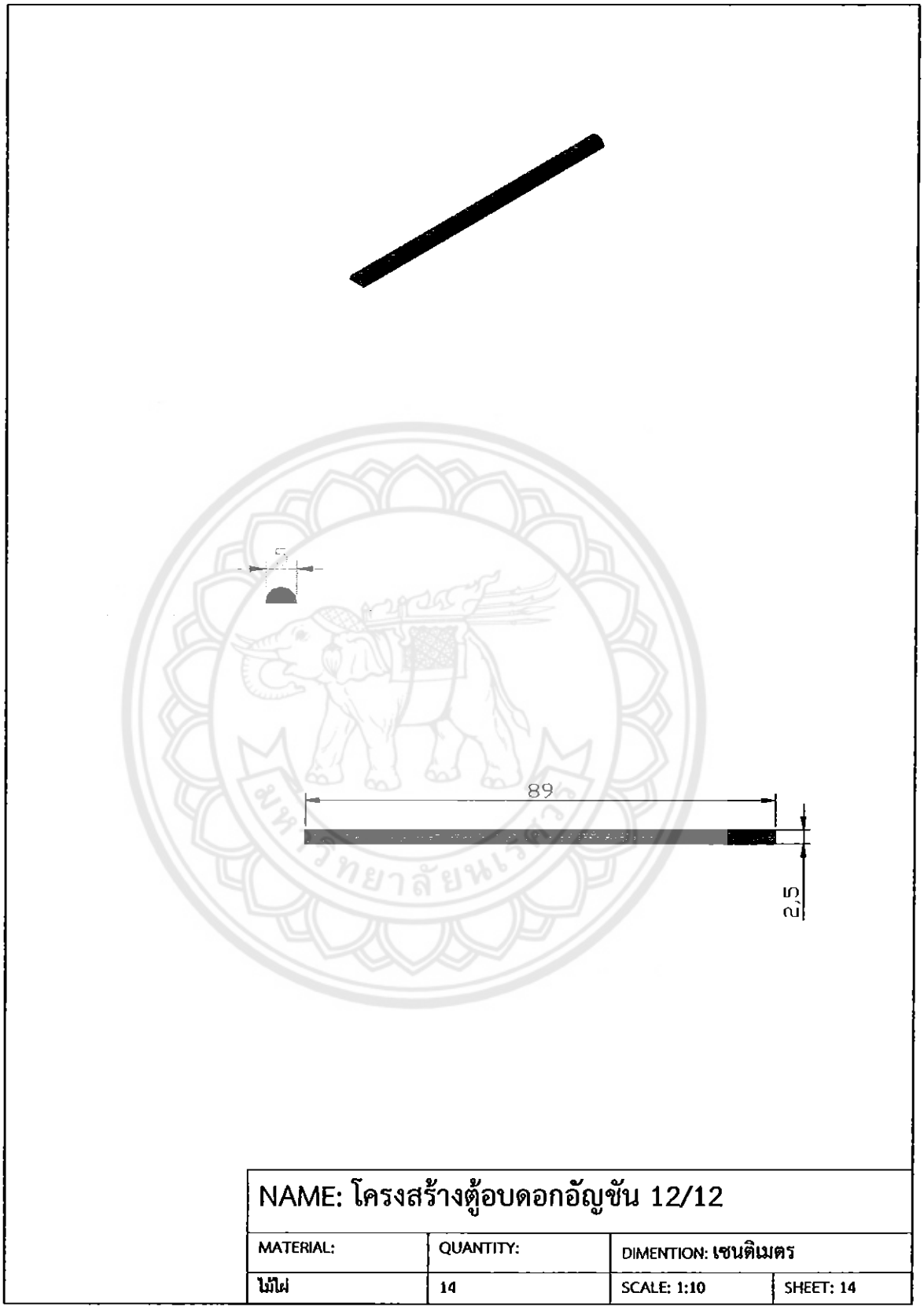
รูปที่ ก.11 ดั้งตั้งหัวท้ายตู้



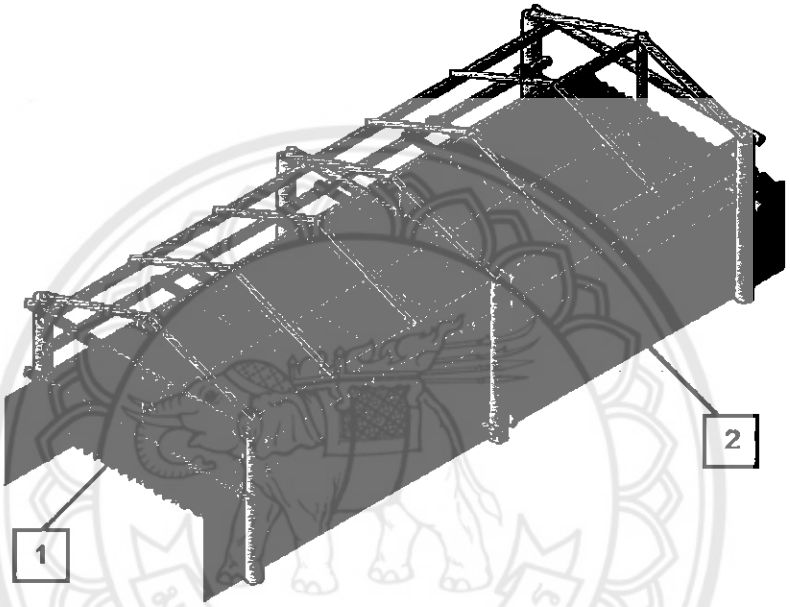
รูปที่ ก.12 ดั้งตั้งกลางตู้



รูปที่ ก.13 ไม้ระแนงขวางตู้

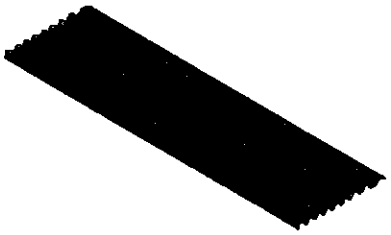


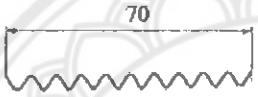
รูปที่ ก.14 แปรหลังคาตู้



NAME: ส่วนช่วยในการเพิ่มอุณหภูมิ			
MATERIAL:	QUANTITY:	DIMENTION: เซนติเมตร	
	1	SCALE:	SHEET: 15

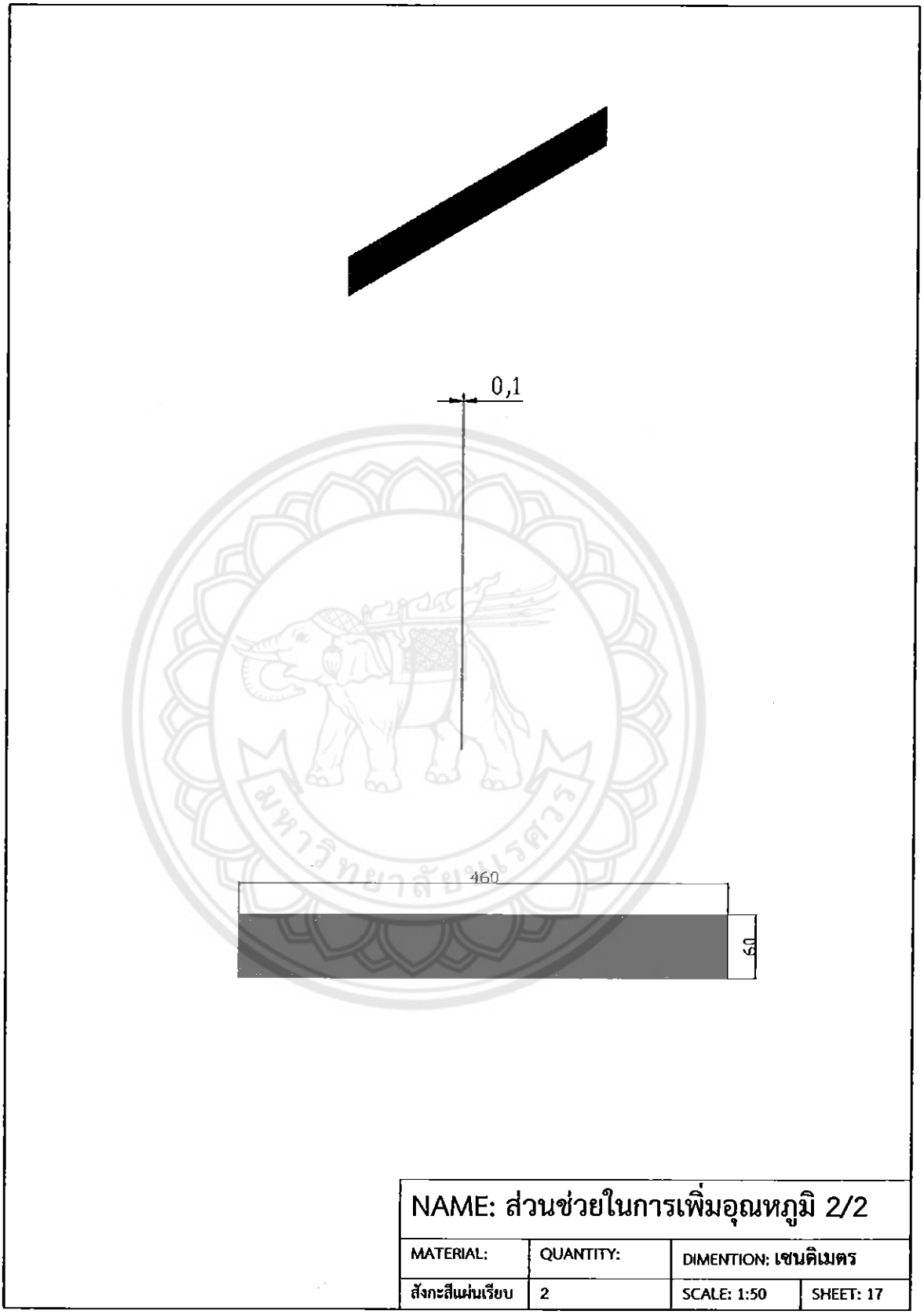
รูปที่ ก.15 ส่วนช่วยในการเพิ่มอุณหภูมิ



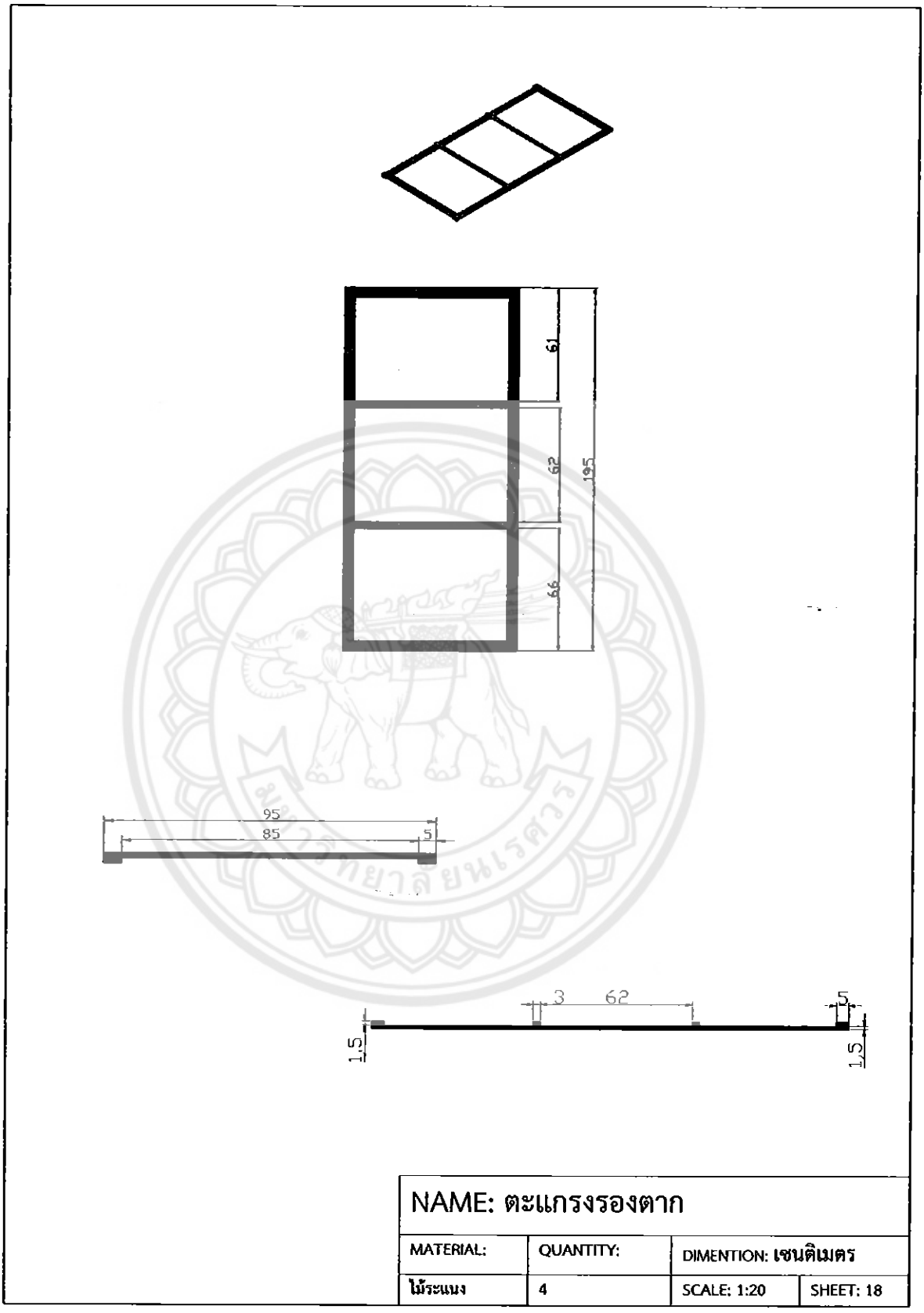


NAME: ส่วนช่วยในการเพิ่มอุณหภูมิ 1/2			
MATERIAL:	QUANTITY:	DIMENTION: เซนติเมตร	
สังกะสีลอนใหญ่	6	SCALE: 1:40	SHEET: 16

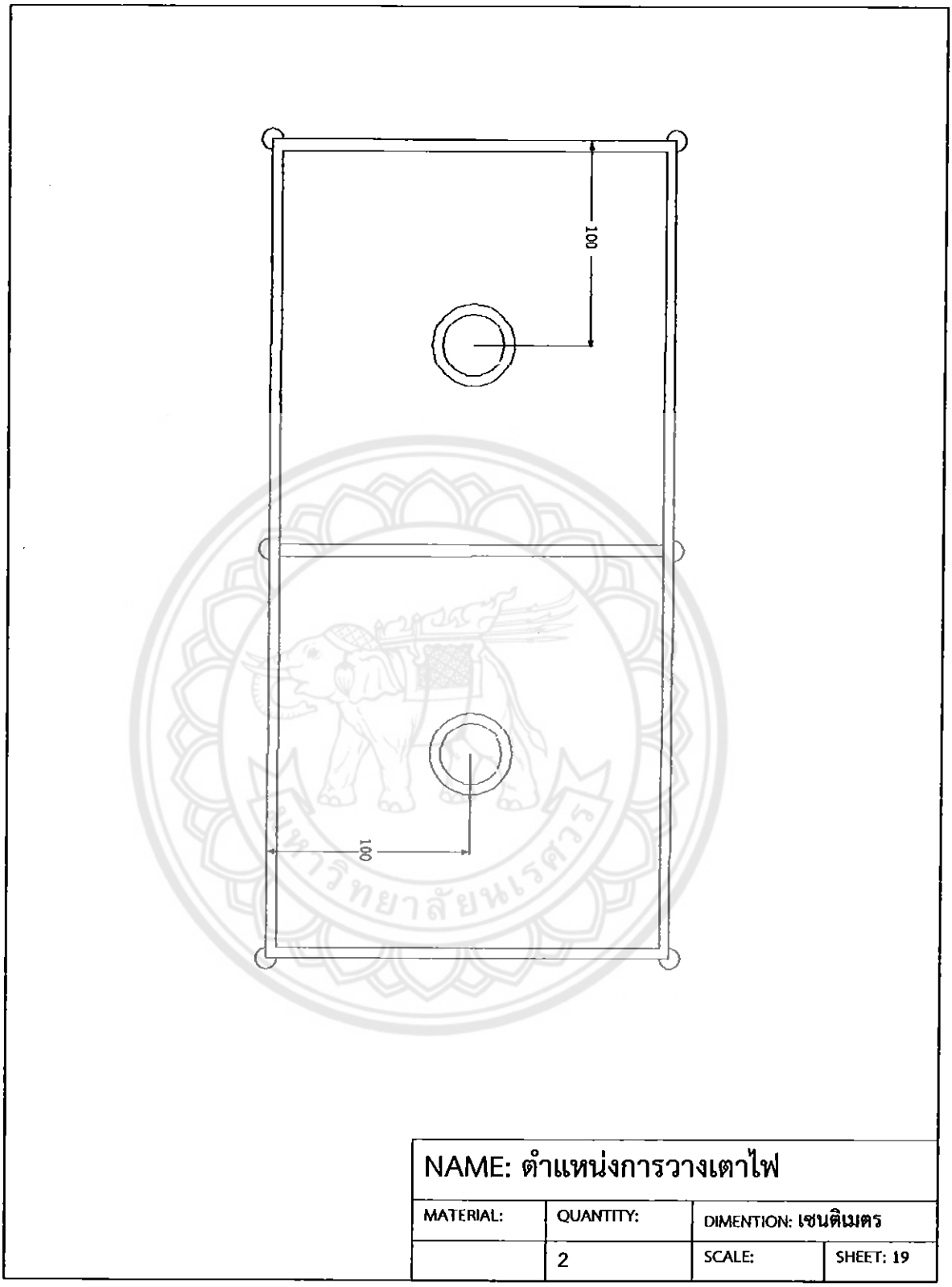
รูปที่ ก.16 สังกะสีลอนใหญ่ยาว 2.4 เมตร



รูปที่ ก.17 สังกะสีแผ่นเรียบปิดข้างตู้



รูปที่ ก.18 ตะแกรงรองตาก



รูปที่ ก.19 ตำแหน่งการวางเตาไฟ

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้ตู้อบ และการผลิตดอกอัญชันอบแห้งให้ถูกหลัก GMP

คู่มือการใช้ตู้อบ

และ

การผลิตดอกอัญชันอบแห้งให้ถูกหลัก GMP

บทที่ 1

คอกอัญชัน ถือเป็นพืชสมุนไพรที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นเครื่องดื่มดับกระหาย มีสารแอนโธไซยานิน มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เสริมภูมิต้านทาน ช่วยเพิ่มความสามารถในการมองเห็น

คอกอัญชันจึงเริ่มเป็นที่สนใจในตลาดของคนรักสุขภาพโดย**เห็นได้จากมีผู้**ต้องการรับซื้อคอกอัญชันตากแห้งจำนวนมากจากชาวบ้าน แต่เนื่องจาก**คุณภาพที่**ได้ค่อนข้างต่ำ จึงทำให้ขายได้ในราคาที่ไม่สูงมากนัก เนื่องมาจากชาว**บ้านยังขาด**ความรู้ความเข้าใจในการผลิตที่ถูกวิธี

