บทที่ 4

หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

อภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยเรื่องการผสมแห้งนี้จำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงคุณสมบัติอื่น ๆ ของตัวยาที่เกี่ยวข้องคือ คุณสมบัติในการไหลของผงยาซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการผสมแห้งกลวิธานของการผสมที่เกิดขึ้นภายในเครื่องผสมแบบ V – shape ตลอดจนอิทธิพลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผสมแห้ง จะขออภิปรายผลของการวิจัยในแนวทางดังกล่าวมานี้ ซึ่งจากผลของการวิจัยที่ปรากฏอยู่พอจะอธิบายให้เห็นได้ว่า

1. เกี่ยวกับคุณสมบัติในการไหลของตัวยาหรือแกรนนูล

จากผลการวิจัยที่ปรากฏในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าตัวยาหลัก 2 ตัว ที่ใช้ในการศึกษานี้ต่างก็มีมุมตั้ง (Angle of repose) ใกล้เคียงกันคือ ค่ามุมตั้งของอะเซตตามิโนเฟน 46.91° และแลคโตสเป็น 46.32° ดังนั้นคุณสมบัติในการไหลของแลคโตสจะไหลดีกว่าอะเซตตามิโนเฟนเล็กน้อย แม้ว่าจะกลับลำดับในการผสมของตัวยาทั้งสองก็ไม่มีผลต่อการผสมของตัวยาทั้งสองเลย คุณสมบัติในการไหลของแป้งข้าวโพดและทัลคัมมีความแตกต่างกันพอประมาณ ดังนั้นคุณสมบัติในการไหลของตัวยาทั้งสองจึงต่างกันและจัดว่ามีคุณสมบัติในการไหลได้ดีมาก จากตารางจะเห็นว่าแกรนนูนทั้ง 3 อย่างนั้นมีค่ามุมตั้งต่างไปจากผงยา เพราะแม้ว่าจะมีมุมตั้งสูงกว่าผงยา แต่ก็มีคุณสมบัติในการไหลดีกว่าผงยาล้วน ๆ และคุณสมบัติในการไหลของแกรนนูลเบอร์ 16 ไหลได้ไม่ดีเท่าคุณสมบัติในการไหลของแกรนนูลเบอร์ 18 และ 20 นอกจากนี้คุณสมบัติในการไหลของแกรนนูลและผงยาที่ใช้ผสมในขั้นผสมแกรนนูลนั้นต่างกันมาก จึงทำให้เวลาที่ใช้ในการผสมให้ได้ส่วนผสมที่สมบูรณ์เปลี่ยนแปลงไป เมื่อกลับลำดับของการผสม และมุมตั้งของแกรนนูลที่น้อยจะผสมเข้ากับยาผงได้ดีกว่า และเร็วกว่าแกรนนูลที่มีมุมตั้งมากกว่า ดังรูปที่ 12 – รูปที่ 17

2. กลวิธานของการผสมของเครื่องผสมแบบ V - shape

เมื่อใส่ตัวยาเข้าไปในเครื่องผสมที่ขาตัว V ข้างใดข้างหนึ่งผงยาก็จะเกิดการซ้อนกองทับกันอยู่ เมื่อการผสมเริ่มขึ้นโดยการหมุนเครื่องผสม 1/4 รอบ ผงยาที่กองอยู่ที่ส่วนบนจะไหลไปตามผนังที่โค้งของขาตัว V ซึ่งจะมีผงยาที่กองอยู่ส่วนล่างไหลมาซ้อนทับ ผงยาที่อยู่ส่วนบนอยู่ก่อนบางส่วนก็จะเกิดการผสมขึ้น บางส่วนเมื่อเครื่องผสมเริ่มหมุนต่อไปผงยาที่ทำการผสมก็จะมากองทับกันที่ขาตัว V ทั้งสองข้าง เมื่อเครื่องผสมหมุนไปได้ 1/2 รอบผงยาที่ผสมกันก็จะทับอัดกันแน่น ขณะที่เครื่องผสมเริ่มหมุนต่อไปได้ 3/4 รอบ ผงยาก็จะไหลกลับมาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อผงยาที่ทำการผสมกันและจะมากองทับกันแน่นที่มุมแหลมของเครื่องผสม เมื่อทำการผสมได้ 1 รอบพอดี ผงยาที่ผสมกันก็จะมีการผสมไปทีละน้อยในแต่ละรอบของการผสม ต่อความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการวิเคราะห์ในแต่ละรอบก็จะเปลี่ยนแปลงไปจากเมื่อยังไม่มีการผสม ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเมื่อยังไม่มีการผสมจะมีค่าเท่ากับ 0.3727

