



การออกแบบและสร้างหัวฉีดแบบแรงดันใน เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

Design and Construction of Atomizer Pressure Nozzles in Spray Dryer

สุกัญญา ทองโยธี^{1*}

Sukanya Thongyothee^{1*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น, ขอนแก่น, 40000

¹Program of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology ISAN Khonkaen Campus, Khon kaen, 40000, Thailand

*Corresponding author: Tel: +66-8-9715-0977, E-mail: sirorat.pilawut@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดหัวฉีดแบบแรงดันและประเมินผลขนาดรูหัวฉีดแบบแรงดัน การออกแบบและสร้างชุดหัวฉีดแบบแรงดันใช้ท่อสแตนเลสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยาว 1.50 เมตร ซึ่งสามารถถอดประกอบได้ หัวฉีดแบบแรงดันที่มีขนาดของรูหัวฉีด 0.2 มิลลิเมตร มีลักษณะการกระจายตัวเป็นละอองฝอยที่สม่ำเสมอเนื่องจากแรงดันสมมาตรกับขนาดของรูหัวฉีดจึงทำให้การกระจายตัวของสารละลายอยู่ในช่วง 30 เซนติเมตร ผลการศึกษาการอบแห้งโดยใช้แรงดัน 2 บาร์ และขนาดรูหัวฉีด 0.2 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบว่า เมื่อความเข้มข้นสารละลาย 5 เปอร์เซ็นต์ ได้ปริมาณกระชายดำผงเท่ากับ 107.2 108.6 และ 109 กรัม ความเข้มข้นสารละลาย 10 เปอร์เซ็นต์ ได้ปริมาณกระชายดำผงเท่ากับ 109.3 110.7 และ 111.6 กรัม และความเข้มข้นสารละลาย 15 เปอร์เซ็นต์ ได้ปริมาณกระชายดำผงเท่ากับ 112.5 115.6 และ 116.9 กรัม ตามลำดับ ซึ่งเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นปริมาณกระชายดำผงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 3-6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าปริมาณความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการบรรจุและการเก็บรักษาโดยค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารควรมีค่าไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: หัวฉีดแบบแรงดัน, เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

Abstract

The study is intended, to design and construction of atomizer pressure nozzles in spray dryer and assess their hole size. From the design and creation, the nozzle, which can be disassembled, consisted of stainless steel pipe with 2.5 centimeters in diameter and 1.50 meters in length. On the nozzle were 0.2-millimeter holes which could disperse spray out evenly due to the right symmetry between the pressure and the size of the hole, so that distribution of solution could be made within the range of 30 centimeters. The results indicated that drying with 2-bar pressure and with 0.2-millimeter holes size at the temperatures of 70, 80 and 90 degrees Celsius respectively, the concentrated solution of 5 percent would give parviflora powder with the amount of 107.2, 108.6, and 109 grams respectively. Drying with the concentrated solution of 10 percent, the amount of 109.3, 110.7 and 111.6 grams of parviflora powder were yielded respectively. And finally drying with the concentrated solution of 15 percent, the amount of 112.5, 115.6 and 116.9 grams of parviflora powder were produced respectively. It was interesting to observe that when the temperatures increased, the amount of parviflora powder also tended to increase. The moisture content of the obtained products was in the range of 3-6 percent, which was the optimum content for packaging and storage. The moisture content for drying products in the food industry would normally not exceed 10 percent.

Keywords: Atomizer Pressure Nozzles, Spray dryer

1. บทนำ

กระชายดำเป็นพืชล้มลุกมีเหง้าใต้ดินรากสะสมอาหารมีลักษณะเป็นปุ่ม ขณะต้นเล็กจะมีแต่รากเมื่อโตรากจะเปลี่ยนเป็นหัวมีสรรพคุณทางยาเป็นยาบำรุงกำลังขับลมแก้ท้องอืดขับปัสสาวะ นิยมนำมาแปรรูปให้เป็นอาหารสุขภาพพร้อมดื่มในการแปรรูปกระชายดำเพื่อเพิ่มมูลค่าให้เป็นกระชายดำผงนั้นเกษตรกรต้องใช้เวลาอันยาวนานในการแปรรูปกระชายดำให้เป็นกระชายดำผงเนื่องจากเกษตรกรต้องทำการเคี้ยวน้ำกระชายดำเพื่อที่จะให้เป็นกระชายดำผง (วิทย์, 2539)

