January - June 2012
ม.ค. - มิ.ย. 2555

Rajabhat J. Sci. Humanit. Soc. Sci. 13(1) 20-26

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ฟักแช่อิ่มอบแห้งสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
e-mail : piyawan52@hotmail.com

บทคัดย่อ

การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและความเข้มข้นที่เหมาะสมของสมุนไพร 3 ชนิด คือ ดอกกระเจี๊ยบ ดอกอัญชัน และขมิ้นในน้ำเชื่อมเพื่อแช่ฟักในการผลิตฟักแช่อิ่มอบแห้ง พบว่า ดอกกระเจี๊ยบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดและความเข้มข้นที่เหมาะสมของดอกกระเจี๊ยบ ดอกอัญชันและขมิ้น คือ ร้อยละ 0.5 0.7 และ 0.3 ตามลำดับ เมื่อนำฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ผลิตโดยใช้น้ำเชื่อมซึ่งเติมขมิ้น ดอกกระเจี๊ยบและดอกอัญชันที่ความเข้มข้นดังกล่าวมาตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ใช้ดอกกระเจี๊ยบร้อยละ 0.5 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด คือ ร้อยละ 34.50 ± 0.67 ของการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH และผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสและรสชาติสูงที่สุด

คำสำคัญ : ฟัก แช่อิ่มอบแห้ง สมุนไพร สารต้านอนุมูลอิสระ

Product development of osmotic-dehydrated-wax gourd containing antioxidant herbs

Piyawan Supavititpatana
Faculty of Food and Agricultural Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, Thailand
e-mail : piyawan52@hotmail.com

Abstract

This research aimed to investigate the antioxidant activity and optimal concentration of the herbs in syrup for osmotic-dehydrated-wax gourd production. The antioxidant activity of the roselle flower, butterfly pea flower and turmeric was evaluated. The results showed that the roselle flower yielded the highest antioxidant activity. The optimal concentrations of the roselle flower, butterfly pea flower and turmeric for the osmotic-dehydrated-wax gourd production were 0.5% 0.7% and 0.3%, respectively. The antioxidant activity and sensory quality of the osmotic-dehydrated-wax gourds, using each herb in syrup, were determined. The osmotic-dehydrated-wax gourd using 0.5% roselle flower had the highest antioxidant activity (34.50 ± 0.67% DPPH radical-scavenging activity) and also preference scores in the terms of flavor and taste.

Keywords : wax gourd, osmotic dehydration, herb, antioxidant

บทนำ

สภาพเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปของประเทศไทย ทำให้ประชากรมีพฤติกรรมการบริโภคและวิถีการดำรงชีวิตเปลี่ยนแปลงไป ปัญหาที่ตามมาคือ ภาวะโภชนาการและการได้รับสารพิษในรูปแบบต่าง ๆ เข้าสู่ร่างกาย ดังนั้นการแสวงหาสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) จากสมุนไพร ซึ่งสามารถชะลอหรือป้องกันการเกิดโรคร้ายต่างๆ จึงได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน (ชลัดดา และคณะ, 2550; Adams, 1999) โดยสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้แก่ สารประกอบฟีนอล แคโรทีน วิตามินและแร่ธาตุ ซึ่งมีความสามารถในการหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ (Huang et al., 2005) ทำให้ป้องกันความผิดปกติของเซลล์จึงมีผลในการป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง โรคทางระบบ

