

การพัฒนาเครื่องมือในการทำเม็ดยาสมุนไพรในรูปแบบที่เหมาะสม

The investigation of the most effective tablet tool in proper form for herbal medicine

ธนเดช แด่อาร์ักษ์ อภิลักษณ์ อารมย์เสรี และ กันยรัตน์ คมวัชร *

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น E-mail Kanyarat@kku.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือในการผลิตเม็ดยาสมุนไพร โดยเลือกพัฒนารูปแบบการผลิตยาสมุนไพรของโรงงานพระธรรมขันต์ รูปแบบเดิมของเม็ดยาที่ผลิตในโรงงานพระธรรมขันต์เป็นแบบแกรนูลซึ่งมีข้อเสียคือมีการสูญเสียวัตถุดิบระหว่างการผลิตมาก กระบวนการผลิตมีการปนเปื้อนได้ง่าย ใช้เวลานานในการผลิตแต่ละครั้ง และเม็ดยาที่ได้มีรูปลักษณะที่ไม่ดึงดูดใจผู้บริโภค ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการผลิตยาสมุนไพรในรูปแบบต่างๆที่มีในท้องตลาดเช่น แกรนูล ยาเม็ด และแคปซูล พบว่ารูปแบบแคปซูลเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับยาตัวนี้มากที่สุด อย่างไรก็ตามเครื่องบรรจุผงยาลงแคปซูลที่มีขายในประเทศไทยมีราคาแพงมาก จึงได้ประดิษฐ์เครื่องมือที่บรรจุผงยาลงแคปซูลขึ้น ซึ่งสามารถผลิตได้ครั้งละ 126 เม็ดต่อครั้ง โดยที่เครื่องผลิตแคปซูลโดยทั่วไปสามารถผลิตได้ 150 เม็ดต่อครั้งในเวลาใกล้เคียงกันและเมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การเบี่ยงเบน (Coefficient of Variation; CV.) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน หลังจากวัดการกระจายตัวของน้ำหนักของเม็ดยาที่ได้จากเครื่องมือผลิตแคปซูลที่ประดิษฐ์ขึ้นพบว่า เป็นไปตามมาตรฐานขององค์การอาหารและยากำหนด ซึ่งน้ำหนักเฉลี่ยของแคปซูลหนึ่งเม็ดที่ได้ในการทดลองคือ 0.46 กรัม ซึ่งเทียบเท่ากับแกรนูลได้เป็น 1.7 เม็ด และเครื่องผลิตแคปซูลที่ประดิษฐ์ขึ้นมีจุดคุ้มทุนที่ 5 เดือน

บทนำ

1. หลักการและเหตุผล

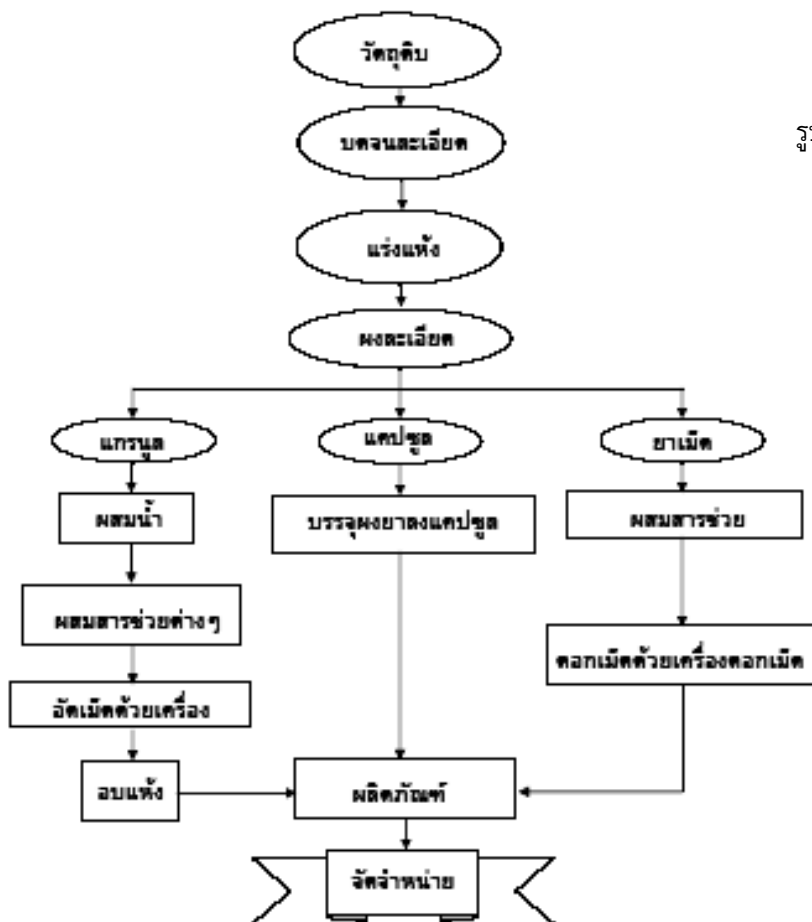
เนื่องจากในปัจจุบันจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 ยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจแบบพอเพียง ทางภาครัฐบาลมีการส่งเสริมให้ชุมชนมีการพึ่งตนเอง มีการพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาชาวบ้านโดยร่วมกับภาคการศึกษา โดยสนับสนุนให้มีการทำวิจัยพัฒนาในหัวข้อต่างๆที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาชาวบ้าน (เปรม และคณะ, ระบบยาของประเทศไทย, 2546) สมุนไพรและยาจากสมุนไพรก็เป็นส่วนหนึ่งในองค์ความรู้ของภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีคุณค่าของสำหรับประเทศ โครงการพัฒนาเครื่องมือในการทำเม็ดยาสมุนไพรในรูปแบบที่เหมาะสม ได้รับความร่วมมือ

