



การพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น
A Development of Temperature Control Pack Prototype for
Refrigerated Medicine

กฤตเมธ นพภาชี
Krittamet Noppasri

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Minor Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Industrial Management
Prince of Songkla University

2565

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น
ผู้เขียน นายกฤตเมธ นพภาชี
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

.....
(ดร. ชุกกรี แดสา)

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นภิสพร มีมงคล)

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ร่วม

(ดร. ชุกกรี แดสา)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัฐชนา สินธวาลัย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัฐชนา สินธวาลัย)

.....กรรมการ
(ดร. กุลภัทร์ ทองแก้ว)

.....
(ดร. สุรียา จิรสติตสิน)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น
 ผู้เขียน นายกฤตเมธ นพภาชี
 สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม
 ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบข้อกำหนดทางคุณลักษณะและพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็นที่สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งาน โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD) และมีกลุ่มตัวอย่างที่สำรวจข้อมูลประกอบด้วย เกสซ์กรที่ทำหน้าที่ให้บริการจ่ายยาหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ผู้ป่วยที่มารับยาแช่เย็น และญาติหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยที่มารับยาแช่เย็นแทนผู้ป่วย โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์จากกลุ่มเกสซ์กรที่ให้บริการจ่ายยา เพื่อสอบถามความต้องการเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง แล้วจึงนำความต้องการเหล่านั้นมาเรียบเรียงและจัดกลุ่ม เพื่อออกแบบแบบสอบถามเกี่ยวกับระดับความสำคัญของความต้องการในแต่ละประเด็น และออกแบบแบบสอบถามเพื่อวัดระดับความพึงพอใจของวิธีการที่ฝ่ายเภสัชกรรมให้บริการจ่ายยาแช่เย็นในปัจจุบัน จากนั้นจึงคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เทคนิคกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic hierarchy process; AHP) และนำมาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยของความต้องการ จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนการประยุกต์ใช้เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์หรือบ้านคุณภาพ (House of Quality; HOQ) เพื่อกำหนดแนวทางในการตอบสนองความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง เริ่มจากการวิเคราะห์ข้อกำหนดด้านเทคนิค ตามด้วยการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคกับปัจจัยความต้องการของผู้ใช้งาน การกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาอุปกรณ์ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกันของข้อกำหนดทางเทคนิค ซึ่งองค์ประกอบของบ้านคุณภาพที่ได้จากการวิเคราะห์ ทำให้สามารถออกแบบคุณลักษณะของต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็นที่สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งานได้ จากนั้นจึงนำคุณลักษณะเหล่านี้ไปสรุปเป็นรายการแบบสำหรับพัฒนาอุปกรณ์ เพื่อทำการทดสอบและคัดเลือกวัสดุและวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมทั้งในด้านของความปลอดภัย ประสิทธิภาพในการใช้งาน และต้นทุน ผลลัพธ์ในการพัฒนาทำให้เกิดเป็นต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็นที่สามารถรักษาอุณหภูมิได้ยาวนานถึง 4 ชั่วโมง และมีต้นทุนในการผลิตอยู่ที่ 38.28 บาท/ชุด ประกอบด้วย ซองบรรจุภัณฑ์ฉนวนรักษาอุณหภูมิ เจลทำความเย็นด้วยตัวเอง และแถบวัดค่าอุณหภูมิ ซึ่งต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นพบว่ามีความพึงพอใจสูงกว่าอุปกรณ์ที่ทางฝ่ายเภสัชกรรมมีไว้ให้บริการในปัจจุบัน แสดงให้เห็นว่าต้นแบบอุปกรณ์ที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้มากขึ้น

Minor Thesis Title	A Development of Temperature Control Pack Prototype for Refrigerated Medicine
Author	Mr. Krittamet Noppasri
Major Program	Industrial Management
Academic Year	2021