ดังนั้น เพื่อเป็นการเพิ่มคุณภาพของการผลิตคอกอัญชันอบแห้ง**และเพิ่ม**ประสิทธิภาพในการผลิตให้ทันความต้องการของตลาด ชาวบ้านจึงจำ**เป็นที่ต้องมี**ความรู้ความเข้าใจในเรื่องของกระบวนการผลิตและข้อกำหนดที่สอด**คล้องกับ** GMP (Good Manufacturing Practice) ซึ่งสามารถเรียนรู้เบื้องต้นได้จาก**คู่มือเล่มนี้**

เรื่อง หน้า

GMP คืออะไร? 1

ข้อกำหนดที่1 3

ข้อกำหนดที่2 5

ข้อกำหนดที่3 6

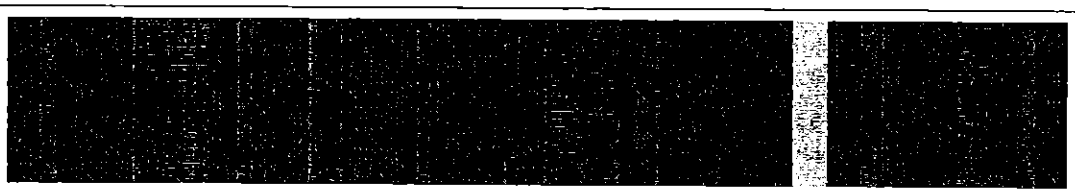
ข้อกำหนดที่4 8

ข้อกำหนดที่5 10

ข้อกำหนดที่6 11

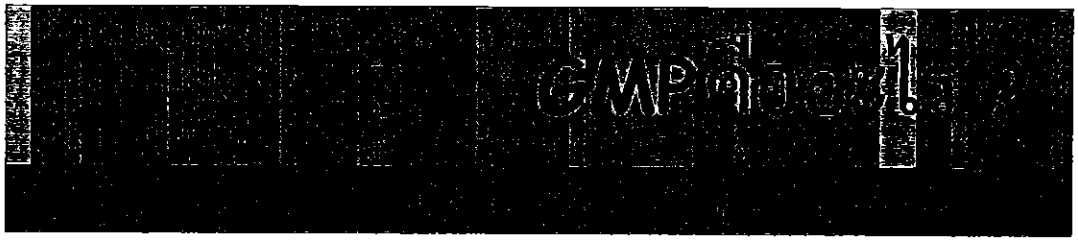
การใช้ตู้อบ 15

สรุป 18



GMP (Good Manufacturing Practice) หมายถึง หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร เป็นเกณฑ์หรือข้อกำหนดขั้นพื้นฐานที่จำเป็นในการผลิตและควบคุมเพื่อให้ผู้ ผลิตปฏิบัติตาม และทำให้สามารถผลิตอาหารได้อย่างปลอดภัย โดยเน้นการป้องกันและขจัดความเสี่ยงที่อาจจะทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

GMP เป็นระบบประกันคุณภาพที่มีการปฏิบัติ และพิสูจน์จากกลุ่มนักวิชาการด้านอาหารทั่วโลกแล้วว่าสามารถทำให้อาหารเกิด ความปลอดภัย เป็นที่เชื่อถือยอมรับจากผู้บริโภค โดยอาศัยหลายปัจจัยที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กัน ดังนั้นหากยิ่งสามารถปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนดได้ทั้งหมด ก็จะทำให้อาหารมีคุณภาพมาตรฐานและมีความปลอดภัยมากที่สุด



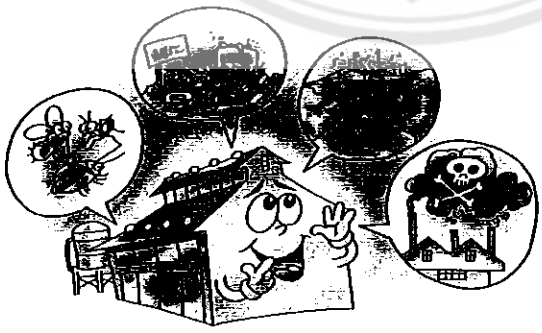
ข้อกำหนด GMP ที่จะเป็นเกณฑ์บังคับใช้เป็นการปรับปรุงระบบการควบคุมความปลอดภัยที่ผู้ผลิต อาหารจะต้องปฏิบัติตาม โดยจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

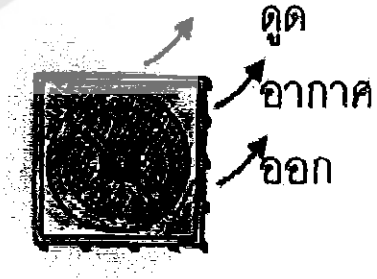
1. สถานที่ตั้งและอาคารผลิต
2. เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต
3. การควบคุมกระบวนการผลิต
4. การสุขาภิบาล
5. การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด
6. บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน

ข้อกำหนดที่ 1
: สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

ที่ตั้งและสิ่งแวดล้อม : ตู้อบดอกอัญชันจะต้องตั้งอยู่ในที่ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดยที่ตั้งของตู้อบและบริเวณโดยรอบนั้นต้องสะอาด ห่างจากกองขยะ แหล่งเพาะพันธ์สัตว์ แมลง ดอกปศุสัตว์ บริเวณที่มีฝุ่นมาก บริเวณน้ำท่วมถึงหรือน้ำขังแฉะสกปรก และ แหล่งสารพิษ หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ ต้องมีการป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอกอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ตัวอาคารผลิตอาจมีทางเข้าสองชั้นเพื่อคัดกรองสิ่งสกปรกที่อาจเข้าถึง

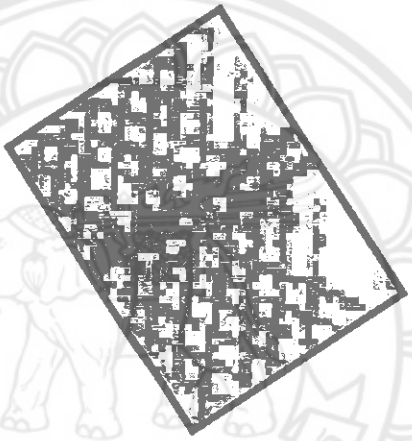
ตู้อบดอกอัญชัน : มีขนาดเหมาะสมกับการทำงาน ไม่เล็กไป หรือใหญ่ไป มีการออกแบบและสร้างให้ง่ายต่อการใช้งานและการทำความสะอาด ทำจากวัสดุที่แข็งแรงทนทาน และไม่ดูดซับน้ำ มีการระบายอากาศที่ดีโดยใช้พัดลมดูดอากาศ เพื่อลดความชื้น มีการป้องกันสัตว์หรือแมลงโดยใช้ระบบปิดจากพลาสติกใส ยกพื้นสูงจากพื้นเพื่อป้องกันการปนเปื้อน





ช่อดอกไม้
: เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

อุปกรณ์ที่สัมผัสโดยตรง : ตะแกรงที่ใช้ตากดอกอัญชันควรทำจากวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับดอกอัญชัน ไม่เป็นพิษ ไม่เป็นสนิม เช่น สี่ หรือตะแกรงพลาสติก



จำนวน : ต้องมีอย่างเพียงพอและเหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดความล่าช้าในการตาก อันอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนได้

การแบ่งประเภทของภาชนะที่ใช้ : ควรแยกอย่างชัดเจนระหว่างของดีกับของเสีย สำหรับใส่ดอกแห้งหรือดอกสด

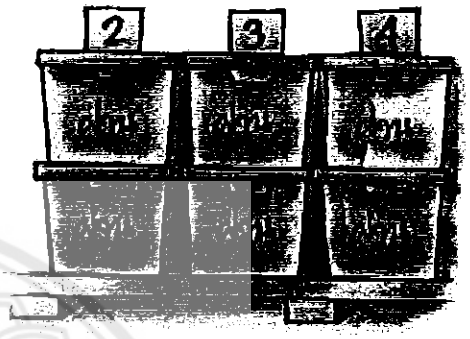
ข้อที่ ๓ ข้อ ๔

: การควบคุมกระบวนการผลิต

วัตถุดิบ และภาชนะบรรจุ : คัดเลือกดอกอัญชันที่เก็บมา ที่มีคุณภาพดอกสมบูรณ์ ไม่มีแมลง หนอน หรือ สิ่งปนเปื้อน

มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ ระเบียบสามารถแยกได้ว่าอันไหนมาก่อนมาหลังตามลำดับ

ภาชนะที่บรรจุควรสะอาด ไม่มีสิ่งปนเปื้อน และมีการใช้งานอย่างมีระบบ ว่าภาชนะอันไหนใช้สำหรับอะไร



การเก็บรักษาและการขนส่ง : ในการเก็บรักษานั้นควรระมัดระวังไม่ให้มีความชื้นหรืออากาศเข้าไปได้ และในขณะการขนส่งไม่ควรมีการซ้อนทับกันมากเกินไป ทุกขั้นตอนควรดำเนินไปด้วยความระมัดระวังห้ามให้เกิดการปนเปื้อน

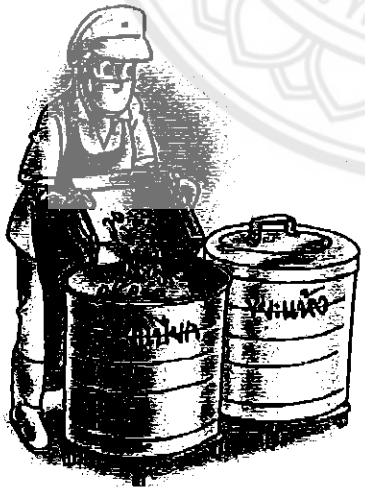
การบันทึกและรายงานผล : ทุกครั้งควรมีการจดบันทึกรายละเอียดของผลิตภัณฑ์แต่ละครั้ง วัน เดือน ปี และจำนวนที่ผลิตได้ เพื่อเป็นข้อมูลที่สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ (ดูตัวอย่าง หน้า13)

ข้อกำหนดที่ 4
: การสุขาภิบาล

น้ำที่ใช้ : ต้องสะอาด ไม่ว่าจะเป็นน้ำที่ใช้ล้างวัตถุดิบ หรือจะเป็นน้ำที่ใช้ชำระล้างเครื่องมืออุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน ควรมีการฆ่าเชื้อโดยการเติมคลอรีน (ดูการเติมคลอรีน หน้า 14)

*ควรล้างมือก่อนปฏิบัติงานด้วยน้ำสะอาด

การป้องกัน กำจัด สัตว์และแมลง : มีมาตรการป้องกัน กำจัด หนู แมลงสาบ หรือสัตว์จำพวกที่เป็นพาหะ อาจมีการทำกับดัก หรือหากใช้สารเคมีควรคำนึงถึงโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดการปนเปื้อนด้วย

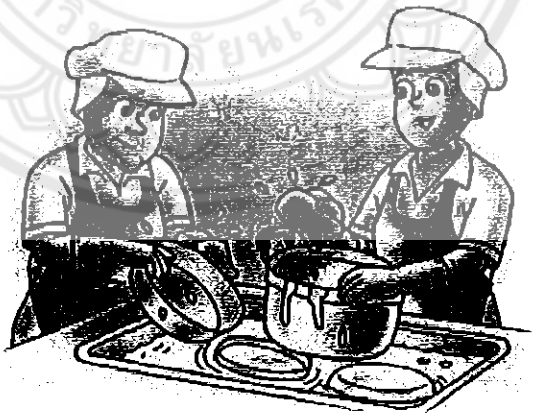


ระบบกำจัดขยะมูลฝอย : จัดให้มีภาชนะรองรับขยะมูลฝอย และจำเป็นต้องมีฝาปิดเพื่อป้องกันการคุ้ยเขี่ยของสุนัขหรือสัตว์อื่นๆ และมีการนำขยะไปกำจัดนอกบริเวณที่ใช้ตากคอกอัญชัน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นได้

ข้อกำหนดที่ ๔
: การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ตู้อบดอกอัญชัน : ต้องมั่นดูแลความสะอาด และรักษาสภาพให้พร้อมใช้งานเสมอโดยการเช็ดทำความสะอาดบริเวณตู้ตากและตะแกรงตาก ไม่ให้มีสิ่งสกปรกหรือคราบต่างๆ

อุปกรณ์ เครื่องมือ ที่ใช้ในการผลิต : ตะแกรงตาก ภาชนะใส่ดอกที่เก็บ ทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอทั้งก่อนและหลังใช้ปฏิบัติงาน เพราะเครื่องอุปกรณ์ เครื่องมือ อาจเป็นแหล่งจุลินทรีย์ หรือก่อให้เกิดการปนเปื้อนได้ และเมื่อทำความสะอาดแล้ว ควรรอให้แห้งสนิทก่อนการนำไปเก็บ

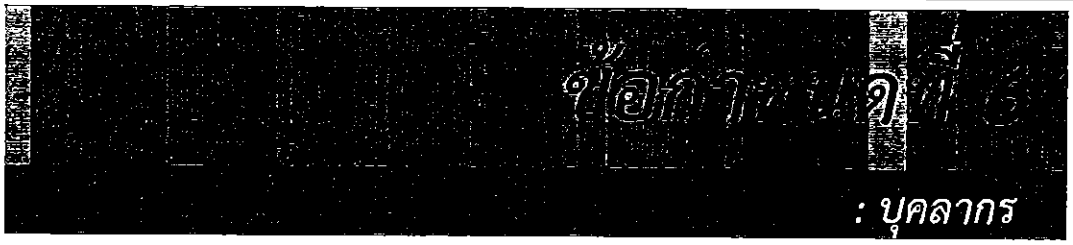


ข้อกำหนดด้าน
: บุคลากร

สุขภาพ : ผู้ปฏิบัติงานในผลิตดอกอัญชันอบแห้ง ต้องมีสุขภาพที่ดี ไม่เป็นโรคเรื้อน วัณโรคระยะอันตราย ติดยาเสพติด พิษสุราเรื้อรัง เท้าช้าง และโรคผิวหนังอื่นๆ

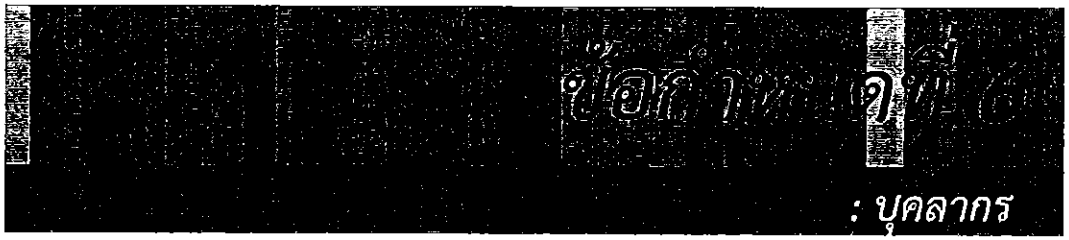
ผู้ที่มีอาการ ไอ จาม เป็นไข้ ควรหลีกเลี่ยงการทำงานที่สัมผัสผลิตภัณฑ์โดยตรง หรือใส่หน้ากากป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรค

กรณีที่จำเป็นต้องให้ผู้ที่มีบาดแผลเป็นคนทำงาน ควรมีการปิดหรือพันแผล หรือสวมถุงมือให้เรียบร้อย



สุขลักษณะ : ผู้ปฏิบัติงานควรมีการแต่งกายและพฤติกรรม ดังนี้

- **สวมเสื้อหรือชุดกันเปื้อนที่สะอาด เหมาะสม**
- **ไว้เล็บสั้น และไม่ทาเล็บ**
- สวมผ้าปิดปาก หมวกคลุมผม
- ไม่สูบบุหรี่
- ไม่สวมใส่เครื่องประดับต่างๆ
- สวมถุงมือที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่ขาด และทำจากวัสดุที่ไม่มีสารละลายหลุดออกมา
- ล้างมือทุกครั้งทั้งก่อนและหลังการปฏิบัติงาน
- ในขณะปฏิบัติงานควรงดนิสัยการแกะ เกา เช่น แกะสิว แคะขี้มูก เกาศีรษะ หรือสลัดผม เป็นต้น
- ไม่รับประทานอาหาร หรือเอาสิ่งอื่นใดเข้าปากในขณะปฏิบัติงาน



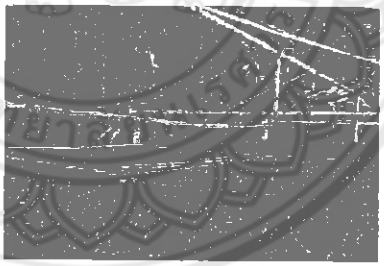
การฝึกอบรม : ควรจัดให้มีการอบรมผู้ปฏิบัติงานให้มีความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงานอย่างถูกต้อง ทั้งก่อนจะเข้ามาปฏิบัติงาน และระหว่างปฏิบัติงาน

- ควรมีการทบทวนตรวจสอบความรู้ของผู้ปฏิบัติงานเป็นระยะๆ
- ปลูกฝังจิตสำนึกที่ดี เพื่อกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกมีส่วนร่วมต่อการรับผิดชอบผลิตภัณฑ์
- ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานแต่อยู่ในบริเวณปฏิบัติงานต้องปฏิบัติตนเช่นเดียวกับผู้ปฏิบัติงาน

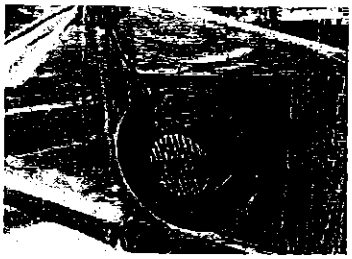
การใช้งานตู้อบดอกอัญชัน

- **ตรวจสอบสภาพของตู้อบให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ พร้อมใช้งาน**
- **ทำความสะอาดตู้อบ ไม่ให้มีสิ่งที่ไม่ได้ใช้อยู่ภายใน**
- ทำความสะอาดตะแกรงตาก ไม่ให้มีสิ่งสกปรกหรือสิ่งปนเปื้อน
- นำดอกอัญชันสดมาวางบนตะแกรง กระจายให้ทั่วๆ

- นำตะแกรงที่มีดอกอัญชัน ไปวางในตู้อบ



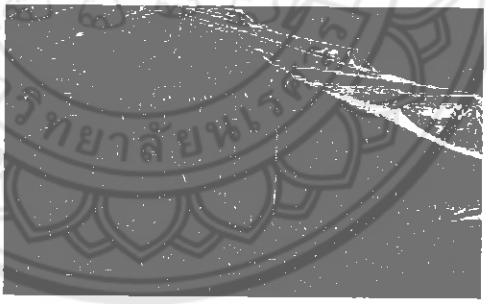
- เปิดพัดลมดูดอากาศ



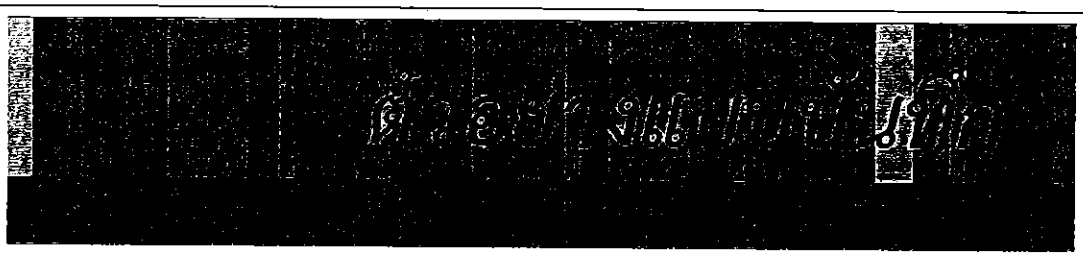
การใช้งานตู้อบดอกอัญชัน

- หากในวันที่ไม่มีแดด สามารถก่อไฟด้านล่างเพื่อเพิ่มอุณหภูมิได้

- ตรวจสอบพลาสติกใสว่าปิดสนิท ป้องกันสัตว์และแมลง



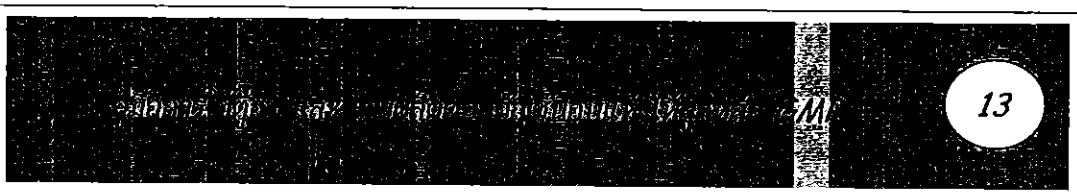
- ตากจนแห้งจึงนำออกจากตู้อบ



แบบบันทึก การผลิตดอกอัญชันตากแห้ง

ชื่อ.....สกุล.....ปีที่ดำเนินการ.....