ประสาทและโรคเบาหวานประเภทที่ 2 ได้ (Wootton-Beard and Ryan, 2011) ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ฟักแช่อิ่มอบแห้งสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากดอกอัญชัน (*Clitoria ternatea* L.) ดอกกระเจี๊ยบ (*Hibiscus sabdariffa* L.) และขมิ้น(*Curcuma longa* L.) ที่มีอยู่ในจังหวัดพิษณุโลก เนื่องจากดอกอัญชันและดอกกระเจี๊ยบเป็นแหล่งของแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอีกทั้งยังเป็นสารสีจากธรรมชาติที่นิยมใช้ในอาหาร (Duangmal et al., 2008; Tantituvanont et al., 2008) ซึ่งน้ำสกัดจากดอกอัญชันให้สีโทนน้ำเงิน (blue colorants) และสามารถเปลี่ยนเฉดสีเป็นสีแดงเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความเป็นกรดหรือมีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4 และเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น น้ำสกัดจากดอกอัญชันให้สีม่วงอมน้ำเงินมากขึ้น (Tantituvanont et al., 2008) ส่วนน้ำสกัดจากดอกกระเจี๊ยบให้สีแดงสด (Duangmal et al., 2008) ในขณะที่ขมิ้นเป็นแหล่งของสารเคอร์คิวมิน (curcumin) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและให้สีเหลือง นิยมนำไปใช้เป็นสีผสมอาหารเช่นเดียวกัน (Scotter, 2009) นอกจากนี้กลุ่มแม่บ้านในจังหวัดพิษณุโลกมีอุปกรณ์และเครื่องมือพร้อมสำหรับการทำฟักแช่อิ่มอบแห้ง อีกทั้งฟักเป็นวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีมากในจังหวัดพิษณุโลก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรและความเข้มข้นที่เหมาะสมของสมุนไพรในน้ำเชื่อมเพื่อ แช่ฟักในการผลิตฟักแช่อิ่มอบแห้งสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการ

1. การเตรียมสมุนไพร

นำดอกกระเจี๊ยบ ดอกอัญชันและเหง้าขมิ้น ที่ได้จากตำบลจอมทอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกมาล้างทำความสะอาด สำหรับเหง้าขมิ้นนำมาหั่นตามแนวขวางให้มีความหนา 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำสมุนไพรไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกระทั่งสมุนไพรมีความชื้นร้อยละ 5

2. การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพร

นำสมุนไพร ได้แก่ ดอกกระเจี๊ยบ ดอกอัญชัน ขมิ้น มาตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging method ตามวิธีของ Wojdylo et al. (2007)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 หากพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

3. ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสมุนไพรในน้ำเชื่อมเพื่อแช่ฟักในการผลิตฟักแช่อิ่มอบแห้ง

3.1 การเตรียมน้ำเชื่อมสมุนไพร

นำน้ำที่เติมดอกกระเจี๊ยบ ดอกอัญชันหรือขมิ้นซึ่งแปรผันความเข้มข้นของสมุนไพรดังกล่าว 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.3 0.5 และ 0.7 มาต้มจนเดือดนาน 5 นาที จากนั้นนำไปกรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อนำสมุนไพรออก นำน้ำสมุนไพรที่ผ่านการกรองแล้วมาเติมกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และน้ำตาลทรายซึ่งใช้ความเข้มข้นแตกต่างกันตามช่วงเวลาการแช่ฟัก (ระบุในวิธีการข้อ 3.2) แล้วต้มน้ำเชื่อมจนเดือดนาน 5 นาที

3.2 การผลิตฟักแช่อิ่มอบแห้ง

นำน้ำเชื่อมสมุนไพรซึ่งเตรียมได้จากวิธีการข้อ 3.1 มาใช้ในการผลิตฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ปราศจากสารกลุ่มเมตาไบซัลไฟต์ ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก กานต์นลิน และคณะ (2548) ซึ่งมีวิธีการตามลำดับดังนี้คือ ล้างและปอกเปลือกฟักแล้วหั่นเป็นชิ้น (ขนาด 5 x 1 x 1 เซนติเมตร) แช่ในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 0.5 นาน 10 นาที ตามด้วยการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 นาน 10 นาที จากนั้นนำฟักไปต้มในน้ำเดือด นาน 10 นาที แล้วแช่ฟักในน้ำเชื่อมสมุนไพรที่มีน้ำตาลความเข้มข้นร้อยละ 35 นาน 1 วัน ความเข้มข้นร้อยละ 45 นาน 1 วัน และความเข้มข้น ร้อยละ 55 นาน 3 วัน ตามลำดับ จากนั้นนำฟักไปต้มในน้ำเชื่อมสมุนไพรที่มีน้ำตาลความเข้มข้นร้อยละ 55 นาน 2 นาที ก่อนนำไปวางบนตะแกรงเพื่อสะเด็ดน้ำเชื่อมสมุนไพร จุ่มชิ้นฟักลงในน้ำเดือดแล้วเรียงในถาดอบแห้งฟักที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกระทั่งฟักมีค่าปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์นำไปใช้ได้ (a_w) อยู่ในช่วง 0.70-0.75