จากโรงงานพระธรรมขันต์ ซึ่งตั้งอยู่ที่ ถ.ร่มเย็น อ.เมือง จ.ขอนแก่น โรงงานพระธรรมขันต์เป็นโรงงานขนาดเล็กที่ได้ดำเนินการผลิตยาสมุนไพรมาเป็นเวลานานกว่า 30 ปี ยาที่ได้เลือกมาศึกษาครั้งนี้คือยาผัดสำแลง ซึ่งมีคุณสมบัติในการปรับสมดุลของร่างกายสำหรับหญิงมีครรภ์

กระบวนการเดิมของการผลิตเม็ดยา เริ่มจากการเอาส่วนผสมต่างๆ ของสมุนไพรซึ่งสมุนไพรที่ใช้หลักๆ มีดังนี้ เปลือกมะกรูด เจตมูลเพลิงแดง กระเทียม ดีปลี พิมพเสน ชะเอม มาบดผสมกันด้วยอัตราส่วนที่ต้องการ จากนั้นจึงนำไปพรมด้วยน้ำต้มสุกแล้วใช้มือคลุกส่วนผสมเข้าด้วยกัน แล้วจึงนำส่วนผสมเข้าเครื่องอัดเม็ดด้วยมือ (Granulator) ดังรูปที่ 1 เม็ดที่อัดได้จะนำไปตากแดด ก่อนที่จะนำไปเข้าเครื่องอบ จาก

การศึกษาเบื้องต้นของการผลิตพบว่า มีวัตถุดิบบางส่วนติดไปกับเครื่องอัดเม็ดและตามภาชนะรองวัตถุดิบนั้น และปัญหาเกี่ยวกับรูปแบบของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้มานานและเป็นรูปแบบที่ยากต่อการเพิ่มอัตราการผลิต ถ้าไม่เพิ่มจำนวนคนงาน อีกทั้งรูปแบบของเม็ดยาที่ผลิตในปัจจุบันมีรูปแบบที่ไม่ดึงดูดใจผู้บริโภค จะต้องทำการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำเม็ดยารวมถึงความสวยงามและความดึงดูดใจต่อผู้บริโภคและสามารถแข่งขันในตลาดการค้าของผลิตภัณฑ์ยาจากสมุนไพรด้วย

ทางกลุ่มเองได้ศึกษาแนวทางในการพัฒนายาสมุนไพรของโรงงานโดยได้ศึกษาเปรียบเทียบใน 3 กระบวนการผลิตคือ 1 ยาเม็ด 2 แกรนูล (ยาในกระบวนการผลิตเดิม) 3 แคปซูล ซึ่งก็ได้ข้อสรุปคือเลือกที่จะเปลี่ยนรูปแบบของยาที่เดิมไปเป็นแบบแคปซูลที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นดังรูปที่ 4



