Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 438-441 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 438-441 (2554)

การเตรียมผงใบสาบเสือด้วยวิธีการอบแห้งที่แตกต่างกัน

Preparation of bitter bush (*Chromolaena odorata* (L.)) leaves powder by different drying methods

จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์[1] และชลิดา เนียมนุ้ย[2]
Jindaporn Jamradloedluk[1] and Chalida Niamnuy[2]

Abstract

Bitter bush *(Chromolaena odorata* (L.)) is considered a weed. However, the bitter bush contains many important compounds i.e., alchaloid, tannin, flavonoid, steroid, and other phenolic compounds, which are important active pharmaceutical Ingredients. Conversion of the bitter bush leaves into a form of powder is an alternative way to add value to such a crop. This research work aimed to prepare bitter bush leaves powder by freeze drying and spray drying techniques. The bitter bush leaves were chopped by a blender and soaked in 64% ethanol (800 mL:0.5 kg blended leaves) for 3 hr. After filtration, the filtrate was dried. In case of spray drying, moltodextrin was added to the filtrate prior to the drying. The drying process was performed at the inlet air temperature of 140-180°C, the inlet air velocity of 0.1-0.2 m/s and the nozzle pressure of 0.5-1 bar. The experiment results showed that for spray drying process, the increases in the inlet air temperature and velocity led to the lower moisture content of the powder product. Lightness, yellowness, and redness of the spray dried products were 52-60, 25-34, and -1.45 to -0.20, respectively. Inlet air temperature had a negative effect on % inhibition of oxidant. Optimum condition for spray drying was suggested at the temperature of 180°C, the velocity of 0.2 m/s and the nozzle pressure of 0.5 bar, corresponding to the yield and % inhibition of oxidant of 12.16 mg_{dry}/mL and 76.04%, respectively. Comparison of the two different drying techniques revealed that bitter bush leaves powder prepared by spray drying had a finer particle, lighter color, and higher moisture content than the powder prepared by freeze drying.

Keywords: bitter bush leaf, freeze drying, spray drying

บทคัดย่อ

สาบเสือถูกจัดว่าเป็นวัชพืชชนิดหนึ่ง อย่างไรก็ตามใบสาบเสือมีสารที่สำคัญ เช่น อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ สเตอรอยด์ และฟีโนลิกอื่นๆ ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางยาที่สำคัญ การแปรรูปใบสาบเสือให้เป็นผงถือเป็นกรรมวิธีหนึ่งในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับพืชดังกล่าว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการเตรียมผงใบสาบเสือด้วยการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งและการอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยนำใบสาบเสือมาบดแล้วแช่ในเอทานอล 64% (800 mL:0.5 kg ใบสาบเสือบด) เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วจึงกรองเอาใบสาบเสือออก จากนั้นจึงนำของเหลวที่ได้ไปผ่านกระบวนการอบแห้ง โดยสำหรับการอบแห้งแบบพ่นฝอยได้มีการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินในของเหลวก่อนนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 140-180°C ความเร็วอากาศร้อนขาเข้า 0.1-0.2 m/s และความดันหัวฉีด 0.5-1 bar จากผลการศึกษา พบว่าในส่วนของการอบแห้งแบบพ่นฝอย การเพิ่มอุณหภูมิและความเร็วอากาศร้อนขาเข้าส่งผลให้ผงใบสาบเสือมีความชื้นลดลง โดยค่าความสว่าง ค่าสีเหลือง และค่าสีแดง ของผงใบสาบเสือที่ผ่านการอบแห้งแบบพ่นฝอยมีค่าอยู่ในช่วง 52-60, 25-34, และ -1.45 ถึง -0.20 ตามลำดับ นอกจากนี้การเพิ่มอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้ายังทำให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระของผงใบสาบเสือลดลงด้วย สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งแบบพ่นฝอย คือ ที่อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 180°C ความเร็วอากาศร้อนขาเข้า 0.2 m/s และความดันหัวฉีด 0.5 bar โดยจะให้ปริมาณผลผลิต 12.16 mg/mL และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ 76.04% เมื่อพิจารณาในภาพรวม พบว่า ผงใบสาบเสือที่ผ่านการอบแห้งแบบพ่นฝอยมีลักษณะละเอียดกว่า สีสว่างกว่า และมีปริมาณความชื้นสูงกว่าผงใบสาบเสือที่ผ่านการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

