การออกแบบและการศึกษาการทำงานของตู้ดูดความชื้นโดยใช้หลักการจากเครื่องควบแน่นน้ำจากอากาศ

Experimental performance and design of a desiccator cabinet by atmospheric water generator

ปิยะนันท์ ขจร
จิตริน จินดาลิขิต
วีระ สังขมณี

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การออกแบบและการศึกษาการทำงานของตู้ดูดความชื้นโดยใช้หลักการจากเครื่องควบแน่นน้ำจากอากาศ

Experimental performance and design of a desiccator cabinet by atmospheric water generator

จัดทำโดย

ปิยะนันท์ ขจร รหัสนักศึกษา 58080113

จิตริน จินดาลิขิต รหัสนักศึกษา 58080155

วีระ สังขมณี รหัสนักศึกษา 58080204

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

.....ประมวล ศรีกาหลง..... ...../...../.....

(ผศ.ดร. ประมวล ศรีกาหลง)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การออกแบบและการศึกษาการทำงานของตู้ดูดความชื้นโดยใช้หลักการจากเครื่องควบแน่นน้ำจากอากาศ
คณะผู้ดำเนินการวิจัย	ปิยะนันท์ ขจร รหัสนักศึกษา 58080113
	จิตริน จินดาลิขิต รหัสนักศึกษา 58080155
	วีระ สังขมณี รหัสนักศึกษา 58080204
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรมและวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ประมวล ศรีกาหลง

บทคัดย่อ

ในการวิจัยและทำการทดลองในปัจจุบันการเก็บรักษาสารเคมีที่ต้องการควบคุมความชื้นซึ่ง ปัจจุบันอุปกรณ์ที่นิยมใช้ คือ โถดูดความชื้นใช้งานร่วมกับซิลิก้าเจลในการดูดความชื้น ซึ่งการศึกษาการทำงานของตู้ดูดความชื้นโดยใช้หลักการจากเครื่องควบแน่นน้ำจากอากาศเพื่อเพิ่มทางเลือกในการใช้งานให้กับผู้ใช้งานในปัจจุบัน ซึ่งตู้ดูดความชื้นที่สร้างขึ้นโดยพัฒนามาจากข้อจำกัดของ desiccator ที่ใช้งานร่วมกับซิลิก้าเจลที่เมื่อใช้งานไปช่วงเวลาหนึ่งซิลิก้าเจลจะเปลี่ยนสีและประสิทธิภาพในการดูดความชื้นจะลดลง จึงต้องนำไปให้ความร้อนเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งทางเลือกที่ศึกษาไม่จำเป็นต้องนำซิลิก้าเจลมาใช้ในการลดความชื้นแต่ใช้การควบแน่นจากอากาศเป็นน้ำโดยใช้แผ่นเพลเทียร์ซึ่งมีคุณสมบัติทำให้เกิดความเย็น การลดลงของอุณหภูมินั้นเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการควบแน่นขึ้นเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีมากก็จำทำให้เกิดการควบแน่นได้มาก การทำงานของเครื่องที่ศึกษามีกลไกการทำงานคือดูดอากาศที่มีความชื้นมาควบแน่นเป็นน้ำแล้วจึงหมุนเวียนอากาศกลับเข้าไปภายในตู้เพื่อลดความชื้นภายในตู้และเพื่อใช้ในการเก็บรักษาสารเคมีโดยมีเครื่องวัดในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมต่อสารเคมี โดยแบ่งทดลองเพื่อเปรียบเทียบเป็น 3 รูปแบบ คือ 1. ใช้ซิลิก้าเจล 2. ใช้การควบแน่นน้ำ และ 3. ใช้ทั้งซิลิก้าและการควบแน่นน้ำพร้อมกัน ทดลองใส่ตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง และนำตัวอย่างออกมาชั่งบันทึกผลทุก 10 นาที โดยมีการชั่งน้ำหนัก วัดอุณหภูมิ ก่อนเข้าและหลังออกจากตู้ดูดความชื้นผลที่ได้คือ ซิลิก้าเจล, ซิลิก้าเจล และการควบแน่นน้ำ, การควบแน่นน้ำ มีอัตราเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักน้อยไปหามากตามลำดับ (ซิลิก้าเจล เฉลี่ย 0.0235 กรัม/10 นาที, การควบแน่นน้ำ+ซิลิก้าเจล เฉลี่ย 0.0387 กรัม/10 นาที, การควบแน่นน้ำเฉลี่ย 0.0403 กรัม/10 นาที) ทำการทดลองทั้งหมด 2 ซ้ำ ซึ่งสรุปได้ว่า ตู้ดูดความชื้นโดยหลักการควบแน่นน้ำมีประสิทธิภาพด้อยกว่าซิลิก้าเจลเล็กน้อยแต่สามารถใช้งานได้

คำสำคัญ : แผ่นเพลเทียร์ ซิลิก้าเจล ตู้ดูดความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Experimental performance and design of a desiccator cabinet by atmospheric water generator
Student name	Piyanun khajorn Student ID 58080113
	Jitrin jindalikit Student ID 58080155
	Veera sangkamanee Student ID 58080204
Program	Bachelor of Science in Industrial Fermentation Technology and Food Process Engineering
Year	2019
Advisor	Assist.Prof.Dr. Pramual Srikalhong

ABSTRACT

The present research and experiment, the storage of chemicals that require moisture control. Currently, the popular device is a hygroscopic jar, used in conjunction with silica gel to absorb moisture. Which studies the work of the hygroscopic cabinet by applying principles from the water condenser from the air to increase the choice of usage for the current users. Which the hygroscopic cabinet created by the development of the desiccator that is used in conjunction with the silica gel, when used for a period of time therefore need to be heat to be recycled. Which the study options do not need to use sika gel to reduce moisture, but use condensation from the air into the water using a platier plate that has the property to cool. The decrease in temperature is the main factor that causes condensation. when the relative humidity in the air is high, it can cause a lot of condensation. The work of the study machine has a mechanism that works to suck the air with moisture to condense into water and then circulate the air back into the cabinet to reduce the humidity inside the cabinet and to use in the storage of chemicals. Control temperature and humidity to be suitable for chemicals. By dividing the experiment to compare in 3 forms, namely 1. using silica gel 2. use water condensation 3. simultaneous use of both silica and water condensation. experiment with a hygroscopic cabinet for 2 hours and bring out the results. Record every 10 minutes. With weighing, measuring the temperature before entering and after leaving the hygroscopic cabinet. The result is silica gel, silica gel and water condensation, condensation water. with an average increase in weight gain in ascending order (silica gel averages 0.0235 g / 10 minutes, water condensation + silica gel averages 0.0387 g / 10 min, average water condensation 0.0403 g / 10 min) which can be concluded that the hygroscopic cabinet, in principle, condensation water is less effective than the silica gel but can be used.

Key words : plaster, silica gel, hygrometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษเป็นการจัดทำเพื่อนำเสนอปัญหาพิเศษเรื่องการออกแบบและการศึกษาการทำงานของตู้ดูดความชื้นโดยใช้หลักการจากเครื่องควบแน่นน้ำจากอากาศเพื่อเป็นทางเลือกในการใช้งานของผู้ต้องการใช้ตู้ดูดความชื้นและยังสามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต

การจัดทำปัญหาพิเศษนี้จะสำเสร็จลุล่วงไปไม่ได้ หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลที่ช่วยให้คำแนะนำ ซึ่งได้แก่ ผศ.ดร. ประมวล ศรีกาหลง อาจารย์ที่ปรึกษาที่สละเวลาให้คำแนะนำและบอกแนวทางแก้ไขปัญหาพิเศษที่เป็นประโยชน์ต่อการทำปัญหาพิเศษนี้จนสำเสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยให้คำแนะนำเพิ่มเติมและให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ จึงทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการทำปัญหาพิเศษ

ขอกราบขอบพระคุณ คณะผู้จัดทำและเพื่อนๆของคณะผู้จัดทำ ที่ให้การสนับสนุน ให้กำลังใจในการทำงานตลอดมา

ปิยะนันท์ ขจร
จิตริน จินดาลิขิต
วีระ สังขมณี
วันที่ 17 พฤษภาคม 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญ(ต่อ)..... V

สารบัญ(ต่อ)..... VI

สารบัญตาราง..... VII

สารบัญรูปภาพ..... VIII

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)..... IX

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)..... X

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ..... 1

2.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 1

2.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 1

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 2

2.1 การกำเนิดน้ำตามธรรมชาติ..... 2

2.2 การควบแน่นน้ำ..... 2

2.3 การทำงานของเพลเทียร์..... 3

2.4 การออกแบบเครื่องควบแน่นน้ำ..... 5

2.5 ซิลิก้าเจล..... 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5.1 ชนิดของซิลิก้าเจล..... 6

2.6 Desiccator..... 7

2.6.1 การใช้เดซิกเคเตอร์..... 7

2.6.1.1 การเปิด – ปิดฝาเดซิกเคเตอร์..... 8

2.6.1.1.1 การเปิดฝาเดซิเคเตอร์..... 8

2.6.1.1.2 การปิดฝาเดซิกเคเตอร์..... 8

2.6.1.2 การเคลื่อนย้ายของเดซิกเคเตอร์..... 9

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง..... 11

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี..... 11

3.1.1 วัตถุดิบ..... 11

3.1.2 สารเคมี..... 11

3.2 อุปกรณ์..... 11

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง..... 12

3.3.1 สร้างตู้อะคลิลิค..... 12

3.3.1.1 วิธีการสร้างตู้ดูดความชื้น..... 13

3.3.2 สร้างเครื่องดูดความชื้น..... 18

3.3.2.1 วิธีการสร้างเครื่อง..... 19

3.3.3 ขั้นตอนการทำงานของตู้ดูดความชื้น..... 21

3.3.4 การทดลองหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น..... 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3.4.1 การทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของตู้ดูดความชื้น..... 21
ที่สร้างขึ้นโดยที่ไม่มีตัวอย่าง

3.3.4.2 การทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของตู้ดูดความชื้น..... 21
ที่สร้างขึ้นโดยใช้ตัวอย่างแป้งข้าวเจ้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... 22

4.1 การทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของตู้ดูดความชื้นที่สร้างขึ้นโดยไม่มีตัวอย่าง..... 22

4.1.1 ผลการทดสอบโดยใช้เพลเทียร์..... 22

4.1.1.1 ผลการทดสอบด้านอุณหภูมิ..... 22

4.1.1.2 ผลการทดสอบด้านปริมาณความชื้น..... 22

4.1.2 ผลการทดสอบโดยใช้ซิลิก้าเจลเพียงอย่างเดียว..... 23

4.1.2.1 ผลการทดสอบด้านอุณหภูมิ..... 23

4.1.2.2 ผลการทดสอบด้านปริมาณความชื้น..... 24

4.1.3 ผลการทดสอบโดยใช้ซิลิก้าเจล..... 24

4.1.3.1 ผลการทดสอบด้านอุณหภูมิ..... 24

4.1.3.2 ผลการทดสอบด้านปริมาณความชื้น..... 25

4.2 การทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของตู้ดูดความชื้นที่สร้างขึ้นโดยใช้ตัวอย่าง..... 26
แป้งข้าวเจ้า

4.2.1 ผลการทดสอบแป้งข้าวจ้าวเมื่อทำการเก็บรักษาภายในตู้ดูดความชื้น..... 26
โดยใช้เพลเทียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2.2 ผลการทดสอบแป้งข้าวจ้าวเมื่อทำการเก็บรักษาภายในตู้ดูดความชื้น..... 27
โดยใช้ซิลิก้าเจล

4.3.1 ผลการทดสอบแป้งข้าวจ้าวเมื่อทำการเก็บรักษาภายในตู้ดูดความชื้น..... 28
โดยใช้เพลเทียร์กับซิลิก้าเจล

บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล..... 31

5.1 สรุปผล..... 31

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 31

บรรณานุกรม..... 32

ภาคผนวก..... 33

ภาคผนวก ก..... 34

ภาคผนวก ข..... 35

ประวัติผู้เขียน..... 38

ประวัติผู้เขียน(ต่อ)..... 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ผลการทดสอบแป้งข้าวจ้าวเมื่อทำการเก็บรักษาภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์..... 26
4.2 ผลการทดสอบแป้งข้าวจ้าวเมื่อทำการเก็บรักษาภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้ซิลิก้าเจล..... 27
4.3 ผลการทดสอบแป้งข้าวจ้าวเมื่อทำการเก็บรักษาภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์..... 29
และซิลิก้าเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ปรากฏการณ์ซีเบค..... 3

2.2 ปรากฏการณ์เพลเทียร์..... 4

2.3 โครงสร้างของโมดูลเพลเทียร์..... 4

2.4 แผนภาพแสดงการทำงานของโมดูลเพลเทียร์..... 5

2.5 การติดตั้งเพลเทียร์กับแผงความร้อนและพัดลม..... 6

2.6 แสดงส่วนประกอบของเดซิกเคเตอร์..... 7

2.7 การเปิดฝาเดซิกเคเตอร์..... 8

3.1 การตัดอะคริลิค..... 13

3.2 ทำความสะอาดแผ่นอะคริลิค..... 13

3.3 ประกอบตู้อะคริลิค..... 14

3.4 การเจียรขอบตู้อะคลิลิค..... 14

3.5 ใส่บานพับประตู..... 15

3.6 ใส่ตะขอล็อคประตู..... 15

3.7 ใส่ซีนกันลม..... 16

3.8 ใส่ที่จับประตู..... 16

3.9 ใส่ล้อ..... 17

3.10 ติดตั้งตะแกรงวางสาร..... 17

3.11 การติดตั้งตัวจ่ายไฟ (power supply)..... 19

3.12 การติดตั้งเพลเทียร์..... 19

3.13 ติดตั้งพัดลมบริเวณหลังตู้และในกล่อง..... 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.14 ติดตั้งฮีตซิงก์และพัดลมช่วยระบายอากาศ..... 20

