

การอบแห้งน้ำกระเจี๊ยบแดงแบบพ่นฝอย: อิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์
หลังการอบแห้ง

Spray drying of roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) concentrate: Influences of operating parameters on properties of end product

พนม สุหา¹ จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์¹ และ วสันต์ ดั่งคำจันทร์¹
Panom Suha¹, Jindaporn Jamradloedluk¹ and Wasan Duangkamjan¹

Abstract

Spray drying is an important industrial process for producing powder products. The present work aims to produce roselle powder by spray drying. Influences of inlet air temperatures (150-170°C), inlet air velocities (0.1-0.2 m/s) and nozzle pressures (0.5-1.0 bar) on properties of roselle powder were investigated. Total soluble solid of the roselle concentrate was fixed at 20%. The experimental results revealed that comparison of all operating parameters, the inlet temperature had the strongest influence on redness value (a) of the end product. a-value decreased with increasing inlet temperature. The relationship between a-value and inlet temperature, inlet velocity and nozzle pressure can be expressed by polynomial equation ($r=0.9717$). However, it was stated that final moisture content and radical scavenging activity of the powder undergoing all drying conditions were not significantly different. Final moisture contents and percentage of scavenging activity were in the ranges of 4.47-7.01% d.b. and 82.64-90.70% respectively.

Keywords: antioxidant activity, color, moisture, powder product

บทคัดย่อ

การอบแห้งแบบพ่นฝอยมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ผงในระดับอุตสาหกรรม งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตกระเจี๊ยบผงด้วยกระบวนการอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า (150-170°C) ความเร็วอากาศร้อนขาเข้า (0.1-0.2 m/s) และความดันหัวฉีด (0.5-1.0 bar) ที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของกระเจี๊ยบผงที่ได้ โดยกำหนดให้วัตถุดิบมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้คงที่ (20%) จากผลการศึกษาพบว่า เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรทั้งสามที่มีต่อค่าสีแดงของกระเจี๊ยบผง พบว่า อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้ามีอิทธิพลมากที่สุด โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าสีแดงจะลดลง และความสัมพันธ์ของค่าสีแดงกับตัวแปรต่างๆ ในการอบแห้งสามารถแสดงได้ด้วยสมการพหุนาม ($r=0.9717$) อย่างไรก็ตามพบว่า ความชื้นสุดท้ายและค่า radical scavenging activity ของกระเจี๊ยบผงที่ได้จากการอบแห้งในแต่ละสภาวะไม่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของความชื้นและ radical scavenging activity ที่ได้อยู่ในช่วง 4.47-7.01% d.b. และ 82.64-90.70% ตามลำดับ

คำสำคัญ: การต้านอนุมูลอิสระ ความชื้น ผลิตภัณฑ์ผง สี

คำนำ

กระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) เป็นพืชล้มลุกตระกูลมอลเวเซ (Malvaceae) มีลักษณะก้านดอกโต สีแดงเข้ม ความสูงประมาณ 50-180 cm สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิด ดอกและผลของกระเจี๊ยบประกอบด้วยแอนโธไซยานิน และกรดหลายชนิด เช่น กรดแอสคอร์บิก กรดแอสพาติก และกรดซิตริก เป็นต้น (อภิญาและเจือใจ, 2541) เนื่องจากผลจากการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ พบว่า แอนโธไซยานินมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) สามารถยับยั้งการกระตุ้นฤทธิ์ของสารก่อมะเร็ง (carcinogenic activity) และป้องกันภาวะหลอดเลือดอุดตัน หรือหลอดเลือดแดงแข็ง (atherosclerosis) (Tsai et al., 2002) ดังนั้นก้านดอกกระเจี๊ยบแดงจึงมีประโยชน์ต่อร่างกายอย่างมาก สำหรับการรับประทานกระเจี๊ยบแดงนั้น โดยทั่วไปจะนำกิ่งดอกและก้านเลี้ยงที่ตากแห้งแล้วมาต้มกับน้ำตาลเป็นเครื่องดื่ม หรือ