รูปที่ 1 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการผลิตในแต่ละกระบวนการ (ชนเดช และคณะ, รายงานโครงงานนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์, 2546)

2. วัตถุประสงค์

2.1. ศึกษากระบวนการทำเม็ดยาสมุนไพรเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมด้านต้นทุนและมาตรฐานด้านปริมาณสรรพคุณ (Dose) ในแต่ละรูปแบบของยาสมุนไพร โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบใน 3 กระบวนการคือ

- การทำเม็ดจากกระบวนการเดิมที่ทำอยู่
- การทำเม็ดโดยใช้ความดันอัดผงยาโดยไม่ทำให้เปียก (การอัดเม็ด)
- การนำผงยาที่ได้รับบรรจุลงในแคปซูล



รูปที่ 2 เครื่องมืออัดเม็ดแกรนูลแบบมือกด

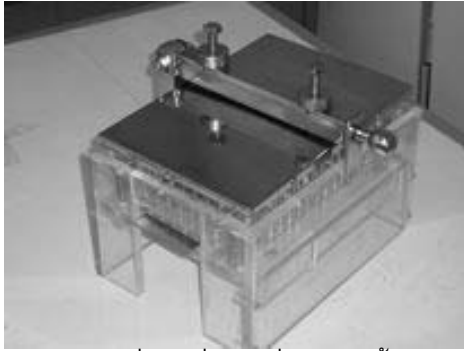


รูปที่ 3 ยาในกระบวนการเดิมหรือแกรนูล

- 2.2. ศึกษาแบบต่างๆ ของการทำเม็ดยาสมุนไพรโดยใช้หลักความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และมองถึงความเหมาะสมต่อผู้บริโภครวมถึงความถูกต้องตามมาตรฐานขององค์การอาหารและยา
- 2.3. ประดิษฐ์เครื่องมือในการผลิตยาสมุนไพรที่เหมาะสมต่อการทำงานจริง

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 3.1. ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับต้นทุนและลดความสูญเสียในการแปรรูปของวัตถุดิบ
- 3.2. ได้รูปแบบเม็ดยาสมุนไพรที่ดึงดูดใจและความเชื่อถือในการบริโภคของผู้ลูกค้า
- 3.3. เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการประยุกต์สำหรับการปรับปรุงรูปแบบของผลิตภัณฑ์



รูปที่ 4 เครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้น



รูปที่ 5 แสดงการบรรจุผงยาบรรจุแคปซูล
ลงเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้น



รูปที่ 6 แสดงการถอดถาดบรรจุแคปซูล
ออกจากเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้น



รูปที่ 7 เม็ดยาที่ได้จากเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้น

วิธีการทดลอง

1. สารเคมีและอุปกรณ์การทดลอง

- 1.1. ผงยาฝัดส้าแลงจากโรงงานพระธรรมขันธ์
- 1.2. สารละลายกรด H_2SO_4 0.1 M
- 1.3. สารละลาย $NaOH$ 0.1 M
- 1.4. น้ำ
- 1.5. เครื่องชั่งละเอียด
- 1.6. ตู้อบ
- 1.7. เครื่องบรรจุผงยาบรรจุแคปซูลที่ประดิษฐ์ขึ้น
- 1.8. แคปซูลเปล่า เบอร์ 0
- 1.9. ถาดบรรจุผงยา
- 1.10. บีกเกอร์ขนาด 500 cc

2. วิธีการทดลอง

การทดลองทั้งหมดแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนซึ่งเป็นการทดสอบหาค่าต่าง ๆ ตามมาตรฐานยา (พจวรรณ, 2532)

2.1. ทดสอบหาการกระจายตัวของน้ำหนัก (Weight Distribution)

- 2.1.1. สุ่มยาเม็ดที่ผลิตได้จากโรงงาน (แกรนูล) เม็ดยาแคปซูลที่ขายตามท้องตลาด และเม็ดยาแคปซูลที่ผลิตด้วยเครื่องบรรจุผงยาบรรจุแคปซูลที่ได้สร้างขึ้นจำนวน 80 เม็ด
- 2.1.2. ชั่งน้ำหนักทีละเม็ดและคำนวณหาค่าน้ำหนักเฉลี่ย
- 2.1.3. หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) ของแต่ละประเภท โดยเทียบจากน้ำหนักเฉลี่ยที่คำนวณได้และหาช่วงการกระจายตัวของเม็ดยาแต่ละประเภท