4.1 กราฟแสดงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์..... 22

4.2 กราฟปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์..... 23

4.3 กราฟแสดงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้ซิลิก้าเจล..... 23

4.4 กราฟแสดงปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้ซิลิก้าเจล..... 24

4.5 กราฟแสดงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้ซิลิก้าเจลกับเพลเทียร์..... 25

4.6 กราฟแสดงปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์..... 25
กับซิลิก้าเจล

4.7 กราฟแสดงปริมาณความชื้นที่แป้งข้าวจ้าวดูดซับไว้ในระหว่างเก็บรักษาในตู้ดูดความชื้น..... 27
โดยใช้เพลเทียร์

4.8 กราฟแสดงปริมาณความชื้นที่แป้งข้าวจ้าวดูดซับไว้ในระหว่างเก็บรักษาในตู้ดูดความชื้น..... 28
โดยใช้ซิลิก้าเจล

4.9 กราฟแสดงปริมาณความชื้นที่แป้งข้าวจ้าวดูดซับไว้ในระหว่างเก็บรักษาในตู้ดูดความชื้น..... 30
โดยใช้เพลเทียร์กับซิลิก้าเจล

ข.1.1 ชั่งน้ำหนักสารตัวอย่าง..... 35

ข.1.2 อบตัวอย่าง..... 36

ข.1.3 เอาตัวอย่างเข้าตู้..... 36

ข.1.4 ตู้แบบสมบูรณ์..... 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ

ศึกษาและพัฒนาเครื่อง desiccator ที่ต้องใช้ ซิลิก้าเจลในการดูดความชื้น ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปซิลิก้าเจล จะกลายเป็นสีชมพูซึ่งต้องนำไปให้ความร้อนจึงกลับนำมาใช้ใหม่ซึ่งต้องใช้พลังงานความร้อนจึงคิดพัฒนาโดยการใช้วิธีควบแน่นน้ำจากอากาศแทนซิลิก้าเจลโดยใช้แผ่นเพลเทียร์ มาใช้ในการควบแน่นน้ำเพื่อลดความชื้นในอากาศเพื่อเพิ่มทางเลือกและลดต้นทุน ซึ่งต้องศึกษาความคุ้มค่าของอุปกรณ์ต้นทุนของชิ้นส่วนในการสร้างอุปกรณ์ ประสิทธิภาพของเครื่อง ความคงทนของการใช้งาน และระยะเวลาในการทำงานและศึกษาผลที่ได้จากตัวอย่างที่กำหนดและยังเพิ่มอุปกรณ์เพื่อความสะดวกและแม่นยำเช่นอุปกรณ์วัดความชื้นและวัดอุณหภูมิภายในเพื่อให้อุปกรณ์นี้พัฒนาจนสามารถนำมาใช้จริงได้ในที่สุด

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีความสำคัญเพื่อเพิ่มทางเลือกให้ผู้ที่ต้องการใช้ตู้ดูดความชื้นแต่ไม่ต้องการใช้ซิลิก้าเจลที่มีประสิทธิภาพการใช้งานได้ดีกว่าหรือใกล้เคียงการใช้งานแบบเดิมและเพิ่มความสามารถโดยพัฒนาจากข้อจำกัดของตู้ดูดความชื้นแบบซิลิก้าเจลและสามารถใช้งานได้สะดวกสะดวกต่อผู้ต้องการใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 อุปกรณ์ดูดความชื้นโดยใช้หลักการจากเครื่องควบแน่นน้ำจากอากาศสามารถใช้แทนเครื่อง desiccator ที่ต้องใช้ซิลิก้าเจลให้ได้ผลดีกว่าหรือใกล้เคียง

1.2.2 สามารถลดการใช้พลังงานจากการที่ต้องให้ความร้อนแก่ซิลิก้าเจลเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าในการทำงานของเครื่อง

1.2.3 อุปกรณ์ดูดความชื้นโดยใช้หลักการจากเครื่องควบแน่นน้ำจากอากาศสะดวกต่อการใช้งาน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 อุปกรณ์ดูดความชื้นโดยใช้หลักการจากเครื่องควบแน่นน้ำจากอากาศสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและใช้งานได้จริง

1.3.2 อุปกรณ์ดูดความชื้นโดยใช้หลักการจากเครื่องควบแน่นน้ำจากอากาศนำไปต่อยอดเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพให้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การกำเนิดน้ำตามธรรมชาติ

วัฏจักรน้ำเป็นกลไกที่สำคัญของระบบโลก ไอน้ำที่ระเหยออกจากน้ำในมหาสมุทร มีประจุหรือแร่ธาตุต่างๆ ที่ทำให้มหาสมุทรมีความเค็ม ไอน้ำที่ระเหยขึ้นไปในอากาศนั้นเป็นน้ำจืดบริสุทธิ์ แต่เมื่อไอน้ำเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำและตกลงมาเป็นฝน น้ำฝนละลายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ จึงมีสภาพเป็นกรดคาร์บอนิคอ่อนๆ ซึ่งกรดคาร์บอนิคนั้นทำปฏิกิริยากับหินปูน ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ทำให้เกิดน้ำกระด้าง เนื่องจากน้ำเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นไปตามอุณหภูมิ น้ำจึงทำให้หินแตกได้ น้ำเป็นตัวละลายที่ดี จึงนำพาแร่ธาตุสารอาหารไปกระจายตามส่วนต่างๆ ของพื้นผิวโลก และสะสมตัวในดิน ทำให้พืชพรรณอุดมสมบูรณ์ และเป็นแหล่งอาหารของสรรพสัตว์ ต้นไม้มีการสังเคราะห์แสงเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์เป็นอาหาร และปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนออกสู่ชั้นบรรยากาศ พืชคายน้ำกลับคืนสู่ชั้นบรรยากาศ สัตว์ควบคุมปริมาณต้นไม้ และปริมาณก๊าซออกซิเจนโดยการหายใจคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา แม่น้ำลำธารไหลพัดพาแร่ธาตุไปสะสมกันในท้องทะเลและมหาสมุทร ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของโลก กระบวนการเปลี่ยนสถานะของน้ำเป็นกระบวนการสมดุลพลังงานของโลก

2.2 การควบแน่นน้ำ

การควบแน่นน้ำ เป็นกระบวนการเปลี่ยนสถานะของน้ำจากไอน้ำกลายเป็นของเหลวหรือหยดน้ำโดยเริ่มต้นจากสภาวะของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ และเมื่อมีปริมาณมากเกินที่อากาศจะควบคุมปริมาณไอน้ำไว้ได้ และเมื่ออุณหภูมิในอากาศมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือด ไอน้ำจะเกิดการควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ (กุลวุฒิ,2551) การควบแน่นจะเกิดขึ้นได้โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ความชื้น และอุณหภูมิ หากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีมาก ก็จะทำให้เกิดการควบแน่นได้ง่าย ร่วมถึงการลดลงของอุณหภูมินั้น ก็เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการควบแน่นขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity RH) คือ อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำ ที่มีในอากาศ ณ ขณะนั้นเทียบกับ ปริมาณไอน้ำที่อากาศจะรองรับได้

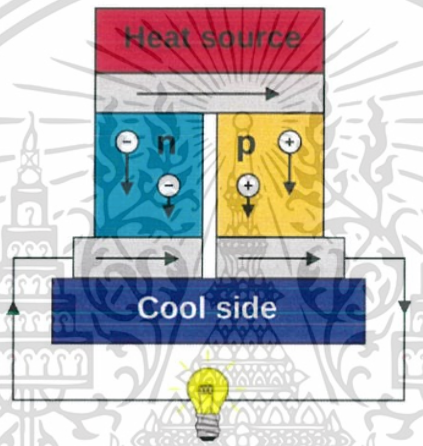
การเกิดการควบแน่นที่พื้นผิวของวัสดุนั้นปริมาณของจำนวนไอน้ำในบรรยากาศ (water vapor) ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมินั้นมีขอบเขตที่จะควบคุมไอน้ำไว้ไม่ให้เกิดการกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำ (water saturated) คืออุณหภูมิของจุดน้ำค้าง ส่วนในบรรยากาศที่มีอุณหภูมิสูงนั้นอากาศมีความสามารถที่รวบรวมปริมาณไอน้ำไว้ได้มากกว่าในบรรยากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ ก่อนที่จะแปรสภาพเป็นหยดน้ำ (ชัชวาล,2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การทำงานของเพลเทียร์

แผ่นเพลเทียร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่งที่มีความสำคัญกับงานวิจัยนี้มาก เนื่องจากแผ่นเพลเทียร์ถูกนำมาใช้เป็นแหล่งกำเนิดความเย็นของเครื่องควบแน่นน้ำ จึงจำเป็นต้องทำความเข้าใจถึงหลักการและวิธีการทำงานขอเพลเทียร์

ในช่วงต้นศตวรรษที่ 19 นักวิทยาศาสตร์ 2 คน คือ โทมัส ซีแบค (Thomas Seebeck) และ จีน เพลเทียร์ (Jean Peltier) ได้ค้นพบปรากฏการณ์ที่เรียกว่า เพลเทียร์เอฟเฟ็กต์ (Peltier effect) ที่เป็นพื้นฐานสำหรับอุสาหกรรมเทอร์โมอิเล็กทริกในปัจจุบัน โดย โทมัส ซีเบค พบว่า ถ้าให้อุณหภูมิที่ต่างกันระหว่างรอยต่อของตัวนำ 2 ชนิดที่แตกต่างกัน กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านตัวนำนั้น

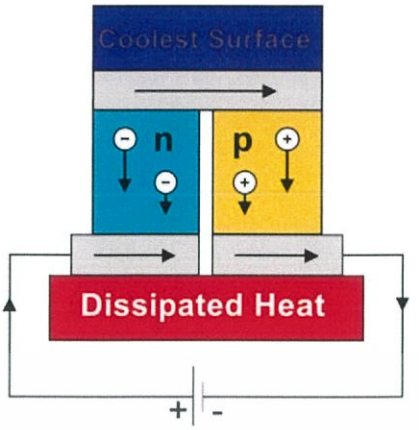


ภาพที่ 2.1 ปรากฏการณ์ซีเบค

ที่มา : www.scienceabc.com

นอกจากนี้ จีน เพลเทียร์ พบว่า เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำ 2 ชนิดที่แตกต่างกันจะเกิดความร้อนและความเย็นขึ้น ที่รอยต่อของตัวนำทั้ง 2 ชนิดนั้น โดยที่รอยต่อด้านหนึ่งจะเกิดความร้อนและอีกด้านของรอยต่อจะเกิดความเย็น

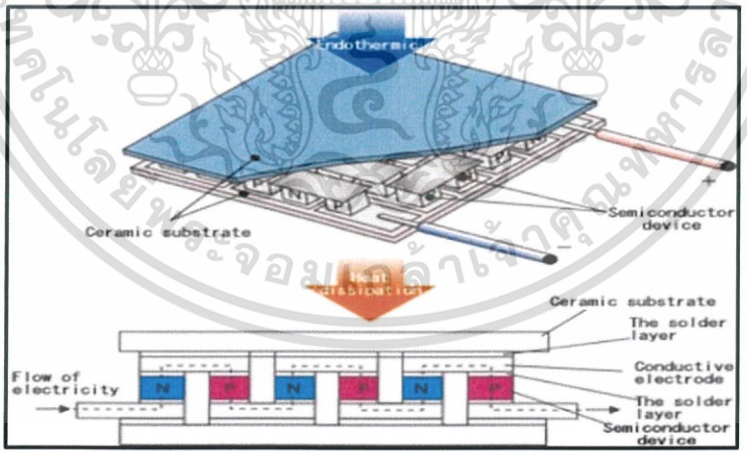
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 ปรากฏการณ์เพลเทียร์

ที่มา : www.scienceabc.com

ในช่วงศตวรรษที่ 20 ความก้าวหน้าในด้านเทคโนโลยีของสารกึ่งตัวนำ ได้มีการพัฒนาขึ้นมีการใช้งานของอุปกรณ์ทางด้านเทอร์โมอิเล็กทริก และประกอบกับเทคนิคที่มีความทันสมัยจึงมีการผลิตโมดูลเทอร์โมอิเล็กทริก หรือเพลเทียร์ขึ้นมา ส่วนประกอบของโมดูลเพลเทียร์ ประกอบไปด้วย สารกึ่งตัวนำ P-type และ N-type ซึ่งเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมมีตัวนำเชื่อมต่อและมีแผ่นเซรามิก ประกบอยู่ทั้งสองด้านดังแสดงในภาพที่ 2.3