คำสำคัญ: ใบสาบเสือ, การอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง, การอบแห้งแบบพ่นฝอย

---

[1] สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150Email:jindaporn.msu@gmail.com
[1] Faculty of Engineering, Mahasarakham University Tambon Khamriang, Kantharawichai District Maha Sarakham 44150
[2] ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ.งามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กทม. 10900 Email:fengcdni@ku.ac.th
[2] Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University. 50 Ngam Wong Wan Rd, Ladyaow Chatuchak Bangkok 10900

คำนำ

สาบเสือ (Bitter bush, siam weed) เป็นไม้ล้มลุกโตเร็ว ที่หาได้ทั่วไป จัดเป็นวัชพืชที่มีคุณประโยชน์ โดยในใบสาบเสือมีสารที่สำคัญ คือ อัลคาลอยด์ แทนนิน ฟลาโวนอย์ และสารประกอบฟีโนลิกอื่นๆ (Rao et al., 2010) ฟลาโวนอยด์ เช่น ไตรเทอพีน และสเตอรอยด์ มีสรรพคุณด้านยา (Chakraborty et al., 2011) โดยสารพฤษเคมีที่มีชื่อว่า 4, 5, 6, 7 เตตระเมท็อกซีฟลาโวน ซึ่งสามารถสกัดได้ด้วยแอลกอฮอล์มีฤทธิ์ในการกระตุ้นให้โลหิตแข็งตัวได้เร็วขึ้นและสมานแผลได้ดี นอกจากนี้ใบสาบเสือยังมีสรรพคุณในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชด้วย การอบแห้งแบบพ่นฝอยเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการแปรรูปวัตถุดิบที่อยู่ในรูปของสารละลายเข้มข้นให้เป็นผงแห้ง โดยเทคนิคการอบแห้งนี้มักใช้อุณหภูมิสูงจึงใช้ระยะเวลาในการอบแห้งสั้น ส่วนการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งนั้นถือเป็นกรรมวิธีการอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับวัตถุดิบที่ไม่ทนความร้อน เนื่องจากยังไม่มีการนำใบสาบเสือมาใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง งานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวทางในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับใบสาบเสือโดยการนำมาแปรรูปให้เป็นผงด้วยกรรมวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอยและการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง โดยได้ทำการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆในการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ส่งผลกระทบต่อสมบัติของผงใบสาบเสือที่ได้และเปรียบเทียบสมบัติของผงใบสาบเสือที่ได้จากกระบวนการอบแห้งทั้งสองแบบ