2.2. ความชื้นในผงยา (Moisture Content)

- 2.2.1. ชั่งผงยามาประมาณ 60 กรัม
- 2.2.2. นำผงยาไปอบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 10 ชั่วโมงบันทึกผลเปอร์เซ็นต์ความชื้น โดยคำนวณจากความสัมพัทธ์

$$\frac{(\text{น้ำหนักผงยาก่อนอบ} - \text{น้ำหนักผงยาหลังอบ})}{\text{น้ำหนักผงยาก่อนอบ}} \times 100$$

2.3.3. ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้งคำนวณแล้วหาค่าเฉลี่ย

2.3. ทดสอบหาปริมาณเทียบเท่า (Dose) ของแคปซูลเทียบกับยารูปแบบเดิมที่ผลิตจากโรงงาน

2.3.1. ชั่งผงยาปริมาณ 60 กรัม

2.3.2. ผสมน้ำโดยใช้อัตราส่วนของผงยาต่อน้ำเท่ากับ 1:2 คลุกเคล้าให้ผงยากับน้ำผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

2.3.3. นำไปในเตาอบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 10 ชั่วโมง

2.3.4. หาน้ำหนักของผงยาและน้ำที่หายไปในช่วงของการอบ

2.3.5. หาปริมาณเทียบเท่า (Dose) จากความสัมพันธ์ของผงยาเปียกที่หายไประหว่างการอบเทียบกับผงยาแห้ง

2.4. ทดสอบหาการละลายในสภาวะความเป็นกรดและด่าง

2.4.1. เตรียมสารละลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) และสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.1 M ปริมาณ 1000 cc อย่างละ 2 บีกเกอร์

2.4.2. นำเม็ดยาสมุนไพรแบบเดิมที่ผลิตจากโรงงาน (แกรนูล) และแคปซูลแช่ในสารละลายที่เตรียมไว้อย่างละบีกเกอร์

2.4.3. จับเวลาตั้งแต่เริ่มแช่ในสารละลายจนกระทั่งเวลาที่เม็ดยาละลายในสารละลายที่เตรียมไว้

2.4.4. ระหว่างที่แช่ในสารละลายให้คนด้วยความเร็วสม่ำเสมอทั้ง 2 บีกเกอร์

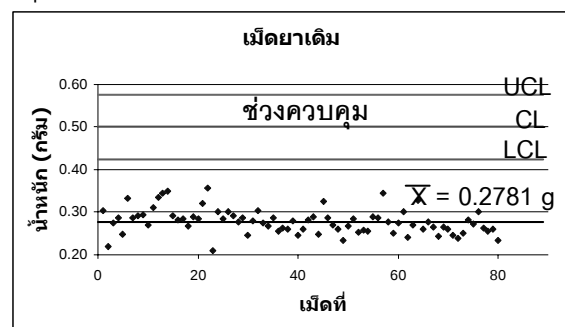
ผลการทดลอง

1. ทดสอบหาการกระจายตัวของน้ำหนัก (Weight Distribution)

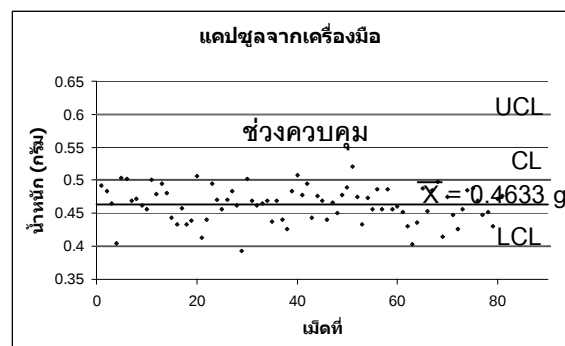
ตารางที่ 1 ผลการทดลองการกระจายตัวของน้ำหนักของยาชนิดต่างๆ โดยใช้ตัวอย่างชนิดละ 80 ตัวอย่าง

ชนิดยา	น้ำหนักเฉลี่ย	S.D.	สัมประสิทธิ์การเบี่ยงเบน
แกรนูล (ยาเดิม)	0.2781 g	0.0292	0.1050
แคปซูลทั่วไป*	0.5121 g	0.0303	0.0591
แคปซูลจากเครื่องที่ประดิษฐ์	0.4633 g	0.0269	0.0580

