

การพัฒนาระบบการผลิตเครื่องต้มลูกเดือย *Coix lacryma-jobi* Linn. ผง



นางสาวภัทรี ทิพย์รักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROCESS DEVELOPMENT OF JOB'S TEARS *Coix lacryma-jobi* Linn. DRINK POWDER

Miss Pattaree Tiphayarug

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Food Technology

Department of Food Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

490814

ภัทรี ทิพย์รักษ์ : การพัฒนากระบวนการผลิตเครื่องดื่มลูกเดี๋ยย *Coix lacryma-jobi* Linn.
ผง (PROCESS DEVELOPMENT OF JOB'S TEARS *Coix lacryma-jobi* Linn. DRINK
POWDER) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร., สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ อ. ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร. กัลยา
เลาหงงคราม, 94 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตเครื่องดื่มลูกเดี๋ยยผง ด้วยการทำแห้งแบบพ่นกระจาย เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของลูกเดี๋ยย พบว่า มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใย และเถ้า เท่ากับ 9.26 12.93 9.15 62.99 0.41 และ 5.27% ตามลำดับ จากการศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิในการแช่ลูกเดี๋ยยในน้ำที่อุณหภูมิห้อง ($27\pm 1^{\circ}\text{C}$)/0-6 ชั่วโมง และ $40\pm 1^{\circ}\text{C}$ /0-120 นาที พบว่า การแช่ลูกเดี๋ยยในน้ำที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ให้ลูกเดี๋ยยที่มีความชื้นสูงสุด เมื่อนำไปสกัดเป็นน้ำลูกเดี๋ยยและทำให้สุกบางส่วน โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ $65-75^{\circ}\text{C}$ 3 นาที พบว่า การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ $70\pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน 3 นาที จะให้น้ำลูกเดี๋ยยผงที่มีความสามารถในการละลายดีที่สุด จากการแปรปริมาณสารช่วยทำแห้ง (มอลโตเดกซ์ทรีน) 5 ระดับ ในช่วง 0-20%(w/v) พบว่า น้ำลูกเดี๋ยยผงที่ได้จากการเติมมอลโตเดกซ์ทรีน 15%(w/v) มีปริมาณผลผลิตสูงสุดและความชื้นต่ำสุด ในการศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งด้วย Response Surface Methodology โดยแปรอัตราการป้อนน้ำลูกเดี๋ยยในช่วง 1-2 ลิตรต่อชั่วโมง และอุณหภูมิลมเข้า $160-200^{\circ}\text{C}$ พบว่า อัตราการป้อนและอุณหภูมิลมเข้าเท่ากับ 1.6 ลิตรต่อชั่วโมง และ 190°C ตามลำดับ ให้น้ำลูกเดี๋ยยผงที่มีปริมาณความชื้นและเวลาในการทำให้อนุภาคผงเปียก (wettability) ต่ำสุด และมีความสามารถในการละลายสูงสุด จากนั้นศึกษาการทำ Agglomeration โดยแปรอัตราส่วนของน้ำลูกเดี๋ยยผงต่อน้ำลูกเดี๋ยยสด 10:1 15:1 และ 20:1 กรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า อัตราส่วนของน้ำลูกเดี๋ยยผงต่อน้ำลูกเดี๋ยยสด เป็น 20:1 กรัมต่อมิลลิลิตร ให้น้ำลูกเดี๋ยยผงที่มีปริมาณความชื้น solubility bulk density wettability และ dispersibility เท่ากับ 2.36% 71.27% 0.63 กรัมต่อมิลลิลิตร 5.7 นาที และ 82.57% ตามลำดับ และเมื่อผสมกับน้ำตาลซูโครสบดละเอียด (6 8 และ 10%) และเกลือ (0.5 0.7 และ 0.9%) และประเมินความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวม พบว่า เครื่องดื่มลูกเดี๋ยยผงสำเร็จรูปที่เติมน้ำตาลซูโครส 8% และ เกลือ 0.7% ได้รับคะแนนสูงที่สุด ซึ่งเมื่อเก็บเครื่องดื่มที่ได้ที่อุณหภูมิห้อง, 35°C , 45°C และ 55°C เป็นเวลา 9 สัปดาห์ และคำนวณอายุการเก็บ พบว่า เครื่องดื่มลูกเดี๋ยยผงสำเร็จรูปมีอายุการเก็บที่อุณหภูมิ 30°C เท่ากับ 20 สัปดาห์

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่อนิสิต.....ภัทรี ทิพย์รักษ์
สาขาวิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....ศ.ดร. กัลยา เลาหงงคราม
ปีการศึกษา.....2549.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4672364023 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD : JOB'S TEARS/PROCESS DEVELOPMENT/SPRAY DRYING

PATTAREE TIPHYARUG : PROCESS DEVELOPMENT OF JOB'S TEARS *Coix lacryma- jobi*
Linn. DRINK POWDER. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SAIWARUN CHAIWANICHSIRI,
Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. KALAYA LAOHASONGKRAM, Ph.D., 94 pp.