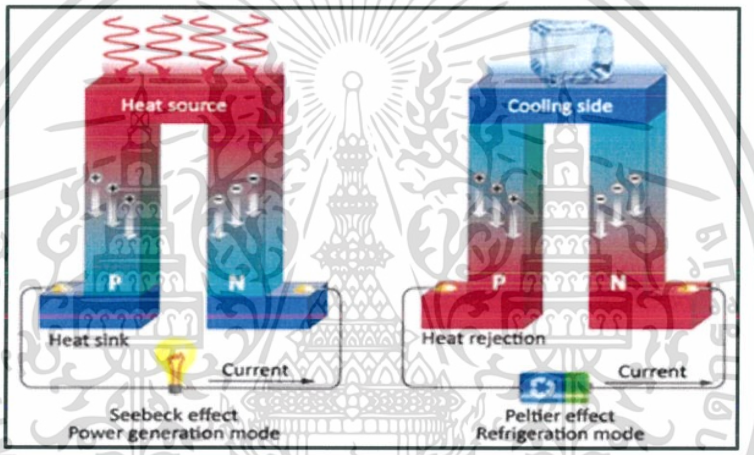


ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของโมดูลเพลเทียร์

ที่มา : www.apiste-global.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อป้อนไฟฟ้ากระแสตรงให้กับโมดูลเพลเทียร์หรือการได้รับพลังงานแตกต่างรูปแบบให้กับโมดูลเพลเทียร์ ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวัสดุที่ทำจากสารกึ่งตัวนำต่างชนิดกัน ทำให้เกิดการคลายพลังงานของอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่จากระดับพลังงานสูงในสารกึ่งตัวนำ N-type สู่ระดับพลังงานต่ำในสารกึ่งตัวนำ P-type ส่งผลให้เกิดการคายความร้อนหรือการเกิดความร้อน และในขณะเดียวกันก็เกิดการดูดกลืนพลังงานของอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่จากระดับพลังงานต่ำในสารกึ่งตัวนำ P-type สู่ระดับพลังงานสูงในสารกึ่งตัวนำ N-type ส่งผลให้เกิดการดูดกลืนความร้อนหรือการเกิดความเย็น เกิดการคลายพลังงานของอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่จากระดับพลังงานสูงในสารกึ่งตัวนำ N-type สู่ระดับพลังงานต่ำในสารกึ่งตัวนำ P-type ส่งผลให้เกิดการคายความร้อนหรือการเกิดความร้อน ซึ่งความเย็นนี้จะถูกนำไปประยุกต์เป็นแหล่งกำเนิดความเย็นสำหรับการก่อปฏิกิริยาควบแน่นของเครื่องควบแน่นน้ำในงานวิจัยนี้ดังแสดงในภาพที่ 2.4



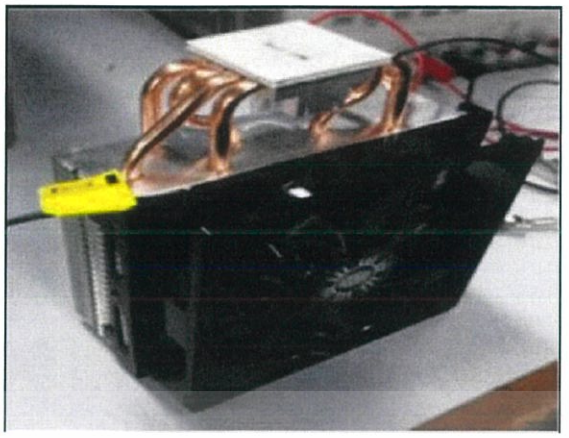
ภาพที่ 2.4 แผนภาพแสดงการทำงานของโมดูลเพลเทียร์

ที่มา : www.chem.au.dk

2.4 การออกแบบเครื่องควบแน่นน้ำ

การออกแบบ AWG ต้องดูค่า TECs ที่ต้องการเพื่อใช้ในการห่าคาอื่นๆที่เกี่ยวข้อง แผงระบายความร้อนต้องมีพื้นที่ผิวเยอะเพื่อระบายความร้อน พื้นผิวที่ยื่นออกมาด้านข้างได้รับการวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากอัตราการเกิดน้ำสูงสุดและเพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนที่แห้งที่ไม่เกี่ยวข้องมามีผลต่อส่วนที่ยื่นออกมา และแม่พิมพ์ต้องมีการออกแบบให้สอดคล้องกับการไหลของลมที่พัดจากพัดลม ดังที่แสดงในภาพที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 การติดตั้งเพลเทียร์กับแผงความร้อนและพัดลม

ที่มา: Amir และคณะ (2018)

2.5 ซิลิก้าเจล

ซิลิก้าเจล หรือ ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) คือ ซิลิก้าที่ได้มีการสังเคราะห์ขึ้นในรูปของซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น ถูกใช้เป็นตัวดูดซับความชื้นในผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิด ถูกใช้เป็นส่วนผสมของการผลิตพลาสติกเพื่อเสริมความแข็งแรง ถูกใช้ผสมในเครื่องสำอางเพื่อเป็นตัวลดแรงตึงผิว และใช้เป็นสารตั้งต้นในการทำให้เกิดก้อนเมฆ เป็นต้น ซิลิก้าเจลถูกค้นพบครั้งแรกโดย Thomas Graham ในปี ค.ศ. 1864 ถูกนำมาเป็นตัวดูดซับก๊าซพิษในหน้ากาก และถัดมาในปี ค.ศ. 1919 Patrick ค้นพบวิธีการผลิตซิลิก้าเจลได้ ซึ่งสามารถเตรียมได้จากโซเดียมซิลิเกต จนเป็นจุดเริ่มต้นในการผลิตซิลิก้าเจลในระดับอุตสาหกรรมจนมาถึงปัจจุบัน (เดือนเพ็ญ ,2545) ซิลิก้าเจล มีลักษณะเป็นคอลลอยด์ของซิลิก้าที่ต่อกันเป็นร่างแห 3 มิติ ซึ่งมีรูพรุนจำนวนมาก ซึ่งเกิดจากโพลิเมอร์ไรซ์ของกรดซิลิซิก มีสูตรโครงสร้างทั่วไปคือ $xSiO_2.yH_2O$ โดยซิลิก้าเจลที่มีอนุภาคขนาดเล็กหรือมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อย เรียกว่าซิลิก้าพาวเดอร์ มีความแข็งน้อยกว่า ซิลิก้าเจล

2.5.1 ชนิดของซิลิก้าเจล (Silica Gel)

1. ชนิดเม็ดสีขาว (White Silica Gel) มีขนาดเม็ดประมาณ 2-5 มิลลิเมตร เนื้อเม็ดมีสีขาวใส สามารถดูดซับความชื้นได้ประมาณ 35-40%

2. ชนิดเม็ดสีน้ำเงิน (Blue Silica Gel) มีขนาดเมล็ดประมาณ 2-5 มิลลิเมตร แตกต่างกันที่เม็ดสีน้ำเงินการเติมสารโคบอลต์ผสมเข้าไปด้วยเพื่อให้สามารถตรวจวัดระดับความชื้นที่ถูกดูดซับไว้ได้ ทำให้ผู้วิจัยทราบว่าซิลิก้าเจลดูซับความชื้นเต็มที่แล้วหรือยัง สมควรที่จะเปลี่ยนหรือไม่ โดยซิลิก้าเจลเริ่มต้นใช้งานมีสีน้ำเงิน หากมีการดูดซับความชื้นเต็มที่ก็จะเปลี่ยนเป็นสีชมพู ซึ่งต้องเปลี่ยนซิลิก้าเจลใหม่หรือนำไปตู้อบเพื่อกลับมาใช้ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ชนิดเม็ดสีส้ม (Orange Silica Gel) มีขนาดเท่ากับชนิดเม็ดสีขาวและสีน้ำเงิน แต่มีลักษณะพิเศษเหมือนกับซิลิก้าเจลชนิดเม็ดสีน้ำเงิน กล่าวคือ เมื่อเริ่มใช้ที่เม็ดซิลิก้าเจลยังไม่ดูดความชื้นจะมีสีส้ม แต่หากดูดความชื้นจนเต็มที่แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน

4. ชนิดเม็ดทราย (Silica Sand) มีขนาดเม็ดเล็กกว่าซิลิก้าเจลทั้ง 3 ชนิด 1 มิลลิเมตรและมีสีคล้ายกับทราย มีคุณสมบัติคล้ายกับซิลิก้าเจลชนิดเม็ดขาว (สุชานนท์ ,2554)

2.6 Desiccator

เดซิกเคเตอร์หรือโถดูดความชื้น เป็นภาชนะที่ทำด้วยวัสดุประเภทหรือจำพวกโลหะที่มีฝาปิดภาชนะภายในโถมีสารดูดความชื้น (ซิลิก้าเจล) วางอยู่ที่ชั้นล่างของโถเดซิกเคเตอร์และมีแผ่นกระเบื้องทีเจาะรูวางกั้นซิลิก้าเจล เพื่อต้องการให้ภาชนะหรือครูซิเบิลที่วางอยู่บนแผ่นกระเบื้องที่เจาะรูถูกซิลิก้าเจลจำกัดความชื้นออกตัวโถเดซิกเคเตอร์และฝาของโถตะวางประกบกันที่บริเวณขอบที่เป็นกราวนด์กลาสของทั้งสองส่วน

โดยมีการใช้สารหล่อลื่นทาบริเวณของฝาและขอบของตัวโถเดซิกเคเตอร์เพื่อประกบติดกันจนสนิท สารหล่อลื่นที่กล่าวถึงคือ วาสลีนหรือกรีส(grease)

ภาพที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบของเดซิกเคเตอร์

ที่มา : www.keywordbasket.com

2.6.1 การใช้เดซิกเคเตอร์

เดซิกเคเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานสำหรับการเก็บรักษาสารหรือเก็บครูซิเบิลที่ทำการเผาเรียบร้อยแล้วและอาจมีตะกอนอยู่ เพื่อต้องการให้สารที่เก็บหรือครูซิเบิลมีอุณหภูมิต่ำลงที่อุณหภูมิห้อง เพื่อทำการชั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักที่คงที่ ภายในโถเดซิกเคเตอร์อากาศต้องแห้ง ป้องกันไม่ให้อากาศจากภายในเข้าสู่ภายในเดซิกเคเตอร์ เพราะจะทำให้สิ่งที่เก็บไว้ในเดซิกเคเตอร์ดูดความชื้น

2.6.1.1 การเปิด-ปิดฝาเดซิกเคเตอร์

2.6.1.1.1 การเปิดฝาเดซิกเคเตอร์

ทาวาสลีนที่ฝากับตัวของเดซิกเคเตอร์ เพื่อให้เปิดปิดได้ง่าย การเปิดทำได้โดยเลื่อนฝาออกจากตัวอย่างช้าๆ มือซ้ายจับอยู่ที่ตัวเดซิกเคเตอร์ ส่วนมือขวาจับด้านบนของฝาและใช้นิ้วหัวแม่มือดันฝาแล้วค่อยๆใช้มือขวาเลื่อนฝาออกจากตัวเดซิกเคเตอร์ให้มีความกว้างพอที่จะเอาวัตถุเข้าหรือออกจากเดซิกเคเตอร์

ภาพที่ 2.7 การเปิดฝาเดซิกเคเตอร์

ที่มา : www. Glasswarechemical.com

2.6.1.1.2 การปิดฝาเดซิกเคเตอร์

การปิดฝาเดซิกเคเตอร์ ทำได้โดยการดันฝาเข้าหาตัวเราเอง ให้กลับอยู่ที่ตำแหน่งเดิม ต้องให้วาสลีนที่ทาไว้ตอนแรกตรงบริเวณขอบฝาที่เป็นกราวด์กลาส กระจายตัวทั่วบริเวณอย่างสม่ำเสมอ จนฝาและตัวของโถเดซิกเคเตอร์ปิดทับสนิทกัน ถ้าฝาเดซิกเคเตอร์ปิดสนิทจะสังเกตได้จากการเห็นรอยต่อใสเป็นเนื้อเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.2 การเคลื่อนย้ายของเดซิกเคเตอร์

ในกรณีที่ต้องมีการเคลื่อนย้ายเพื่อนำตัวอย่างหรือครูซิเบิลที่อบแล้วที่เก็บอยู่ในโถนั้น นำไปชั่งน้ำหนักที่ห้องที่มีเครื่องชั่งและต้องอาศัยความรวดเร็วในการชั่งน้ำหนัก เพื่อป้องกันอากาศเข้าสู่ภายในโถและไม่ให้ครูซิเบิลดูดความชื้นจากอากาศภายนอกที่เข้ามา การเคลื่อนย้ายควรต้องมีความระมัดระวังเป็นอย่างมาก เพื่อไม่ให้เกิดการตกแตกของฝาหรือตัวโถ นอกจากจะทำให้ของเสียหายและอันตรายต่อตัวผู้วิจัยที่ถืออีกด้วย การเคลื่อนย้ายโถเดซิกเคเตอร์ทำได้ 2 ลักษณะ คือ

1. ใช้มือทั้งสองข้างจับด้านข้างของตัวเดซิกเคเตอร์ระหว่างฝากับตัวของเดซิกเคเตอร์ ให้ใช้นิ้วหัวมือทั้งสองข้างกดอยู่บนฝา ส่วนนิ้วอื่นๆที่เหลือใช้จับอยู่ที่ใต้ฝาและตัวเดซิกเคเตอร์เพื่อทำการเคลื่อนย้าย

2. ใช้มือข้างหนึ่งอุ้มประคองตัวเดซิกเคเตอร์และส่วนมืออีกข้างจับที่ฝาเพื่อไม่ให้ฝาเลื่อนตกลงมา

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รายงานด้านการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตู้ดูดความชื้นด้วยการควบแน่นน้ำ จะกล่าวพอสังเขปดังนี้