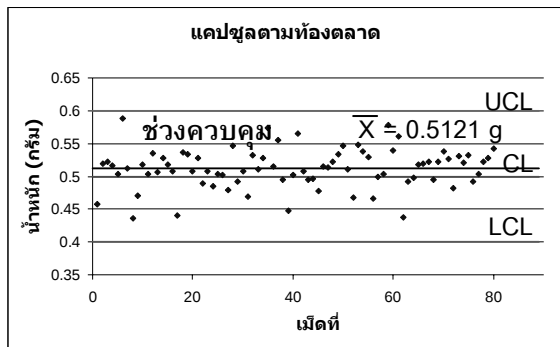
*หมายเหตุ : ยาแคปซูลตราคนใหม่ ของบริษัท อริยไทยสมุนไพร จำกัด



รูปที่ 8 กราฟแสดงการกระจายตัวของน้ำหนักของเม็ดยาในกระบวนการเดิม



รูปที่ 9 กราฟแสดงการกระจายตัวของน้ำหนักของแคปซูลที่ได้จากเครื่องที่ประดิษฐ์



รูปที่ 10 กราฟแสดงการกระจายตัวของน้ำหนักของแคปซูลที่ได้จากเครื่องที่มีในท้องตลาด

2. ทดสอบหาปริมาณความชื้นในผงยา (Moisture Content)

การทดสอบหาความชื้นของผงยาเพื่อให้ทราบถึงปริมาณความชื้นของผงยาเริ่มต้นก่อนที่จะผลิตเป็นเม็ดยาแบบเดิมที่ผลิตจากโรงงาน (แกรนูล) หรือนำผงยาบรรจุลงในแคปซูล ซึ่งปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในผงยานี้จะมีผลต่อลักษณะการจับตัวกันของผงยาถ้าผลิตเป็นแบบแกรนูล และมีผลต่อลักษณะของการไหลถ้าบรรจุผงยาลงในแคปซูลซึ่งการทดสอบใช้อุณหภูมิที่ใช้ในการอบอยู่ที่ 75°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง พบว่ามีความชื้นอยู่ 9.48 %

3. ปริมาณยาเทียบเท่า (Dose) ของแคปซูลเทียบกับยารูปแบบเดิมที่ผลิตจากโรงงาน (แกรนูล)

เป็นการทดสอบเพื่อหาปริมาณเทียบเท่า (Dose) ของผงยาที่บรรจุในแคปซูลเมื่อเทียบกับปริมาณผงยาที่ผลิตเป็นแกรนูล 1 เม็ดซึ่งกระบวนการผลิตเดิมมีการอบด้วยความร้อนด้วย ซึ่งน้ำหนักก่อนอบกับหลังอบไม่เท่ากัน โดยทำการทดลองหาน้ำหนักที่หายไประหว่างการอบ ได้ผลการทดลองดังนี้

น้ำหนักผงยาแห้งเฉลี่ยก่อนอบ 60.61 g เมื่อนำไปอบเหลือน้ำหนักผงยาอยู่ 57.80 g ซึ่งแคปซูลที่มีผงยาแห้งอยู่ 0.5 g