$$\sigma_o = \left[X.Y.\right]^{\frac{1}{2}}$$
$$= \left[(0.5/3)(2.5/3)\right]^{\frac{1}{2}}$$
$$= 0.3727$$

ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่หาได้จากการทดลองนี้จะขึ้น ๆ ลง ๆ และจะมีค่าต่ำที่สุดเมื่อการผสมนั้นเป็นการผสมแบบสมบูรณ์ (random mixed)

จากรูปที่ 8 พบว่าในการผสมของผงยาที่ผ่านแล่งเบอร์ 30 แล้วทำการผสมโดยการใส่ผงของอะเซตตามิโนเฟนลงไปในเครื่องผสมก่อนแล้วจึงใส่แลคโตสตามลงไป พบว่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วง 5 นาทีจะมีค่าสูงและจะต่ำลงมา ในช่วงที่ทำการผสม 10 นาที เมื่อทำการผสมเป็นเวลา 15 นาที พบว่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีค่าต่ำที่สุด ในช่วง 20 นาที ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วนผสมจะสูงขึ้นไปอีกและจะขึ้นสูงเมื่อเวลาที่ใช้ในการผสมเท่ากับ 25 นาที หลังจากนั้นเมื่อทำการผสมต่อไปเรื่อย ๆ จนครบ 1 ชั่วโมง ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วนผสมจะต่ำลงมา แต่จะยังคงมีค่าสูงกว่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ทำการผสมเป็น

เวลา 15 นาที เหตุที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เนื่องจากการไหลของผงยาที่ใช้ทำการผสมภายในเครื่องผสม ถ้าใส่ผงของแลคโตสลงไปในเครื่องผสมก่อนแล้วค่อยใส่อะเซตตามิโนเฟนตามลงไป ก็จะได้ผลในทางเดียวกัน

ในการผสมแกรนนูลเบอร์ 16 เมื่อใส่แกรนนูลลงไปในเครื่องผสมก่อนทำการผสม พบว่าใน 5 นาที ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วนผสมจะอยู่ระหว่าง $1 - 1.5 \times 10^{-3}$ เมื่อทำการผสมเป็นเวลา 10 นาที ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะสูงขึ้น และจะกลับต่ำลง เมื่อทำการผสมเป็นเวลา 15 นาที แล้วจะกลับสูงขึ้น แล้วค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะลดต่ำลงมาเมื่อทำการผสม 25 นาทีและเมื่อยืดเวลาในการผสมออกไปจนเป็นเวลา 60 นาที ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะลดลงมาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ตามรูปที่ 12) แต่ถ้าใส่แกรนนูลเบอร์ 16 ลงในเครื่องผสมหลังสุด พบว่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะค่อย ๆ สูงขึ้นในช่วงเวลา 15 นาทีของการผสมและจะมีค่าต่ำที่สุดที่เวลาที่ใช้ในการผสมเป็นเวลา 20 นาที ในนาทีที่ 25 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีค่าสูงขึ้นและจะลดต่ำอีกครั้งเมื่อทำการผสมไปเป็นเวลา 60 นาที แต่ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานนี้ไม่ใช่ค่าที่ต่ำที่สุด (ดังรูปที่ 13)