การแปรรูปจึงเป็นปัญหาหลักของเกษตรกรจึงมีแรงกระตุ้นในการปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรให้ดีขึ้นเพื่อการเก็บรักษาให้ยาวนานและเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตให้กับเกษตรกรซึ่งต้องอาศัยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบทางการเกษตรที่จะนำไปอบแห้งจากการวิจัยและพัฒนาที่ต่อเนื่องกันมาทำให้วิธีอบแห้งแบบพ่นฝอยกลายเป็นวิธีอบแห้งที่นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์หลายชนิดในปัจจุบัน เช่น ยา นมผง และผลิตภัณฑ์อาหารผงพร้อมดื่ม ซึ่งเครื่องอบแห้งจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ ระบบอุ่นอากาศ หอบแห้งและหัวฉีดในการออกแบบหัวฉีดแบบแรงดันในเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยนี้จะทำการออกแบบให้เป็นหัวฉีดแบบแรงดันซึ่งการออกแบบหัวฉีดนั้นต้องคำนึงถึงวัตถุดิบทางการเกษตรเพื่อที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยเนื่องจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรให้เป็นกระชายดำผงนั้นควรคำนึงถึงความสะอาดและปลอดภัยเนื่องจากกระชายดำผงที่ได้เป็นประเภทอาหารบริโภค

จากปัญหาดังกล่าวจึงมีแนวความคิดที่จะออกแบบและสร้างหัวฉีดหัวฉีดแบบแรงดันใน เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการทดสอบหัวฉีดแบบแรงดันเพื่อทำนายพฤติกรรมในการฉีดพ่นโดยใช้ปริมาณกระชายดำผงในการอบแห้งและความชื้นสุดท้ายของกระชายดำผงเป็นตัวพิจารณา

ในปัจจุบันมีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหัวฉีดพ่นฝอยแบบแรงดัน โดย วสันต์ (2546) ได้ทำการออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งแบบพ่นฝอยมาแปรรูปกระเจี๊ยบให้เป็นอาหารผงสุขภาพพร้อมดื่ม โดยทำการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยให้เหมาะสำหรับผลิตกระเจี๊ยบผง ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 3 ส่วนคือ ชุดหัวฉีด หอบแห้ง และระบบดักเก็บผลิตภัณฑ์ผง จากการคำนวณและออกแบบทำให้ได้ขนาดของหอบแห้งคือเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 เมตร สูง 1.50 เมตร และขนาดรูหัวฉีดแบบแรงดันเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร ได้ทำการทดลองอบแห้งกระเจี๊ยบภายใต้สภาวะการอบแห้งแตกต่างกันคือ อัตราการป้อนสารละลายวัตถุดิบคงที่เท่ากับ 2.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความเข้มข้นของสารละลายวัตถุดิบมี 3 ระดับคือ 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิของอากาศร้อนขาเข้ามี 5 ระดับคือ 130 140 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส และอัตราการไหลของ

อากาศมี 5 ระดับคือ 0.0148 0.0213 0.0277 0.0345 และ 0.0410 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ต่อมา Truong Vinh (1994) ได้ทดลองผลิตมะขามผงโดยใช้กระบวนการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่สภาวะการอบแห้งต่างๆกันเพื่อศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งมะขาม จากการศึกษาได้ออกแบบการทดลองเป็นแบบแฟคทอเรียล เพื่อแสดงว่าอากาศร้อนขาเข้า ความเร็วของอากาศ และความเข้มข้นของสารละลายวัตถุดิบเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์

จึงมีโอกาสในกาออกแบบและสร้างหัวฉีดแบบแรงดันในเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยการออกแบบหัวฉีดแบบแรงดันและทดสอบประเมินผลเมื่อขนาดรูหัวฉีด 0.2 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิและความเข้มข้นของสารละลายต่างกันเพื่อผลิตกระชายดำผง

2. อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาดำเนินการโดยใช้ชุดทดสอบดังภาพใน Figure 1 โดยสร้างชุดหัวฉีดแบบแรงดันด้วยท่อสแตนเลสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยาว 1.50 เมตร (Figure 2) โดยหัวฉีดแบบแรงดันมีขนาดของรูหัวฉีด 0.2 มิลลิเมตร (Figure 3) แรงดัน 2 บาร์



Figure 1 Spray dryer.