ABSTRACT

This research aims to study the specification design and the development of a temperature control pack prototype for refrigerated medicine by applying Quality Function Deployment (QFD) technique. The samples include pharmacists or related medical staff, outside patients, and patients' relatives or representatives. The research method uses an interview to query pharmacists about the sample's basic needs, then gathers and combines to design questionnaire on the level of importance for each factor and design questionnaire on the satisfaction level of the current method for refrigerated medicine distribution services. Sample groups weight calculations have applied the use of the Analytic Hierarchy Process (AHP) technique to calculate the average level of demands, and the Planning Matrix or House of Quality (HOQ) to determine the process to meet samples' requirements. Start with analyzing technical descriptors, followed by the relation between technical descriptors and user's requirements to set a target for device development, and the relation on each factor of technical descriptors. This component can create a specification design of a temperature control pack prototype for refrigerated medicine which meets users' requirements. The specification can conclude the design concept for developing a device from an experiment, selection of materials, and raw materials that are suitable in terms of safety, performance, and cost. The result of the development can create a temperature control pack prototype for refrigerated medicine which can maintain the temperature for 4 hours and have a manufacturing cost of 38.28 Baht/set. The prototype consists of thermal insulation packaging, a self-cooling gel pack, and a temperature indicator. The developed device also has a higher satisfaction level than an old device which currently used for service by pharmacists, indicating that this new device can satisfy the higher needs of the user.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากความอนุเคราะห์ในการให้ความสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร. ชุกกรี แดสา อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัชชานา สินธวาลัย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมสารนิพนธ์ที่ได้สละเวลาและกรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะ ตั้งแต่การเริ่มเขียนโครงร่างสารนิพนธ์ การดำเนินงานวิจัย จนกระทั่งเสร็จสิ้นการเขียนเล่มสารนิพนธ์ ตลอดจนผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นภิสพร มีมงคล ประธานกรรมการสอบสารนิพนธ์ และดร.กฤษณ์ ทองแก้ว กรรมการสอบสารนิพนธ์ ที่ได้กรุณาเสนอข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการเขียนสารนิพนธ์ฉบับนี้ให้สามารถสำเร็จลุล่วงตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านจากสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่มีอบวิชาความรู้ต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานวิจัย รวมถึงบุคลากรทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ ตลอดจนพี่ๆ เพื่อนร่วมชั้นที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือจนทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และต้องขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาในการให้ข้อมูลและยินดีตอบแบบสอบถามด้วยความเต็มใจ ทำให้สามารถได้ข้อมูลในการดำเนินงานวิจัยอย่างครบถ้วนสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญมาโดยตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย รวมถึงคอยผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถที่จะผลิตงานวิจัยอันทรงคุณค่าฉบับนี้ขึ้นมาได้ พร้อมทั้งคาดหวังว่าสารนิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ให้แก่ผู้ที่สนใจ และสามารถสร้างคุณประโยชน์แต่เพื่อนมนุษย์ต่อไปได้ในอนาคต

กฤตเมธ นพภาชี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญรูป	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.2 ทฤษฎีและหลักการ	11
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	30
3.1 สํารวจและรวบรวมข้อมูลความต้องการสำหรับนำเข้าบ้านคุณภาพ	30
3.2 การดำเนินการในเมตริกซ์ที่ 1 การวางแผนผลิตภัณฑ์หรือบ้านคุณภาพ	36
3.3 การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ	37
3.4 การนำอุปกรณ์ต้นแบบใหม่ไปทดสอบระดับความพึงพอใจ	46
บทที่ 4 ผลการดำเนินวิจัย	48
4.1 ผลการสำรวจและรวบรวมข้อมูลความต้องการสำหรับนำเข้าบ้านคุณภาพ	48
4.2 ผลการดำเนินการในเมตริกซ์ที่ 1 การวางแผนผลิตภัณฑ์หรือบ้านคุณภาพ	70
4.3 ผลการดำเนินการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ	76
4.4 ผลการนำอุปกรณ์ต้นแบบใหม่ไปทดสอบระดับความพึงพอใจ	89
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย	93
5.1 สรุปผลการวิจัย	93
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	95