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

¹ Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Khamriang, Kantarawichai, Mahasarakham, 44150

นำไปใช้เป็นส่วนผสมในการทำขนม แยม หรือเยลลี่ได้ การแปรรูปกระเจี๊ยบแดงให้อยู่ในรูปแบบผงจึงทำให้สะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น

การอบแห้งแบบพ่นฝอยเป็นกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ผงที่ได้รับความนิยมเนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying) จะใช้ระยะเวลาและต้นทุนในการผลิตน้อยกว่า โดยได้มีงานวิจัยเป็นจำนวนมากที่ศึกษาการแปรรูปผักและผลไม้ให้อยู่รูปแบบผง เช่น มะขามผง (Truong, 1994) มะนาวผง (Roustapour et al., 2006) ส้มผง (Chegini and Ghobadian, 2005) มะเขือเทศผง (Goula et al., 2004) มะพร้าวผง (Malik, 1995) มันฝรั่งผง (Grabowski et al., In press) และนมผง (Nijdam and Langrish, 2005; Birchal et al., 2005) เป็นต้น จากการศึกษาค้นคว้า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผงเหล่านี้ได้แก่ อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า ความเร็วอากาศร้อนขาเข้า ความเข้มข้นสารละลายวัตถุดิบ อัตราการป้อนสารละลายวัตถุดิบ และอัตราการหมุนของอะตอมไมเซอร์ โดยสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ผงแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เพื่อเป็นทางเลือกในการบริโภคกระเจี๊ยบแดงซึ่งเป็นสมุนไพรที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาระบบการผลิตกระเจี๊ยบผงด้วยกระบวนการอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยได้ทำการศึกษาค้นคว้าอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของกระเจี๊ยบผงที่ผลิตได้

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบและวิธีการอบแห้ง

น้ำกระเจี๊ยบแห้งมาบดแล้วละลายในน้ำกลั่นเพื่อทำเป็นสารละลายกระเจี๊ยบ แล้วใช้สารมอลโตเด็คซตริน (Molto-dextrin) ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำกระเจี๊ยบให้เท่ากับ 20% จากนั้นจึงนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ซึ่งมีรายละเอียดแสดงในรูปที่ 1 โดยมีสภาวะการอบแห้งดังนี้ อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 3 ระดับคือ 150 160 และ 170°C ความเร็วอากาศร้อนขาเข้า 2 ระดับ คือ 0.1 และ 0.2 m/s และความดันของหัวฉีด 2 ระดับ คือ 0.5 และ 1 bar เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ผงจึงเก็บตัวอย่างไว้ในขวดสีชา จากนั้นจึงนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพต่อไป