The objective of this research was to develop the process of production job's tears *Coix lacryma-jobi* Linn. drink powder by spray drying. The results from proximate analysis of job's tears showed that the moisture, protein, fat, carbohydrate, fiber and ash contents of job's tears were 9.26, 12.93, 9.15, 62.99, 0.41 and 5.27% respectively. Optimum soaking temperature and time (27°C/0-6 h, 40°C/0-120 min.) were studied. The result showed that the optimum condition was soaking the grain at room temperature (27±1°C) for 2 hours. During heating the job's tears juice extract at 65-75°C for 3 minutes it was found that heating at 70±1°C for 3 minutes gave the best solubility job's tears powder. Maltodextrin (0-20%,w/v) was added to the juice extract as drying aid and it was found that addition of maltodextrin 15%(w/v) in the pregelatinized extract gave the job's tears powder with the highest yield and lowest moisture content. The optimum feed rate and inlet air temperature were investigated using the Response Surface Methodology and were found to be at 1.6 l/h feed rate and 190°C inlet air temperature. This condition produced the powder with the lowest moisture content and wetting time, but the highest solubility. Agglomeration of the spray dried powder with fresh job's tears juice at the ratio of 20 g-to-1 ml resulted in the powder having moisture content, solubility, bulk density, wettability and dispersibility of 2.36%, 71.27%, 0.63g/ml, 5.7mins, and 82.57%, respectively. Sugar (6-10%) and salt (0.5-0.9%) were added to the agglomerated powder to obtain the job's tears powder mix. Sensory evaluation of the powder mix showed that the panelists preferred the sample with 8% sugar and 0.7% salt. After keeping the samples at room temperature, 35°C, 45°C, and 55°C for 9 weeks, the shelf-life of the sample was estimated to be 20 weeks at 30°C

Department.....Food Technology.....Student's signature.....Pattaree T.
Field of study.....Food Technology.....Advisor's signature.....Saiwan C
Academic year.....2006.....Co-advisor's signature.....Kalaya L

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณต่อ รองศาสตราจารย์ ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และรองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา เลหาสงคราม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ และเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการทำวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งได้อบรมสั่งสอนให้มีความรอบคอบ รับผิดชอบต่อหน้าที่ และตั้งใจปฏิบัติงาน ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพงศ์ นวังค์สัตตคุตตาดิสน์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ ธีญพิทยากุล และอาจารย์ ดร. ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล ที่กรุณาสละเวลามาร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า ทั้งในด้านวิชาการ และจริยธรรม

ขอบคุณที่กรุณาเอก และเพื่อนๆ ปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ทุกคน รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจกันมาตลอดการวิจัย

ขอบคุณเพื่อนๆ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและกำลังใจในการทำวิจัยนี้

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ญาติ พี่ น้อง ที่ได้สนับสนุน ด้านการศึกษาและให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ตลอดจนให้กำลังใจอันมีค่ายิ่งเสมอมาจนผู้วิจัยสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	3
2.1 ลูกเดือย.....	3
2.2 การให้ความร้อนแก่แป้งเพื่อให้สุกบางส่วน.....	6
2.3 การทำแห้งแบบพ่นกระจาย (Spray drying).....	7
2.4 การหาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร.....	15
2.5 การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาของอาหารแห้ง.....	16
3. วิธีการทดลอง.....	18
3.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ.....	18
3.2 ศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิในการแช่ลูกเดือย.....	18
3.3 ศึกษาการทำให้ น้ำลูกเดือยสุกบางส่วนก่อนเข้าเครื่องทำแห้ง แบบพ่นกระจาย.....	18
3.4 ศึกษาปริมาณสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสม.....	19
3.5 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้ง น้ำลูกเดือย.....	19
3.6 ศึกษาการทำ Agglomeration เพื่อเพิ่มความสามารถในการละลาย ของน้ำลูกเดือยผง.....	20
3.7 พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มลูกเดือยผง.....	20
3.8 ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มลูกเดือยผง.....	21