3.3 การประเมินคุณภาพฟักแช่อิ่มอบแห้งเพื่อเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมของสมุนไพรในน้ำเชื่อม

ทำการเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดของสมุนไพรแต่ละชนิดจากการได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดเมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสฟักแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 30 คน ระดับการให้คะแนน 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 9 = ชอบมากที่สุด) จากนั้นนำฟักแช่อิ่มอบแห้งที่เตรียมจากน้ำสมุนไพรแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดมาตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระตามวิธีของ Wojdylo et al. (2007) และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 30 คน ระดับ

การให้คะแนน 1-9 (1 = ไม่ชอบ มากที่สุด 9 = ชอบมากที่สุด)

การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 หากพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomize Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 หากพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD

ผลการวิจัย

1. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพร

การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของดอกกระเจี๊ยบ ดอกอัญชันและขมิ้น พบว่า ดอกกระเจี๊ยบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาคือขมิ้นและดอกอัญชันตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพร*

สมุนไพร	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH)
ดอกกระเจี๊ยบ	81.95 ± 0.81^{a}
ดอกอัญชัน	19.59 ± 1.02^{c}
ขมิ้น	78.85 ± 0.54^{b}

*อักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2. ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสมุนไพรในน้ำเชื่อมเพื่อแช่ฟักในการผลิตฟักแช่อิ่มอบแห้ง

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของฟักแช่อิ่มอบแห้งสมุนไพรที่เตรียมโดยนำดอกกระเจี๊ยบ ดอกอัญชันและขมิ้นมาผสมในน้ำเชื่อมเพื่อแช่ฟัก พบว่าความเข้มข้นของดอกกระเจี๊ยบ ร้อยละ 0.7 ได้รับคะแนนความชอบด้านสีสูงที่สุดและมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับการใช้ดอกกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 0.5 แต่มีคะแนนมากกว่าการใช้ดอกกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 0.3 ส่วนคะแนนความชอบด้านความนิ่มของฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ใช้ดอกกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 0.3 มีคะแนนมากที่สุดและมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับการใช้ดอกกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 0.5 แต่มีค่าคะแนนมากกว่าฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ใช้ดอกกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 0.7 ความเข้มข้นของดอกอัญชันร้อยละ 0.7 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรส รสชาติและความชอบรวมสูงที่สุด ส่วนความเข้มข้นของขมิ้นไม่มีผลต่อคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะ (ตารางที่ 2) จึงเลือกความเข้มข้นของดอกกระเจี๊ยบ ดอกอัญชันและขมิ้นร้อยละ 0.5 0.7 และ 0.3 ตามลำดับ ในการทำน้ำเชื่อมสำหรับแช่ฟักในกระบวนการผลิตฟักแช่อิ่มอบแห้งสำหรับการวิจัยในขั้นตอนถัดไป

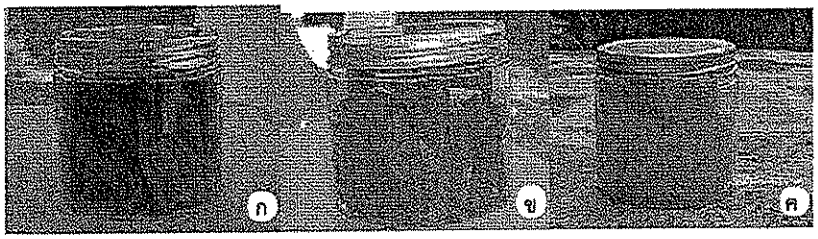
ตารางที่ 2 คะแนนความชอบจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสฟักแช่อิ่มอบแห้งที่แปรผันความเข้มข้นของสมุนไพรในน้ำเชื่อมสำหรับแช่ฟัก*

