หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ผลของอุณหภูมิต่อลักษณะการอบแห้งของชิ้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่ไม่มีกระบวนการระเบิดพู

รูปที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของชิ้นมันสำปะหลัง (หนา 20 ซม.) กับเวลาอบแห้งของการทดลอง A-1,A-2 และ A-3 ภายใต้เงื่อนไข (ความเร็วลม , อุณหภูมิ) ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

รูปที่ 4.5 - 4.7 แสดงถึงเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของการทดลอง A-1 ,A-2 และ A-3 เส้นกราฟเหล่านี้สามารถหาได้จากการอ่านค่าของความชันของกราฟการเปลี่ยนแปลงความชื้นกับเวลาอบแห้งนั่นเอง ซึ่งค่าความชันก็คืออัตราการอบแห้งของวัสดุ เมื่อนำค่าของอัตราการอบแห้งและความชื้นที่จุดนั้น ๆ มาสร้างกราฟก็จะได้เป็นกราฟลักษณะเฉพาะของการอบแห้ง

จากกราฟรูปที่ 4.4 - 4.7 แสดงให้เห็นว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นที่ความเร็วของกระแสลมร้อนเท่ากัน อัตราการอบแห้งจะสูงขึ้นตามไปด้วยนั่นคือ

$$R_{70\,c} > R_{60\,c} > R_{50\,c}$$

ที่ความชื้นเฉลี่ยเดียวกัน การที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิของกระแสลมร้อนมีค่าสูงขึ้น อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำ และอัตราการถ่ายเทมวลสารโดยการแพร่ภายในชิ้นวัสดุจะมีค่ามากขึ้น ผลก็คือความชื้นภายในวัสดุระเหยออกไปได้เร็วขึ้น ในขณะเดียวกันเมื่ออุณหภูมิของกระแสลมร้อนสูงขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำในวัสดุก็จะมีค่าสูงขึ้นด้วย ดังนั้นการแพร่ของน้ำภายในวัสดุไปแทนที่น้ำที่ระเหยออกจากผิวจึงเกิดได้รวดเร็วขึ้นด้วย อัตราการอบแห้งจึงมีค่ามากขึ้นเมื่อกระแสลมร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้น

จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นและเมื่อคำนึงถึงการเกิดการแข็งตัวของผิวนอก

(case hardening) ของมันสำปะหลังที่อุณหภูมิอบแห้ง 70 องศาเซลเซียส ดังสรุปผลในตารางที่ 4.2 พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วกระแสลมร้อนเท่ากับ 0.6 เมตรต่อวินาที ให้ผลดีที่สุด ดังนั้นในกรณีการอบแห้งที่มีกระบวนการระเบิดฟู จึงเลือกสภาวะการทดลองอบแห้งก่อนและหลังการระเบิดฟูที่อุณหภูมิอบแห้ง 60°C ความเร็วของกระแสลมร้อนเท่ากับ 0.6 เมตร/วินาที

5.2 ผลของการระเบิดฟูต่อลักษณะการอบแห้งของชิ้นมันสำปะหลัง

รูปที่ 4.8 - 4.26 แสดงผลการเปรียบเทียบกราฟการเปลี่ยนแปลงความชื้นของชิ้นมันสำปะหลัง (หนา 20 ซม.) กับเวลาอบแห้ง ของการทดลองอบแห้งที่ไม่มีกระบวนการระเบิดฟูกับที่มีกระบวนการระเบิดฟู ซึ่งมีเงื่อนไขการทดลอง (อุณหภูมิ, ความเร็วกระแสลมร้อน , ความชื้นก่อนการระเบิดฟู , ความดันที่ทำการระเบิดฟู) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

รูปที่ 4.27 - 4.45 แสดงเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของการทดลองที่ 4 ถึง 22 ตามลำดับ จากกราฟที่ได้พบว่าอัตราการอบแห้งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่วงคืออัตราการอบแห้งก่อนการระเบิดฟู (การอบแห้งช่วงแรกจนถึงจุดที่มีความชื้นตามต้องการก่อนการทำระเบิดฟู), อัตราการระเหยออกของน้ำเนื่องจากการระเบิดฟู (แสดงค่าเฉลี่ยโดยใช้เส้นประ) และอัตราการอบแห้งหลังการระเบิดฟู (หลังจากผ่านกระบวนการระเบิดฟูจนถึงความชื้นสุดท้ายที่ต้องการ)

จากกราฟที่ได้จากการทดลองที่ 4 ถึง การทดลองที่ 22 ยังสามารถหาค่าพลังงานและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งที่ประหยัดได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.4

จากกราฟลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของการทดลองที่มีกระบวนการระเบิดฟู และตารางที่ 4.4 จะสังเกตผลได้ว่า การทดลองจะถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่ประหยัดพลังงานและเวลา กับ กลุ่มที่ไม่ประหยัดพลังงานและเวลา

ก. <u>กลุ่มที่ประหยัดพลังงานและเวลา</u> ประกอบด้วยการทดลอง B-1, B-3, B-6, B-8, C-3, D-1, G-1, G-2, G-3 และเมื่อแยกกลุ่มผลการทดลอง

ตามลักษณะที่ปรากฏเห็นจากภายนอกจะได้กลุ่มย่อยดังต่อไปนี้คือ

1. วัสดุที่ได้ฟู ซึ่งได้แก่ การทดลอง B-8, G-1, G-2 การที่วัสดุมีลักษณะฟูเนื่องจาก เมื่อวัสดุที่อยู่ภายในถังผึ่งกันได้รับความร้อนอย่างรวดเร็วก็จะทำให้น้ำซึ่งอยู่ภายในเนื้อวัสดุมีมีความดันสูงขึ้นและมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือดของน้ำที่บรรยากาศ ดังนั้นเมื่อปลดปล่อยความดันอย่างรวดเร็ว จะทำให้น้ำร้อนยิ่งยวดภายในวัสดุเปลี่ยนเป็นไอทันที ไอที่เกิดขึ้นก็จะดันเนื้อวัสดุออกทำให้เกิดโครงสร้างที่เป็นรูพรุนและวัสดุฟูขึ้น การที่โครงสร้างเกิดรูพรุนทำให้น้ำที่อยู่ส่วนลึกภายในสามารถระเหยออกได้เร็วขึ้น

2. วัสดุไม่ฟู ได้แก่ การทดลอง B-1 , B-3 สาเหตุที่ประหยัดพลังงานและเวลาได้ คาดว่าเกิดจากโครงสร้างที่เป็นรูพรุนที่มีมากขึ้นเมื่อเทียบกับวัสดุอบแห้งที่ไม่ผ่านกระบวนการระเบิดฟู แต่ไม่มากพอที่จะทำให้สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากภายนอกได้ด้วยตาเปล่า

3. วัสดุที่ได้บางส่วนฟูบางส่วนไม่ฟู ซึ่งได้แก่ การทดลอง B-6 สาเหตุที่วัสดุเป็นเช่นนี้เพราะความชื้นภายในมันสำปะหลังแต่ละชิ้นไม่สม่ำเสมอ ชิ้นที่มีความชื้นหลงเหลืออยู่ภายในพอดีก็จะฟู ส่วนชิ้นที่มีความชื้นเหลืออยู่น้อยจะไม่ฟู และที่เป็นเช่นนี้เพราะมันสำปะหลังสดที่นำมาทำการทดลองบางครั้งมีความสดไม่เท่ากัน

4. วัสดุแตกกระจุย ซึ่งแก่ การทดลอง C-3 ,D-1 และ G-3 เหตุที่ใช้พลังงานและเวลาน้อยก็เนื่องมาจากการที่โครงสร้างของชิ้นมันโดนดันจนแตกกระจุย ทำให้พื้นที่ผิวของการอบแห้งเพิ่มขึ้นและขนาดของชิ้นวัสดุเล็กลง ทำให้น้ำสามารถระเหยออกได้เร็วขึ้น

ข. <u>กลุ่มที่ไม่ประหยัดพลังงานและเวลา</u> ประกอบไปด้วยการทดลอง B-2 , B-4 , B-5 , B-7 , C-1 , C-2 , C-4 , E-1 , F-1 , F-2 ซึ่งสามารถแยกออกได้ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้

1. วัสดุบางส่วนฟูบางส่วนไม่ฟู,ผิวเหนียว ได้แก่การทดลอง B-2, B-5, B-7 การที่สิ้นเปลืองพลังงานและเวลามากขึ้น ก็เนื่องมาจากปริ

มาณความชื้นคงเหลือก่อนการระเบิดฟูมากเกินไป จนทำให้ความชื้นส่วนหนึ่งถูกอมไว้ในแป้งที่เกาะอยู่บริเวณผิวของชิ้นมันที่ร้อน ในระหว่างที่ทำการระเบิดฟู แป้งที่ดูดน้ำไว้ก็จะบวมตัวขึ้นจนถึงอุณหภูมิหนึ่งทำให้เกิดเป็นเจลขึ้น หลังจากทิ้งให้เย็นลง เจลจะเหนียวขึ้น กระบวนการเกิดเจลนี้เรียกว่า เจลาติไนเซชั่น (Gelatinization) (นพรัตน์และศิริพรรณ ,2528) เจลที่เคลือบอยู่ที่ผิวของชิ้นมันก็จะทำหน้าที่เปรียบเสมือนฟิล์มป้องกันไม่ให้ความชื้นระเหยออกจากชิ้นมัน ดังนั้นจึงทำให้สิ้นเปลืองเวลาและพลังงานในการอบแห้งมากยิ่งขึ้น