การผสมของแกรนนูลเบอร์ 18 เมื่อใส่แกรนนูลลงในเครื่องผสมก่อน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วง 5 นาทีจะมีค่าสูงและลดต่ำสูงเมื่อทำการผสม 10 นาที จากนั้นก็จะสูงขึ้นจนถึงช่วงการผสม 25 นาทีและจะลดต่ำลงเมื่อทำการผสมเป็นเวลา 60 นาที (ดังรูปที่ 14) แต่ถ้าใส่แกรนนูลหลังจากใส่ผงยา ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะสูงขึ้นเมื่อทำการผสมเป็นเวลา 10 นาที และจะมีค่าต่ำสุดที่เวลาในการผสม 15 นาที หลังจากนั้นจะสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ เมื่อทำการผสมเป็นเวลา 25นาที จากนั้นก็จะต่ำลงไปเมื่อทำการผสมเป็นเวลา 60 นาที (ดังรูปที่ 15)

การผสมของแกรนนูลเบอร์ 20 เมื่อทำการใส่แกรนนูลลงไปในเครื่องผสมก่อน จะมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุดในช่วง 10 นาทีของการผสม จากนั้นก็จะมีค่าสูงขึ้นและจะต่ำลงอีกเมื่อทำการผสม 25 นาที หลังจากนั้นค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานก็จะสูงขึ้นอีกเล็กน้อยเมื่อผสมเป็นเวลา 60 นาที (ดังรูปที่ 16) และถ้าใส่แกรนนูลทีหลัง พบว่าค่า

ความเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วงเวลา 10 นาทีจะสูงกว่า เมื่อทำการผสมเป็นเวลา 5 นาทีและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะต่ำสุดเมื่อทำการผสมเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีค่าสูงขึ้นไปอีก เมื่อทำการผสมเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นก็จะมีค่าต่ำลงมาและจะใกล้เคียงกับเมื่อทำการผสมเป็นเวลา 60 นาที(ดังรูปที่ 17) เหตุที่การผสมของแกรนนูลเบอร์ 20 นี้ในช่วง 60 นาทีได้ผลไม่สัมพันธ์กันทั้ง 2 รูป เป็นเพราะแกรนนูลที่ได้จากแล่งเบอร์นี้มีขนาดของแกรนนูลเล็ก พร้อมทั้งมีขนาดของผงซึ่งเล็กมากอยู่อีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะขัดขวางการไหลของแกรนนูลที่มีอยู่

3. <u>เกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผสมแห้ง</u>

3.1 <u>ขนาดของอนุภาค</u> รูปที่ 8, 9 แสดงการผสมของผงยาที่นำมาผ่านแล่งเบอร์ 30 ก่อนทำการผสมเมื่อขนาดของอนุภาคเท่ากันการผสมที่ดีก็จะเกิดขึ้นและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการทดลองในแต่ละช่วงเวลาก็มีค่าต่ำมาก รูปที่ 10, 11 จะแสดงการเปรียบเทียบของผงยาที่จับกันเป็นก้อนโดยที่ไม่ได้ผ่านแล่งเสียก่อน พบว่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการทดลองจะมีค่าต่างกันเป็นสิบเท่า ซึ่งถ้าหากว่าเป็นตัวยาที่มีขนาดรับประทานน้อย ๆ ถ้าไม่ผ่านแล่งเสียก่อนทำการผสมก็มีโอกาสที่จะทำให้คนไข้ได้ยาเกินขนาดรักษา หรือไม่ได้รับยาเลยก็เป็นได้ ดังนั้นขนาดของอนุภาคที่ทำการผสมจึงมีผลต่อการผสม

ในกรณีที่เป็นแกรนนูล ขนาดของแกรนนูลจะใหญ่กว่าอนุภาคของส่วนผสมอย่างอื่น เมื่อนำมาผสมกับผงละเอียดก็จะไปแทรกอยู่ภายในช่องว่างของแกรนนูลและคุณสมบัติในการไหลของแกรนนูลจะไหลดีกว่าผงยาล้วน ๆ โอกาสในการคลุกเคล้าผสมกันก็มีมาก ทำให้เกิดการผสมที่สมบูรณ์ขึ้นได้