คุณลักษณะ	ความเข้มข้นของสมุนไพร (ร้อยละ)		
	0.3	0.5	0.7
ดอกกระเจี๊ยบ			
ลักษณะปรากฏ^{ns}	6.05 ± 1.17	6.45 ± 0.78	6.80 ± 1.21
สี	5.70 ± 1.08^{b}	6.30 ± 1.10^{ab}	7.05 ± 1.03^{a}
กลิ่น^{ns}	6.85 ± 0.78	6.90 ± 1.35	7.15 ± 1.04
ความนิ่ม	7.00 ± 0.19^{a}	6.25 ± 1.24^{ab}	6.05 ± 1.36^{b}
ความกรอบ^{ns}	6.75 ± 1.04	6.30 ± 1.48	5.85 ± 1.02
ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม^{ns}	6.70 ± 0.80	6.70 ± 1.03	6.30 ± 0.63
กลิ่นรส^{ns}	7.00 ± 1.02	7.05 ± 1.10	6.85 ± 1.06
รสชาติ^{ns}	6.80 ± 1.01	7.25 ± 1.22	7.05 ± 0.75
ความชอบรวม^{ns}	7.15 ± 0.60	6.75 ± 0.75	6.85 ±0.84

ดอกอัญชัน			
ลักษณะปรากฏ^{ns}	6.65 ± 1.06	7.00 ± 1.05	7.10 ± 1.02
สี	6.75 ± 1.13^{b}	6.75 ± 1.13^{b}	7.65 ± 1.02^{a}
กลิ่น^{ns}	6.95 ± 1.12	7.00 ± 1.12	7.45 ± 1.12
ความนิ่ม^{ns}	6.55 ± 1.60	6.85 ± 1.05	7.20 ± 1.05
ความกรอบ^{ns}	6.30 ± 1.06	6.55 ± 1.06	7.25 ± 1.01
ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม^{ns}	6.65 ± 1.02	6.75 ± 1.23	7.10 ± 0.91
กลิ่นรส	6.05 ± 0.93^{b}	7.00 ± 0.92^{a}	7.60 ± 0.80^{a}
รสชาติ	6.25 ± 0.83^{b}	7.00 ± 0.89^{a}	7.60 ± 1.01^{a}
ความชอบรวม	6.15 ± 1.13^{c}	7.10 ± 1.04^{b}	7.90 ± 0.93^{a}
ขมิ้น	7.50 ± 1.30	7.30 ± 1.12	6.95 ± 0.78
ลักษณะปรากฏ^{ns}	7.40 ± 1.05	7.60 ± 1.50	7.70 ± 1.05
สี^{ns}	6.35 ± 1.52	6.00 ± 1.02	6.20 ± 1.35
กลิ่น^{ns}	6.50 ± 1.71	6.70 ± 1.18	6.30 ± 0.75
ความนิ่ม^{ns}	7.30 ± 1.43	7.05 ± 0.14	6.60 ± 1.02
ความกรอบ^{ns}	7.20 ± 1.04	6.90 ± 0.67	7.00 ± 0.66
ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม^{ns}	5.85 ± 1.23	6.65 ± 0.90	6.70 ± 1.06
กลิ่นรส^{ns}	6.25 ± 1.24	7.00 ± 0.56	6.80 ± 1.42
รสชาติ^{ns}	6.65 ± 1.07	6.75 ± 1.08	6.90 ± 1.02
ความชอบรวม^{ns}			

* อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

^{ns}หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)



ภาพที่ 1 ฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ผลิตจากการแช่ในน้ำเชื่อมที่เติมดอกกระเจี๊ยบ (ก) ดอกอัญชัน (ข) และขมิ้น (ค) ร้อยละ 0.5 0.7 และ 0.3 ตามลำดับ