เมื่อคิดเทียบเป็นยาที่อบแล้วเป็น

$$(0.5 \times 57.80) / 60.61 = 0.48$$

ดังนั้นแคปซูล 1 เม็ด เทียบเท่ากับเม็ดยาเดิมซึ่งมี

น้ำหนักเฉลี่ย = 0.28 g ได้เป็น

$$0.48 / 0.28 \approx 1.7 \text{ เม็ด}$$

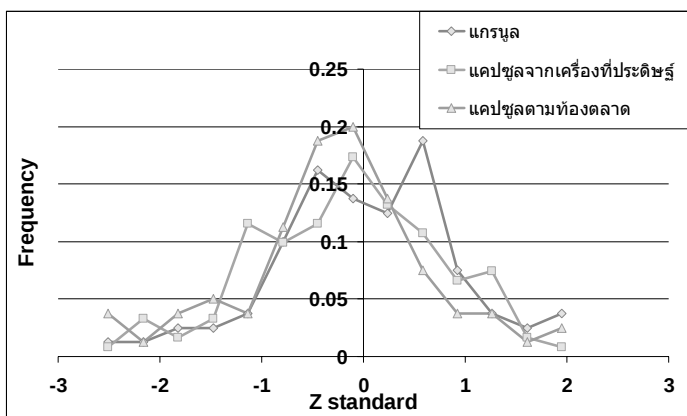
4. ทดสอบหาการละลายในสภาวะกรดและด่าง

เป็นการทดสอบการละลายของยาแบบแกรนูลที่ผลิตจากโรงงาน และ ผงยาที่บรรจุลงในแคปซูลเมื่อเทียบกับมาตรฐานขององค์การอาหารและยา (อย.) ซึ่งต้องทำการทดลองในสารละลายกรดและด่าง ซึ่งผลการทดลองของการละลายในสารละลายกรดจะได้เวลาในการละลายของแกรนูลประมาณ 45 นาที และของแคปซูลประมาณ 10 นาที และในสารละลายเบสจะได้เวลาในการละลายของแกรนูลประมาณ 52 นาที และของแคปซูลประมาณ 10 นาที

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การกระจายตัวของข้อมูลน้ำหนักเม็ดยาแบบแกรนูลมีการกระจายตัวที่อยู่นอกช่วงการควบคุม (รูปที่ 8) ซึ่งจากมาตรฐานขององค์การอาหารและยากำหนดให้ค่าน้ำหนักของเม็ดยาเบี่ยงเบนจากมาตรฐานไม่เกิน 15 % ของน้ำหนักที่แจ้งไว้คือ 500 mg (กองวิชาการกระทรวงสาธารณสุข, 2544)
2. การกระจายตัวของน้ำหนักของแคปซูล ซึ่งใช้เครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นในการบรรจุผงยาในแคปซูลนี้ มีการกระจายตัวโดยรวมอยู่ในช่วงการควบคุม (รูปที่ 9) แม้ว่าจะมีแนวโน้มอยู่ต่ำกว่าค่าที่ต้องการคือ 500 mg แต่ก็อยู่ในช่วงควบคุมของ อย. ซึ่งกำหนดให้ค่าน้ำหนักของแคปซูลเบี่ยงเบนจากมาตรฐานไม่เกิน 20 % ของน้ำหนักที่แจ้งไว้ (กองวิชาการกระทรวงสาธารณสุข, 2544)

3. การกระจายตัวของแคปซูลที่จำหน่ายตามท้องตลาด (รูปที่ 10) โดยสุ่มเลือกทำการทดสอบกับแคปซูลที่บรรจุผงยาสมุนไพรในลักษณะของส่วนผสมของตัวยาสุนัขที่คล้ายกันและใช้เครื่องมือบรรจุแคปซูลที่มีขายในท้องตลาด จะเห็นว่าการกระจายตัวของแคปซูลทั้งหมดอยู่ในช่วงควบคุมตามมาตรฐานของ ออย. ถ้าเปรียบเทียบกับเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นแล้ว เครื่องที่ผลิตขายในตลาดมีประสิทธิภาพดีกว่าแต่ถ้ามองในแง่ต้นทุนของเครื่องแล้วเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นมีราคาต้นทุนถูกกว่ามากคือมีราคาประมาณ 12,000 บาท ส่วนเครื่องที่ขายตามท้องตลาดมีราคาสูงถึง 75,000 บาท (แหลมทองการแพทย์) ส่วนเรื่องการกระจายตัวของน้ำหนักนั้นสามารถพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องต่อไปได้อีก



รูปที่ 11 กราฟแสดงการแจกแจงแบบปกติ

(Normal Distribution) ของน้ำหนักยาที่ใช้ในการทดลอง

จากรูปที่ 11 และตารางที่ 1 พบว่ายาเดิมจะมีค่าสัมประสิทธิ์การเบี่ยงเบน (Coefficient of Variation; CV) มากที่สุด ส่วนแคปซูลที่ได้จากเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นมีค่า CV ต่ำสุด ส่วนแคปซูลจากเครื่องมือทั่วไปมีค่า CV ใกล้เคียงกับค่า CV ของเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้น แสดงว่าการกระจายตัวของน้ำหนักผงยาที่ได้จากเครื่องทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนในเรื่องของน้ำหนักเฉลี่ยของเม็ดยานั้นขึ้นอยู่กับความ