อิทธิเทพ พึ่งเมือง(2559) การทดสอบเครื่องควบแน่นน้ำ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูล ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์และค่าปริมาณน้ำ ที่ผลิตได้จริงจากเครื่องควบแน่นน้ำ จากนั้นทำการคำนวณหาปริมาณน้ำโดยทฤษฎี โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แล้วนำปริมาณที่น้ำผลิตได้จริงมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่คำนวณได้โดยทฤษฎี การเปรียบเทียบปริมาณน้ำจากการทดลอง และปริมาณน้ำจากการคำนวณต่อหน่วยความชื้นสัมพัทธ์ แสดงให้เห็น ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับความสามารถในการควบแน่นของน้ำ โดยปริมาณน้ำที่วัดได้กับปริมาณน้ำ จากการคำนวณมีแนวโน้ม ไปในทิศทางเดียวกันคือในสภาวะความชื้นสัมพัทธ์สูง น้ำจะสามารถควบแน่นน้ำได้มากกว่า ในสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

วิรัช กองสิน(2557) งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะศึกษา และออกแบบกระติกเก็บวัคซีนขึ้นมา เพื่อสะดวกต่อการนำวัคซีนไป ใช้งานลักษณะการเก็บรักษาวัคซีนเพื่อเคลื่อนย้ายไปในที่ต่างๆการทำงานคือเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกทำให้แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกดึงความร้อนจากภายในกล่อง ออกไปด้านนอกโดยจะส่งความร้อนไปยังฮีตซิงก์และพัดลมจะ เป็นตัวดึงความร้อนจากฮีตซิงก์อีกทีหนึ่งเพื่อดึงความร้อนไปสู้อากาศ ด้านนอกความร้อนจะถูกดึงออกตลอดเมื่อพัดลมทำงาน

ผศ.ดร.มณฑล ฐานุตตมวงศ์ และทีม(2559) งานวิจัยนี้เกี่ยวกับเครื่องสร้างน้ำค้าง ได้ประยุกต์ใช้อุปกรณ์ให้ความเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectrics) มาใช้เป็นต้นกำเนิดความเย็น ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้เทอร์โมอิเล็กทริกเป็นส่วนประกอบในตู้เย็นขนาดเล็ก เช่น ตู้เย็นพกพา โดยนำมาพัฒนาเป็นเครื่องสร้างน้ำค้างหลักการทำงานและส่วนประกอบ เครื่องสร้างน้ำค้างอาศัยหลักการควบแน่นไอน้ำในอากาศให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลายเป็นหยดน้ำ โดยการลดอุณหภูมิบนแผงทำความเย็น ให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้าง โดยมีหลักการดังนี้ 1.แผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก เป็นต้นกำเนิดของความเย็น ตามปรากฏการณ์เพลเทียร์ 2.แผงทำความเย็นมีหน้าที่กระจายความเย็นจากแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก และควบแน่นไอน้ำในอากาศ 3.มีแผงระบายความร้อนและพัดลมระบายความร้อนเพื่อระบายความร้อนจากแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริก 4.มีฉนวนกันความร้อนไม่ให้ความร้อนจากแผงระบายความร้อนมายังแผงความเย็น 5.แผ่นและแนวยึดชุดเครื่องสร้างน้ำค้างเป็นตัวยึดโครงสร้างและเป็นขารับน้ำหนักของเครื่องสร้างน้ำค้าง

ภาณุพงศ์ ศิริกุล(2553) งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการทดสอบวิเคราะห์และระบายความร้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าให้กับแผ่นเพลเทียร์ โดยการถ่ายเทความร้อนให้กับแผ่นเพลเทียร์โดยควบคุมอุณหภูมิด้วยการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับแท่งฮีตเตอร์ผ่านโซลิดสเตรจรีเลย์พบว่าแบบจำลองของการถ่ายเทความร้อนโมดูลเดี่ยวเกิดการถ่ายเทความร้อนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดการกระจายของอุณหภูมิดีกว่า 2 โมดูลเมื่อวิเคราะห์เฉพาะการจัดวางระหว่างสองโมดูลด้วยกันพบว่าการจัดวาง 2 โมดูลแบบทะแยงเป็นการจัดวางแผ่นเพลเทียร์ที่มีการระบายความร้อนที่แผงระบายความร้อนได้ดีที่สุด อ่านค่าอุณหภูมิสูงสุดได้ 100 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 85.86 องศาเซลเซียส สภาพการถ่ายเทความร้อนสูงสุด 90,099 วัตต์ต่อตารางเมตร ต่ำสุด 297.63 วัตต์ต่อตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

- แผ่นอะคริลิคใสหนา 3 มิลลิเมตร.
- บานพับประตู
- แผ่น Peltier (40 มิลลิเมตร x 40 มิลลิเมตร x 4 มิลลิเมตร,ไฟ DC 12 โวลต์ 5 แอมป์)
- อุปกรณ์วัดอุณหภูมิภายใน (EXTECH,สหรัฐอเมริกา)
- อุปกรณ์วัดความชื้นภายใน (EXTECH,สหรัฐอเมริกา)
- แป้งข้าวจ้าว (NEW GRADE,ไทย)
- พัดลมดูดอากาศ (12 เซนติเมตร x 12 เซนติเมตร,DC 12V0.25A)
- ตะแกรงวางสาร
- กล่อง tuperware
- สายยาง
- ล้อ
- power supply (DTECH,จ่ายไฟ 650 วัตต์)
- ตะขอล็อคบานประตู
- ที่จับประตู
- ถ้วยพลาสติก
- เคเบิ้ลไทร์
- ฮีตซิงก์
- เหล็กฉาก

3.1.2 สารเคมี

- ไดคลอโรมีเทน

3.2 อุปกรณ์

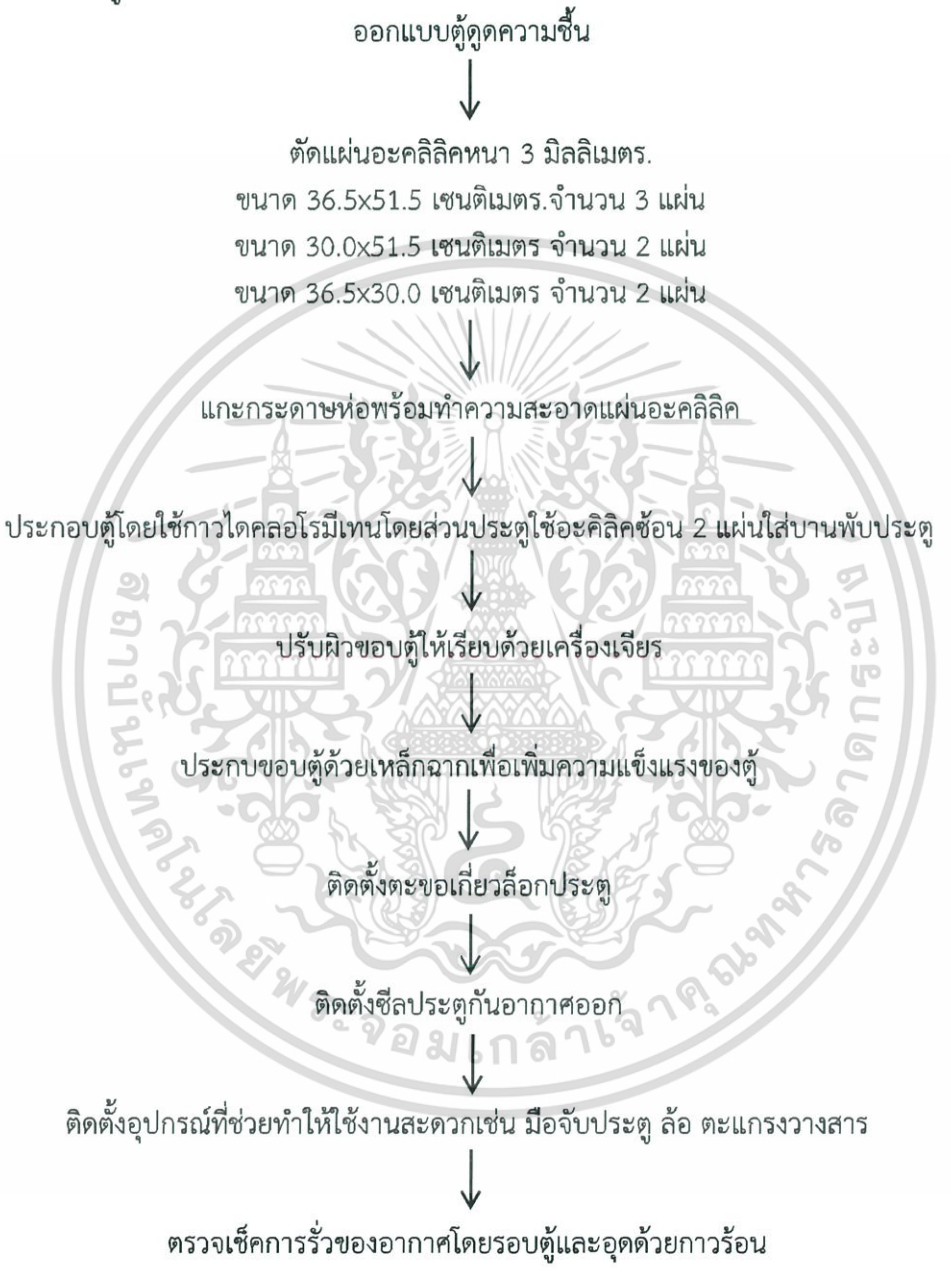
- เครื่องตัดอะคริลิค
- ไขควง
- น็อต
- กระดาษทราย
- สว่าน
- ปืนยิงกาว
- เครื่องเป่าลม
- เครื่องตัดเหล็ก
- เครื่องเจียร
- เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (SARTORIUS,เยอรมัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตู้อบลมร้อน
- กาวยาง

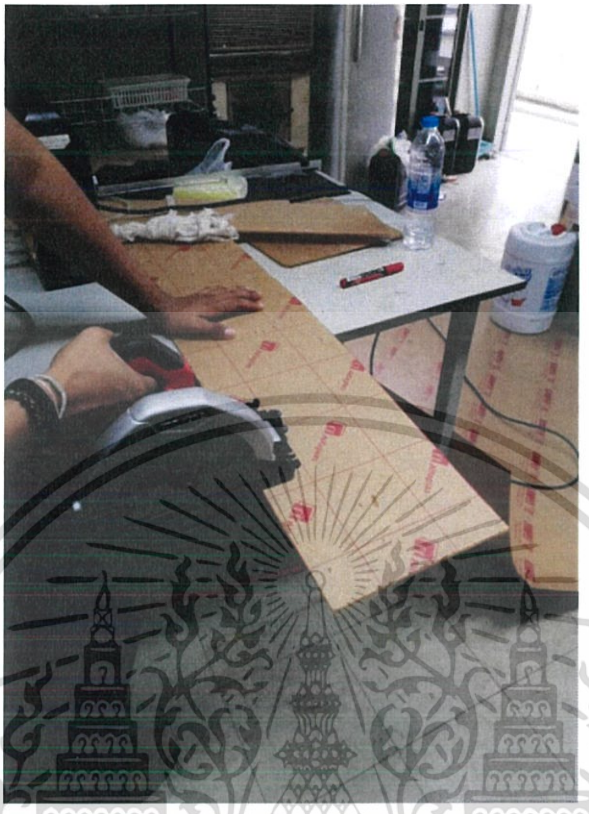
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 สร้างตู้อะคลิลิค

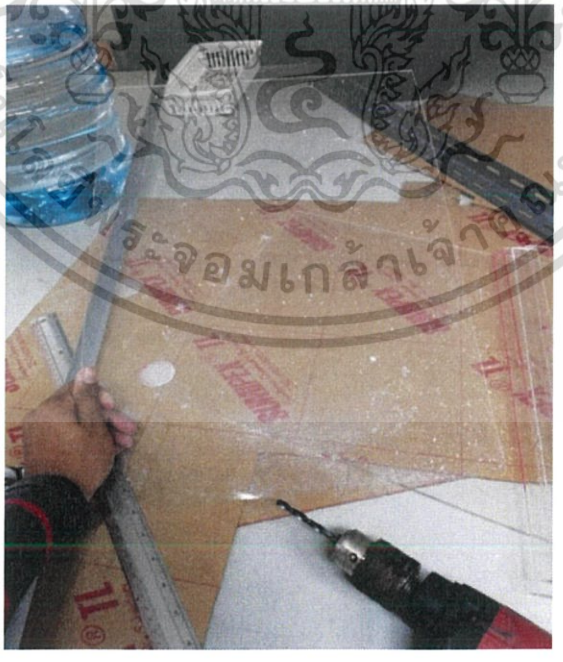


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.1 วิธีการสร้างตู้



ภาพที่ 3.1 การตัดอะคริลิค



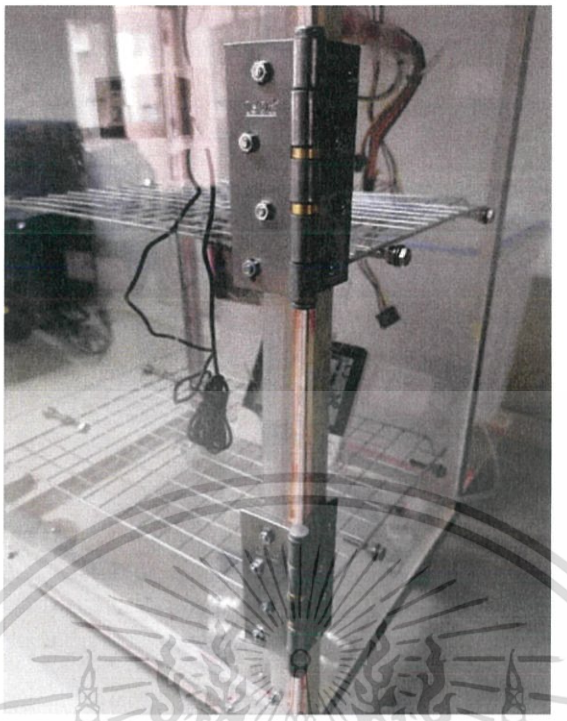
ภาพที่ 3.2 ทำความสะอาดแผ่นอะคริลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.3 ประกอบตู้อะคริลิค