อุปกรณ์และวิธีการ

นำใบสาบเสือสดในแถบ อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม มาล้างทำความสะอาดแล้วบดจนละเอียด นำไปแช่ในตัวทำละลายเอทานอล 64% ที่อัตราส่วนระหว่างตัวทำละลายและใบสาบเสือปั่นเท่ากับ 800 มิลลิลิตรต่อ 0.5 กิโลกรัม เป็นเวลา 3 ชั่วโมงแล้วจึงกรองเอาใบสาบเสือออก จากนั้นจึงเติมมอลโตเด็กตริน 25 กรัม เพื่อปรับความเข้มข้น ก่อนนำของเหลวที่ได้ไปผ่านกระบวนการอบแห้ง สำหรับการอบแห้งแบบพ่นฝอยทำการทดลองที่สภาวะอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 140-180°C ความเร็วอากาศร้อนขาเข้า 0.1-0.2 m/s และความดันของหัวฉีด 0.5-1 bar โดยในแต่ละการทดลองจะใช้สารป้อนปริมาณ 800 mL ส่วนการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งทดลองที่สภาวะความดัน 200 Torr เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Final shelf set point -20°C) โดยแต่ละสภาวะการทดลองได้มีการทำซ้ำ 2 ครั้ง เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการอบแห้งจึงนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ใส่ในซองบรรจุเพื่อนำไปทดสอบหาความชื้นโดยการอบแห้งในตู้อบลมร้อน (UNE-500, Memmert, Germany) ตามมาตรฐาน AACC (AACC, 1995) ทดสอบค่าสีด้วยเครื่องวัดสีแบบฮันเตอร์ (Mini Scan XE Plus, Hunter Associates Laboratory Inc., USA) ทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผงใบสาบเสือด้วยวิธี DPPH เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox โดยรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ (% Inhibition of oxidant)

ผลการทดลอง

อิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ในการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณความชื้นสุดท้ายของผงใบสาบเสือได้แสดงไว้ในภาพประกอบ 1-2 โดยจากภาพประกอบดังกล่าวพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิและความเร็วของอากาศร้อนเข้า รวมถึงความดันของหัวฉีดมีแนวโน้มให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้าส่งผลให้ความแตกต่างของอุณหภูมิตัวกลางและอนุภาคมีค่ามากขึ้น อัตราการถ่ายโอนความร้อนจึงเพิ่มขึ้น ทำให้ความชื้นในอนุภาคลดลงได้ง่าย (Goula and Adamopoulos, 2005) ในขณะที่การเพิ่มความเร็วอากาศร้อนขาเข้าจะทำให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลงซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการเพิ่มความเร็วลมที่ไหลผ่านอนุภาคตัวอย่างทำให้ฟิล์มอากาศนิ่งรอบอนุภาคมีความหนาลดลง เป็นผลให้ความต้านทานต่อการถ่ายโอนความร้อนและความชื้นลดลง ส่วนการเพิ่มความดันของหัวฉีดนั้นจะเป็นการเพิ่มอัตราส่วนระหว่างอากาศอัดกับสารสกัดใบสาบเสือภายในหัวฉีด ซึ่งจะทำให้ละอองที่ออกมามีขนาดเล็ก (Nath and Satpathy, 1998) ขนาดที่เล็กของละอองทำให้มีพื้นที่ผิวมากสามารถสัมผัสความร้อนได้มาก นอกจากนี้ยังมีระยะทางที่ความร้อนต้องส่งผ่านจากผิวไปยังกึ่งกลางของละอองที่น้อยด้วย ทำให้เกิดการถ่ายโอนความร้อนเกิดขึ้นได้เร็ว ดังนั้นจึงทำให้ความชื้นของผงใบสาบเสือมีค่าลดลง

เมื่อนำสมการทางคณิตศาสตร์ 3 รูปแบบ ซึ่งได้แก่ สมการเส้นตรง โพลิโนเมียล และเอ็กโปเนนเชียล มาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้น (MC, %d.b.) กับอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า (T, °C) ความเร็วอากาศร้อนขาเข้า (v, m/s) และความดันหัวฉีด (P, bar) พบว่า สมการโพลิโนเมียลสามารถทำนายค่าความชื้นของผงใบสาบเสือได้ดีที่สุด โดยให้ค่า r, RMSE และ χ^2 เท่ากับ 0.955 1.878 และ 4.475 ตามลำดับ สมการดังกล่าวแสดงได้ดังนี้

$$MC = -3.853+0.325T-95.361v-7.820P-0.0013T^2+663.407v^2+14.184P^2+0.214Tv+0.077TP-76.167vP-0.7001TvP$$