สารบัญ

	หน้า
บรรณานุกรม	96
ภาคผนวก	98
ภาคผนวก ก แบบสอบถามและแบบสำรวจ	99
ภาคผนวก ข ข้อมูลดิบที่ได้สำรวจจากกลุ่มเป้าหมาย	112
ภาคผนวก ค ผลการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุและวัตถุดิบ	125
ประวัติผู้เขียน	162

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ปัญหาที่พบจากวิธีการให้บริการจ่ายยาแช่เย็นของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์และสาเหตุของปัญหา	4
2.1 ตัวอย่างยาแช่เย็นที่ทางสถานพยาบาลจ่ายให้ผู้ป่วยนำกลับไปใช้ที่บ้านแบ่งตามประเภทการใช้งาน	11
2.2 ระดับความสำคัญหรือความชอบในการเปรียบเทียบ (AHP Measurement Scale)	19
2.3 ประเภทของวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์ฉนวน	22
3.1 เกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความเข้มข้นของความสำเร็จในกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น (AHP)	35
3.2 ตารางเมตริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบรายคู่ในกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น (AHP)	36
3.3 ขอบเขตข้อจำกัดเอนทัลปีของการละลาย ณ อุณหภูมิ 25 °C (Limiting Enthalpies of Solution at 25 °C)	40
4.1 วิธีปฏิบัติในการจ่ายยาแช่เย็นให้แก่ผู้ป่วย	48
4.2 ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายเกี่ยวกับคุณลักษณะของอุปกรณ์สำหรับรักษาอุณหภูมิยาแช่เย็น	49
4.3 ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ในแต่ละประเด็นความต้องการ	51
4.4 น้ำหนักและขนาดของอุปกรณ์ที่ทางฝ่ายเภสัชกรรมมีไว้ให้บริการทั้ง 2 วิธี	54
4.5 การวิเคราะห์คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ทางฝ่ายเภสัชกรรมมีไว้ให้บริการในปัจจุบันตามความสอดคล้องกับประเด็นความต้องการ	55
4.6 ระดับความสำคัญของความต้องการของกลุ่มเป้าหมายทั้งหมดที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการใช้งานอุปกรณ์สำหรับรักษาอุณหภูมิยาแช่เย็น	58
4.7 ระดับความสำคัญของความต้องการของกลุ่มเภสัชกรที่ทำหน้าที่ให้บริการจ่ายยาและเจ้าหน้าที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการใช้งานอุปกรณ์สำหรับรักษาอุณหภูมิยาแช่เย็น	59
4.8 ระดับความสำคัญของความต้องการของกลุ่มผู้ป่วยที่มารับยาแช่เย็นที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการใช้งานอุปกรณ์สำหรับรักษาอุณหภูมิยาแช่เย็น	60
4.9 ระดับความสำคัญของความต้องการของกลุ่มญาติหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยที่มารับยาแทนผู้ป่วยที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการใช้งานอุปกรณ์สำหรับรักษาอุณหภูมิยาแช่เย็น	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10 ระดับความพึงพอใจตามประเด็นความต้องการของวิธีการใช้กระเป่าเก็บความเย็นกับ เจลแช่เย็นสำหรับรักษาอุณหภูมิของยาแช่เย็น	64
4.11 ระดับความพึงพอใจตามประเด็นความต้องการของวิธีการใช้ถุงพลาสติกกับเจลแช่เย็น สำหรับรักษาอุณหภูมิของยาแช่เย็น	65
4.12 ขั้นตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ระหว่างความสำคัญของกลุ่มเป้าหมายจากปัจจัย ด้านฟังก์ชันการใช้งานของอุปกรณ์	67
4.13 ขั้นตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ยความสำคัญของกลุ่มเป้าหมายจากปัจจัยด้านฟังก์ชันการใช้งาน ของอุปกรณ์	67
4.14 ขั้นตอนที่ 3 น้ำหนักความสำคัญของกลุ่มเป้าหมายจากปัจจัยด้านฟังก์ชันการใช้งาน ของอุปกรณ์	67
4.15 ขั้นตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ระหว่างความสำคัญของกลุ่มเป้าหมายจากปัจจัย ด้านรูปลักษณ์ของอุปกรณ์	68
4.16 ขั้นตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ยความสำคัญของกลุ่มเป้าหมายจากปัจจัยด้านรูปลักษณ์ของอุปกรณ์	68
4.17 ขั้นตอนที่ 3 น้ำหนักความสำคัญของกลุ่มเป้าหมายจากปัจจัยด้านรูปลักษณ์ของอุปกรณ์	68
4.18 ขั้นตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบรายคู่ระหว่างความสำคัญของกลุ่มเป้าหมายจากปัจจัยด้าน คุณลักษณะของอุปกรณ์	68
4.19 ขั้นตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ยความสำคัญของกลุ่มเป้าหมายจากปัจจัยด้านคุณลักษณะของอุปกรณ์	69
4.20 ขั้นตอนที่ 3 น้ำหนักความสำคัญของกลุ่มเป้าหมายจากปัจจัยด้านคุณลักษณะของอุปกรณ์	69
4.21 ค่าคะแนนความสำคัญของความต้องการ (IMP) ของอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิยาแช่เย็น	69
4.22 ข้อกำหนดทางด้านเทคนิคของอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น	71
4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคกับปัจจัยความต้องการของผู้ใช้งานของอุปกรณ์ รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น	72
4.24 การกำหนดค่าความเคลื่อนไหวทางเทคนิคอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น	73
4.25 ค่าการเคลื่อนไหวของเป้าหมายและความสัมพันธ์ระหว่างกันของข้อกำหนดทางเทคนิคของ อุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น	74
4.26 คะแนนความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละประเด็น	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.27	ความสามารถในการรักษาอุณหภูมิของวัสดุบรรจุภัณฑ์ฉนวนประเภทต่างๆ	77
4.28	ต้นทุนของบรรจุภัณฑ์ฉนวนแต่ละประเภท	77
4.29	ระดับคะแนนในการตอบสนองความต้องการของบรรจุภัณฑ์ฉนวนชนิดต่างๆ	78
4.30	สารหรือวัตถุดิบที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาคุณสมบัติเบื้องต้นสำหรับนำมาใช้ผลิตเป็นเจล ทำความเย็นด้วยตัวเองหรือวัสดุเปลี่ยนเฟส	79
4.31	ผลการวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกสารหรือวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนด	82
4.32	เวลาที่ Urea ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) 80 กรัม ใช้ในการทำปฏิกิริยาให้ได้อุณหภูมิต่ำสุดที่ 4 °C	82
4.33	เวลาที่สารสร้างเนื้อเจลในปริมาณต่างๆจะเริ่มหนืดกลายเป็นเจล	83
4.34	ต้นทุนรวมในการผลิตอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น 1 ชุด	83
4.35	รายการแบบสำหรับพัฒนาอุปกรณ์	85
4.36	น้ำหนักและขนาดของต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น	87
4.37	การวิเคราะห์คุณสมบัติของชุดต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็นตาม ความสอดคล้องกับประเด็นความต้องการ	89
4.38	ระดับความพึงพอใจตามประเด็นความต้องการของต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิ สำหรับยาแช่เย็น	91
4.39	ผลการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของอุปกรณ์ต่างๆสำหรับบริการจ่ายยาแช่เย็น	92