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	ผลิตผลที่เก็บเกี่ยว ทั้งหมด (กก.)	ผลิตผลที่ผ่านเกณฑ์ การคัดแยก (กก.)	ผู้ปฏิบัติ	หมายเหตุ
รวม					



คลอรีนเม็ด คลอรีน 1 เม็ด ขนาด 3 กรัม

<u>วิธีใช้</u>

- ใช้คลอรีน 1 เม็ดต่อน้ำ 1,000 ลิตร หรือน้ำ 50 ปีบ
- คลอรีนจะค่อยๆ ทำปฏิกริยากับน้ำแกิดฟองฟู่ขึ้นมา พร้อมทั้งปล่อยคลอรีนอิสระออกมา
- ทิ้งไว้ 30 นาที จึงนำไปใช้เป็นน้ำดื่มน้ำใช้

คลอรีนน้ำหรือหยดทิพย์ (อ 32) เป็นคลอรีนน้ำ เข้มข้น 2%

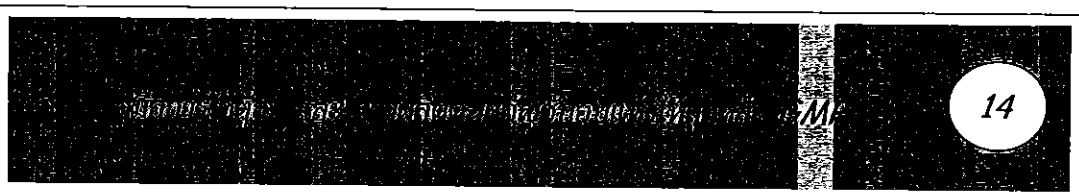
<u>วิธีใช้</u>

- ใช้หยดทิพย์ 1 หยดต่อน้ำ 1 ลิตร หรือ 20 หยดต่อน้ำ 1 ปีบ หรือ 1 ขวดขนาดบรรจุ 100 มิลลิลิตร ต่อน้ำ100 ปีบ
- คนให้เข้ากันด้วยภาชนะที่สะอาด
- ทิ้งไว้ 30 นาที จึงนำไปใช้เป็นน้ำดื่มน้ำใช้

หมายเหตุ : ให้ผสมกับน้ำใส ที่ตกตะกอนหรือกรองแล้ว กรณีน้ำขุ่นให้ใช้สารส้มชนิดเป็นก้อนแกว่งในน้ำดังกล่าวประมาณ 5 นาที ความขุ่นจะรวมตัวกัน แล้วตกตะกอน ตักเฉพาะน้ำใส ใส่ภาชนะอีกใบหลังจากนั้นจึงเติมคลอรีนฆ่าเชื้อโรค

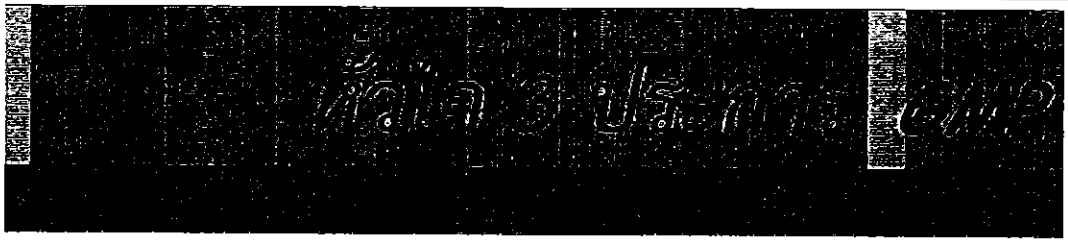
ข้อควรระวัง

- เก็บให้พ้นมือเด็ก เก็บในที่แห้งและ ไม่ถูกแสงแดด
- อย่าสัมผัสคลอรีนด้วยมือ และอย่าให้ถูกผิวหนัง หากถูกผิวหนังให้รีบล้างด้วยน้ำสะอาดจนอาการระคายเคืองทุเลา หากไม่ทุเลาให้ไปพบแพทย์
- ห้ามรับประทานโดยตรง



สรุป

จากที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่าข้อกำหนดตามประกาศ เรื่อง เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร ทั้ง 6 หัวข้อ มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันตลอดทุกขั้นตอน หากผู้ผลิตอาหารสามารถนำแนวทางดังกล่าวไปศึกษาจนเป็นที่เข้าใจและนำไปประยุกต์ใช้จะช่วยลดโอกาสเสี่ยงของการปนเปื้อน ทั้งทางด้านกายภาพเคมี และจุลินทรีย์อย่างมีประสิทธิผล และเป็นการสร้างหลักประกันที่มั่นใจได้ว่าผู้ผลิตสามารถผลิตอาหารมีคุณภาพมาตรฐาน ไม่มีการปนเปื้อนของอันตรายที่ทำให้เกิดปัญหาความไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค



1.ลดการปนเปื้อนเบื้องต้น

*คัดเลือกดอกอัญชันที่สมบูรณ์

*ใช้ภาชนะอุปกรณ์ที่สะอาด

*ป้องกันสัตว์และแมลงไม่ให้เข้าในตู้อบ

2. การลดหรือยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและทำให้อาหารเน่าเสีย

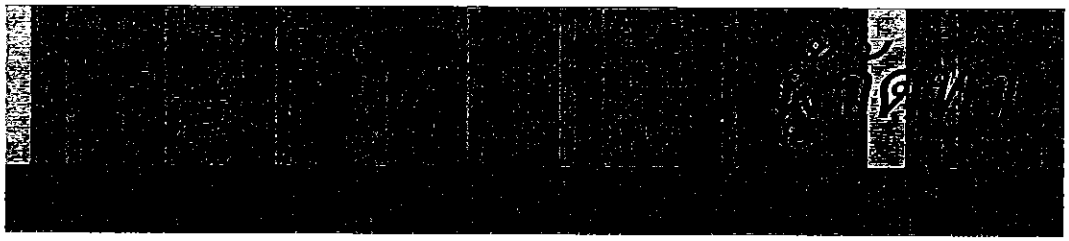
*การจัดเก็บดอกแห้งโดยมัดถุงให้สนิทไม่ให้อากาศเข้าได้

*หลีกเลี่ยงการเก็บดอกที่ยังตากไม่แห้ง

3.การป้องกันการปนเปื้อนซ้ำ

*ภาชนะบรรจุต้องสะอาด

*การเก็บรักษาและขนส่งต้องสะอาดและไม่มีการปนเปื้อนระหว่างปฏิบัติงาน



นางสาวชฎาภา จันแสง

นายพงษ์พันธ์ กาญจนอุดม

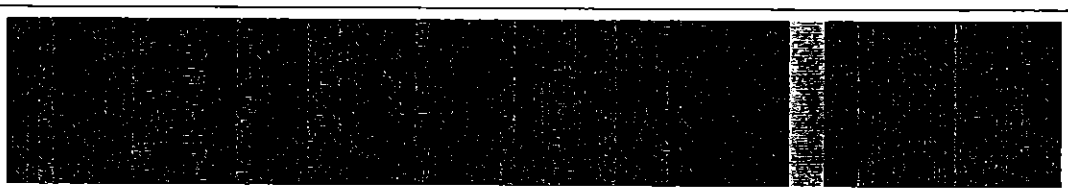
นายพินิจพงษ์ ทองสมชื่อ

อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก



ภาคผนวก ค

แบบบันทึกผลการทดลอง

ตารางการบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ *1* วันที่ *4/11/2554*

หมายเหตุ *ไม่จุดเตาไฟ*

	น้ำหนักดอกอัญชัน (กิโลกรัม) และลักษณะดอกอัญชัน			
ช่วงเวลา	ภายนอกตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน	ภายในตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน
8.00 - 9.00 น.	*10*	*ดอกอัญชันสด*	*10*	*ดอกอัญชันสด*
9.00 - 10.00 น.	*9.4*	-	*9.2*	-
10.00 - 11.00 น.	*8.4*	-	*8.2*	-
11.00 - 12.00 น.	*7*	*ดอกอัญชันเริ่มยุบตัว*	*6.7*	*ดอกอัญชันเริ่มยุบตัว*
12.00 - 13.00 น.	*5.8*	-	*4.8*	-
13.00 - 14.00 น.	*4.4*	-	*3*	-
14.00 - 15.00 น.	*3.5*	-	*1.9*	*ดอกอัญชันเริ่มแห้งตัว*
15.00 - 16.00 น.	*2.8*	-	*1.66*	-
16.00 - 17.00 น.	*2.5*	-	*1.04*	-
17.00 18.00 น.	*2.46*	*ดอกอัญชันยังแห้งไม่สนิท*	*0.96*	*ดอกอัญชันแห้งตามที่ต้องการ*

บันทึก

เมื่อมีการเปิดตู้อบออกมาเพื่อนำดอกอัญชันมาชั่งน้ำหนักอุณหภูมิภายในตู้จะลดลงมากทำให้ตู้ต้องสะสมอุณหภูมิใหม่

ผู้บันทึกผล *นาย พินิจพงษ์ ทองสมชื่อ*

ตารางการบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ *1 (ต่อ)* วันที่ *5/11/2554*

หมายเหตุ *ไม่จุดเตาไฟ*

	น้ำหนักดอกอัญชัน (กิโลกรัม) และลักษณะดอกอัญชัน			
ช่วงเวลา	ภายนอกตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน	ภายในตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน
8.00 - 9.00 น.	*2.5*	*ดอกอัญชันยังแห้งไม่สนิท*	-	-
9.00 - 10.00 น.	*2.2*	*ดอกอัญชันเริ่มแห้ง*	-	-
10.00 - 11.00 น.	*1.7*	-	-	-
11.00 - 12.00 น.	*1.34*	-	-	-
12.00 - 13.00 น.	*1.02*	-	-	-
13.00 - 14.00 น.	*0.98*	*ดอกอัญชันแห้งตามที่ต้องการ*	-	-
14.00 - 15.00 น.	-	-	-	-
15.00 - 16.00 น.	-	-	-	-
16.00 - 17.00 น.	-	-	-	-
17.00 18.00 น.	-	-	-	-

บันทึก

เนื่องจากดอกอัญชันที่ตากภายนอกตู้อบยังแห้งไม่พอที่จะสามารถใช้ได้ จึงต้องนำมาตากต่อในวันนี้ โดยดอกอัญชันที่ตากในตู้ก็หยุดตากแล้วนำไปเก็บรักษาแล้ว

ผู้บันทึกผล *นาย พินิจพงษ์ ทองสมซื่อ*

ตารางการบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ *2* วันที่ *7/11/2554*

หมายเหตุ *ไม่จุดเตาไฟ*

	น้ำหนักดอกอัญชัน (กิโลกรัม) และลักษณะดอกอัญชัน			
ช่วงเวลา	ภายนอกตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน	ภายในตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน
8.00 - 9.00 น.	*10*	*ดอกอัญชันสด*	*10*	*ดอกอัญชันสด*
9.00 - 10.00 น.	*8.89*	-	*8.7*	-
10.00 - 11.00 น.	*7.78*	-	*7.4*	*ดอกอัญชันเริ่มยุบตัว*
11.00 - 12.00 น.	*6.67*	*ดอกอัญชันเริ่มยุบตัว*	*6.1*	-
12.00 - 13.00 น.	*5.56*	-	*4.8*	-
13.00 - 14.00 น.	*4.7*	-	*3.2*	-
14.00 - 15.00 น.	*3.8*	-	*2.4*	*ดอกอัญชันเริ่มแห้งตัว*
15.00 - 16.00 น.	*2.8*	-	*1.44*	-
16.00 - 17.00 น.	*2.4*	-	*1.22*	-
17.00 18.00 น.	*2.16*	*ดอกอัญชันยังไม่แห้งพอ*	*0.96*	*ดอกอัญชันแห้งตามที่ต้องการ*

บันทึก

.....

.....

ผู้บันทึกผล *นาย พินิจพงษ์ ทองสมชื่อ*

ตารางการบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ *2(ต่อ)* วันที่ *8/112554*

หมายเหตุ *ไม่จุดเตาไฟ*

	น้ำหนักดอกอัญชัน (กิโลกรัม) และลักษณะดอกอัญชัน			
ช่วงเวลา	ภายนอกตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน	ภายในตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน
8.00 - 9.00 น.	*2.2*	*ดอกอัญชันยังไม่แห้งพอ*	-	-
9.00 - 10.00 น.	*1.72*	-	-	-
10.00 - 11.00 น.	*1.48*	-	-	-
11.00 - 12.00 น.	*1.36*	-	-	-
12.00 - 13.00 น.	*1.2*	-	-	-
13.00 - 14.00 น.	*0.98*	*ดอกอัญชันแห้งตามที่ต้องการ*	-	-
14.00 - 15.00 น.	-	-	-	-
15.00 - 16.00 น.	-	-	-	-
16.00 - 17.00 น.	-	-	-	-
17.00 18.00 น.	-	-	-	-

บันทึก

.....

.....

ผู้บันทึกผล *นาย พินิจพงษ์ ทองสมซื่อ*

ตารางการบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ *3* วันที่ *14/11/2554*

หมายเหตุ *ไม่จุดเตาไฟ*

	น้ำหนักดอกอัญชัน (กิโลกรัม) และลักษณะดอกอัญชัน			
ช่วงเวลา	ภายนอกตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน	ภายในตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน
8.00 - 9.00 น.	*10*	*ดอกอัญชันสด*	*10*	*ดอกอัญชันสด*
9.00 - 10.00 น.	*9.1*	-	*9*	-
10.00 - 11.00 น.	*7.7*	-	*7.3*	*ดอกอัญชันเริ่มยุบตัว*
11.00 - 12.00 น.	*6.4*	*ดอกอัญชันเริ่มยุบตัว*	*5.4*	-
12.00 - 13.00 น.	*5.4*	-	*4.2*	-
13.00 - 14.00 น.	*4.6*	-	*3.2*	-
14.00 - 15.00 น.	*3.9*	-	*2.4*	*ดอกอัญชันเริ่มแห้งตัว*
15.00 - 16.00 น.	*3.2*	-	*1.8*	-
16.00 - 17.00 น.	*2.6*	-	*1.3*	-
17.00 18.00 น.	*2.31*	*ดอกอัญชันยังไม่แห้งพอ*	*0.98*	*ดอกอัญชันแห้งตามที่ต้องการ*

บันทึก

.....

.....

ผู้บันทึกผล *นาย พงษ์พันธ์ กาญจนอุดม*

ตารางการบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ *3(ต่อ)* วันที่ *15/11/2554*

หมายเหตุ *ไม่จุดเตาไฟ*

	น้ำหนักดอกอัญชัน (กิโลกรัม) และลักษณะดอกอัญชัน			
ช่วงเวลา	ภายนอกตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน	ภายในตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน
8.00 - 9.00 น.	*2.2*	*ดอกอัญชันยังไม่แห้งพอ*	-	-
9.00 - 10.00 น.	*1.95*	-	-	-
10.00 - 11.00 น.	*1.69*	-	-	-
11.00 - 12.00 น.	*1.49*	-	-	-
12.00 - 13.00 น.	*1.27*	-	-	-
13.00 - 14.00 น.	*1.01*	*ดอกอัญชันแห้งตามที่ต้องการ*	-	-
14.00 - 15.00 น.	-	-	-	-
15.00 - 16.00 น.	-	-	-	-
16.00 - 17.00 น.	-	-	-	-
17.00 18.00 น.	-	-	-	-

บันทึก

.....

.....

ผู้บันทึกผล *นาย พงษ์พันธ์ กาญจนอุดม*

ตารางการบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ *4* วันที่ *10/12/2554*

หมายเหตุ *จุดเตาไฟ*

	น้ำหนักดอกอัญชัน (กิโลกรัม) และลักษณะดอกอัญชัน			
ช่วงเวลา	ภายนอกตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน	ภายในตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน
8.00 - 9.00 น.	*10*	*ดอกอัญชันสด*	*10*	*ดอกอัญชันสด*
9.00 - 10.00 น.	*9.4*	-	*9.2*	-
10.00 - 11.00 น.	*8.5*	-	*7.2*	*ดอกอัญชันเริ่มยุบตัว*
11.00 - 12.00 น.	*7.5*	*ดอกอัญชันเริ่มยุบตัว*	*5.4*	-
12.00 - 13.00 น.	*6.6*	-	*4.3*	-
13.00 - 14.00 น.	*5.8*	-	*3.2*	*ดอกอัญชันเริ่มแห้ง*
14.00 - 15.00 น.	*5*	-	*2.1*	-
15.00 - 16.00 น.	*4.3*	-	*1.37*	-
16.00 - 17.00 น.	*3.6*	-	*1*	*ดอกอัญชันแห้งสนิท*
17.00 18.00 น.	*2.7*	*ดอกอัญชันยังไม่แห้งพอ*	-	-

บันทึก

ในตอนเช้ามีน้ำค้างมากทำให้ที่ตู้มีน้ำค้างเกาะมาก ต้องเช็ดทำความสะอาดตู้ก่อนเริ่มทำการตาก และดอกอัญชันที่นำมาตากมีน้ำค้างเกาะอยู่มาก

ผู้บันทึกผล *นาย พงษ์พันธ์ กาญจนอุดม*

ตารางการบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ *4(ต่อ)* วันที่ *11/12/2554*

หมายเหตุ *จุดเตาไฟ*

	น้ำหนักดอกอัญชัน (กิโลกรัม) และลักษณะดอกอัญชัน			
ช่วงเวลา	ภายนอกตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน	ภายในตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน
8.00 - 9.00 น.	*2.16*	*ดอกอัญชันยังไม่แห้งพอ*	-	-
9.00 - 10.00 น.	*1.9*	-	-	-
10.00 - 11.00 น.	*2.57*	-	-	-
11.00 - 12.00 น.	*1.38*	-	-	-
12.00 - 13.00 น.	*1.2*	-	-	-
13.00 - 14.00 น.	*1*	*ดอกอัญชันแห้งตามที่ต้องการ*	-	-
14.00 - 15.00 น.	-	-	-	-
15.00 - 16.00 น.	-	-	-	-
16.00 - 17.00 น.	-	-	-	-
17.00 18.00 น.	-	-	-	-

บันทึก

.....