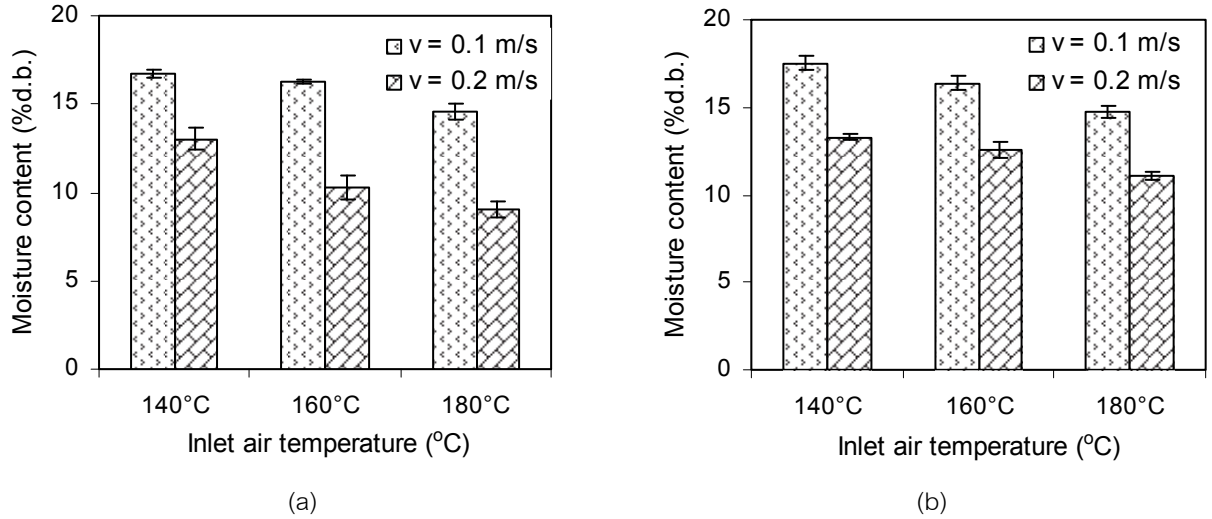

Figure 1 Effects of inlet air temperature and velocity on moisture content of bitter bush leaves powder prepared by spray drying at nozzle pressure of (a) 0.5 bar (b) 1 bar