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	สัดส่วนจำนวนครั้งการส่งจ่ายยาให้แก่ผู้ป่วยนอกตามประเภทยาของโรงพยาบาล สงขลานครินทร์ ตั้งแต่ไตรมาสที่ 1 ของปี 2562 ถึงไตรมาสที่ 3 ของปี 2563	1
1.2	จำนวนครั้งการส่งจ่ายยาให้แก่ผู้ป่วยนอกตามประเภทยา ของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ตั้งแต่ไตรมาสที่ 1 ของปี 2562 ถึงไตรมาสที่ 3 ของปี 2563 แบ่งตามรายไตรมาส	2
1.3	สัดส่วนมูลค่ารวมของยาที่จ่ายให้แก่ผู้ป่วยนอกแบ่งตามประเภทยาของโรงพยาบาล สงขลานครินทร์ ตั้งแต่ไตรมาสที่ 1 ของปี 2562 ถึงไตรมาสที่ 3 ของปี 2563	3
1.4	มูลค่ารวมของยาที่จ่ายให้แก่ผู้ป่วยนอกแบ่งตามประเภทยา ของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ตั้งแต่ไตรมาสที่ 1 ของปี 2562 ถึงไตรมาสที่ 3 ของปี 2563 แบ่งตามรายไตรมาส	4
1.5	วิธีให้บริการจ่ายยาแก่ผู้ป่วยกรณีผู้ป่วยไม่ได้เตรียมกล่องหรือกระเป๋าเก็บความเย็นมา	5
2.1	โมเดลของคาโน	14
2.2	ส่วนประกอบของเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ	14
2.3	องค์ประกอบของบ้านคุณภาพ	15
2.4	โครงสร้างของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierachy Process)	19
2.5	ตัวทำความเย็นหรือวัสดุเปลี่ยนเฟส	24
2.6	ความร้อนแฝงของการเปลี่ยนเฟส	24
2.7	ช่องเย็นทันที	25
2.8	การดำเนินไปของปฏิกิริยาดูดความร้อน	26
2.9	ขอบเขตข้อจำกัดเอนทัลปีของการละลาย ณ อุณหภูมิ 25 °C	26
2.10	โครงสร้างของ SAP เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำ	27
2.11	Safety Data Sheet (SDS) หรือเอกสารข้อมูลความปลอดภัยสารเคมี	28
2.12	อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและแถบวัดไข้	29
3.1	การวิเคราะห์คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ทางฝ่ายเภสัชกรรมมีไว้ให้บริการในปัจจุบัน กิจกรรมที่ 1 ขั้นตอนที่ 1	31
3.2	การวิเคราะห์คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ทางฝ่ายเภสัชกรรมมีไว้ให้บริการในปัจจุบัน กิจกรรมที่ 1 ขั้นตอนที่ 2	31