Figure 2 Stainless steel pipe.



Figure 3 Atomizer pressure nozzles.

การทดสอบหาปริมาณผลิตภัณฑ์กระชายดำผงและความชื้นสุดท้ายคงเหลือ จากการแปรค่าอุณหภูมิในการอบ 3 ระดับ คือ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส และแปรค่าความเข้มข้นของสารละลายน้ำกระชายดำ 3 ระดับ คือ 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์

การเตรียมสารละลายกระชายดำเพื่อการทดสอบโดยเริ่มจากล้างทำความสะอาดกระชายดำและเปลือกเปลือกแล้วนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ หลังจากนั้นนำไปปั่นให้ละเอียดแล้วทำการแยกน้ำกระชายดำออกจากกากโดยใช้ผ้ากรอง จากนั้นนำขึ้นตั้งไฟให้เดือดวัดปริมาณของแข็งในสารละลายน้ำกระชายดำด้วยเครื่องมือวัด และปรับความเข้มข้นของสารละลายน้ำกระชายดำโดยการเติมสารมอลโตเด็คซ์ทริน บรรจุสารละลายน้ำกระชายดำ

ลงในขวดพลาสติกเพื่อทำการทดลองอบแห้งร่วมกับหัวฉีดแบบแรงดันในเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

3. ผลและวิจารณ์

ผลการทดสอบ (Table 1) พบว่าเมื่อการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส ที่แรงดัน 2 บาร์ และขนาดรูหัวฉีด 0.2 มิลลิเมตร ความเข้มข้นสารละลาย 5 เปอร์เซ็นต์ ได้ปริมาณกระชายดำผงเท่ากับ 107.2 108.6 และ 109 กรัม ความเข้มข้นสารละลาย 10 เปอร์เซ็นต์ ได้ปริมาณกระชายดำผงเท่ากับ 109.3 110.7 และ 111.6 กรัม และความเข้มข้นสารละลาย 15 เปอร์เซ็นต์ ได้ปริมาณกระชายดำผงเท่ากับ 112.5 115.6 และ 116.9 กรัม ตามลำดับ ซึ่งปริมาณกระชายดำผงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิการอบแห้งเพิ่มขึ้น ขณะที่ค่าความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะการอบแห้งต่างกันพบว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 3-6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการบรรจุและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารซึ่งมีค่าไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์

Table 1 The result of atomizer pressure nozzles in spray dryer for 3 levels of temperature and concentrated solution.

Temperature (°C)	Amount of parviflora powder (g)			Moisture content of parviflora powder (%)		
	Concentrated solution 5 %	Concentrated solution 10 %	Concentrated solution 15 %	Concentrated solution 5 %	Concentrated solution 10 %	Concentrated solution 15 %
70	107.2	109.3	112.5	5.50	4.57	4.84
80	108.6	110.7	115.6	4.95	4.26	4.31
90	109.0	111.6	116.9	4.05	3.56	3.63

4. สรุป

เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้นปริมาณกระชายดำผงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และปริมาณความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์มีค่าอยู่ในช่วง 3-6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการบรรจุและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ใช้ในอุตสาหกรรมซึ่งมีค่าไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนการนำเสนอผลงานวิจัยนี้

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

6. เอกสารอ้างอิง

จินตนา ศรีมุข, 2537. การศึกษาสภาวะการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่มีผลต่อคุณภาพ: วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ไทรทอง ศรีโยธา, 2549. การออกแบบและทดสอบระบบการอบแห้งแบบแช่แข็งสุญญากาศ: กรณีศึกษาผลิตผงมะนาว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มณฑล ชัยวงษ์, 2551. การออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด (มหาชน).

วรพัทธ์ เกียรติรัมย์, 2554. สมุนไพรพื้นบ้านล้านนา เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร: สุทินการพิมพ์.

वलันต์ ด้วงคำจันทร์, 2546. ปัจจัยในการทำงานที่สำคัญสำหรับการออกแบบเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยกรณีศึกษากระเจี๊ยบผง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิทย์ เทียงบูรณธรรม, 2539. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ประชุมทองการพิมพ์.

วุฒิ วุฒิธรรมเวช, 2540. สารานุกรมสมุนไพร. รวมหลักเภสัชกรรมไทย. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์วสันต์.