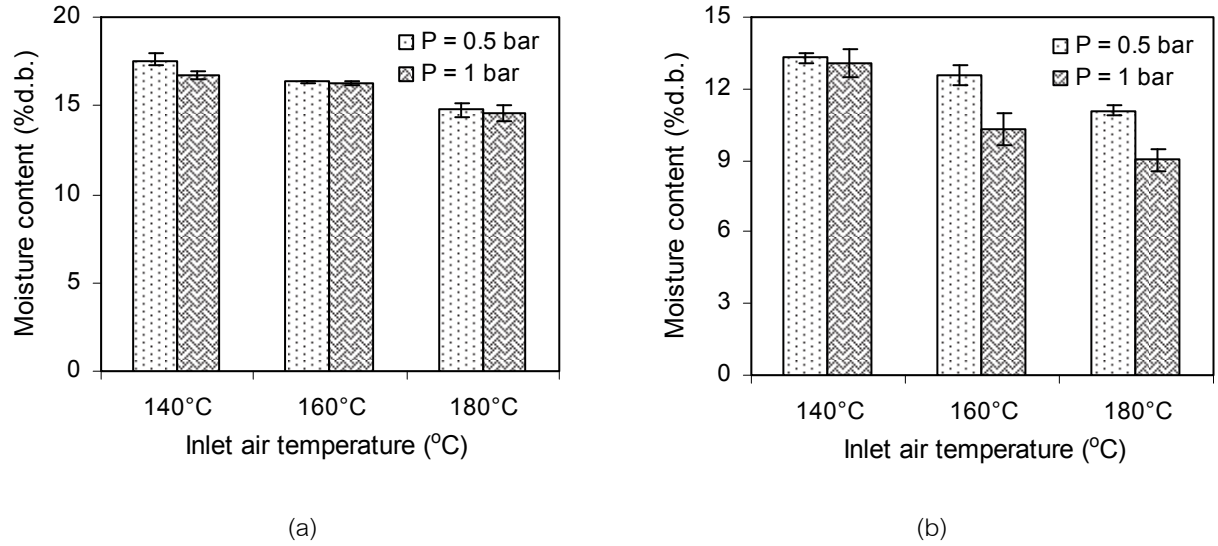

Figure 2 Effect of nozzle pressure on moisture content of bitter bush leaves powder prepared by spray drying at inlet air velocity of (a) 0.1 m/s (b) 0.2 m/s

โดยทั่วไปจะพบว่าการเพิ่มของอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้าในการอบแห้งแบบพ่นฝอยมักส่งผลให้เกิดการหลอมตัว (Melting) ของอนุภาค ซึ่งทำให้เกิดการเกาะติดของผลิตภัณฑ์บนผนังห้องอบแห้งมากขึ้น ปริมาณผลผลิตจึงลดลง (Chegini and Ghobadian, 2007) อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ได้ผลการทดลองที่ตรงข้าม โดยพบว่า ที่อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 180°C จะให้ปริมาณผลผลิต (Yield) สูงสุด ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากอุณหภูมิคล้ายแก้ว (Glass transition temperature) ของผลิตภัณฑ์มีค่าสูงมากกว่า 180°C นอกจากนี้การอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ อาจมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์บางส่วนไม่แห้ง และติดอยู่ตามส่วนต่างๆ ของเครื่องอบแห้งได้ เมื่อพิจารณาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะสีของผงใบสาบเสือที่ได้ดังแสดง Table 1 นั้นไม่พบแนวโน้มที่แด่นชัด โดยค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง มีค่าอยู่ในช่วง 52-60, -1.45 - -0.20 และ 25-34 ตามลำดับ ในขณะที่อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้าเป็นตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีแนวโน้มให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระที่ต่ำลง ยกเว้นที่สภาวะความเร็วอากาศร้อนขาเข้า 0.2 m/s และความดันของหัวฉีด 0.5 bar ของอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า 180°C ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุด (76.04%) โดยเปอร์เซ็นต์ยับยั้งที่ต่ำลงอาจเป็นผลเนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระส่วนมากไม่สามารถที่จะทนความร้อนสูงได้ (Kha et al., 2010)

Table 1 Yield and properties of bitter bush leaves powder prepared by spray drying at different conditions

Inlet temperature (°C)	Air velocity (m/s)	Nozzle pressure (bar)	Yield (g_{dry}/L)	Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)	% Inhibition of oxidant
140	0.1	0.5	9.99±1.12^{ab}	54.32±1.59^{ab}	-1.11±0.01^{c}	30.95±0.99^{cde}	45.15±1.96^{cde}
	0.1	1.0	8.87±0.22^{a}	52.56±1.97^{a}	-0.74±0.02^{h}	32.11±1.17^{de}	54.71±2.55^{e}
	0.2	0.5	9.23±1.11^{a}	54.41±0.48^{ab}	-0.37±0.07^{f}	27.38±1.03^{ab}	51.94±1.76^{de}
	0.2	1.0	9.93±0.22^{ab}	57.36±0.49^{bcd}	-0.48±0.03^{e}	30.19±0.96^{cd}	19.81±0.98^{a}
160	0.1	0.5	9.39±0.08^{a}	54.44±0.83^{ab}	-0.59±0.03^{d}	33.43±0.95^{e}	45.29±2.15^{cde}
	0.1	1.0	10.23±0.56^{ab}	54.49±0.33^{ab}	-1.06±0.01^{c}	33.11±0.85^{e}	38.32±4.51^{bcd}
	0.2	0.5	8.69±0.92^{a}	55.29±3.83^{abc}	-1.45±0.01^{a}	25.43±1.79^{a}	47.09±9.01^{de}
	0.2	1.0	9.71±0.54^{ab}	55.80±0.05^{abcd}	-0.38±0.09^{f}	26.67±0.73^{ab}	33.38±1.22^{abc}
180	0.1	0.5	11.12±0.86^{abc}	58.35±0.10^{cd}	-1.25±0.01^{b}	33.48±0.73^{e}	31.58±5.09^{ab}
	0.1	1.0	12.81±0.30^{bc}	53.83±0.42^{ab}	-1.12±0.01^{c}	32.24±0.88^{de}	27.29±4.51^{ab}
	0.2	0.5	12.16±0.05^{bc}	59.31±0.28^{d}	-1.31±0.00^{b}	28.86±0.75^{bc}	76.04±0.98^{f}
	0.2	1.0	12.61±0.76^{bc}	53.75±0.30^{ab}	-0.20±0.02^{g}	27.46±0.73^{ab}	30.85±2.26^{ab}