.....

ผู้บันทึกผล *นาย พงษ์พันธ์ กาญจนอุดม*

ตารางการบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ *5* วันที่ *10/1/2555*

หมายเหตุ *จุดเตาไฟ*

	น้ำหนักดอกอัญชัน (กิโลกรัม) และลักษณะดอกอัญชัน			
ช่วงเวลา	ภายนอกตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน	ภายในตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน
8.00 - 9.00 น.	*10*	*ดอกอัญชันสด*	*10*	*ดอกอัญชันสด*
9.00 - 10.00 น.	*9.1*	-	*8.7*	-
10.00 - 11.00 น.	*8*	-	*6.9*	*ดอกอัญชันเริ่มยุบตัว*
11.00 - 12.00 น.	*6.9*	*ดอกอัญชันเริ่มยุบตัว*	*5.3*	-
12.00 - 13.00 น.	*6*	-	*3.8*	-
13.00 - 14.00 น.	*5.1*	-	*2.5*	*ดอกอัญชันเริ่มแห้ง*
14.00 - 15.00 น.	*4.26*	-	*1.6*	-
15.00 - 16.00 น.	*3.5*	-	*1.26*	-
16.00 - 17.00 น.	*2.94*	-	*0.96*	*ดอกอัญชันแห้งสนิท*
17.00 18.00 น.	*2.4*	*ดอกอัญชันยังไม่แห้งพอ*	-	-

บันทึก

.....

.....

ผู้บันทึกผล *นางสาว ชฎาภา จันแสง*

ตารางการบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ *5(ต่อ)* วันที่ *11/1/2555*

หมายเหตุ *จุดเตาไฟ*

	น้ำหนักดอกอัญชัน (กิโลกรัม) และลักษณะดอกอัญชัน			
ช่วงเวลา	ภายนอกตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน	ภายในตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน
8.00 - 9.00 น.	*2.4*	*ดอกอัญชันยังไม่แห้งพอ*	-	-
9.00 - 10.00 น.	*2.1*	-	-	-
10.00 - 11.00 น.	*1.8*	-	-	-
11.00 - 12.00 น.	*1.54*	-	-	-
12.00 - 13.00 น.	*1.29*	-	-	-
13.00 - 14.00 น.	*1*	*ดอกอัญชันแห้งตามที่ต้องการ*	-	-
14.00 - 15.00 น.	-	-	-	-
15.00 - 16.00 น.	-	-	-	-
16.00 - 17.00 น.	-	-	-	-
17.00 18.00 น.	-	-	-	-

บันทึก

.....

.....

ผู้บันทึกผล *นางสาว ชฎาภา จันแสง*

ตารางการบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ *6* วันที่ *14/1/2555*

หมายเหตุ *จุดเตาไฟ*

	น้ำหนักดอกอัญชัน (กิโลกรัม) และลักษณะดอกอัญชัน			
ช่วงเวลา	ภายนอกตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน	ภายในตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน
8.00 - 9.00 น.	*10*	*ดอกอัญชันสด*	*10*	*ดอกอัญชันสด*
9.00 - 10.00 น.	*9.12*	-	*8.56*	-
10.00 - 11.00 น.	*8.1*	-	*6.7*	*ดอกอัญชันเริ่มยุบตัว*
11.00 - 12.00 น.	*7.06*	*ดอกอัญชันเริ่มยุบตัว*	*5.2*	-
12.00 - 13.00 น.	*5.9*	-	*3.67*	-
13.00 - 14.00 น.	*5.1*	-	*2.7*	*ดอกอัญชันเริ่มแห้ง*
14.00 - 15.00 น.	*4.3*	-	*1.86*	-
15.00 - 16.00 น.	*3.7*	-	*1.3*	-
16.00 - 17.00 น.	*3.1*	-	*1*	*ดอกอัญชันแห้งสนิท*
17.00 18.00 น.	*2.49*	*ดอกอัญชันยังไม่แห้งพอ*	-	-

บันทึก

.....

.....

ผู้บันทึกผล *นางสาว ชฎาภา จันแสง*

ตารางการบันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่ *6(ต่อ)* วันที่ *15/1/2555*

หมายเหตุ *จุดเตาไฟ*

	น้ำหนักดอกอัญชัน (กิโลกรัม) และลักษณะดอกอัญชัน			
ช่วงเวลา	ภายนอกตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน	ภายในตู้อบ	ลักษณะดอกอัญชัน
8.00 - 9.00 น.	*2.49*	*ดอกอัญชันยังไม่แห้งพอ*	-	-
9.00 - 10.00 น.	*2.1*	-	-	-
10.00 - 11.00 น.	*1.82*	-	-	-
11.00 - 12.00 น.	*1.5*	-	-	-
12.00 - 13.00 น.	*1.2*	-	-	-
13.00 - 14.00 น.	*0.97*	*ดอกอัญชันแห้งตามที่ต้องการ*	-	-
14.00 - 15.00 น.	-	-	-	-
15.00 - 16.00 น.	-	-	-	-
16.00 - 17.00 น.	-	-	-	-
17.00 18.00 น.	-	-	-	-

บันทึก

.....

.....

ผู้บันทึกผล *นางสาว ชฎาภา จันแสง*

ภาคผนวก ง

แบบประเมินโครงการอบรม GMP และ GAP

แบบประเมินโครงการอบรม GMP GAP

ณ ห้องประชุมโรงเรียนบ้านช่าน อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

<u>คำชี้แจง</u> **โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านเพื่อประโยชน์ในการประเมินผลโครงการและเพื่อนำไปปรับปรุงการจัดในครั้งต่อไป**

1.ความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงการ (กรุณาเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน)

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	ควรปรับปรุง	ควรปรับปรุงอย่างยิ่ง
1.ภาพรวมความพึงพอใจในโครงการครั้งนี้					
2.ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ					
3.ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้					
4.วิทยากร					
5.อาหาร น้ำ ของว่าง					
6.สถานที่ ห้องประชุม					

2.ความรู้ที่ได้รับเพิ่มขึ้น (กรุณาเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน)

ระดับความรู้	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ก่อนอบรม											
หลังอบรม											

3.ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ตารางสรุปผลแบบสอบถามชาวบ้าน

ลำดับที่	ระดับก่อนเข้าอบรม	ระดับหลังเข้าอบรม	ระดับที่เพิ่มขึ้น
1	0	9	9
2	3	10	7
3	0	10	10
4	2	10	8
5	0	8	8
6	1	10	9
7	2	10	8
8	0	9	9
9	0	9	9
10	1	8	7
11	2	10	8
12	1	8	7
13	1	9	8
14	0	8	8
15	0	10	10
16	1	9	8
17	2	10	8
18	1	9	8
19	2	10	8
20	1	10	9
21	2	9	7
22	2	10	8
23	0	10	10
24	1	9	8
25	1	8	7
26	0	10	10
27	2	9	7
28	0	10	10
29	1	10	9
30	1	8	7
31	2	9	7
32	0	9	9

ตารางสรุปผลแบบสอบถามชาวบ้าน (ต่อ)

ลำดับที่	ระดับก่อนเข้าอบรม	ระดับหลังเข้าอบรม	ระดับที่เพิ่มขึ้น
33	1	10	9
34	1	9	8
35	2	9	7
36	1	8	7
37	0	10	10
38	1	9	8
39	0	8	8
40	2	10	8
41	0	10	10
42	1	10	9
43	3	10	7
44	0	9	9
45	0	10	10
46	0	8	8
47	1	9	8
48	1	10	9
49	0	9	9
50	1	8	7
51	1	8	7
52	2	10	8
53	2	9	7
54	1	10	9
55	0	9	9
56	1	9	8
57	1	9	8
58	0	10	10
59	1	9	8
60	0	8	8
61	0	10	10
62	0	10	10
63	1	10	9
64	0	9	9

ภาคผนวก จ

คู่มือระบบการจัดการคุณภาพ GAP อัญชัน

ระบบการจัดการคุณภาพ :GAP อัญชัน

โดย นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

มหาวิทยาลัยนเรศวร พ.ศ. 2555

สารบัญ

ลำดับที่		หน้า
1.	GAP คืออะไร?	1
1.	นโยบายคุณภาพอัญชัน	5
2.	วัตถุประสงค์คุณภาพอัญชัน	6
3.	แผนควบคุมการผลิตอัญชัน	7
4.	ระเบียบปฏิบัติ GAP (Good Agricultural Practice) ระบบการผลิตอัญชันระดับเกษตรกร	14
5.	คำแนะนำหลักการปฏิบัติตามระบบการผลิตอัญชัน	23
6.	ตัวอย่างแบบบันทึก	34

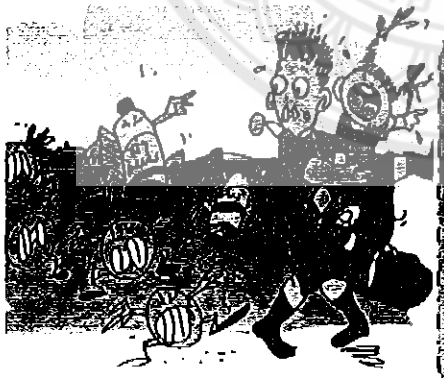
GAP (Good Agricultural Practice) หรือภาษาไทยจะใช้คำว่า การปฏิบัติในการผลิตพืชเพื่อให้ผลผลิตได้มาตรฐานปลอดภัยปลอดศัตรูพืชและคุณภาพถูกใจ

หลักเกณฑ์การปฏิบัติเพื่อให้ได้ (GAP) สำหรับการปลูกและเก็บเกี่ยวผลิตผล

1. ให้น้ำจากแหล่งน้ำสะอาด

1.1 ให้น้ำจากแหล่งที่ไม่มีการปนเปื้อนจากอุจจาระ หรือสิ่งปฏิกูลต่างๆ

1.2 หลีกเลี่ยงการใช้น้ำจากแหล่งที่อยู่ใกล้ หรือไหลผ่านชุมชน คอกสัตว์ โรงงานเคมี โรงพยาบาล หรือโรงงานอุตสาหกรรม



2. ปลูกในพื้นที่ดิน ไม่มีสารพิษในดิน

2.1 พื้นที่ปลูกไม่อยู่ใกล้บริเวณที่ตั้งของโรงพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรม โรงเลี้ยงสัตว์ คอกสัตว์ หรือพื้นที่ราชยะต่างๆ

2.2 พื้นที่ปลูกไม่พบสารเคมีกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ออร์กาโนฟอสเฟต หรือโลหะหนักตกค้าง

3.1 ใช้และเก็บ ปุ๋ย สารเคมี ได้อย่างถูกต้อง

3.1 ปิดเลี่ยงสารเคมีในสถานที่แยกออกจากที่พักอาศัย หรือพื้นที่ประกอบ เอาหาร ปิดการ

ระบายอากาศได้ดี

3.2 เก็บสารเคมีทุกชนิดในภาชนะที่มีฉลาก ที่เป็นมาตรฐาน และมีมาตรการป้องกันอย่างดี

ปิดสนิท

3.3 ใช้สารเคมีทำงานเฉพาะถูกต้องโดยอ่านฉลากและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

3.4 ไม่ซื้อสารเคมีราคาแบ่งขายหรือไม่มีฉลาก

3.5 สารเคมีต้องบรรจุในชนิดที่มีฝาปิดและกลองใสไม่รั่วซึมขาด

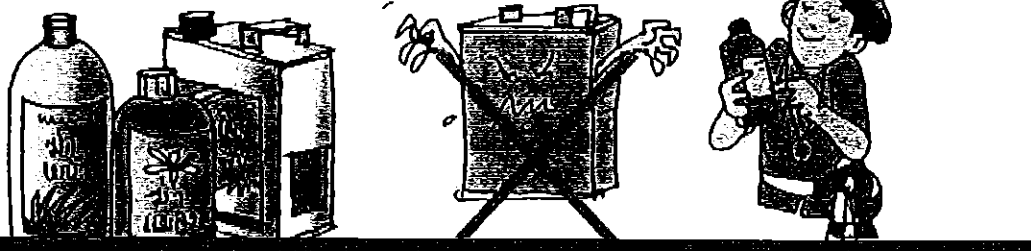
3.6 ห้ามใช้ หรือเก็บรักษาสารเคมีที่ราชการประกาศห้ามใช้

3.7 ป้องกันตนเองขณะฉีดพ่นสารเคมีอย่างถูกต้อง และอาบน้ำ สระผม เปลี่ยน

เสื้อผ้าให้สะอาดทันที หลังพ่นสารกำจัดศัตรูพืชทุกครั้ง

3.8 หยุดใช้สารเคมีก่อนเก็บเกี่ยวตามเวลาที่ระบุไว้ในฉลาก

3.9 ทำลายบรรจุภัณฑ์สารเคมีที่ใช้หมดแล้ว ห้ามนำมาใช้ใหม่อีก ให้ทำลายโดยการฝัง



3. ใช้และเก็บ ปฏิบัติสารเคมีโดยถูกต้อง

3.1 จัดเก็บสารเคมีในสถานที่ปลอดภัย ห่างไกลจากที่พักอาศัย หรือที่ประกอบอาหาร มีการระบายอากาศดี

3.2 สังเกตเครื่องหมายสัญลักษณ์ ฉลากวิธีใช้ ข้อควรระวังและคำเตือนก่อนใช้

3.3 ใช้สารเคมีที่ถูกชนิดและถูกต้องโดยอ่านฉลากและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

3.4 ไม่ซื้อสารเคมีที่ร้านค้าแบ่งขายหรือไม่ติดฉลาก

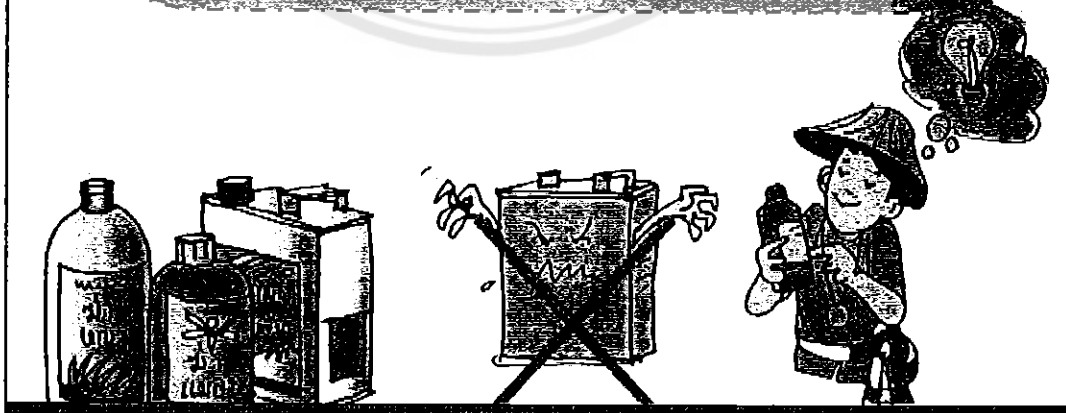
3.5 สารเคมีต้องบรรจุในขวดที่มีฝาปิดและกล่องใส่ไม่เก็บขาด

3.6 ห้ามใช้ หรือเก็บรักษาสารเคมีที่ราชการประกาศห้ามใช้

3.7 ป้องกันตนเองขณะฉีดพ่นสารเคมีอย่างถูกต้อง และอาบน้ำ สระผม เปลี่ยนเสื้อผ้าใหม่ทันที ภายหลังพ่นสารกำจัดศัตรูพืชทุกครั้ง

3.8 หยุดใช้สารเคมีก่อนเก็บเกี่ยวตามเวลาที่ระบุไว้ในฉลาก

3.9 ภาชนะที่ใส่สารเคมีที่ใช้หมดแล้ว ห้ามนำมาใช้ทำอย่างไรก็ตาม ให้ทำลายโดยการฝัง

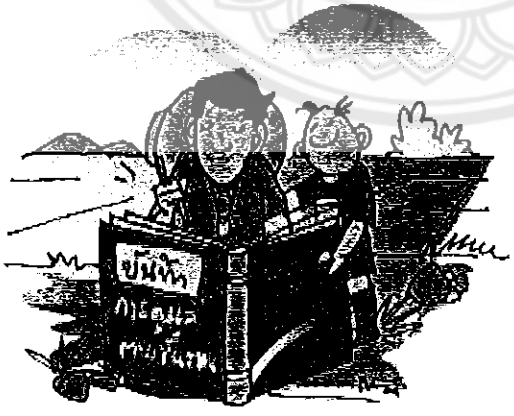


7. ขนย้ายและเก็บรักษาผลผลิตให้ปลอดภัยและปลอดภัย

7.1 ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคในโรงเรือนและอุปกรณ์ก่อนและหลังการใช้งาน

7.2 สถานที่เก็บรักษาผลผลิตต้องสะอาด ปราศจากฝุ่น อากาศถ่ายเทได้ดี และมีการป้องกันสัตว์พาหะนำโรค เช่น หนู แมลงสาบ เป็นต้น

7.3 ขนย้ายด้วยความระมัดระวัง ไม่ให้ผลผลิตตกกระแทก บอบช้ำเสียหาย



8. จดบันทึกทุกขั้นตอน

8.1 จดบันทึกข้อมูลสำคัญ เช่น ขั้นตอนการปลูก ดูแล ที่อาจมีผลต่อการปนเปื้อนและคุณภาพของผลผลิต

8.2 บันทึกการดูแลรักษาโรงเรือนตามตารางที่กำหนดไว้ เช่น การล้างทำความสะอาดโรงเรือน การใช้วัสดุกันแมลงต่างๆ เป็นต้น

นโยบายคุณภาพอัญชัน

"เราจะผลิตอัญชันที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานเป็นที่พึงพอใจของคู่ค้าและผู้บริโภค"

เพื่อให้บรรลุตามนโยบายคุณภาพอัญชันในฐานะ **"เกษตรกร"** การผลิตอัญชัน ภายใต้ "**ระบบการจัดการคุณภาพ : GAP อัญชัน**" จะดำเนินการดังนี้

1. บุคลากรทุกคนมีส่วนร่วมในระบบการจัดการคุณภาพ
2. ผลิตอัญชันอย่างซื่อตรง ตามความต้องการของคู่ค้าและผู้บริโภค และได้มาตรฐาน
3. พัฒนาบุคลากร และผลิตผลอย่างต่อเนื่อง
4. ธำรงรักษาและทบทวนระบบพร้อมทั้งมีการปรับปรุงให้ทันสมัย

ในฐานะ **"เกษตรกร"**การผลิตอัญชัน ภายใต้**"ระบบการจัดการคุณภาพ : GAP อัญชัน"** **ยืนยัน**การผลิตอัญชันเพื่อให้มีคุณภาพและได้มาตรฐาน ตาม "ระเบียบปฏิบัติGAP ระบบการผลิต**อัญชัน**ระดับเกษตรกร"เพื่อเสริมสร้างความเชื่อมั่นในสินค้าอัญชันไทย ดังนี้

1. มีการจัดการสุขลักษณะของไร่
2. มีการจัดการเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร
3. มีการจัดการปัจจัยการผลิต
4. มีการปฏิบัติและการควบคุมการผลิต
5. มีการบันทึกและการควบคุมเอกสาร

ลงชื่อ .....