ภาพที่ 3.4 การเจียรขอบตู้อะคลิลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

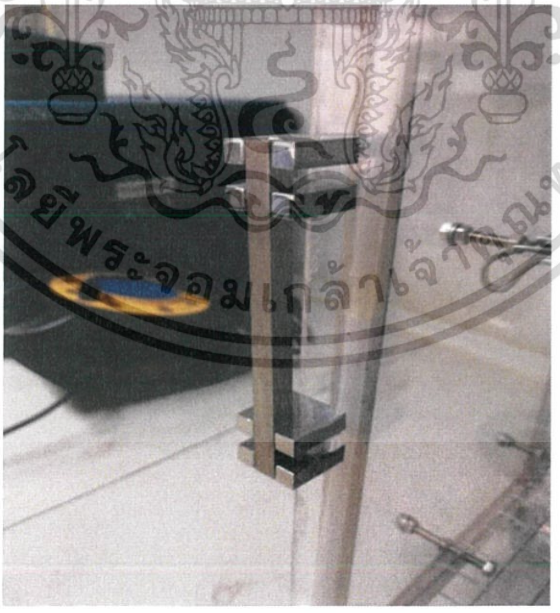


ภาพที่ 3.5 ใส่บานพับประตู

ภาพที่ 3.6 ใส่ตะขอล็อคประตู

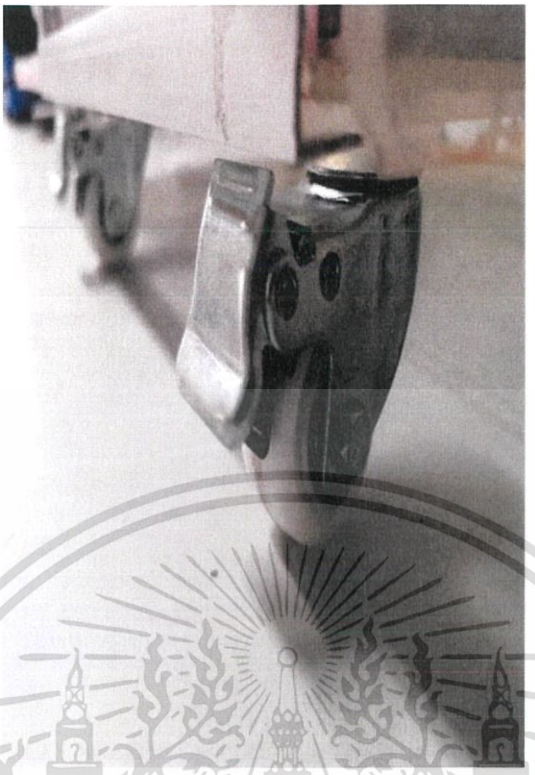
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.7 ใส่ซีนกันอากาศ



ภาพที่ 3.8 ใส่ที่จับประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.9 ใส่ล้อ

ภาพที่ 3.10 ติดตั้งตะแกรงวางสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 สร้างเครื่องดูดความชื้น

ต่อไฟ กระแสตรง(DC) 12 โวลต์ 0.25 แอมแปร์ เข้าพัดลมดูดอากาศ 4 ตัว
ต่อไฟ กระแสตรง(DC) โวลต์ 5 แอมแปร์ เข้าแผ่นเพลเทียร์

↓

วางฮีตซิงก์บนแผ่นเพลเทียร์ด้านร้อนเพื่อช่วยระบายความร้อน

↓

ติดพัดลมดูดอากาศประกบกับฮีตซิงก์

↓

เจาะ tuperware ขนาดเท่าแผ่นเพลเทียร์วางเครื่องทับช่อง
ที่เจาะโดยแผ่นเพลเทียร์ยื่นเข้าไปใน tuperware

↓

เจาะรูขนาดเท่าพัดลมดูดอากาศที่ตู้และtuperwareเพื่อติดพัดลมดูดอากาศจาก
ตู้เข้ามาปะทะกับแผ่นเพลเทียร์

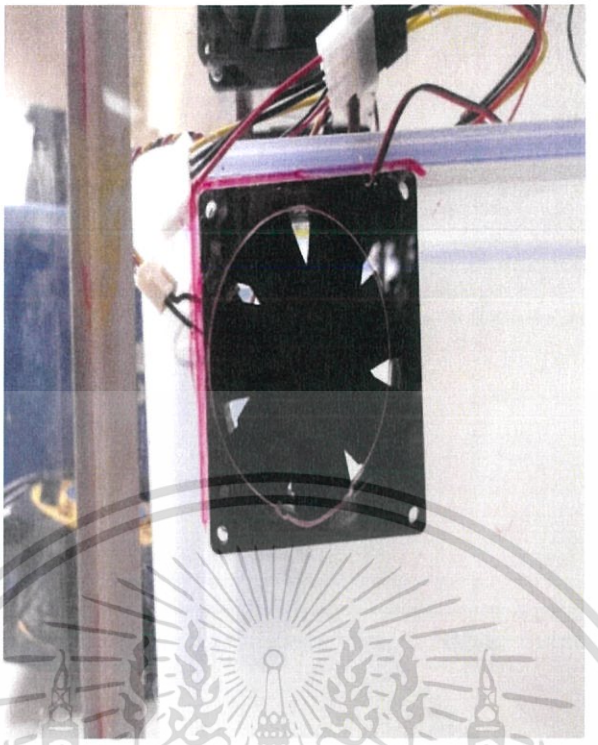
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.1 วิธีการสร้างเครื่องดูดความชื้น

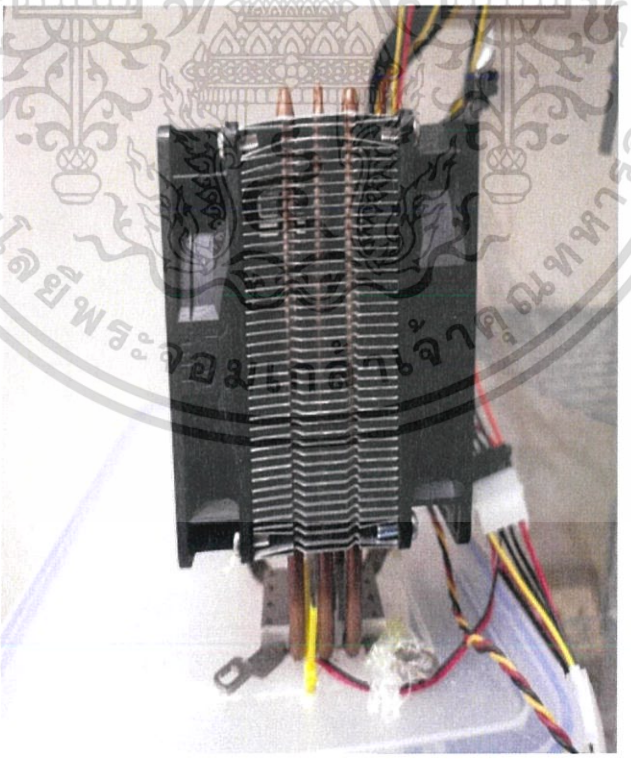
ภาพที่ 3.11การติดตั้งตัวจ่ายไฟ (power supply)

ภาพที่ 3.12 การติดตั้งเพลเทียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.13 ติดตั้งพัดลมบริเวณหลังตู้และในกล่อง



ภาพที่ 3.14. ติดตั้งฮีตซิงก์และพัดลมช่วยระบายความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ขั้นตอนการทำงานของตู้ดูดความชื้น

ขั้นแรก เปิดพัดลมดูดอากาศดูดอากาศจากภายในตู้

ขั้นสอง อากาศเข้าไปสัมผัสแผ่นเพลเทียร์ด้านเย็นทำให้เกิดการควบแน่นของน้ำ เกิดเป็นหยดน้ำหยดลงพื้น

ขั้นสาม น้ำที่หยดไหลไปตามสายยางออกนอกเครื่องลงภาชนะที่รองรับเพื่อไม่ให้ความชื้นของน้ำหมุนเวียนเข้าตู้

ขั้นสุดท้าย อากาศที่ผ่านการการควบแน่นน้ำจะหมุนเวียนเข้าภายในตู้ จึงทำให้ภายในตู้มีความชื้นลดลง

3.3.4 การทดลองหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น

3.3.4.1 การทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของตู้ดูดความชื้นที่สร้างขึ้นโดยที่ไม่มีตัวอย่าง

วัดอุณหภูมิและความชื้นภายในอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น

ทุกๆ 30 นาที เป็นระยะเวลา 3 ชั่งโมง

↓

บันทึกผลอุณหภูมิและความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไป

3.3.4.2 การทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของตู้ดูดความชื้นที่สร้างขึ้นโดยใช้ตัวอย่างแป้งข้าวเจ้า

เตรียมตัวอย่าง(แป้งข้าวจ้าว)

↓

ชั่งตัวอย่างแป้ง 2 กรัม

↓

นำตัวอย่างไปอบที่ตู้อบอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

↓

นำตัวอย่างออกมาวัดอุณหภูมิและชั่งน้ำหนักใส่ถ้วยพลาสติกโดยทราบน้ำหนักที่แน่นอน

↓

นำตัวอย่างเข้าตู้ดูดความชื้นที่สร้างขึ้นโดยทดลอง 3 รูปแบบ คือ ใช้ซิลิก้าเจลเพียงอย่างเดียว, ใช้ซิลิก้าเจลร่วมกับระบบเพลเทียร์และใช้ระบบเพลเทียร์เพียงอย่างเดียว

↓

นำออกมาชั่งน้ำหนักและวัดอุณหภูมิทุกๆ 10 นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง(ทำการทดลอง 2 ซ้ำ)

↓

บันทึกผลความแตกต่างของน้ำหนักแป้งที่เพิ่มขึ้นจากความชื้น,อุณหภูมิของแป้งที่เปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

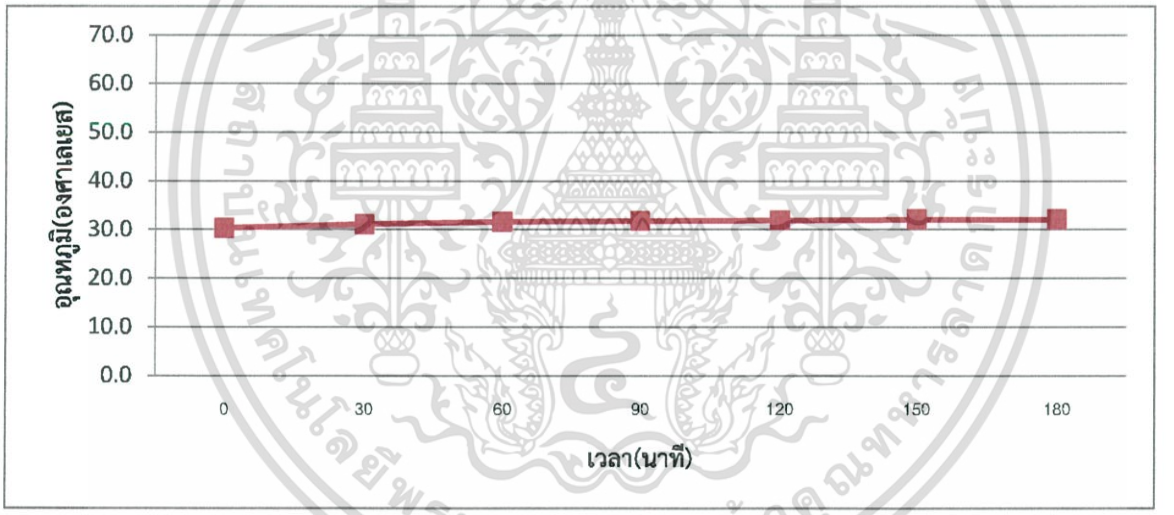
4.1 การทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของตู้ดูดความชื้นที่สร้างขึ้นโดยไม่มีตัวอย่าง

4.1.1 ผลการทดสอบโดยใช้เพลเทียร์เพียงอย่าง

ผลการทดสอบเครื่อง Desiccator โดยใช้เพลเทียร์ที่ไม่มีตัวอย่างภายในตู้

4.1.1.1 ผลการทดสอบด้านอุณหภูมิ

ผลการทดสอบด้านอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์ จดบันทึกอุณหภูมิทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิภายในตู้เพิ่มขึ้นมาเล็กน้อย โดยแรกเริ่มภายในตู้มีอุณหภูมิ 30.3 องศาเซลเซียส และ เมื่อครบเวลา 3 ชั่วโมง ภายในตู้มีอุณหภูมิ 32.1 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเล็กน้อย 1.8 องศาเซลเซียส ภาพที่4.1