** Values in the same column with different superscripts mean that the values are significantly different (p<0.05)

สำหรับผงใบสาบเสือที่เตรียมจากกระบวนการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งได้ปริมาณผลผลิตประมาณ 50.59 g_{dry}/L มีความชื้นอยู่ในช่วง 6.50-9.67% d.b. มีค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง อยู่ในช่วง 41.03-41.31, 1.95-2.03 และ 11.10-11.24 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่า ผงใบสาบเสือที่ได้จากกระบวนการอบแห้งแบบพ่นฝอยมีลักษณะเป็นผงละเอียดกว่า ขนาดสม่ำเสมอกว่า มีความชื้นสูงว่า ค่าความสว่างมากกว่า ค่าสีแดงน้อยกว่า และค่าสีเหลืองมากกว่า ผงใบสาบเสือที่ผ่านกระบวนการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

สรุป

การเพิ่มอุณหภูมิและความเร็วของอากาศร้อนเข้า รวมถึงความดันของหัวฉีดในการอบแห้งแบบพ่นฝอยมีแนวโน้มทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นลดลง และอุณหภูมิที่สูงขึ้นยังส่งผลให้ได้ปริมาณผลผลิตมากขึ้นและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระต่ำลงด้วย อย่างไรก็ตามไม่พบผลกระทบที่ชัดเจนของตัวแปรในการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่มีผลต่อลักษณะสีของผงใบสาบเสือที่ได้ เมื่อพิจาณาในภาพรวมพบว่า ผงใบสาบเสือที่ผ่านการอบแห้งแบบพ่นฝอยมีลักษณะละเอียดกว่า สีสว่างกว่า และมีปริมาณความชื้นสูงกว่า ผงใบสาบเสือที่ผ่านการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

เอกสารอ้างอิง

AACC, 1995, Approved method of the American Association of Cereal Chemists, 9th ed, American Association of Cereal Chemists St, Paul, MN.

Chakraborty, A.K., S. Rambhade and U.K. Patil, U.K. 2011. *Chromolaena odorata* (L.) : An overview. Journal of Pharmacy Research 4: 573-576.

Chegini, G.R. and B. Ghobadian. 2007. Spray dryer parameters for fruit juice drying. World Journal of Agricultural Sciences 3: 230-236.

Goula, A.M. and K.G. Adamopoulos. 2005. Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. The effect on powder properties. Journal of Food Engineering 66: 35-42.

Kha, T.C., M.H. Hguyen and P.D. Roach. 2010. Effect of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. Journal of Food Engineering 98: 385-392.

Nath, S. and G.R. Satpathy. 1998. A systematic approach for investigation of spray drying processes. Drying Technology 16: 1173-1193.

Rao, K.S., P.K. Chaudhury and A. Pradhan. 2010. Evaluation of anti-oxidant activities and total phenolic content of *Chromolaena odorata*. Food and Chemical Toxicology 48: 729-732.