จากนั้นนำฟักแช่อิ่มอบแห้งที่เตรียมจากการแช่ในน้ำเชื่อมที่เติมดอกกระเจี๊ยบ ดอกอัญชันและขมิ้นร้อยละ 0.5 0.7 และ 0.3 (ภาพที่ 1) มาตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่าฟักแช่อิ่มอบแห้งที่เตรียมจากการแช่ในน้ำเชื่อมที่เติมดอกกระเจี๊ยบร้อยละ 0.5 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด (ตารางที่ 3) และได้รับคะแนนความชอบในด้านกลิ่นรสและรสชาติสูงที่สุด (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ใช้ชนิดและปริมาณสมุนไพรในการเตรียมน้ำเชื่อมสำหรับแช่ฟักแตกต่างกัน*

ความเข้มข้นของสมุนไพร	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH)
ดอกกระเจี๊ยบร้อยละ 0.5	34.50 ± 0.67^{a}
ดอกอัญชันร้อยละ 0.7	16.95 ± 2.00^{c}
ขมิ้นร้อยละ 0.3	24.26 ± 1.97^{b}

* อักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ใช้ชนิดและปริมาณสมุนไพรในการเตรียมน้ำเชื่อมสำหรับแช่ฟักแตกต่างกัน*

คุณลักษณะ	ความเข้มข้นของสมุนไพร		
	ดอกกระเจี๊ยบร้อยละ 0.5	ดอกอัญชันร้อยละ 0.7	ขมิ้นร้อยละ 0.3
ลักษณะปรากฏ	6.80 ± 0.51^{b}	7.15 ± 1.14^{ab}	7.65 ± 1.00^{a}
สี^{ns}	7.00 ± 0.93	6.95 ± 1.00	7.55 ± 1.47
กลิ่น^{ns}	7.00 ± 1.12	6.60 ± 1.00	6.85 ± 0.81
ความนิ่ม^{ns}	6.70 ± 1.08	6.95 ± 0.76	6.80 ± 1.74
ความกรอบ	6.55 ± 1.15^{b}	7.25 ± 0.85^{a}	7.20 ± 0.95^{a}
ลักษณะเนื้อสัมผัส^{ns}	7.05 ± 1.15	7.45 ± 0.69	7.30 ± 1.13
กลิ่นรส	7.30 ± 0.63^{a}	6.75 ± 0.25^{ab}	6.15 ± 0.42^{b}
รสชาติ	7.50 ± 0.39^{a}	6.75 ± 0.36^{ab}	6.60 ± 0.43^{b}
ความชอบรวม^{ns}	7.40 ± 0.94	7.40 ± 0.68	7.10 ± 0.85

* อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)
^{ns}หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพร

สมุนไพรทุกชนิดที่นำมาศึกษามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากกระเจี๊ยบและดอกอัญชันเป็นแหล่งของแอนโทไซยานินซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระเป็นองค์ประกอบ (Buchweitz et al., 2012; Duangmal et al., 2008; Espin et al., 2000) ส่วนขมิ้นมีสารเคอร์คิวมินเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ(Guddadarangavvanahally et al., 2002; Shang et al., 2010) โดยดอกกระเจี๊ยบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าขมิ้นและดอกอัญชันตามลำดับ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของดอกกระเจี๊ยบที่ตรวจสอบได้จากการวิจัยมีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ Mohd-Esa et al. (2010) ซึ่งรายงานว่า ดอกกระเจี๊ยบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระคิดเป็นร้อยละ 87.9 ± 0.7 ของ DPPH radical-scavenging activity

2. ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสมุนไพรในน้ำเชื่อมเพื่อแช่ฟักในการผลิตฟักแช่อิ่มอบแห้ง

ฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ผลิตโดยแช่ฟักในน้ำเชื่อมที่มีปริมาณดอกกระเจี๊ยบเพิ่มขึ้นได้รับคะแนนความชอบด้านสีเพิ่มขึ้น เนื่องจากสีของฟักแช่อิ่มอบแห้งมีสีแดงสดมากขึ้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากดอกกระเจี๊ยบซึ่งมีสีแดงสด (brilliant red color) (Mazza and Miniati, 1993) แต่อย่างไรก็ตามความชอบด้านสีของฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ได้จากการแช่ฟักในน้ำเชื่อมที่มีดอกกระเจี๊ยบร้อยละ 0.7 มีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับการใช้ดอกกระเจี๊ยบร้อยละ 0.5 ซึ่งมีระดับคะแนนอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ส่วนคะแนนความชอบด้านความนิ่มของฟักแช่อิ่มอบแห้งพบว่าเมื่อใช้ดอกกระเจี๊ยบเพิ่มขึ้นคะแนนความชอบด้านความนิ่มของฟักแช่อิ่มอบแห้งลดลง เนื่องจากดอกกระเจี๊ยบมีสมบัติเป็นกรดซึ่งสามารถลังเกตได้จากการมีรสเปรี้ยวจึงทำให้เกิดการสลายตัวของเนื้อเยื่อฟักขณะแช่ในน้ำเชื่อมทำให้ความแข็งแรงของโครงสร้างฟักลดลงส่งผลให้ความนิ่มของฟักเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้ดอกกระเจี๊ยบในปริมาณมากขึ้นซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้ทดสอบชิมไม่ต้องการให้เกิดขึ้นในฟักแช่อิ่มอบแห้ง แต่อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบด้านความนิ่มของฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ใช้ดอกกระเจี๊ยบ ร้อยละ 0.3 มีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับการใช้ดอกกระเจี๊ยบร้อยละ 0.5 มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ในขณะที่ความเข้มข้นของดอกกระเจี๊ยบไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น ความกรอบ ลักษณะเนื้อสัมผัสโดยรวม กลิ่นรส รสชาติและความชอบรวมของฟักแช่อิ่มอบแห้ง จึงสรุปได้ว่าความเข้มข้นของดอกกระเจี๊ยบในน้ำเชื่อมที่เหมาะสมสำหรับแช่ฟักในกระบวนการผลิตฟักแช่อิ่มอบแห้งคือร้อยละ 0.5

การใช้ดอกอัญชันเป็นส่วนผสมในน้ำเชื่อมสำหรับแช่ฟักในปริมาณมากขึ้นมีผลให้คะแนนความชอบฟักแช่อิ่มอบแห้งในด้านสีมีค่าเพิ่มขึ้นโดยการใช้ดอกอัญชันความเข้มข้นร้อยละ 0.7 ได้รับคะแนนความชอบด้านสีมากที่สุด ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากดอกอัญชันเป็นแหล่งของสารสีธรรมชาติซึ่งมีโทนสีน้ำเงิน (Tantituvanont et al., 2008) จึงทำให้ฟักแช่อิ่มอบแห้งมีสีน้ำเงินเข้มขึ้นเมื่อมีการใช้ดอกอัญชันความเข้มข้นสูงขึ้น คะแนนความชอบฟักแช่อิ่มอบแห้งด้านกลิ่นรสและรสชาติมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือการใช้ดอกอัญชันความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และ 0.7 มีผลให้

ฟักแช่อิ่มอบแห้งได้รับคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) มีระดับคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมากและมีค่ามากกว่าการใช้ดอกอัญชันความเข้มข้นร้อยละ 0.3 คะแนนความชอบรวมมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้ดอกอัญชันความเข้มข้นสูงขึ้นทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้ทดสอบชิมใช้คุณลักษณะด้านสี กลิ่นรส และรสชาติเป็นหลักในการตัดสินความชอบ เนื่องจากคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น ความนิ่ม ความกรอบและลักษณะโดยรวมของฟักแช่อิ่มอบแห้งทุกความเข้มข้นของดอกอัญชันในน้ำเชื่อมมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้น ความเข้มข้นของดอกอัญชันในน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในการแช่ฟักสำหรับทำฟักแช่อิ่มอบแห้งคือร้อยละ 0.7

ความเข้มข้นของขมิ้นในน้ำเชื่อมสำหรับแช่ฟักในการผลิตฟักแช่อิ่มอบแห้งไม่มีผลต่อคะแนนความชอบฟักแช่อิ่มอบแห้งในทุกคุณลักษณะโดยระดับคะแนนในภาพรวมอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก จึงกล่าวได้ว่าความเข้มข้นของขมิ้นในน้ำเชื่อมที่เหมาะสมคือร้อยละ 0.3 ซึ่งเป็นความเข้มข้นระดับต่ำที่สุดเพื่อประหยัดต้นทุนในการผลิต