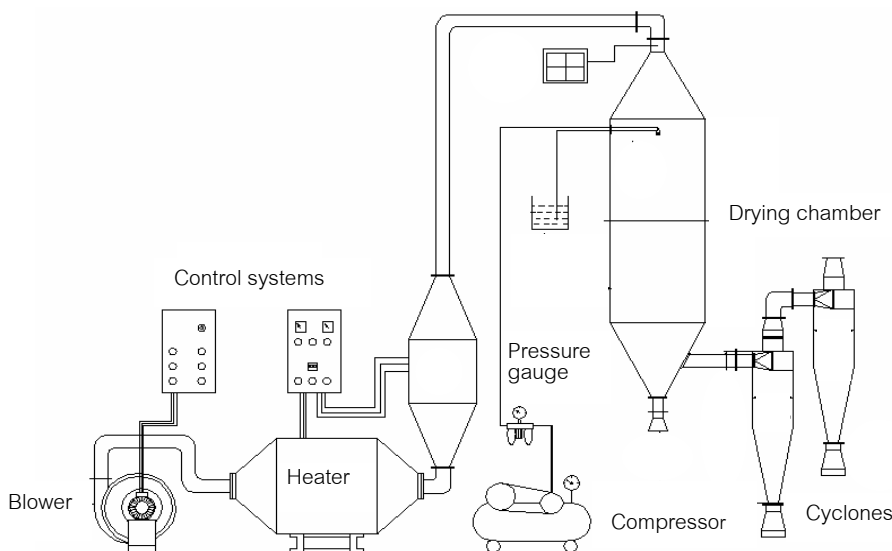


Figure 1 Schematic diagram of spray dryer designed for the study

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง

ความชื้นของผงกระเจี๊ยบหาได้โดยนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนตามมาตรฐาน AOAC (AOAC, 1995) สีของผลิตภัณฑ์วัดโดยใช้เครื่องวัดสีแบบฮันเตอร์ (Mini Scan XE Plus, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston – Virginia, USA) เนื่องจากผงกระเจี๊ยบมีลักษณะสีแดงเป็นสีที่เด่น ดังนั้นจึงรายงานผลเฉพาะค่าสีแดง (a) ส่วนกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระซึ่งแสดงในรูป %radical scavenging หาตามมาตรฐาน AOAC (AOAC, 1995) สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของข้อมูลใช้วิธีของ Duncan

ผลและวิจารณ์

เมื่อนำสารละลายกระเจี๊ยบความเข้มข้น 20% มาอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่สภาวะการอบแห้งต่างๆ กัน พบว่า ความชื้นและ % radical scavenging activity ของผงกระเจี๊ยบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า ความเร็ว อากาศร้อนขาเข้า และความดันหัวฉีดต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าเฉลี่ย ของความชื้นและ % radical scavenging activity ที่ได้อยู่ในช่วง 4.47-7.01% และ 82.64-90.70% ตามลำดับ (ดูตารางที่ 1)

Table 1 Final moisture contents and % radical scavenging of the roselle powder undergoing various drying conditions

Drying conditions			Properties of roselle powder	
Inlet temperature (°C)	Medium velocity (m/s)	Nozzle pressure (bar)	Final moisture content (%d.b.)	radical scavenging activity (%)
150	0.1	0.5	7.01±1.72 ^a	89.98±5.73 ^a
150	0.1	1.0	5.82±1.85 ^a	85.20±5.47 ^a
150	0.2	0.5	4.84±0.78 ^a	87.68±8.23 ^a
150	0.2	1.0	4.48±0.60 ^a	82.64±9.30 ^a
160	0.1	0.5	5.81±0.89 ^a	86.92±9.53 ^a
160	0.1	1.0	6.02±2.39 ^a	88.33±7.00 ^a
160	0.2	0.5	5.70±1.71 ^a	89.10±4.36 ^a
160	0.2	1.0	5.35±1.15 ^a	85.58±9.68 ^a
170	0.1	0.5	6.41±1.89 ^a	84.92±6.02 ^a
170	0.1	1.0	5.57±0.69 ^a	90.70±2.87 ^a
170	0.2	0.5	6.35±2.78 ^a	90.54±3.74 ^a
170	0.2	1.0	4.47±1.65 ^a	87.38±6.61 ^a