2. วัสดุฟู,ผิวเหนียว ได้แก่การทดลอง B-4 , C-1 , E-1 สาเหตุที่สิ้นเปลืองพลังงานและเวลามากขึ้นก็เนื่องมาจากการเกิดเจลขึ้นที่ผิวของชิ้นมัน ทำให้น้ำภายในไม่สามารถระเหยออกมาได้ง่าย แม้ว่าจะเกิดรูพรุนเพิ่มขึ้นภายในเนื้อวัสดุ

3. วัสดุบางส่วนฟูบางส่วนแตกกระจุย,ผิวเหนียว ได้แก่การทดลอง C-2 ที่เป็นเช่นนี้เพราะความชื้นภายในของมันสำปะหลังแต่ละชิ้นไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้ชิ้นที่มีความชื้นพอดีมีลักษณะฟู ส่วนชิ้นที่มีความชื้นมากจะเกิดการแตกกระจุยและนอกจากนั้นความชื้นส่วนที่มากเกินไปก็จะไปรวมตัวกับแป้งที่บริเวณผิวของชิ้นวัสดุ จนทำให้เกิดเจลขึ้นที่ผิวของวัสดุ ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและเวลาในการอบแห้ง

4. วัสดุแตกกระจุยไหม้,ผิวเหนียว ได้แก่การทดลอง C-4 สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ความดันที่ใช้ในการระเบิดฟูสูงเกินไปและเวลาที่ผิวของวัสดุสัมผัสกับผิวของถังนั้นนิ่งกันนานจนเกิดการไหม้และยังทำให้เกิด case hardening ขึ้นกับชิ้นมันด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุให้เปลืองพลังงานและเวลาในการอบแห้งมากขึ้น

5. วัสดุไม่ฟู, ผิวเหนียว ได้แก่การทดลอง F-1 ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความดันที่ใช้ในการระเบิดฟูต่ำเกินไป และความชื้นส่วนที่มากเกินไปยังทำให้เกิดเจลขึ้นที่ผิวด้วย จึงทำให้ต้องใช้พลังงานและเวลาในการอบแห้งมาก

6. วัสดุไม่ฟู, ผิวเหนียวบางส่วน ได้แก่การทดลอง F-2 การที่เกิดผิวเหนียวบางส่วนเกิดจากความไม่สม่ำเสมอของความชื้นภายในชิ้นมัน จึงทำให้ชิ้นมันบางส่วนเกิดเจลขึ้นที่ผิว และความดันที่น้อยไปยังทำให้วัสดุไม่ฟูด้วย

เพราะฉนั้นจากกราฟรูปที่ 4.8 - 4.21 , กราฟเส้นลักษณะเฉพาะรูปที่ 4.27 - 4.40 , ตารางที่ 4.4 ซึ่งแสดงค่าพลังงานและเวลาที่ประหยัดได้ของแต่ละการทดลอง พร้อมทั้งตารางแสดงลักษณะที่ปรากฏเห็นจากการทดลองในตารางที่ 4.3 ได้ว่าช่วงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการอบแห้งมันสำปะหลัง ซึ่งมีรูปร่างเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ขนาดยาวด้านละ 1.2 ซม. ที่อบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วของกระแสลมร้อนเท่ากับ 0.6 เมตรต่อวินาที ในกรณีที่มีกระบวนการระเบิดฟูคือ

1. ช่วงความดันระเบิดฟู 15 - 19 psig ความชื้นก่อนการระเบิดฟู 23.91 - 31.81 %

2. ช่วงความดันระเบิดฟู 21 - 25 psig ความชื้นก่อนการระเบิดฟู 51.69 - 56.42 %

โดยไม่ต้องเติมน้ำเข้าภายในถังพัฟฟิงกันพร้อมกับวัสดุก่อนการทำระเบิดฟู เพราะน้ำที่เติมเข้าไปนั้นจะทำให้ผิวของชิ้นมันเกิดเจลขึ้นได้ง่ายซึ่งจะทำให้อัตราการอบแห้งลดลง

และเมื่อนำผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการดูดน้ำคืนในตารางที่ 4.5 มาพิจารณาร่วมกับผลข้างต้น จะได้ว่าจุดที่เหมาะสมที่สุดคือ ความดันระเบิดฟูเท่ากับ 25 psig ความชื้นก่อนการระเบิดฟูเท่ากับ 56.42 %