



ปัจจัยการขึ้นรูปที่เหมาะสมสำหรับการพิมพ์อาหารสามมิติจากสารไฮโดรคอลลอยด์

นางสาวนรณ สติสิริพร นางสาวประภาภรณ์ ศรีโพหนอง

รศ.ดร.วิสนัย วรรณจรรย์ยา

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทนำ

เนื่องจากการพิมพ์อาหารสามมิติ (3D FOOD PRINTING) มีการนำคุณลักษณะอาหารหลากหลายชนิดมาทำการพิมพ์ขึ้นรูปสำหรับผู้สูงอายุที่มีภาวะขาดสารอาหาร โดยเฉพาะการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ (HYDROCOLLOID) เช่น เจลาติน และแป้งสาลี ซึ่งเป็นที่นิยมในการใช้เพื่อเพิ่มความข้นหนืดในอาหารและใช้เป็นสารก่อให้เกิดความคงตัวแก่ผลิตภัณฑ์ การนำคุณลักษณะอาหารที่หลากหลายมาใช้ในการพิมพ์ขึ้นรูปอาหารจะมีผลต่อความสามารถของการพิมพ์อาหารออกมา จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการพิมพ์ขึ้นรูปอาหาร

วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการพิมพ์ขึ้นรูปอาหารด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติอันได้แก่ ความเร็วในการพิมพ์ขึ้นรูป อัตราการฉีดขึ้นรูป และอุณหภูมิของหัวฉีด
- เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความแม่นยำด้านน้ำหนักและรูปทรงในการพิมพ์ขึ้นรูปอาหารด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติของเจลาติน และแป้งสาลี
- เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการพิมพ์ขึ้นรูปด้วยเจลาติน และแป้งสาลี

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1 ศึกษาความเป็นมาและความสำคัญการพิมพ์ขึ้นรูปอาหารด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติรวมถึงสารไฮโดรคอลลอยด์

จากการศึกษางานวิจัยและสังเกตการทำงานของเครื่องพิมพ์สามมิติ ทำให้ทราบว่า การขึ้นรูปอาหารด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติจำเป็นต้องกำหนดค่าที่เหมาะสม จึงจะสามารถขึ้นรูปอาหารได้ตามแบบที่ต้องการ

2 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการขึ้นรูปรวมถึงหาแนวทางประเมินความแม่นยำด้านน้ำหนักและรูปทรง

ปัจจัยที่มีผลต่อการขึ้นรูป
ความเร็วในการพิมพ์ขึ้นรูป
อัตราการฉีดขึ้นรูป
อุณหภูมิของหัวฉีด

เครื่องชั่งตวงวัด 1 ตำแหน่ง
ใช้ในการวัดน้ำหนัก

VMM – 3020 Video Measuring Machine
ใช้ในการวัดปริมาตร

สรุปผลการดำเนินงาน

- แป้งสาลีไม่มีปัจจัยใดที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อน้ำหนักและปริมาตร
- เจลาตินมีปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อน้ำหนัก คือ ความเร็วในการพิมพ์ขึ้นรูป อัตราการฉีดขึ้นรูป และอุณหภูมิของหัวฉีด ส่วนปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาตร คือ ความเร็วในการพิมพ์ขึ้นรูป และอุณหภูมิของหัวฉีด ส่วนอัตราการฉีดจะเป็นปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น

3

ออกแบบการทดลองโดยใช้การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล 2^k

ชนิดสารให้ความหนืด	ปัจจัยที่มีผลต่อการขึ้นรูป	หน่วย	ช่วงของปัจจัยการทดลอง		
			ระดับสูง	ระดับกลาง	ระดับต่ำ
แป้งสาลี	ความเร็วการเคลื่อนที่ของหัวฉีด	mm/s	140	120	100
	อัตราการฉีดขึ้นรูป	step/mm	2.5	2.3	2.1
	อุณหภูมิของหัวฉีด	°C	60	50	40
เจลาติน	ความเร็วการเคลื่อนที่ของหัวฉีด	mm/s	80	60	40
	อัตราการฉีดขึ้นรูป	step/mm	2.5	2.3	1.7
	อุณหภูมิของหัวฉีด	°C	55	45	35