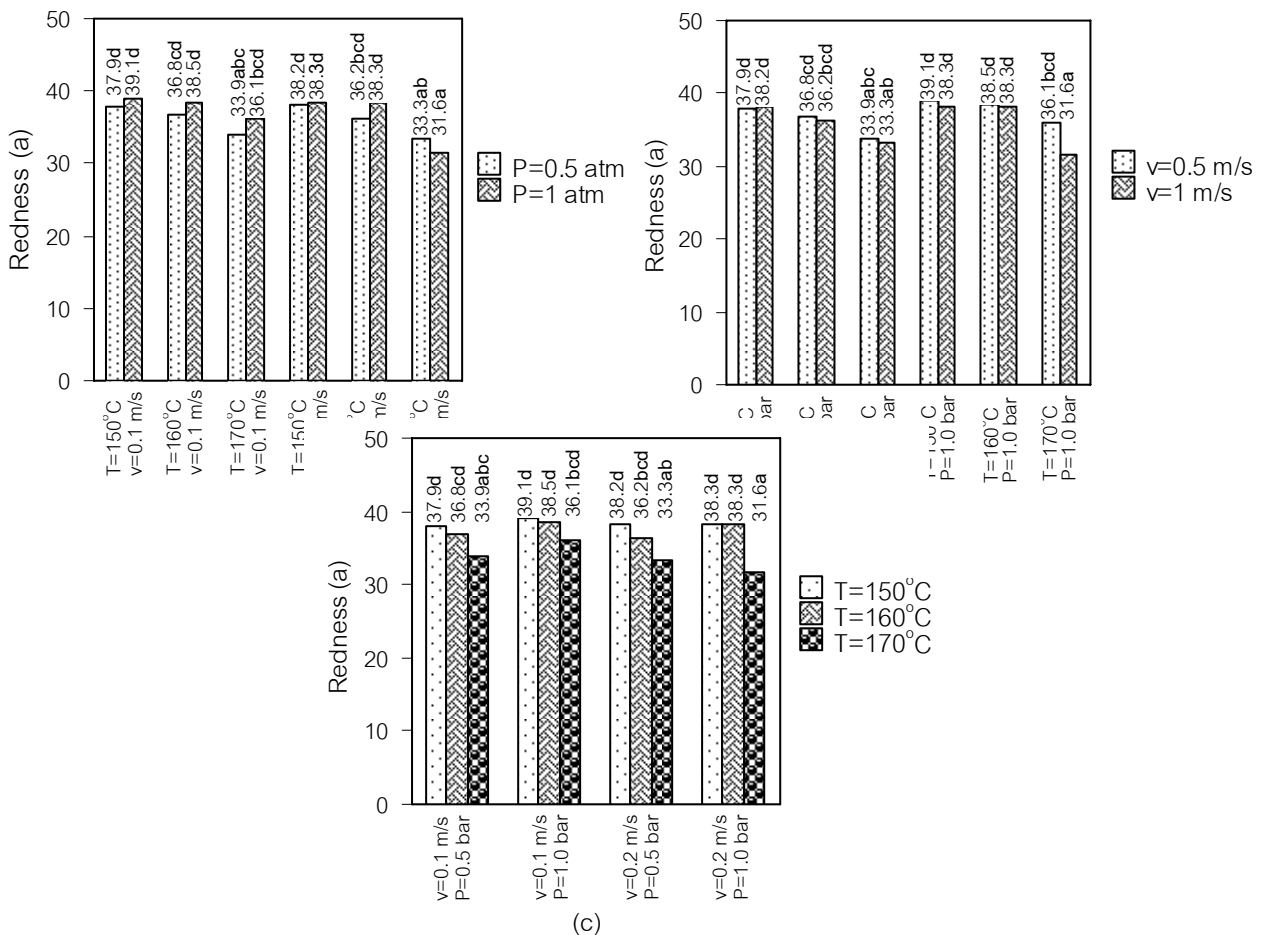


Figure 2 Influence of nozzle pressure (a), inlet air velocity (b), and inlet air temperature (c) on redness of roselle powder

อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า ความเร็วอากาศร้อนขาเข้า และความดันหัวฉีดที่มีผลต่อค่าสีแดงของกระเจี๊ยบผงที่ได้พบว่า อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้ามีผลต่อค่าสีแดงมากกว่า ความเร็วอากาศร้อนขาเข้า และความดันหัวฉีดตามลำดับ โดยเมื่ออุณหภูมิอากาศร้อนสูงขึ้นจะส่งผลให้กระเจี๊ยบผงที่ได้มีค่าสีแดงลดลง (ดูรูปที่ 2) ทั้งนี้สาเหตุอาจเนื่องมาจาก anthocyanin ซึ่งมีลักษณะสีแดง-ส้มเกิดการเสื่อมสลาย (degradation) เนื่องจากความร้อน (Tsai et al., 2002) ค่าความเป็นสีแดงจึงลดลง นอกจากนี้ยังได้นำสมการทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ มาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีแดงกับอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า ความเร็วอากาศร้อนขาเข้า และความดันหัวฉีด โดยรูปแบบของสมการที่ใช้และค่าทางสถิติที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