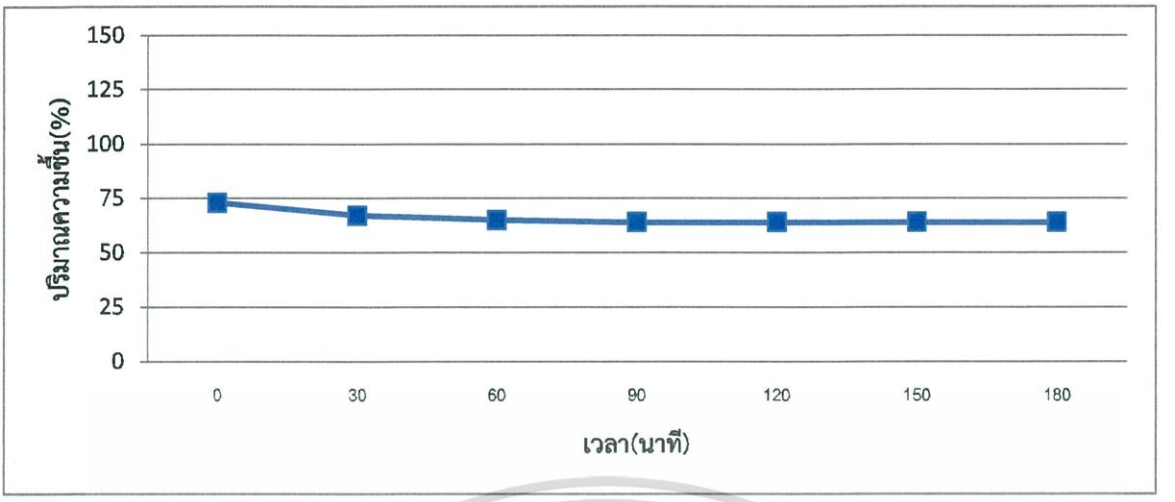


ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์

4.1.1.2 ผลการทดสอบด้านปริมาณความชื้น

ผลการทดสอบด้านปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์ จดบันทึกความชื้นทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าความชื้นภายในตู้ลดเหลือ 64 เปอร์เซ็นต์ โดยแรกเริ่มภายในตู้มีความชื้น 73 เปอร์เซ็นต์ และ ความชื้นภายในตู้ลดเหลือ 64 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง 30 นาที จนถึง 3 ชั่วโมง ภาพที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

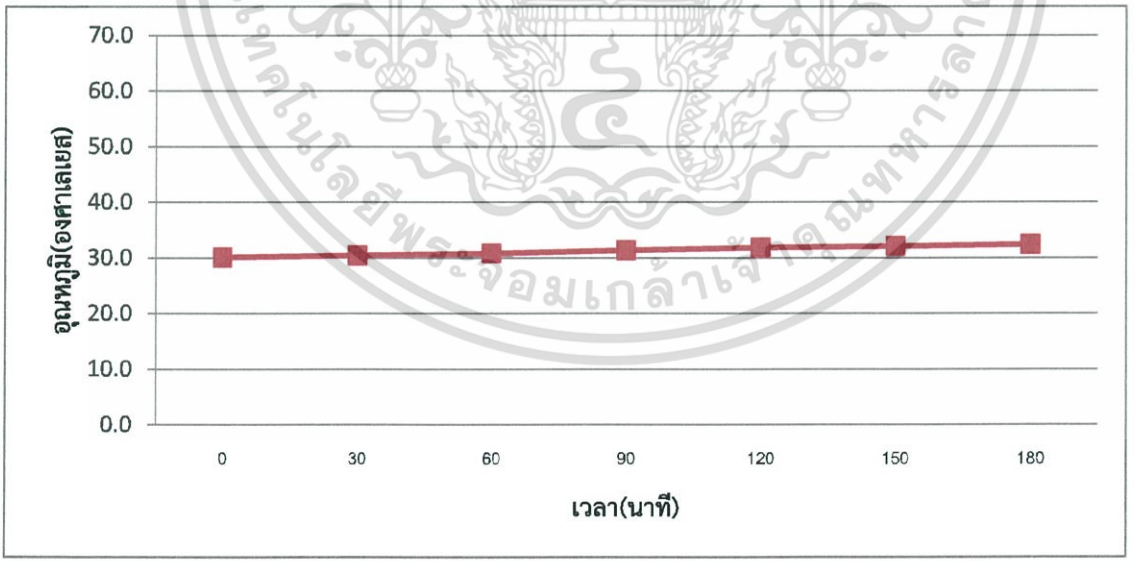


ภาพที่ 4.2 กราฟปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์

4.1.2 ผลการทดสอบโดยใช้ซิลิก้าเจลเพียงอย่างเดียว

4.1.2.1 ผลการทดสอบด้านอุณหภูมิ

ผลการทดสอบด้านอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้ซิลิก้าเจล จดบันทึกอุณหภูมิทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิภายในตู้เพิ่มขึ้นมาเล็กน้อย โดยแรกเริ่มภายในตู้มีอุณหภูมิ 30.1 องศาเซลเซียส และ เมื่อครบเวลา 3 ชั่วโมง ภายในตู้มีอุณหภูมิ 32.4 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเล็กน้อย 2.3 องศาเซลเซียส ภาพที่4.3

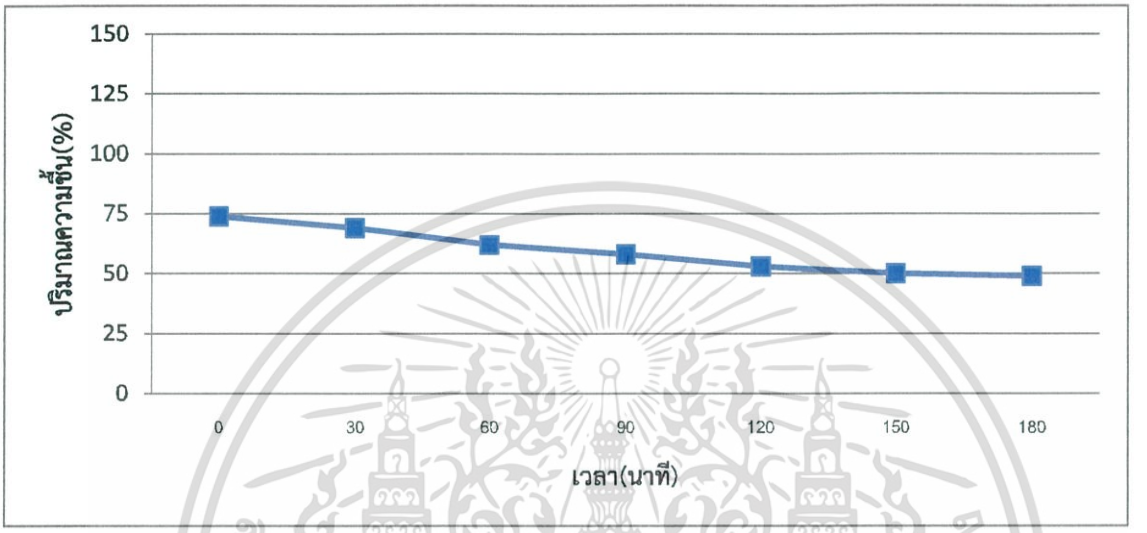


ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้ซิลิก้าเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 ผลการทดสอบด้านปริมาณความชื้น

ผลการทดสอบปริมาณด้านความชื้นที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้ซิลิก้าเจล จดบันทึกความชื้นทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าความชื้นภายในตู้ลดเหลือ 49 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาครบ 3 ชั่วโมง โดยแรกเริ่มภายในตู้มีความชื้น 74 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความชื้นที่ซิลิก้าเจลดูดซับไปนั่นได้ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ภาพที่ 4.4



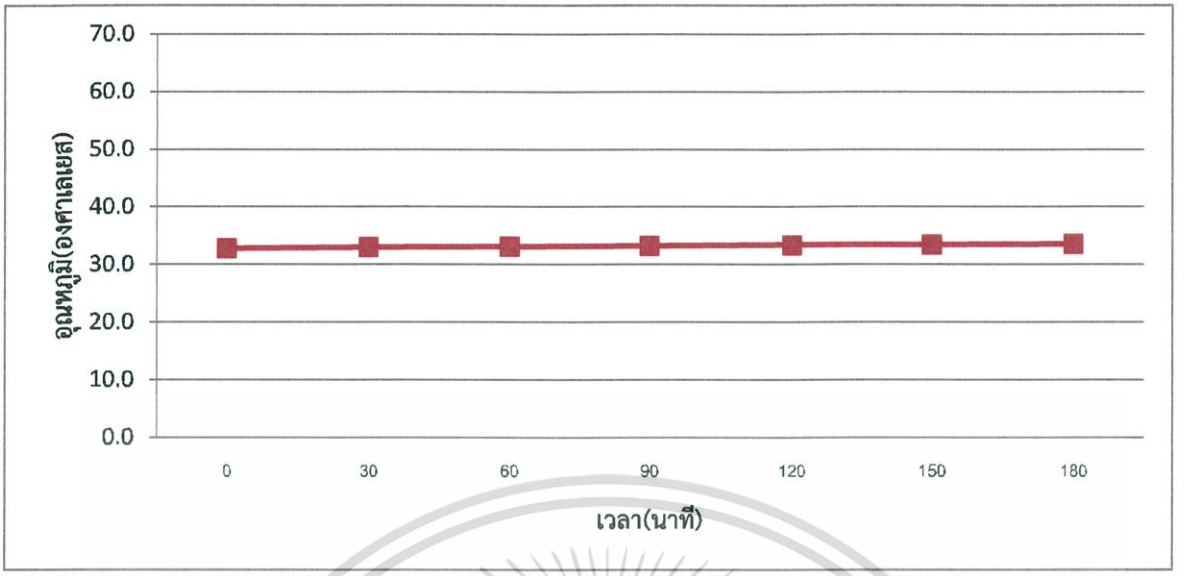
ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้ซิลิก้าเจล

4.1.3 ผลการทดสอบโดยใช้ซิลิก้าเจลร่วมกับเพลเทียร์

4.1.3.1 ผลการทดสอบด้านอุณหภูมิ

ผลการทดสอบด้านอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์กับซิลิก้าเจล จดบันทึกอุณหภูมิทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิภายในตู้เพิ่มขึ้นมาเล็กน้อย โดยแรกเริ่มภายในตู้มีอุณหภูมิ 32.8 องศาเซลเซียส และ เมื่อครบเวลา 3 ชั่วโมง ภายในตู้มีอุณหภูมิ 33.6 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเล็กน้อย 0.8 องศาเซลเซียส ภาพที่ 4.5

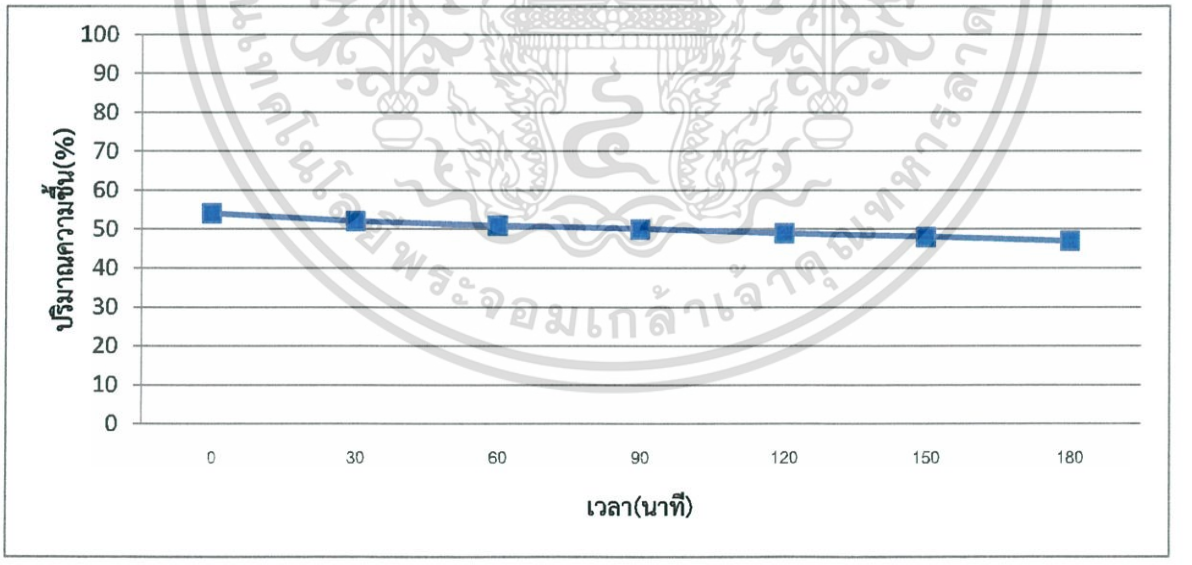
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้ซิลิก้าเจลกับเพลเทียร์

4.1.3.2 ผลการทดสอบด้านปริมาณความชื้น

ผลการทดสอบด้านปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์กับซิลิก้าเจล มีการจดบันทึกความชื้นทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าความชื้นภายในตู้ลดเหลือ 47 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาครบ 3 ชั่วโมง โดยแรกเริ่มภายในตู้มีความชื้น 54 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภายในตู้ดูดความชื้นตลอดระยะเวลา 3 ชั่งโมงมีความชื้นเพียง 7 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่ถูกดูดซับไป ภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์กับซิลิก้าเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของตู้ดูดความชื้นที่สร้างขึ้นโดยใช้ตัวอย่างแป้งข้าวเจ้า

4.2.1 ผลการทดสอบแป้งข้าวจ้าวเมื่อทำการเก็บรักษาภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์