4. ผลการทดลองและวิจารณ์.....	22
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของลูกเต๋อย.....	22
4.2 การศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิในการแช่ลูกเต๋อย.....	22
4.3 การทำให้น้ำลูกเต๋อยสุกบางส่วนก่อนเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจาย.....	25
4.4 การศึกษาผลของปริมาณสารช่วยทำแห้งต่อสมบัติทางกายภาพของ น้ำลูกเต๋อยผง.....	26
4.5 การศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งน้ำลูกเต๋อย.....	28
4.6 การศึกษาการทำ Agglomeration เพื่อเพิ่มความสามารถในการละลายของ น้ำลูกเต๋อยผง.....	35
4.7 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องตีมลูกเต๋อยผง.....	37
4.8 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เครื่องตีมลูกเต๋อยผง.....	39
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	48
รายการอ้างอิง.....	49
ภาคผนวก.....	56
ภาคผนวก ก.....	57
ภาคผนวก ข.....	62
ภาคผนวก ค.....	76
ภาคผนวก ง.....	79
ภาคผนวก จ.....	81
ภาคผนวก ฉ.....	93
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	94

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของลูกเดี๋ยย.....	22
4.2	ปริมาณความชื้นของลูกเดี๋ยยและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของน้ำแช่ที่อุณหภูมิห้อง ($27\pm 1^{\circ}\text{C}$).....	23
4.3	ปริมาณความชื้นของลูกเดี๋ยยและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของน้ำแช่ที่อุณหภูมิ $40\pm 1^{\circ}\text{C}$	24
4.4	ผลของการทำให้น้ำลูกเดี๋ยยสุกบางส่วนต่อสมบัติทางกายภาพของ น้ำลูกเดี๋ยยผง.....	26
4.5	ผลของปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินต่อสมบัติทางกายภาพของน้ำลูกเดี๋ยยผง.....	27
4.6	ผลของอุณหภูมิผสมเข้าและอัตราการป้อนน้ำลูกเดี๋ยยต่อสมบัติทางกายภาพ ของน้ำลูกเดี๋ยยผง.....	29
4.7	ภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งน้ำลูกเดี๋ยย.....	35
4.8	สมบัติทางกายภาพของน้ำลูกเดี๋ยยผงที่ผ่านการทำ Agglomeration.....	36
4.9	คะแนนการทดสอบความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวมของ เครื่องดื่มลูกเดี๋ยยผง.....	38
ข.1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของสมบัติของน้ำลูกเดี๋ยยผง เมื่อใช้ปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินต่างกัน.....	62
ข.2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณผลผลิตของน้ำลูกเดี๋ยยผง เมื่อใช้อุณหภูมิผสมเข้าและอัตราการป้อนน้ำลูกเดี๋ยยที่ระดับต่างกัน.....	63
ข.3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณความชื้นของน้ำลูกเดี๋ยยผง เมื่อใช้อุณหภูมิผสมเข้าและอัตราการป้อนน้ำลูกเดี๋ยยที่ระดับต่างกัน.....	63
ข.4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของ Bulk density ของน้ำลูกเดี๋ยยผง เมื่อใช้อุณหภูมิผสมเข้าและอัตราการป้อนน้ำลูกเดี๋ยยที่ระดับต่างกัน.....	64
ข.5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของ Solubility ของน้ำลูกเดี๋ยยผง เมื่อใช้อุณหภูมิผสมเข้าและอัตราการป้อนน้ำลูกเดี๋ยยที่ระดับต่างกัน.....	64
ข.6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของ Dispersibility ของน้ำลูกเดี๋ยยผง เมื่อใช้อุณหภูมิผสมเข้าและอัตราการป้อนน้ำลูกเดี๋ยยที่ระดับต่างกัน.....	65

ตารางที่	หน้า
ข.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของ Wettability ของน้ำลูกเดือยผง เมื่อใช้อุณหภูมิผสมเข้าและอัตราการป้อนน้ำลูกเดือยที่ระดับต่างกัน.....	65
ข.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของสมบัติของน้ำลูกเดือยผงที่ผ่าน การทำ Agglomeration ที่อัตราส่วนของน้ำลูกเดือยผงต่อน้ำลูกเดือยสดต่างกัน.....	66
ข.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบด้านรสชาติ เมื่อเติมน้ำตาลซูโครสและเกลือที่ระดับต่างกัน.....	67
ข.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบด้านความชอบ โดยรวมเมื่อเติมน้ำตาลซูโครสและเกลือที่ระดับต่างกัน.....	67
ข.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของสมบัติของเครื่องตีมลูกเดือยผงที่เก็บไว้ ที่อุณหภูมิห้อง ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 9 สัปดาห์.....	68
ข.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของสมบัติของเครื่องตีมลูกเดือยผงที่เก็บไว้ ที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 9 สัปดาห์.....	69
ข.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของสมบัติของเครื่องตีมลูกเดือยผงที่เก็บไว้ ที่อุณหภูมิ 45°C เป็นเวลา 63 วัน.....	70
ข.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของสมบัติของเครื่องตีมลูกเดือยผงที่เก็บไว้ ที่อุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 63 วัน.....	71
ข.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบด้านสีและกลิ่นของ เครื่องตีมลูกเดือยผงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 9 สัปดาห์.....	72
ข.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบด้านสีและกลิ่นของ เครื่องตีมลูกเดือยผงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 9 สัปดาห์.....	72
ข.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบด้านสีและกลิ่นของ เครื่องตีมลูกเดือยผงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 45°C เป็นเวลา 63 วัน.....	73
ข.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบด้านสีและกลิ่นของ เครื่องตีมลูกเดือยผงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 63 วัน.....	73
ข.19 regression analysis ของปริมาณความชื้น.....	74
ข.20 regression analysis ของ solubility.....	75
ข.21 regression analysis ของ wettability.....	75