เมื่อทำการผลิตฟักแช่อิ่มอบแห้งจากการแช่ฟักในน้ำเชื่อมที่ผสมดอกกระเจี๊ยบร้อยละ 0.5 ดอกอัญชันร้อยละ 0.7 และขมิ้นร้อยละ 0.3 ได้ฟักแช่อิ่มอบแห้งที่มีลักษณะปรากฏด้านสีที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดโดยจะเห็นได้ว่าฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ใช้ดอกกระเจี๊ยบมีสีเฉดแดงในขณะที่การใช้ดอกอัญชันได้ฟักแช่อิ่มอบแห้งที่มีสีเฉดน้ำเงิน แม้ว่าทั้งดอกกระเจี๊ยบและดอกอัญชันจะมีสารแอนโทไซยานินซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเป็นองค์ประกอบหลักเช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากเป็นสารต่างชนิดกัน มีโครงสร้างโมเลกุลต่างกันแต่อยู่ในกลุ่มของสารแอนโทไซยานินเหมือนกัน โดยองค์ประกอบหลักของสารให้สีในดอกกระเจี๊ยบ คือ Dp-3-sambubioside และ Cy-3-sambubioside (70.9:29.1) (Pouget et al., 1990) ส่วนสารให้สีซึ่งเป็นสารในกลุ่มแอนโทไซยานินที่เป็นองค์ประกอบในดอกอัญชันคือ delphinidin glucoside (Tantituvanont et al., 2008) ส่วนฟักแช่อิ่มอบแห้งที่แช่ในน้ำเชื่อมที่เติมขมิ้นมีสีเหลืองซึ่งเป็นสีของสารเคอร์คิวมิน (1,7-bis(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1,6-heptadiene-3,5-dione, diferuloylmethane) และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกัน (Goel et al., 2008; Sharma et al., 2005)

ฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ผลิตจากการแช่ในน้ำเชื่อมที่เติมดอกกระเจี๊ยบร้อยละ 0.5 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดรองลงมาคือฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ผลิตจากการแช่ในน้ำเชื่อมที่เติมขมิ้นร้อยละ 0.3 และดอกอัญชันร้อยละ 0.7 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากดอกกระเจี๊ยบมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าขมิ้นและดอกอัญชัน

เมื่อนำฟักแช่อิ่มอบแห้งที่เตรียมจากการแช่ในน้ำเชื่อมที่เติมดอกกระเจี๊ยบร้อยละ 0.5 ดอกอัญชันร้อยละ 0.7 และขมิ้นร้อยละ 0.3 มาทดสอบการชิมและให้คะแนนความชอบพบว่า การใช้ดอกอัญชันและขมิ้นมีผลให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมากแต่การใช้ขมิ้นมีคะแนนมากกว่าการใช้ดอกกระเจี๊ยบส่วนการใช้ดอกอัญชันมีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับการใช้ดอกกระเจี๊ยบ คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสและรสชาติมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือ การใช้ดอกกระเจี๊ยบและดอกอัญชันมีผลให้ฟักแช่อิ่มอบแห้งได้รับคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วงความชอบปานกลางโดยการใช้ดอกกระเจี๊ยบมีคะแนนมากกว่าการใช้ขมิ้น แต่การใช้ขมิ้นมีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับดอกอัญชัน ส่วนคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น ความนิ่ม ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบรวมมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อนำผลการตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสฟักแช่อิ่มอบแห้งที่เตรียมจากการแช่ฟักในน้ำเชื่อมที่เติมดอกกระเจี๊ยบร้อยละ 0.5 ดอกอัญชันร้อยละ 0.7 และขมิ้นร้อยละ 0.3 มาพิจารณาร่วมกัน สรุปได้ว่าการใช้ดอกกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ในน้ำเชื่อมเหมาะสมที่สุดในการผลิตฟักแช่อิ่มอบแห้งเนื่องจากฟักแช่อิ่มอบแห้งที่ผลิตได้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดและมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสและรสชาติสูงที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคเหนือตอนล่าง สถาบันเสริมสร้างความเข้มแข็งชุมชน มหาวิทยาลัยนเรศวร สำหรับการสนับสนุนงบประมาณการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กานต์นลิน คงศักดิ์, สริญญา บริบูรณางกูร และบุศรากรณ์ มหาโยธี. 2548. รายงานการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตผลไม้แช่อิ่มอบแห้งชนิดที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำ ปราศจากสารกลุ่มเมตาไบซัลไฟต์และไม่มีการเติมวัตถุกันเสีย. คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ชลัดดา ทุมมี, ปาริชาติ โพธิ์ศรี, เมธี หุ่มพัดคุน, อาภา วรรณฉวี, ธีราพร ปฏิเวชวิทูร, พีรวงศ์ จาตุรงคกุล และอัจฉรา แก้วน้อย. 2550. รายงานการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรที่ผลิตจากดอกไม้ท้องถิ่น อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ที่มีคุณสมบัติใน การต้านอนุมูลอิสระเพื่อการผลิตในเชิงพาณิชย์. มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

