



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. ปริมาณของแฉ่งรวมทั้งหมดของน้ำนมแก้วเหลืองเข้มข้น ซึ่งเตรียมโดยวิธีระเหยน้ำภายใต้สุญญากาศเป็นส่วนตรงกับค่าปริมาณของแฉ่งที่ละลายน้ำได้ และเมื่อความเข้มข้นของน้ำนมแก้วเหลืองสูงขึ้นถึง 28 องศาบริกซ์ (ร้อยละปริมาณของแฉ่งรวมทั้งหมด 27.25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) น้ำนมแก้วเหลืองที่ได้จะมีลักษณะเป็นเจลเหนียว ดังนั้น ความเข้มข้นของน้ำนมแก้วเหลืองที่สามารถป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นพวยได้โดยไม่เกิดการอุดตันจึงควรมีค่าประมาณ 27 องศาบริกซ์ (ร้อยละปริมาณของแฉ่งรวมทั้งหมด 26.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)
  
2. ในการอบแห้งแบบพ่นพวยโดยมีอัตราเร็วในการป้อนตัวอย่าง 55 ลิตรต่อชั่วโมง ความเข้มข้นของน้ำนมแก้วเหลืองที่เหมาะสมในการป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นพวยมีค่า 26.79 องศาบริกซ์ (ร้อยละปริมาณของแฉ่งรวมทั้งหมด 26.08 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) ซึ่งสามารถป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นพวยได้สม่ำเสมอโดยไม่มีการอุดตัน อุณหภูมิของอากาศร้อนเข้าที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 185-195 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบการหมุนของเครื่องทาลงของพวยมีค่าประมาณ 10,000 รอบต่อนาที ซึ่งนมแก้วเหลืองผงที่ผลิตได้นี้จะมีคุณภาพดีที่สุดใน โดยมีสีขาวนวลออกเหลืองอ่อน และมีคุณภาพไม่ด้อยกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของนมผงและมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของน้ำนมแก้วเหลือง (มอก.391-2524 และ มอก.1018-2533) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม อันเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์นมแก้วเหลืองผงมากที่สุด โดยมีราคาต้นทุนการผลิต 258 บาทต่อนมแก้วเหลืองผงหนึ่งกิโลกรัม

### 3. ผลของตัวแปรที่มีต่อคุณภาพนมถั่วเหลืองผง

3.1 ความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลือง การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำนมถั่วเหลืองที่ป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นพวยโดยภาวะอื่น ๆ ของเครื่องอบแห้งแบบพ่นพวยคงที่จะได้นมถั่วเหลืองผงที่มีขนาดอนุภาคหยาบมากขึ้น

3.2 อุณหภูมิอากาศร้อนเข้า การเพิ่มอุณหภูมิของอากาศร้อนเข้าโดยภาวะอื่น ๆ ของเครื่องอบแห้งแบบพ่นพวยคงที่จะเป็นการเพิ่มความสามารถในการระเหยน้ำ ทำให้ค่าความชื้นและความหนาแน่นปรากฏลดลง เนื่องจากละอองของเหลวเกิดการระเหยน้ำขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดรูพรุนภายในมีความโปร่งมากขึ้น และสีของผลิตภัณฑ์เข้มข้น

3.3 ความเร็วรอบการหมุนของเครื่องทาละอองพวย การเพิ่มความเร็วยรอบการหมุนของเครื่องทาละอองพวย ทำให้ขนาดอนุภาคของนมถั่วเหลืองผงมีขนาดเล็กลง ความหนาแน่นปรากฏสูงขึ้น และคุณสมบัติในการละลายลดลง

4. จากการอ่านค่าจากกราฟความชื้นพบว่า เมื่อลดอุณหภูมิจาก 190 องศาเซลเซียสลงเป็น 90 องศาเซลเซียส อ่านค่าความชื้นได้ 0.066 กิโลกรัมความชื้นต่อกิโลกรัมอากาศแห้ง แต่จากการคำนวณพบว่า ปริมาณความชื้นที่ออกมาพร้อมอากาศออกมีค่าเพียง 0.048 กิโลกรัมความชื้นต่อกิโลกรัมอากาศแห้ง แสดงให้เห็นว่าอากาศที่ออกยังมีความสามารถในการรับปริมาณความชื้นได้อีกจำนวนหนึ่ง สามารถอธิบายสาเหตุและแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ดังนี้