ตารางที่	หน้า
จ.1 สมบัติต่างๆ ของเครื่องต้มลูกเดือยผงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 9 สัปดาห์.....	81
จ.2 สมบัติต่างๆ ของเครื่องต้มลูกเดือยผงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 9 สัปดาห์.....	82
จ.3 สมบัติต่างๆ ของเครื่องต้มลูกเดือยผงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 45°C เป็นเวลา 63 วัน.....	83
จ.4 สมบัติต่างๆ ของเครื่องต้มลูกเดือยผงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 63 วัน.....	85
จ.5 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีและกลิ่นของเครื่องต้มลูกเดือยผง ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($28\pm 2^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 9 สัปดาห์.....	87
จ.6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีและกลิ่นของเครื่องต้มลูกเดือยผง ที่เก็บไว้ที่ 35°C เป็นเวลา 9 สัปดาห์.....	88
จ.7 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีและกลิ่นของเครื่องต้มลูกเดือยผง ที่เก็บไว้ที่ 45°C เป็นเวลา 63 วัน.....	89
จ.8 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีและกลิ่นของเครื่องต้มลูกเดือยผง ที่เก็บไว้ที่ 55°C เป็นเวลา 63 วัน.....	90
จ.9 จำนวนผู้ทดสอบที่ยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องต้มลูกเดือยผงที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและ 35°C เป็นเวลา 9 สัปดาห์.....	91
จ.10 จำนวนผู้ทดสอบที่ยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องต้มลูกเดือยผงที่เก็บที่อุณหภูมิ 45°C และ 55°C เป็นเวลา 63 วัน.....	92

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ต้นเด็อย.....	3
2.2 ลูกเด็อย (a) พันธุ์ Typica (b) พันธุ์ Stenocarpa (c) พันธุ์ Monilifer (d) พันธุ์ Ma-yuen.....	4
2.3 การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งในระหว่างการหุงต้ม.....	7
2.4 โครงสร้างของมอลโตเดกซ์ทริน.....	12
2.5 การเกิดการกระบวนกรรวมกลุ่มของผลิตภัณฑ์ผง	15
4.1 Response Surface Plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับอุณหภูมิผสมเข้า และอัตราการป้อนน้ำลูกเด็อย.....	32
4.2 Response Surface Plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง solubility กับอุณหภูมิผสมเข้า และอัตราการป้อนน้ำลูกเด็อย.....	33
4.3 Response Surface Plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง wettability กับอุณหภูมิผสมเข้า และอัตราการป้อนน้ำลูกเด็อย.....	34
4.4 การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของเครื่องตีมลูกเด็อยผระหว่างการเก็บ.....	40
4.5 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของเครื่องตีมลูกเด็อยผระหว่างการเก็บ.....	40
4.6 การเปลี่ยนแปลงค่า L ของเครื่องตีมลูกเด็อยผระหว่างการเก็บ.....	41
4.7 การเปลี่ยนแปลงค่า a ของเครื่องตีมลูกเด็อยผระหว่างการเก็บ	42
4.8 การเปลี่ยนแปลงค่า b ของเครื่องตีมลูกเด็อยผระหว่างการเก็บ.....	43
4.9 การเปลี่ยนแปลง solubility ของเครื่องตีมลูกเด็อยผระหว่างการเก็บ	44
4.10 คะแนนการประเมินด้านสีของเครื่องตีมลูกเด็อยผระหว่างการเก็บ.....	46
4.11 คะแนนการประเมินด้านกลิ่นของเครื่องตีมลูกเด็อยผระหว่างการเก็บ	46