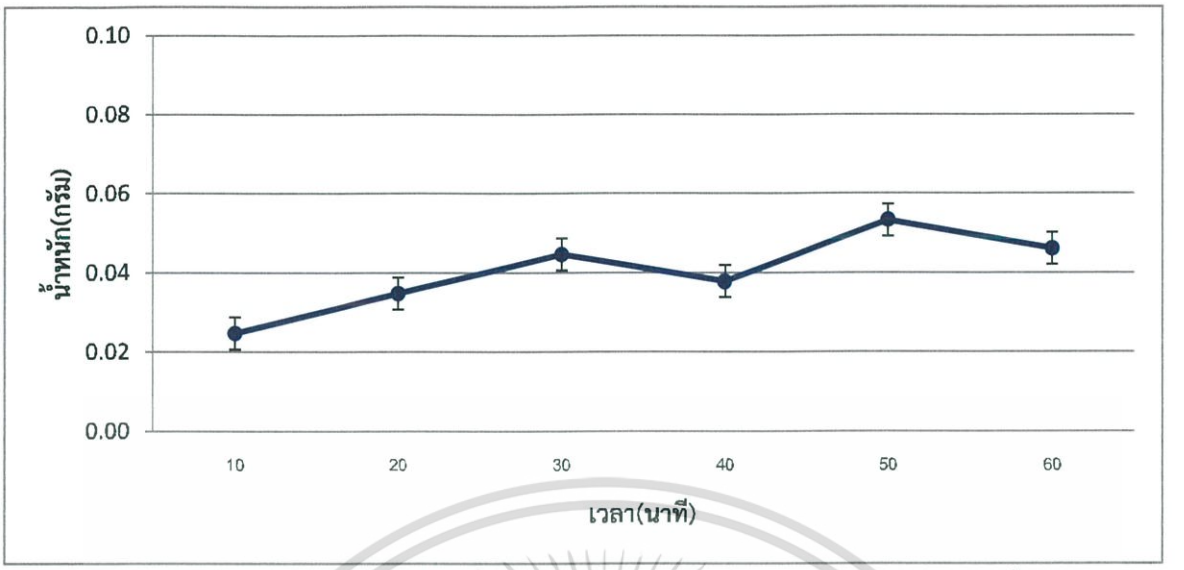
ผลการทดสอบเครื่อง Desiccator โดยใช้เพลเทียร์ที่มีแป้งข้าวจ้าวเป็นตัวอย่างในการทดสอบการเก็บรักษาอยู่ภายในตู้ ทำการชั่งน้ำหนักและวัดอุณหภูมิทุก 10 นาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 2 ซ้ำ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบแป้งข้าวจ้าวเมื่อทำการเก็บรักษาภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์

ระยะเวลา (นาที)	น้ำหนักถ้วย (กรัม)	น้ำหนักแป้ง(กรัม)	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	อุณหภูมิก่อน(°c)	อุณหภูมิหลัง(°c)	น้ำหนักหลังอบ(กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น(กรัม)	อุณหภูมิที่ลดลง (°c)
10	0.8827	2.0962	2.8795	34.8	34.2	2.9072	0.0277	0.6
	0.8887	2.0305	2.8292	36.5	32.5	2.8511	0.0219	4.0
20	0.8888	1.9964	1.9459	32.6	30.3	1.9780	0.0321	2.3
	0.8956	2.0459	2.8487	33.8	32.6	2.8863	0.0376	1.2
30	0.9138	1.9809	2.8074	32.7	34.2	2.8529	0.0455	1.5
	0.8709	1.9377	2.7221	36.0	33.2	2.7659	0.0438	2.8
40	0.8950	2.1001	2.9081	33.2	33.0	2.9505	0.0424	0.2
	0.9144	1.9916	2.8241	32.7	32.5	2.8573	0.0332	0.2
50	0.8573	2.0347	2.8113	32.0	33.0	2.8626	0.0513	1.0
	0.8758	2.0733	2.8696	33.6	32.4	2.9249	0.0553	1.2
60	0.8804	2.0539	2.8585	33.9	33.3	2.8922	0.0337	0.6
	0.8288	1.9439	2.6975	33.1	32.7	2.7560	0.0585	0.4

ผลการทดสอบเมื่อเก็บรักษาแป้งข้าวจ้าวในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์ พบว่าแป้งข้าวจ้าวมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุดอยู่ที่ 0.0533 กรัม และ น้ำหนัก 0.0461 กรัม เมื่อแป้งข้าวที่เก็บรักษาอยู่ภายในตู้ครบกำหนดเวลา 1 ชั่วโมง ภาพที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงปริมาณความชื้นที่แป้งข้าวจ้าวดูดซับไว้ในระหว่างเก็บรักษาในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์

4.2.2 ผลการทดสอบแป้งข้าวจ้าวเมื่อทำการเก็บรักษาภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้ซิลิก้าเจล

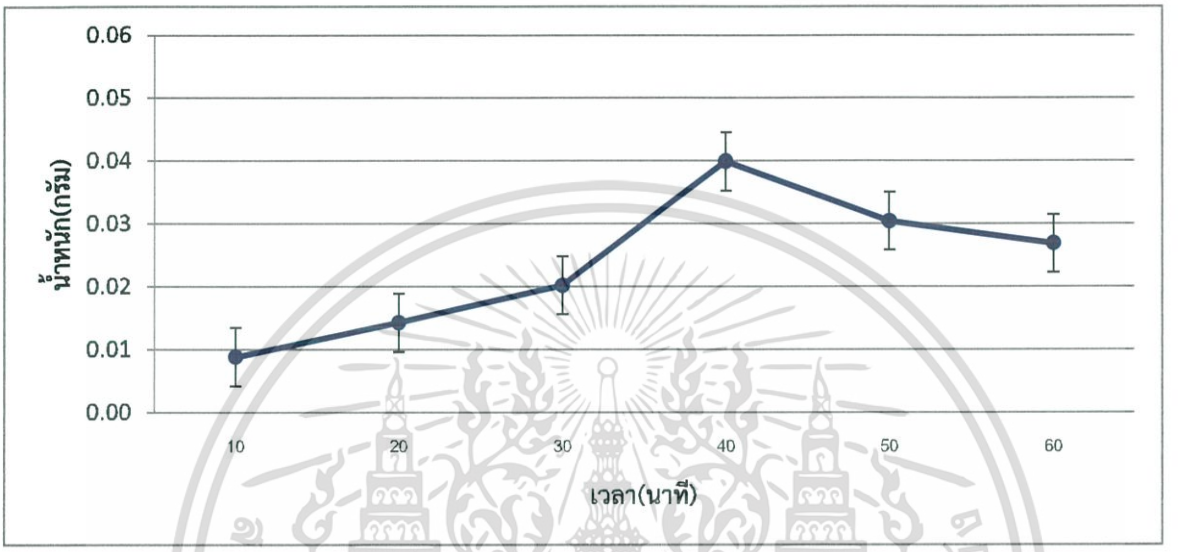
ผลการทดสอบเครื่อง Desiccator โดยใช้ซิลิก้าเจลที่มีแป้งข้าวจ้าวเป็นตัวอย่างในการทดสอบการเก็บรักษาอยู่ภายในตู้ ทำการชั่งน้ำหนักและวัดอุณหภูมิทุก 10 นาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 2 ซ้ำ

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบแป้งข้าวจ้าวเมื่อทำการเก็บรักษาภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้ซิลิก้าเจล

ระยะเวลา (นาที)	น้ำหนักถ้วย (กรัม)	น้ำหนักแป้ง(กรัม)	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	อุณหภูมิก่อน(°c)	อุณหภูมิหลัง(°c)	น้ำหนักหลังอบ(กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น(กรัม)	อุณหภูมิที่ลดลง (°c)
10	0.8854	2.0353	2.7764	35.5	34.5	2.7853	0.0089	1.0
	0.8381	2.0711	2.9402	36.0	35.0	2.9490	0.0088	1.0
20	0.8546	2.082	2.7783	37.3	34.0	2.7900	0.0117	3.3
	0.9086	2.0874	2.9682	35.5	34.0	2.9851	0.0169	1.5
30	0.8866	2.0522	2.9011	35.3	33.6	2.9191	0.0180	1.7
	0.8971	2.1245	2.9439	35.5	34.5	2.9664	0.0225	1.0
40	0.8771	2.1006	2.8542	35.9	33.9	2.8826	0.0284	2.0
	0.8989	2.1483	2.9235	36.6	36.6	2.9750	0.0515	0.0
50	0.8748	2.0986	2.8585	36.1	34.2	2.8876	0.0291	1.9
	0.9042	1.9365	2.8325	36.5	33.9	2.8643	0.0318	2.6
60	0.8622	1.9981	2.8394	38.1	33.7	2.8772	0.0378	4.4
	0.8865	2.1252	2.8988	36.5	35.3	2.9148	0.0160	1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบเมื่อเก็บรักษาแป้งข้าวจ้าวในตู้ดูดความชื้นโดยใช้ซิลิก้าเจล พบว่าแป้งข้าวจ้าวมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุดอยู่ที่ 0.0399 กรัม ที่เวลา 40 นาที และ น้ำหนัก 0.0269 กรัม เมื่อแป้งข้าวที่เก็บรักษาอยู่ภายในตู้ครบกำหนดเวลา 1 ชั่วโมง ภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงปริมาณความชื้นที่แป้งข้าวจ้าวดูดซับไว้ในระหว่างเก็บรักษาในตู้ดูดความชื้นโดยใช้ซิลิก้าเจล

4.2.3 ผลการทดสอบแป้งข้าวจ้าวเมื่อทำการเก็บรักษาภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์กับซิลิก้าเจล

ผลการทดสอบเครื่อง Desiccator โดยใช้เพลเทียร์กับซิลิก้าเจลที่มีแป้งข้าวจ้าวเป็นตัวอย่างในการทดสอบการเก็บรักษาอยู่ภายในตู้ ทำการชั่งน้ำหนักและวัดอุณหภูมิเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 2 ซ้ำ ดังตารางที่ 4.3

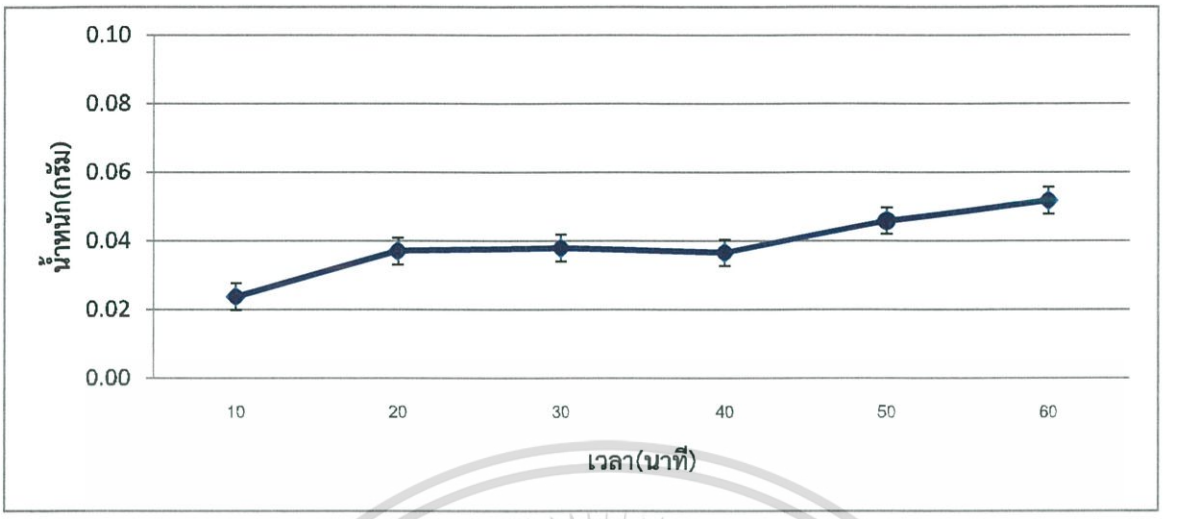
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบแป้งข้าวจ้าวเมื่อทำการเก็บรักษาภายในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์กับซิลิก้าเจล

ระยะเวลา (นาที)	น้ำหนักถ้วย (กรัม)	น้ำหนักแป้ง(กรัม)	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	อุณหภูมิก่อน(°c)	อุณหภูมิหลัง(°c)	น้ำหนักหลังอบ(กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น(กรัม)	อุณหภูมิที่ลดลง (°c)
10	0.9093	1.9457	2.7637	35.7	35.1	2.7866	0.0229	0.6
	0.9038	2.0475	2.8522	36.5	36.1	2.8769	0.0247	0.4
20	0.8734	2.0295	2.8069	35.9	35.4	2.8475	0.0406	0.5
	0.8773	1.9966	2.7824	35.1	35.3	2.8160	0.0336	0.2
30	0.8992	2.0687	2.8706	36.9	35.3	2.9097	0.0391	1.6
	0.9073	1.9499	2.7713	35.7	34.9	2.8081	0.0368	0.8
40	0.9321	1.9735	1.9293	34.8	34.2	1.9594	0.0301	0.6
	0.8841	2.0273	2.8270	37.3	34.2	2.8701	0.0431	3.1
50	0.8678	1.9989	2.7820	36.3	33.8	2.8227	0.0407	2.5
	0.9191	1.9735	2.7983	36.1	33.4	2.8493	0.0510	2.7
60	0.9079	2.0333	2.8052	35.2	33.5	2.8543	0.0491	1.7
	0.9142	1.9833	2.8111	35.1	33.4	2.8656	0.0545	1.7