(.....)

"เกษตรกร"ผลิตอัญชัน

ภายใต้"ระบบการจัดการคุณภาพ : GAPอัญชัน"

วัตถุประสงค์คุณภาพอัญชัน

ในฐานะ"เกษตรกร" การผลิตอัญชันภายใต้"ระบบการจัดการคุณภาพ : GAP อัญชัน"

กำหนดวัตถุประสงค์คุณภาพดังนี้

1. ผลิตอัญชันที่ตรงตามพันธุ์ดอกสมบูรณ์ปราศจากคำหนิจากการเข้าทำลายของศัตรูพืชและสาเหตุอื่น
2. ผลิตอัญชันที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง
3. ผลิตอัญชันที่ปลอดจากศัตรูพืช

แผนควบคุมการผลิตอัญชัน

เพื่อให้บรรลุตามนโยบายคุณภาพอัญชัน"เราจะผลิตอัญชันที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน เป็นที่พึงพอใจของคู่ค้าและผู้บริโภค" และบรรลุตามวัตถุประสงค์คุณภาพอัญชันดังนี้

1. ผลิตอัญชันที่ตรงตามพันธุ์เมล็ดสมบูรณ์ปราศจากตำหนิจากการเข้าทำลายของศัตรูพืช และสาเหตุอื่น

2. ผลิตอัญชันที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง

3. ผลิตอัญชันที่ปลอดจากศัตรูพืช

ในฐานะ"เกษตรกร" การผลิตอัญชันภายใต้"ระบบการจัดการคุณภาพ : GAPอัญชัน" มีแผนควบคุมการผลิตตามรายละเอียดที่แนบ

1. การเตรียมแปลงและเมล็ดพันธุ์

ขั้นตอนการผลิต	อันตราย	มาตรการควบคุม	CP/CCP	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	สิ่งที่ต้องบันทึก
1.1 ก่อนการปลูก		เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ ธาตุอาหารพืช		ลดต้นทุนการผลิต ลดความเป็นพิษของความไม่สมดุลของธาตุอาหาร	ตรวจพินิจค่าวิเคราะห์ดิน	
1.2 การเตรียมแปลงปลูก	แหล่งขยาย พันธุ์และชักนำการระบาดของศัตรูพืช และการระบายน้ำไม่เหมาะสม	ไถพรวนให้ดินร่วนซุยมีร่องระบายน้ำ	CP	ดินแน่นน้ำขังหรือมีประวัติการระบาดของศัตรูพืช	ตรวจพินิจความแน่นและความชื้นของดินประเมินความหนาแน่นของวัชพืชและตรวจประวัติการระบาดของศัตรูพืช	
1.3 การเตรียมเมล็ดพันธุ์	ผลิตผลด้อยคุณภาพ เพิ่มต้นทุนการผลิตจากการปลูกทดแทน	เมล็ดพันธุ์ต้องมาจากแหล่งที่เชื่อถือได้	CCP	ตรงตามพันธุ์ตามความต้อง การของตลาดต้องมีความงอกไม่น้อยกว่าร้อยละ 80และต้องไม่มาจากแหล่งและแปลงที่มีโรค	ตรวจสอบแหล่งที่มาและประวัติของเมล็ดพันธุ์	แหล่งที่มาและประวัติของเมล็ดพันธุ์
1.4 การปลูก	ความไม่สม่ำเสมอในการงอก	ปลูกตามระยะปลูกและอัตราปลูกที่เหมาะสม	CCP		จำนวนเมล็ดที่ปลูก	

2. การจัดการเพื่อเสริมความสมบูรณ์ต้น

ขั้นตอนการผลิต	อันตราย	มาตรการควบคุม	CP/ CCP	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	สิ่งที่ต้องบันทึก
2.1 การใส่ปุ๋ย				ต้นมีความสมบูรณ์น้อยกว่าร้อยละ 50	ต้นแคระแกรนไม่เจริญเติบโตสีใบไม่สดใส	
2.2 การให้น้ำ	ความสมบูรณ์ต้นต่ำผลิตผลด้อยคุณภาพ	จัดการน้ำตามคำแนะนำ	CP	ต้นแสดงอาการเหี่ยวเนื่องจากการขาดน้ำ	ประเมินอาการขาดน้ำของต้นอัญชันและให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ	
2.3 การจัดการเพื่อให้ได้ดอกอัญชันสมบูรณ์	ดอกอัญชันมีขนาดเล็ก	ให้น้ำตามคำแนะนำ	CCP	ต้นอัญชันอยู่ระยะออกดอก	ประเมินอายุต้นอัญชันประมาณ25-50 วันหลังปลูก	
2.4 การป้องกันกำจัดโรคที่สำคัญของอัญชัน	ต้นโทรมผลผลิตด้อยคุณภาพไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์	ควบคุมและคาดการณ์ตามฤดูปลูกและอายุพืช	CP/ CCP	เมื่อพบอาการ *โรคราแป้ง โรคใบจุดสีน้ำตาล โรคเน่าคำ โรครากเน่าโคนเน่า*	*โรคราแป้ง*: พบเส้นใยสีขาวคล้ายผงแป้งโรยอยู่บนใบหรือส่วนของพืชที่ถูกเชื้อรา	
2.5 การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูที่สำคัญ	ต้นโทรมผลผลิตด้อยคุณภาพไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์	สำรวจชนิดและปริมาณความเสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงและสัตว์ศัตรูทุกชนิด	CCP	สำรวจพบการทำลายของ -หนอนแมลงวันเจาะลำต้น -ค่าเหลี่ยไฟ	*หนอนแมลงวันเจาะลำต้น:* เข้าทำลายทุกระยะการเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะต้นกล้า	

ขั้นตอนการผลิต	อันตราย	มาตรการควบคุม	CP/ CCP	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	สิ่งที่ต้องบันทึก
		เพาะเมล็ดจนถึง 2สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวเมื่อพบปริมาณแมลงศัตรูเกินค่าควบคุมทำการป้องกันกำจัดตามคำแนะนำ	CCP	สำรวจหนอนการทำลายของ -หนอนแมลงวันเจาะลำต้น -เพลี้ยไฟ	จนถึงระยะออกดอก ทำความเสียหายให้กับพืชโดยตัวเต็มวัยวางไข่ในเนื้อเยื่อใบใกล้กับเส้นใยหนอนจะชอนไชตามเส้นใยก้านใบเข้าไปทำลายเนื้อเยื่อบริเวณกลางลำต้นเป็นเหตุให้ต้นแคระแกรนข้อโป่งและส่งผลให้ผลผลิตลดลง ***เพลี้ยไฟ*** :แมลงขนาดเล็กมีสีเหลืองน้ำตาลหรือน้ำตาลดำตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากส่วนอ่อนต่างๆของพืชทำให้ใบบิดเบี้ยวแห้ง	

ขั้นตอนการผลิต	อันตราย	มาตรการควบคุม	CP/ CCP	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	สิ่งที่ต้องบันทึก
2.6 การป้องกันกำจัดวัชพืช	ค้นโทรม ผลผลิตด้อยคุณภาพไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์	ควบคุมตามอายุอัญชันที่เหมาะสม	CCP	พบวัชพืชฤดูเดียวและวัชพืชข้ามปี คือ -ประเภทใบแคบ -ประเภทใบกว้าง -ประเภทกก	ชนิดและความหนาแน่นของวัชพืชในระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโต	-ชนิด อัตรา ปริมาณการใช้ และช่วงเวลาที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูอัญชัน -วิธีการอื่นที่ไม่ใช้สารเคมี

3. การจัดการเพื่อควบคุมศัตรูพืช

ขั้นตอนการผลิต	อันตราย	มาตรการควบคุม	CP/ CCP	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	สิ่งที่ต้องบันทึก
3.1 การป้องกันกำจัดศัตรูพืช	ผลผลิตเสียหาย คุณภาพไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์	สำรวจชนิดและปริมาณความเสียหายจากการเข้าทำลายของสัตว์ศัตรูทุก 7-10 วันตั้งแต่เพาะเมล็ดจนก่อนเก็บเกี่ยว	CCP	พบการเข้าทำลายของหนู	ทำลายโดยขุดเมล็ดกินก่อนงอกกัดต้นอ่อนระบาดรุนแรงในฤดูแล้ง	-ชนิดอัตรา ปริมาณการใช้และช่วงเวลาที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูอัญชัน

4. การจัดการเพื่อผลิตอัญชันปลอดภัย

ขั้นตอนการผลิต	อันตราย	มาตรการควบคุม	CP/ CCP	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	สิ่งที่ต้องบันทึก
4.1 การจัดการเพื่อผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง	ผลผลิตด้อยคุณภาพไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค	ใช้สารเคมีตามที่ระบุในการแก้ไขปัญหาในแผนควบคุมการผลิตอัญชัน	CCP	ใช้สารเคมีเฉพาะที่ระบุไว้ในแผนควบคุมการผลิตอัญชันโดยใช้ในอัตราและเวลาที่ระบุอย่างเคร่งครัดเมื่อพบอาการ	ติดตามชนิดอัตราปริมาณการใช้และช่วงเวลาการใช้และตรวจสอบบันทึกการใช้สารเคมี	-ชนิดอัตราปริมาณการใช้และช่วงเวลาที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูอัญชัน
4.2 การจัดการเพื่อผลิตอัญชันปลอดจากศัตรูพืช	ผลผลิตด้อยคุณภาพไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	สำรวจชนิดและประเมินความเสียหายจากการเข้าทำลายทุก 5-7 วันตั้งแต่เพาะเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวและทำการป้องกันกำจัดตามคำแนะนำ	CCP	-โรครากแป้ง -โรคเน่าดำ -โรคใบจุดสีน้ำตาล-โรครากเน่าโคนเน่า -โรครากปม -หนอนแมลงวันเจาะลำต้น -เพลี้ยไฟ		-บัญชีและแหล่งที่มาของปัจจัยการผลิต

5. การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

ขั้นตอนการผลิต	อันตราย	มาตรการควบคุม	CP/ CCP	ค่าควบคุม	การเฝ้าระวัง	สิ่งที่ต้องบันทึก
5.1 การเก็บเกี่ยว	ผลผลิตเสียหายไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์คุณภาพ	ผลผลิตตรงตามลักษณะพันธุ์และตามความต้องการของตลาด	CCP	-ต้นอัญชันมีอายุ60-65 วันหลังปลูกหรือระยะมีดอก	-เก็บเกี่ยวเฉพาะดอกที่สมบูรณ์และโตเต็มที่	
5.2 การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวในแปลง	ผลผลิตเสียหายไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์คุณภาพ	มีดอกที่สมบูรณ์ไม่ถูกทำลายด้วยโรคและแมลง	CCP	ดอกที่มีสีม่วงเข้ม-สีน้ำเงินสม่ำเสมอ 5 กลีบ	ตรวจสอบแต่ละครั้งก่อนขนส่งไปยังแหล่งรวบรวมหรือผู้รับซื้อ	

ระเบียบปฏิบัติGAP (Good Agricultural Practice)

ระบบการผลิตอัญชันระดับเกษตรกร

1. ขอบข่าย

ระเบียบปฏิบัติฉบับนี้ครอบคลุมระบบการผลิตอัญชันในทุกขั้นตอนการผลิตที่ดำเนินการในระดับเกษตรกรเพื่อให้ได้ผลิตผลอัญชันที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานเป็นที่พึงพอใจของคู่ค้าและผู้บริโภค

2. นิยาม

ตรงตามพันธุ์และสมบูรณ์ หมายถึง อัญชันมีลักษณะตรงตามพันธุ์และเป็นพันธุ์เดียวกันไม่มีสิ่งเจือปน ดอกสมบูรณ์ ไม่ถูกแมลงทำลาย

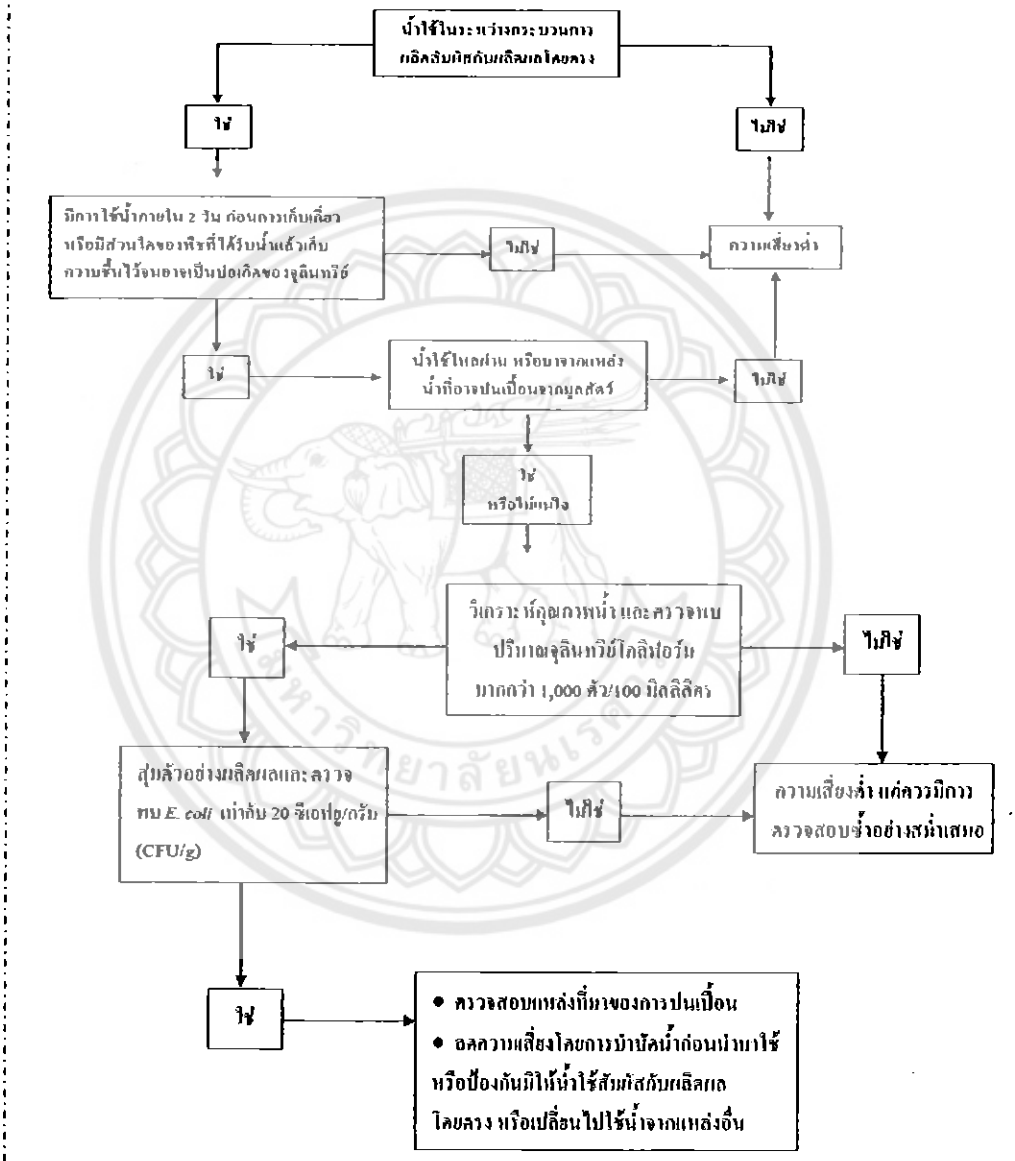
3. ข้อกำหนดเกณฑ์ที่กำหนดและวิธีการตรวจประเมิน

ข้อกำหนดเกณฑ์ที่กำหนดและวิธีการตรวจประเมินว่าเป็นไปตามระบบการผลิตอัญชันให้เป็นไปตามตารางที่3.1

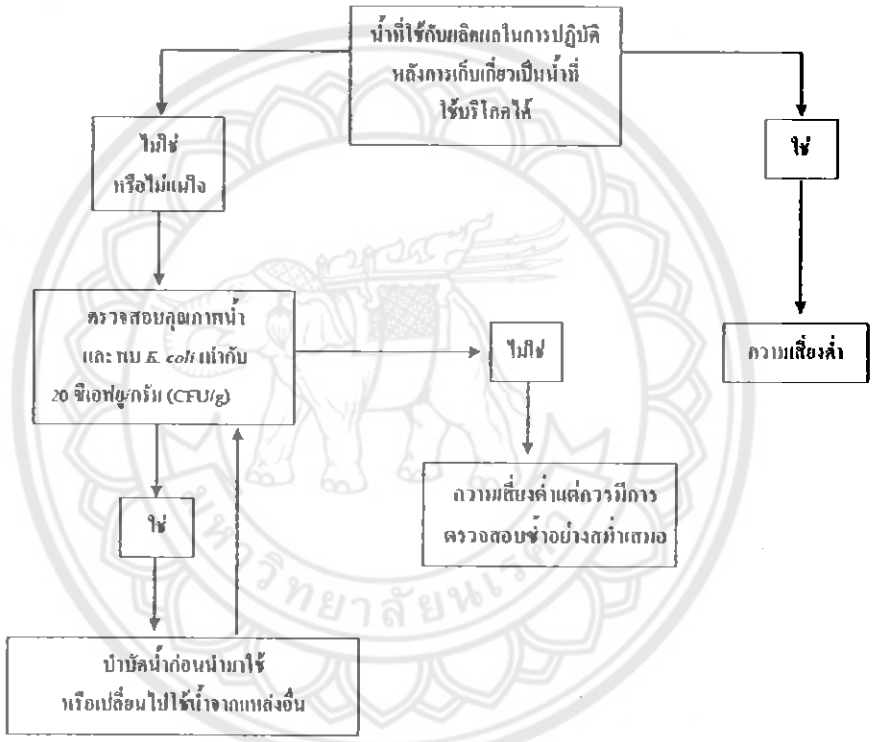
ลำดับข้อกำหนด	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีการตรวจประเมิน
1. แหล่งน้ำ	-น้ำที่ใช้ต้องได้จากแหล่งที่ไม่มีสภาพแวดล้อมซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์สารเคมีและโลหะหนัก	-ตรวจพินิจสภาพแวดล้อมหากอยู่ในสภาวะเสี่ยงให้ตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 1. แหล่งน้ำไม่อยู่ใกล้หรือไหลผ่านชุมชนหรือคอกปศุสัตว์หรือโรงเก็บสารเคมีหรือสถานที่ผสมสารเคมีสำหรับพ่นในสวนหรือโรงงานอุตสาหกรรม 2. ไม่เป็นน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือกิจกรรมอื่นๆหากจำเป็นต้องใช้ต้องมีหลักฐานประกอบว่าได้ผ่านการบำบัดน้ำเสียมาแล้วตามมาตรฐาน 3. หากเป็นแหล่งน้ำที่จัดทำขึ้นใหม่บริเวณที่เป็นแหล่งน้ำนั้นต้องไม่มีประวัติเคยเป็นโรงพยาบาลหรือคอกสัตว์หรือโรงงานอุตสาหกรรมมาก่อน 4. ใช้แผนภูมิ1 และ 2 Decision tree ความเสี่ยงในการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำใช้ในระหว่างกระบวนการผลิต
2. พื้นที่ปลูก	-ต้องเป็นพื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงเนื่องจากสารเคมีจุลินทรีย์และโลหะหนักที่จะทำให้เกิดการตกค้างหรือปนเปื้อนในผลิตผล	-ตรวจพินิจสภาพแวดล้อมหากอยู่ในสภาวะเสี่ยงให้ตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพดิน

ลำดับข้อกำหนด	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีการตรวจประเมิน
		1. พื้นที่ปลูกต้องไม่มีประวัติเคยเป็นโรงพยาบาลหรือโรงงานอุตสาหกรรมหรือคอกสัตว์หรือโรงเก็บสารเคมีหรือสถานที่ทิ้งขยะมาก่อน 2. ต้องไม่ใช่พื้นที่ที่มีการตรวจพบสารป้องกันฟอสเฟต(OP)ในดินหรือในผลิตผลมาก่อน 3. ใช้แผนภูมิ3 Decision tree ความเสี่ยงเนื่องจากสารพิษตกค้างในดินประกอบการตัดสินใจ 4. ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ทางดินไม่มีธาตุโลหะหนักปนเปื้อนอยู่ เช่น แคดเมียมตะกั่วและปรอทเป็นต้น 5. มีการนำส่วนต่างๆของสัตว์ที่ไม่ได้ผ่านการหมัก หรือบ่ม มาใช้เป็นปุ๋ยใช้แผนภูมิ4 Decision tree ความเสี่ยงในการปนเปื้อนจุลินทรีย์เนื่องจากปุ๋ยและสารเสริมประสิทธิภาพปุ๋ย
3. การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร	การใช้วัตถุอันตรายให้ใช้ตามคำแนะนำหรืออ้างอิงคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์หรือตามคำแนะนำในฉลากที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและ	-ตรวจสอบสถานที่เก็บรักษาวัตถุอันตรายทางการเกษตร -ตรวจบันทึกข้อมูลการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรเปรียบเทียบกับเอกสารสนับสนุนวัตถุอันตรายทางการเกษตร

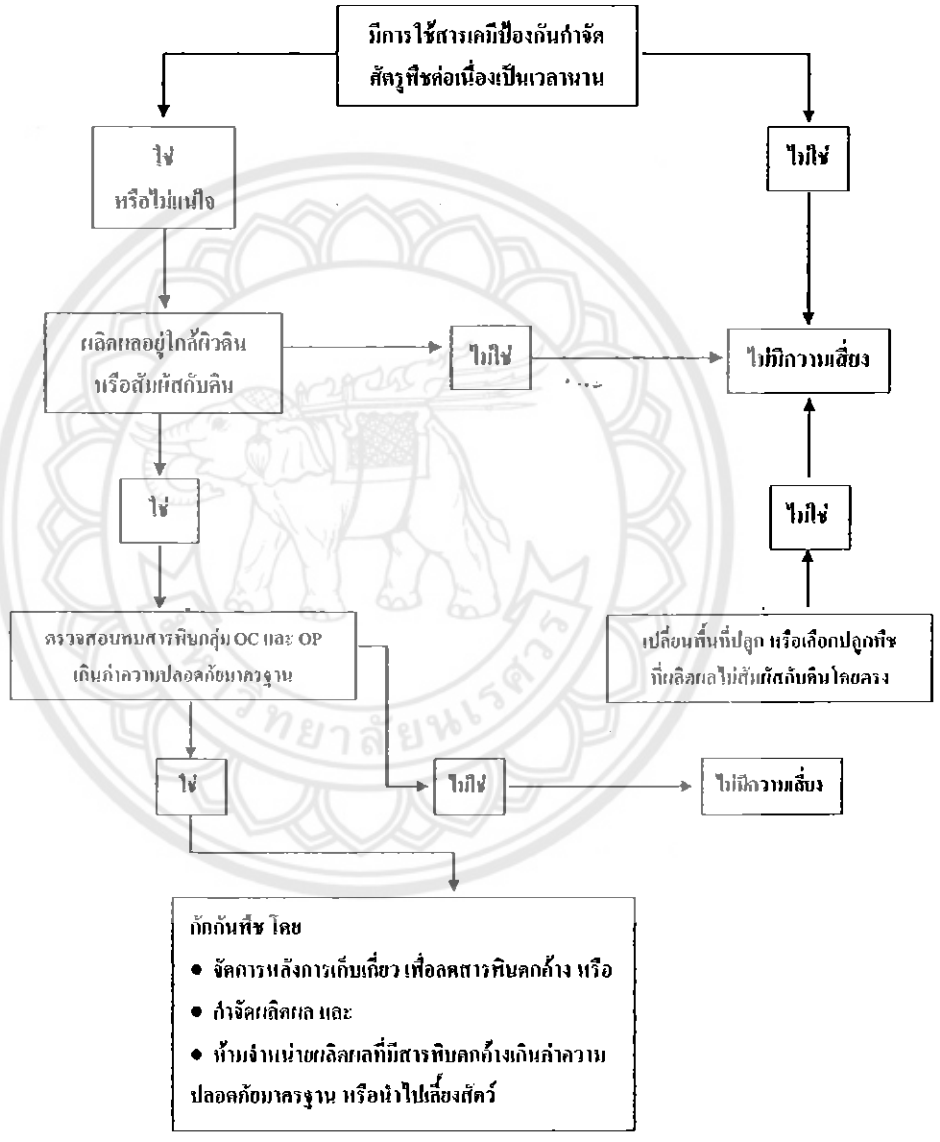
ลำดับข้อกำหนด	เกณฑ์ที่กำหนด	วิธีการตรวจประเมิน
	สหกรณ์ -ต้องใช้สารเคมีให้สอดคล้องกับรายการสารเคมีที่ประเทศคู่ค้าอนุญาตให้ใช้ -ห้ามใช้วัตถุอันตรายที่ระบุในทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ห้ามใช้	
4. การจัดการให้ได้อัญชันที่ตรงตามพันธุ์และมีเมล็ดสมบูรณ์ ***4.1การเตรียมเมล็ดพันธุ์***	-เลือกพันธุ์ปลูกที่ตรงตามความต้องการของตลาดและถูกต้องตรงตามพันธุ์ -เลือกเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานเมล็ดพันธุ์จากแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีประวัติการผลิตที่น่าเชื่อถือ	-ตรวจบันทึกแหล่งที่มาและประวัติเมล็ดพันธุ์
4.2 การผลิตให้ได้มเมล็ดสมบูรณ์	-ใส่ปุ๋ยและให้น้ำตามคำแนะนำระหว่างระยะออกดอก	-บันทึกข้อมูลการใช้ปุ๋ยและน้ำในการผลิตอัญชัน



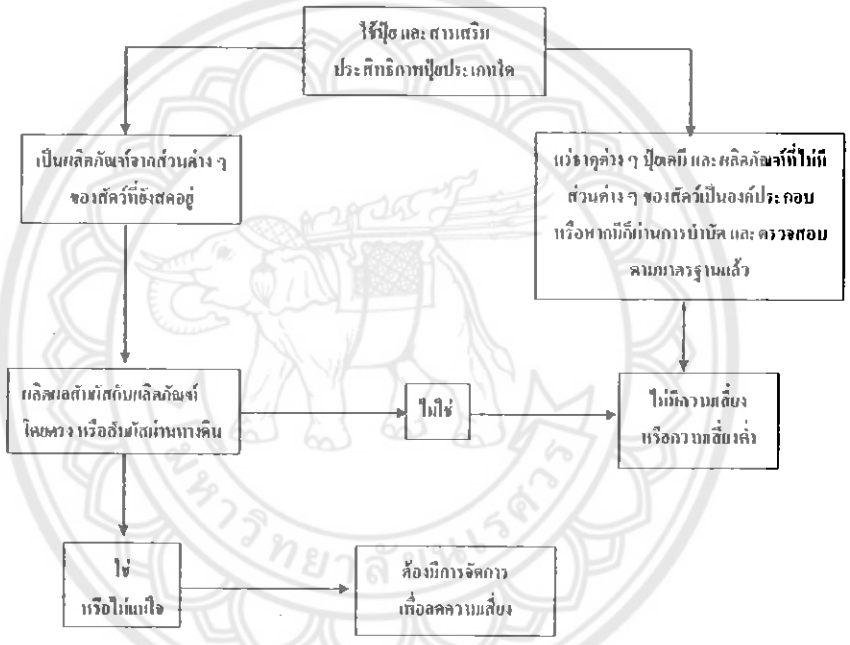
แผนภูมิ 1 Decision tree ความเสี่ยงในการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำใช้ในระหว่างกระบวนการผลิต



แผนภูมิ 2 Decision tree ความเสี่ยงในการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว



แผนภูมิ 3 Decision tree ความเสี่ยงเนื่องจากสารพิษตกค้างในดิน สารพิษกลุ่ม OC คือ กลุ่มออร์แกโนคลอรีน



แผนภูมิ 4 Decision tree ความเสี่ยงในการปนเปื้อนจุลินทรีย์เนื่องจากปุ๋ยและสารเสริมประสิทธิภาพปุ๋ย

คู่มือแนะนำหลักการปฏิบัติตามระบบการผลิตอินทรีย์

1. การจัดการคุณลักษณะไร่

1.1 จัดทำประวัติและการใช้ประโยชน์ที่ดินไร่

1.1.1 เขียนรายละเอียดข้อมูลประวัติความเป็นมาของแปลงตั้งแต่แรกเริ่มจนถึงปัจจุบัน ทั้งเปลี่ยนแปลงเป็นไร่ปลูกพืชและพืชที่ปลูกประจำปีอย่างน้อย 3 ปี และรายละเอียดอื่นๆ ตามแบบบันทึกข้อมูลประวัติแปลง

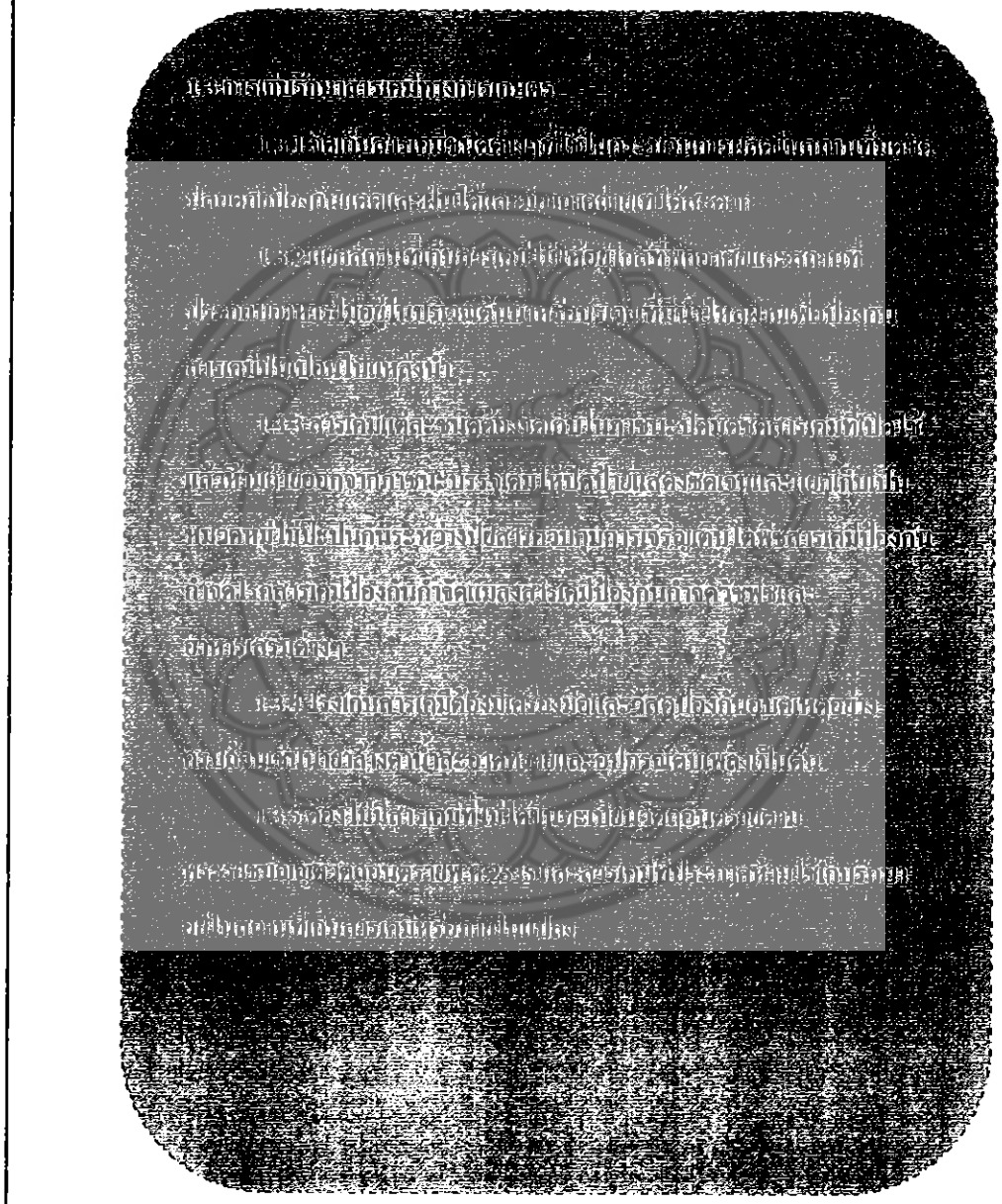
1.1.2 ในกรณีที่สถานที่ผลิตอยู่ใกล้หรืออยู่ในแหล่งอุตสาหกรรมหรือพื้นที่ที่มีความเสี่ยงควรมีการวิเคราะห์ดินเพื่อตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำเปรียบเทียบจากสิ่งที่เป็นอันตรายอย่างน้อย 1 ครั้งในระยะเริ่มระบบการจัดการตามมาตรฐาน GAP ออร์กานิค โดยดำเนินการตามคำแนะนำในเอกสารสนับสนุนวิธีเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์บันทึกรายละเอียดการเก็บตัวอย่างดินตามแบบบันทึกรายการเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์ดินไว้เป็นหลักฐาน

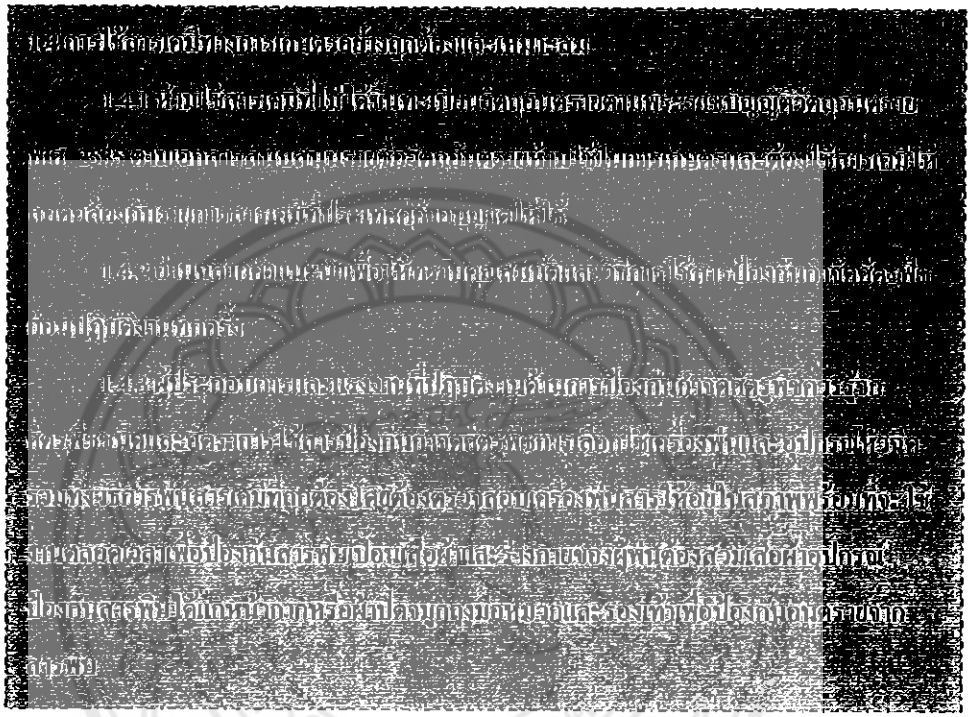
1.2 แหล่งน้ำและคุณภาพน้ำ

1.2.1 น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตควรเป็นน้ำที่มีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้ในการเกษตรต้องไม่ใช้น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือกิจกรรมอื่นๆที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนสิ่งที่เป็นอันตรายกรณีจำเป็นต้องใช้ต้องมีหลักฐานหรือข้อพิสูจน์ที่ชัดเจนว่าน้ำนั้นได้ผ่านการบำบัดน้ำเสียมาแล้วและสามารถนำมาใช้ในกระบวนการผลิตได้และน้ำที่ใช้ล้างผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพบริโภคได้

1.2.2 ควรมีการเก็บตัวอย่างน้ำอย่างน้อย 1 ครั้งในระยะเริ่มระบบการจัดการคุณภาพ: GAPอัญชันตามคำแนะนำในเอกสารสนับสนุนวิธีเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์ส่งห้องปฏิบัติการที่เชื่อถือได้เพื่อวิเคราะห์การปนเปื้อนเนื่องจากสารเคมีแร่ธาตุบันทึกรายละเอียดการเก็บตัวอย่างน้ำลงในแบบบันทึกรวมทั้งเก็บใบแจ้งผลการวิเคราะห์น้ำไว้เป็นหลักฐาน

1.2.3 แหล่งน้ำสำหรับการเกษตรไม่ควรเป็นแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำลายสิ่งแวดล้อม