เนื่องจากปริมาณความร้อนที่ป้อนเข้าสู่เครื่องอบแห้งแบบพ่นพวยมีมากเกินไป (excess temperature) จากการอ่านกราฟความชื้น ที่ค่าความชื้น 0.048 กิโลกรัมความชื้นต่อกิโลกรัมอากาศแห้ง อุณหภูมิออก 90 องศาเซลเซียส

ค่าอุณหภูมิเข้าควรเป็น 156 องศาเซลเซียส แต่จากการทดลองเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเข้าที่ 150 องศาเซลเซียสพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นสูงถึง 4.61 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการลดอุณหภูมิอากาศเข้าจึงไม่สามารถกระทำได้ แต่ควรเพิ่มอัตราการป้อนอาหารเหลวเข้าสู่เครื่องอบแห้งแบบพ่นพวยให้มีค่าสูงขึ้น ซึ่งจะทำได้ปริมาณผลิตภัณฑ์มากขึ้นด้วย

5. เพื่อเพิ่มความสามารถในการละลายน้ำ อาจนำนมถั่วเหลืองผงที่ได้ผ่านกระบวนการทำให้มีขนาดอนุภาคใหญ่ขึ้น (agglomeration) และเพื่อให้เกิดประโยชน์มากขึ้นเราสามารถนำนมถั่วเหลืองที่เก็บจากไซโคลน ซึ่งมีขนาดอนุภาคที่เล็กละเอียดและมีคุณสมบัติในการละลายที่ไม่ดี มาตัดแปลงทำเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่นจำหน่าย เช่น เป็นส่วนผสมในการทำคุกกี้ถั่วเหลือง นมถั่วเหลืองอัดเม็ด เป็นต้น

6. เนื่องจากการทดลองในครั้งนี้เป็นเพียงแนวทางของการพัฒนากระบวนการผลิตนมถั่วเหลืองผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นพวยในระดับต้นแบบเท่านั้น ดังนั้น ในการผลิตเป็นสินค้าอุตสาหกรรมเพื่อวางจำหน่ายต่อไปในอนาคต จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ เช่น

ก. ควรทำการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์

- การตรวจจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)
- จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogenic bacteria)
- บักทีเรียพวกโคลิฟอร์ม (coliform bacteria)
- เชื้อรา (mold)

ข. ควรทำการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคถึงรสชาติ กลิ่น สี และลักษณะว่าเป็นที่พอใจของผู้บริโภคหรือไม่อย่างไร และด้วยเหตุที่นมถั่วเหลืองผงเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ยังไม่มีมาตรฐานอุตสาหกรรมฉบับใดรองรับคุณภาพ

หรือคุณลักษณะ จึงอาจใช้สารแต่งกลิ่นสังเคราะห์ (flavor) แต่งกลิ่นผลิตภัณฑ์ ให้เป็นที่พอใจของผู้บริโภคมากขึ้นได้

ค. ควรทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ-  
อุณหภูมิค่าแตกต่างกัน เช่น ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน (P.E.) ถุงอลูมิเนียม  
ซึ่งด้านในฉาบด้วยพลาสติกโพลีเอทิลีน (Al-foil/P.E.) โดยวิเคราะห์จาก  
ค่า PV ซึ่งเป็นการตรวจสอบปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันอันทำให้เกิดกลิ่นหืนใน  
ผลิตภัณฑ์ และค่าการละลายกลับสู่รูปเดิมของผลิตภัณฑ์

ง. เนื่องจากอุปกรณ์การผลิตอันเป็นส่วนสำคัญที่สุดของกระบวนการผลิต  
นมถั่วเหลืองคือเครื่องอบแห้งแบบพ่นพวย ปัจจุบันมีราคาที่สูงมากเป็นมูลค่า  
นับสิบล้านบาท อีกทั้งยังไม่มีเทคโนโลยีการผลิตเครื่องมือนี้อยู่ในประทศ  
ไทย ดังนั้น จึงจำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ อันเป็นส่วน  
สำคัญส่งผลทำให้ต้นทุนในการผลิตนมถั่วเหลืองมีราคาที่สูงขึ้นตามไปด้วย