ผลการทดสอบเมื่อเก็บรักษาแป้งข้าวจ้าวในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์กับซิลิก้าเจล พบว่าแป้งข้าวจ้าวมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีน้ำหนักใกล้เคียงกันที่เวลา 20 – 40 นาที และมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุดอยู่ที่ 0.0518 กรัม เมื่อแป้งข้าวที่เก็บรักษาอยู่ภายในตู้ครบกำหนดเวลา 1 ชั่วโมง ภาพที่ 4.9 ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพซิลิก้าเจลเมื่อใช้เป็นเวลา 40 นาทีจะลดลงทำให้แป้งข้าวจ้าวดูดซับความชื้น ทำให้น้ำหนักแป้งข้าวจ้าวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงปริมาณความชื้นที่แป้งข้าวจ้าวดูดซับไว้ในระหว่างเก็บรักษาในตู้ดูดความชื้นโดยใช้เพลเทียร์กับซิลิก้าเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาและออกแบบตู้ดูดความชื้นด้วยการควบแน่นน้ำจากอากาศ โดยยังไม่มีการใส่ตัวอย่างที่จะทดลองภายในตู้ดูดความชื้น ด้วยวิธีการทั้ง 3 วิธีคือการ ใช้ เพลเทียร์ ซิลิก้าเจล และเพลเทียร์กับซิลิก้าเจล ใช้เวลาในการทดสอบ 3 ชั่วโมง จดบันทึกอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ความชื้นภายในตู้ดูดความชื้นทุกๆ 30 นาที พบว่าวิธีการทั้ง 3 วิธีมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นมาเล็กน้อยเหมือนกัน แต่วิธีที่ใช้ซิลิก้าเจลมีการดึงน้ำจากอากาศมากกว่าอีก 2 วิธีทำให้เปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงมากกว่า

จากการศึกษาและออกแบบตู้ดูดความชื้นด้วยการควบแน่นน้ำจากอากาศ โดยมีการใส่แป้งข้าวจ้าวเป็นตัวอย่างทดลองภายในตู้ดูดความชื้น ด้วยวิธีการทั้ง 3 วิธีคือการ ใช้ เพลเทียร์ ซิลิก้าเจล และเพลเทียร์กับซิลิก้าเจล ใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง จดบันทึกน้ำหนักและอุณหภูมิแป้งข้าวจ้าวทุกๆ 10 นาที พบว่าวิธีการที่ใช้ซิลิก้าเจลและเพลเทียร์กับซิลิก้าเจล เมื่อเวลาผ่านไป 40 นาที ประสิทธิภาพในการดึงหรือดูดความชื้นจากอากาศได้น้อยลง ทำให้แป้งข้าวจ้าวที่เป็นตัวอย่างทดสอบมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่างจากการใช้เพลเทียร์ ที่ยังคงน้ำหนักไม่ให้เพิ่มขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ใช้ชุดอุปกรณ์ระบายความร้อนและแผ่นเพลเทียร์ให้เหมาะสมกับการใช้งานหรือขนาดของเครื่อง

5.2.2 ควรเพิ่มขนาดให้ใหญ่กว่าหรือเพิ่มจำนวนของแผ่นเพลเทียร์ให้มากกว่าตัวที่ทำการทดลอง

5.2.3 ควรใช้เครื่องชั่งเดียวกันตลอดการทดลอง

5.2.4 ควรทำการทดลองใกล้กับเครื่องชั่งเพื่อป้องกันผลการทดลองผิดพลาด

5.2.5 ควรควบคุมอุณหภูมิภายในห้องทดลอง ให้มีอุณหภูมิเท่ากันทุกวัน

5.2.6 ยางซิลิโคนที่ใช้ควรมีขนาดพอดีกับขอบประตูเพื่อป้องกันอากาศเข้าสู่ระบบ

5.2.7 ควรใช้ซิลิโคนระบายความร้อนระหว่างเพลเทียร์กับอุปกรณ์ระบายความร้อน

5.2.8 ไม่ควรมีช่องหรือรูรั่ว เพื่อไม่ให้อากาศเข้าสู่ระบบหรือภายในตู้ ที่เป็นสาเหตุทำให้ตู้มีความชื้นที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กุลวุฒิ จิณวุฒิ. 2551. การศึกษาองค์ประกอบและเทคนิควิธีป้องกันปัญหาการควบแน่นบริเวณผิวกระจกช่องแสงด้านบนสำหรับอาคารพักอาศัยปรับอากาศ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาสถาปัตยกรรม. ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัชวาล พันธางกรู.2556. การออกแบบระบบเก็บกักน้ำค้างเพื่อนำมาใช้เป็นระบบน้ำของสวนหลังคา. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(นวัตกรรมอาคาร). สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร. ภาควิชาเทคโนโลยีอาคาร. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เดือนเพ็ญ ปานศรี.2545. การเตรียมซิลิกาเจลจากแกลบข้าวเหนียวในจังหวัดนครสวรรค์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.siamchemi.com/ซิลิก้าเจล/. 11 พฤษภาคม 2562.

สุชานนท์ ติรพัฒน์กบิล.2554. การดูดซับน้ำที่ปนในเอทานอลเข้มข้นด้วยผงซิลิก้าเจลจากแกลบ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.siamchemi.com/ซิลิก้าเจล/. 11 พฤษภาคม 2562.

อิทธิเทพ พึ่งเมือง.2559. เครื่องควบแน่นน้ำโดยประยุกต์ใช้เพลเทียร์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโฟตอนนิกส์. สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

Amir H.S., Wael B.A., Jalal A.L., Salem H., and Abraham M.2018. "A comprehensive study of an atmospheric water generator using Peltiereffect." Thermal Science and Engineering Progress 6 14–26

Chandra, Arora Ramesh.2010. Refrigeration and air conditioning. PHI Learning Pvt. Ltd.,

Holman, J. P.2001. "Heat transfer, Eighth SI Metric Edition." : 7-39.

Knust, Kyle N., et al.2013. "Electrochemically mediated seawater desalination." Angewandte Chemie International Edition 52.31 : 8107-8110.

Silverman, Bernard A., and Wathana S.2000. "Results of the Thailand Warm-Cloud Hygroscopic particle seeding experiment." Journal of Applied Meteorology 39.7 : 1160-1175.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี

ก.1 การตรวจวัดค่าความชื้น (Moisture contents) วิเคราะห์ตาม AOAC (2000)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)

2. โถดูดความชื้น (desiccators)

3. ภาชนะหาความชื้น (moisture can)

4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (electronic analytical balance)

วิธีวิเคราะห์

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 100 °c เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบ ใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. ทำข้อ 1. ซ้ำ จนได้ผลต่างกันของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 5 – 6 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 130 °c นาน 2 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะที่ชั่งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์) = (W1-W2/W2)×100

M = ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)

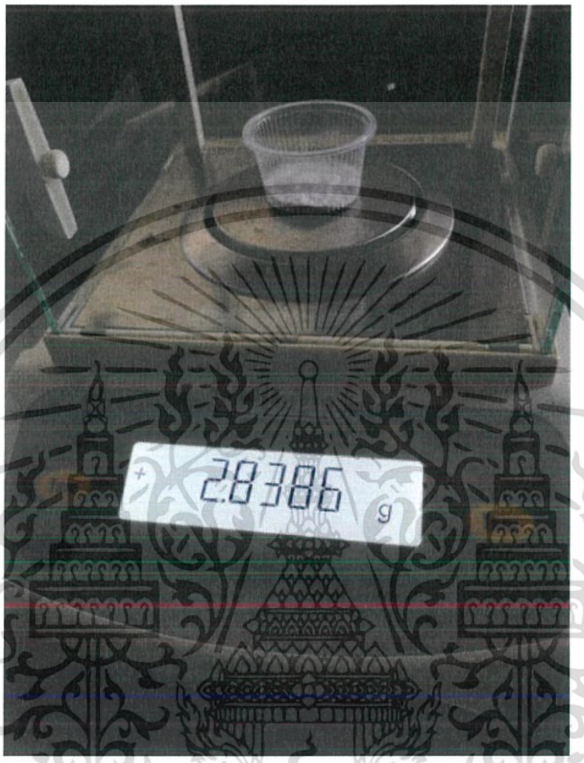
W1 = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (g.)

W2 = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (g.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

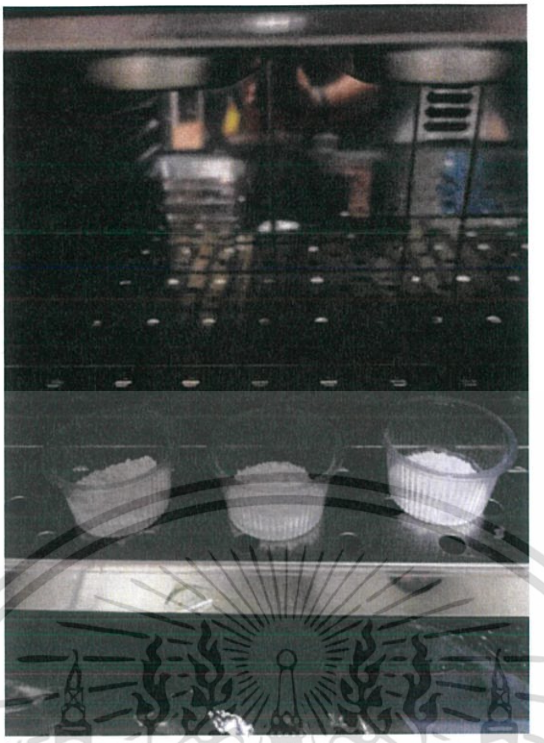
ภาคผนวก ข

ภาพขั้นตอนวิธีการทดลอง

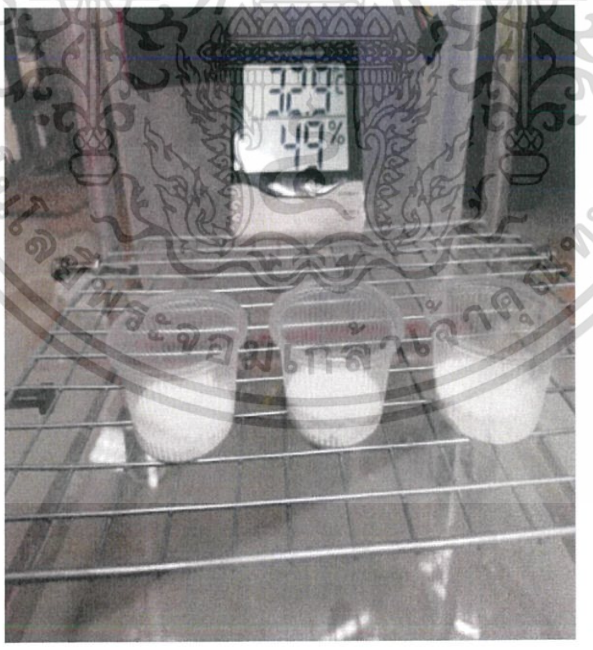


ภาพที่ ข.1.1 ชั่งน้ำหนักสารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

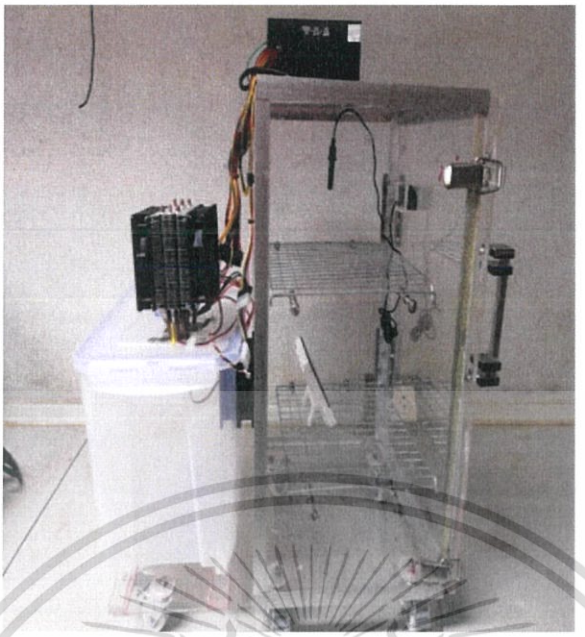


ภาพที่ ข.1.2 อบตัวอย่าง



ภาพที่ ข.1.3 เอาตัวอย่างเข้าตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.1.4 ตู้แบบสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายปิยะนันท์ ขจร
วัน เดือน ปี เกิด	20 มีนาคม 2540
ประวัติการศึกษา	โรงเรียนราชประชาสมาสัย ฝ่ายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์
	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท ง่วนเชียงอุตสาหกรรมอาหาร จำกัด
ผลงานวิจัยและ	-
รางวัลที่เคยได้รับ	

ชื่อ-นามสกุล	นายจิตริน จินดาลิขิต
วัน เดือน ปี เกิด	12 มกราคม 2540
ประวัติการศึกษา	โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว
	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท ส ขอนแก่นฟู้ดส์ จำกัด(มหาชน)
ผลงานวิจัยและ	-
รางวัลที่เคยได้รับ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน(ต่อ)

ชื่อ-นามสกุล	นายวีระ สังขมณี
วัน เดือน ปี เกิด	10 พฤศจิกายน 2539
ประวัติการศึกษา	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ รัชดา
	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด(มหาชน) ระยอง
ผลงานวิจัยและ	-
รางวัลที่เคยได้รับ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้