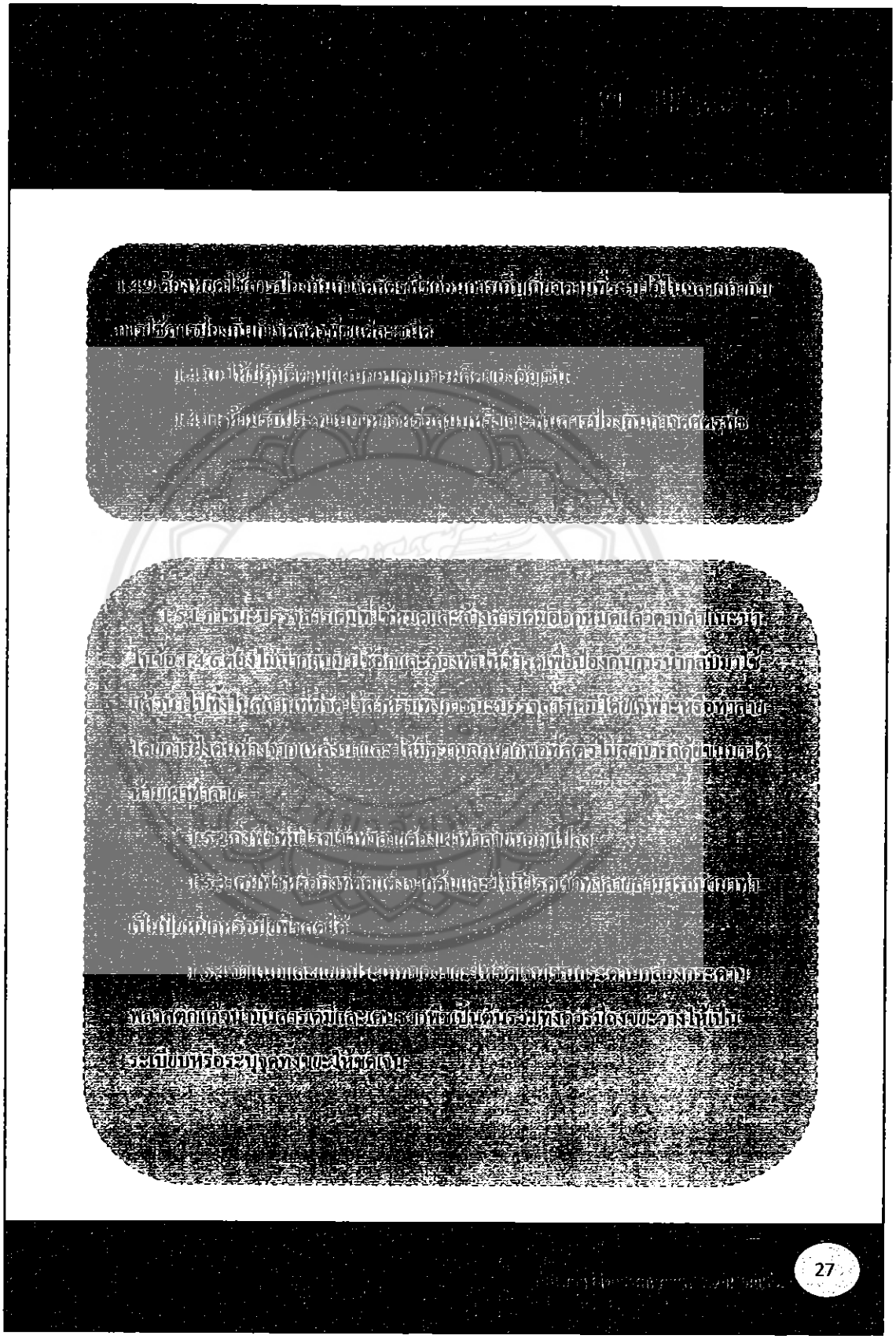
1.4.4 เตรียมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและใช้ให้หมดในคราวเดียวไม่ควรเหลือติดค้างในถังพ่น

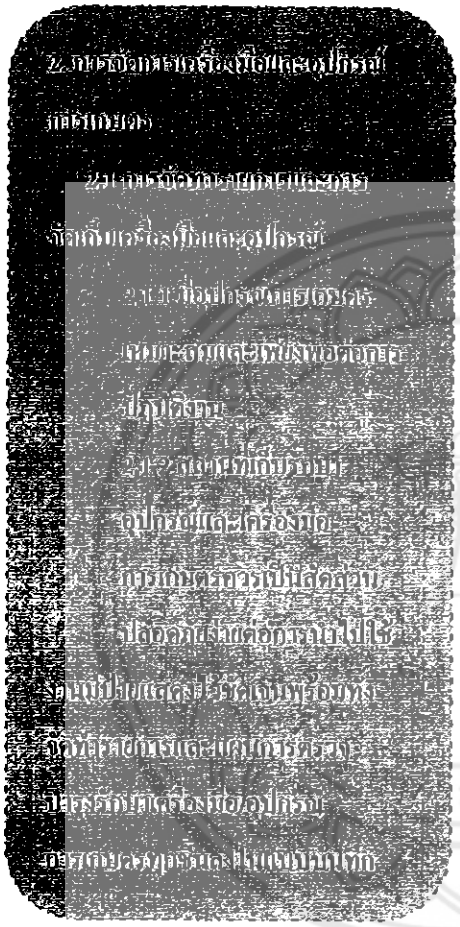
1.4.5 ปิดฝาภาชนะบรรจุสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชให้สนิทเมื่อเลิกใช้และเก็บในสถานที่เก็บสารเคมี

1.4.6 ให้ล้างภาชนะบรรจุสารเคมีที่ใช้หมดแล้วด้วยน้ำ 2-3 ครั้งแล้วเทลงในถังพ่นสารเคมีปรับปริมาณน้ำตามความเข้มข้นที่กำหนดก่อนนำไปใช้พ่นป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่อไป

1.4.7 ควรพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในช่วงเช้าหรือเย็นขณะลมสงบหลีกเลี่ยงการพ่นในเวลาแดดจัดหรือลมแรงและขณะปฏิบัติงานผู้พ่นต้องอยู่เหนือลมตลอดเวลา

1.4.8 หลังการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชทุกครั้งผู้พ่นต้องอาบน้ำสระผมและเปลี่ยนเสื้อผ้าทันทีเสื้อผ้าที่ใส่ขณะพ่นสารต้องซักให้สะอาดทุกครั้ง





2.2 การตรวจสภาพและการซ่อมบำรุง

2.2.1 มีการตรวจสภาพเครื่องมือและอุปกรณ์ การเกษตรเช่นเครื่องพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช อุปกรณ์การเก็บเกี่ยวก่อนนำออกไปใช้งานและหลังใช้งานเสร็จแล้วต้องทำความสะอาดทุกครั้งก่อนนำไปเก็บในสถานที่เก็บ

2.2.2 มีการตรวจซ่อมบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรตามแผนการบำรุงรักษาที่กำหนดไว้พร้อมทั้งบันทึกผลการตรวจซ่อมทุกครั้งลงในแบบบันทึก

2.2.3 เครื่องมืออุปกรณ์และภาชนะที่ใช้ในการบรรจุและขนส่งผลิตผลต้องมีการทำความสะอาดทุกครั้งก่อนการใช้งานและเมื่อใช้งานเสร็จแล้วต้องทำความสะอาดก่อนนำไปเก็บ

2.2.4 กรณีที่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องอาศัยความเที่ยงตรงในการปฏิบัติงานต้องมีการตรวจสอบความเที่ยงตรงอย่างสม่ำเสมอแล้วแต่กรณีหากพบว่ามีความคลาดเคลื่อนต้องดำเนินการปรับปรุงซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่เพื่อให้อุปกรณ์ดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานเมื่อนำมาใช้งาน

3. การจัดการปัจจัยการผลิต

จัดทำรายการและรายละเอียดเฉพาะของปัจจัยการผลิตที่สำคัญได้แก่พันธุ์ปุ๋ยสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในการปฏิบัติการผลิตพร้อมทั้งจัดทำบัญชีรายการปริมาณ วัน เดือน ปี ที่จัดซื้อ จัดหาลงในแบบบันทึก

ปัจจัยการผลิตที่สำคัญที่ไม่สามารถตรวจสอบแหล่งที่มาได้หรือไม่น่าเชื่อถือ**ต้องส่งปัจจัยการ**ผลิตนั้นไปยังหน่วยงานหรือห้องปฏิบัติการที่เชื่อถือได้เพื่อตรวจวิเคราะห์บันทึกราย**ละเอียดการเก็บ**ตัวอย่างปัจจัยการผลิตลงในแบบบันทึกรวมทั้งเก็บใบแจ้งผลการวิเคราะห์ไว้เป็นหลัก**ฐาน**

4. การปฏิบัติและการควบคุมการผลิต

4.1 การจัดการในกระบวนการผลิต

การจัดทำขั้นตอนการดำเนินการและประเมินการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตแต่ละพืชการปฏิบัติต้องมีการตรวจประเมินการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตเพื่อให้มั่นใจว่าการปฏิบัติเป็นไปตามข้อกำหนดของระบบการผลิตพืชที่ดี(good agricultural practice) ที่กำหนดไว้ในคู่มือคุณภาพ

4.2 มีขั้นตอนการปฏิบัติเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการผลิตเพื่อให้มั่นใจว่าผลิตผลมีความปลอดภัย (safety) ด้านการเคมี(chemical) ด้านจุลชีววิทย์(microbial) และด้านกายภาพ (physical)

4.2.3 มีขั้นตอนการปฏิบัติเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการผลิตให้ประเด็นความมั่นพืช(phytosanitary) ด้านโรคแมลงและศัตรูพืช

4.2 การจัดการประเภทเบ็ดเตล็ด

ข้อปฏิบัติในการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

4.2.1 ควรมีการจัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวและขนส่งผลิตผลที่เหมาะสมกับชนิดของผลิตผลเพื่อป้องกันการเสียหายของผลิตผลอันเนื่องมาจากการเก็บเกี่ยว

4.2.2 ควรมีการปฏิบัติต่อผลิตผลอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันการกระทบกระแทกและจุดที่เกิดจากการปฏิบัติต่อผลิตผลที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม

4.2.3 ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุผลิตผลต้องแข็งแรงทนทานไม่ทำปฏิกิริยาต่อผลิตผลและไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนสารเคมีหรือปุ๋ยเพื่อป้องกันการปนเปื้อนสารเคมีทางการเกษตรและจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อการบริโภคและความเสียหายของผลิตผล

4.2.4 ในกรณีที่ไม่สามารถแยกภาชนะบรรจุผลิตผลและภาชนะขนย้ายสารเคมีหรือปุ๋ยได้ต้องทำความสะอาดจนแน่ใจว่าไม่มีการปนเปื้อนดังกล่าว

4.2.5 ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุขั้นต้นเพื่อการขนถ่ายภายในไร่ไปยังพื้นที่คัดแยกบรรจุต้องเหมาะสมมีรูปแบบภาชนะมีวัสดุกรุภายในภาชนะเพื่อป้องกันการกระแทกเสียดสี

4.2.6 การจัดวางผลิตผลในบริเวณที่พักผลิตผลที่เก็บเกี่ยวในไร่ต้องเหมาะสมกับธรรมชาติของแต่ละพืชเพื่อป้องกันคราบเปื้อน หรือ รอยแผลที่เกิดจากการขูดขีดหรือกระแทกกันรวมทั้งปัญหาการเสื่อมสภาพของผลิตผลอันเนื่องจากความร้อนและแสงแดด

4.2.7 การเคลื่อนย้ายผลิตผลภายในไร่ควรปฏิบัติด้วยความระมัดระวัง

4.3 การควบคุมการคละปนของผลิตผลด้อยคุณภาพ

4.3.1 มีกระบวนการคัดแยกให้ได้ผลิตผลที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานเป็นที่พึงพอใจของคู่ค้าและผู้บริโภค

4.3.2 ต้องมีพื้นที่การจัดวางแยกผลิตผลที่ด้อยคุณภาพเป็นสัดส่วน

4.3.3 มีแผนการใช้ประโยชน์จากผลิตผลที่ด้อยคุณภาพอย่างชัดเจน

4.4 การบ่งชี้และการสอบกลับ (traceability)

4.4.1 มีการบันทึกการปฏิบัติงานตามแบบบันทึก

5. การบันทึกและการควบคุมเอกสาร

5.2 เอกสารหรือแบบบันทึกต้องจัดทำให้เป็นปัจจุบันสำหรับการผลิตในฤดูกาลนั้นๆรวมทั้งต้องมีการบันทึกให้ครบถ้วนและลงชื่อผู้ปฏิบัติงานทุกครั้งที่มีการบันทึกข้อมูล

5.3 ในกรณีที่มีแปลงผลิตมากกว่า 1 แปลงต้องแยกบันทึกข้อมูลเป็นรายแปลง

7. การจัดการเพื่อให้ได้อัญชันที่ปลอดจากศัตรูพืช

7.1 [illegible]

7.2 [illegible]

7.3 [illegible]

8. การจัดการเพื่อให้ได้อัญชันที่ปลอดจากศัตรูพืช*ป้องกันกำจัดศัตรูอัญชัน*เช่นเดียวกับการ**ปฏิบัติในข้อ 7** *ตรวจสอบผลการป้องกันกำจัดผลผลิตอัญชันต้องไม่เสียหายหรือเสียหายน้อยมากจาก***การเข้าทำลาย** **ของศัตรูอัญชันถ้าพบต้องคัดแยกไว้ต่างหาก**

9. วิธีเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

9.1 การเก็บเกี่ยว

9.1.1 เก็บเกี่ยวเมื่อดอกอัญชันบานเต็มที่ [illegible]

9.1.2 [illegible]

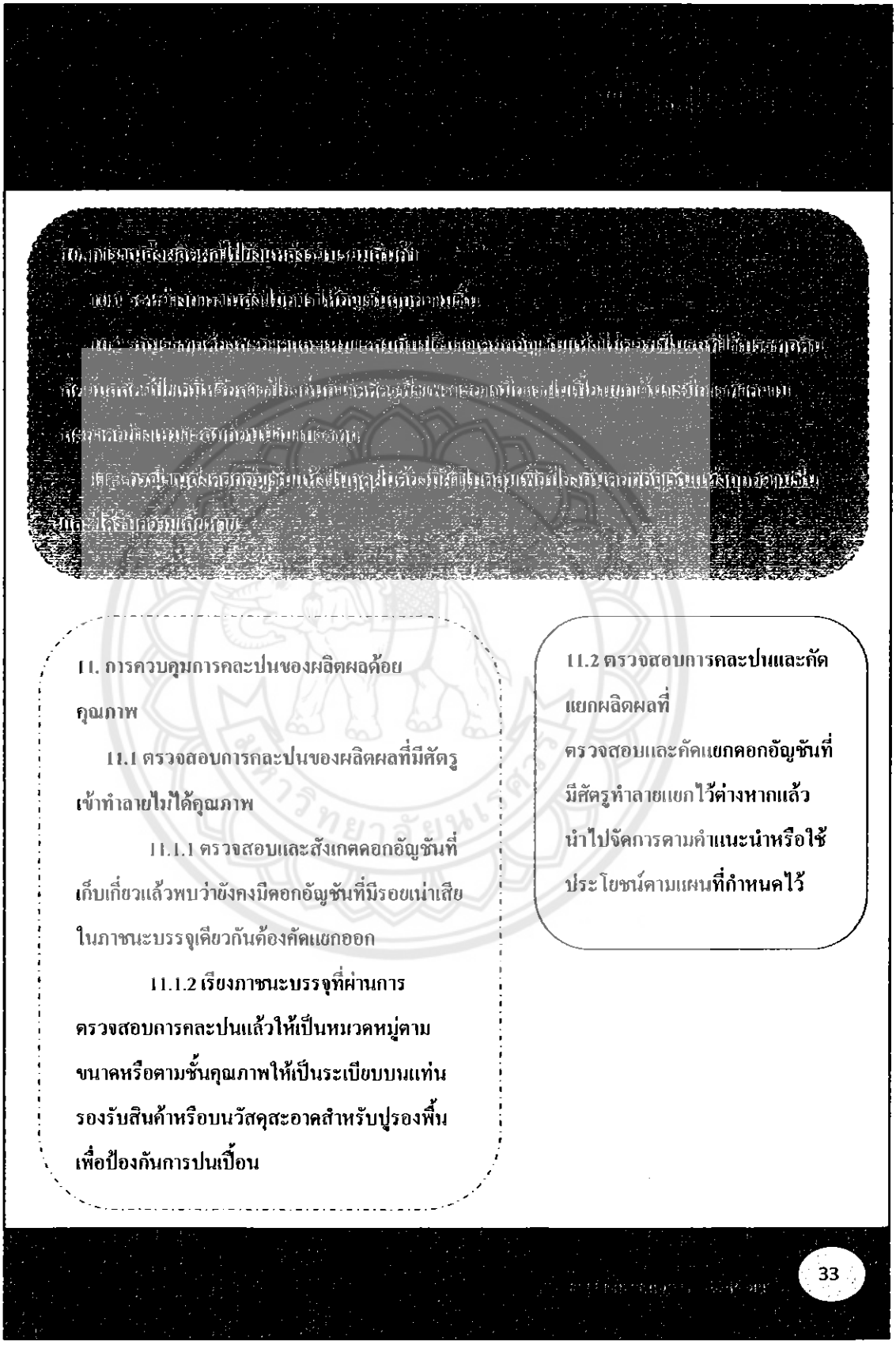
9.2 การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

9.2.1 [illegible]

9.2.2 ดอกไม่แห้ง

9.2.3 คัดเปิดกลีบที่ดีขึ้นออก

9.2.4 เก็บดอกอัญชันที่ได้ใส่ในที่ร่มหรือนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส



11. การควบคุมการคละปนของผลิตผลด้อยคุณภาพ

11.1 ตรวจสอบการคละปนของผลิตผลที่มีศัตรูเข้าทำลายไม่ได้คุณภาพ

11.1.1 ตรวจสอบและสังเกตดอกอัญชันที่เก็บเกี่ยวแล้วพบว่ายังคงมีดอกอัญชันที่มีรอยเน่าเสียในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องคัดแยกออก

11.1.2 เรียงภาชนะบรรจุที่ผ่านการตรวจสอบการคละปนแล้วให้เป็นหมวดหมู่ตามขนาดหรือตามชั้นคุณภาพให้เป็นระเบียบบนแท่นรองรับสินค้าหรือบนวัสดุสะอาดสำหรับปูรองพื้นเพื่อป้องกันการปนเปื้อน

11.2 ตรวจสอบการคละปนและคัดแยกผลิตผลที่

ตรวจสอบและคัดแยกดอกอัญชันที่มีศัตรูทำลายแยกไว้ต่างหากแล้วนำไปจัดการตามคำแนะนำหรือใช้ประโยชน์ตามแผนที่กำหนดไว้

แบบบันทึกข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร

ระบบการจัดการคุณภาพ : GAP อัญชัน

ข้อมูลประจำปี.....

ชื่อ นาย/นาง/นางสาว.....นามสกุล.....

พืช.....จำนวน.....ไร่ แยกเป็น.....**แปลง**

เลขที่ .....หมู่ที่.....บ้าน.....ตรอก/ซอย.....ถนน.....

แขวง/ตำบล.....เขต/อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....e-mail.....

แผนผังที่ตั้งไร่ แสดงเส้นทางคมนาคม และสถานที่สำคัญในบริเวณใกล้เคียง

ทิศ เหนือ

△

1.1 พันธุ์ที่ปลูก

พันธุ์.....ระยะปลูก.....จำนวนต้น.....วันที่ปลูก (อายุต้น).....

พันธุ์.....ระยะปลูก.....จำนวนต้น.....วันที่ปลูก (อายุต้น).....

พันธุ์.....ระยะปลูก.....จำนวนต้น.....วันที่ปลูก (อายุต้น).....

ระบบน้ำที่ใช้.....อัตราการจ่ายน้ำ.....ลิตร/ชั่วโมง

1.3 ประเภทดิน.....

1.4 ประวัติการใช้พื้นที่การผลิต ก่อนปลูกพืชปัจจุบันย้อนหลัง 3 ปี

พื้นที่ไม่เคยใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

พื้นที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ชนิดของพืชที่เคยปลูกมาก่อน

ปีที่ 1 .....ปีที่ 2 .....ปีที่ 3 .....

1.5 ประวัติการแพร่ระบาดของศัตรูพืช และการจัดการ

ชื่อศัตรูพืช.....ปีที่ระบาด.....พื้นที่ระบาด ร้อยละ.....การกำจัด.....

ชื่อศัตรูพืช.....ปีที่ระบาด.....พื้นที่ระบาด ร้อยละ.....การกำจัด.....

ชื่อศัตรูพืช.....ปีที่ระบาด.....พื้นที่ระบาด ร้อยละ.....การกำจัด.....

1.6 ชนิดของพืชที่ปลูกข้างเคียง

1.7 ข้อมูลอื่น ๆ.....

.....