ชำนาญของผู้ที่ทำการผลิตหากมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือก็จะได้น้ำหนักเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกับค่าที่จดทะเบียนไว้

4. การกระจายตัวของน้ำหนักของเครื่องที่มีขายตามท้องตลาดจะอยู่ในช่วงแคบกว่าเครื่องที่ประดิษฐ์ แต่ช่วงของน้ำหนักยาจากเครื่องที่ประดิษฐ์ก็ไม่ได้อยู่นอกช่วงควบคุมของออย. ซึ่งถ้าเทียบกับกระบวนการผลิตเดิมจะเห็นว่าดีกว่ามากทั้งในแง่ความถูกต้องด้านมาตรฐานการผลิตตาม ออย. และด้านรูปลักษณะภายนอก
5. ขนาดการใช้เทียบเท่า (Dose) ของของผงยาที่บรรจุในแคปซูลเมื่อเทียบกับปริมาณผงยาที่ผลิตเป็นแกรนูลคือแคปซูล 1 เม็ดเทียบเป็นแกรนูลได้เป็น 1.7 เม็ด เพราะผงยาที่ใช้ในแคปซูล 1 เม็ดมากกว่าในแกรนูล 1 เม็ด ดังนั้นเวลารับประทานจึงลดจำนวนเม็ดลงได้
6. การละลายในสภาวะที่เป็นกรดและด่าง จากผลการทดลองการแตกตัวจะเห็นว่าการละลายของแคปซูลนั้นเร็วกว่าการละลายของยาแบบแกรนูลทั้งในสารละลายกรดและด่าง ซึ่งจากมาตรฐานขององค์การอาหารและยากำหนดให้ทั้งยาแผนโบราณ (แกรนูล) และแคปซูลต้องมีการละลายภายในเวลา 30 นาที (สนทยา, 2545) การที่แคปซูลแตกตัวได้เร็วกว่าเพราะเปลือกมีคุณสมบัติละลายได้อย่างรวดเร็วเมื่อในน้ำ ทำให้อยู่ภายในเปลือกแคปซูลแตกตัวได้ทันที แกรนูลหรือยาเดิมมีการละลายช้า เป็นเพราะยาถูกอบแห้งเกินไปทำให้เม็ดยาแข็งตัวมากเวลาในการละลายจึงมาก
7. จากการเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนได้ว่าจุดคุ้มทุนของเครื่องมือบรรจุผงยาของแคปซูลมีจุดคุ้มทุนประมาณ 5 เดือน ซึ่งสามารถแสดงการคำนวณเปรียบเทียบสองกระบวนการ (แกรนูลและแคปซูล) ได้ดังนี้

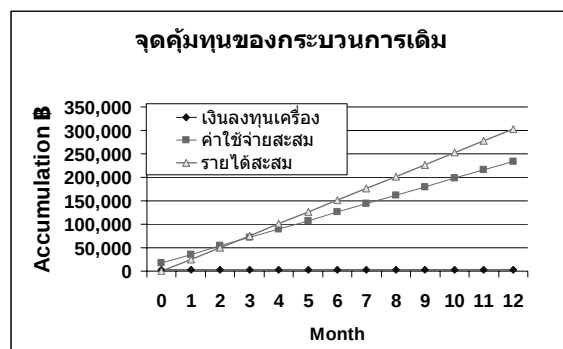
ตารางที่ 2 ตารางแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องมือในกระบวนการเดิมและในกระบวนการใหม่ (บรรจุผงยาลงแคปซูล)

	กระบวนการเดิม (แกรนูล) ⁵	แคปซูลจาก เครื่องที่ ประดิษฐ์ขึ้น ⁶
ต้นทุนเครื่องมือ ¹	3,200	12,000
ค่าจ้างพนักงาน ต่อเดือน ²	18,000	13,500
ค่าวัสดุต่อเดือน ³	-	11,250
รายได้ต่อเดือน ⁴	25,243	25,243

