Agricultural Sci. J. 39 : 3 (Suppl.) : 473-476 (2008) ว. วิทย. กษ. 39 : 3 (พิเศษ) : 473-476 (2551)

การผลิตผงโปรตีนจากน้ำต้มรังไหมด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอย

Production of protein powder from silk waste water by spray drying technique

จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์[1] **และ ละมุล วิเศษ**[1]

Jamradloedluk, J.[1] and Wiset, L.[1]

Abstract

Silk waste water containing silk protein is a liquid waste from silk reeling process and it does not be used for any specific purpose. To add value to such a waste, this work is aimed at studying the production of silk protein from silk waste water by spray drying technique. Influences of inlet air temperatures (130–150 °C), air velocities (0.1–0.3 m/s), and nozzle pressures (0.5–1.0 bar) on properties of silk protein powder were investigated. The experimental results revealed that the air temperature, velocity and nozzle pressure had strong influences on moisture content and yield of the silk powder. That was moisture content decreased with increasing drying temperature, increasing velocity and decreasing nozzle pressure. Product yield could be enhanced by increasing inlet temperature, velocity, and nozzle pressure. However, color, total protein and %radical scavenging activity of the products prepared by different drying conditions were not significantly different. Total protein and %radical scavenging activity were in the ranges of 0.2 – 0.5% and 79 - 99% respectively.

Keywords : protein, radical scavenging activity, sericin, silk waste water

บทคัดย่อ

น้ำต้มรังไหมซึ่งมีส่วนประกอบของโปรตีนจากรังไหม เป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการสาวไหมและไม่ได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ ดังนั้นเพื่อเป็นการสร้างมูลค่าให้กับของเสียดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการผลิตผงโปรตีนจากน้ำต้มรังไหมด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยได้ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า (130-150°C) ความเร็วลม (0.1-0.3 m/s) และความดันของหัวฉีด (0.5-1 bar) ที่มีผลต่อสมบัติของผงน้ำต้มรังไหมที่ได้ จากผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิ ความเร็วลม และความดันของหัวฉีด มีอิทธิพลต่อความชื้นและปริมาณผลผลิตที่ได้ (yield) โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ เพิ่มความเร็วลมและลดความดันของหัวฉีดจะทำให้ผงน้ำต้มรังไหมมีความชื้นน้อยลง ในขณะที่ถ้าเพิ่มอุณหภูมิ ความเร็วลม และความดันของหัวฉีดจะทำให้ได้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามตัวแปรในการอบแห้งไม่ได้ส่งผลกระทบอย่างชัดเจนต่อลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ ปริมาณโปรตีนและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งปริมาณโปรตีน และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในผงน้ำต้มรังไหมมีค่าอยู่ในช่วง 0.2-0.5% และ 79-99% ตามลำดับ

คำสำคัญ : ซิริซิน น้ำต้มรังไหม โปรตีน ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

คำนำ

ประเทศไทยมีเกษตรกรผู้ประกอบอาชีพปลูกหม่อนเลี้ยงไหมประมาณ 149,000 ครัวเรือน มีพื้นที่ปลูกหม่อนทั้งหมดประมาณ 161,000 ไร่ โดยส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 80 เป็นเกษตรกรที่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) อุตสาหกรรมการทอผ้าไหมนอกจากจะสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรในพื้นที่แล้ว การส่งออกผ้าไหมไปยังต่างประเทศยังถือเป็นการเผยแพร่เอกลักษณ์ของประเทศไทยรูปแบบหนึ่งด้วย เส้นไหมดิบประกอบด้วยโปรตีน 2 ชนิดคือ ไฟโปรอิน (fibroin) 70-75% และซีริซิน (sericin) 25-30% ไฟโบรอินมีโครงสร้างที่เป็นผลึกมาก ประกอบด้วยสายโซ่โมเลกุลของโพลีเพปไทด์ที่มีโมเลกุลสูง ยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรง มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ ส่วนเซริซินมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่าสามารถละลายได้ในน้ำร้อนและสารละลายด่างเจือจาง (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2550) ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการนำโปรตีนจากรังไหมมาใช้ประโยชน์ทั้งในส่วนของรังไหมที่ตัดแล้ว เศษเส้นไหม (สาน และคณะ, 2543) และรังไหมที่เสีย (Sarovart et al., 2003) โดยพบว่า โปรตีนจากรังไหมสามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง อาหารเสริม วัสดุทางการแพทย์ ผสมหัวอาหารสัตว์ และเป็นสารป้องกันและกำจัดแมลง (Fabiani et al., 1996; Wu et al., 2006;