3.2 <u>ความหนาแน่นของอนุภาค</u> ความหนาแน่นของอนุภาคที่ใช้ทำการผสมตามตารางที่ 1 จะเห็นว่า แม้ว่าความหนาแน่นของแลคโตสมีมากกว่าความหนาแน่นของอะเซตตามิโนเฟน แต่จากการทดลองในการผสมนั้นไม่พบว่าความหนาแน่นของอนุภาคจะมาเกี่ยวข้องกับระยะเวลาในการผสมของผงยาเลย

3.3 <u>ความชื้นที่ผงยาดูดเข้าไป</u> แม้ว่าจะนำไปอบแห้งแล้วก็ตาม ผงยาก็ยังคงจับกันเป็นกลุ่มเป็นก้อน เมื่อนำเอาผงยาที่ขนาดไม่สม่ำเสมอมาผสมกัน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้ก็ย่อมสูง ๆ ต่ำ ๆ มีค่าสูงมากกว่าเมื่อทำการผสมของผงยาที่ผ่านแล่ง (ดังรูปที่ 10, 11)

3.4 <u>เวลาที่ใช้ในการผสม</u> เป็นองค์ประกอบสำคัญอันหนึ่งในอันที่จะให้ได้ความสม่ำเสมอของการผสม รูปที่ 10, 11 แม้ว่าจะใช้เวลาในการผสมถึง 20 นาที แล้วก็ตามตามค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้ก็ยังมีค่าสูงมาก ขณะเดียวกันถ้าดูถึงเนื้อของอะเซตตามิโนเฟนจากตารางที่ 17 – ตารางที่ 22 จะพบว่ามีปริมาณของอะเซตตามิโนเฟนสูง ๆ ต่ำ ๆ ต่างกันมาก แม้ว่าค่าเฉลี่ยจะใกล้เคียงกันก็ตาม แต่เมื่อนำเอาผงยามาผ่านแล่งเบอร์ 30 ก่อนทำการผสม ตามรูปที่ 8.9 จะเห็นว่าจะใช้เวลาในการผสมเพียง 15 นาทีก็จะได้ส่วนผสมที่เป็นเนื้อเดียวกันคือได้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำที่สุด ในขณะที่การผสมของแกรนนูลยิ่งขนาดของแกรนนูลเล็กลงไป เวลาที่ใช้ในการผสมก็จะลดลง ซึ่งจะเห็นได้จากรูปแสดงการผสมของแกรนนูลที่ 12 – 17

3.5 <u>ลำดับหรือขั้นตอนในการใส่ตัวยา</u> รูปที่ 12 – 17 แสดงถึงขั้นตอนในการใส่ตัวยาแล้วทำให้เวลาที่ใช้ในการผสมเปลี่ยนแปลงไป คือการใส่ผงละเอียดลงไปในเครื่องผสมก่อน โอกาสที่จะกระจายไปได้ทั่วแกรนนูลก็ทำได้ยากจึงต้องใช้เวลานาน ในขณะที่ใส่แกรนนูลลงไปในเครื่องผสมก่อนก็จะมีโอกาสที่จะทำให้ผงละเอียดกระจายไปทั่วแกรนนูลได้ง่าย รูปที่ 12 เป็นการผสมโดยใส่แกรนนูลลงไปก่อน แล้วจึงใส่แป้งข้าวโพดและผงทัลคัม ซึ่งจะใช้เวลาในการผสม 15 นาที จึงจะได้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำ แต่เมื่อกลับลำดับในการผสมจะต้องใช้เวลาในการผสมเพิ่มขึ้นเป็น 20 นาที แต่แกรนนูลยิ่งมีขนาดเล็กลง (แล่งเบอร์มากขึ้น) ก็จะใช้เวลาในการผสมน้อยลง

ในกรณีที่ส่วนผสมเป็นผงและมีขนาดเท่า ๆ กัน อันดับในการผสมก็ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านเวลาที่ใช้ในการผสมแต่อย่างไร.