หมายเหตุ

1. ต้นทุนเครื่องมือของการผลิตยาแบบแกรนูล มีต้นทุนเครื่องละ 800 บาท ใช้ 4 เครื่องเป็นเงิน 3,200 บาท ส่วนต้นทุนเครื่องบรรจุผงยาลงแคปซูลที่ประดิษฐ์ขึ้น ต้นทุน 12,000 บาท
2. กระบวนการเดิมใช้คน 4 คนในการผลิต ส่วนการผลิตแบบแคปซูลจากเครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้นใช้คน 3 คน โดยค่าจ้างคนละ 4,500 บาท
3. ค่าเปลือกแคปซูลที่ใช้ทั้งหมดต่อเดือน เปลือกละ 0.15 บาท ใช้ทั้งหมดประมาณ 75,000 เปลือก
4. รายได้ของแคปซูลกำหนดให้เท่ากับกระบวนการเดิมเพื่อที่จะเปรียบเทียบกันได้
5. ผลิต 8 ครั้งต่อเดือน ครั้งละ 13 กิโลกรัม สูญเสียครั้งละ 10%
6. ผลิตได้ครั้งละ 126 เม็ด ใช้เวลาในแต่ละครั้งประมาณ 20 นาที

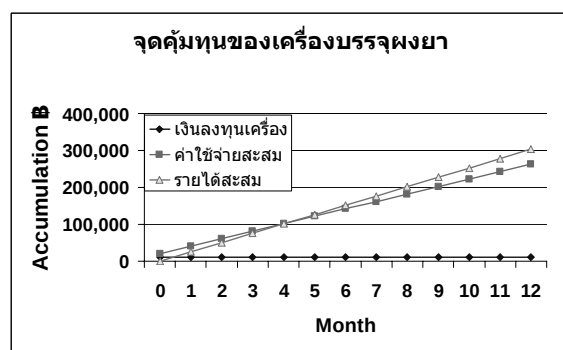
จากตารางที่ 2 สามารถนำข้อมูลมาพล็อตกราฟเพื่อหาจุดคุ้มทุนได้ดังกราฟที่ 12 และ 13



รูปที่ 12 กราฟแสดงจุดคุ้มทุนของกระบวนการเดิม

โดยจากรูปที่ 12 จะได้ว่าจุดคุ้มทุนที่เร็วที่สุดของเครื่องอยู่ที่ประมาณ 3 เดือน (การคำนวณไม่ได้คิดดอกเบี้ย)

- ต่อเดือนเท่ากันคือ 25,243 บาท



รูปที่ 13 กราฟแสดงจุดคุ้มทุนของเครื่องบรรจุผงยา

จากกราฟที่ 13 จะเห็นว่าเครื่องจะมีจุดคุ้มทุนที่เร็วที่สุดอยู่ที่ประมาณ 5 เดือน (การคำนวณไม่ได้คิดดอกเบี้ย)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2003

ในการจัดทำโครงการนี้ คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ดร.กันยรัตน์ คมวิริยะ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์ทั้งด้านคำแนะนำข้อเสนอแนะและติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆจนโครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โรงงานพระธรรมขันต์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือพร้อมทั้งวัตถุดิบที่ใช้ทดลอง และยังได้ให้ความรู้ในด้านการผลิตยาสมุนไพรอีกด้วย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมีทุกท่าน และแรงบันดาลใจต่างๆ ที่ทำให้โครงการนี้สำเร็จได้

เอกสารอ้างอิง

1. กองวิชาการกระทรวงสาธารณสุข. 2544. **คู่มือผลิตยาจากสมุนไพรเพื่อเศรษฐกิจชุมชน**. พิมพ์ครั้งที่ 2 โรงพิมพ์ปณสวณศิลป์
2. จักรพันธ์ ศิริชัยลักษณ์. 2538. ยาเม็ด : การผลิต วิจัย และ พัฒนา. โรงพิมพ์ คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. ธนเดช แท้อารักษ์ และคณะ. 2546. **รายงานโครงการนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ขอนแก่น
4. ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา. 2539. ยาเม็ด. โรงพิมพ์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
5. เปรม ชินวันทนนานนท์ และคณะ. 2546. **ระบบยาของประเทศไทย**
6. พจวรรณ ประยูรพรหม, 2532. **การพัฒนาคุณภาพเภสัชกรรม**. คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล
7. สนธยา ลิ้มมัทธาภิรดี, 2545. **การประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการประยุกต์เทคนิคทางเทคโนโลยีเภสัชกรรมเพื่อการผลิตตำรับยาและเครื่องสำอางสมุนไพร**, พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาพระราชวังสนามจันทร์
8. Rubinstein, MH. 1987. **Tableting technology**. London:Ellishorwod