Table 2 Model expression and statistical parameters

Model*	r	RMSE	χ^2
Linear: $Y=a+bX$	0.9267	0.2491	2.2343
Polynomial: $Y=a+bX+cX^2$	0.9717	0.1566	3.5295
Logarithmic: $Y=a+b\ln(X)$	0.8731	0.3233	3.7640
Power: $Y=aX^b$	0.8916	0.3003	-6.4929
Exponential: $Y=a\exp(bX)$	0.3060	0.6313	9.5658
Arrhenius: $Y=a\exp(b/X)$	0.9581	0.1899	-2.5953

*Y= redness; X=temperature, velocity, pressure; a,b,c=constants

จากตารางที่ 2 พบว่า สมการโพลีโนเมียลสามารถทำนายค่าสีแดงได้ดีที่สุด เนื่องจาก r มีค่าเข้าใกล้ 1 และ RMSE และ χ^2 มีค่าน้อย โดยความสมการดังกล่าวสามารถเขียนได้ดังนี้

$$a=-268.33+4.22T-125.01v-78.36P-0.014T^2-32.06v^2+16.62P^2+0.92Tv+0.38TP+410.94vP-2.77TvP$$

สรุป

ผงกระเจี๊ยบที่ได้จากการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า ความเร็วอากาศร้อนขาเข้าและความดันหัวฉีดต่างกัน มีความชื้นและเปอร์เซ็นต์ radical scavenging activity ที่ไม่ต่างกัน แต่มีค่าสีแดงที่ต่างกัน โดยค่าสีแดงจะขึ้นอยู่กับการอบแห้งน้ำกระเจี๊ยบแดงมากที่สุด เมื่อใช้สมการทางคณิตศาสตร์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีแดงกับอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า ความเร็วอากาศร้อนขาเข้า และความดันของหัวฉีด พบว่า สมการโพลีโนเมียลสามารถอธิบายผลได้ดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- อภิญา จันทะเบี้ยว และเจือใจ กุลพธ์. 2541. สภาพที่เหมาะสมของกระบวนการผลิตกระเจี๊ยบผง. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2541
- Birchal, V.S., Passos, M.L., Wildhagen, G.R.S. and Mujumdar, A.S. 2005. Effect of spray-dryer operating variables on the whole milk powder quality. *Drying Technology*. 23: 611-636.
- Chegini, G.R. and Ghobadian, B. 2005. Effect of spray-drying conditions on physical properties of orange juice powder. *Drying Technology*. 23: 657-68.
- Goula, A.M., Adamopoulos, K.G. and Kazakis, N.A. 2004. Influence of spray drying conditions on tomato powder properties. *Drying Technology*. 22: 1129-1151.
- Grabowski, J.A., Truong, V.D. and Daubert, C.R. Nutritional and rheological characterization of spray dried sweet potato powder. *LWT-Food Science and Technology*. In Press
- Malik, D.D. 1995. Effects of processing conditions on the quality of spray-dried coconut milk and skim milk. Dissertation. Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology.
- Nijdam, J.J. and Langrish, T.A.G. 2005. An investigation of milk powders produced by a laboratory-scale spray dryer. *Drying Technology*. 23: 1043-1056.
- Roustapour, O.R., Hosseinalipour, M. and Ghobadian, B. 2006. An experimental investigation of lime juice drying in a pilot plant spray dryer. *Drying Technology*. 24: 181-188.
- Truong, V. 1994. Spray drying of tamarind concentrate and its quality evaluation. Master Thesis. Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology.
- Tsai, P.J., McIntosh, J., Pearce, P., Camden, B. and Jordan, B.R. 2002. Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.) extract. *Food Research International*. 35: 351-356.
- AACC, 1995, *Approved method of the American Association of Cereal Chemists*, 9th ed, American Association of Cereal Chemists St, Paul, MN.