Adams CA. 1999. Nutricines food components in health and nutrition. Trowbridge, Wiltshire, United Kingdom: The Cromwell Press.

Buchweitz M, Nagel A, Carle R, Kammerer DR. 2012. Characterization of sugar beet pectin fractions providing enhanced stability of anthocyanin-based natural blue food colorants. Food Chemistry 132(4): 1971-1979.

Duangmal K, Saicheua B, Sueeprasan S. 2008. Colour evaluation of freeze-dried roselle extract as a natural food colorant in a model system of a drink. LWT- Food Science and Technology 41: 1437-1445.

Espin JC, Soler-Rivas C, Wichers HJ, García-Vigvera C. 2000. Anthocyanin-based natural colourants: A new source of antiradical activity for foodstuff. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48: 1588-1592.

Goel A, Kunnumakkara AB, Aggarwal BB. 2008. Curcumin as "curecumin": from kitchen to clinic. Biochemical Pharmacology 75: 787-809.

Guddadarangavvanahally KJ, Jena BS, Negi PS, Sakariah KK. 2002. Evaluation of antioxidant activities and antimutagenicity of turmeric oil: A byproduct from curcumin production. Z. Naturforsch 57: 828-835.

Huang D, Ou B, Prior RL. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53(6): 1841-1856.

Mazza G, Miniati E. 1993. Anthocyanins in fruits, vegetables and grains. London: CRC Press.

Mohd-Esa N, Hern FS, Ismail A, Yee CL. 2010. Antioxidant activity in different parts of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extracts and potential exploitation of the seeds. Food chemistry 122: 1055-1060.

Pouget MP, Vennat B, Lejeune B, Pourrat A. 1990. Identification of anthocyanins of *Hibiscus sabdariffa* L. Lebensmittel Wissenchaft and Technologie 23(2): 101-102.

Scotter MJ. 2009. Synthesis and chemical characterisation of curcuminoid colouring principles for their potential use as HPLC standards for the determination of curcumin colour in foods. LWT - Food Science and Technology 42: 1345-1351.

Shang Y-J, Jin X-L, Shang X-L, Tang J-J, Liu G-Y, Dai F, Qian Y-P, Fan G-J, Liu Q, Zhou B. 2010. Antioxidant capacity of curcumin-directed analogues: structure-activity relationship and influence of microenvironment. Food Chemistry 119: 1435-1442.

Sharma RA, Gescher AJ, Steward WP. 2005. Curcumin: The story so far. European Journal of Cancer 41: 1955-1968.

Tantituvanont A, Werawatganone P, Jiamchaisri P, Manopakdee K. 2008. Preparation and stability of butterfly pea color extract loaded in microparticles prepared by spray drying. Thai Journal of Pharmaceutical Sciences 32: 59-69.

Wojdylo A, Oszmiański J, Czemerys R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. Food Chemistry 105: 940-949.

Wootton-Beard PC, Ryan L. 2011. Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. Food Research International 44: 3145-3148.