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.3	การวิเคราะห์คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ทางฝ่ายเภสัชกรรมมีไว้ให้บริการในปัจจุบัน กิจกรรมที่ 1 ขั้นตอนที่ 3	32
3.4	การวิเคราะห์คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ทางฝ่ายเภสัชกรรมมีไว้ให้บริการในปัจจุบัน กิจกรรมที่ 1 ขั้นตอนที่ 4	32
3.5	การวิเคราะห์คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ทางฝ่ายเภสัชกรรมมีไว้ให้บริการในปัจจุบัน กิจกรรมที่ 2 ขั้นตอนที่ 1	33
3.6	การวิเคราะห์คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ทางฝ่ายเภสัชกรรมมีไว้ให้บริการในปัจจุบัน กิจกรรมที่ 2 ขั้นตอนที่ 2	33
3.7	การวิเคราะห์คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ทางฝ่ายเภสัชกรรมมีไว้ให้บริการในปัจจุบัน กิจกรรมที่ 2 ขั้นตอนที่ 3	33
3.8	การวิเคราะห์คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ทางฝ่ายเภสัชกรรมมีไว้ให้บริการในปัจจุบัน กิจกรรมที่ 2 ขั้นตอนที่ 4	34
3.9	การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุฉนวนประเภทต่างๆ ขั้นตอนที่ 1	38
3.10	การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุฉนวนประเภทต่างๆ ขั้นตอนที่ 2	38
3.11	การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุฉนวนประเภทต่างๆ ขั้นตอนที่ 3	38
3.12	การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุฉนวนประเภทต่างๆ ขั้นตอนที่ 4	39
3.13	การทดสอบประสิทธิภาพในการทำความเย็นของสาร ขั้นตอนที่ 1	41
3.14	การทดสอบประสิทธิภาพในการทำความเย็นของสาร ขั้นตอนที่ 2	42
3.15	การทดสอบประสิทธิภาพในการทำความเย็นของสาร ขั้นตอนที่ 3	42
3.16	การทดสอบประสิทธิภาพในการทำความเย็นของสาร ขั้นตอนที่ 4	42
3.17	การทดสอบเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของสารสร้างเนื้อเจล ขั้นตอนที่ 1	43
3.18	การทดสอบเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของสารสร้างเนื้อเจล ขั้นตอนที่ 2	43
3.19	การทดสอบเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของสารสร้างเนื้อเจล ขั้นตอนที่ 3	44
3.20	การทดสอบเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของสารสร้างเนื้อเจล ขั้นตอนที่ 4	44
3.21	แถบวัดอุณหภูมิ	44