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

[1] Faculty of Enginerring, Maha sarakham University, Mahasarakham. 44150

อรุณี, 2548) โดยสมบัติต่างๆ ของโปรตีนจากรังไหม เช่น ปริมาณโปรตีนและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ไหม (Sarovart et al., 2003; เนื้อทิพย์, 2544)

ในการสาวไหมแต่ละครั้ง น้ำต้มรังไหมซึ่งมีซีริซินละลายอยู่จะถูกทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ นอกจากนี้ถ้าไม่มีกรรมวิธีการกำจัดที่ดี น้ำต้มดังกล่าวซึ่งมีค่า COD สูงอาจจะก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้ด้วย ดังนั้นเพื่อเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับน้ำต้มรังไหมงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการผลิตผงโปรตีนจากน้ำต้มรังไหมด้วยกระบวนการอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยได้ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า ความเร็วลม และความดันของหัวฉีดที่ใช้ในการอบแห้งที่มีผลต่อสมบัติของผงโปรตีนที่ได้

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

น้ำต้มรังไหมที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้มาจากกระบวนการสาวไหมด้วยเครื่องจักรของบริษัทขอนแก่น สาวไหม จำกัด โดยรังไหมที่นำมาต้มเป็นไหมสายพันธุ์จีน และน้ำต้มรังไหมมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 3 mg/mL (AOAC, 1995) นำน้ำต้มรังไหมมาปรับความเข้มข้นด้วยมอลโตเด็กซ์ตรินให้มีความเข้มข้นประมาณ 16 brix ปริมาตร 800 mL จากนั้นจึงนำสารละลายที่ได้ไปอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 2 ระดับ (130 และ 150°C) ความเร็วลม 3 ระดับ (0.1 0.2 และ 0.3 m/s) และความดันของหัวฉีด 2 ระดับ (0.5 และ 1 bar) ในระหว่างกระบวนการอบแห้งได้จับเวลาในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการอบแห้งแล้วจึงเก็บผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังผ่านไซโคลนไว้ในขวดสีชาเพื่อนำไปทดสอบสมบัติต่างๆ ต่อไป โดยในแต่ละสภาวะการอบแห้งจะทำการทดลอง 2 ครั้ง

ความชื้นของผงน้ำต้มรังไหมที่ได้หาโดยการนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนตามมาตรฐาน AOAC (AOAC, 1995) สีของผลิตภัณฑ์วัดโดยใช้เครื่องวัดสีแบบฮันเตอร์ (Mini Scan XE Plus) ปริมาณโปรตีนรวมหาด้วยวิธี Kjeldahl และหาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธีการดักจับอนุมูลอิสระ 2,2'-azinobiz (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) หรือ ABTS โดยรายงานผลในรูปของ % radical scavenging activity ตามมาตรฐาน AOAC การหาสมบัติต่างๆของน้ำต้มรังไหมจะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

ผล และวิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อนำผงน้ำต้มรังไหมที่ได้หลังจากการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่สภาวะต่างๆ มาหาความชื้น ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 1-3