4

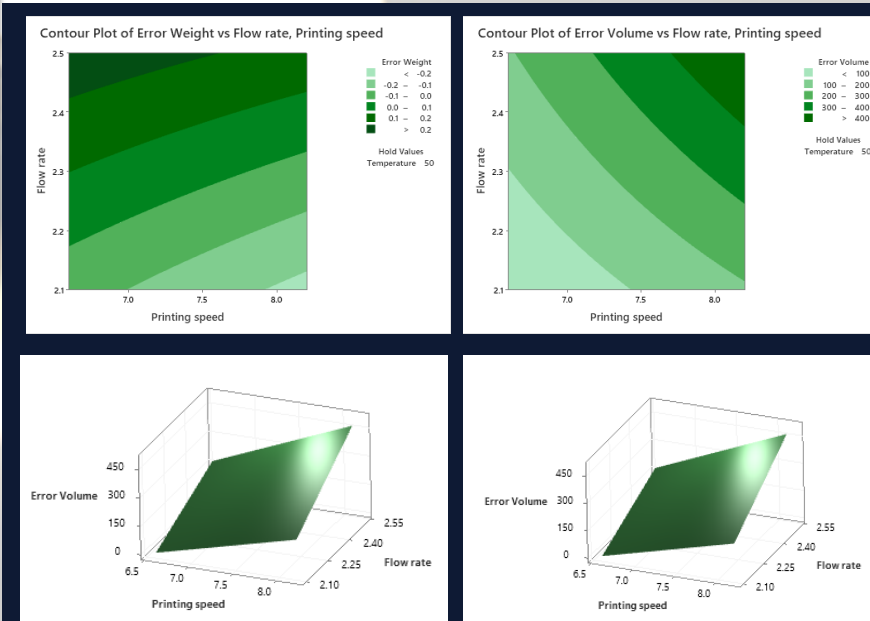
ทดลองขึ้นรูปตามการออกแบบที่วิเคราะห์เก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติหาปัจจัยที่มีผลต่อการขึ้นรูปอย่างมีนัยสำคัญ



5

ประเมินค่าความแม่นยำด้านน้ำหนักและรูปทรงรวมถึงทดลองยืนยันผล

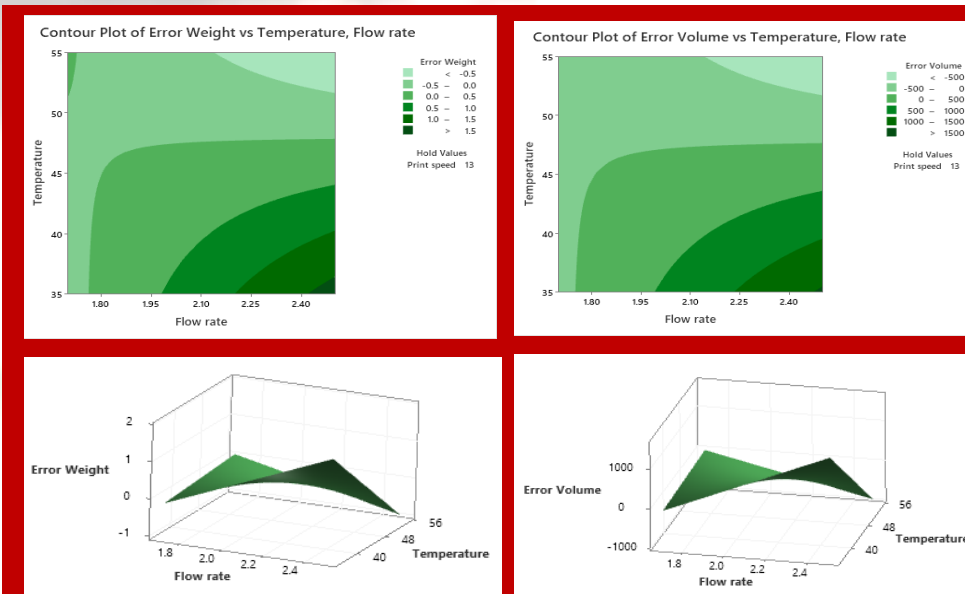
แป้งสาลี



Optimal condition

- Print speed 6.6 mm/s
- Flow rate 2.1 step/s
- Temperature 48 °C

เจลาติน



Optimal condition

- Print speed 10.312 mm/s
- Flow rate 1.717 step/s
- Temperature 35 °C

สมการการวิเคราะห์การถดถอยของปริมาตรเจลาติน

$$\text{Error Volume} = 220146 - 17969 \text{ Print speed} - 128208 \text{ Flow rate} - 4290 \text{ Temperature} + 10457 \text{ Print speed} * \text{Flow rate} + 351.5 \text{ Print speed} * \text{Temperature} + 2510 \text{ Flow rate} * \text{Temperature} - 205.4 \text{ Print speed} * \text{Flow rate} * \text{Temperature}$$

สมการการวิเคราะห์การถดถอยของน้ำหนักเจลาติน

$$\text{Error Weight} = 230.7 - 18.89 \text{ Print speed} - 135.2 \text{ Flow rate} - 4.499 \text{ Temperature} + 11.05 \text{ Print speed} * \text{Flow rate} + 0.3698 \text{ Print speed} * \text{Temperature} + 2.652 \text{ Flow rate} * \text{Temperature} - 0.2176 \text{ Print speed} * \text{Flow rate} * \text{Temperature}$$