แผนที่ภายในฟาร์ม (ระบุ แหล่งน้ำ อาคาร หรือสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่ปรากฏในฟาร์ม)

ทิศ เหนือ

△

แบบบันทึก

แหล่งที่มาของปัจจัยการผลิต

ชื่อ.....สกุล.....ปีที่ดำเนินการ.....

บัญชีแหล่งที่มาของปัจจัยการผลิต ได้แก่ เมล็ดพันธุ์/ต้นพันธุ์ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ สารควบคุมการเจริญเติบโต อาหารเสริมสารป้องกันกำจัดโรคพืช สารป้องกันกำจัดแมลงและไร สารป้องกันกำจัดวัชพืช และอื่นๆ

รายการปัจจัยการผลิต	วัน เดือน ปี ที่จัดซื้อ	ปริมาณที่จัดซื้อแต่ละครั้ง	ราคา/หน่วย	แหล่งที่ได้มา	ผู้บันทึก

แบบบันทึก

การเก็บเกี่ยวอัญชันและการปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยวในไร่

ชื่อ.....**สกุล**.....**ปีที่ดำเนินการ**.....

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	ผลิตผลที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด (กก.)	ผลิตผลที่ผ่านเกณฑ์การคัดแยก (กก.)	ผู้ปฏิบัติ

นางสาวชฎาภา จันแสง

นายพงษ์พันธ์ กาญจนอุดม

นายพินิจพงษ์ ทองสมชื่อ

อาจารย์เสาวลักษณ์ ตองกลิ่น อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

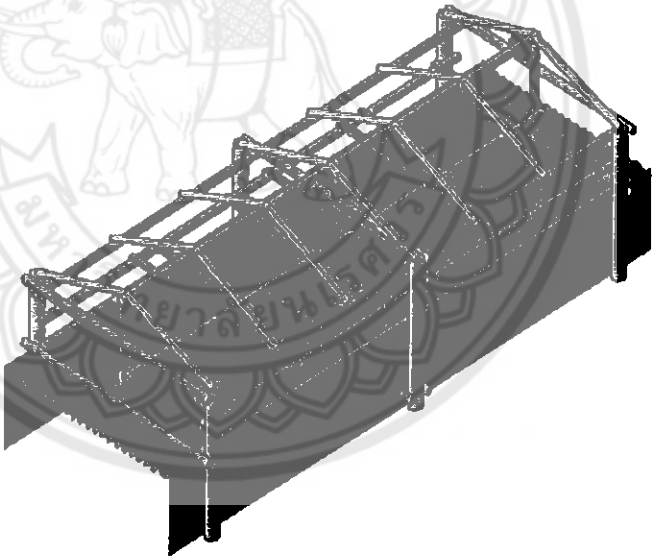
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

ภาคผนวก ฉ

คู่มือการสร้างตู้อบแห้งดอกอัญชัน

คู่มือการสร้างตู้อบ

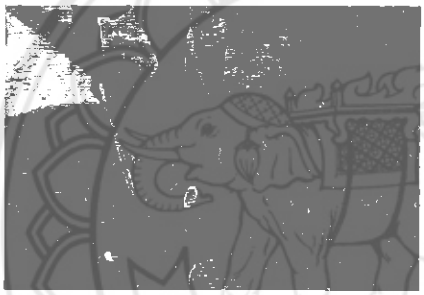
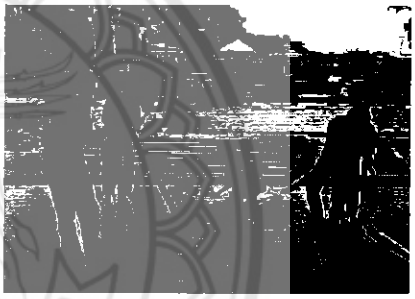


วัสดุ		
รายการ	ขนาด	จำนวน
-ไม้ไผ่ตง	ยาว 6 เมตร	10 ลำ
-ไม้ยูคา	ยาว 1.5 เมตร	6 ต้น
-ไม้ระแนง	5x200 ซม.	16แผ่น
-แผ่นพลาสติกใส	หนา1 มิลลิเมตร1.5x20 เมตร	1 ม้วน
-สังกะสีลอนใหญ่	66x240 เซนติเมตร	6 แผ่น
-สังกะสีแผ่นเรียบ	60x460 เซนติเมตร	2 แผ่น
-น้ำยาทากันปลวก	450 มิลลิลิตร	1 ถัง
-สีกันเชื้อรา	750 มิลลิลิตร	1 ถัง
-พัดลมดูดอากาศ	ขนาด 6 นิ้ว	1ตัว
-สายไฟ VAF	ขนาด 2 x 6 ตารางมิลิเมตร	20 เมตร
-ซิลิโคลน กันน้ำ	ใหญ่	1 หลอด
-สกรู	1 นิ้ว	50 ตัว
-ลวด	0.25 มิลลิเมตร	1 ม้วน
-ปลั๊กและเต้าเสียบ	-	1 ชุด
-ผ้ามุ้งในล่อน	16 ตา	1 ม้วน

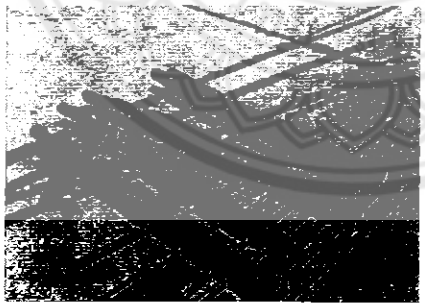
อุปกรณ์	
- จอบ	-เสียม
-ค้อน	-เลื่อย
-มีด	-สว่าน
-ตัวยิงซิลิโคลน	-คีมตัดลวด
-ตลับเมตร	-วัดระดับ

ขั้นเตรียมการ

1.) นำไม้ไผ่ ไม้ยูคา และไม้ระแนง มาตัดตามขนาดตามแบบ

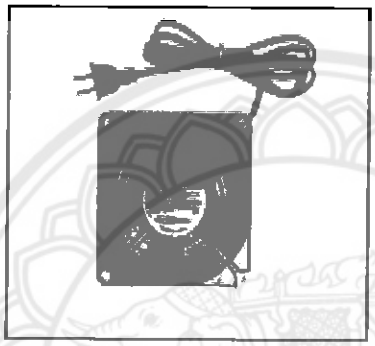



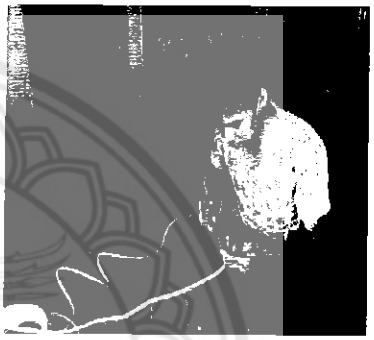
2.) นำไม้ทั้งหมดทาน้ำยากันปลวก ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วทาทับด้วยสีกันเชื้อรา



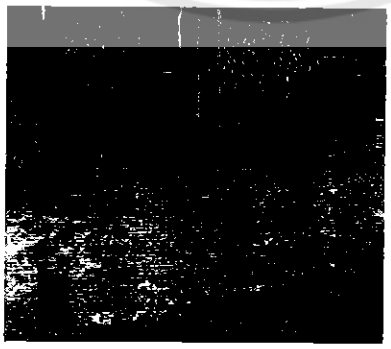
ขั้นเตรียมการ

3.) เตรียมชุดพัดลมโดยการต่อปลั๊กและสายไฟ





4.) เตรียมสถานที่สร้างตู้ โดยการยกพื้นขึ้นสูงประมาณ 15 เซนติเมตรเพื่อป้องกันน้ำท่วมขัง และมีพื้นที่มากกว่าขนาดของตู้อบเพื่อใช้เป็นทางเดินรอบตู้อบได้ โดยมีพื้นที่โดยรวมประมาณ กว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร



ขั้นตอนการทำ

1. ขุดหลุมฝังเสา

ขุดหลุมลึก 40 เซนติเมตร 6หลุม โดยมีระยะห่างระหว่างแต่ละหลุม 2 เมตร เพื่อฝังเป็นเสาหลักเพื่อให้ระดับการตากอยู่สูงจากพื้น 60 เซนติเมตร

ขั้นตอนการทำ

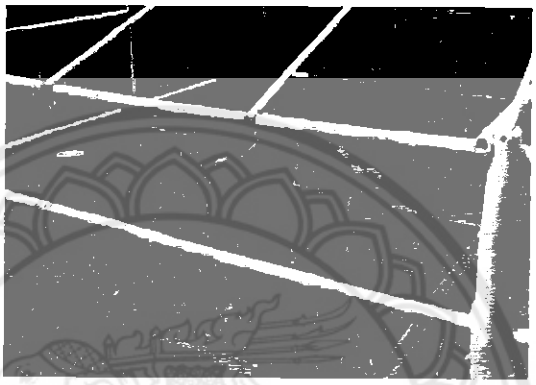
2. ขึ้นโครง

ขึ้นโครงด้วยไม้ไผ่ คานล่าง คานบน รวมทั้งจั่วหลังคา ตามแบบ

โดยใช้ลวดและสกรูในการยึดติดวัสดุโครงสร้างเข้าด้วยกัน

ขั้นตอนการทำ

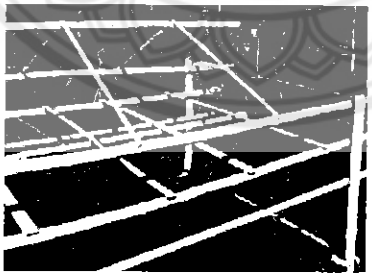
3. ทาสีกันเชื้อรา



ทาสีกันเชื้อราหลังจากขึ้น โครงเสร็จแล้วอีกครั้งในเพื่อป้องกัน

การเกิดเชื้อราบริเวณที่ยึดสกรู หรือบริเวณที่ทาไม่ทั่วถึงจากตอนแรก

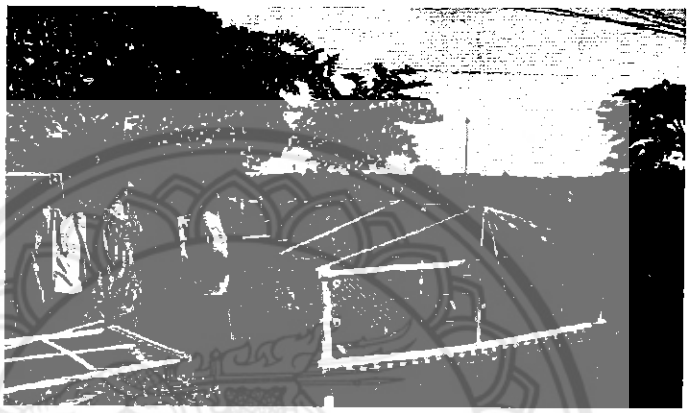
4. ติดสังกะสีลอนใหญ่ และแผ่นเรียบ



ติดสังกะสีลอนใหญ่ด้านล่างของตู้อบ ในลักษณะสโลปขึ้นจากพื้น 15 องศา ตรงกลางไปยังริม และนำสังกะสีแผ่นเรียบตัดให้มีขนาด กว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 460 เซนติเมตร มาติดด้านล่างของตู้อบ โดยใช้สกรูในการยึดติด

ขั้นตอนการทำ

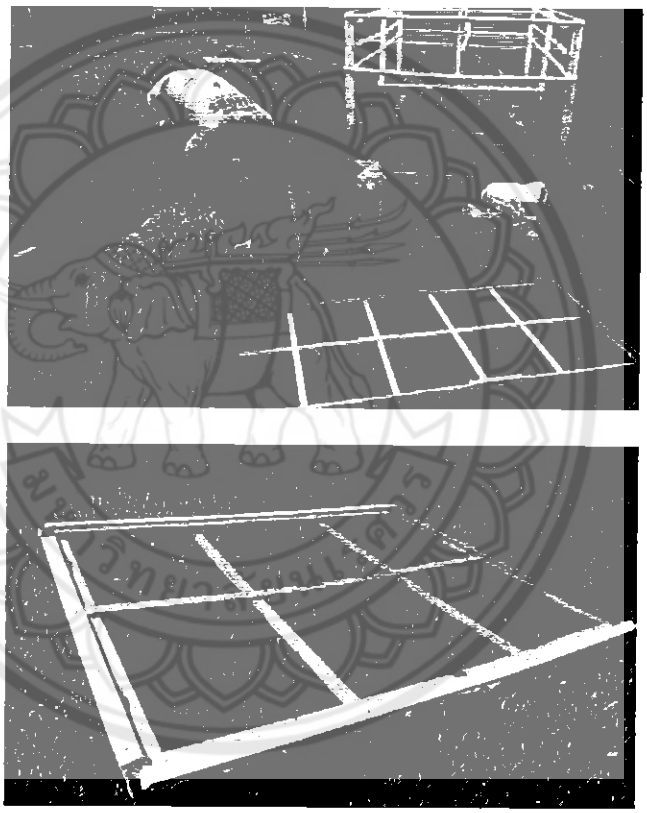
5. ติดพลาสติกใส



ตัดพลาสติกใส กว้าง 1.5 เมตรยาว 5 เมตร 3 แผ่น คลุมโครงตู้ในแนวขวาง ให้แผ่นพลาสติกซ้อนทับกัน และยิงซิลิโคลนตามรอยทับของพลาสติกเพื่อทำให้เป็นสภาวะเรือนกระจกภายในตู้ และตัดแผ่นพลาสติกกว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร จำนวน 2 แผ่น เพื่อติดทางด้านหน้าตู้ และหลังตู้พร้อมทั้งดึงชายพลาสติกมาคลุมปลายสังกะสี และยิงกาวซิลิโคลนติดไว้ด้วย โดยแผ่นพลาสติกที่ติดหลังตู้ จะมีการตัดเปิด 3 ด้าน ด้านละ 15 เซนติเมตรในตำแหน่งกลาง เพื่อติดพัดลมดูดอากาศ

ขั้นตอนการทำ

6. ทำตะแกรงรองตาก



ทำตะแกรงรองตาก ด้วยผ้ามุ้งไนล่อน เพื่อไม่ให้ดอกอัญชันแห้งติดกับวัสดุรองตากกว้าง 95 เซนติเมตร ยาว 195 เซนติเมตร โดยใช้ไม้ระแนงยึดติดกันด้วยสกรูทั้งหมด ทำทั้งหมด 4 ตะแกรง

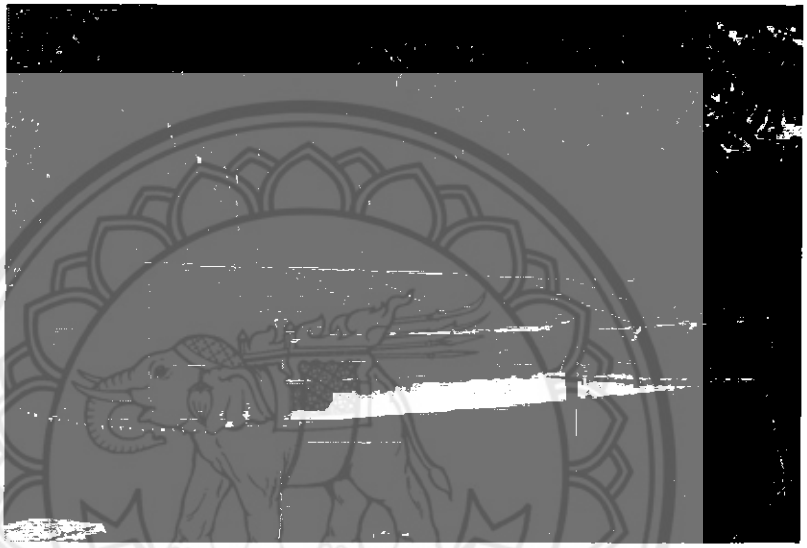
ขั้นตอนการทำ

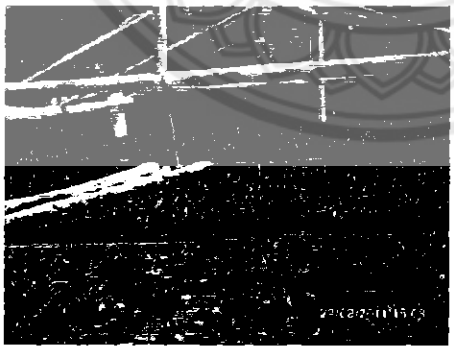
7. ติดพัดลมดูดอากาศ

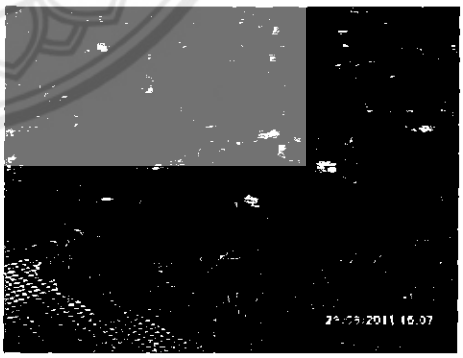
ติดพัดลมดูดอากาศขนาด 6 นิ้ว เข้ากับเสาตั้งท้ายตู้อบเพื่อดูดความชื้นภายในตู้อบดอกอัญชัน โดยยึดพัดลมดูดอากาศไว้กับตั้งด้านหลังตู้ และคานบน ด้วยลวด

10

ตู้อบดอกอัญชันพร้อมตาก

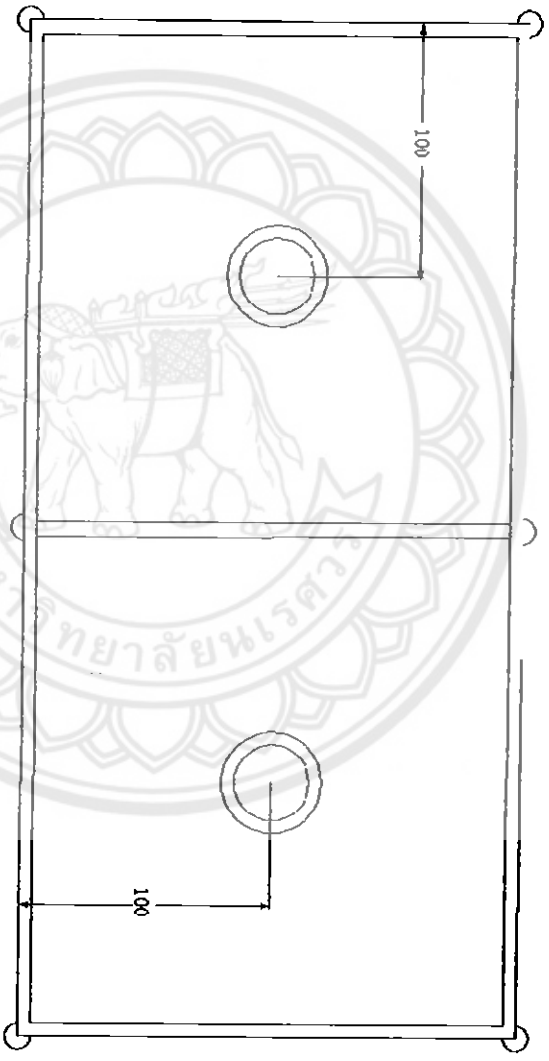






11

กรณีจุดเตาไฟ



ในกรณีที่จุดเตาไฟจะมีการวางเตาไฟ 2 ลูก ในตำแหน่งดังรูปข้างบน เพื่อช่วยเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้อบ