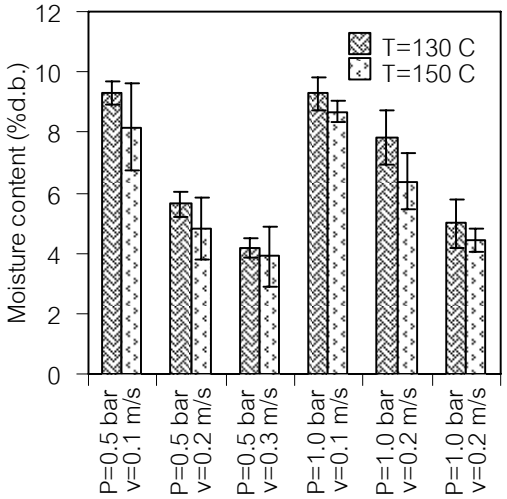

Figure 1 effect of inlet temperature on moisture content of silk protein

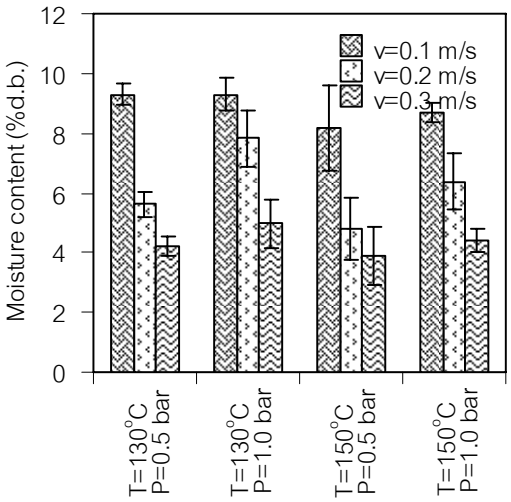

Figure 2 effect of air velocity on moisture content of silk protein

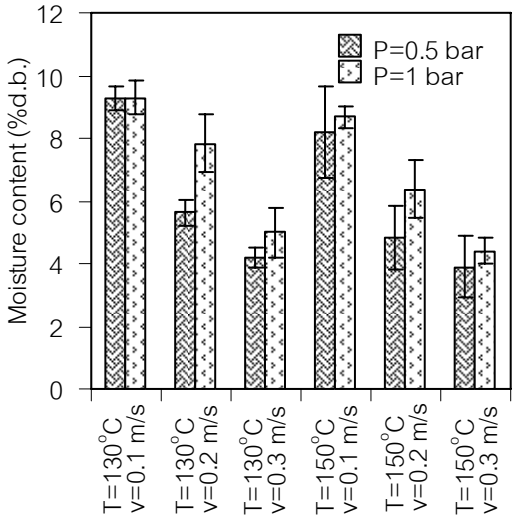

Figure 3 effect of nozzle pressure on moisture content of silk protein

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิอบแห้ง ความเร็วลม และความดันของหัวฉีดที่มีต่อความชื้นของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิ และความเร็วลม ในขณะที่ลดความดันของหัวฉีดทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นต่ำลง ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิและความเร็วลมที่สูงขึ้นจะส่งผลให้เกิดการถ่ายเทความร้อนไปยังผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น ผลิตภัณฑ์จึงแห้งเร็วขึ้น ส่วนการลดความดันของหัวฉีดนั้นจะทำให้อัตราการป้อนสารละลายลดลง ผลิตภัณฑ์จึงแห้งง่ายขึ้น โดยอัตราการป้อนสารละลายมีค่าอยู่ในช่วง 22.13-28.26 mL/min ซึ่งใช้ระยะเวลาในการอบแห้งประมาณ 29-36 นาที สี ปริมาณโปรตีน และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของผงน้ำต้มรังไหมที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ความเร็วลม และความดันของหัวฉีดต่างๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

Table 1 Color parameters, product yield, protein content, and percentage of radical scavenging activity of silk protein produced by spray drying at different conditions.

Inlet temp. (°C)	Air velocity (m/s)	Nozzle pressure (bar)	L-value	a-value	b-value	Yield (mg/mL)	Protein (%)	% Scavenging activity
130	0.1	0.5	94.81	-0.35	1.33	25.11	0.54	97.74
130	0.2	0.5	95.47	-0.31	1.14	31.98	0.27	89.65
130	0.3	0.5	95.79	-0.30	1.13	40.74	0.34	90.78
130	0.1	1.0	96.08	-0.34	1.46	27.41	0.21	79.44
130	0.2	1.0	95.68	-0.33	1.18	32.53	0.22	89.09
130	0.3	1.0	94.78	-0.31	1.07	51.56	0.23	86.09
150	0.1	0.5	94.45	-0.29	1.48	21.24	0.24	90.79
150	0.2	0.5	95.09	-0.28	1.26	35.34	0.33	88.61
150	0.3	0.5	96.66	-0.21	1.42	42.86	0.34	99.80
150	0.1	1.0	94.79	-0.32	1.39	26.48	0.34	85.88
150	0.2	1.0	96.74	-0.32	1.10	37.25	0.37	88.11
150	0.3	1.0	95.60	-0.29	1.25	55.40	0.30	89.02