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.22	การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น ขั้นตอนที่ 1	45
3.23	การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น ขั้นตอนที่ 2	45
3.24	การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น ขั้นตอนที่ 3	46
3.25	การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น ขั้นตอนที่ 4	46
4.1	แผนผังต้นไม้แสดงลักษณะความต้องการของอุปกรณ์สำหรับรักษาอุณหภูมียาแช่เย็น	50
4.2	ผลการทดสอบความสามารถหรือประสิทธิภาพในการรักษาอุณหภูมิของวิธีการใช้กระเป่า เก็บความเย็นกับเจลแช่เย็น (อุณหภูมิเจลแช่เย็น)	52
4.3	ผลการทดสอบความสามารถหรือประสิทธิภาพในการรักษาอุณหภูมิของวิธีการใช้กระเป่า เก็บความเย็นกับเจลแช่เย็น (อุณหภูมิน้ำเย็น)	53
4.4	ผลการทดสอบความสามารถหรือประสิทธิภาพในการรักษาอุณหภูมิของวิธีการใช้ถุง พลาสติกกับเจลแช่เย็น (อุณหภูมิเจลแช่เย็น)	53
4.5	ผลการทดสอบความสามารถหรือประสิทธิภาพในการรักษาอุณหภูมิของวิธีการใช้ถุง พลาสติกกับเจลแช่เย็น (อุณหภูมิน้ำเย็น)	54
4.6	ผลการทดสอบความสามารถในการรักษาอุณหภูมิของวัสดุบรรจุภัณฑ์ฉนวนประเภทต่างๆ (อุณหภูมิเจลแช่เย็น)	76
4.7	ผลการทดสอบความสามารถในการรักษาอุณหภูมิของวัสดุบรรจุภัณฑ์ฉนวนประเภทต่างๆ (อุณหภูมิน้ำเย็น)	77
4.8	ประสิทธิภาพในการทำความเย็นของ Potassium Chloride ที่ปริมาณต่างๆ	79
4.9	ประสิทธิภาพในการทำความเย็นของ Ammonium Chloride ที่ปริมาณต่างๆ	80
4.10	ประสิทธิภาพในการทำความเย็นของ Urea ที่ปริมาณต่างๆ	80
4.11	ประสิทธิภาพในการทำความเย็นของ Sodium Thiosulfate Pentahydrate ที่ปริมาณต่างๆ	80
4.12	ประสิทธิภาพในการทำความเย็นของ Sodium Thiosulfate Pentahydrate ที่ปริมาณต่างๆ	81

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.13	ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการทำความเย็นที่อุณหภูมิต่ำสุดของสารแต่ละชนิด ที่ปริมาณต่างๆ	81
4.14	การทดสอบการใช้งานแถบวัดอุณหภูมิที่มีจำหน่ายในท้องตลาด	83
4.15	ต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น	86
4.16	ขั้นตอนการใช้งานของต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น	87
4.17	ผลการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น (อุณหภูมิเจลแช่เย็น)	88
4.18	ผลการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของต้นแบบอุปกรณ์รักษาอุณหภูมิสำหรับยาแช่เย็น (อุณหภูมิน้ำเย็น)	88
4.19	การเปลี่ยนแปลงสีของแถบวัดอุณหภูมิ	89