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าทั้งอุณหภูมิ ความเร็วลม และความดันของหัวฉีดไม่ได้มีอิทธิพลที่ชัดเจนต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ โดยค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองของผงน้ำต้มรังไหมที่ได้อยู่ในช่วง 94.45-96.74 -0.35 ถึง -0.21 และ 1.07-1.48 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิตที่ได้ โปรตีนและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของผงน้ำต้มรังไหม พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิ ความเร็วลม และความดันของหัวฉีดที่ใช้ในการอบแห้งมีแนวโน้มทำให้ได้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่า อิทธิพล

ของอุณหภูมิ ความเร็วลม และความดันของหัวฉีดที่มีต่อปริมาณโปรตีนและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระนั้นไม่ชัดเจนเท่ากับกรณีของปริมาณผลผลิต โดยปริมาณโปรตีนและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมีค่าอยู่ในช่วง 0.21-0.54% และ 79.44-97.74% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนในน้ำต้มรังไหมสายพันธุ์ลูกผสมไทย-ญี่ปุ่น สายพันธุ์พื้นเมืองจังหวัดร้อยเอ็ดและจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.71 1.18 และ 0.49 ตามลำดับ (เนื้อทิพย์, 2544) จะเห็นว่า น้ำต้มรังไหมที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีปริมาณโปรตีนน้อยกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของสายพันธุ์รังไหมและสภาวะในการต้มรังไหม

สรุปผล

อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า (130-150°C) ความเร็วลม (0.1-0.3 m/s) และความดันของหัวฉีด (0.5-1 bar) ไม่มีผลต่อค่าสี ปริมาณโปรตีนและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของผงน้ำต้มรังไหม แต่มีผลต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ คือ ปริมาณผลผลิตมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ ความเร็วลม และความดันของหัวฉีดที่ใช้ในการอบแห้ง ดังนั้นหากพิจารณาในด้านปริมาณผลผลิตที่ได้ การใช้อุณหภูมิ 150 °C ความเร็วลม 0.3 m/s และความดันหัวฉีด 1.0 bar จะให้ผลผลิตสูงสุด

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2550

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2548, ไหมสารพัดประโยชน์ [สืบค้น], http://www.moac.go.th/builder/mu/index.php?page=415&clicksub=415&sub=129 [10 / Jan / 08].

เนื้อทิพย์ ดำรงค์ไชย, สุจินต์ อังกุราวิรุฑ์ และน้อย เนียมสา, 2544, รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาโปรตีนจากดักแด้ไหมและสารละลายกาวไหม ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สาน วิไล, อมรรัตน์ พรหมบุญ และสุธาทิพย์ ห้องทองแดง, 2543, ศึกษาการผลิตผงไหมจากรังไหม รายงานผลการค้นคว้าวิจัยหม่อนไหมต่างประเทศลูกผสม, กรมวิชาการเกษตร, 290-295.

อรุณี คงดี, 2548, โปรตีนไหม/ซิริซีน คุณค่าจากธรรมชาติที่มนุษย์คาดไม่ถึง, วารสารแม่โจ้ปริทัศน์, 6: 50-54.

Fabiani, C., Pizzichini, M. Spadoni, M. and Zeddita, G. 1996. Treatment of waste water from silk degumming processes for recovery and water reuse. Desalination. 105: 1-9.

Sarovart, S. Sudatis, B. Meesilpa, P. Grady, B.P., and Magaraphan, R, 2003, The Used of Sericin as an Antioxidant and Antimicrobial for Polluted Air Treatment, Rev.Adv.Mater.Sci, 5: 193-198.

Wu, J.H., Wang, Z. and Xu, S.Y., 2007, Preparation and Characterization of Sericin Powder Extracted from Silk Industry Wastewater, Food Chemistry, 103: 1255-1262.